เครื่อง ซีเอ็นซี

CNC Machine

ภาณุพงศ์ โกมลปัญญากุล
ภานุพงษ์ สนใจ
รัฐศักดิ์ เหลืองกานนท์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เครื่อง ซีเอ็นซี

CNC Machine

ภาณุพงศ์ โกมลปัญญากุล
ภานุพงษ์ สนใจ
รัฐศักดิ์ เหลืองกานนท์

b.00265474
i.
TB00133

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CNC Machine

PHANUPONG KOMONPANYAKUN

PANUPONG SONJAI

RATHASAK LUANGKANON

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN

PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED PHYSICS)

DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	เครื่องซีเอ็นซี CNC Machine
ชื่อนักศึกษา	นายภาณุพงศ์ โกมลปัญญากุล รหัสนักศึกษา 55051581 นายภาณุพงษ์ สนใจ รหัสนักศึกษา 55051584 นายรัฐศักดิ์ เหลืองกานนท์ รหัสนักศึกษา 55051594
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.วิชิต ศิริโชติ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(ฟิสิกส์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.กาจปัญญา สุวรรณสุโข ประธานกรรมการ	
อ.ภูมินทร์ จินดาจิธาวัฒน์ กรรมการ	
อ.ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง กรรมการ	
รศ.วิชิต ศิริโชติ อาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	เครื่องซีเอ็นซี
ชื่อนักศึกษา	นายภาณุพงศ์ โกมลปัญญากุล รหัสนักศึกษา 55051581
	นายภาณุพงษ์ สนใจ รหัสนักศึกษา 55051584
	นายรัฐศักดิ์ เหลืองกานนท์ รหัสนักศึกษา 55051594
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต(ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา	ฟิสิกส์
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.วิชิต ศิริโชติ

บทคัดย่อ

ในการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเครื่องซีเอ็นซี แบบ 3 แกน จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ 1. ส่วนของการเคลื่อนที่ 3 แกน 2. สเต็ปเปอร์ และบอร์ด และส่วนที่ 3. เป็นโปรแกรมควบคุมเครื่องซีเอ็นซี แกน X-Y-Z ถูกสร้างด้วยอลูมิเนียมโปรไฟล์ โดยกลไกการขับเคลื่อนของทั้ง 3 แกน จะมีการหมุนของแกนเกลียวที่ทำให้ลูกปืนและเครื่องซีเอ็นซีเกิดการเคลื่อนที่ ได้มีการติดตั้งหัวกัดบนแกน Z โดยสเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ในแต่ละแกนคือ NEMA23 รุ่น 23HS8610 โดยมีมุมในการหมุน 1.8 องศาต่อหนึ่งสเต็ป และใช้บอร์ด Toshiba TB6560 Mach 3 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในควบคุมและสั่งงานเครื่องซีเอ็นซี และในการทดสอบเครื่องซีเอ็นซี แบบ backlash ระยะ 10 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร มีค่าความคลาดเคลื่อน 0.45 เปอร์เซ็นต์ และ 0.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เครื่องซีเอ็นซีจะมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อใช้งานกับวัสดุจำพวกไม้ และพลาสติก

คำสัญ : ซีเอ็นซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	CNC Machine
Students	Mr.Phanupong Komolpunyakul Student ID 55051581
	Mr.Panupong Sonjai Student ID 55051584
	Mr.Rathasak Luangkanon Student ID 55051594
Degree	Bachelor of Science(Applied Physics)
Department	Physics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2015
Advisor	Assoc.Prof.Wichit Sirichote

Abstract

A laboratory made 3-axis CNC machine had been developed. The system consists of three parts: 1) 3 axis mechanical parts, 2) Stepper and driver boards, and 3) CNC control software. The 3-axis, X-Y-Z were built with aluminum profile. The mechanical drivers for three axis were built with ball baring lead screw. The router was installed on Z axis. The step motor for each axis is NEMA23, 23HS8610 with 1.8 degrees per step. The step motor driver board is Toshiba TB6560. The software for controlling CNC machine is March 3. The machine was tested for backlash. The resulted showed backlash error of 0.45% and 0.47% with 10cm and 20cm range respectively. The CNC machine can used for routing the wood and plastic materials easily.

Keyword : cnc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้า นายภาณุพงศ์ โกมลปัญญากุล นายภานุพงษ์ สนใจ และนายรัฐศักดิ์ เหลืองกานนท์ นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำ ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ วิชิต ศิริโชติ ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่ท่านได้กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาแนะนำแนวทาง ให้คำปรึกษา และแก้ไขปัญหาในทั้งภาควิชาการ และภาคปฏิบัติ รวมไปถึงการปลูกฝังสิ่งที่ดีงาม ทั้งในด้านคุณธรรม จริยธรรม และศีลธรรมต่างๆ ให้กับลูกศิษย์ทุก ๆ คน

ขอขอบคุณ ดร. กาจปัญญา สุวรรณโข ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้ออำนวยสถานที่ และเครื่องมือ อุปกรณ์ ในการทดสอบ วิจัย และสร้างชิ้นงาน ที่ห้องปฏิบัติการงานไม้ ณ อาคารฝึกงาน ซ่อมสร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (ภาคฟิสิกส์ประยุกต์)

ขอขอบคุณ คุณจรินทร์ โพธิไชยะ และ คุณสาโรจน์ ชูอำไพ ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้ออำนวยสถานที่ และเครื่องมือ อุปกรณ์ ในการทดสอบ วิจัย และสร้างชิ้นงาน ที่ห้องปฏิบัติการเครื่องกล ณ อาคารฝึกงาน ซ่อมสร้างเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (ภาคฟิสิกส์ประยุกต์)

ขอขอบคุณ คุณณัฐกฤษ สมดอก ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยแนะนำ ตรวจทาน โครงงานพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ ห้อง 614 LAB ไมโครคอนโทรเลอร์ ตึกพระจอมเกล้า ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้ออำนวยสถานที่ ให้ใช้ห้องในการทำการทดลอง และทดสอบการทำงานของ เครื่องซีเอ็นซี สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้จัดทำได้หยิบยกมา เพื่อเป็นแนวทาง และอ้างอิงในการทำวิจัย หวังว่างานวิจัยเรื่องนี้จะเป็นประโยชน์ และเป็นผลงานที่ใช้อ้างอิง แก่ผู้ที่สนใจ หรือผู้ที่ต้องการผลงานวิจัย และเอกสารอ้างอิงต่างๆ ที่คณะศึกษาด้าน เครื่องซีเอ็นซี หากมีข้อมูล หรือ เนื้อหาใดๆ ผิดพลาด

ภาณุพงศ์ โกมลปัญญากุล
ภานุพงษ์ สนใจ
รัฐศักดิ์ เหลืองกานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
คำย่อและสัญลักษณ์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 ซีเอ็นซี คืออะไร	4
2.2 คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องซีเอ็นซี	5
2.3 ระบบควบคุมของเครื่องกลึงซีเอ็นซี	20
2.4 การควบคุมเครื่องซีเอ็นซี	21
2.5 หลักการทางานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี	21
2.6 ซอฟท์แวร์ควบคุมเครื่องจักร	22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	23
3.1 ระบบฮาร์ดแวร์เครื่องซีเอ็นซี	23
3.1.1 ส่วนฐาน	23
3.1.2 แกน X	25
3.1.3 แกน Y	29
3.1.4 แกน Z	32
3.2 การติดตั้งระบบซีเอ็นซี	34
3.3 ระบบซอฟต์แวร์ของเครื่องซีเอ็นซี	35
3.4 การทดสอบการเคลื่อนที่ของแกน X Y Z	37
3.4.1 การทดสอบการเคลื่อนที่แบบระบบ Manual	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.4.2 การทดสอบการเคลื่อนที่ระบบ Auto	37
3.5 วิธีการทดสอบการเขียนตัวอักษร บนโปรแกรม Mach3	39
3.6 การทดสอบการกลึงชิ้นงาน ของโปรแกรม Mach3	41
3.7 การแปลงFile เป็น G-Code	43
บทที่ 4 ผลการทดลอง	50
4.1 ผลการทดลอง Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในระยะที่กำหนด	50
4.2 ผลการทดลอง โดยวิธีการสร้างชิ้นงานโดยการเจาะชิ้นงาน เป็นรูปร่างตามที่กำหนด	53
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	54
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างเครื่องซีเอ็นซี	4
2.2 การทำงานของระบบเครื่องซีเอ็	20
2.3 โครงสร้างของระบบควบคุมซีเอ็นซีสำหรับเครื่องกัดอัตโนมัติ	21
2.4 ลักษณ์หน้าของซอฟต์แวร์ MACH 3	22
3.1 โครงสร้างเครื่องซีเอ็นซีเขียนโดยโปรแกรม solidwork	23
3.2 การออกแบบส่วนฐานด้วย solidwork	23
3.3 ส่วนฐาน	24
3.4 อุปกรณ์ส่วนฐาน	24
3.5 ขาของส่วนฐาน	25
3.6 ส่วนฐานของเครื่องซีเอ็นซี	25
3.7 โครงสร้างแกน X เขียนโดยโปรแกรม solidwork	26
3.8 แกน X	26
3.9 อุปกรณ์แกน X	27
3.10 ด้านข้างของส่วนฐาน	27
3.11 ที่ยึดบอลสกูนและสเต็ปมอเตอร์	28
3.12 ต่อบอลสกูกับแท่งอลูมิเนียม	28
3.13 เชื่อมแกน X และ แกน Y	28
3.14 โครงสร้างแกน Y เขียนโดยโปรแกรม solidwork	29
3.15 แกน Y	29
3.16 อุปกรณ์ส่วนแกน Y	30
3.17 ลีเนียร์ไกด์ของแกน Y	30
3.18 ส่วนบนของแกน Y	31
3.19 ประกอบแกน Y และ แกน X	31
3.20 ประกอบลีเนียไกด์กับแกน Y	31
3.21 โครงสร้างแกน Z เขียนโดยโปรแกรม solidwork	32
3.22 แกน Z	32
3.23 อุปกรณ์แกน Z	33
3.24 สร้างช่องใส่ลีเนียร์อด และบอลสกรู	33
3.25 ประกอบแท่นยึดลูกปืนกับลีเนียร์ร็อด	33
3.26 ประกอบแผ่นอลูมีเนียม กับ แกน Z ที่เชื่อมกับแกน Y	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.27 ติดตั้งมอเตอร์และบอลสกรู	34
3.28 มอเตอร์ใช้กำลังไฟฟ้า 24 โวลต์ เพื่อทำให้มอเตอร์ของและแกนเคลื่อนที่	34
3.29 ไดฟ์ เชื่อมต่อกับมอเตอร์ของแต่ละแกน กับ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง	35
3.30 Setting	35
3.31 Steps per Unit	36
3.32 How far would you like to Move	36
3.33 หน้าต่างโปรแกรม Mach3	37
3.34 การควบคุมการเคลื่อนที่แบบ Manual	37
3.35 หน้าต่างโปรแกรม Mach3	38
3.36 หน้าต่างของ MDI Alt2	38
3.37 หน้าต่างโปรแกรม Mach3	39
3.38 หน้าต่างที่แสดงการเลือกใช้ Function ของ Wizards	39
3.39 หน้าต่างของ Wizards	40
3.40 Fonts แต่ละรูปแบบ เพื่อที่จะพิมพ์ตามความต้องการ	40
3.41 หน้าต่างแสดงตัวอักษรที่เราต้องการพิมพ์	41
3.42 หน้าต่างโปรแกรม Mach3	41
3.43 หน้าต่างแสดงการเลือกใช้ Function ของ File	42
3.44 หน้าต่างแสดงการเลือก G-Code	42
3.45 หน้าต่างของชิ้นงานที่ต้องการกลึง	43
3.46 หน้าต่างโปรแกรม Mach3	43
3.47 หน้าต่าง Function File	44
3.48 หน้าต่าง LazyCam	44
3.49 Function File ของ LazyCam	45
3.50 หน้าต่างการเลือก File	45
3.51 หน้าต่าง Import Session Type	46
3.52 หน้าต่าง File ที่เราเลือก	46
3.53 หน้าต่าง Scale Drawing	47
3.54 หน้าต่างการเลือก Post Code	47
3.55 หน้าต่าง Posting Option	48
3.56 หน้าต่างโปรแกรม	48
3.57 หน้าต่างโปรแกรม Mach3 และชิ้นงานที่ต้องการกลึง	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงขั้นตอนการวิจัยและวิธีดำเนิน	3
2.1	การกำหนดลักษณะการใช้งาน Character มาตรฐาน EIA RS-274 B (อาจแตกต่างกันบ้าง ในระยะละเอียดของเครื่องซีเอ็นซีแต่ละยี่ห้อ,รุ่น)	9
2.2	ตัวอย่างรายงานแสดงรหัส G เพื่อการประยุกต์ใช้งานต่างๆ รหัสฟังก์ชันเตรียมการทำงานสำหรับงานกัด	11
2.3	รหัสฟังก์ชั่นเตรียมการทำงานสำหรับงานกลึง	13
2.4	แสดงบางส่วนของรหัส M	14
2.5	รหัสความหมาย G00-G99	15
2.6	รหัส ฟังก์ชันเบ็ดเตล็ด	18
4.1	ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X (ระยะเคลื่อนที่ 10.00 เซนติเมตร)	50
4.2	ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X (ระยะเคลื่อนที่ 20.00 เซนติเมตร)	50
4.3	ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y (ระยะเคลื่อนที่ 10.00 เซนติเมตร)	51
4.4	ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y (ระยะเคลื่อนที่ 20.00 เซนติเมตร)	51
4.5	ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z (ระยะเคลื่อนที่ 05.00 เซนติเมตร)	52
4.6	ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z (ระยะเคลื่อนที่ 10.00 เซนติเมตร)	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อและสัญลักษณ์

ตัวย่อ	ชื่อเต็ม	ความหมายโดยย่อ
CNC	Computer Numerical Control	การควบคุมการทำงานเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์
NC	Numerical Control	การควบคุมด้วยเชิงตัวเลขซึ่งจะเป็นลักษณะกึ่งอัตโนมัติ
EDM	Electrical Discharge Machine	นั้นหมายถึง เครื่องกัดเนื้อโลหะด้วยหลักการทำงานของกระแสไฟฟ้ามีความต่างศักย์สูง
MDI	Manual Data Input	ระบบที่สามารถทำการป้อนข้อมูลทางมือ
PC CNC Software	Personal Computer Computer Numerical Control Software	โปรแกรมการควบคุมการทำงานเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
EMC	Enhanced Machine Control	ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมเครื่องกลัดและกลึง
CAM	Computer Aided Manufacturing	เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้าง G-code
MCU	Machine Control Unit	หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่อง
DPU	Data Processing Unit	ส่วนที่ทำหน้าที่อ่านโปรแกรม
CLU	Control Loop Unit	ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี
CCW	counterclockwise	ทวนเข็มนาฬิกา
CW	clockwise	ตามเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมได้มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้เทคโนโลยีจึงมีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมสูง เพื่อเพิ่มความความสะดวก ลดการใช้แรงงาน และช่วยเพิ่มการผลิต ซึ่งเครื่องซีเอ็นซีเป็นเครื่องที่เหมาะสำหรับออกแบบวัสดุขึ้นรูปอย่างง่าย เราจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาโครงงานเกี่ยวกับเครื่อง ซีเอ็นซี เนื่องจากมีราคาถูก

CNC ย่อมาจาก Computer Numerical Control หมายถึง การควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ โดยระบบซีเอ็นซีจะควบคุมการทำงานต่างๆ ในเครื่องจักรอัตโนมัติภายใต้คำสั่งภาษาเครื่องที่เราสร้างขึ้นมา

เครื่องซีเอ็นซีเริ่มมีการพัฒนาโดยประมาณปี คศ. 1960 โดยพัฒนามาจากระบบเอ็นซี (Numerical Control) หรือการควบคุมด้วยระบบตัวเลขซึ่งจะเป็นลักษณะกึ่งอัตโนมัติ คือ การเคลื่อนที่ในแกนต่างๆ จะเคลื่อนที่ไปตามระยะที่ป้อนไปในแต่ละครั้ง หลังจากนั้นก็มีการพัฒนาชุดคำสั่งต่างๆ ขึ้นมาเป็นโปรแกรม ทำให้การทำงานสะดวกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากไม่ต้องป้อนคำสั่งทุกๆ ครั้งเพื่อสั่งให้เครื่องจักรเคลื่อนที่ ชุดคำสั่งจะทำงานตามคำสั่งตั้งแต่ต้นจนจบตามที่เราต้องการ โดยปัจจุบันชุดคำสั่งดังกล่าวมีการพัฒนา นอกจากควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่อง ซีเอ็นซี ยังมีหน้าที่ควบคุมฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆของเครื่องซีเอ็นซี ได้อีกด้วย เราเรียกว่าชุดคำสั่ง “G Code” และ “M Code”

ต่อมาได้มีการประยุกต์โดยนำเอาระบบคอมพิวเตอร์ ที่มีประสิทธิภาพการประมวลผลเข้ามาควบคุม จากเครื่องจักรปกติทั่วไปก็กลายเป็นเครื่องจักรกลอัตโนมัติที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง มีความรวดเร็วในการทำงาน และสามารถทำงานที่มีความยากและสลับซับซ้อนดีขึ้น

เมื่อผู้ใช้งานโปรแกรมคำสั่งที่เสร็จสิ้น เมื่อเหมาะสมกับเครื่อง เครื่องก็จะทำงานตามที่เราสั่งการ ไม่ว่าจะเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง การเคลื่อนที่แบบซับซ้อน และยังสามารถกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ในการทำงานได้อย่างแม่นยำอีกด้วย

ปัจจุบันมีเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซี อย่างมากมาย เช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียรนัย เครื่องตัดโลหะ อีดีเอ็ม ฯลฯ นับเป็นการปฏิวัติขีดความสามารถของเครื่องจักรขนาดใหญ่นับจากยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา ในอดีตมีผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องซีเอ็นซี ไม่มากนัก เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่ แต่ปัจจุบันเครื่องซีเอ็นซี นับเป็นเครื่องจักรที่แพร่หลายและมีบทบาทที่สำคัญยิ่งต่อวงการอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างมากมายทั้งในปัจจุบันและอนาคต เราจึงมีความสนใจในการสร้างเครื่องซีเอ็นซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี

2) เพื่อทำการออกแบบและสร้างเครื่องซีเอ็นซีได้

3) สามารถนำเครื่องซีเอ็นซีมาใช้งานจริงได้

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1) ศึกษาหลักการทำงานพื้นฐานของเครื่องซีเอ็นซี

2) ออกแบบและสร้างเครื่องซีเอ็นซี

3) ทดลองใช้งานเครื่องซีเอ็นซี

4) วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีดำเนินงาน

1) ศึกษาหลักการทำงานของระบบของเครื่องซีเอ็นซี

2) ออกแบบเครื่องซีเอ็นซี และศึกษาการใช้โปรแกรมใช้ควบคุมระบบของเครื่องซีเอ็นซี

3) ทำการสร้างเครื่องซีเอ็นซี

4) ทดลองใช้โปรแกรมควบคุมระบบเครื่องซีเอ็นซี

5) ทำการทดลองใช้เครื่องซีเอ็นซี

6) วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองเพื่อทำการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีดำเนินงาน

ขั้นตอน	ระยะเวลา (ปีที่ 1)											
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.4.1												
1.4.2												
1.4.3												
1.4.4												
1.4.5												
1.4.6												

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีที่และหลักการทำงานของระบบเครื่องซีเอ็นซี
2) ทำให้ทราบถึงหลักการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งงานของเครื่องซีเอ็นซี
3) มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งงานของเครื่องซีเอ็นซี
4) สามารถออกแบบและสร้างเครื่องซีเอ็นซีได้
5) สามารถนำเครื่องซีเอ็นซีไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ซีเอ็นซี คืออะไร

CNC เป็นคำย่อของ Computer Numerical Control แปลว่าการควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลต่าง ๆ เช่น เครื่องกัด เครื่องกลึง เครื่อง อีดีเอ็ม ฯลฯ ซึ่งสามารถทำให้ผลิตชิ้นงานได้รวดเร็วถูกต้อง และเที่ยงตรง

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างเครื่องซีเอ็นซี

เครื่องจักรซีเอ็นซีแต่ละแบบแต่ละรุ่นจะมีลักษณะเฉพาะ และการประยุกต์ใช้งานที่ต่างกันออกไปแต่เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทั้งหมดมีข้อดีเหมือนกัน คือ เครื่องจักรกลซีเอ็นซีมีการทำงานอัตโนมัติทำให้ลดความวุ่นวายของผู้ควบคุมเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงานเครื่องจักรซีเอ็นซีหลายเครื่องสามารถทำงานโดยที่ผู้ควบคุมไม่ต้องคอยนั่งเฝ้าในระหว่าง วัฏจักรการทำงานของเครื่อง (Machining cycle) และผู้ควบคุมสามารถไปทำอย่างอื่นได้ สิ่งนี้ทำให้ผู้ใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีได้ประโยชน์หลายอย่างรวมทั้งลดความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงาน ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากคนมีน้อยมากมีสม่ำเสมอในการผลิตและสามารถทำนายเวลาในการผลิตแต่ละชิ้นได้ และเทคโนโลยีซีเอ็นซีคือความคงเส้นคงวาและความถูกต้องแม่นยำของชิ้นงาน ซึ่งหมายความว่าเมื่อโปรแกรมที่เขียนทำงานอย่างถูกต้องแล้ว การผลิตชิ้นส่วน 2 ชิ้น, 10 ชิ้น หรือ 1000 ชิ้น ให้เหมือนกันทุกประการ สามารถทำได้อย่างง่ายดายด้วยความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สม่ำเสมอ และสุดท้ายมีความยืดหยุ่นในการทำงานเนื่องจากเครื่องจักรกลเหล่านี้ทำงานตามโปรแกรม การทำงานที่ต่างกัน ก็ง่ายเหมือนกับการโหลดโปรแกรมที่ต่างกัน เมื่อโปรแกรมประมวลผลและทำการผลิตชิ้นงานแล้ว เราสามารถเรียกโปรแกรมนั้นกลับมาใช้ใหม่ในครั้งต่อไปเมื่อต้องทำงานชิ้นนั้นอีก

2.2 คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องซีเอ็นซี

การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์ (CNC: Computer Numerical Control) เป็นระบบการควบคุมคำสั่งเชิงตัวเลขและตัวอักษรด้วยคอมพิวเตอร์โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องจักร เก็บข้อมูลหรือช่วยในการป้อนข้อมูล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรม ซึ่งในปัจจุบันเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซีนี้สามารถทำการป้อนข้อมูลทางมือ (Manual Data Input :MDI) ได้ ทำให้เราสามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรมได้สะดวก หรือถ้าต้องการแทรกข้อมูล การให้ขนาดใหม่ การเปลี่ยนความเร็วรอบ การเปลี่ยนความเร็วตัด และอัตราป้อน ก็สามารถทำได้โดยง่าย เครื่องจักรซีเอ็นซีเป็นเครื่องจักรที่ทำงานอย่างอัตโนมัติสามารถผลิตชิ้นงานที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือรูปทรงบ่อยๆได้ดีเพราะสามารถแก้ไขข้อมูลต่างๆโดยตรงที่โปรแกรม ดังนั้นจึงเหมาะกับการผลิตชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) หรือผลิตชิ้นงานในระบบสายงานการผลิต ซึ่งเหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดกลาง การรับส่งข้อมูลสำรับการทำงานของเครื่องจักรสามารถผ่านตัวกลางส่งสัญญาณต่างๆ เช่น แถบกระดาษเจาะรู (Paper Punched Tape) เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) และแผ่น Micro Floppy Disk หรือจะป้อนข้อมูลโดยตรงที่แป้นพิมพ์ของแผงควบคุม (Key Board) ก็ได้แต่ก่อนที่จะส่งข้อมูลเพื่อให้เครื่องจักรทำงานจำเป็นต้องมีการสร้างโปรแกรมการทำงานตามลำดับมาก่อน แล้วทำการตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นพร้อมกับแก้ไขให้ถูกต้อง ทำให้ลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรลง

Mini CNC หมายถึง เครื่องมือหรือเครื่องจักรขนาดเล็กที่ถูกควบคุมการทำงานด้วยข้อมูลคำสั่งที่สร้างโดยใช้โปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ต่างๆ ให้แกน X , Y และ Z สามารถเคลื่อนที่ได้ตามตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการ เครื่อง Mini CNC สามารถนำไปประยุกต์การใช้งานได้หลากหลาย อาทิเช่น งานกัด, แกะสลัก, เจาะ, เชาะร่อง, การกัดแผ่นปริ้นต้นแบบ, ตัดแก๊ส, ตัดพลาสมา และเลเซอร์ เป็นต้น

การผลิตชิ้นงานจะถูกควบคุมด้วยคอนโทรเลอร์ ไม่ว่าจะเป็นระยะของการทำงาน การเคลื่อนที่ในแกน X,Y,Z จะถูกคำนวณและสั่งการชุดคำสั่งที่เรียกว่า G-code ตั้งแต่ขั้นต้นจนสิ้นสุดการทำงาน คอนโทรเลอร์ที่ใช้ควบคุมเครื่องซีเอ็นซีเดิมถือเป็นฮาร์ดแวร์ตัวหนึ่งที่สามารถแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบรหัสคำสั่ง G-code (เป็นภาษามาตรฐานที่เครื่องจักรสามารถอ่านได้) รวมทั้งควบคุมตำแหน่ง,ทิศทาง,ความเร็วในการทำงานของเครื่อง ซึ่งมีความซับซ้อนและราคาสูง การซ่อมบำรุงต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่ปัจจุบัน เราสามารถทำให้คอนโทรเลอร์ ดังกล่าวมีราคาถูกลงโดยนำ คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะมาเป็นตัวควบคุม ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ควบคุม ได้แก่ PC CNC Software , K Cam , Linux EMC CNC หรืออาจโปรแกรมคอนโทรลเลอร์ตัวอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบซีเอ็นซี

2.2.1.1 ส่วนที่เป็นโปรแกรมสั่งงาน (Part program) โปรแกรมสั่งงานในระบบจะมี ลักษณะเป็นแถวโดยในแต่ละแถวจะมีรหัสคำสั่งที่เขียนในรูปแบบของตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ ซึ่งรหัสคำสั่งในแต่ละแถวนี้จะแทนตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดบนเครื่องจักรซีเอ็นซี เพื่อใช้สำหรับการขึ้นรูปชิ้นส่วน

2.2.1.2 ส่วนที่ใช้ป้อนข้อมูลของโปรแกรม (Program Input Device) การป้อนข้อมูลของโปรแกรมในเครื่องจักรซีเอ็นซีที่เป็นแบบซอฟต์ไวร์ (Soft wire) นั้น จะใช้วิธีการป้อนโปรแกรมเข้าไปเก็บในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ที่ชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง (MCU) ด้วยสายส่งสัญญาณ (Interface Bus) เช่น RS-232-C โดยที่เราไม่จำเป็นต้องใช้เครื่อง อ่านเทป เพื่อแปลรหัสคำสั่งเหมือนกับเครื่องในระบบเอ็นซี

2.2.1.3 หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่อง (Machine Control Unit) หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่องหรือ MCU มีหน้าที่อ่าน และ ตีความหมายของคำสั่งที่ส่งมาจากป้อนข้อมูลของโปรแกรม หลังจากนั้น ก็จะแปลงเป็นสัญญาณเพื่อไปควบคุมระบบการขับเคลื่อนของเครื่องจักรซีเอ็นซี ต่อไป ซึ่งหน่วยควบคุมการทำงานของเครื่อง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนที่ทำหน้าที่อ่านโปรแกรม (Data Processing Unit :DPU) เช่น เครื่องอ่านเทปกระดาษ เครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก หรือ RS-232-c เป็นต้น และส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี (Control Loop Unit: CLU) เช่น ความเร็วรอบอัตราป้อน การเคลื่อนที่ของแนวแกน การเปลี่ยนเครื่องมือตัด การเปิดหรือปิดหน้าหล่อเย็น เป็นต้น

2.2.1.4 ส่วนที่เป็นระบบควบคุมการขับเคลื่อน (drive system) การควบคุมการขับเคลื่อนในระบบซีเอ็นซีแบ่งออกเป็น 4 ชนิดคือ ควบคุมด้วยมอเตอร์แบบเป็นขั้น (stepping motor) , ควบคุมด้วยมอเตอร์กระแสตรง (DC servo motor) , ควบคุมด้วยมอเตอร์กระแสสลับ (AC servo motor) และระบบไฮดรอลิกส์ (hydraulic servo drive)

2.2.1.5 เครื่องจักรกล (Machine Tool) เครื่องจักรที่ถูกออกแบบมาเพื่อถูกควบคุม ด้วยระบบซีเอ็นซีจะมีระบบการควบคุม 2 ลักษณะ แบบวงจรเปิด และแบบวงรอบปิดหรือการผสมผสานระหว่างแบบวงรอบเปิดและแบบวงจรปิด โดยเครื่องจักรที่ควบคุมแบบวงจรเปิด จะมีสัญญาณส่งไปที่มอเตอร์ทำให้โต๊ะจับชิ้นงานเคลื่อนที่ไปตามที่โปรแกรมไว้ซึ่งการควบคุมด้วยระบบนี้จะไม่มีระบบตรวจสอบสัญญาณย้อนกลับ (Feedback System) ทำให้ไม่สามารถที่จะตรวจสอบได้ว่าสัญญาณที่ส่งมานั้นได้ทำแล้วหรือยังมีข้อผิดพลาดอย่างไร ส่วนการควบคุมแบบวงรอบปิด จะมีระบบตรวจสอบสัญญาณย้อนกลับ เมื่อโต๊ะหรือเครื่องมือตัด เคลื่อนที่ถึงตำแหน่งที่โปรแกรมไว้ก็จะมีสัญญาณจับ เพื่อควบคุมให้โต๊ะจับชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดหยุด

2.2.2 ความแตกต่างระหว่างเครื่องจักรกลทั่วไปกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

เครื่องจักรทั่วไปแบบแท่นเลื่อน (Sides) จะทำหน้าที่นำชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดให้เคลื่อนที่ไปตามรางเลื่อน (Sideways) โดยการใช้มือหมุน (Hand wheel) หรือโดยการใช้กลไกป้อนอัตโนมัติ เช่นลูกเบี้ยวเครื่องกลึงอัตโนมัติซึ่งในขณะเดียวกันนั้นช่างควบคุมเครื่องจะต้องทำหน้าที่อื่นๆ ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต้องใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานด้วย เช่น เปิดและปิดสวิตช์ ควบคุมการหมุนของเพลาหัวเครื่อง ,เปิดและปิดสวิตช์สารหล่อเย็น เป็นต้น ช่างควบคุมต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจร่วมกัน การทำงานจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้ทุกเวลาไม่ว่าจะเป็นสาเหตุที่มาจากตัวบุคคลหรือสาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักรกลการผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างเดียวกันจำนวนมาก จะเกิดค่าพิกัดของชิ้นงานที่แตกต่างกันออกไปแต่ถ้าหากใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี การผลิตชิ้นงานจำนวนมากจะลดเวลาของการผลิตชิ้นงานและรูปทรงที่ได้จะเหมือนกันโดยตลอด การทำงานต่างๆ จะถูกกำหนดไว้และยังสามารถนำโปรแกรมนั้นมาใช้ใหม่ได้อีกเมื่อมีการผลิตชิ้นต่อไปได้อีก เครื่องจักรซีเอ็นซีมีการเคลื่อนที่ต่างๆ ที่จำเป็นในการผลิตชิ้นงาน จะทำงานโดยอัตโนมัติด้วยตัวของเครื่องจักรเองโดยอาศัยข้อมูลจากชุดควบคุม เครื่องจักรจะทำงานตามข้อมูลตัวเลข (Numerical-Information) ที่ป้อนให้กับชุดควบคุม ของเครื่องจักรซีเอ็นซีในรูปแบบของรหัส (Code) ที่ชุดควบคุมสามารถเข้าใจได้ในระบบการขับเคลื่อนจะต้องมีการออกแบบให้รับกับการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ควบคุมระบบเชิงตัวเลข เช่น ระบบเฟืองทดเพลาหมุน พร้อมแบริ่งที่มีความเที่ยงตรงสูง ระบบการหล่อลื่นพร้อมกับการระบายความร้อน เป็นต้น จากนั้นยังมีระบบการขับยึดเครื่องมือที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน ซึ่งจะแตกต่างจากการจับยึดเครื่องมือของเครื่องจักรทั่วไป กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ การตัดสินใจในการกำหนดขั้นตอนการทำงานต่างๆ จะกระทำเพียงครั้งเดียวกล่าวคือจะกระทำในขั้นตอนของการวางแผน และสร้างโปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องจักรเท่านั้น หลังจากนั้นโปรแกรมจะถูกนำไปไนการทำงาน ของเครื่องจักร สำหรับผลิตชิ้นงานที่ต้องการโดยสามารถทำการผลิตซ้ำกันกี่ครั้งก็ได้ตามต้องการ นอกเหนือจากโปรแกรมการทำงาน ซึ่งเปรียบเสมือนการวางแผนการทำงานที่ได้จัดเตรียมขั้นตอนการทำงานทุกขั้นตอนเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ การผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซียังช่วยลดเวลาในการทำงานอื่นๆ

2.2.3 การประยุกต์ใช้งานของซีเอ็นซี

ในปัจจุบันเทคโนโลยีซีเอ็นซี ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตหลายชนิดด้วยกันโดยสามารถจำแนกได้ 6 ประเภท

2.2.3.1 กระบวนการกัด (Milling process) เป็นกระบวนการกัดขึ้นรูปชิ้นงาน ใช้เครื่อง CNC Milling และเครื่อง Machining Center สามารถขึ้นรูปได้ทั้ง 3 มิติหรือ 3 แกน คือ แกน X , Y และ แกน ส่วนเครื่องกัดซีเอ็นซีที่มีมากกว่า 3 แกนนั้น จะเป็นเครื่องกัดซีเอ็นซีแบบพิเศษจะมีแกนเสริมเข้ามาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานโดยเฉพาะชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อน และความละเอียดสูง ในบรรดาเครื่องซีเอ็นซีทั้งหมด เครื่อง Machining Center นับว่าเป็นเครื่องจักรซีเอ็นซีที่มีการใช้งานมากที่สุดด้วยคุณสมบัติที่ยืดหยุ่นสามารถขึ้นรูปชิ้นงานได้หลากหลาย

2.2.3.2 กระบวนการกลึง (Turning Process) เป็นเครื่องจักรซีเอ็นซีที่นำมาใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงาน ที่มีลักษณะทรงกระบอกทั้งการกลึงปอกเพื่อลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง, การกลึงคว้านรู, การเจาะ, การต๊าปเกลียว เป็นต้น ลักษณะของชิ้นงานที่ผ่านการกลึงด้วยเครื่องกลึงซีเอ็นซีนั้นมีความละเอียดสูงมาก ผิวของชิ้นงานจะละเอียดเป็นรองเพียงผิวที่ผ่านกระบวนการเจียระไนเท่านั้น งานกลึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คว้านรูช่วยเพิ่มคุณภาพของผิวรูชิ้นงานได้ดีทีเดียว เนื่องจากผิวของดอกสว่านโดยส่วนมากจะมีความละเอียดจำกัด หากชิ้นงานต้องการคุณภาพสูงเช่น เพลา ต้องทำการเจาะรูนำด้วยดอกสว่านและจากนั้นจึงกลึงคว้านรูเพื่อควบคุมขนาดและคุณภาพของผิวงานอีกรอบ นอกจากนี้หากเป็นรูที่มีขนาดไม่ตรงตรงตามมาตรฐานของดอกสว่านก็ต้องใช้วิธีการกลึงคว้านเท่านั้น

2.2.3.3 กระบวนการเจียระไน (Grinding Process) สำหรับงานเจียระไนรูปทรงกระบอกทั่วไปอาจใช้แค่เพียงเครื่อง NC Grinding ทั่วไปเท่านั้น เพราะมีการควบคุมขนาดที่สำคัญแค่ไหนแนวแกนทรงกระบอกหรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางชิ้นงานเท่านั้น แต่สำหรับงานที่ต้องควบคุมมากกว่า 1 แกน เช่น ในการกระบวนการผลิตดอกสว่าน ส่วนมากจะใช้เครื่องเจียระไนซีเอ็นซี เพราะต้องมีการควบคุมทั้งแกน X , Y , Z และแกนอื่นๆ เช่น แกนที่ควบคุมองศาในการหมุนของชิ้นงาน เป็นต้น

2.2.3.4 กระบวน Routing เครื่อง CNC Routing ลักษณะการทำงานของเครื่อง Router เหมือนเครื่อง Milling ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งแกน X , Y , Z แต่จะใช้กับการขึ้นรูปที่เบากว่าเช่น งานตัดผิว , เจาะรู แผ่น PCB โดยทั่วไปแล้วพบในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

2.2.3.5 งานตัดและพับขึ้นรูป (Cutting & Bending CNC Machine) ใช้มากในการขึ้นรูปโลหะแผ่น (sheet metal) โดยทั่วไปเป็นงานตัด, พับ ที่ต้องการความแม่นยำของขนาดที่มากขึ้นจากเครื่องแบบ Manual

2.2.3.6 กระบวนการพิเศษอื่นๆ เช่น การกัด, เจาะรูด้วยเครื่อง CNC EDM , การตัดด้วยเครื่อง CNC Wirecut , การตัดด้วยเครื่อง CNC Lasor เป็น

2.2.4 รหัสที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี

การใช้งานเครื่องซีเอ็นซีจะผ่านรหัสหรือภาษา รหัส-จี หรือ G-code ซึ่งเป็นมาตรฐานในการควบคุมการทำงานซึ่งประกอบด้วย

2.2.4.1 ตัวอักษร (character) เพื่อกำหนดลักษณะการทำงานหรือกำหนดเงื่อนไข (ตารางที่ 2.1) ซึ่งจะอยู่ด้านหน้าของคำสั่งย่อยที่เรียกว่า word

2.2.4.2 คำ (word) เป็นกลุ่มของตัวอักษร ที่ประกอบขึ้นเพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงาน

2.2.4.3 บล็อก (Bock) เป็นคำสั่งควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี เป็นการนำ word หลายคำมาประกอบกัน เช่น N10 G90 G80 G17 บล็อกนี้มี4 word N15 G01 X1.0 Y1.5 G18 บล็อกนี้มี5word

2.2.4.4 โปรแกรม (program) เป็นการรวมหลาย บล็อกที่เขียนตามลำดับการทำงานเพื่อให้เครื่องซีเอ็นซี ทำงานตามขั้นตอนให้ได้ชิ้นงานตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การกำหนดลักษณะการใช้งาน Character มาตรฐาน EIA RS-274 B (อาจแตกต่างกันบ้าง ในระยะละเอียดของเครื่องซีเอ็นซีแต่ละยี่ห้อ,รุ่น)

ตัวอักษร (Character)	การใช้งานและความหมาย
A	การหมุนรอบแนวแกน X
B	การหมุนรอบแนวแกน Y
C	การหมุนรอบแนวแกน Z
D	(1) การหมุนรอบแนวแกนพิเศษ (2) อัตราป้อนที่สาม
E	(1) การหมุนรอบแนวแกนพิเศษ (2) อัตราป้อนที่สอง
F	อัตราป้อน
G	การจัดเตรียมการทำงาน
H	ไม่มีกำหนด
I	(1) ขนาดรอบแนวแกน X ของจุดศูนย์กลางมวล (2) ระยะพิทของเกลียวที่ขนานแนวแกน X
J	(1) ขนาดรอบแนวแกน Y ของจุดศูนย์กลางมวล (2) ระยะพิทของเกลียวที่ขนานแนวแกน Y
K	(1) ขนาดรอบแนวแกน Z ของจุดศูนย์กลางมวล (2) ระยะพิทของเกลียวที่ขนานแนวแกน Z
L	ไม่มีกำหนด
M	คำสั่งช่วยการทำงาน
N	หมายเลขบรรทัดในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การกำหนดลักษณะการใช้งาน Character มาตรฐาน EIA RS-274 B (อาจแตกต่างกันบ้าง ในระยะละเอียดของเครื่องซีเอ็นซีแต่ละยี่ห้อ,รุ่น) (ต่อ)

ตัวอักษร (Character)	การใช้งานและความหมาย
O	ไม่มีกำหนด
P	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 3 ที่ขนานกับแนวแกน X
Q	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 3 ที่ขนานกับแนวแกน Y
R	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 3 ที่ขนานกับแนวแกน Z
S	ความเร็วรอบของเพลาจับเครื่องมือตัด
T	เรียกเครื่องมือตัด
U	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 2 ที่ขนานกับแนวแกน X
V	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 2 ที่ขนานกับแนวแกน Y
W	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 2 ที่ขนานกับแนวแกน Z
X	การเคลื่อนที่ในแนวแกน X
Y	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Y
Z	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างรายงานแสดงรหัส G เพื่อการประยุกต์ใช้งานต่างๆ รหัสฟังก์ชันเตรียมการทำงานสำหรับงานกัด

รหัสฟังก์ชั่น	ความหมายของการเข้ารหัส
G00	การเคลื่อนที่เร็ว
G01	ลิเนียร์อินเตอร์โพเลชั่น (การเคลื่อนที่เชิงเส้นและมีการป้อน)
G02	เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชั่น (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมี การป้องกัน) ตามเข็มนาฬิกา
G03	เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชั่น (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมีการป้องกัน) ทวนเข็มนาฬิกา
G17	การเลือกระนาบ XY
G18	การเลือกระนาบ XZ
G19	การเลือกระนาบ ZY
G28	การเลื่อนกลับไปยังจุดอ้างอิง
G40	ยกเลิกการชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัด
G41	การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านซ้าย
G42	การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านขวา
G43	การชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด ค่าบวก
G44	การชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด ค่าลบ
G49	ยกเลิกการชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด
G54	ปรับตั้งโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน
G70	ป้อนข้อมูลที่มีหน่วยเป็นนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างรายงานแสดงรหัส G เพื่อการประยุกต์ใช้งานต่างๆ รหัสฟังก์ชันเตรียมการทำงานสำหรับงานกัด (ต่อ)

ตัวอักษร (Character)	การใช้งานและความหมาย
G71	ป้อนข้อมูลที่มีหวยเป็นมิลลิเมตร
G76-G79	ไม่มีการกำหนดไว้
G80	ยกเลิกการทำไซเกิล10
G81	เจาะไซเกิล
G83	เจาะไซเกิลรูลึก
G84	การต๊าปเกลียวแบบไซเกิล
G85	การคว้านรู
C90	การให้ต๋าแหน่งในแบบสัมบูรณ์
G91	การให้ตำแหน่งแบบอินครีเมนทอล
G92	การตั้งค่ารีจีสเตอร์หรือตั้งค่าซีโร่ชิฟต์
G99	การเลื่อนกลับไปยังจุดอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 รหัสฟังก์ชั่นเตรียมการทำงานสำหรับงานกลึง

รหัสฟังก์ชั่น	ความหมายของการเข้ารหัส
G00	การเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งด้วยความเร็ว
G01	ลิเนียร์อินเตอร์โพเลชั่น (การคลื่อนที่เชิงเส้นและมีการป้อน)
G02	เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชั่น (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมี การป้องกัน) ตามเข็มนาฬิกา
G03	เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชั่น (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมีการป้องกัน) ทวนเข็มนาฬิกา
G32,G34,G75	วัฏจักรการตัดเกลียว
G40	ยกเลิกการชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัด
G41	การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านซ้าย

ตารางที่ 2.3 รหัสฟังก์ชั่นเตรียมการทำงานสำหรับงาบกลึง (ต่อ)

รหัสฟังก์ชั่น	ความหมายของการเข้ารหัส
G42	การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านขวา
G50	ปรับตั้งโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน
G71	วัฏจักรการกลึงปลอกหยาบ
G72	วัฏจักรการกลึงปาดหน้า
G74	วัฏจักรเจาะแบบคลานพิเศษ
G75	วัฏจักรการกลึงตกร่อง
G90	การวัดขนาดแบบสัมบูรณ์
G91	การวัดขนาดแบบต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 รหัสฟังก์ชั่นเตรียมการทำงานสำหรับงาบกลึง (ต่อ)

รหัสฟังก์ชั่น	ความหมายของการเข้ารหัส
G96	ปรับความเร็วคงที่
G98	ปรับอัตราป้อนต่อนาที
G99	ปรับอัตราป้อนต่อรอบ

รหัส M รหัสฟังก์ชั่นเหล่านี้ใช้เพื่อโปรแกรมให้เครื่องจักรกระทำการบางอย่างที่พิเศษ

ตารางที่ 2.4 แสดงบางส่วนของรหัส M

รหัสฟังก์ชั่น	ความหมายของการเข้ารหัส
M00	หยุดโปรแกรม
M01	หยุดโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข
M02	จบโปรแกรม
M03	หัวจับหมุนตามเข็มนาฬิกา
M04	หัวจับหมุนทวนเข็มนาฬิกา
M05	หัวจับหยุด
M06	เปลี่ยนเครื่องมือ11
M07	เปิดหล่อน้ำเย็น (เปิดมาก)
M08	เปิดหล่อน้ำเย็น (เปิดน้อย)
M09	ปิดหล่อน้ำเย็น
M10	การล็อคโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงบางส่วนของรหัส M (ต่อ)

รหัสฟังก์ชั่น	ความหมายของการเข้ารหัส
M11	การคลายล็อคโดยอัตโนมัติ
M30	สิ้นสุดโปรแกรม
M98	เรียกโปรแกรมย่อย
M99	จบโปรแกรมย่อยและกลับไปยังโปรแกรมหลัก

ตารางที่ 2.5 รหัสความหมาย G00-G99

รหัสฟังก์ชั่น	ความหมายของการเข้ารหัส
G00	การเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งด้วยความเร็ว
G01	ลิเนียร์อินเตอร์โพเลชั่น (การคลื่อนที่เชิงเส้นและมีการป้อน)
G02	เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชั่น (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมีการป้องกัน) ตามเข็มนาฬิกา
G04	เวลาคำสั่งค้างการทำงาน
G05-G07	ไม่มีการกำหนดไว้
G08	การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งที่อัตราเร่งสม่ำเสมอ
G09	การเคลื่อนที่ด้วยความหน่วงที่อัตราหน่วงสม่ำเสมอ
G10-G12	ไม่มีกำหนดไว้
G13-G16	รหัสเลือกแกน
G17	การเลือกระนาบ XY
G18	การเลือกระนาบ ZX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 รหัสความหมาย G00-G99 (ต่อ)

รหัสฟังก์ชั่น	ความหมายของการเข้ารหัส
G19	การเลือกระนาบ YZ
G20-G32	ไม่มีการกำหนดไว้
G33	การตัดเกลียวลีดคงที่
G34	การตัดเกลียวเพิ่มลีด
G35	การตัดเกลียวลดลีด
G36-G39	ไม่มีการกำหนดไว้
G40	ยกเลิกการชดเชยเส้นผ่าศูนย์กลาง
G41	ชดเชยเส้นผ่าศูนย์กลางด้านซ้าย
G42	ชดเชยเส้นผ่าศูนย์กลางด้านขวา
G43	การชดเชยการกัดมุมใน
G44	การชดเชยการกัดมุมนอก
G45-G49	ไม่มีการกำหนดไว้
G50-G59	ใช้กับการควบคุมแบบอะเดปทีฟคอนโทรล
G70	การโปรแกรมระบบนิ้ว
G71	การโปรแกรมระบบเมตริก
G72	ซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชั่น (การเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งในระนาบสามมิติ) ตามเข็มนาฬิกา
G73	ซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชั่น (การเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งในระนาบสามมิติ) ทวนเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 รหัสความหมาย G00-G99 (ต่อ)

รหัสฟังก์ชั่น	ความหมายของการเข้ารหัส
G74	ยกเลิกการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งหลายควอตแดรนต์
G75	การทำมัลติควอดแดรนต์เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชั่น (เป็นการเคลื่อนทีในแนวเส้นโค้งแบบหลายควอตแดรนด์)
G76-G79	ไม่มีการกำหนดไว้
G80	ยกเลิกการทำไซเกิล
G81	เจาะไซเกิล
G82	เจาะไซเกิล มีดเวลล์ (เจาะลงแล้วมีการค้างตามเวลาที่กำหนด)
G83	เจาะไซเกิลรูลึก
G84	การต๊าปเกลียวแบบไซเกิล
G85-G89	การคว้านรูไซเกิล
G90	การให้ตำแหน่งในแบบสัมบูรณ์
G91	การให้ตำแหน่งแบบอินครีเมนทอล
G92	การตั้งค่ารีจีสเตอร์หรือตั้งค่าซิโร่ชิฟต์
G93	เป็นรหัส Register Preload
G94	อัตราป้อนในหน่วยนิ้ว (มิลลิเมตร) ต่อนาที
G95	อัตราป้อนในหน่วยนิ้ว (มิลลิเมตร) ต่อนาที
G97	ความเร็วหัวจับเป็นรอบ/นาที
G98	ไม่มีการกำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส X, Y และ Z

รหัส X , Y และ Z เป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น เอาไว้ควบคุมชิ้นงานในเครื่องจักรหรือเครื่องมือ (ในเครื่องกลึง) ให้เคลื่อนในเชิงเส้น ตัวอย่างเช่น เคลื่อนที่ไปทางขวาหรือมาทางซ้าย เวลาโปรแกรมก็เป็นโปรแกรมลงในค่าของแกน X ส่วนการให้โปรแกรมให้เคลื่อนไปหน้าหลังนั้นเป็นการโปรแกรมในค่าของแกน Y ส่วนการเคลื่อนที่ของหัวจับแกนขึ้นหรือลงก็จะใช้ค่าในแนวแกน Z ในการโปรแกรมแต่ละแกนจะมีทั้งค่าบวกและค่าลบ ขึ้นอยู่กับทิศทางของการเคลื่อนที่โดยเครื่องหมายบวกไม่ต้องพิมพ์สามารถตัดออกได้

รหัส I , J และ K

รหัส I , J และ K เป็นรหัสที่กำหนดการอินเตอร์โพเลชั่นเมื่อ X , Y และ Z กำหนดไว้แล้วค่า I , J และ K ก็จะโปรแกรมลงไปตามหลัง โดยที่ค่า X , Y และZ จะถูกป้อนเมื่อมีการใช้ค่ารัศมีการโปรแกรม

รหัส S

รหัส S เป็นรหัสที่ใช้เมื่อมีการโปรแกรมความเร็วหัวจับลงไป การหมุนของคัตเตอร์บนเครื่องกัด หรือหมุนชิ้นงานที่อยู่ในเครื่องกลึงเราเรียกว่าความเร็วหัวจับ (spindle speed) มีหน่วยเป็นรอบ/นาทีพิมพ์นำหน้าด้วยตัว S ตามด้วยตัวเลข 4 หลัก

รหัส F

รหัส F ใช้โปรแกรมอัตราป้อน (feed) ของมีดกลึงหรือโต๊ะจับชิ้นงานของเครื่องกัดอัตราป้อนเป็นอัตราการเคลื่อนที่ตามทางเดินของเครื่องมือ อัตราป้อนปกติโปรแกรมเป็นนิ้ว/นาที

รหัส T

รหัส T เป็นโปรแกรมเพื่อกำหนดหมายเลขเครื่องมือในซองใส่เครื่องมือ เครื่องมือจะอยู่ในตำแหน่งต่างๆ บนซองใส่เครื่องมือ การโปรแกรม T และตัวเลขทำให้สามารถที่จะใช้เครื่องมือได้หลายๆ ครั้ง เท่าที่จำเป็น พร้อมทั้งโปรแกรม M06 จะทำการเปลี่ยนเครื่องมือ

รหัส M

รหัส M ฟังก์ชันเหล่านี้ใช้เพื่อโปรแกรมให้เครื่องจักรกระทำการบางอย่างที่พิเศษ

ตารางที่ 2.6 รหัส ฟังก์ชันเบ็ดเตล็ด

รหัสฟังก์ชั่น	ความหมายของการเข้ารหัส
M00	หยุดโปรแกรม
M01	ออปชันเนลสต็อป
M02	จบโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 รหัส ฟังก์ชันเบ็ดเตล็ด (ต่อ)

รหัสฟังก์ชั่น	ความหมายของการเข้ารหัส
M03	หัวจับหมุนตามเข็มนาฬิกา
M04	หัวจับหมุนทวนเข็มนาฬิกา
M05	หัวจับหยุด
M06	เปลี่ยนเครื่องมือ
M07	เปิดหล่อน้ำเย็น (เปิดมาก)
M08	เปิดหล่อน้ำเย็น (เปิดน้อย)
M09	ปิดหลอน้ำเย็น

รหัส D และ H

รหัส D และ H เป็นรหัสที่ใช้เพื่อทำการตั้งความยาวของออฟเซตของเครื่องมือ ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมใช้เครื่องมือทุกตัวโดยคิดว่าเครื่องมือยาวเท่ากันทั้งหมด เมื่อโปรแกรมใช้เครื่องมือใหม่ ก็จะใช้ค่าในระนาบของแกน Z สำหรับตั้งค่าความยาวของเครื่องมือ

ตัวอย่างอธิบายการทำงาน

G00: หมายถึงการแทนที่แนวเส้นตรงแบบเคลื่อนที่เร็ว (Positioning) เป็นการเลื่อนแท่นจับยึดชิ้นงานโดยไม่มีการกัดเกิดขึ้น เครื่องมือต่างๆไม่สัมผัสกับชิ้นงานการทำงานจะมีการรับค่าตำแหน่งแกน X แกน Y แกน Z โดยความเร็วในการเคลื่อนที่จะใช้ความเร็วสูงสุดที่โปรแกรมสามารถสั่งชุดขับเคลื่อนได้ไม่ต้องใส่ค่าอัตราป้อน (Feed Rate)

ตัวอย่างการป้อนคำสั่ง G00

-G00 X + 3.00 Y - 4.00 Z 0.00 : เป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงระยะทาง 5 มิลลิเมตร

-G00 X 0.00 + Y 0.00Z – 2.00 : เป็นการเลื่อนลง (ออกห่างจากใบมีด) อีก 2 มิลลิเมตร

G01: หมายถึงการแทนที่แนวเส้นตรง (Linear Interpolation) เป็นการเลื่อนแท่นจับชิ้นงานโดยมีการกัด การทำงานจะมีการรับค่าตำแหน่ง แกน X , Y และ Z และค่าอัตราป้อน ตัวอย่างการป้อนคำสั่ง G01

-G01 X + 3.00 Y – 4.00 z 0.00 F50 : เป็นการเคลื่อนที่กัดชิ้นงานเป็นร่องในแนว เส้นตรง ระยะทาง มิลลิเมตร14

-G01 X 0.00 Y 0.00 Z + 2.00 F50 : เป็นการเลื่อนแท่นจับยึดชิ้นงาน เพื่อเจาะรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G02 หมายถึง การแทนที่แนวส่วนเส้นโค้งตามเข็มนาฬิกา (Circular Interpolation CM) (clockwise) เป็นการกัดชิ้นงานเป็นร่องโค้งในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ตัวอย่างการป้อนคำสั่ง G02

-G02 X + 10.00Y + 1000R10.00 : เป็นการเคลื่อนที่กัดชิ้นงานเป็นร่องโค้งรูป 1/4 ของวงกลมที่มีรัศมี 10 มิลลิเมตรในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

-G02 X 5.00 Y – 8.33 R10.00 : เป็นการเคลื่อนที่กัดชิ้นงานเป็นร่องโค้งรูป 1/3 ของวงกลมที่มีรัศมีความโค้ง 10 มิลลิเมตรในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

G03: หมายถึง การแทนที่ในส่วนเส้นโค้งทวนเข็มนาฬิกา (Circular Interpolation CCW (counterclockwise)) รับข้อมูลและทำงานเหมือน G02 แต่เคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้าม G02

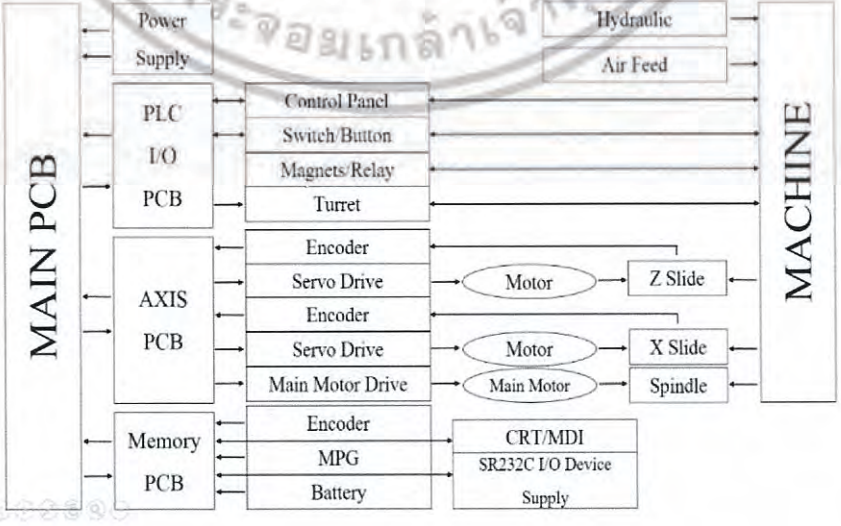
G09: หมายถึง การกำหนดขาดแบบสัมบูรณ์ (Absolute Programming Selected) เป็นการเปลี่ยนโหมดการทำงานให้กำหนดขนาดโดยอ้างอิงจุดอ้างอิงจุดเดียวตลอด สามารถเปลี่ยนโหมดกลับไปมาระหว่าง G90 และ G91 ได้ใน 1 โปรแกรม

G91: หมายถึงการกำหนดขนาดแบบต่อเนื่อง (incremental Programming Selected) เป็นการเปลี่ยนโหมดการทำงานให้กำหนดขนาดแบบต่อเนื่องโดยเปลี่ยนจุดต้นไปเรื่อยๆ

M30: สิ้นสุดการทำงาน (End of Program) ใช้ในการจบโปรแกรมการทำงาน ไม่สามารถทำงานต่อได้นอกจากคำสั่งนี้ออกไปก่อนและทุกครั้งที่มีการออกแบบชิ้นงานก่อนที่จะมีการบันทึกข้อมูลจำเป็นต้องลงท้ายด้วยคำสั่งนี้เสมอ

2.3 ระบบควบคุมของเครื่องกลึงซีเอ็นซี

ในเครื่องกลึงซีเอ็นซีระบบในการควบคุมการทำงานของ main spindle , การเคลื่อนที่ในแนวแกนต่างๆ ,ระบบ hydraulic , ระบบไฟฟ้าทั้งหมดจะถูกติดตั้งลงบนบอร์ดของ แต่ละระบบหลังจากนั้นระบบทั้งหมดจะถูกติดตั้งลงบนเมนบอร์ดหลักซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องกลึงซีเอ็นซี



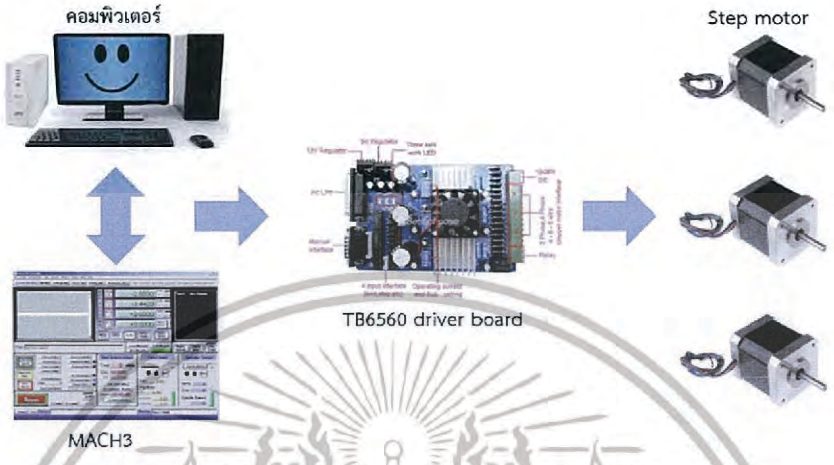
รูปที่ 2.2 การทำงานของระบบเครื่องซีเอ็นซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การควบคุมเครื่องซีเอ็นซี แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

2.4.1 การควบคุมด้วยการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ (Movement)

2.4.2 การควบคุมด้วยความเร็วของการเคลื่อนที่ (Speed)



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของระบบควบคุมซีเอ็นซีสำหรับเครื่องกัดอัตโนมัติ

2.5 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

เครื่องซีเอ็นซี มีระบบควบคุมที่ป้อนข้อมูลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของเครื่องผ่านแผงคีย์บอร์ด หรือแป้นพิมพ์ (KeyBoard) หรือเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมเสร็จ จะทำไปควบคุมให้เครื่องจักรกลทำงานโดยอาศัยมอเตอร์ป้อน(Feed Motor) เพื่อให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ตามคำสั่ง เช่น เครื่องกลึงซีเอ็นซี (CNC Machine) ก็จะมีมอเตอร์ในการเคลื่อนที่อยู่2ตัว หรือเครื่องกัดซีเอ็นซี ก็จะมีมอเตอร์ป้อน 3 ตัว เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมเสร็จ จะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน แต่เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากระบบควบคุมนี้มีกำลังน้อย ไม่สามารถไปหมุนขับให้มอเตอร์ทำงานได้ ดังนั้นจึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive Amplified) และส่งสัญญาณต่อไปยังมอเตอร์ป้อนแนวแกนตามที่โปรแกรมกำหนด ทั้งความเร็วและระยะทาง การเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจะถูกโปรแกรมไว้ทั้งหมด เพื่อควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี และมีเครื่องมืออุปกรณ์ที่ตรวจสอบตำแหน่งของแท่นเลื่อนให้ระบบ (Measumg system)

จากหลักการควบคุมการทำงานดังกล่าว ทำให้เครื่องจักรกลจีเอ็นซีสามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปร่าง และรูปทรงให้มีขนาดตามที่เราต้องการได้ เนื่องจากการสร้างและการทำงานที่เหนือกว่าเครื่องจักรกลทั่วไป จึงทำให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากในปัจจุบันนี้หากต้องการผลิตสินค้าให้ได้จำนวนมากๆ และลดจำนวนระยะเวลาการผลิตของสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ซอฟท์แวร์ควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี

Mach3 เป็นตระกูลซอฟท์แวร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Art , บริษัท Newfangled Solutions สำหรับงานอดิเรกทางด้าน CNC เบื้องต้น แต่ในที่สุดได้รับความนิยมและถูกนำไปใช้อย่างจริงจังในภาคอุตสาหกรรมขนาดย่อมซึ่งมีพัฒนาการดังนี้

ซอฟท์แวร์ Master5 สามารถควบคุมได้ 4 แกน ถูกเผยแพร่เมื่อต้นปี 1998 Windows 98, Me

ซอฟท์แวร์ Mach1 กับความเร็วสูงสุดของcord engine ที่ 25000Hz สามารถควบคุมได้ 6 แกน ได้ถูกเผยแพร่ในต้นปี 2000 ทำงานบน Windows Xp และ 2000

ซอฟท์แวร์ Mach2 กับความเร็วสูงสุดของcord engine ที่ 45000Hz สามารถควบคุมได้ 6 แกน ได้ถูกเผยแพร่ในต้นปี 2002 ทำงานบน Windows Xp และ 2000

ซอฟท์แวร์ Mach3 กับความเร็วสูงสุดของcord engine ที่ 100000HZ สามารถควบคุมได้ 6 แกน ได้ถูกเผยแพร่ปลายปี 2004 – ปัจจุบัน ทำงานบน Windows Xp , 2000 และ Vista

ซอฟท์แวร์ Mach4 เป็นโครงการที่ได้พัฒนาร่วมกับบริษัทผลิตตัวขับมอเตอร์ Gecko แต่สุดท้ายคุณสมบัติต่างๆ กลับถูกไปรวมไว้ใน Mach 3

ซอฟท์แวร์ Quantum รุ่นในอนาคตอยู่ในขั้นพัฒนาจุดเด่น คือ การเดินเครื่องที่เรียบและนุ่มนวลมากขึ้น

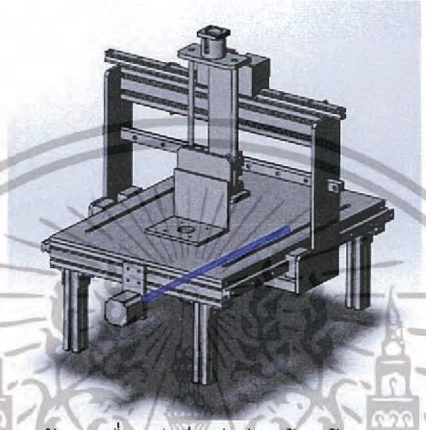
รูปที่ 2.4 ลักษณ์หน้าของซอฟต์แวร์ MACH 3

คุณสมบัติและหน้าที่Mach 3 มีดังนี้ เครื่องคอมพิวเตอร์พีซีมาตรฐานที่ใช้ควบคุมซีเอนซี 6 แกน Mach3 สามารถรองรับ G-code และขับเคลื่อนแกนต่างๆ ถึง 6 แกนพร้อมๆ กัน และสามารถใช้งานร่วมกับไฟล์ DXF , BMP , JPG , และ HPGLโดยผ่านซอฟท์แวร์ LazyCam ในรุ่นก่อนหน้านี้คือ Mach2 คุณสมบัติการเข้าถึงไฟล์นี้อยู่ด้วยกันกับโปรแกรมหลัก แต่ในรุ่น Mach3 ความสามารถอันนี้ถูกแยกไปไว้รวมกันกับ ซอฟท์แวร์ LazyCam แสดง G-Code หรือทูลพาธในรูปแบบกราฟฟิกในแบบสอง และสามมิติ คุณสมบัติข้อนี้มีประโยชน์มากสำหรับดูเส้นทางเดินดอกกัด (tool path) เพื่อช่วยตรวจสอบตำแหน่งชิ้นงานในช่วงของการตั้งและใช้ดูงานกัดแบบต่อเนื่อง ขณะที่เครื่องทำงานในกรณีที่ต้องหยุดงานโดยความตั้งใจหรือเกิดจากอุบัติเหตุ เช่น ดอกกัดหักเรา สามารถสกรอล์คำสั่ง G-Code ในช่องแสดง G-code และสังเกต์การณ์วิ่งของเส้นกราฟิกทูลพาธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการเตรียมการดำเนินการวิจัย เครื่องซีเอ็นซี ในส่วนของระบบฮาร์ดแวร์และในส่วนของระบบซอฟต์แวร์ของเครื่องซีเอ็นซี ในระบบฮาร์ดแวร์ได้ใช้โปรแกรม solidwork ในการออกแบบเครื่องซีเอ็นซี โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนฐาน , แกน X , แกน Y และ แกน Z ดังรูปที่ 3.1



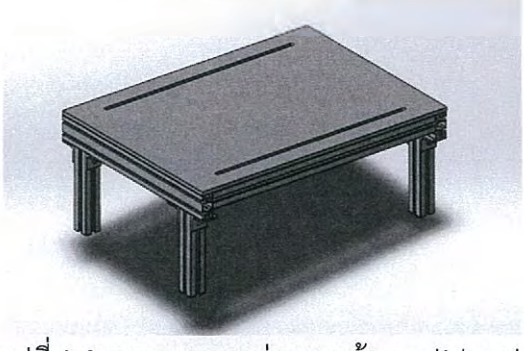
รูปที่ 3.1 โครงสร้างเครื่องซีเอ็นซีเขียนโดยโปรแกรม solidwork

3.1 ระบบฮาร์ดแวร์เครื่องซีเอ็นซี

เครื่องซีเอ็นซี จะประกอบไปด้วย 4 ส่วน นั้น คือ ส่วนฐาน , แกน X เคลื่อนที่ตามแนวยาว , แกน Y เคลื่อนที่ตามแนวขวาง และแกน Z เคลื่อนที่ขึ้น-ลง

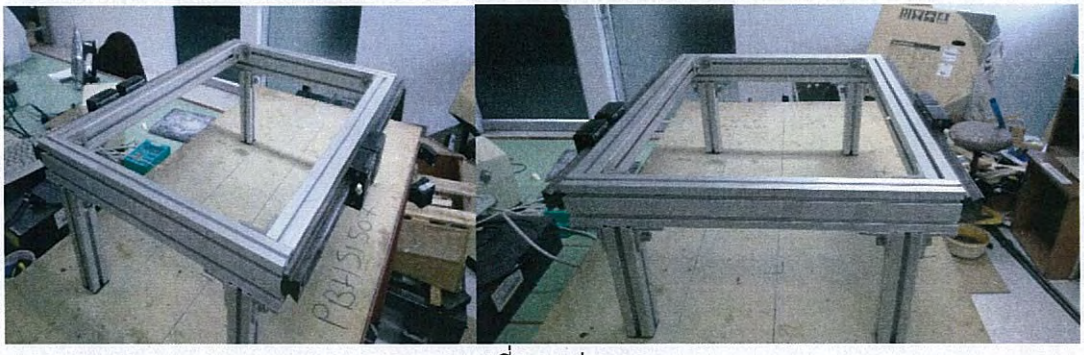
3.1.1 ส่วนฐาน

เป็นส่วนที่รองรับแกน X แกน Y และแกน Z ของเครื่องซีเอ็นซี ให้เกิดความสมดุลเมื่อวางอยู่บนพื้นที่ตั้งของเครื่องซีเอ็นซี โดยส่วนฐานจะต้องมีความสมมาตรของโครงสร้าง และเป็นส่วนที่ใช้ยึดจับชิ้นงานไม่ให้เคลื่อนที่ขณะที่เครื่องซีเอ็นซีกำลังทำงาน



รูปที่ 3.2 การออกแบบส่วนฐานด้วย solidwork

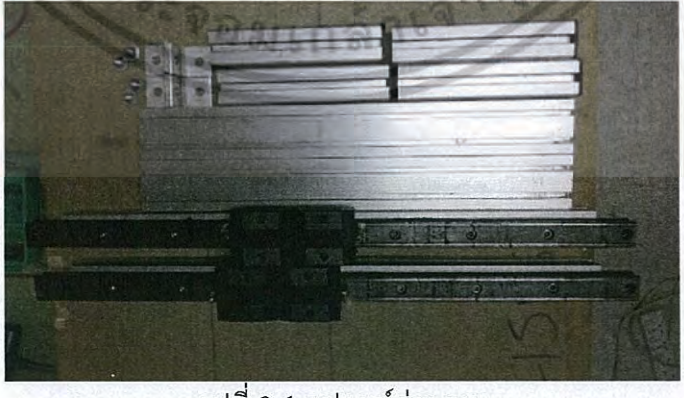
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ส่วนฐาน

3.1.1.1 อุปกรณ์

อลูมิเนียมโปรไฟล์ยาว 19.5 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 4 x 4 เซนติเมตร	4	แท่ง
อลูมิเนียมโปรไฟล์ยาว 48.7 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 6 x 3 เซนติเมตร	2	แท่ง
อลูมิเนียมโปรไฟล์ยาว 59.8 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 4 x 4 เซนติเมตร	2	แท่ง
ลิเนียร์ไกด์ยาว 66 เซนติเมตร	2	แท่ง
น็อตหกเหลี่ยม 0.5 นิ้ว ยาว 1 เซนติเมตร	8	ตัว
บริเวณที่ยึดขาตั้งกับส่วนฐาน	8	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.3 นิ้ว ยาว 1 เซนติเมตร	20	ตัว
บริเวณข้อต่อส่วนฐานทั้ง 4 มุม	8	ตัว
บริเวณแผ่นรองฐาน	4	ตัว
บริเวณที่ยึดขาตั้งกับส่วนฐาน	8	ตัว
ฉากยึดรูปตัวแอล 3.5 x 3.5 เซนติเมตร	12	ชิ้น
แผ่นไม้รองชิ้นงาน 66 x 49 เซนติเมตร	1	แผ่น
แท่งไม้ยึดชิ้นงานยาว 45 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 4 x 1.5 เซนติเมตร	2	แท่ง

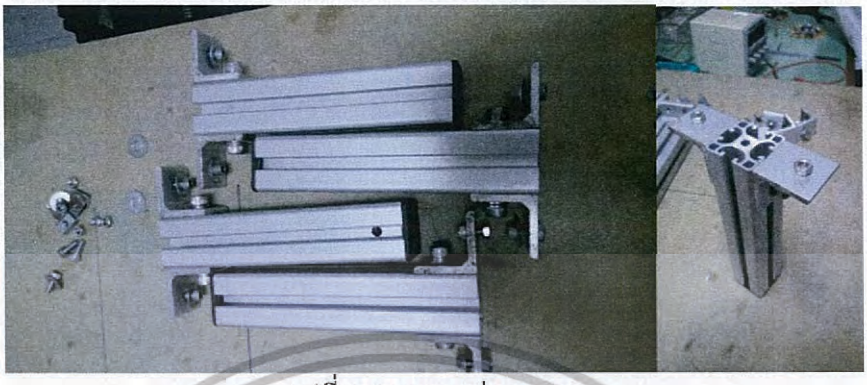


รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ส่วนฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 วิธีทำ

นำอลูมิเนียมโปรไฟล์ยาว 19.5 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 4 x 4 เซนติเมตรมาประกอบกับฉากยึดรูปตัวแอล 3.5 x 3.5 เซนติเมตร เพื่อทำเป็นขาทั้ง 4 ข้างของส่วนฐาน



รูปที่ 3.5 ขาของส่วนฐาน

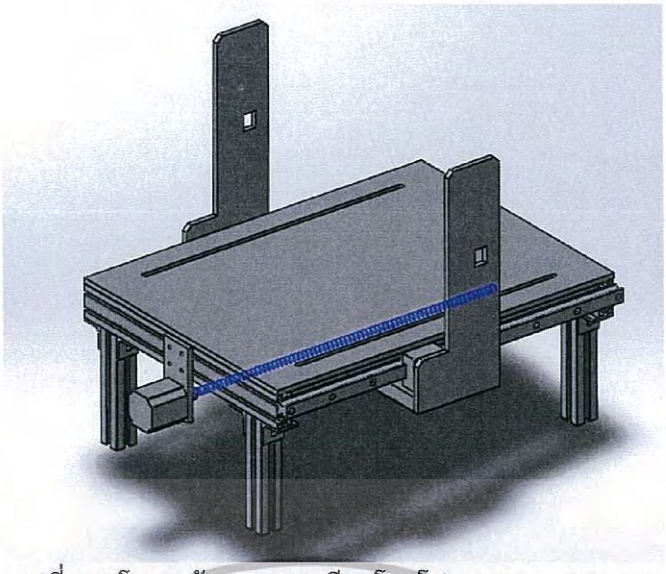
ประกอบอลูมิเนียมโปรไฟล์ยาว 48.7 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 6 x 3 เซนติเมตร กับ ขาของส่วนฐาน และนำอลูมิเนียมโปรไฟล์ยาว 59.8 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 4 x 4 เซนติเมตรมาประกอบ ดังรูปที่ 3.3 จากนั้นนำแผ่นไม้รองชิ้นงานมายึดกับส่วนฐาน และติดตั้งแท่งไม้ยึดชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 ส่วนฐานของเครื่องซีเอ็นซี

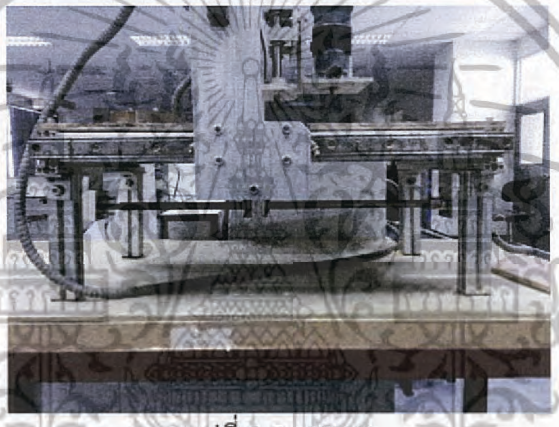
3.1.2 แกน X

แนวแกน X เป็นแนวแกนที่ทำให้ เครื่องซีเอ็นซีนั้นเคลื่อนที่ตัดขว้างกับแนวแกนของบอลสกรูและมอเตอร์ โดยแผ่นอลูมิเนียมรูปตัวแอลจะยึดกับลิเนียไกด์ ที่มีบอลสกรูอยู่ตรงกึ่งกลาง มีหน้าที่เป็นตัวเคลื่อนที่ของเครื่องซีเอ็นซีในแนวแกน X ดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



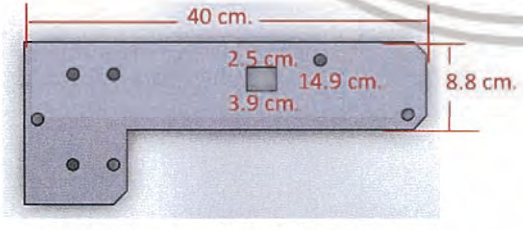
รูปที่ 3.7 โครงสร้างแกน X เขียนโดยโปรแกรม solidwork



รูปที่ 3.8 แกน X

3.1.2.1 อุปกรณ์

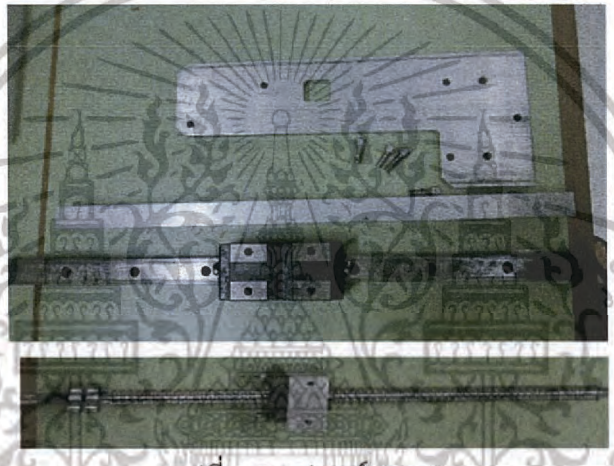
แผ่นอลูมิเนียมรูปตัวแอล 2 แผ่น



แผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยมผืนผ้า 15 x 7.6 เซนติเมตร	2 แผ่น
แท่งอลูมิเนียมทรงสี่เหลี่ยมยาว 57 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 2.5 x 2.5 เซนติเมตร	1 แท่ง
น็อตหกเหลี่ยม 0.5 นิ้ว ยาว 3 เซนติเมตร	14 ตัว
บริเวณแผ่นอลูมิเนียมรูปตัวแอล	14 ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.3 นิ้ว ยาว 4 เซนติเมตร	2 ตัว

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณคานยึดสกรู	2	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.3 นิ้ว ยาว 3 เซนติเมตร	7	ตัว
บริเวณที่ยึดอลูมิเนียมโปรไฟล์ กับ ลีเนียไกด์	7	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.3 นิ้ว ยาว 2.5 เซนติเมตร	8	ตัว
บริเวณแผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยมผืนผ้ายึดสกรูกับอลูมิเนียมโปรไฟล์ที่ส่วนฐาน	8	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.25 นิ้ว ยาว 4 เซนติเมตร	8	ตัว
บริเวณแผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยมผืนผ้ายึดสกรูกับอลูมิเนียมโปรไฟล์ที่ส่วนฐาน	8	ตัว
ลิเนียร์ไกด์ยาว 66 เซนติเมตร	1	แท่ง
บอลสกรูยาว 65 เซนติเมตร	1	แท่ง
มอเตอร์ 1.8 deg/step	1	เครื่อง



รูปที่ 3.9 อุปกรณ์แกน X

3.1.2.2 วิธีทำ

นำลีเนียไกด์มายึด กับ ส่วนฐาน โดยใช้น็อตหกเหลี่ยม 0.3 นิ้ว ยาว 3 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 ด้านข้างของส่วนฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยมผืนผ้า 15 x 7.6 เซนติเมตร ยึดกับอลูมิเนียมโปรไฟล์ส่วนฐาน เพื่อใช้เป็นที่วางมอเตอร์และบอลสกูน

รูปที่ 3.11 ที่ยึดบอลสกูนและสเต็ปมอเตอร์

นำแท่งอลูมิเนียมยึดกับบอลสกูนของแกน X แล้วยึดกับอลูมิเนียมรูปตัวแอล

รูปที่ 3.12 ต่อบอลสกูกับแท่งอลูมิเนียม

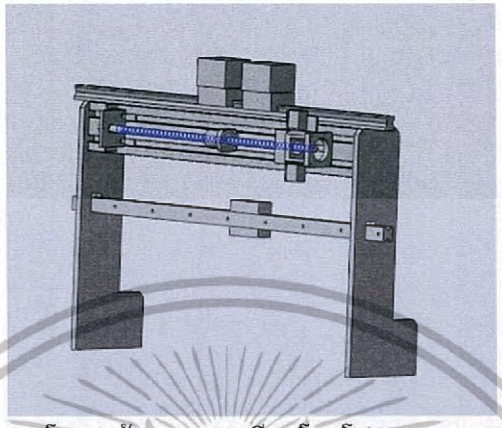
เจาะช่องที่อลูมิเนียมรูปตัวแอล แล้วใส่ลีเนียไกด์ของแกน Y และยึดอลูมิเนียมรูปตัวแอล กับ ลีเนียไกด์ของแกน X

รูปที่ 3.13 เชื่อมแกน X และ แกน Y

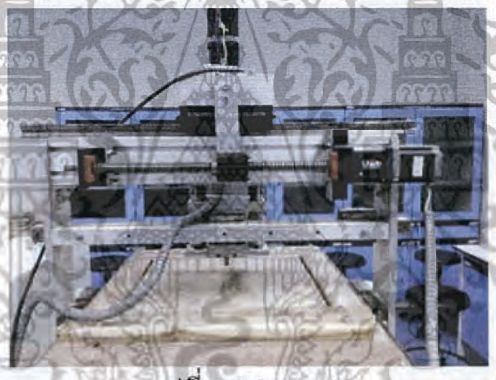
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 แกน Y

เป็นแนวแกนที่ทำให้เครื่องซีเอ็นซีเคลื่อนที่เข้า – ออก ในแนวตั้งฉากหรือตัดขวางกับแนวแกน X โดยฉากยึดบนลีเนียไกด์ของแกน Y จะยึดกับบอลสกรูเมื่อมอเตอร์ทำงาน จะทำให้แกน Y เคลื่อนที่เข้า – ออก ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 โครงสร้างแกน Y เขียนโดยโปรแกรม solidwork



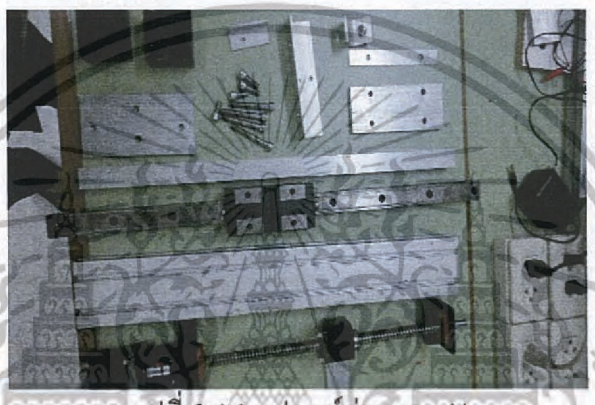
รูปที่ 3.15 แกน Y

3.1.3.1 อุปกรณ์

อลูมิเนียมโปรไฟล์ยาว 57 เซนติเมตร พื้นที่หน้า 7.8 x 4 เซนติเมตร	1	แท่ง
แท่นยึดลีเนียไกด์ขนาด 6.2 x 6 x 4.5 เซนติเมตร	2	ชิ้น
แผ่นอลูมิเนียม 15.5 x 6.3 เซนติเมตร	1	แผ่น
แผ่นอลูมิเนียม 15.5 x 7.6 เซนติเมตร	1	แผ่น
แผ่นอลูมิเนียม 16 x 3.7 เซนติเมตร	1	แผ่น
เหล็กฉากรูปตัวแอล 15.5 x 3.7 เซนติเมตร	1	แผ่น
ฉากยึดรูปตัวแอล	2	ชิ้น
แท่งอลูมิเนียมทรงสี่เหลี่ยมยาว 56.7 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 2.5 x 2.5 เซนติเมตร	1	แท่ง
น็อตหกเหลี่ยม 0.5 นิ้ว ยาว 3 เซนติเมตร บริเวณตัวยึดลิเนียไกด์	2	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.5 นิ้ว ยาว 6 เซนติเมตร บริเวณตัวยึดลิเนียไกด์	4	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

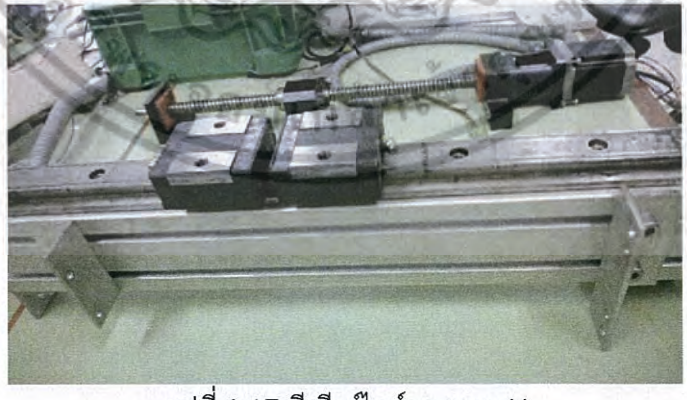
น็อตหกเหลี่ยม 0.3 นิ้ว ยาว 2.5 เซนติเมตร บริเวณตัวยึดลิเนียไกด์กับสกรู	2	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.5 นิ้ว ยาว 1 เซนติเมตร บริเวณตัวสกรูกับอลูมิเนียมโปรไฟล์	4	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.2 นิ้ว ยาว 2.5 เซนติเมตร บริเวณตัวยึดมอเตอร์	8	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.2 นิ้ว ยาว 2 เซนติเมตร บริเวณตัวยึดสกรูกับลิเนียไกด์	4	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.3 นิ้ว ยาว 4 เซนติเมตร บริเวณตัวยึดสกรูกับอลูมิเนียมโปรไฟล์	2	ตัว
ลิเนียร์ไกด์ยาว 66 เซนติเมตร	1	แท่ง
บอลสกรูยาว 47 เซนติเมตร	1	แท่ง
มอเตอร์ 1.8 deg/step	1	ตัว
ฐานรองมอเตอร์	1	ชิ้น



รูปที่ 3.16 อุปกรณ์ส่วนแกน Y

3.1.3.2 วิธีทำ

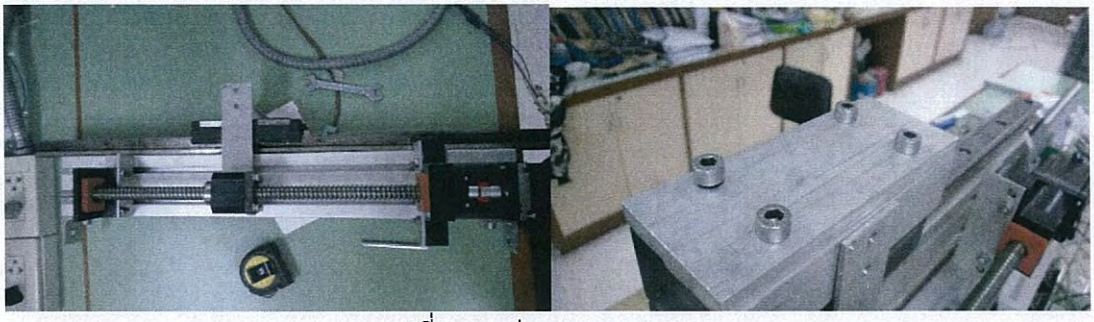
นำลีเนียไกด์มายึดกับ อลูมิเนียมโปรไฟล์ยาว 57 เซนติเมตร พื้นที่หน้า 7.8 x 4 เซนติเมตร



รูปที่ 3.17 ลีเนียร์ไกด์ของแกน Y

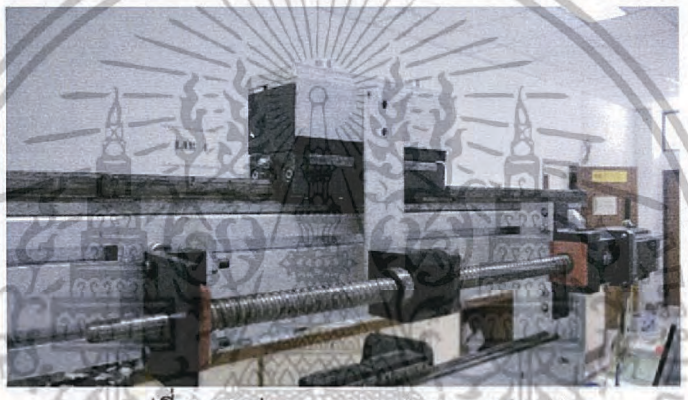
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อบอลสกรู และมอเตอร์ไว้ด้านหลังอลูมิเนียมโปรไฟล์ แล้วยึดไว้ด้านบนลีเนียไกด์



รูปที่ 3.18 ส่วนบนของแกน Y

นำอลูมิเนียมโปรไฟล์มายึดกับ แผ่นอลูมิเนียมรูปตัวแอลของแกน X



รูปที่ 3.19 ประกอบแกน Y และ แกน X

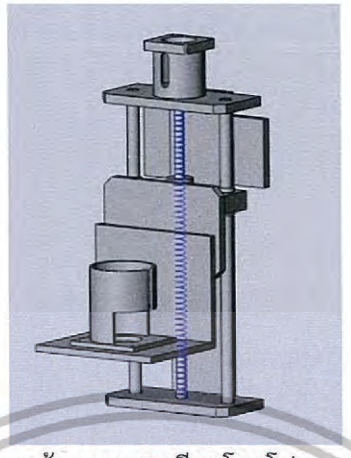
นำแผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยม 33.8 x 7.5 เซนติเมตร มาต่อกับแท่นยึดลีเนียไกด์ของแกน Y

รูปที่ 3.20 ประกอบลีเนียไกด์กับแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 แกน Z

เป็นแนวการเคลื่อนที่ขึ้น – ลงของสกรูและมอเตอร์ และเป็นตัวยึดหัวกัด



รูปที่ 3.21 โครงสร้างแกน Z เขียนโดยโปรแกรม solidwork

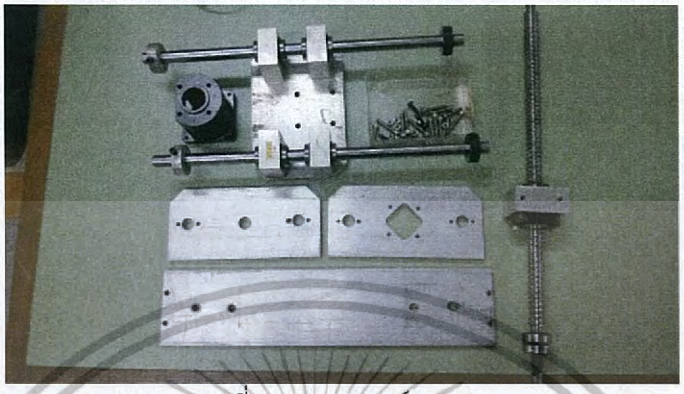
รูปที่ 3.22 แกน Z

3.1.4.1 อุปกรณ์

แผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยม 33.8 x 7.5 เซนติเมตร	1	แผ่น
แผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยม 16 x 7.5 เซนติเมตร	2	แผ่น
แผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยม 15 x 9.5 เซนติเมตร	1	แผ่น
แผ่นอลูมิเนียมฉาก 15 x 12 เซนติเมตร	1	แผ่น
ลีเนียร์อ็อดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตร ยาว 34 เซนติเมตร	2	แท่ง
บอลสกรูยาว 41 เซนติเมตร	1	แท่ง
น็อตหกเหลี่ยม 0.2 นิ้ว ยาว 2.5 เซนติเมตร บริเวณที่ยึดแผ่นอลูมิเนียมกับแกน Z	4	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.5 นิ้ว ยาว 2.5 เซนติเมตร บริเวณที่ยึดแกน Z กับแกน Y	4	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.2 นิ้ว ยาว 3 เซนติเมตร บริเวณที่ยึดแท่นรองหัวกัด	12	ตัว
น็อตหกเหลี่ยม 0.2 นิ้ว ยาว 3.5 เซนติเมตร	22	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณที่ยึดบอลสกรูกับลีเนียร์อด	12 ตัว
บริเวณที่ยึดฐานมอเตอร์	8 ตัว
มอเตอร์ 1.8 deg/step	1 ตัว
ฐานรองมอเตอร์	1 ชิ้น



รูปที่ 3.23 อุปกรณ์แกน Z

3.1.4.2 วิธีทำ

เจาะช่องวงกลมที่แผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยม 16 x 7.5 เซนติเมตร เพื่อใส่แท่งลีเนียร์อด 2 แท่ง และเจาะช่องใส่บอลสกรู ดังรูปที่ 3.24

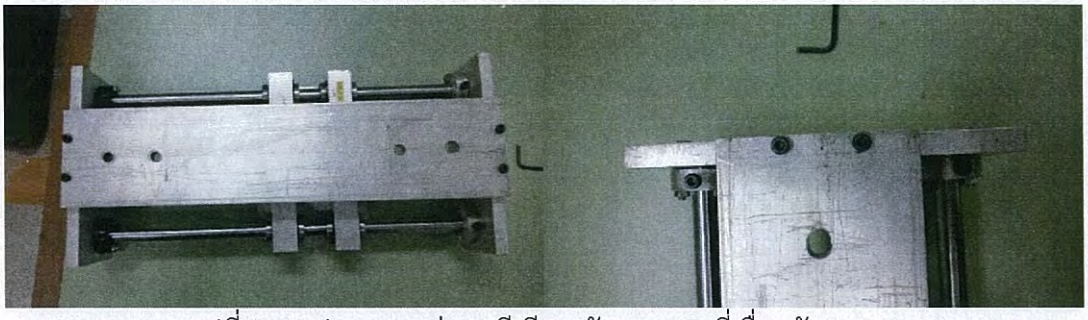
รูปที่ 3.24 สร้างช่องใส่ลีเนียร์อด และบอลสกรู

ยึดลูกปืนกับแผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยม 15 x 9.5 เซนติเมตร และใส่แท่นยึดลูกปืนกับลีเนียร์ร็อด

รูปที่ 3.25 ประกอบแท่นยึดลูกปืนกับลีเนียร์ร็อด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำแผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยม 33.8 x 7.5 เซนติเมตร มายึดกับโครงสร้างในรูปที่ 3.25



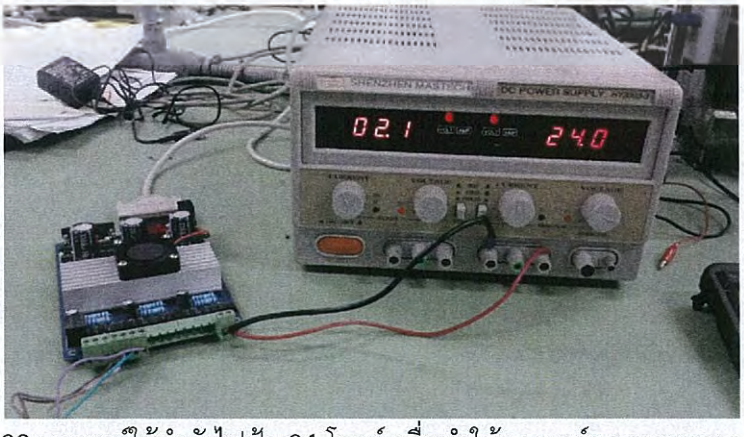
รูปที่ 3.26 ประกอบแผ่นอลูมีเนียม กับ แกน Z ที่เชื่อมกับแกน Y

นำบอลสกรู มาประกอบเข้ากับช่องที่เจาะดังรูปที่ 3.24 แล้วนำมอเตอร์มาประกอบกับแท่งยึดมอเตอร์ ด้วยน็อตหกเหลี่ยม 0.2 นิ้ว ยาว 3.5 เซนติเมตร

รูปที่ 3.27 ติดตั้งมอเตอร์และบอลสกรู

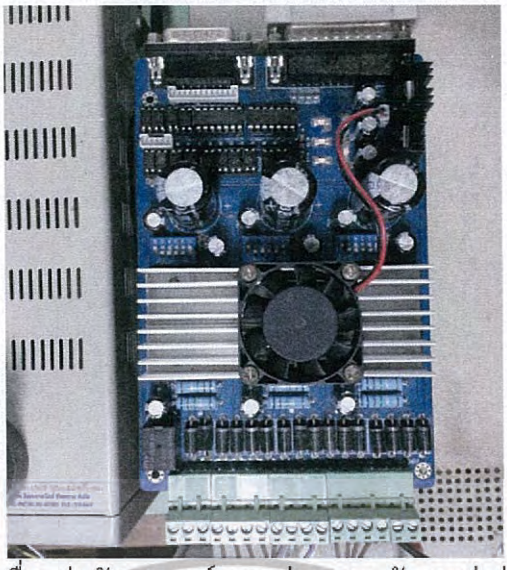
3.2 การติดตั้งระบบซีเอ็นซี

ในส่วนของระบบการติดตั้งจะประกอบด้วย ไดฟ์เวอร์ และ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อกับโปรแกรม โดยไดฟ์เวอร์จะเชื่อมต่อเข้ากับ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ด้วยกำลังไฟฟ้า 24 โวลต์ และเชื่อมต่อกับมอเตอร์ของแต่ละแกน และ เชื่อมต่อกับ พอร์ตของคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.28 มอเตอร์ใช้กำลังไฟฟ้า 24 โวลต์ เพื่อทำให้มอเตอร์ของและแกนเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

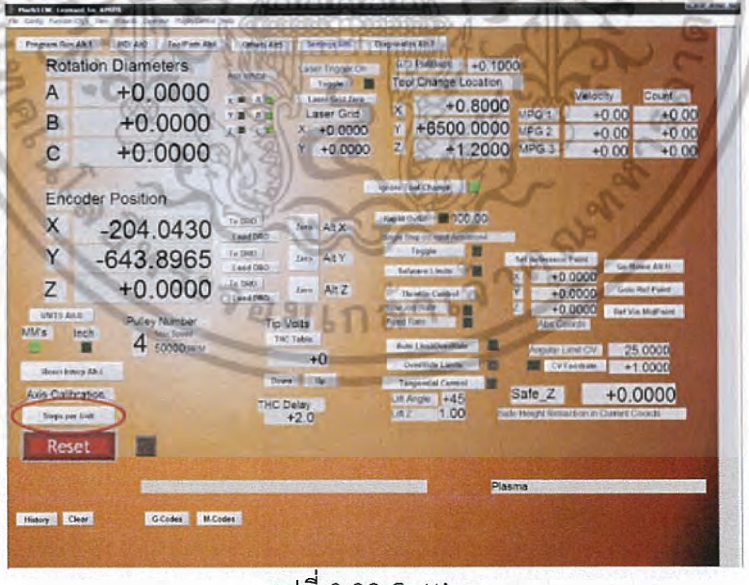


รูปที่ 3.29 ไดฟ์ เชื่อมต่อกับมอเตอร์ของแต่ละแกน กับ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง และคอมพิวเตอร์

3.3 ระบบซอฟต์แวร์ของเครื่องซีเอ็นซี

ในระบบซอฟต์แวร์เราใช้โปรแกรม Mach3 ซึ่งเราต้องทำการ Calibrate เครื่องซีเอ็นซีให้ทุกแกน โดยทำเส้นอ้างอิง 1 เส้น เพื่อทำการวัดค่าระยะที่แกนเคลื่อนที่ที่ถูกต้องให้ได้ค่าที่เป็นจริง

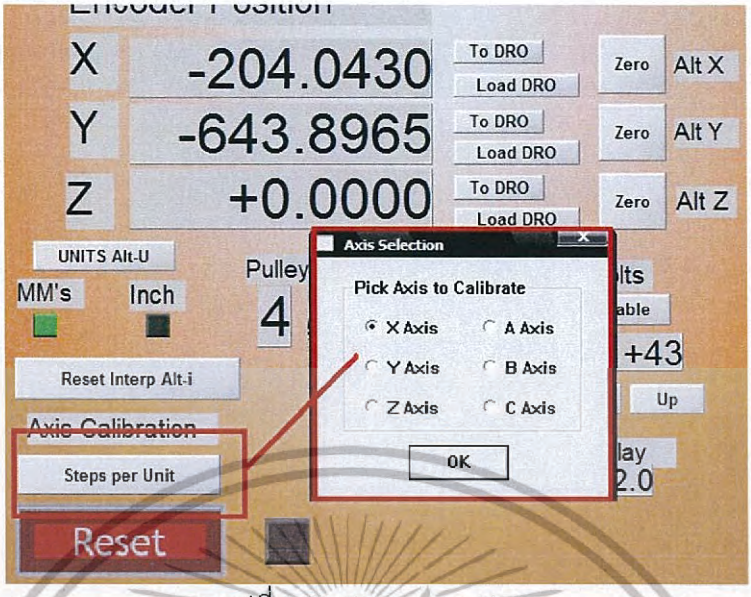
1. เปิดหน้าจอแสดงผล เลือก Settings Alt6 ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 Setting

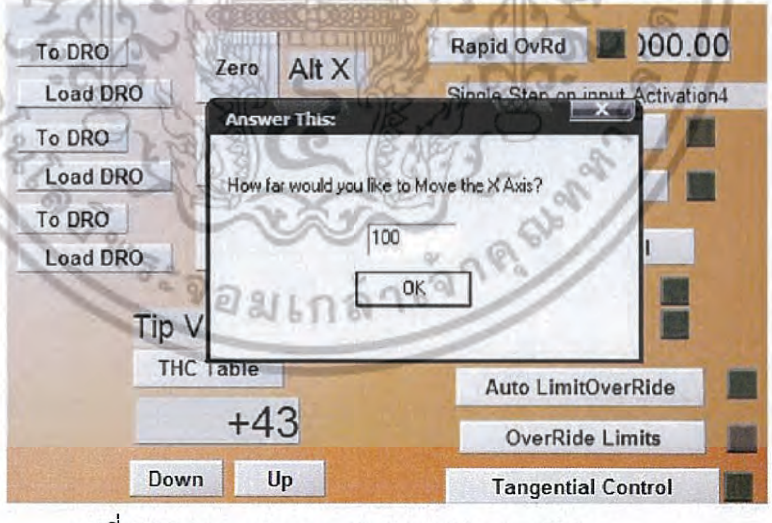
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือก Step per Unit



รูปที่ 3.31 Steps per Unit

3. เลือกแกนที่จะ Calibrate แกนที่ 1 เป็น แกน X จะมีช่องให้เติม How far would you like to Move the X Axis หรือ ต้องการให้เครื่องเดินไปยาวเท่าไหร่ เรากำหนดให้เครื่องเดิน 100 มิลลิเมตร แล้วกด OK แล้วกลับไปที่หน้า Program Run Alt-1



รูปที่ 3.32 How far would you like to Move

3.1 เครื่องซีเอ็นซีก็จะเดินไปในแกน X ที่ SCEEN 100 มิลลิเมตร และไปวัดค่าความยาวทเครื่องเดินไปจริงจากเส้นอ้างอิง ว่าเป็นเท่าไหร่

3.2 ในที่นี้ สมมุติให้เป็น วัดจริงได้ = 95 มิลลิเมตร แล้วกด OK MACH3 จะคำนวณค่า Stepperunit ที่ถูกต้อง ให้

3.3 จะได้ค่า 156.21155726316 Step per mm. กด YES เพื่อยอมรับค่า ที่คำนวณได้

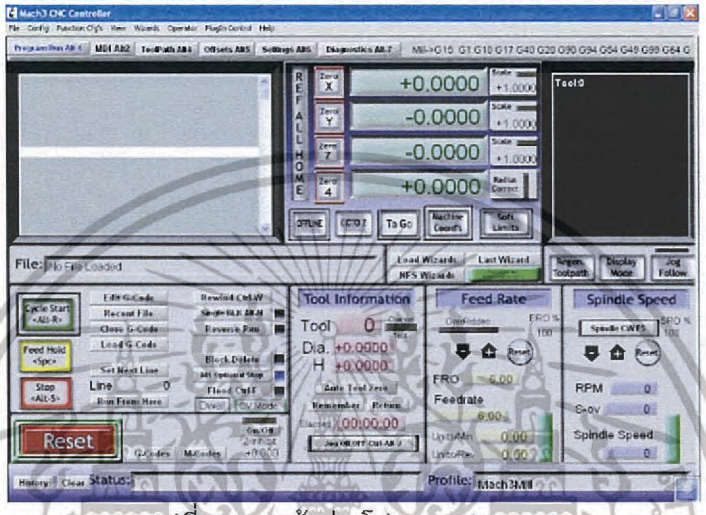
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบการเดินเครื่องซีเอ็นซีอีกครั้ง ด้วย MDI Alt 2 ป้อน G00 X100 แล้วกด Enter เครื่องซีเอ็นซีจะเดินไปตามขนาดจริง หาก ผิดพลาด ให้ทำขั้นตอนเดิม จนกว่าจะได้ขนาดที่ถูกต้อง

3.4 การทดสอบการเคลื่อนที่ของแกน X Y Z

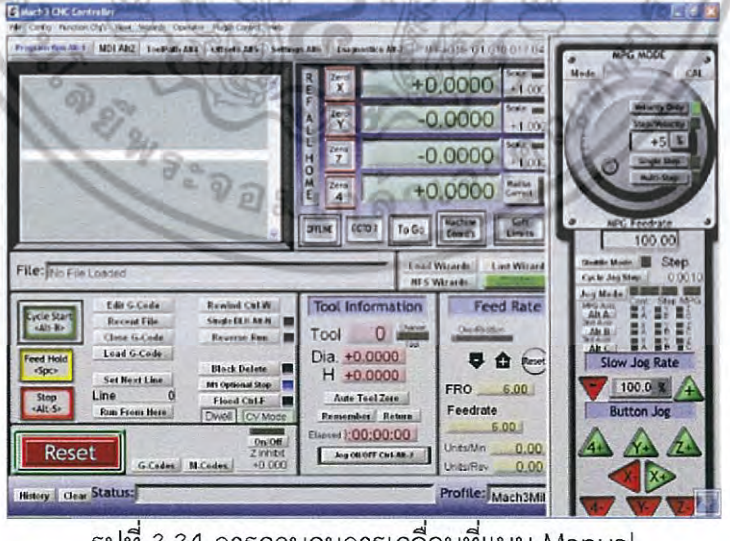
3.4.1.การทดสอบการเคลื่อนที่แบบระบบ Manual

3.4.1.1 เปิดโปรแกรม Mach3 จะแสดงดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 หน้าต่างโปรแกรม Mach3

3.4.1.2 เลือกTab บน Keyboardของ Computer จะแสดงดังรูปที่ 3.11



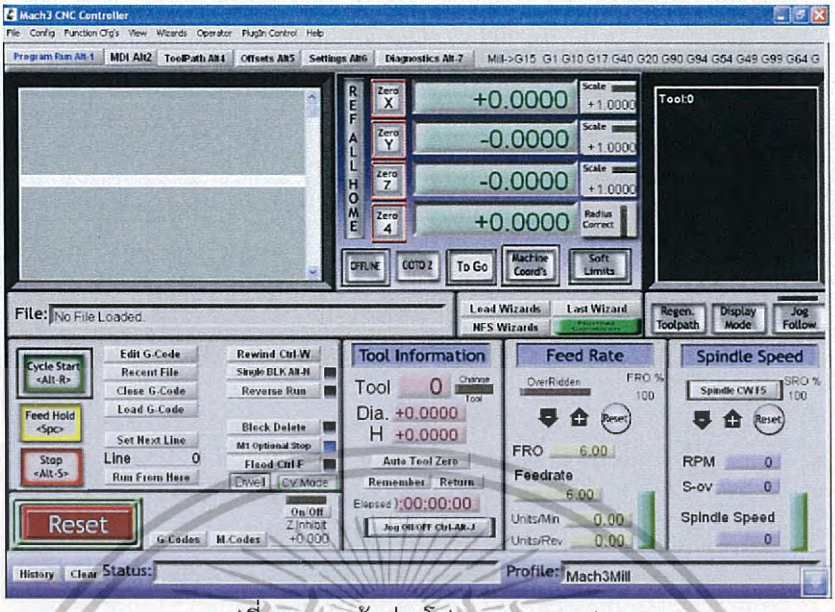
รูปที่ 3.34 การควบคุมการเคลื่อนที่แบบ Manual

3.4.1.3 เลือกX+,Y+,Z+ เพื่อทำให้แกนเคลื่อนที่ หาก เลือกX-,Y-,Z- จะเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้าม

3.4.2 การทดสอบการเคลื่อนที่ระบบ Auto

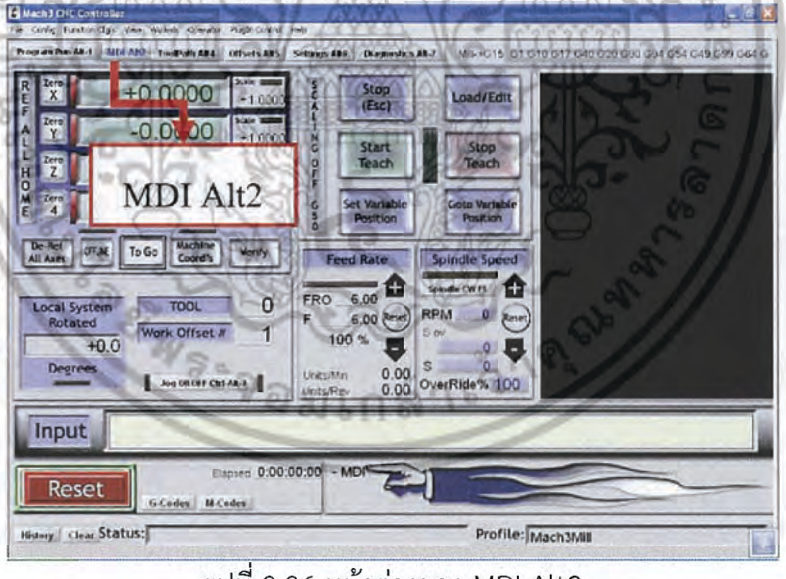
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.1 เปิดโปรแกรม Mach3 จะแสดงหน้าต่างของโปรแกรม



รูปที่ 3.35 หน้าต่างโปรแกรม Mach3

3.4.2.2 เลือกที่แถบด้านบน MDI Alt2 แสดงดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 หน้าต่างของ MDI Alt2

3.4.2.3 ในช่อง Input เราจะป้อน G-Code เข้าไป ตามด้วยระยะที่ต้องการเข้าไปในแกน X , Y , Z ดังตัวอย่างเช่น

แกน X : G00 X30 (นั้นแสดงว่าแกน X จะเคลื่อนที่ไป 30 มิลลิเมตร)

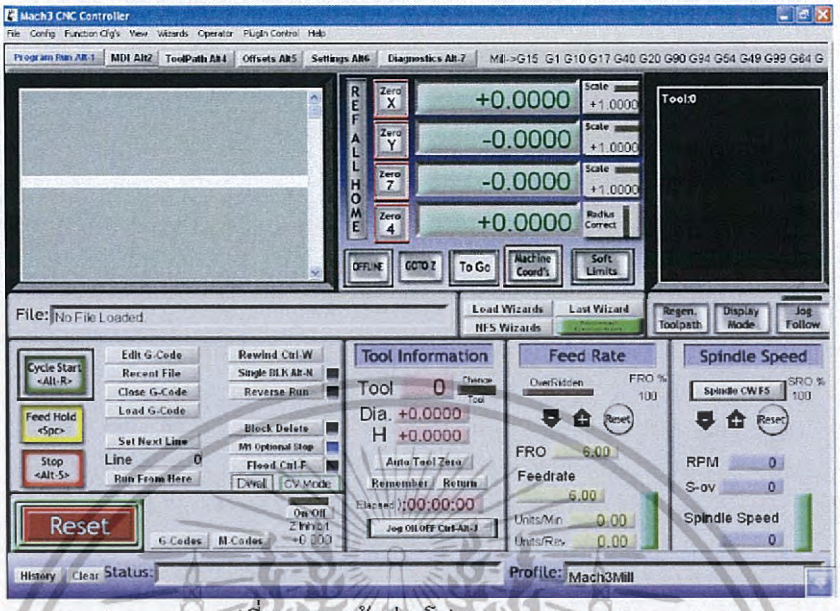
แกน Y : G00 Y50 (นั้นแสดงว่าแกน Y จะเคลื่อนที่ไป 50 มิลลิเมตร)

แกน Z : G00 Z10 (นั้นแสดงว่าแกน Z จะเคลื่อนที่ไป 10 มิลลิเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

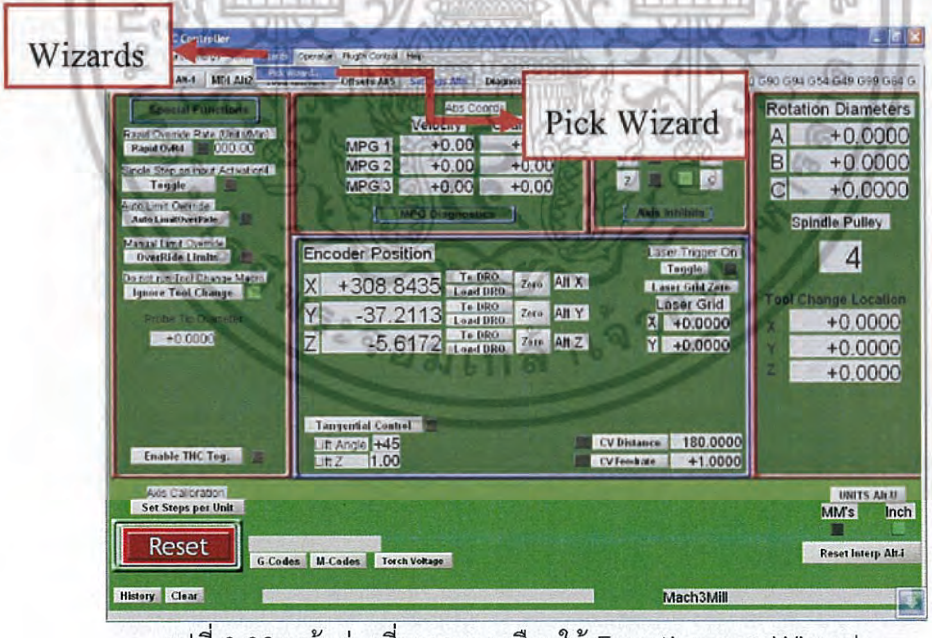
3.5 วิธีการทดสอบการเขียนตัวอักษร บนโปรแกรม Mach3

3.5.1 เปิดโปรแกรม Mach3 จะแสดงดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 หน้าต่างโปรแกรม Mach3

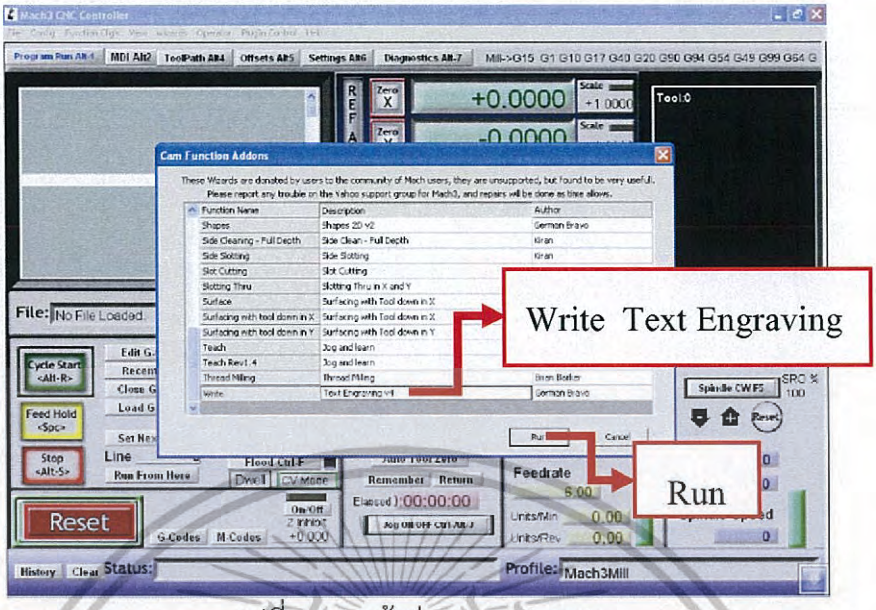
3.5.2. เลือกWizards และเลือก Pick Wizards



รูปที่ 3.38 หน้าต่างที่แสดงการเลือกใช้ Function ของ Wizards

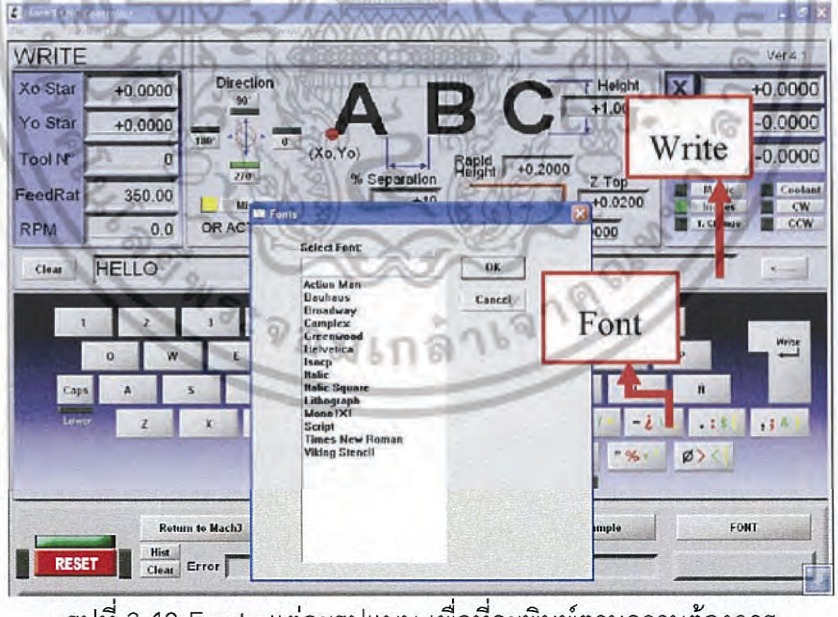
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 เลือก Write Text Engraving



รูปที่ 3.39 หน้าต่างของ Wizards

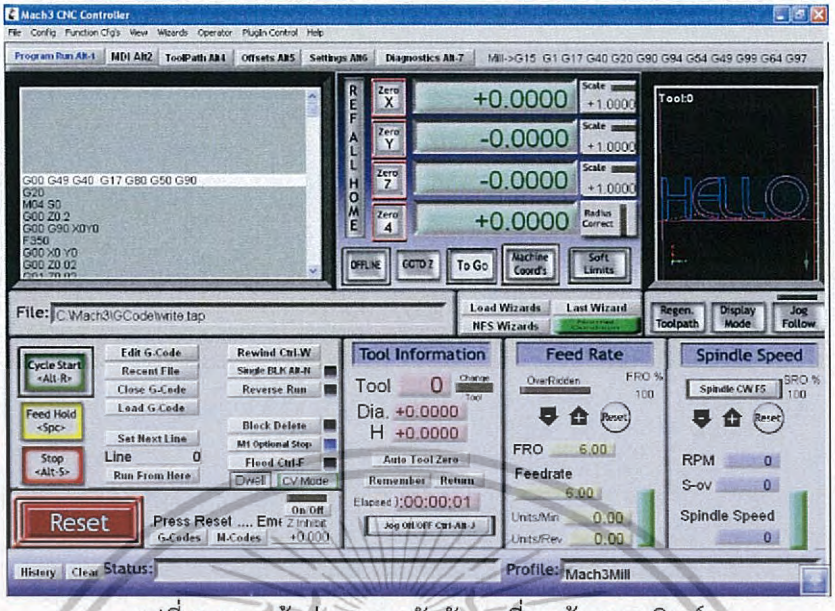
3.5.4 เมื่อ Run จะปรากฏหน้าต่าง ซึ่งเราสามารถเลือกตัวอักษรที่ต้องการได้ และ สามารถเลือก Fonts ที่ต้องการได้



รูปที่ 3.40 Fonts แต่ละรูปแบบ เพื่อที่จะพิมพ์ตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 เลือก Write จะแสดงผลดังรูป 3.41

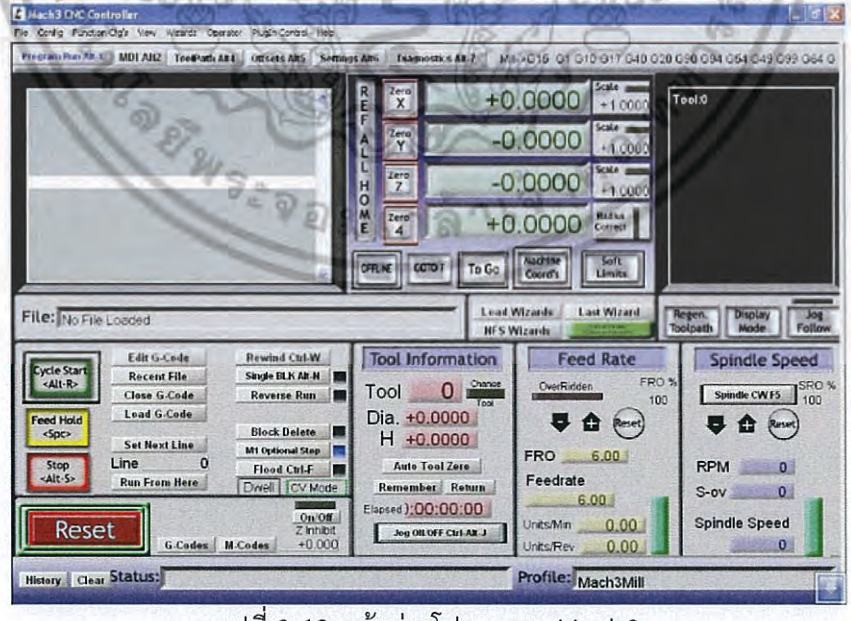


รูปที่ 3.41 หน้าต่างแสดงตัวอักษรที่เราต้องการพิมพ์

3.5.6 เลือกCycle Start <Alt R> โปรแกรมจะทำการพิมพ์ตามที่เราต้องการ

3.6 การทดสอบการกลึงชิ้นงาน ของโปรแกรม Mach3

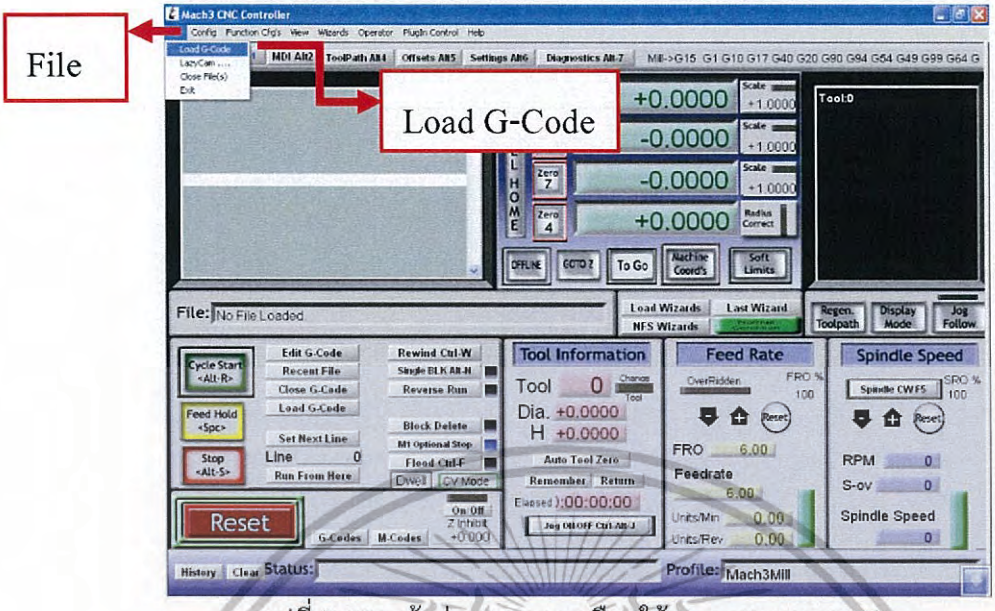
3.6.1 เปิดโปรแกรม Mach3 จะแสดงดังรูปที่ 3.42



รูปที่ 3.42 หน้าต่างโปรแกรม Mach3

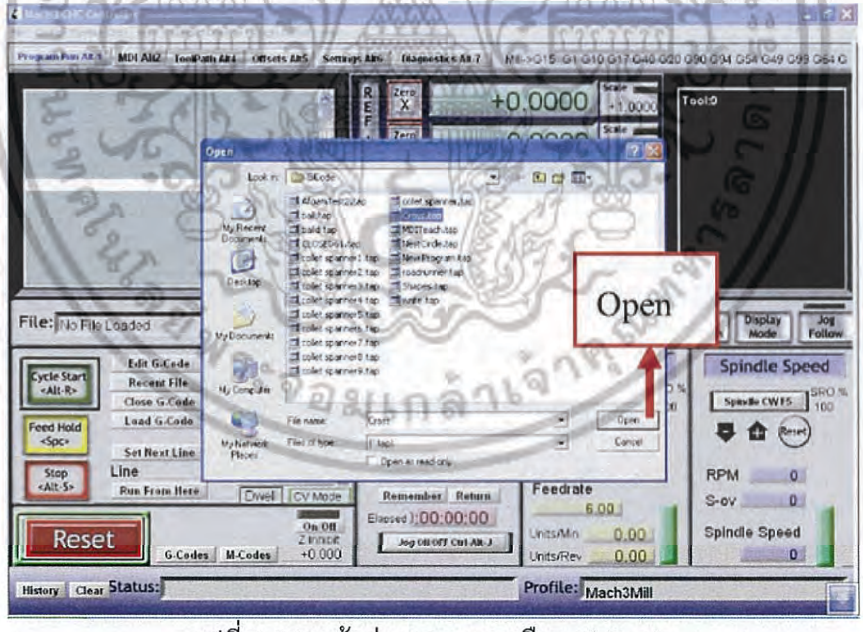
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 เลือกFile และเลือก Load G-Code จะแสดงดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 หน้าต่างแสดงการเลือกใช้ Function ของ File

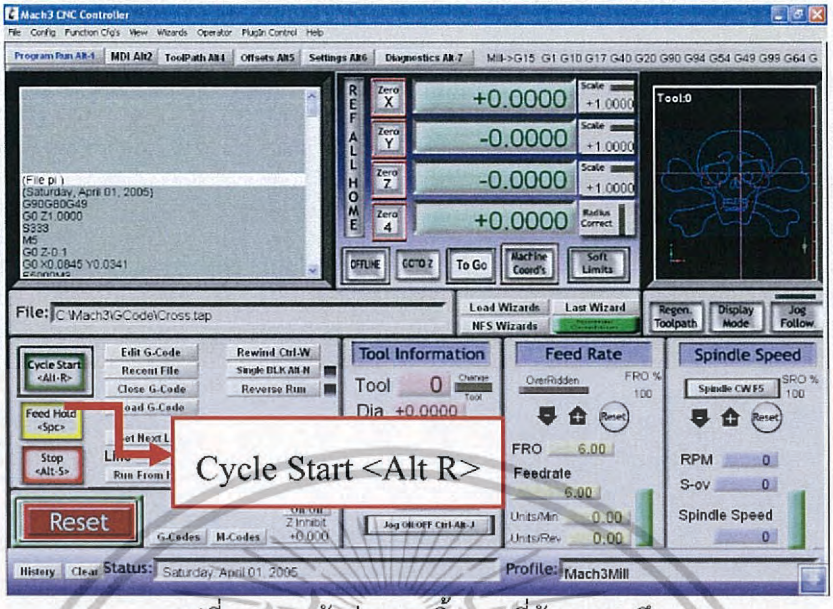
3.6.3 เลือก File ที่ต้องการที่จะกลึง เลือกOpen



รูปที่ 3.44 หน้าต่างแสดงการเลือก G-Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

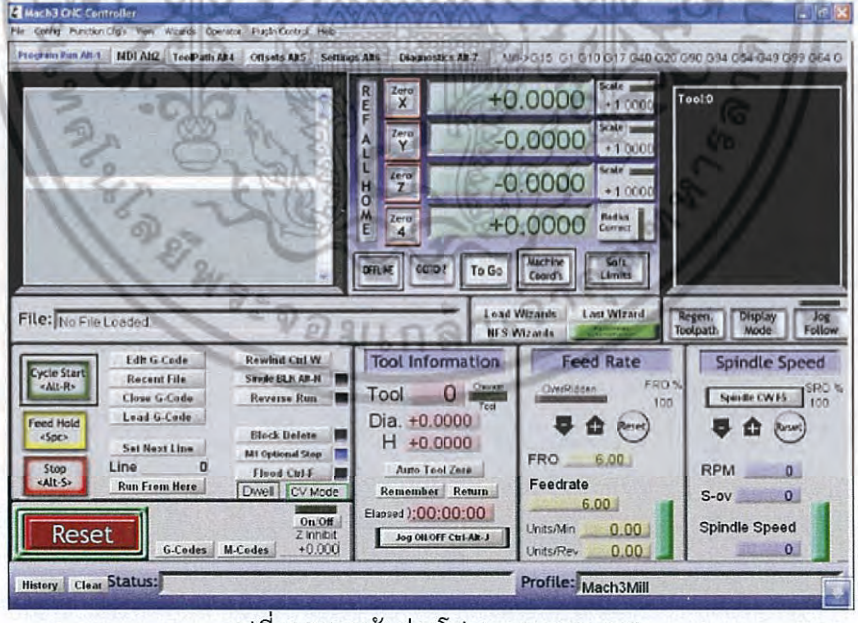
3.6.4 ปรากฏหน้าต่างโปรแกรม เลือกCycle Start <Alt R>



รูปที่ 3.45 หน้าต่างของชิ้นงานที่ต้องการกลึง

3.7 การแปลงFile เป็น G-Code

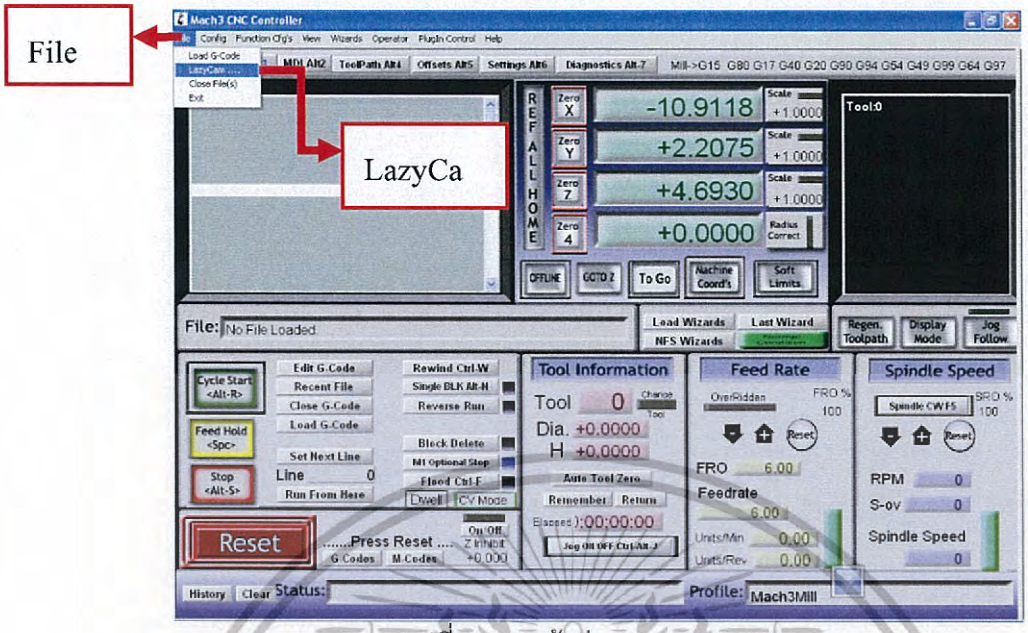
3.7.1 เปิดโปรแกรม Mach3 จะแสดงดังรูปที่ 3.46



รูปที่ 3.46 หน้าต่างโปรแกรม Mach3

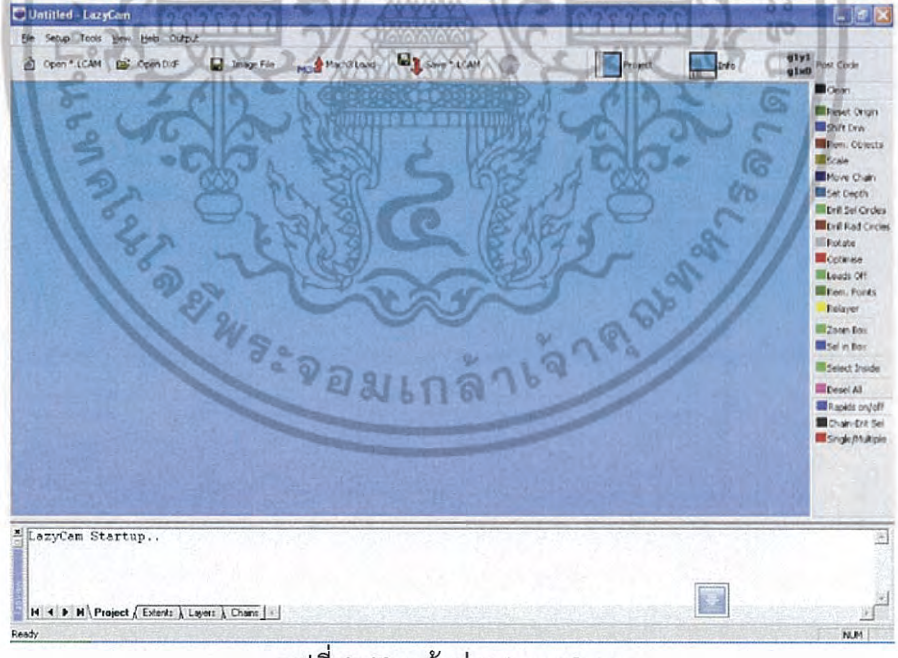
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 เลือก Function File เลือก LazyCamดังแสดงในรูปที่ 3.47



รูปที่ 3.47 หน้าต่าง Function File

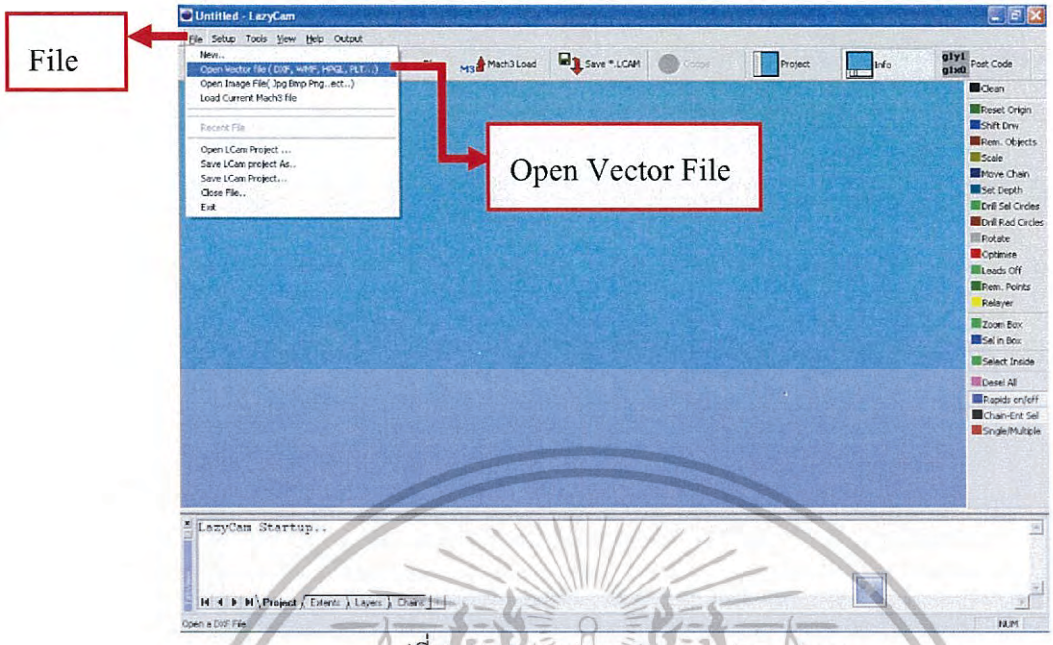
3.7.3 หน้าต่างโปรแกรม LazyCam แสดงดังรูปที่ 3.48



รูปที่ 3.48 หน้าต่าง LazyCam

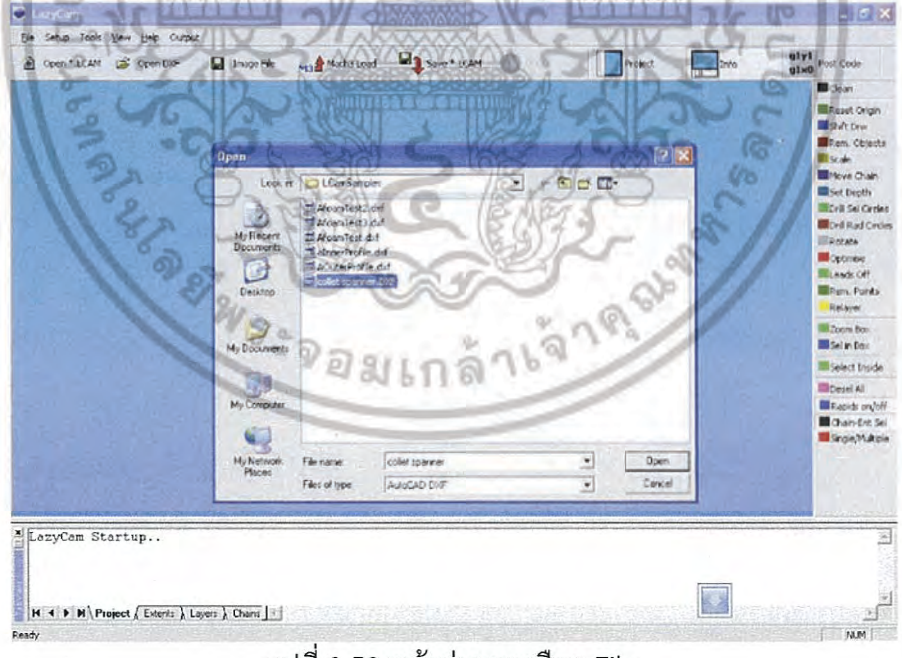
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.4 เลือก File และ เลือก “ Open Vector File” แสดงดังรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.49 Function File ของ LazyCam

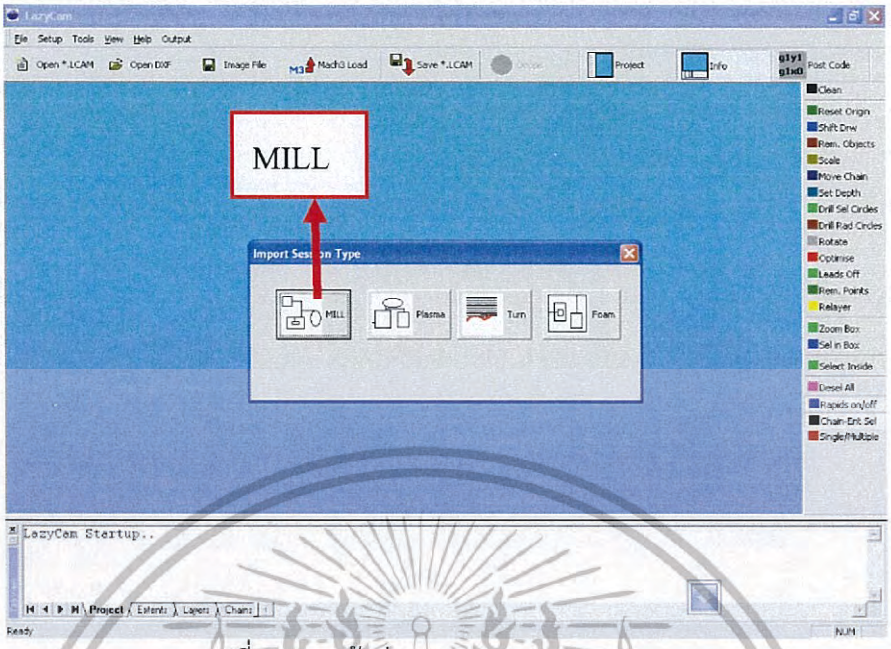
3.7.5 เลือก File ที่ต้องการ และเลือก Open จะแสดงในรูปที่ 3.50



รูปที่ 3.50 หน้าต่างการเลือก File

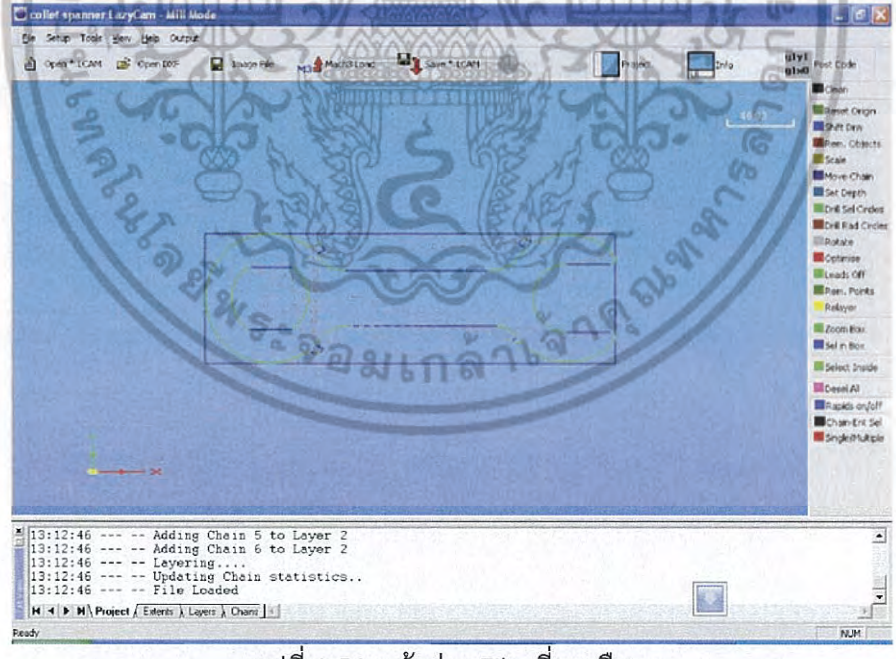
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.6 เมื่อเลือก Open จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.51 เลือกคำสั่ง MILL



รูปที่ 3.51 หน้าต่าง Import Session Type

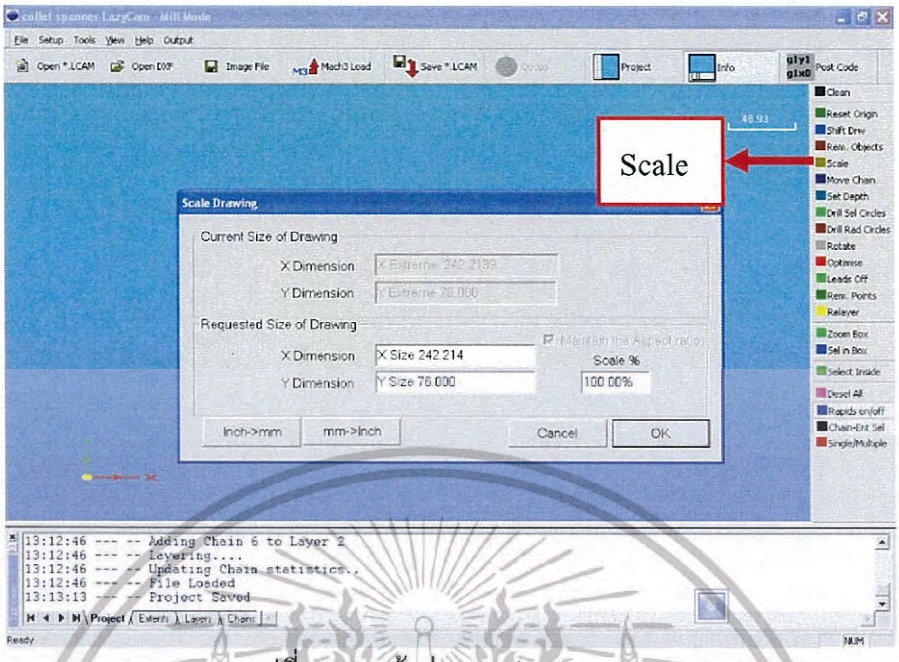
3.7.7 แสดง File ที่ต้องการที่จะแปลงเป็น G-Code แสดงดังรูปที่ 3.52



รูปที่ 3.52 หน้าต่าง File ที่เราเลือก

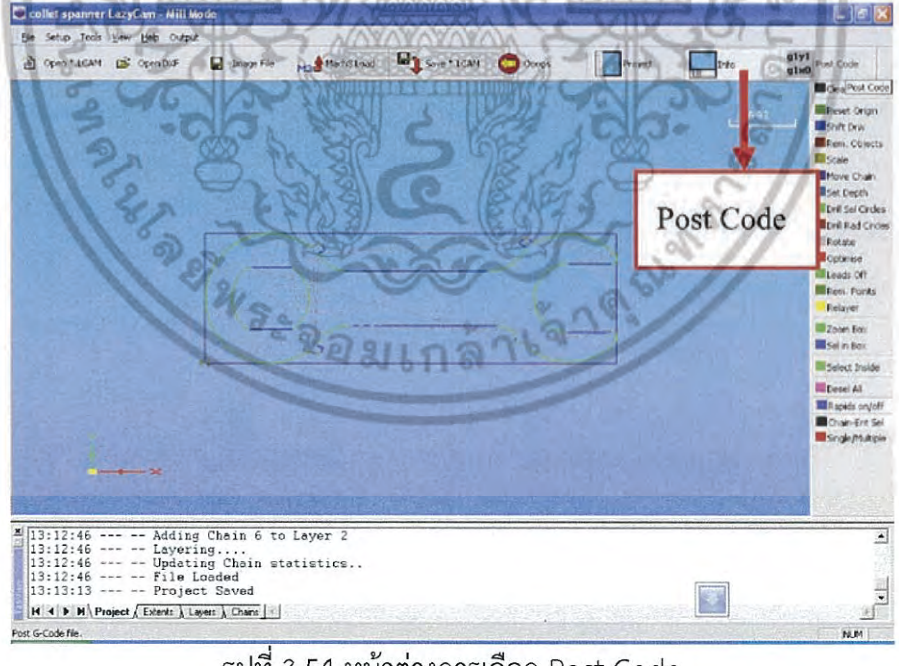
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.8 เลือก Scale จะปรากฏหน้าต่าง Scale Drawing สามารถปรับขนาดได้ดังรูปที่ 3.53



รูปที่ 3.53 หน้าต่าง Scale Drawing

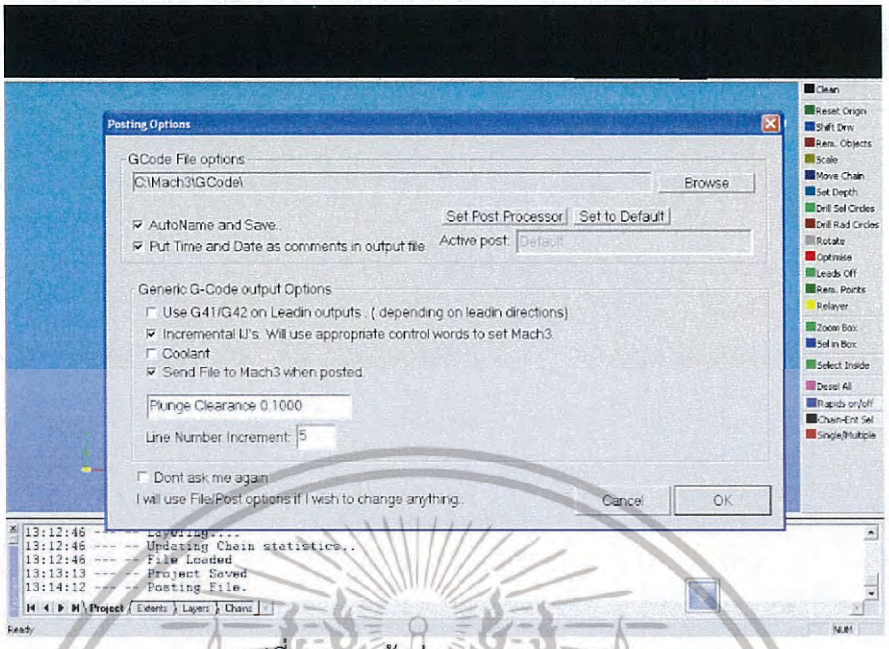
3.7.9 ปรากฏหน้าต่างโปรแกรม เลือก Post Code แสดงดังรูปที่ 3.54



รูปที่ 3.54 หน้าต่างการเลือก Post Code

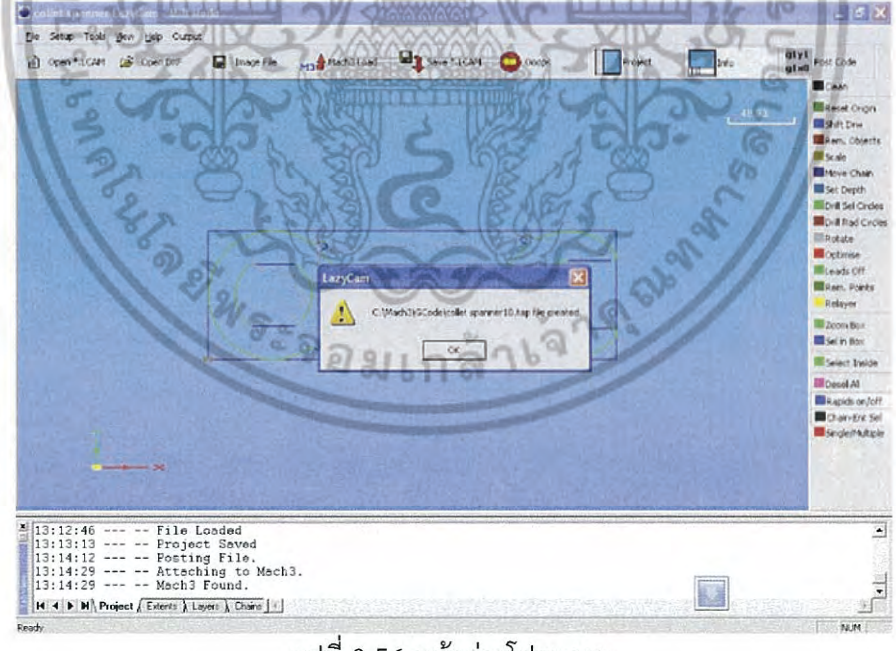
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.10 แสดงหน้าต่าง Posting Option เลือก OK ดังรูปที่ 3.55



รูปที่ 3.55 หน้าต่าง Posting Option

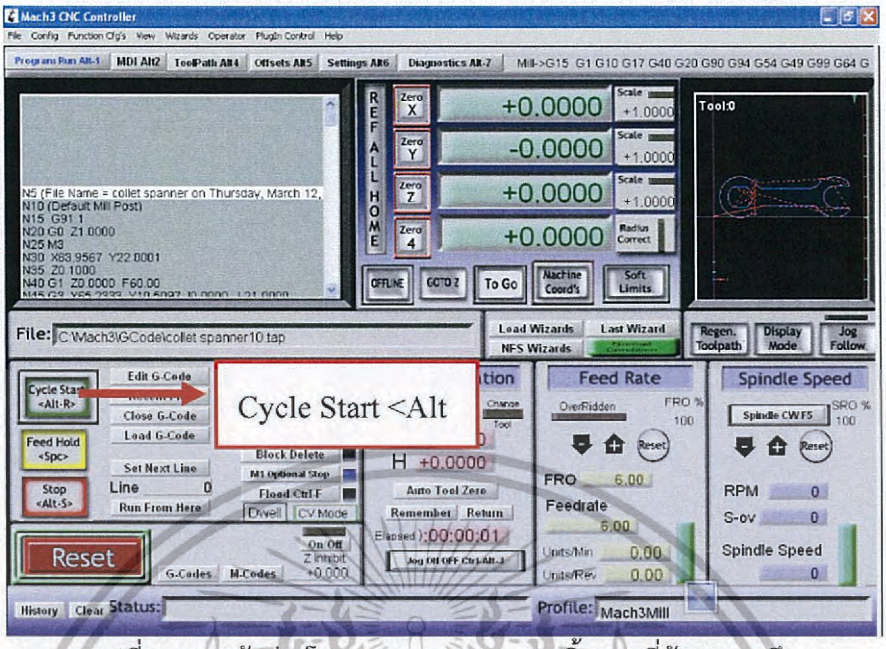
3.7.11 แสดงหน้าต่างโปรแกรม เลือก OK ดังรูปที่ 3.56



รูปที่ 3.56 หน้าต่างโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.12 ปรากฏหน้าต่างโปรแกรม Mach3 เลือกCycle Start <Alt R> แสดงดังรูปที่ 3.57



รูปที่ 3.57 หน้าต่างโปรแกรม Mach3 และชิ้นงานที่ต้องการกลึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองของเครื่องซีเอ็นซี

4.1 ผลการทดลอง Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในระยะที่กำหนด

4.1.1 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X (ระยะเคลื่อนที่ 10.00 เซนติเมตร)

ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X (ระยะเคลื่อนที่ 10.00 เซนติเมตร)		
การทดลอง	ระยะที่เคลื่อนที่ ในแนวแกน X	
	โปรแกรม (เซนติเมตร)	เครื่อง (เซนติเมตร)
1	10.00	10.10
2	10.00	10.00
3	10.00	10.00
เฉลี่ย	10.00	10.03
ค่าความคลาดเคลื่อน		0.30 %

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X (ระยะเคลื่อนที่ 20.00 เซนติเมตร)

ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X (ระยะเคลื่อนที่ 20.00 เซนติเมตร)		
การทดลอง	ระยะที่เคลื่อนที่ ในแนวแกน X	
	โปรแกรม (เซนติเมตร)	เครื่อง (เซนติเมตร)
1	20.00	20.00
2	20.00	20.00
3	20.00	19.90
เฉลี่ย	20.00	19.97
ค่าความคลาดเคลื่อน		0.15 %

จากผลการทดลอง Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในระยะที่กำหนด เป็นระยะทาง 10.00 เซนติเมตร และ 20.00 เซนติเมตร ในแนวแกน X โดยทดลองจำนวน 3 ครั้ง ผลที่ได้จากการทดลองโดยมีค่าเฉลี่ยดังนี้ ระยะทาง 10.00 เซนติเมตร เคลื่อนที่ได้ 10.03 เซนติเมตร ระยะทาง 20.00 เซนติเมตร เครื่องที่ได้ ระยะทาง 19 .97 เซนติเมตร ตามลำดับ และผลการทดลองมีค่าความคาดเคลื่อนคือ ระยะทาง 10.00 เซนติเมตรเท่ากับ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ระยะทาง 20.00 เซนติเมตร เท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y (ระยะเคลื่อนที่ 10.00 เซนติเมตร)

ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y (ระยะเคลื่อนที่ 10.00 เซนติเมตร)		
การทดลอง	ระยะที่เคลื่อนที่ ในแนวแกน Y	
	โปรแกรม (เซนติเมตร)	เครื่อง (เซนติเมตร)
1	10.00	10.10
2	10.00	10.00
3	10.00	10.10
เฉลี่ย	10.00	10.06
ค่าความคลาดเคลื่อน		0.60 %

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y (ระยะเคลื่อนที่ 20.00 เซนติเมตร)

ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y (ระยะเคลื่อนที่ 20.00 เซนติเมตร)		
การทดลอง	ระยะที่เคลื่อนที่ ในแนวแกน Y	
	โปรแกรม (เซนติเมตร)	เครื่อง (เซนติเมตร)
1	20.00	20.10
2	20.00	20.20
3	20.00	20.20
เฉลี่ย	20.00	20.16
ค่าความคลาดเคลื่อน		0.80 %

จากผลการทดลอง Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในระยะที่กำหนด เป็นระยะทาง 10.00 เซนติเมตร และ 20.00 เซนติเมตร ในแนวแกน Y โดยทดลองจำนวน 3 ครั้ง ผลที่ได้จากการทดลองโดยมีค่าเฉลี่ยดังนี้ ระยะทาง 10.00 เซนติเมตร เคลื่อนที่ได้ 10.66 เซนติเมตร ระยะทาง 20.00 เซนติเมตร เครื่องที่ได้ ระยะทาง 19 .97 เซนติเมตร ตามลำดับ และผลการทดลองมีค่าความคาดเคลื่อนคือ ระยะทาง 10.00 เซนติเมตรเท่ากับ 0.60 เปอร์เซ็นต์ ระยะทาง 20.00 เซนติเมตร เท่ากับ 0.80 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z (ระยะเคลื่อนที่ 05.00 เซนติเมตร)

ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z (ระยะเคลื่อนที่ 05.00 เซนติเมตร)		
การทดลอง	ระยะที่เคลื่อนที่ ในแนวแกน Z	
	โปรแกรม	เครื่อง
1	05.00	04.90
2	05.00	04.90
3	05.00	05.00
เฉลี่ย	05.00	04.94
ค่าความคลาดเคลื่อน		1.20 %

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z (ระยะเคลื่อนที่ 10.00 เซนติเมตร)

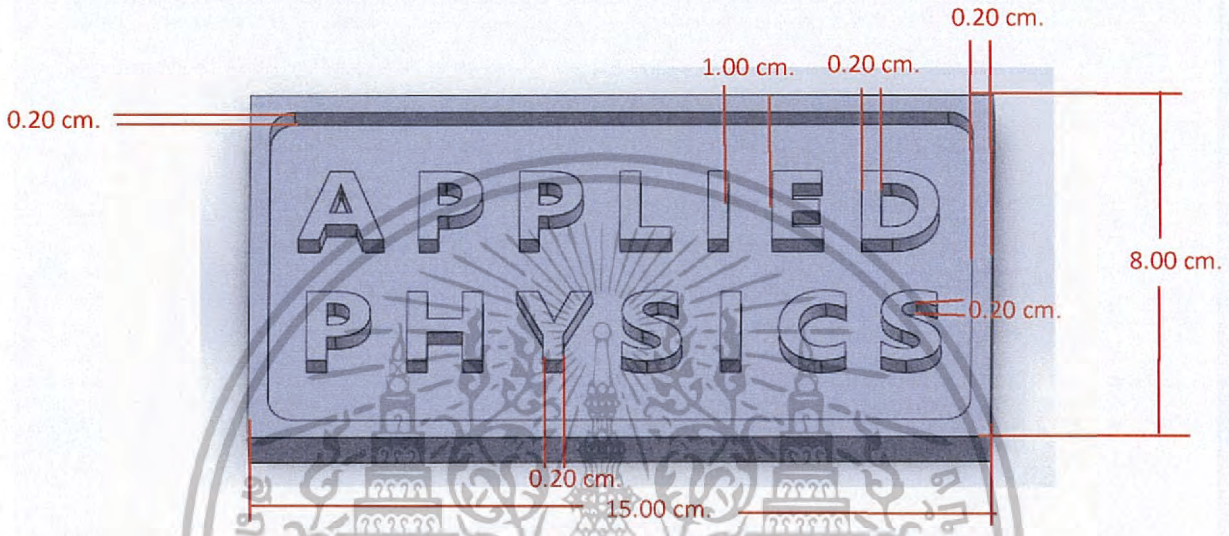
ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z (ระยะเคลื่อนที่ 10.00 เซนติเมตร)		
การทดลอง	ระยะที่เคลื่อนที่ ในแนวแกน Z	
	โปรแกรม (เซนติเมตร)	เครื่อง (เซนติเมตร)
1	10.00	09.80
2	10.00	09.90
3	10.00	09.90
เฉลี่ย	10.00	09.87
ค่าความคลาดเคลื่อน		1.30 %

จากผลการทดลอง Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในระยะที่กำหนด เป็นระยะทาง 05.00 เซนติเมตร และ 10.00 เซนติเมตร ในแนวแกน Y โดยทดลองจำนวน 3 ครั้ง ผลที่ได้จากการทดลองโดยมีค่าเฉลี่ยดังนี้ ระยะทาง 05.00 เซนติเมตร เคลื่อนที่ได้ 04.94 เซนติเมตร ระยะทาง 10.00 เซนติเมตร เครื่องที่ได้ ระยะทาง 09 .87 เซนติเมตร ตามลำดับ และผลการทดลองมีค่าความคาดเคลื่อนคือ ระยะทาง 05.00 เซนติเมตรเท่ากับ 1.20 เปอร์เซ็นต์ ระยะทาง 10.00 เซนติเมตร เท่ากับ 1.30 เปอร์เซ็นต์

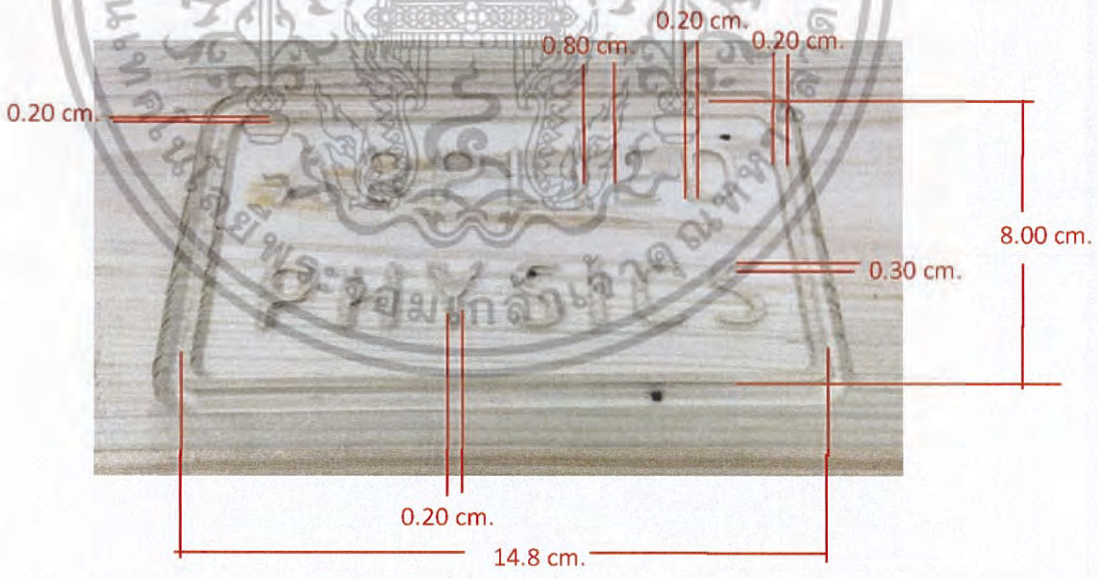
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง โดยวิธีการสร้างชิ้นงานโดยการเจาะชิ้นงานเป็นรูปร่างตามที่กำหนด

จากการสร้างชิ้นงานดังรูปที่ 4.1 เป็นการเขียนตัวอักษรพร้อมกรอบ ซึ่งมีขนาดตัวอักษร 0.20 เซนติเมตร สูง 0.20 เซนติเมตร ตัวอักษรห่างกัน 1.00 เซนติเมตร และกรอบ กว้าง 8.00 เซนติเมตร ยาว 15.00 เซนติเมตร ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.2 ซึ่งพบว่าขนาดตัวอักษร 0.20 เซนติเมตร สูง 0.30 เซนติเมตร ตัวอักษรห่างกัน 0.80 เซนติเมตร และกรอบ กว้าง 8.00 เซนติเมตร ยาว 14.8เซนติเมตร มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 8.91 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.1 ออกแบบชิ้นงาน



รูปที่ 4.2 ชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้ได้ทำการสร้างเครื่องซีเอ็นซี ขึ้นโดยใช้โปรแกรม March 3 เป็นซอฟแวร์ที่ใช้ควบคุมเครื่องซีเอ็นซี โดยมีส่วนประกอบต่างๆ อาทิเช่น แหล่งจ่ายไฟ , คอมพิวเตอร์ , Driver stepper control , Motor stepper , Router เจาะชิ้นงาน และ แกนต่างๆ ในการขับเคลื่อน ซึ่งส่วนประกอบต่างๆนั้นได้เป็นที่ยอมรับและมีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด โดยมีการทดสอบแล้วว่ามีคุณภาพเหมาะสมกับงานวิจัย โดยการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี สามารถสร้างชิ้นงานโดยการทำเป็นตัวอักษร และ กัดชิ้นงานตามที่ผู้ใช้ต้องการ

ในการทดลองการสร้างชิ้นงานของเครื่องซีเอ็นซี โดยมีการทดลองด้วยกัน 2 แบบ คือการทดลองค่า Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในแนวแกน X , Y , Z ในระยะที่กำหนดคือ 10 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร โดยมีคลาดเคลื่อน คือ แกน X ระยะ 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร เท่ากับ 0.3 เปอร์เซ็นต์ 0.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แกน Y ระยะ 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร เท่ากับ 0.60 เปอร์เซ็นต์ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แกน Z ระยะ 5 เซนติเมตร 10 เซนติเมตร เท่ากับ 1.20 เปอร์เซ็นต์ 1.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการสร้างชิ้นงานโดยการเจาะชิ้นงานเป็นรูปร่างตามที่กำหนด โดยผลการทดลองค่าความคลาดเคลื่อนได้เท่ากับ 8.91 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถลดเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนได้จากการแก้ไขส่วนประกอบที่เป็น Mechanic เช่นแกนต่างๆ ส่วนที่เป็นกลไกสำหรับการขับเคลื่อน และตั้งค่าโปรแกรม

นอกจากนี้ในสร้างชิ้นงานจากเครื่องซีเอ็นซี สามารถพัฒนาได้หลายรูปแบบ โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ Router อาทิเช่น หัวเลเซอร์ หัวกัดอื่นๆ เพื่อเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นงานในแบบต่างๆที่ผู้ใช้ต้องการ เพื่อเพิ่มความหลากหลายของการใช้งานเครื่องซีเอ็นซี

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับเครื่องซีเอ็นซีเครื่องนี้ สามารถใช้งานได้เพียงแค่เบื่องต้นหรือเป็นเพียงเครื่องต้นแบบก่อน เช่น งานกัดไม้ให้เป็นตัวอักษร เจาะรู เป็นต้น แต่ยังจะสามารถพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถใช้ในงานกัดอื่นๆได้นอกจากงานไม้ เช่น การเพิ่มตัว Spindle จะทำให้การเจาะและกันดีขึ้น เพื่อที่จะสามารถกัดอลูมิเนียมได้ และสามารถพัฒนาให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น เพื่อให้ได้ระยะการทำงานที่มากขึ้น แต่เครื่องนี้จะช่วยให้เข้าใจถึงระบบการทำงานและซอฟแวร์ที่ใช้ในการทำงานเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเบื่องต้นก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Joomla, CNC, Plant Division 2 Directorate of Armament [cited 2015 Nov 4], Available from:http://www.rtafshooting.com/arm/index.php?option=com_content&view=article&id=85:cnc--&catid=38:-2

[2] Aittipon chitthong, Computer Numerical Control; 1 Aug 2013 [cited 2015 Nov 4], Available from: http://com-03.blogspot.com/2012/08/cnc.html

[3] ผศ.สุจิน สุนีย์, เอกสารประกอบการเรียนรู้การใช้งาน เครื่องกัด CNC และเครื่องกลึง CNC, หน่วย 3 โปรแกรมควบคุมการทำงาน, Faculty of Engineering, RMUTT; 20 Apr 2013, [cited 2015 Nov 4], Available from: http://www.teched.rmutt.ac.th/wpcontent/uploads/2013/05/5-%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%A2-3-%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%9A%E0%B8%84%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99.pdf

[4] Mini CNC User Guide,บริษัท เซอร์โววิชชั่น จำกัด ; 3 Oct 2005, [cited 2015 Nov 4] Available from: http://www.servovision.com/MiniCNC/download/Mini%20CNC1.pdf

[5] Jinan Penn, CNC router 3-axis, Jinan Penn CNC Machine CO.,Ltd., © 2015 All rights reserved, [cited 2015 Nov 4] Available from: http://www.directindustry.com/prod/jinan-penn-cnc-machine-co-ltd/product-79393-808317.html

[6] Admin, ระบบควบคุมเครื่องกัดอัตโนมัติ, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, [cited 2015 Nov 5] Available from: http://www.9engineer.com/index.php?m=news&a=print&news_id=63

[7] Art Fenerty and John Prentice, Using Mach3Mill, Mach Developers Network (MachDN), USA, © 2003/4/5/6 [cited 2015 Nov 5] Available from: http://www.machsupport.com/wp-content/uploads/2013/02/Mach3Mill_1.84.pdf

[8] Software&DownloadsMach3, USA, Newfangled Solutions LLC , ©2015 [cited 2015 Nov 6] Available from: http://www.machsupport.com/

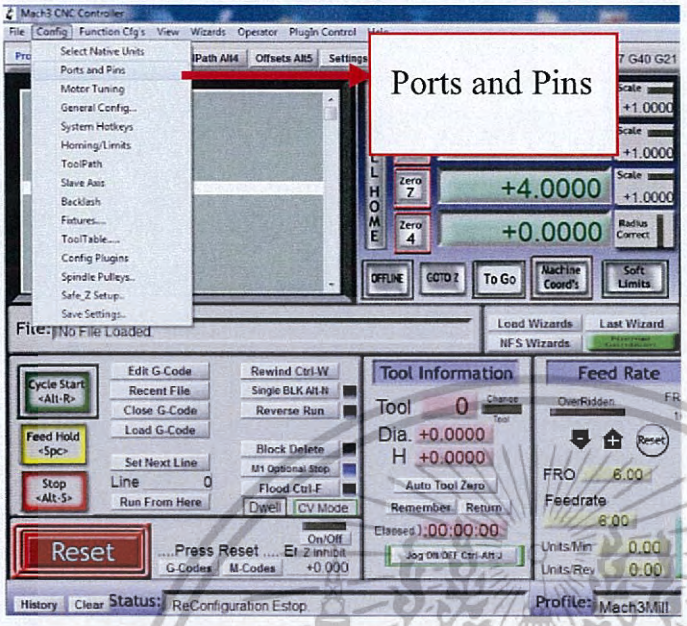
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

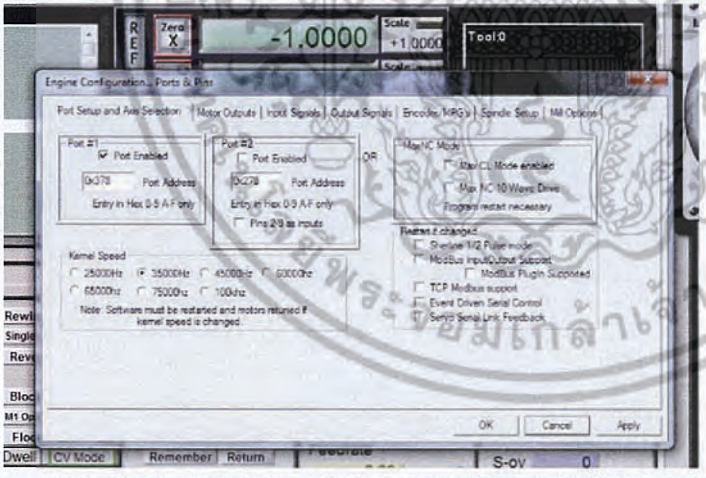
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

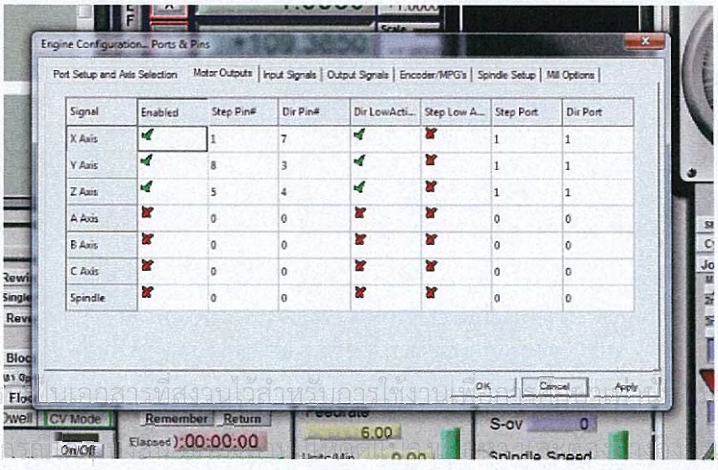
การตั้งค่าโปรแกรมเริ่มต้นก่อนการใช้งาน

เลือก Config > Ports and Pins

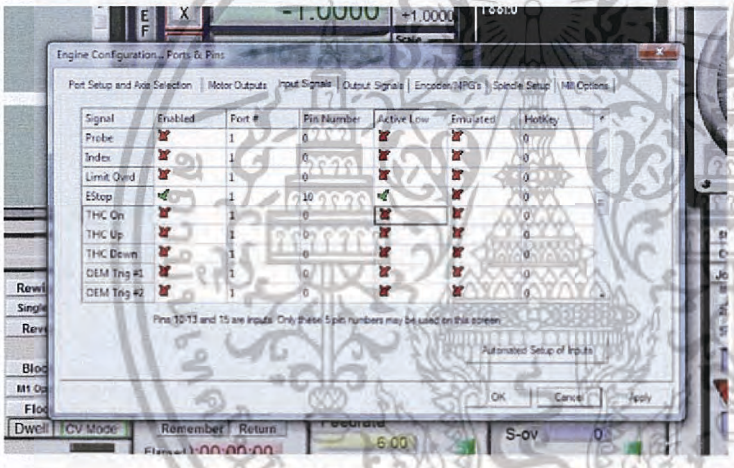


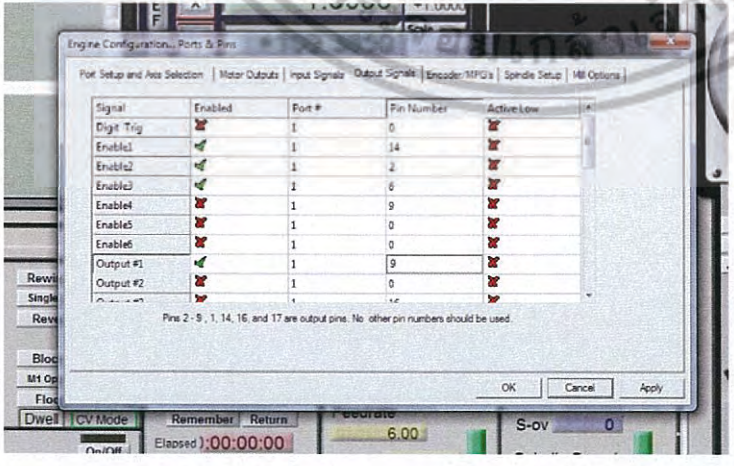
ตั้งค่าตามภาพ



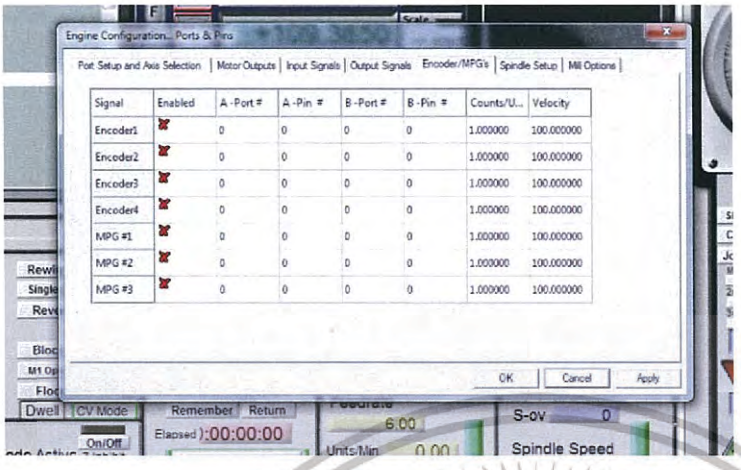


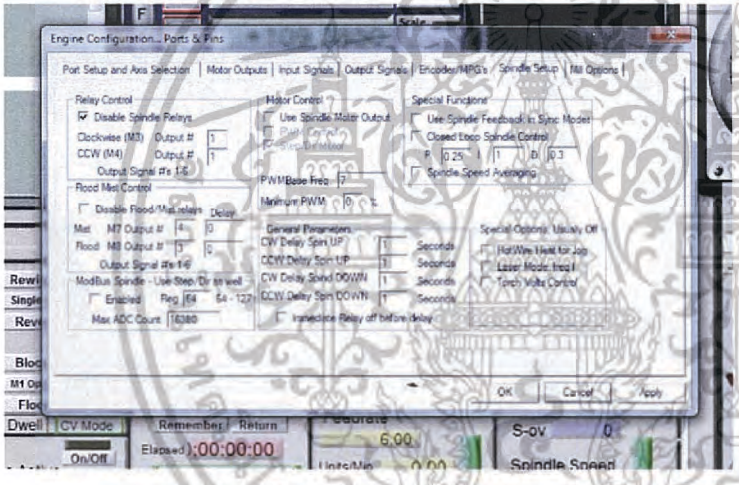
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่ายต่อ ก่อนได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

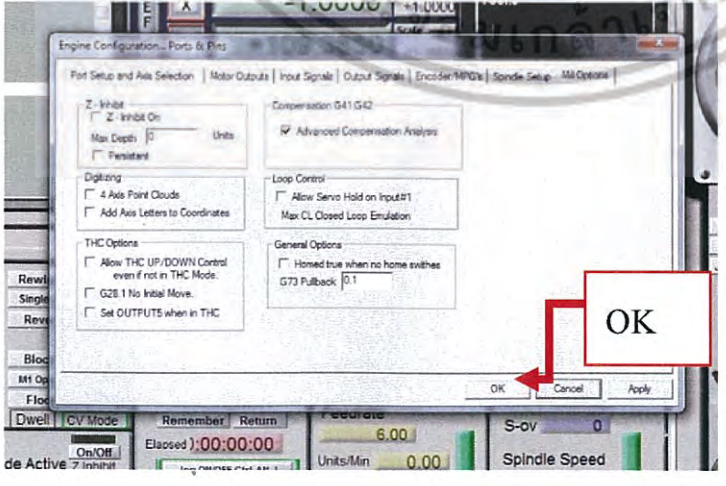




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้