การซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องกลึงซีเอนซี

THE CNC LATHE MACHINE MAINTENANCE

นางสาวชัญญา โล่สิริลักษณ์
MS.CHANYA LOSIRILUK
นายชัยชนะ เพียรประเสริฐ
MR.CHAICHANA PIEANPRASERT

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องกลึงซีเอนซี

THE CNC LATHE MACHINE MAINTENANCE

นางสาวชัญญา โล่สิริลักษณ์
MS.CHANYA LOSIRILUK
นายชัยชนะ เพียรประเสริฐ
MR.CHAICHANA PIEANPRASERT

b 00266086
TB 00 253

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE CNC LATHE MACHINE MAINTENANCE

MS.CHANYA LOSIRILUK
MR.CHAICHANA PIEANPRASERT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องกลึงซีเอนซี
THE CNC LATHE MACHINE MAINTENANCE

นักศึกษา นางสาวชัญญา โล่สิริลักษณ์ รหัสประจำตัว 57010294
นายชัยชนะ เพียรประเสริฐ รหัสประจำตัว 57010297

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ดร.พลชัย โชติปรายนกุล)

(อาจารย์รณน เจียรตระกูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องกลึงซีเอนซี
นักศึกษา	นางสาวชัญญา โล่สิริลักษณ์
	นายชัยชนะ เพียรประเสริฐ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.พลชัย โชติปรายนกุล
	อาจารย์รณน เจียรตระกูล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องกลึงซีเอ็นซี (Computer Numerical: CNC) 3 แกน โดยทำการศึกษาระบบของเครื่องกลึงซีเอ็นซี 3 แกน หลักการทำงาน และพร้อมประยุกต์ความรู้ทางด้านเครื่องกลึงซีเอ็นซีมาปรับปรุงเครื่องกลึงซีเอ็นซีเก่าให้สามารถนำกลับมาใช้งานได้ โดยการพัฒนาแผงควบคุม และ โปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino) ในการควบคุมมอเตอร์ทั้ง 3 แกนที่ถูกติดตั้งอยู่ภายในเครื่องกลึง โดยมอเตอร์ในแนวแกน Y จะทำหน้าที่เป็นตัวสปินเดิลมอเตอร์ (Spindle Motor) ซึ่งต้องมีการพัฒนาโปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อใช้ในการควบคุมความเร็วของการหมุนโดยใช้หลักการ PWM (Pulse Width Modulation) ในการควบคุมผ่านรหัส ASCII ส่วนมอเตอร์ในแนวแกน X และ Z มีการพัฒนาโปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อใช้ในการควบคุมการหมุน เพื่อการกำหนดตำแหน่งที่ต้องการให้มอเตอร์เคลื่อนที่โดยใช้หลักการการควบคุมตำแหน่ง ซึ่งกำหนดค่าคงที่ซึ่งเป็นตัวกำหนดจำนวนพัลซ์ ในการหมุนของมอเตอร์ ผ่านการนับจากเอนโคเดอร์ (Encoder) ซึ่งคำสั่งจะให้ตัวมอเตอร์ลดความเร็วและหยุดการทำงานลงหลังจากที่ตัวเอนโคเดอร์นับรอบเท่ากับค่าคงที่ที่ต้องการในการหมุนของมอเตอร์ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการซ่อมและปรับปรุงแสดงในการทดสอบเครื่องซีเอ็นซีที่งานได้อย่างแม่นยำตามเป้าหมายในการควบคุมการทำงานของเครื่องกลึงซีเอ็นซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	CNC Lathe Machine Maintenance
Student	Ms.Chanya Losiriluk
	Mr.Chaichana Pieanprasert
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2017
Thesis Advisor	Dr.Pholchai Chotiprayanakul
	Mr.Ranon Jientrakul

ABSTRACT

This thesis purposes maintenance and improvement of a 3 axis CNC lathe machine. In Industrial Engineering Department, CNC lathe turning is a common lesson for all production engineering students and researchers in order to build a part thus an our old CNC lathe machine need to overhaul and develop its controller. Arduino microcontroller boards were selected to control all axes of the machine which include spindle and X and Z axis of tool carriage. A microcontroller board is programmed to read and process speed and position of a servomotor by using a method of speed and position control. The result of this project shows that the maintenance of the CNC lathe machine is successful and all controllers are working properly.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องกลึงซีเอ็นซี สามารถสำเร็จลุลวง ได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ดร.พลชัย โชติปรายนกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และความเอาใจใส่ในทุกๆ ด้านตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

อาจารย์รณน เจียรตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับความรู้ คำแนะนำและความช่วยเหลือทุกด้านในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่ให้ความรู้ ความเอาใจใส่ และคำแนะนำสำหรับการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่และเพื่อนทุกคนสำหรับกำลังใจ การสนับสนุน และความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน จนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

นางสาวชัญญา โล่สิริลักษณ์

นายชัยชนะ เพียรประเสริฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญรูป ..... ฉ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 3

2.1 เครื่องซีเอนซี (CNC) 3

2.2 ความเป็นมาของเครื่องซีเอนซี 3

2.3 โครงสร้างของเครื่องซีเอนซี 4

2.3.1 ระบบขับเคลื่อนหรือส่งกำลัง 4

2.3.2 ระบบจะจับยึด 4

2.3.3 ชุดควบคุม 5

2.4 หลักการทำงานของเครื่องซีเอนซี 6

2.5 หลักการทำงานของ PWM 7

2.6 การวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ 8

2.7 หลักการทำงานของเอ็นโค้ดเดอร์ 9

2.8 Arduino 11

2.8.1 ส่วนประกอบของ Arduino 12

2.9 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ 15

3.1 การศึกษาข้อมูล 15

3.2 การปรับปรุงส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) 15

3.2.1 ส่วนชุดควบคุม (Controller) 17

3.2.2 ส่วนชุดแกนขับ 18

3.3 ส่วนแผงควบคุมและซอฟท์แวร์ (Controller and Software) 20

3.3.1 มอเตอร์ส่งกำลัง (Spindle motor) 21

3.3.2 มอเตอร์ในแนวแกน x และ z 22

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 24

4.1 ผลการดำเนินงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) 24

4.2 ผลการดำเนินงานในส่วนของชุดควบคุมและซอฟท์แวร์ (Controller and Software) 25

4.2.1 ผลการทดสอบความเร็วชุดหัวจับ 25

4.2.2 ผลการทดสอบการควบคุมแกน X และ Z 27

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน 29

หนังสืออ้างอิง 30

ภาคผนวก ผ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 มอเตอร์แบบเซอร์โว ซึ่งใช้เป็นตัวต้นกำลังของเพลาในเครื่องซีเอ็นซี 4
รูปที่ 2.2 ระบบจับยึด 5
รูปที่ 2.3 หัวจับเครื่องมือตัดแบบเทอร์เรตในเครื่องกลึงซีเอ็นซี 5
รูปที่ 2.4 แผงวงจรควบคุมเครื่อง 5
รูปที่ 2.5 การเปรียบเทียบคาบเวลา 6
รูปที่ 2.6 การเปรียบเทียบสัญญาณ PWM 7
รูปที่ 2.7 การเปรียบเทียบคาบเวลา 7
รูปที่ 2.8 Digital Non-Contact Tachometer 8
รูปที่ 2.9 หลักการทำงานของ Digital Tachometer 8
รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบเบื้องต้นของเอ็นโค้ดเดอร์ 9
รูปที่ 2.11 แสดงสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมของแสงเฟส A กับ B 10
รูปที่ 2.12 ตัวอย่างแผ่น Disc ของเอ็นโค้ดเดอร์แบบ Incremental 10
รูปที่ 2.13 แสดงจำความละเอียด 2 เท่า และ 4 เท่า 11
รูปที่ 2.14 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 11
รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบของ Arduino 12
รูปที่ 2.16 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Arduino IDE 13
รูปที่ 2.17 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) 14
รูปที่ 3.1 สภาพก่อนการปรับปรุงของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ด้านหน้า 16
รูปที่ 3.2 สภาพก่อนการปรับปรุงของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ด้านหลัง 16
รูปที่ 3.3 ชุดแผงควบคุม สายไฟที่ชำรุดและไม่ได้นำมาใช้งาน 17
รูปที่ 3.4 สภาพหลังการรื้อชุดแผงควบคุมและสายไฟ พร้อมทั้งทำความสะอาด 17
รูปที่ 3.5 กล่องที่ใช้สำหรับใส่อุปกรณ์และบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ 18
รูปที่ 3.6 ชิ้นส่วนที่ถูกถอด รื้อทิ้งจากการซ่อมบำรุงครั้งก่อน และชิ้นส่วนที่ไม่เกี่ยวข้อง 18
รูปที่ 3.7 สภาพหลังการรื้อชิ้นส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องพร้อมทั้งทำความสะอาด 19
รูปที่ 3.8 ก่อนดัดแปลง เอนโค้ดเดอร์รุ่น HEDL-550x/554x 19
รูปที่ 3.9 หลังดัดแปลง เอนโค้ดเดอร์รุ่น E6B2-CWZ6C 20
รูปที่ 3.10 แผนภาพการควบคุมของมอเตอร์ทั้ง 3 ตัว 20
รูปที่ 3.11 แผนภาพแสดงการควบคุมมอเตอร์ส่งกำลัง 21
รูปที่ 3.12 มอเตอร์ส่งกำลัง 21
รูปที่ 3.13 แสดงแผนภาพการนับรอบของเอนโค้ดเดอร์ 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.14 แสดงแผนภาพการควบคุมทิศทางของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ 22
รูปที่ 3.15 มอเตอร์ในแนวแกน X 23
รูปที่ 3.16 มอเตอร์ในแนวแกน Z 23
รูปที่ 4.1 แสดงผลการดำเนินงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ ด้านหลัง 24
รูปที่ 4.2 แสดงผลการดำเนินงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ ด้านหน้า 25
รูปที่ 4.3 แสดงหัวจับ 25
รูปที่ 4.4 แสดงการวัดความเร็วรอบ และเครื่องมือวัดความเร็วรอบ (Tachometer) 26
รูปที่ 4.5 แสดงข้อมูลความเร็วรอบที่ได้โดยนำข้อมูลจากการทดลองมาพล็อตเป็นกราฟ 26
รูปที่ 4.6 ผลจากการส่งสัญญาณให้มอเตอร์ในแนวแกน Z ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาและตามเข็มนาฬิกา 27
รูปที่ 4.7 แสดงผลการดำเนินงานในส่วนของซอฟท์แวร์ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันทางภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการได้มีการฝึกสอนวิธีการใช้เครื่องมือและเครื่องจักรควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งรวมถึงเครื่องกลึงแบบซีเอ็นซี ในวิชาปฏิบัติการทางวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อเป็นประสบการณ์การทำงานร่วมกับเครื่องจักรในการทำงานจริง และ การเพิ่มหลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่จะทำมีผู้เข้าใช้งานเครื่องจักรถึงปีการศึกษาละ 100 คน ในปีการศึกษา 2561 ทำให้มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องกลึงซีเอ็นซี ประกอบการเรียนการสอน

จากความต้องการในการใช้เครื่องกลึงซีเอ็นซี ทำให้ทางผู้จัดทำโครงงานนี้มีแนวความคิดที่จะ ทำการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเดิมที่ขาดการบำรุงรักษาของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและต้องการการปรับปรุงใหม่ให้กลับมาอยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้อีกครั้งมาเสนอเป็นโครงงานสำหรับปริญญานิพนธ์

ในการซ่อมบำรุงเครื่องกลึงซีเอ็นซี ให้กลับมาใช้งานได้อีกนั้น จำเป็นต้องมีการซ่อมบำรุงและปรับเปลี่ยนอุปกรณ์หลายชิ้น ได้แก่ การซ่อมบำรุงแท่นเครื่อง หัวจับ ปรับเปลี่ยนสายพาน เปลี่ยนแผงควบคุม พัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานสำหรับแผงควบคุมใหม่

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์หลักของโครงงาน ได้แก่

1. ซ่อมบำรุงชิ้นส่วนของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ในส่วนโครงสร้าง
2. ซ่อมบำรุงชิ้นส่วนของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ในส่วนแผงควบคุม
3. พัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกลึงซีเอ็นซี

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ขอบเขตในการศึกษาครั้งนี้ สามารถกำหนดได้ดังนี้

1. ประกอบชิ้นส่วนภายในเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
2. พัฒนาแผงควบคุม และ โปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino) ในการควบคุมมอเตอร์
3. ทำการทดสอบการเคลื่อนที่พื้นฐานของแต่ละแกนของเครื่องกลึงซีเอ็นซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้เครื่องกลึงซีเอ็นซี กลับมาใช้งานได้อย่างปกติ
2. ประยุกต์ใช้โปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino) ในการควบคุมแกนเคลื่อนที่ของเครื่องกลึงซีเอ็นซี
3. สามารถใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปต่อยอดในการทำงานกับเครื่องจักรซีเอ็นซีแบบอื่น ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 เครื่องซีเอนซี (CNC) [1]

เครื่องซีเอ็นซี (CNC ย่อมาจากคำว่า Computer Numerical Control) หมายถึง การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรด้วยคำสั่งเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ ระบบคอมพิวเตอร์ และ ระบบอิเลคทรอนิกส์ จะทำการประมวลผล และ สั่งการเพื่อให้เครื่องจักรทำงาน หรือ เกิดการเคลื่อนที่จากชุดคำสั่งต่าง ๆ หรือ กระทำตามเงื่อนไขที่ถูกกำหนด

2.2 ความเป็นมาของเครื่องซีเอนซี [2]

เครื่องจักรซีเอ็นซี เป็นเครื่องจักรที่พัฒนามาจากเครื่องจักรเอ็นซี เครื่องจักรเอ็นซี เครื่องแรกถูกสร้างขึ้นไม่นานหลังจากสงครามโลกครั้งที่สองสิ้นสุดลง ในขณะนั้นบริษัทพาร์สันส์ เวอร์กของนายจอร์น พาร์สันส์ (John Parsons) เป็นบริษัทที่สามารถผลิตใบพัดเฮลิคอบเตอร์ได้เที่ยงตรงและรวดเร็ว โดยใช้เทคนิคการผลิต “ด้วยตัวเลข” (by-the-number) ผลิตเทมเพรท เทคนิคการผลิตด้วยตัวเลขคือการใช้เครื่องกัดเจาะรูตามตำแหน่งที่กำหนดไว้เป็นรูปร่างที่ต้องการคร่าวๆ จากนั้นจึงใช้คนแต่งละเอียดอีกครั้ง

นายบิล สตอท (Bill Stout) วิศวกรของบริษัทพาร์สันส์ เวอร์กได้พัฒนาเทคนิคนี้โดยเขียนชุดคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานด้านบัญชีในขณะนั้นคำนวณเพิ่มจุดเจาะจาก 17 จุดเป็น 200 จุดและใช้คนงานสองคนบังคับแกนของเครื่องกัดคนละแกนให้เคลื่อนที่ไปตามตารางที่สร้างขึ้นเพื่อเจาะรูตามตำแหน่งทั้ง200จุด ด้วยวิธีนี้เองที่ทำให้เวลาที่ใช้ในการแต่งละเอียดแผ่นเทมเพรทลดลงอย่างมากและแผ่นเทมเพรทที่ได้ก็มีความเที่ยงตรงสูง

ต่อมาบริษัทได้รับการติดต่อจากกองทัพอากาศสหรัฐให้ผลิตปีกเครื่องบินทิ้งระเบิดที่มีความซับซ้อนและเที่ยงตรงสูงกว่าที่เทคนิคการผลิตในสมัยนั้น (ช่วง ค.ศ.1940) จะทำได้ บริษัทพาร์สันส์ เวอร์กจึงได้เสนอให้สร้างเครื่องกัดที่ใช้เซอร์โวมอเตอร์ควบคุมแกนทั้งสามแกน ทางกองทัพตอบตกลง การสร้างเครื่องจักรเอ็นซีเครื่องแรกจึงเริ่มขึ้น บริษัทพาร์สันส์ เวอร์กแบ่งงานออกแป็นสามส่วน โดยมีบริษัทซินเดอร์ (Snyder Corporation) ผลิตตัวเครื่อง บริษัท IBM ผลิตเครื่องอ่านเทปเจาะรูและห้องวิจัยด้านกลไกเซอร์โวของ MIT (Servo Mechanisms Laboratory of the Massachusetts Institute of Technology) ผลิตชิ้นส่วนที่เกี่ยวกับกลไกเซอร์โว

ในขณะเดียวกันนั้นวิศวกรของบริษัท General Motor ได้ติดอุปกรณ์จับตำแหน่งและกลไกเซอร์โวเข้ากับเครื่องกลึงทำให้เครื่องกลึงสามารถบันทึกตำแหน่งในการเดินเครื่องผลิตงานด้วยคนในครั้งแรก จากนั้นจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถป้อนข้อมูลที่บันทึกกลับให้กลไกเซอร์โวเดินเครื่องผลิตงานชิ้นต่อไป เทคนิคการบันทึกแล้วเล่นกลับนี้ปัจจุบันยังคงใช้กับเครื่องวัดตำแหน่งแบบซีเอ็นซี (CNC Coordinate Measuring Machine) และหุ่นยนต์อุตสาหกรรมบางประเภท

2.3 โครงสร้างของเครื่องกลึงซีเอนซี [3]

โครงสร้างหลักของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ประกอบด้วย

2.3.1 ระบบขับเคลื่อนหรือส่งกำลัง

ระบบขับเคลื่อนของเครื่องกลึงซีเอ็นซี นั้นประกอบไปด้วย ระบบส่งกำลังหลักซึ่งจะอยู่มอเตอร์หลักทำหน้าที่หมุนเพลาหลัก (Spindle) จะใช้มอเตอร์แบบเซอร์โว (Servo Motor) ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วได้ตามข้อกำหนด ซึ่งแตกต่างจากเครื่องกลึงแบบปกติ (Manual) ที่ความเร็วในการหมุนเพลา (Spindle) ด้วยการทดรอบทั้งระบบเฟืองและระบบสายพานการหมุนของเพลาหลัก (Main Spindle) จะทำหน้าที่หมุนชิ้นงานที่ถูกจับยึดอยู่บนหัวจับ

รูปที่ 2.1 มอเตอร์แบบเซอร์โว ซึ่งใช้เป็นตัวต้นกำลังของเพลาในเครื่องซีเอ็นซี

2.3.2 ระบบจะจับยึด

ระบบจับยึดในเครื่องกลึงซีเอ็นซีนั้นหลักๆ ก็มีเป็นการจับยึดชิ้นงานโดยใช้หัวจับ (Jaw) ซึ่งมีทั้งแบบ Hard Jaw และ Soft Jaw ซึ่งคล้ายคลึงกัน และในการใช้งานจริง Hard Jaw จะไม่มีการปรับแต่งรูปร่างๆ ตรงปากหรือหัวจับขึ้นรูปจะเป็นมีอยู่ 3 อัน เมื่อมีการกดปุ่ม หัวจับชิ้นงานทั้งสามอันก็จะเลื่อนเข้ามาจับยึดชิ้นงานโดยส่วนมากแล้ว Hard jaw จะใช้ในงานเฉพาะ ที่มีจำนวนการผลิตเพียงชิ้นเดียวหรือไม่มาก ส่วน Soft Jaw นั้นจะมีการปรับแต่งตรงปากจับ เช่นกลึงออกเพื่อให้เป็นระยะหยุด ในแกน Z เมื่อใส่ชิ้นงานเข้าไปจนชนระยะเสต็ปที่ทำไว้ จะช่วยลดเวลาในการตั้งค่าชิ้นงาน เหมาะสำหรับการผลิตครั้งละมากๆ แต่มีข้อเสียคือ ถ้าชิ้นงานที่รูปร่างๆ แตกต่างกันมากจะไม่สามารถนำมาใช้ร่วมกันได้ ต้องเปลี่ยนตัวใหม่

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 ระบบจับยึด [4]

ส่วนระบบจับยึดอีกอย่างของเครื่องกลึงซีเอ็นซี คือระบบจับยึดเครื่องมือตัด (Turret) ตามรูปจะเห็นว่ามีช่องในการใส่เครื่องมือตัดเป็นจำนวนมาก ซึ่งต่างๆจากเครื่องกลึงแบบปกติ ใส่เครื่องมือได้ครั้งละ 1 อันเท่านั้น การใช้งานของระบบจับยึดเครื่องมือตัดบนเครื่องกลึงซีเอ็นซี นั้นจะควบคุมการเลือกใช้โดยโปรแกรมก็ได้หรือป้อนคำสั่งหน้าเครื่องก็ได้ จำนวนของหัวเทอร์เรต (Turret) นั้นขึ้นอยู่กับข้อมูล (Spec) ของแต่ละเครื่อง ในการตั้งค่านั้น ปลายของเครื่องมือตัด (Cutting tool) จะมีความยาวที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นเครื่องมือตัดที่จะใช้งานในแต่ละโปรแกรมต้องมีการปรับตั้งระยะศูนย์ (Zero) ทั้งหมด

รูปที่ 2.3 หัวจับเครื่องมือตัดแบบเทอร์เรตในเครื่องกลึงซีเอ็นซี [4]

2.3.3 ชุดควบคุม

เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถจัดเก็บโปรแกรม แก้ไขดัดแปลงได้ คอมพิวเตอร์เข้าใจโปรแกรมที่ป้อนและทำงานตามคำสั่งในโปรแกรม ชุดควบคุมประกอบไปด้วย แผงควบคุม (Control Panel) จอภาพ (Monitor) แป้นพิมพ์ (Keyboard หรือ Keypad) และปุ่มสวิตช์ควบคุมต่างๆ เช่น ความเร็วฟีด (Feed) และความเร็วสปินเดิล (Spindle) เป็นต้น

รูปที่ 2.4 แผงวงจรควบคุมเครื่อง [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 แผงควบคุม [6]

2.4 หลักการทำงานของเครื่องซีเอนซี [7]

หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC) จะคล้ายคลึงกับเครื่องจักรกลทั่วๆ ไป คือ พื้นฐานเบื้องต้นของการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC) จะทำการผลิตชิ้นงานเหมือนกับเครื่องจักรกลทั่วไปแต่จะแตกต่างกันที่การควบคุมการทำงาน การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ แทนที่จะใช้คนควบคุมเครื่อง

ส่วนของการควบคุมเครื่องจักรแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. การควบคุมการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ (Movement)
2. การควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ (Speed)

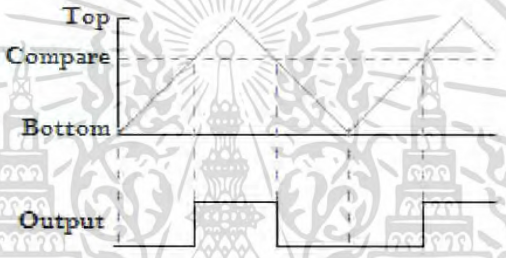
เครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC) จะทำงานได้นั้น ระบบควบคุมของเครื่องจะต้องได้รับคำสั่งเป็นภาษาที่ระบบควบคุมเข้าใจได้เสียก่อนว่าจะให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทำอะไร ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องผ่านแป้นพิมพ์ (Key Board) หรือเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปแล้ว ก็จะนำไปควบคุมให้เครื่องจักรกลทำงานโดยอาศัยมอเตอร์ป้อน (Feed Motor) เพื่อให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ได้ตามที่เราต้องการ เช่น เครื่องกลึงซีเอ็นซี (CNC Machine) ก็จะมีมอเตอร์ในการเคลื่อนที่อยู่ 2 ตัว หรือเครื่องกัดซีเอ็นซีก็จะมีมอเตอร์ป้อน 3 ตัว จากนั้นระบบควบคุมอ่านโปรแกรมเสร็จแล้ว ก็จะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมนั้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน แต่เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากระบบควบคุมนี้มีกำลังน้อย ไม่สามารถไปหมุนขับให้มอเตอร์ทำงานได้ ดังนั้น จึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive amplified) และส่งสัญญาณต่อไปยังมอเตอร์ป้อนแนวแกนที่ต้องการเคลื่อนที่ ตามที่โปรแกรมกำหนด ความเร็วและระยะทาง การเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจะต้องกำหนดให้ระบบควบคุมรู้เนื่องจากระบบควบคุมซีเอ็นซี (CNC) ไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งจะแตกต่างกับช่างควบคุมเครื่องจักรที่อาศัยสายตามองดูตำแหน่งของคมตัดกับชิ้นงาน ก็จะรู้ว่าต้องเลื่อนแท่นเลื่อนไปอีกเป็นระยะทางเท่าใดถึงจะถึงชิ้นงาน ดังนั้น จึงต้องออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สามารถจะบอกตำแหน่งของแท่นเลื่อนให้ระบบควบคุมได้รู้ อุปกรณ์ชุดนี้เรียกว่า ระบบวัดขนาด (Measuring System) ซึ่งประกอบด้วยสเกลแนวตรง (Linear Scale) มีจำนวนเท่ากับจำนวนแนวแกนในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระยะทางที่แท่นเลื่อนเคลื่อนที่กลับไปยังระบบควบคุม ทำให้ระบบควบคุมรู้ว่าแท่นเลื่อนเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการควบคุมการทำงานดังกล่าว ทำให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีสามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปร่างและรูปทรงให้มีขนาดตามที่เราต้องการได้ เนื่องจากการสร้างและการทำงานที่เหนือกว่าเครื่องจักรกลทั่วไป จึงทำให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากในปัจจุบันนี้ หากต้องการผลิตสินค้าให้ได้จำนวนมากๆ และลดจำนวนระยะเวลาการผลิตของสินค้า

2.5 หลักการทำงานของ PWM [8]

PWM ย่อมจาก Pulse Width Modulation คือการนำสัญญาณสามเหลี่ยม และสัญญาณที่ต้องการปรับความกว้างของพัลซ์มาเปรียบเทียบกัน ตัวอย่างเช่น ถ้านำสัญญาณสามเหลี่ยมมาเปรียบเทียบกับสัญญานไฟฟ้ากระแสตรง จะได้ความกว้างของพัลซ์คงที่ และความกว้างของพัลซ์นั้นจะขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดของสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงดังรูป

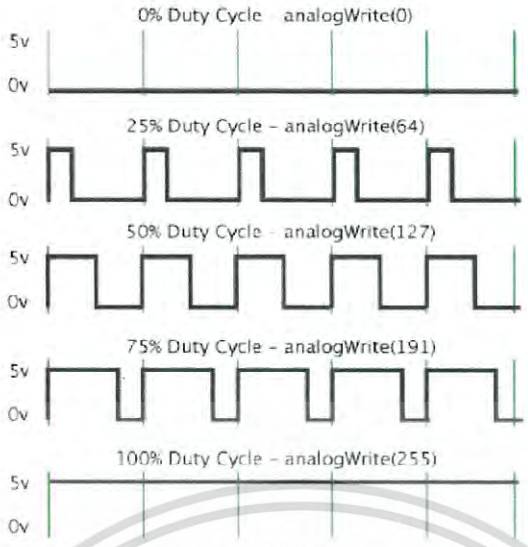


รูปที่ 2.4 การเปรียบเทียบสัญญาณ PWM

ในระบบดิจิตอล (Digital) นั้นจะมีสัญญาณแค่ High และ Low ถ้าต้องการจะนำระบบดิจิตอลไปควบคุมอุปกรณ์ที่ต้องควบคุมด้วยสัญญาณอนาล็อก (Analog) เช่น การควบคุมความเร็วมอเตอร์, การควบความความสว่างของหลอดไฟ ฯลฯ นั้นจะไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์พวกนี้ได้ตรงๆ เราจะต้องใช้ PWM ในการควบคุม โดยจะปรับคาบเวลาของ High-Low (Duty cycle) คือ การที่ทำให้ Output ดิจิตอล มีลักษณะเอาท์พุตคล้าย Output อนาล็อก โดยทำการปิด-เปิดอย่างรวดเร็วในช่วง 5V ความถี่ดังรูป เช่น หากต้องการแรงดันไฟที่ 1.25 โวล์ท เพื่อหรี่ไฟ LED เราต้องใช้ 25% Duty Cycle (100% Duty Cycle = 5 โวล์ท) โดยมีคำสั่งในการกำหนดค่า คือ analogWrite(ชื่อขา,จำนวนบิต)

โดย ขาที่สามารถใช้ PWM ใน Arduino UNO R3 ได้ คือขา 3,5,6,9,10 และ 11 และ ในการกำหนดจำนวนบิต 5V จะได้ว่า 5 โวล์ท หรือ 100% จะเท่ากับ 255 บิต ดังนั้น หาก 0V เราต้องการแรงดันไฟที่ 1.25 โวล์ท ต้องใช้บิตเท่ากับ 64 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การเปรียบเทียบคาบเวลา

2.6 การวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ [9]

เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) เป็นอุปกรณ์วัดความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ส่วนใหญ่จะประยุกต์ใช้ในการวัดความเร็วรอบของเครื่องจักรกล ไม่ว่าจะเป็นเพลาล้อรถยนต์, ความเร็วของมอเตอร์ เป็นต้น ซึ่งหน่วยการวัดของ Tachometer คือ รอบต่อนาที หรือ RPM (Round per Minute)

เครื่องวัดความเร็วรอบมีหลายประเภท ได้แก่ Analog Tachometer, Digital Tachometer, Contact/Non-Contact Tachometer, Time and Frequency Measuring Tachometer ซึ่งที่เราใช้เป็นแบบ Digital Non-Contact Tachometer

Digital Tachometer ประกอบไปด้วยหน้าจอ LCD และหน่วยความจำสำหรับบันทึกค่า สามารถคำนวณค่าทางสถิติได้เหมาะสำหรับงานที่ใต้องใช้ความละเอียดในการวัดและ Non-Contact Tachometer คือการวัดค่าความเร็วรอบโดยการปล่อยสัญญาณออกไปและนับจำนวนพัลส์เพื่อคำนวณเป็นความเร็วรอบ โดยใช้แสงอินฟราเรดร่วมกับแผ่นสะท้อนแสง กล่าวคือ เราจะต้องนำแผ่นสะท้อนแสงไปติดที่ชิ้นงาน ก่อนที่ชิ้นงานจะหมุน ขณะที่ชิ้นงานหมุน ให้ยิงแสงอินฟราเรดไปที่แผ่นสะท้อนแสง เครื่องมือวัดจะรับแสงที่สะท้อนเข้าที่ตัวเครื่อง เพื่อไปคำนวณเป็นความเร็วรอบต่อไป

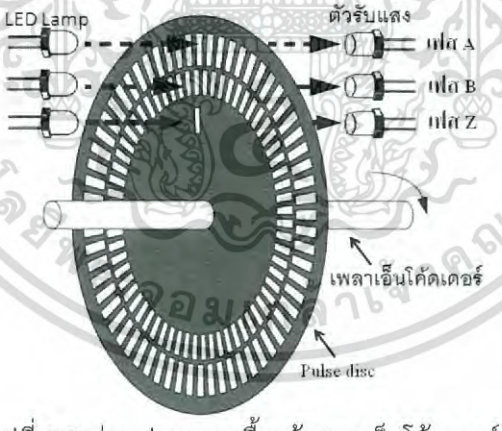
รูปที่ 2.6 Digital Non-Contact Tachometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 หลักการทำงานของ Digital Tachometer

2.7 หลักการทำงานของเอ็นโค้ดเดอร์ [10]

เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) จะทำหน้าที่แปลงการหมุนทางกลให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าที่อยู่ในรูปของพัลส์ (Pulse) เพื่อนำไปใช้แสดงผลหรือการควบคุมโดยต่อผ่าน เคาท์เตอร์และ PLC เป็นต้น เอ็นโค้ดเดอร์สามารถแบ่งตามรูปแบบการการให้ข้อมูลเอาท์พุตได้ 2 ชนิด คือ Incremental กับ Absolute แต่ทั้ง 2 ชนิดจะประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานเหมือนกันและทำงานภายใต้หลักการเดียวกัน



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบเบื้องต้นของเอ็นโค้ดเดอร์

1. เพลา (Shaft) ใช้สำหรับต่อเข้ากับวัตถุที่หมุนเช่น มอเตอร์

2. แผ่นดิสก์ (Code หรือ Pulse Disc) จะเป็นแผ่นที่มีแทร็กหรือร่องเล็ก ๆ มีทั้งส่วนที่โปร่งแสงและทึบแสงเพื่อให้แสดงอินฟาเรดลอดผ่านได้

3. แหล่งแสง (Light Source)เป็นไป LED คุณภาพสูง

4. ตัวรับแสง (Photodetector หรือ Photodiode) ใช้รับแสงจาก LED เพื่อแปลงไปเป็นรหัสข้อมูล

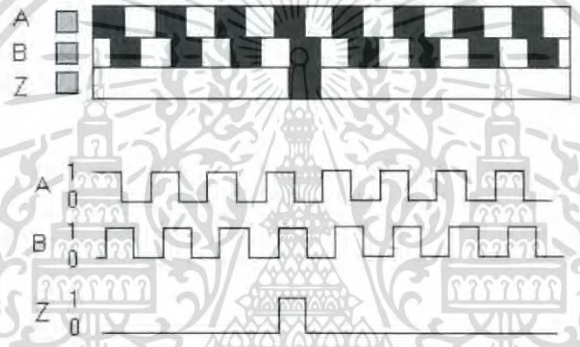
Incremental Encoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานเบื้องต้นของเอ็นโค้ดเดอร์จะเหมือนกันหมดโดยแสงที่กำเนิดจาก LED จะส่องผ่านเลนส์นูน (Convex Lens) ซึ่งจะปรับโฟกัสให้เป็นลำแสงขนานกัน ลำแสงนี้จะส่องผ่าน Pulse Disc ซึ่งจะแยกแสงเป็น 2 ส่วนที่มีเฟสต่างกัน 90 องศา

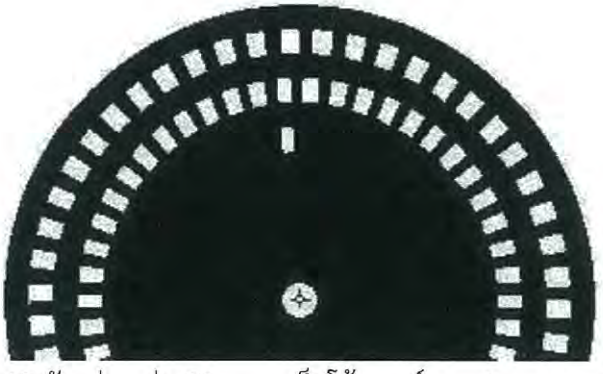
เราจะเรียกแสงเดิมว่า A และลำแสงใหม่ว่าเฟส B ซึ่งแสงนี้จะส่องผ่านไปที่ตัวรับแสง ซึ่งจะคล้าย ๆ กับโฟโต้อีเลคทริกเซ็นเซอร์แบบตัวรับส่งแยกกัน (Through-beam) แผ่นดิสก์ (Disc) ที่ยึดกับเพลาเพื่อตรวจสอบการหมุนของเพลาจะมีแทร็กที่โปร่งแสงกับทึบแสงเพื่อสร้างรูปแบบการส่องแสงมืดและสว่างเมื่อเพลาหมุน

เนื่องจากลำแสง A และ B มีเฟสต่างกัน 90 องศา ซึ่งตัวรับแสง 2 ตัว จะแปลงแสงที่รับได้นี้ไปเป็นสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (Square Wave) ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งสัญญาณที่ได้นี้สามารถต่อเข้ากับ PLC และเคาท์เตอร์ได้ จำนวนพัลส์ (Pulse) นี้จะถูกนับโดย PLC หรือเคาน์เตอร์เพื่อแสดงตำแหน่งหรือความเร็ว



รูปที่ 2.9 แสดงสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมของแสงเฟส A กับ B (1)

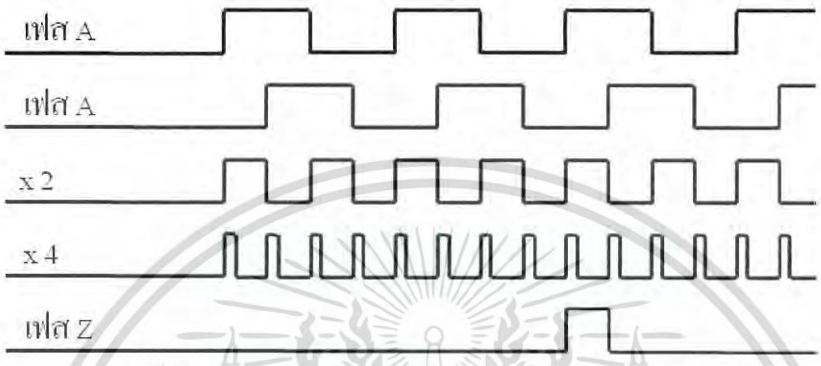
ตัวอย่างของแผ่นดิสก์ แสดงดังรูปที่ 2.10 ร่องหนึ่งร่องจะทำให้เกิดพัลส์ (pulse) 1 ลูก โดยความละเอียดจะถูกกำหนดจากจำนวนพัลส์ต่อการหมุน1 รอบ (pulse per revolution: ppr) ซึ่งก็คือจำนวนแทร็กหรือร่องโปร่งแสงกับทึบแสงบนแผ่นดิสก์นั่นเอง ดังนั้น ถ้าเอ็นโค้ดเดอร์ความละเอียด 200 ppr จะมีร่องบนแผ่นดิสก์ 200 ร่อง อย่างไรก็ตามความละเอียดสามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้โดยการแบ่งพัลส์หนึ่งพัลส์เป็น ½ และ ¼



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างแผ่น Disc ของเอ็นโค้ดเดอร์แบบ Incremental (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมาตรฐานแล้วเอ็นโค้ดเดอร์จะนับที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณสี่เหลี่ยม (Square wave) ซึ่งจะมีความละเอียดเท่ากับจำนวนร่องบนแผ่นดิสก์ แต่ถ้านับทั้งขอบขาขึ้นและขาลงของสัญญาณจะได้ค่าเป็น 2 เท่าของค่านับเดิมซึ่งทำให้ความละเอียดเป็น 2 เท่าเช่นกัน และถ้าเรานับที่ขอบขาขึ้นและขาลงของเฟส A และเฟส B จะได้ความละเอียดเพิ่มเป็น 4 เท่าของค่าปกติ ดังแสดงในรูปที่ 4 ดังนั้นเอ็นโค้ดเดอร์ 200 ppr จะสามารถให้ความละเอียดได้ถึง 800 ppr



รูปที่ 2.11 แสดงจำความละเอียด 2 เท่า และ 4 เท่า (1)

ส่วนทิศทางการหมุนของเอ็นโค้ดเดอร์สามารถตรวจสอบได้จากสัญญาณพัลส์ของเฟส A และเฟส B ว่าเฟสใดเกิดขึ้นก่อนสมมุติว่า เฟส A เกิดขึ้นก่อนเฟส B เป็นการหมุนตามเข็มนาฬิกาในทางตรงกันข้าม ถ้าเฟส B เกิดขึ้นก่อนเฟส A จะเป็นการหมุนทวนเข็มนาฬิกา นอกจากนั้นเอ็นโค้ดเดอร์จะมีร่องอีกอันหนึ่งซึ่งจะมีพัลส์เดียวในการหมุน 1 รอบ เราเรียกว่า เฟส Z (Zero) ซึ่งเอ็นโค้ดเดอร์ใช้พัลส์นี้เพื่อเป็นการบอกตำแหน่ง Home ตัวอย่างเช่นเครื่องจักรอาจต้องการรีเซ็ตระบบใหม่ ในกรณีนี้เอ็นโค้ดเดอร์จะหมุนจนกระทั่งพัลส์เฟส Z ถูกตรวจจับได้เครื่องจักรจะทราบทันทีว่านี่ คือ ตำแหน่ง Home

ข้อเสียอย่างหนึ่งของเอ็นโค้ดเดอร์ชนิดนี้คือ ข้อมูลจะหายเมื่อไม่มีไฟจ่ายให้ ดังนั้นจำเป็นต้องทำการรีเซ็ทเครื่องจักรใหม่เพื่อให้เอ็นโค้ดเดอร์ทำงานสอดคล้องกับอุปกรณ์ควบคุมเสมอ

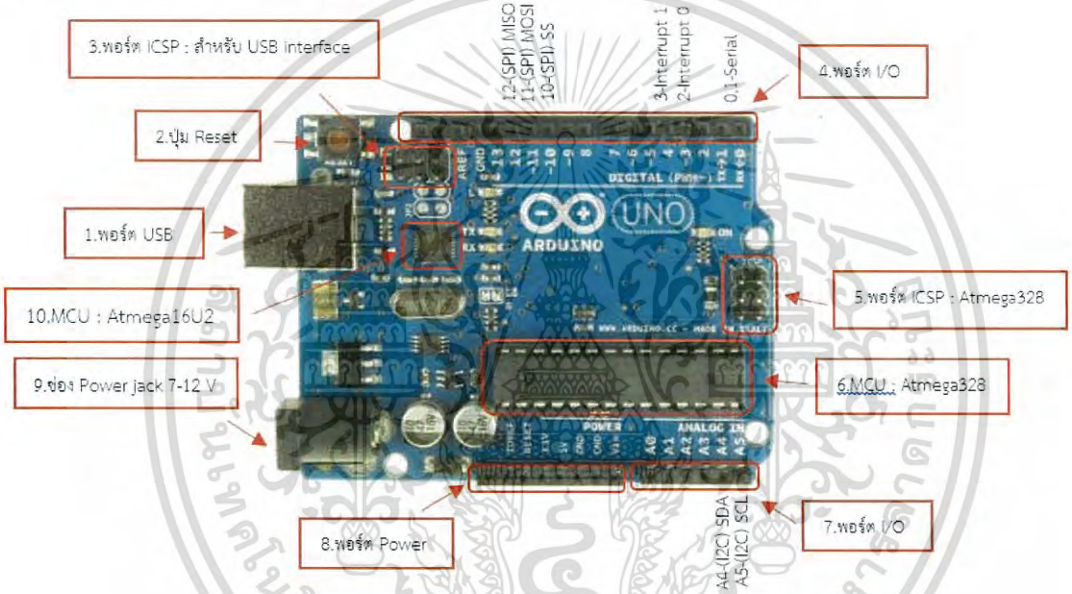
2.8 ออร์ดูอิโน่ (Arduino) [11]

Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดแบบสำเร็จรูปในยุคปัจจุบัน ซึ่งถูกสร้างมาจาก Controller ตระกูล ARM ของ ATMEL ข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดคือเรื่องของ Open Source ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นอุปกรณ์ต่างๆได้และความสามารถในการเพิ่ม Boot Loader เข้าไปที่ตัว ARM จึงทำให้การ Upload Code เข้าตัวบอร์ดสามารถทำได้ง่ายขึ้นและยังมีการพัฒนา Software ที่ใช้ในการควบคุมตัวบอร์ดของ Arduino มีลักษณะเป็นภาษา C++ ที่โปรแกรมเมอร์มีความคุ้นเคยในการใช้งาน ตัวบอร์ดสามารถนำโมดูลมาต่อเพิ่ม ซึ่งทาง Arduino เรียกว่าเป็น Shield เพื่อเพิ่มความสามารถเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

2.8.1 ส่วนประกอบของ Arduino [12]



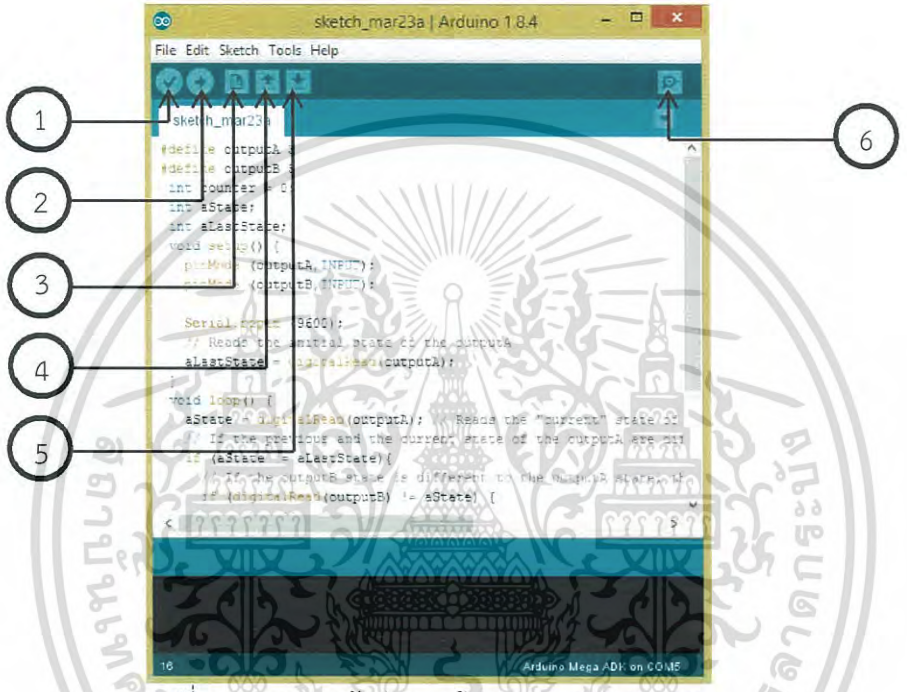
รูปที่ 2.13 ส่วนประกอบของ Arduino

1. USB Port: ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
2. Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่
3. ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
4. I/O Port:Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM
5. ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
6. MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino
7. I/O Port: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5
8. Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3V, +5V, GND, Vin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V
10. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

Arduino เป็นโอเพ็นซอสทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ด Arduino จึงมีเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมมาให้ใช้ โดยเครื่องมือที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมนี้คือ Arduino IDE (Arduino integrated development environment (IDE))



รูปที่ 2.14 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Arduino IDE

คำสั่งของไอคอนต่างๆ

1. บันทึกไฟล์ปัจจุบัน
2. เปิดไฟล์เก่า
3. สร้างไฟล์ใหม่
4. เบิร์นไฟล์ลง Arduino
5. แปลงไฟล์เป็นภาษาเครื่อง
6. หน้าต่างติดต่อบอร์ด Arduino ผ่านพอร์ตอนุกรม

2.9 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) [13]

เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของมัน (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะ ความเร็ว มุมการหมุน โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Speed), ควบคุมแรงบิด (Torque), ควบคุมแรงตำแหน่ง (Position), ระยะทางในการเคลื่อนที่(หมุน) (Position Control) ของตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานเบื้องต้นได้ โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง

เซอร์โวมอเตอร์มีหน้าที่ขับเคลื่อนอุปกรณ์ของเครื่องจักรกลหรือระบบของการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ ได้รับคำสั่งจากตัวเซอร์โวไดรฟเวอร์ (Servo Driver) พร้อมกับส่งสัญญาณป้อนกลับให้กับตัวเซอร์โวไดรฟเวอร์ว่าตอนนี้เซอร์โวมอเตอร์เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วเท่าไหร่และระยะทางในการเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าไหร่แล้ว ด้วยสัญญาณของตัวเอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) ที่อยู่ภายในตัวเซอร์โวมอเตอร์ ทำให้การเคลื่อนที่ของเซอร์โวมอเตอร์นั้นมีความแม่นยำสูง

รูปที่ 2.15 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

ในบทนี้ได้กล่าวถึงวิธีการดำเนินงานตามลำดับขั้นตอนต่างๆ เพื่อเป็นการซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องกลึงซีเอนซีให้สามารถนำกลับมาใช้งานได้

3.1 การศึกษาข้อมูล

ในการศึกษาข้อมูลสำหรับโครงงาน ได้ทำการศึกษาการทำงานของเครื่องซีเอ็นซีจากหนังสือ ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต วิทยานิพนธ์ และปริญญานิพนธ์ที่มีเนื้อหาใกล้เคียง โดยจะแบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟท์แวร์

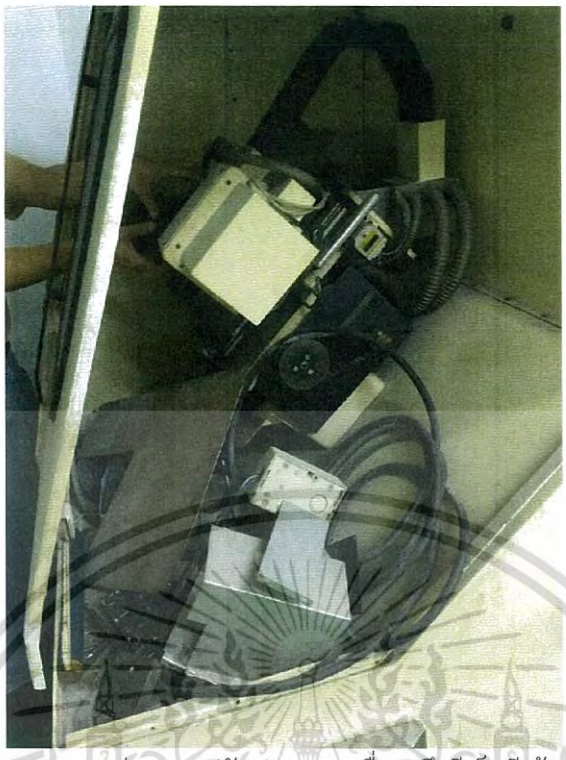
ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องกลึงซีเอ็นซี หลักการทำงานการควบคุมการเคลื่อนที่ รวมถึงการควบคุมส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องกลึงซีเอ็นซี โดยเฉพาะส่วนของมอเตอร์ซึ่งประกอบด้วยมอเตอร์ที่ทำหน้าที่ส่งกำลัง (Spindle motor) และ มอเตอร์ในแนวแกน x และ z ซึ่งทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน

ส่วนของซอฟท์แวร์ (Software) เป็นการศึกษาการทำงานของโปรแกรมที่จะใช้เขียนเพื่อควบคุมเครื่องกลึงซีเอ็นซี พัฒนาแผงควบคุม และ โปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino) ในการควบคุมมอเตอร์

3.2 การปรับปรุงส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ จะเป็นการซ่อมบำรุงและปรับปรุงสภาพของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมสำหรับการใช้งาน ในรูปที่ 3.1 และ 3.2 จะแสดงสภาพก่อนการปรับปรุงของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ด้านหลังและด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 สภาพก่อนการปรับปรุงของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ด้านหน้า

รูปที่ 3.2 สภาพก่อนการปรับปรุงของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ด้านหลัง

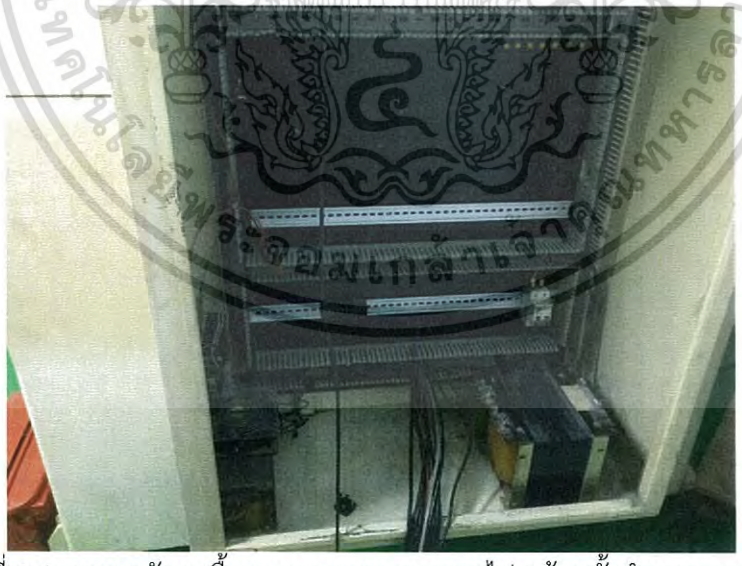
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในส่วนของฮาร์ดแวร์ ที่จะทำการการซ่อมบำรุงและปรับปรุงสภาพแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

3.2.1 ส่วนชุดควบคุม (Controller)

บริเวณด้านหลังของเครื่องกลึงซีเอ็นซี เป็นจุดที่ใช้ติดตั้งชุดอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งจะมีชุดแผงควบคุม สายไฟ ที่ชำรุดเสียหาย และไม่ได้นำมาใช้งานเป็นจำนวนมาก จึงต้องทำการรื้อ ชุดแผงควบคุม สายไฟ ออก พร้อมทั้งทำความสะอาดฝุ่นและสิ่งสกปรกที่เกิดจากการถูกทิ้งไว้เป็นระยะเวลานาน อีกทั้ง ตรวจสอบสภาพการทำงานของส่วนที่ต้องใช้งานต่อ เช่น หม้อแปลง การ์ดควบคุมมอเตอร์

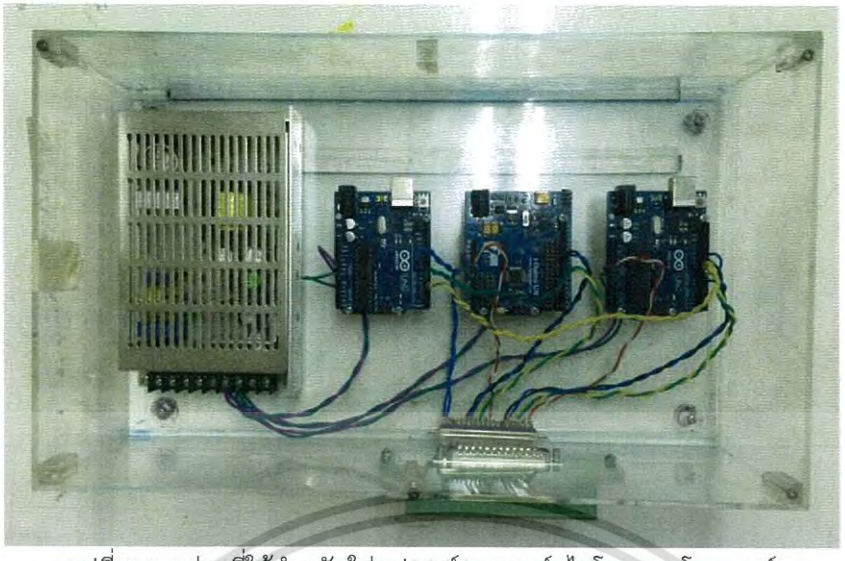
รูปที่ 3.3 ชุดแผงควบคุม สายไฟที่ชำรุดและไม่ได้นำมาใช้งาน



รูปที่ 3.4 สภาพหลังการรื้อชุดแผงควบคุมและสายไฟ พร้อมทั้งทำความสะอาด

และได้มีการทำกล่องเพื่อใส่อุปกรณ์และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ไว้ด้านหลัง โดยได้มีการออกแบบกล่อง และตัดประกอบโดยใช้แผ่นอะคริลิกดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 กล่องที่ใช้สำหรับใส่อุปกรณ์และบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์

3.2.2 ส่วนชุดแกนขับ

บริเวณด้านหน้าของเครื่องกลึงซีเอ็นซี เป็นพื้นที่การทำงานหลักของเครื่องซึ่งประกอบด้วย มอเตอร์ มอเตอร์ส่งกำลัง (Spindle motor) แท่นเครื่อง หัวจับ และสายพาน ซึ่งจะมีชิ้นส่วนถูกถอด รื้อทิ้งจากการซ่อมบำรุงครั้งก่อนและชิ้นส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องจึงต้องทำการรื้อออกและประกอบใหม่ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการทำความสะอาดพร้อมทั้งตรวจสอบสภาพการทำงานของ มอเตอร์ทั้ง 3 ตัว

รูปที่ 3.6 ชิ้นส่วนที่ถูกถอด รื้อทิ้งจากการซ่อมบำรุงครั้งก่อน และชิ้นส่วนที่ไม่เกี่ยวข้อง

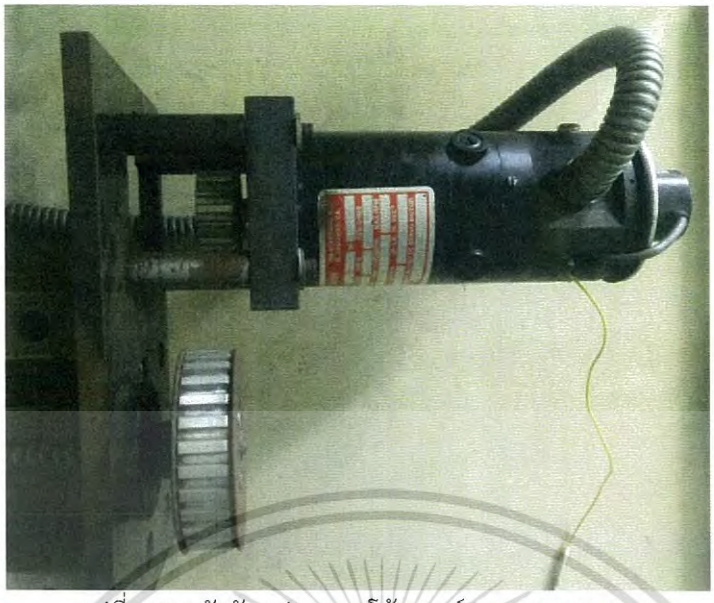
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 สภาพหลังการรื้อชิ้นส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องพร้อมทั้งทำความสะอาด

ปัญหาที่พบจากการดำเนินการส่วนฮาร์ดแวร์ คือ มอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่แนวแกน X เกิดชำรุด จึงได้มีการนำมอเตอร์ตัวใหม่เข้ามาเปลี่ยน แต่ปัญหาที่พบต่อมาคือ ขนาดของมอเตอร์ตัวใหม่ไม่สามารถใส่แทนเข้ามอเตอร์ตัวเดิมได้ จึงต้องทำการดัดแปลงเครื่องเพื่อให้สามารถนำมอเตอร์ตัวใหม่เข้ามาใช้งานได้ โดยที่ตัวฟันเฟืองยังทำงานด้วยกันได้เหมือนเดิม ดังรูปที่ 3.8 และ 3.9 โดยเปลี่ยนจากเอนโค้ดเดอร์รุ่น HEDL-550x/554x ซึ่งมีความละเอียด 1000 พัลส์เป็นรุ่น E6B2-CWZ6C ความละเอียด 2000 พัลส์

รูปที่ 3.8 ก่อนดัดแปลง เอนโค้ดเดอร์รุ่น HEDL-550x/554x

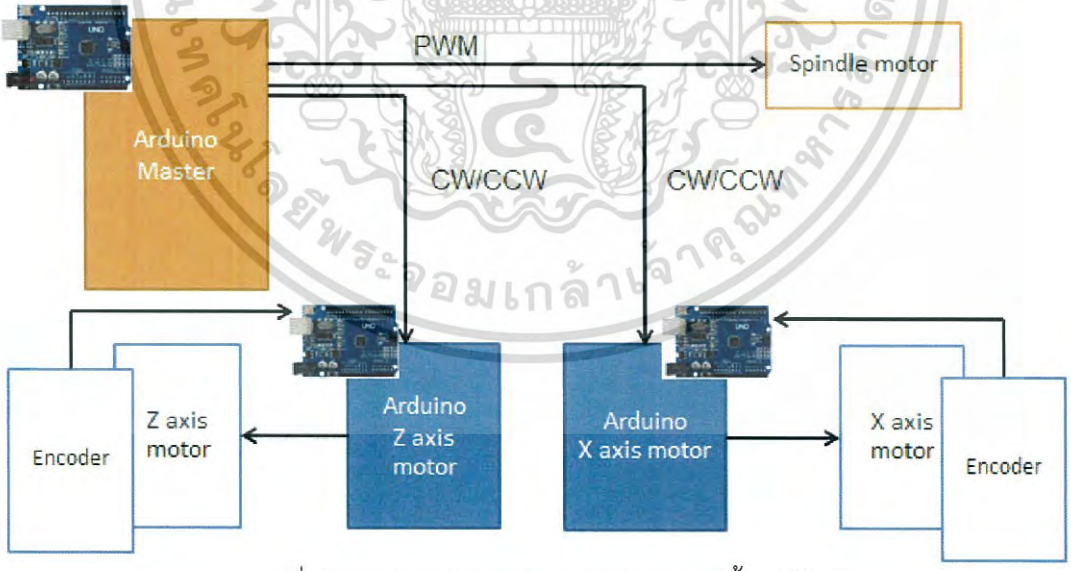
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 หลังดัดแปลง เอนโค้ดเดอร์รุ่น E6B2-CWZ6C

3.3 ส่วนแผงควบคุมและซอฟท์แวร์ (Controller and Software)

ในส่วนของซอฟท์แวร์ จะเป็นเรื่องของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ส่งกำลังและควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์ในแนวแกน x และ z โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino) ทั้งหมด 3 ตัว ในการควบคุมมอเตอร์ ดังแผนภาพในรูปที่ 3.10



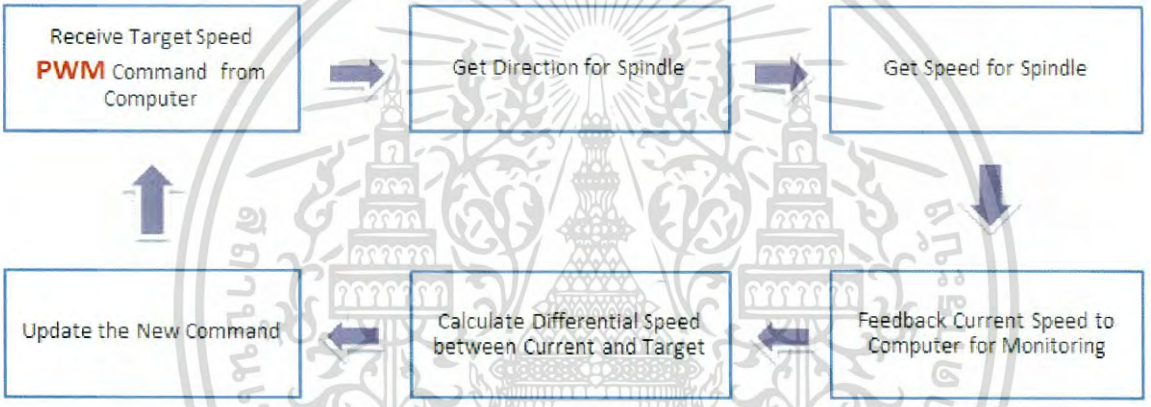
รูปที่ 3.10 แผนภาพการควบคุมของมอเตอร์ทั้ง 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

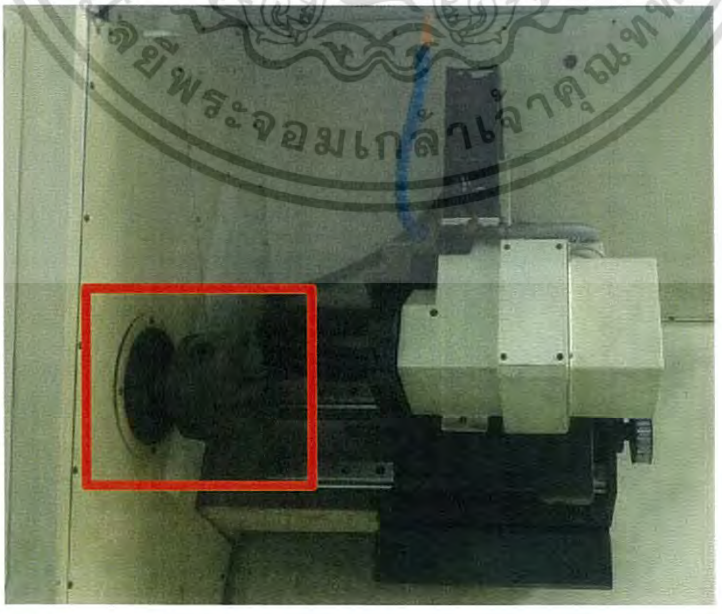
ซึ่งเราจะแบ่งตามหน้าที่ของมอเตอร์ออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.3.1 มอเตอร์ส่งกำลัง (Spindle motor)

มีการพัฒนาโปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino) ในการควบคุมความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ โดยใช้การควบคุมพลังงานที่ส่งออกไปยังมอเตอร์ส่งกำลังเพื่อควบคุมความเร็ว โดยปกติหมายถึงการลดแรงดันที่ส่งออกไปยังมอเตอร์ แต่การลดแรงดันนั้นเป็นแนวทางที่ต้องใช้วงจรที่ซับซ้อนมีความยุ่งยากค่อนข้างมาก ดังนั้นโดยทั่วไปจึงนิยมใช้เทคนิคที่เรียกว่า Pulse Width Modulation (PWM) ซึ่งไม่ได้ลดแรงดัน หากแต่ใช้หลักการเปิด/ปิดมอร์เตอร์ด้วยความเร็วสูงๆ จนผลค่าเฉลี่ยของแรงดันที่ได้ออกมาเทียบเท่ากับการเปลี่ยนแรงดันโดยตรง เทคนิคนี้ทำให้ไม่ต้องใช้วงจรซับซ้อน แต่การจะพัฒนาโปรแกรมผ่านรหัส ASCII 0-255 ซึ่งแปลงมาจากแรงดัน 0-5 โวลต์ ดังแผนภาพในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แผนภาพแสดงการควบคุมมอเตอร์ส่งกำลัง

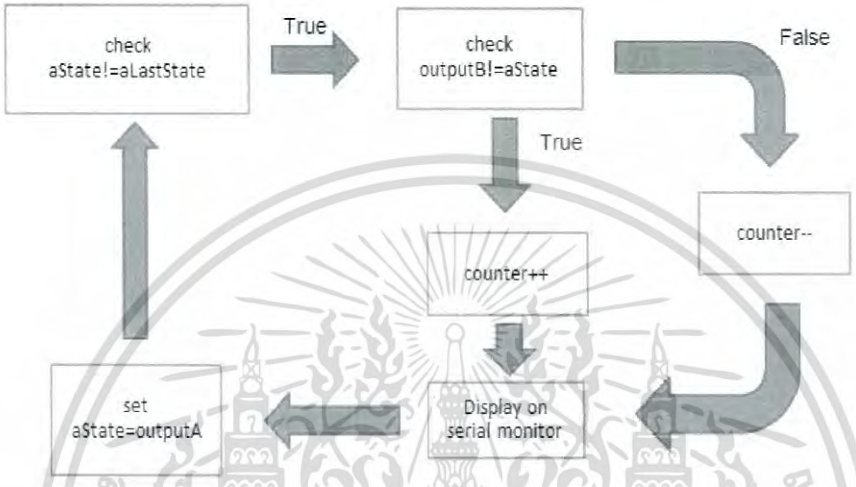


รูปที่ 3.12 มอเตอร์ส่งกำลัง

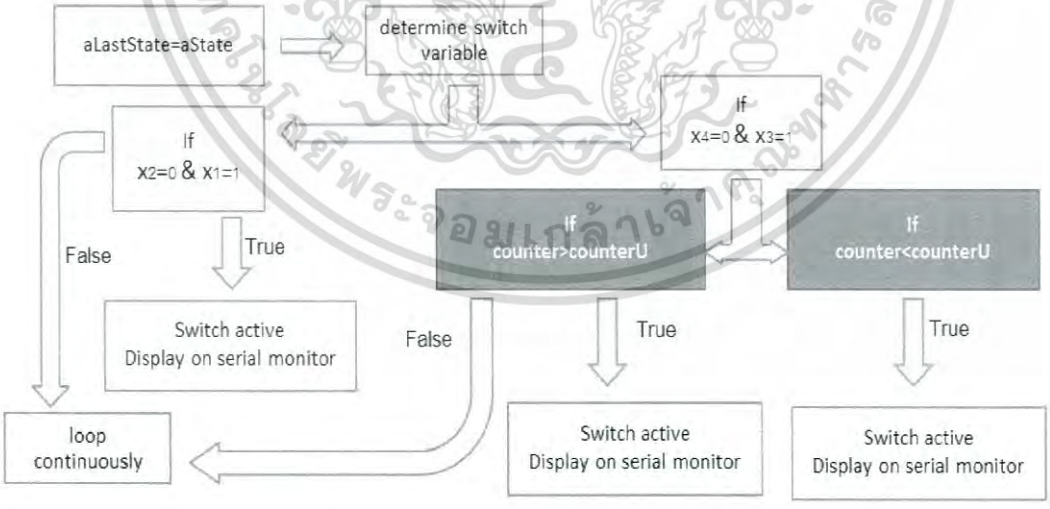
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 มอเตอร์ในแนวแกน x และ z

มีการพัฒนาโปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino) ในการควบคุมตำแหน่งในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ในแนวแกน x และ z โดยผ่านการใช้เอนโค้ดเดอร์ในการนับรอบของมอเตอร์ หากตัว encoder นับจำนวนรอบของมอเตอร์ได้ตามที่ต้องการแล้ว motor จะหยุดทำงาน ดังรูปที่ 3.13 และจะควบคุมทิศทางดังรูปที่ 3.14

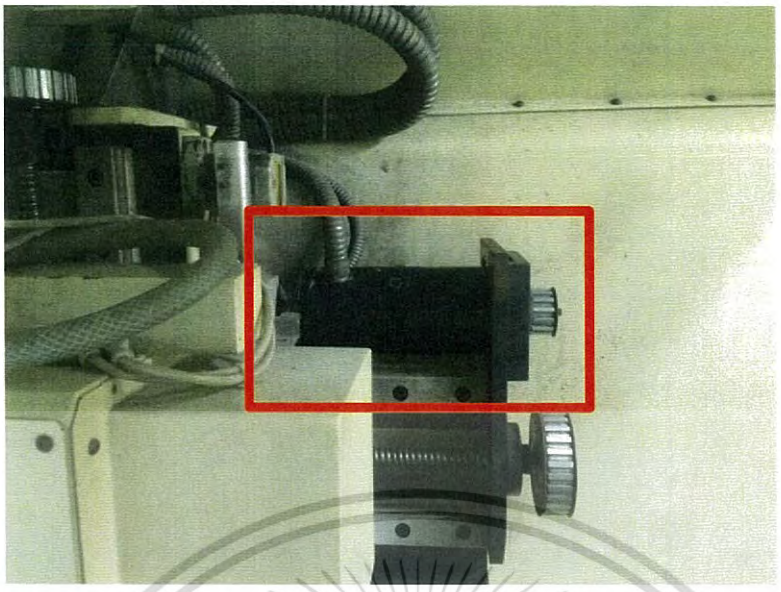


รูปที่ 3.13 แสดงแผนภาพการนับรอบของเอนโค้ดเดอร์

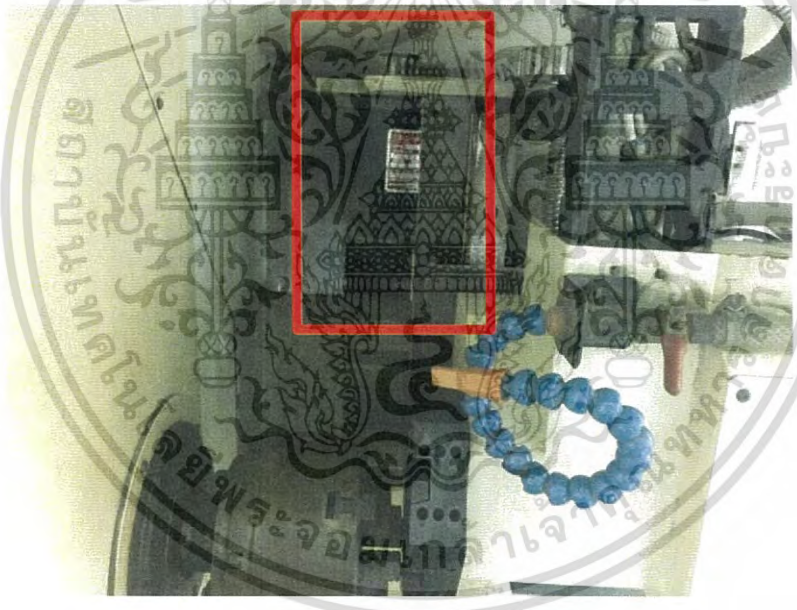


รูปที่ 3.14 แสดงแผนภาพการควบคุมทิศทางของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 มอเตอร์ในแนวแกน X



รูปที่ 3.16 มอเตอร์ในแนวแกน Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

การซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องกลึงซีเอ็นซีสามารถแบ่งผลการดำเนินงานเป็น 2 ส่วน คือ ผลการดำเนินงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่เป็นการซ่อมบำรุงและปรับปรุงสภาพของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมสำหรับการใช้งานและโปรแกรมเครื่อง และผลการทดลองในส่วนของซอฟท์แวร์ (Software) ที่เป็นโปรแกรมที่ใช้ควบคุมระบบเครื่องกลึงซีเอนซี

4.1 ผลการดำเนินงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ ส่วนประกอบต่างๆได้รับการดูแลรักษาทั้งทำความสะอาดและได้รับการปรับปรุงให้อยู่ในภาพที่พร้อมใช้งาน ชิ้นส่วนที่ชำรุดก็ได้มีการเปลี่ยนและดัดแปลงเครื่องให้สามารถนำใช้ได้ปกติ

รูปที่ 4.1 แสดงผลการดำเนินงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ ด้านหลัง

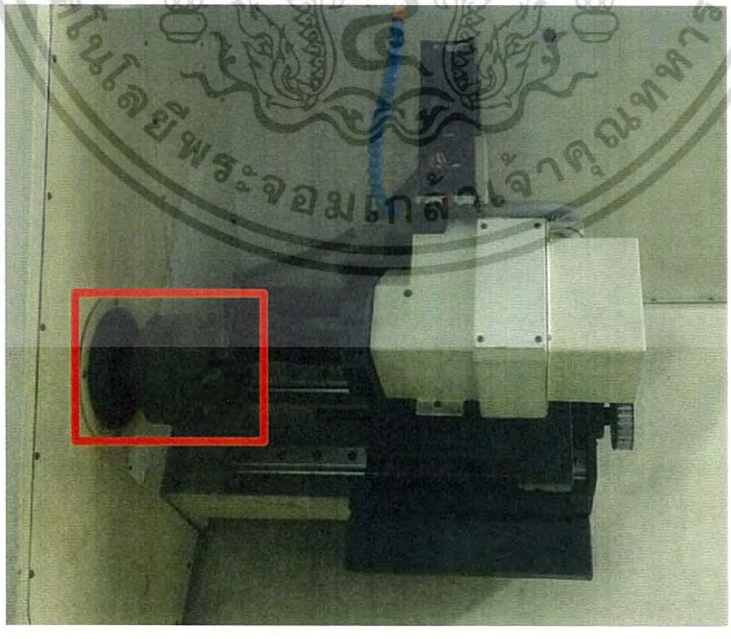
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 แสดงผลการดำเนินงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ ด้านหน้า

4.2 ผลการดำเนินงานในส่วนของชุดควบคุมและซอฟท์แวร์ (Controller and Software)

ส่วนผลการดำเนินการในด้านของซอฟท์แวร์ คือสามารถใช้โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมความเร็วและตำแหน่งของมอเตอร์ทั้งมอเตอร์ส่งกำลังและมอเตอร์ในแนวแกน x และ z ได้

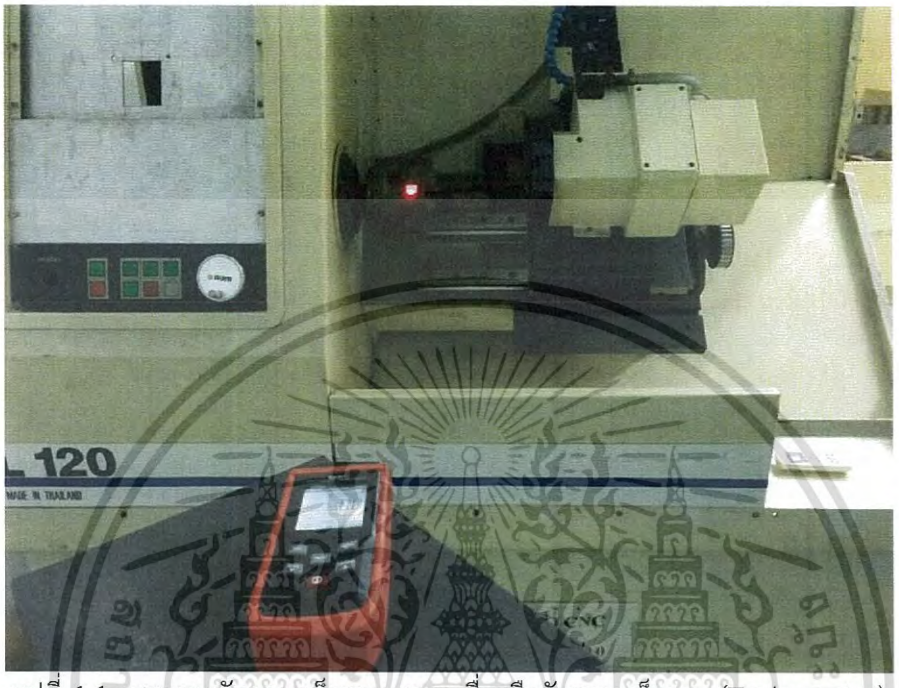
4.2.1 ผลการทดสอบความเร็วชุดหัวจับ



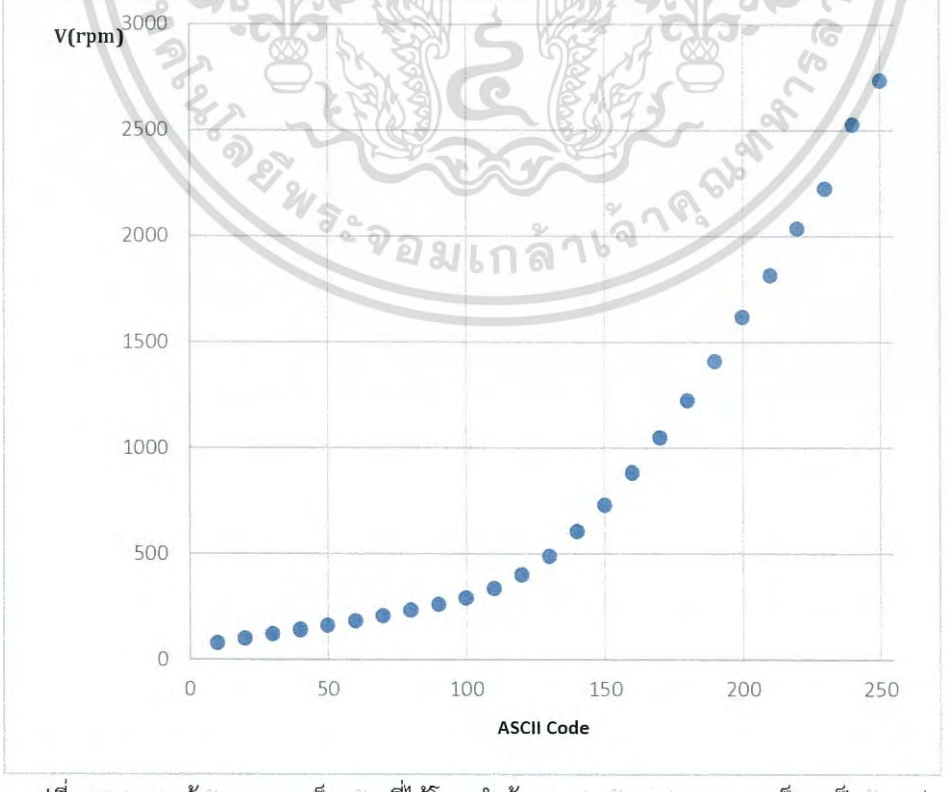
รูปที่ 4.3 แสดงหัวจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการนำเครื่องมือวัดความเร็วรอบ (Tachometer) มาช่วยในการวัดค่าและบันทึกผล โดยการนำแผ่นกระดาษสีขาวมาแปะและใช้เครื่องวัดความเร็ววัดค่าความเร็วรอบ บันทึกและพลอตกราฟเพื่อแสดงความเร็วรอบในการหมุนของมอเตอร์



รูปที่ 4.4 แสดงการวัดความเร็วรอบ และเครื่องมือวัดความเร็วรอบ (Tachometer)

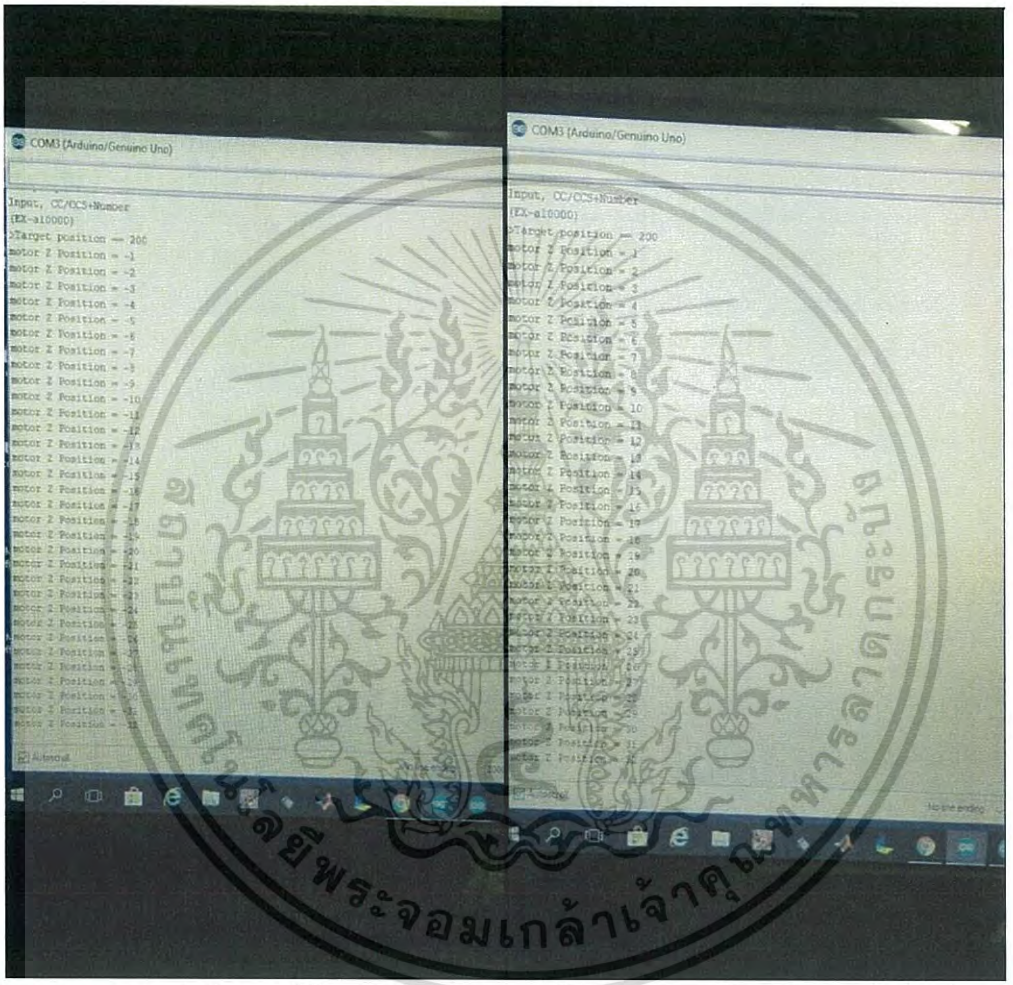


รูปที่ 4.5 แสดงข้อมูลความเร็วรอบที่ได้โดยนำข้อมูลจากการทดลองมาพล็อตเป็นกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

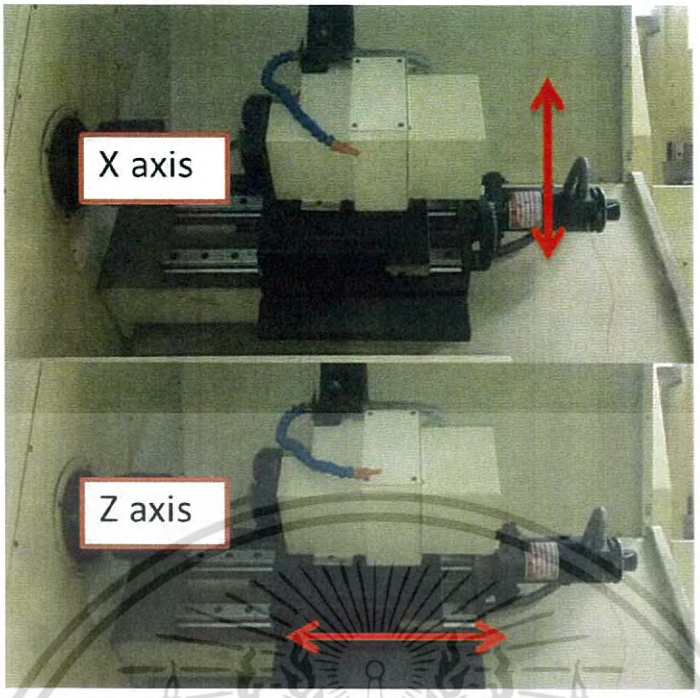
4.2.2 ผลการทดสอบการควบคุมแกน X และ Z

ในการควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์ทั้งในแนวแกนx และz จะส่งสัญญาณผ่านคอมพิวเตอร์ โดยมีการกำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์ในทิศทวนเข็มนาฬิกา และตามเข็มนาฬิกา ตามด้วยจำนวนตำแหน่งที่ต้องการให้มอเตอร์เคลื่อนที่ไปได้ โดยการทดลองจะทำโดยการป้อนทิศทางการหมุน และจำนวณตำแหน่งของมอเตอร์ ผลที่ได้จะแสดงออกมาบนหน้าจอคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.6 ผลจากการส่งสัญญาณให้มอเตอร์ในแนวแกน z ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา และตามเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงผลการดำเนินงานในส่วนของซอฟท์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

จากผลการดำเนินงานในบทที่ 4 สามารถสรุปผลการดำเนินงานของการซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องกลึงซีเอ็นซี รวมถึงข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงขั้นต่อไป ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า

1. การดำเนินงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ เป็นการซ่อมบำรุงและปรับปรุงสภาพของเครื่องกัดซีเอ็นซี ซึ่งเครื่องกัดซีเอ็นซีอยู่ในสภาพที่พร้อมสำหรับการใช้งาน

2. การดำเนินการในส่วนของซอฟท์แวร์ สามารถควบคุมความเร็วและทิศทางของมอเตอร์ส่งกำลังและได้มีการทดสอบการเคลื่อนที่ของแท่นกลึงชิ้นงานโดยมีมอเตอร์แกน X และ Z ในการควบคุม โดยให้ความถูกต้องที่ความละเอียด 500 μm และสามารถนำไปพัฒนาต่อได้ในระดับ G-Code ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. **นิภาพร เติมใจ.** TIC. *TIC.* [ออนไลน์] TIC. [สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561.]

2. **MOROTHAI.** moro. *moro.* [ออนไลน์] Manufacture Overhaul Rapid and Optimal Co., Ltd., 23 พฤศจิกายน 2015. [สืบค้นเมื่อ 26 เมษายน 2018.]

3. **advance electronic training center.** advance electronic training center. *advance-electronic.* [ออนไลน์] 15 มกราคม 2560. [สืบค้นเมื่อ 26 4 2561.]

4. **nirootgrill1.** SalmonTEK. *wixsite.* [ออนไลน์] 20 พฤษภาคม 2560. [สืบค้นเมื่อ 26 เมษายน 2561.]

5. **Ken Shirriff.** ARDUINO. *ARDUINO.* [ออนไลน์] ARDUINO. [สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561.]

6. **thaieasyelec.** thaieasyelec. *thaieasyelec.* [ออนไลน์] thaieasyelec. [สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561.] 7. cncprog. *blogspot.* [ออนไลน์] [สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561.]

8. **รศ.ณรงค์ บวบทอง.** [ออนไลน์] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. [สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561.]

9. **banggood.** banggood. *banggood.* [ออนไลน์] [สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561.]

10. *nablatronics.* [ออนไลน์] พฤศจิกายน 2555. [สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561.]

11. *9engineer.* [ออนไลน์] [สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561.]

12. star-circuit. *star-circuit.* [ออนไลน์] [สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561.]

13. banggood. *banggood.* [ออนไลน์] [สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561.]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(current<speedX){
        for(int i=current;i<speedX;i++){
         analogWrite(ledPin1,i);
         digitalWrite(ledPin2,LOW);
         delay(200);
        }
    }

if(current>speedX){
        for(int i=1;i<=(current-speedX);i++){
         analogWrite(ledPin1,current-i);
         digitalWrite(ledPin2,LOW);
         delay(200);
        }
    }

}

    if (data[1]==40){
if(current<speedX){
      for(int i=current;i<speedX;i++){
        digitalWrite(ledPin1,LOW);
        analogWrite(ledPin2,i);
        delay(200);
      }
    }

if(current>speedX){
        for(int i=1;i<=(current-speedX);i++){
         analogWrite(ledPin2,current-i);
         digitalWrite(ledPin1,LOW);
         delay(200);
        }
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
 current =speedX;
    }//if 64
  }//serial
}//loop
```

Master

```
#define outputA 12
 #define outputB 13
 const int ser_motor[2]={10,11};
 const int sw[2]={8,9};
 int pin0;
 int x1,x2,x3,x4;
 int counter = 0;
 int aState;
 int aLastState;
 int countencoder;
 int countU = 0;
 void setup() {
   //pinMode (pin0,OUTPUT);
   //digitalWrite(pin0,HIGH);
   pinMode (outputA,INPUT);
   pinMode (outputB,INPUT);
   pinMode (ser_motor[0],OUTPUT);
   pinMode (ser_motor[1],OUTPUT);
   pinMode (sw[0],INPUT);
   pinMode (sw[1],INPUT);
   counter = 0;
   countU  = 0;
   x1=0;
   x2=0;
   x3=0;
   x4=0;
   Serial.begin (2000000);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  aLastState = digitalRead(outputA);
}
void loop() {
  aState = digitalRead(outputA);
  //
  if (aState != aLastState){

    if (digitalRead(outputB) != aState) {
      counter ++;
    } else {
      counter --;
    }
    Serial.print("Position: ");
    Serial.println(counter);
  }
  //counter = countencoder;
  aLastState = aState;
 x1=digitalRead(sw[0]);
 x3=digitalRead(sw[1]);
 if (x2==0 && x1==1){
     x2 = 1;
     countU++;
       Serial.print("Click: ");
       Serial.println(countU);}

 if (x4==0 && x3==1){
   x4 = 1;
   countU--;
       Serial.print("Click: ");
       Serial.println(countU);}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if (counter > countU){
     digitalWrite(ser_motor[0],LOW);
     analogWrite(ser_motor[1],1);
     //delay(1000);
  }
    if (counter < countU){
    digitalWrite(ser_motor[1],LOW);
    analogWrite(ser_motor[0],1);
    //delay(1000);
  }
if (x2==1 && x1==0){
     x2 = 0;}
if (x4==1 && x3==0){
     x4 = 0;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้