เครื่องซีเอ็นซี

COMPUTER NUMERICAL CONTROL MACHINE

ลิขิต ศรีแก้ว
อภิสิทธิ์ พลพันธุ์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เครื่องซีเอ็นซี
COMPUTER NUMERICAL CONTROL MACHINE

ลิขิต ศรีแก้ว
อภิสิทธิ์ พลพันธุ์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER NUMERICAL CONTROL MACHINE

Mr. LIKIT SRIKAEW
Mr. APISIT PONPAN

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREEOF BACHELOR OF SCIENE
IN APPLIED PHYSICS
DEPARTMENT OF PHYSICS
FACULTY OF SCIENCE
KING MOUNGKUT S INSTITUTE OF TECHONOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ เครื่องซีเอ็นซี
COMPUTER NUMERICAL CONTROL MACHINE

ชื่อนักศึกษา นายลิขิต ศรีแก้ว รหัสนักศึกษา 54050586
นายอภิสิทธิ์ พลพันธุ์ รหัสนักศึกษา 54050632

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต ฟิสิกส์ประยุกต์

ภาควิชา ฟิสิกส์

ปีการศึกษา 2557

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.วิชิต ศิริโชติ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตฟิสิกส์ประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.กาจปัญญา สุวรรณสุโข	
อ. ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง	
อ. ภูมินทร์ จินดาจิธาวัฒน์	
รศ.วิชิต ศิริโชติ	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	เครื่องซีเอ็นซี
นักศึกษา	นาย ลิขิต ศรีแก้ว รหัสนักศึกษา 54050586
	นาย อภิสิทธิ์ พลพันธุ์ รหัสนักศึกษา 54050632
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต ฟิสิกส์ประยุกต์
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2557
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.วิชิต ศิริโชติ

บทคัดย่อ

เครื่อง CNC 3 แกน สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับงานทางด้านไม้ แต่ละแกนจะประกอบไปด้วย ลีดสกรูที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ NEMA23 แกนZ จะติดตั้งโดยใช้ เราเตอร์ Maktec รุ่น MT370 มีดอกกัดขนาด 1/16 นิ้ว มอเตอร์แต่ละแกนจะถูกควบคุมโดยบอร์ด TB6560 บอร์ดควบคุมเชื่อมต่อผ่านพอร์ตปรี้นเตอร์โดยมีโปรแกรม March3 เป็นตัวควบคุมการทำงาน จากการทดลองเคลื่อนที่ไป-กลับในแนวแกน X,Y,Zพบว่า มีความคลาดเคลื่อน 7.6 % , 7.2% และ 8.6 % ตามลำดับและได้ทดสอบกัดตัวอักษรและรูปภาพลงบนไม้

คำสำคัญ : Computer Numerical Control Machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	COMPUTER NUMERICAL CONTROL MACHINE
Name	Mr. LIKIT SRIKAEW STUDENT ID 54050586
	Mr. APISIT PONPAN STUDENT ID 54050632
Degree	Bachelor of Science in Applied Physics
Department	Physics
Academic Year	2557
Special Project Advisor	Assoc. Prof. Wichit Sirichot

Abstract

A 3-axis Computer Numerical Control (CNC) machine has been developed for wood working applications. Each axis was made with lead screw feeder coupling with NEMA23 stepping motor. The Z axis installed the Maktec Router with 1/32 inches router bit. The driver board is TB6560 based stepping motor driver board. The driver board connects PC using printer port. The CNC machine was controlled by March 3 software. The CNC machine was tested for the backlash on X , Y and Z axis with results of 7.6%, 7.2% and 8.6% respectively. Test of wood machining are text and picture file milling

Keywords : Computer Numerical Control Machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ รศ.วิชิต ศิริโชติ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ และ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้ข้อมูล คำแนะนำ และชี้แนวทาง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างมาก ทำให้สามารถดำเนินการวิจัยได้ราบรื่น และประสบผลสำเร็จ ผู้วิจัยรู้สึกเป็นพระคุณอย่างสูง

ขอบคุณรุ่นพี่ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ ที่ให้ยืม Router สำหรับเครื่อง CNC

ขอขอบพระคุณ นายแปง ผักไหม ที่ช่วยทำฐานเหล็กในการเจาะชิ้นงานของเครื่อง CNC

ขอบคุณพี่ๆน้องๆ ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ที่คอยช่วยชี้แนะแนวทางแก้ไขในการปัญหาในการทำงานวิจัยและคอยช่วยเป็นกำลังใจในการทำงานตลอดมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจ และให้ความสนับสนุในทุกสิ่งทุกอย่างด้วยดีตลอดมา

นาย ลิขิต ศรีแก้ว
นาย อภิสิทธิ์ พลพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 CNC คืออะไร	4
2.2 เหตุผลที่ต้องใช้เครื่อง CNC	4
2.3 คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องซีเอ็นซี	6
2.3.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบ CNC	7
2.3.2 ความแตกต่างระหว่างเครื่องจักรกลทั่วไปกับเครื่องCNC	8
2.3.3 การประยุกต์ใช้งานของ CNC	8
2.3.4 รหัสที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่อง CNC	8
2.4 ระบบควบคุมของเครื่องกลึง CNC	15
2.5 การควบคุมเครื่องซีเอ็นซี	16
2.6 หลักการทำงานของเครื่องจักรกล CNC	16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	17
3.1 ระบบ Hardware เครื่อง CNC	17
3.2 การติดตั้งระบบ CNC	20
3.3 ระบบ Software ของเครื่อง CNC	21
3.4 การทดสอบการเคลื่อนที่ของแกน X Y Z	23
3.4.1 การทดสอบการเคลื่อนที่แบบระบบ Manual	23
3.4.2 การทดสอบการเคลื่อนที่ระบบ Auto	24
3.5 วิธีการทดสอบการเขียนตัวอักษร บนโปรแกรม Mach	25
3.6 การทดสอบการกลึงชิ้นงาน ของโปรแกรม Mach3	28
3.7 การแปลงไฟล์ Drawing เป็น G Code	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	37
4.1 ผลการทดลอง Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในระยะที่กำหนด	37
4.1.1 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X	38
4.1.2 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y	38
4.1.3 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z	39
4.2 ผลการทดลองการเขียนตัวอักษรด้วยเครื่อง CNC ตามระยะที่กำหนด	40
4.3 ผลการทดลองการกัดชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC ตามขนาดที่กำหนด	41
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เมนบอร์ดหลักทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องกลึง CNC	15
2.2 การควบคุมเครื่อง CNC	16
3.1 แกน X	18
3.2 แกน Y	19
3.3 แกน Z	19
3.4 แสดงการประกอบ แกน X,Y,Z	20
3.5 มอเตอร์ใช้กำลังไฟฟ้า 24 V เพื่อทำให้มอเตอร์ของและแกนเคลื่อนที่	21
3.6 Drive เชื่อมต่อกับมอเตอร์ DC Power Supply และ Computer	22
3.7 Setting	22
3.8 Steps per Unit	23
3.9 How far would you like to Move	24
3.10 หน้าต่างโปรแกรม Mach3	24
3.11 แสดงการควบคุมการเคลื่อนที่แบบ Manual	25
3.12 หน้าต่างโปรแกรม Mach3	25
3.13 หน้าต่างของ MDI Alt2	26
3.14 หน้าต่างโปรแกรม Mach3	26
3.15 หน้าต่างที่แสดงการเลือกใช้ Function ของ Wizards	27
3.16 แสดงหน้าต่างของ Wizards	27
3.17 แสดง Fonts แต่ละรูปแบบ เพื่อที่จะพิมพ์ตามความต้องการ	28
3.18 หน้าต่างแสดงตัวอักษรที่เราต้องการพิมพ์	28
3.19 หน้าต่างโปรแกรม Mach3	29
3.20 หน้าต่างแสดงการเลือกใช้ Function ของ File	29
3.21 หน้าต่างแสดงการเลือก G-Code	30
3.22 หน้าต่างของชิ้นงานที่ต้องการกลึง	30
3.23 หน้าโปรแกรม Mach3	31
3.24 หน้าโปรแกรมการเลือกใช้ Function ของ File	31
3.25 โปรแกรม Lazycam	32
3.26 หน้าต่างโปรแกรม Function ของ File	32
3.27 หน้าต่างโปรแกรมเลือก File	33
3.28 Import Session Type	33
3.29 หน้าต่างโปรแกรม Lazycam	34
3.30 Scale Drawing	34
3.31 Post Code	35
3.32 Posting Option	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.33 แสดง File ที่แปลงเป็น G Code	36
3.34 Mach3	36
3.35 Cycle Start	37
4.1 ตัวอย่างการวัดชิ้น โดยการเขียนตัวอักษร	40
4.2 ตัวอย่างการวัดชิ้น โดยการกัดชิ้นงาน	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การกำหนดลักษณะการใช้งาน Character มาตรฐาน EIA RS-274 B	9
2.1 การกำหนดลักษณะการใช้งาน Character มาตรฐาน EIA RS-274 B (ต่อ)	10
4.1 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X (ระยะเคลื่อนที่ 1 นิ้ว)	38
4.2 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y (ระยะเคลื่อนที่ 1 นิ้ว)	39
4.3 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z (ระยะเคลื่อนที่ 1 นิ้ว)	39
4.4 การทดลองการเขียนตัวอักษรด้วยเครื่อง CNC ตามระยะที่กำหนด	40
4.5 การทดลองการกัดชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC ตามขนาดที่กำหนด	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมได้เจริญเติบโตไปอย่างกว้างขวาง ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีมีความสำคัญเป็นอย่างมากในวงการอุตสาหกรรม เพื่อช่วยเหลือในความสะดวก รวดเร็ว ไม่เสียค่าแรงงาน แต่ต้องสั่งซื้อด้วยจำนวนเงินเป็นจำนวนมาก ซึ่งเครื่อง Computer Numerical Control (CNC) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำเสนอในวงการอุตสหากรรมในประเทศ เพราะ เป็นเครื่องที่มีราคาถูก ใช้งานง่าย เหมาะสำหรับความต้องการให้วัสดุออกมาเป็นแบบหรือรูปร่างตามที่ต้องการได้

เครื่องComputer Numerical Control (CNC) เริ่มมีการพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ.1960 โดยประมาณ โดยพัฒนามาจากระบบ NC (Numerical Control) หรือการควบคุมด้วยระบบตัวเลข ซึ่งจะเป็นลักษณะกึ่งอัตโนมัติ คือ การเคลื่อนที่ในแกนต่างๆ จะเคลื่อนที่ไปตามระยะที่เราได้ป้อนไปในแต่ละครั้ง หลังจากนั้นก็มีการพัฒนาชุดคำสั่งต่างๆ ขึ้นมาเป็นโปรแกรม ทำให้ให้การทำงานสะดวกขึ้นมากเพราะว่าเราไม่ต้องมาป้อนคำสั่งทุกๆ ครั้ง เพื่อสั่งให้เครื่องจักรเคลื่อนที่ แต่ชุดคำสั่งนี้จะทำงานตามคำสั่งตั้งแต่ต้นจนจบตามที่เราต้องการ โดยปัจจุบันชุดคำสั่งดังกล่าวจะมีการพัฒนาไปมาก นอกจากจะควบคุมการเคลื่อนไหวขอเครื่องComputer Numerical Control (CNC) แล้ว ยังมีหน้าที่ควบคุมฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ของเครื่อง Computer Numerical Control (CNC) ได้ด้วย ซึ่งชุดคำสั่งนี้เราเรียกกันว่า “G Code” และ “M Code”

ต่อมาได้เกิดการประยุกต์นำเอาระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพการประมวลผลเข้ามาควบคุม จากเครื่องจักรปกติทั่วไปก็กลายเป็นเครื่องจักรกลอัตโนมัติที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง มีความสะดวก รวดเร็วในการทำงาน และสามารถทำงานที่มีความยากหรือความสลับซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งมีความเหมาะสมกับการใช้งานที่เร่งด่วน

เมื่อผู้ใช้งานโปรแกรมคำสั่งที่สมบูรณ์และเหมาะสมเข้าไปเครื่องก็จะสามารถทำงานตามที่ต้องการได้ ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรือการเคลื่อนที่แบบสลับซับซ้อนก็สามารถทำได้ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ในการทำงานได้อย่างแม่นยำอีกด้วย

CNC มาจากคำว่า Computer Numerical Control หมายถึง การควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ เมื่อระบบCNC ถูกนำมาใช้ในเครื่องจักรเราก็จะเรียกกันว่า เครื่อง CNC (Computer Numerical Control) โดยระบบ CNC จะควบคุมการทำงานต่างๆ ของในเครื่องจักรอัตโนมัติภายใต้คำสั่งภาษาเครื่องที่เราสร้างขึ้นมา

ในปัจจุบันมีเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบ CNC อย่างมากมายอาทิ เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียรนัย เครื่องตัดโลหะ EDM ฯลฯ นับเป็นการปฏิวัติขีดความสามารถของเครื่องจักรขนานใหญ่นับตั้งแต่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา ในอดีตมีผู้เชี่ยวชาญและสามารถใช้เครื่อง CNC ได้ไม่มากนักเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่ แต่ปัจจุบัน CNC นับเป็นเครื่องจักรกลที่แพร่หลายและมีบทบาทที่สำคัญยิ่งต่อวงการอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างมากมายทั้งในปัจจุบันและอนาคตภายหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของเครื่อง CNC

1.2.2 เพื่อทำการออกแบบและประดิษฐ์เครื่อง CNC

1.2.3 สามารถนำเครื่อง CNC ไปใช้งานได้จริง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษาประวัติความเป็นมาของเครื่อง CNC

1.3.2 ศึกษาหลักการทำงานพื้นฐานของเครื่อง CNC

1.3.3 ออกแบบและประดิษฐ์เครื่อง CNC

1.3.4 ทำการทดลองใช้งานเครื่อง CNC

1.3.5 วิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดลองเครื่อง CNC

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีดำเนินงาน

ช่วงเวลา	ขั้นตอนดำเนินงาน
สิงหาคม-กันยายน พ.ศ.2557	-ศึกษาประวัติความเป็นมาของเครื่อง CNC (Computer Numerical Control) -ศึกษาการทำงานของระบบของเครื่อง CNC (Computer Numerical Control)
ตุลาคม-พฤศจิกายน พ.ศ.2557	-จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับดารใช้ในการวิจัยและออกแบบเครื่อง CNC (Computer Numerical Control) -ศึกษาการใช้งานโปรแกรมที่ใช้ควบคุมของเครื่อง CNC (Computer Numerical Control)
ธันวาคม-มกราคม พ.ศ.2558	-ทำการประดิษฐ์เครื่อง CNC (Computer Numerical Control)) -ทดลองใช้โปรแกรมควบคุมระบบเครื่อง Computer Numerical Control(CNC)
กุมภาพันธ์-เมษายน พ.ศ.2558	-ทำการทดลองใช้เครื่อง CNC (Computer Numerical Control)และบันทึก -วิเคราะผลการทดลองและสรุปผลการทดลองเพื่อทำการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทำให้มีความรู้และความเข้าใจในทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการทำงานของระบบเครื่อง CNC

1.5.2 ทำให้มีความรู้และความเข้าใจถึงระบบของเครื่อง CNC

1.5.3 ทำให้ทราบถึงหลักการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งงานของเครื่อง CNC

1.5.4 สามารถทำการออกแบบและประดิษฐ์เครื่อง CNC ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

1.5.5 สามารถเครื่อง CNC ไปใช้ในการทดลองได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 CNC คืออะไร

CNC ย่อมาจากคำว่า " Computer Numerical Control " แปลว่า การควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลต่าง ๆ เช่น เครื่องกัด CNC เครื่องกลึง CNC เครื่องเจียระไน เครื่องEDM ฯลฯ ซึ่งสามารถทำให้ผลิตชิ้นส่วนได้รวดเร็ว ถูกต้อง เที่ยงตรง เครื่องจักรCNC แต่ละแบบแต่ละรุ่นจะมีลักษณะเฉพาะและการประยุกต์ใช้งานที่ต่างกันออกไปแต่เครื่องจักรกล CNC ทั้งหมดมีข้อดีเหมือนๆ กัน

1. เครื่องจักรกล CNCทกเครื่องได้รับการปรับปรุงให้มีการทำงานอัตโนมัติ ทำให้ลดความวุ่นวายของผู้ควบคุมเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงาน เครื่องจักร CNC สามารถทำงานโดยที่ผู้ควบคุมไม่ต้องคอยนั่งเฝ้าในระหว่างเครื่องจักรทำงานของเครื่อง (Machining cycle) และผู้ควบคุมสามารถไปทำงานอย่างอื่นได้ สิ่งนี้ทำให้ผู้ใช้เครื่องจักร CNC ได้ประโยชน์หลายอย่างรวมทั้งลดความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงาน ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากคนมีน้อยมากมีความคงเส้นคงวาในการผลิตและสามารถทำนายเวลาในการผลิตแต่ละชิ้นได้

2. เทคโนโลยี CNC คือ ความคงเส้นคงวาและความถูกต้องแม่นยำของชิ้นงาน ซึ่งหมายความว่าเมื่อโปรแกรมที่เขียนทำงานได้อย่างถูกต้องแล้ว การผลิตชิ้นงานในส่วนของ 2 ชิ้น 10 ชิ้น หรือ 1000 ชิ้นให้เหมือนกันทุกประการสามารถทำได้อย่างง่ายดายด้วยความสม่ำเสมอ

3. ความยืดหยุ่นในการทำงาน เนื่องจากเครื่องจักรกลเหล่านี้ทำงานตามโปรแกรมการทำงานที่ต่างกันก็ง่ายเหมือนกับการโหลดโปรแกรมที่ต่างกัน เมื่อโปรแกรมประมวลผลและทำการผลิตชิ้นงานแล้ว เราสามารถเรียกโปรแกรมนั้นกลับมาใช้ใหม่ในครั้งต่อไปเมื่อต้องทำงานชิ้นนั้นอีก

2.2 เหตุผลที่ต้องใช้เครื่อง CNC

เนื่องจากเครื่อง CNC มีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้น ในการเลือกและตัดสินลงทุนเกี่ยวกับเครื่อง CNC ต้องมีการพิจารณาอย่างละเอียดและรอบคอบ เหตุผลหลักๆ ที่ต้องเลือกใช้เครื่อง CNC มีดังนี้

1. ลดกระบวนการผลิตให้สั้นลง : จากความสามารถของเครื่อง CNC ที่มีลักษณะยืดหยุ่น (flexible) ทำให้สามารถทำงานได้หลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะเครื่องกลึง CNC และเครื่อง CNC Milling สามารถที่จะช่วยลดและตัดกระบวนการบางอย่างออกไปได้ ทำให้มีกระบวนการทำงานที่สั้นลง ผลิตงานได้เร็วขึ้น และสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เช่น เครื่องกลึง CNC สามารถที่จะทำได้ทั้งกระบวนการกลึงปอก, ปาดหน้า, ตัด, เจาะรู, Tap เกลียว, คว้านรู, กลึงเกลียว เป็นต้น ส่วนเครื่อง CNC Milling ก็สามารถทำงานได้ทั้งเดินกัดชิ้นงาน, เจาะรู, เซาะร่อง, Tap เกลียว เป็นต้น

2. ลดเวลาในการผลิต : ความแตกต่างอย่างหนึ่งระหว่างการทำงานด้วยเครื่องแบบ manual กับเครื่อง CNC คือ Cycle Time หรือรอบเวลาที่ใช้ในการทำงานของแต่ละชิ้นงาน การทำงานด้วยเครื่อง manual นั้นเวลาในการทำงานของแต่ละรอบก็จะแตกต่างกัน รวมถึงกระบวนการ ขั้นตอนย่อย วิธีการทำงานอาจแตกต่างได้ เนื่องด้วยเหตุผลหลักคือ การควบคุมการทำงานด้วยคน เมื่อคนทำงานจนเมื่อยล้า ประสิทธิภาพในการทำงานก็จะลดลงในด้านต่างๆ เช่น กระบวนการทางความคิด กระบวนการจำ ก็อาจบกพร่องตามไปด้วย ส่วนเครื่อง CNC นั้นทำงานด้วยโปแกรม ดังนั้นการทำงานในแต่ละรอบ cycle time นั้นก็จะเหมือนกันทั้งเวลาในการผลิตและกระบวนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะถ้าเป็นงานผลิตด้วยจำนวนมากหรือ mass production ก็จะให้ประสิทธิภาพและอัตราผลผลิตที่ดีกว่าการทำงานด้วยเครื่อง manual หลายเท่าตัว และดีกว่าในแง่ของคุณภาพด้วยเช่นกัน

3. ลดค่าใช้จ่ายในด้านแรงงาน : ในการผลิตงานด้วยเครื่อง CNC ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้พนักงานควบคุมเครื่อง 1 คนต่อหนึ่งเครื่องเหมือนเครื่องแบบ manual เพราะว่าเครื่องจักรทำงานแบบอัตโนมัติ การที่จะกำหนดว่า 1 คนสามารถที่จะควบคุมได้เครื่อง CNC ได้กี่เครื่องนั้นปัจจัยหลักๆ ก็จะขึ้นอยู่กับ cycle time ในการทำงานแต่ละชิ้น ยิ่งสามารถควบคุมได้หลายเครื่องเท่าไหร่ ก็จะสามารถลดต้นทุนในด้านแรงงานลงมากเท่านั้น

4. ลดพื้นที่ในการวางเครื่องจักรน้อยลง : เนื่องจากเครื่องCNC สามารถทำงานได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพกว่าเครื่องจักรมากหลายเท่าตัว ถ้าใช้เครื่อง manual ในการผลิตก็อาจไม่ทันส่งงานให้กับลูกค้า แต่เครื่อง CNC 1 เครื่องใช้พื้นที่ก็พอๆ กันกับ เครื่อง manual 1 เครื่อง ถ้าเครื่อง CNC ทำงานได้เร็วกว่าเครื่อง manual 10 เท่าก็ต้องใช้พื้นที่ในการวางเครื่องจักร 10 เท่าด้วยเช่นกันถึงจะได้รับอัตราผลผลิตที่เท่ากัน

5. ลดความผิดพลาดในการทำงาน : ความผิดพลาดในการทำงานอย่างหนึ่งที่เราจะปฏิเสธไม่ได้คือเกิดจากคน หรือ human error เนื่องจากเครื่อง CNC ทำงานในระบบอัตโนมัติ เมื่อมีการ setup งานชิ้นแรกผ่านแล้ว งานทุกๆ ตัวที่ผลิตจากเครื่องจักรเดียวกัน โปรแกรมเดียวกัน เงื่อนไขในการผลิตที่เหมือนกัน ชิ้นงานก็แทบจะเหมือนกัน 100% ไม่ว่าจะเป็นการผลิตที่ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงก็แทบจะไม่มีผลเนื่องจากเครื่อง CNC ถูกออกแบบระบบมาให้สามารถทำงานต่อเนื่องได้หลายชั่วโมงหรือจะเป็นสัปดาห์ก็สามารถทำได้สบาย ต่างจากการทำงานด้วยเครื่อง manual ที่ต้องอาศัยทักษะ(skill) ของผู้ปฏิบัติงานเป็นหลักรวมถึงความเหนื่อยล้าจากการทำงานซึ่งจะเป็นตัวแปรหนึ่งที่จะทำให้ชิ้นงานที่ผลิตออกมาแต่ละครั้งอาจจะไม่เหมือนกันก็ได้

6.ความแม่นยำของชิ้นงาน : ในด้านคุณภาพนอกจากเครื่อง CNC สามารถลดความผิดพลาดในการทำงานแล้ว ความแม่นยำ (accuracy) ของชิ้นงานก็เป็นเหตุผลหลักในการเลือกใช้เครื่อง CNC แทนเครื่อง manual. ผมกล้าบอกได้เลยว่าไม่มีทางเลยที่เครื่อง manual จะสามารถทำงานที่ความละเอียดสูงขนาดน้อยกว่า 0.05 mm. ได้ ถึงจะทำได้ก็อาจจะเพียงไม่กี่ % หรือไม่ก็อาจเกิดจากโชคก็ว่าได้. ทำไมผมถึงมั่นใจขนาดนั้นน่ะเหรอ? เพราะเราก็เห็นๆ กันอยู่ว่าปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของชิ้นงานระหว่างเครื่อง manual ต่างจากเครื่อง CNC มาก เช่น โครงสร้างของเครื่องจักร, ระบบการเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ของแกนต่างๆ , cutting tool, เงื่อนไขในการตัด, การควบคุมการทำงาน เป็นต้น เครื่อง CNC ที่มีประสิทธิภาพสูงหากถูก setup ด้วยเงื่อนไขที่เหมาะสมสามารถทำงานได้ที่ความแม่นยำน้อยกว่า 0.02 mm.

7.สามารถวางแผนในการผลิตได้แม่นยำ : เนื่องจากเครื่อง CNC งานด้วยโปรแกรม ดังนั้นเวลาที่ผลิตออกมาแต่ละชิ้นจึงเท่ากัน ซึ่งจะส่งผลดีอย่างมากต่อการวางแผนการผลิต สามารถคำนวณความสามารถในการผลิตได้แม่นยำ เช่น ชิ้นงาน 1 ชิ้น มี 10 กระบวนการ ใช้ Cycle Time ในแต่ละกระบวนการ 5.0 นาที ดังนั้นใน 1 วัน ถ้าไม่คิดเวลาในการทำงานอื่นๆ เช่น เวลาในการตรวจสอบชิ้นงาน, เวลาเผื่อต่างๆ ใน 1 วัน เครื่อง CNC 1 เครื่องก็จะสามารถผลิตชิ้นงานได้ดังนี้

Cycle Time X เวลาที่มีทั้งหมดใน 1 วัน = (24 ชั่วโมง X 60 นาที) / 5.0 นาที
= 288 ชิ้นวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างในความความเป็นจริงปริมาณการผลิต (output) อาจจะจะลดน้อยจากที่คำนวณได้เนื่องจากจะมีเวลาอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น Setup Time(เวลาในการปรับตั้งชิ้นงาน), Inspection Time(เวลาในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน), Loss Time(เวลาสูญเสียต่างๆ), Tool Changing Time (เวลาในการเปลี่ยนเครื่องมือตัด) รวมถึง Allowance Time (เวลาเผื่อต่างๆ เช่น เผื่อจากความเมื่อยล้าของพนักงาน, เผื่อไปเข้าห้องน้ำ ทำกิจส่วนตัว) ซึ่งเวลาพวกนี้เป็นงานของทุกคนๆ ไม่ใช่แค่งานของหน่วยงานวางแผนการผลิต ตัวพนักงานเองก็ต้องพยายามควบคุมการทำงานให้อยู่ภายใต้แผนผลิต ช่วยลดเวลาสูญเสียต่างๆ ด้วย ส่วนของผู้เขียนโปรแกรมสำหรับเครื่อง CNC ก็เช่นกัน ควรเขียนให้สั้นที่สุดแต่ต้องให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสมด้วย ซึ่งหน่วยงานทั้งหมดต้องส่งข้อมูลที่แม่นยำให้กับหน่วยงานวางแผนการผลิตด้วย เพื่อเป็นข้อมูลในการคำนวณแผนการผลิตและแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

8.ความหลากหลายของชิ้นงาน : เครื่อง CNC สามารถทำงานที่มีความซับซ้อนได้ดีเนื่องจากการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ ควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรม ยิ่งในปัจจุบันแล้วมีการนำ Software ประเภท CAM (Computer Aided Manufacturing) มาช่วยในการสร้างโปรแกรมเครื่อง CNC ด้วยแล้วก็ไม่ใช่เรื่องยากอีกต่อไปในการผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างหลากหลาย ซับซ้อน ต่างๆ จากเครื่องจักรแบบ Manual ที่เห็นชัดเจนที่สุดก็คงจะเป็นการเดินเป็นโค้งถ้าเป็นเครื่องจักรแบบ Manual การเดินตัดชิ้นงานในแนวรัศมีโค้งให้ได้ขนาดตามที่กำหนดเป็นเรื่องยากมากเพราะต้องอาศัยการป้อนชิ้นงานด้วยมือหมุนในสองแกนที่มีความสัมพันธ์กัน ส่วนเครื่อง CNC ไม่ว่าจะเดินตรงหรือโค้งก็ง่ายเพราะเดินอัตโนมัติตามโปรแกรม

2.3 คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องซีเอ็นซี

การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์ (CNC : Computer Numerical Control) เป็นระบบการควบคุมคำสั่งเชิงตัวเลขและตัวอักษรด้วยคอมพิวเตอร์โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องจักร เก็บข้อมูลหรือช่วยในการป้อนข้อมูล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรม ซึ่งในปัจจุบัน เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบCNCนี้สามารถทำการป้อนข้อมูลทางมือ (Manual Data Input : MDI) ได้ ซึ่งทำให้เราสามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรมได้สะดวกหรือถ้าต้องการแทรกข้อมูล การให้ขนาดใหม่ การเปลี่ยนความเร็วรอบ การเปลี่ยนความเร็วตัด และอัตราป้อน ก็สามารถทำได้โดยง่ายดายเครื่องจักร CNC เป็นเครื่องจักรที่ทำงานอย่างอัตโนมัติสามารถผลิตชิ้นงานที่มีความต้องการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือรูปทรงบ่อยๆ ได้ดีเพราะสามารถแก้ไขข้อมูลต่างๆ โดยตรงที่โปรแกรม ดังนั้นจึงเหมาะกับการผลิตชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) หรือผลิตชิ้นงานในระบบสายงานการผลิต ซึ่งเหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดกลางการรับส่งข้อมูลสำหรับการทำงานของเครื่องจักร สามารถผ่านตัวกลางส่งสัญญาณต่างๆ เช่น แถบกระดาษเจาะรู (Paper Punched Tape) เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) และแผ่น Micro Floppy Disk หรือจะป้อนข้อมูลโดยตรงที่แป้นพิมพ์ของแผงควบคุม (Key Board) ก็ได้แต่ก่อนที่จะส่งข้อมูลเพื่อให้เครื่องจักรทำงานจำเป็นต้องมีการสร้างโปรแกรมการทำงานตามลำดับมาก่อน แล้วทำการตรวจสอบ ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นพร้อมกับแก้ไขให้ถูกต้อง ทำให้ลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักร Mini CNC หมายถึง เครื่องมือหรือเครื่องจักรขนาดเล็กที่ถูกควบคุมการท างานด้วยข้อมูลคำสั่งที่สร้างโดยใช้โปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ต่างๆ ให้แกน x , y และ z สามารถเคลื่อนที่ได้ตามตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการ เครื่อง Mini CNC สามารถนำไปประยุกต์การใช้งานได้หลากหลายอาทิเช่น งานประเภทกัดแกะสลัก เจาะ เซาะร่อง การกัดแผ่นปริ้นต้นแบบ ตัดแก๊ส ตัดพลาสมา และ เลเซอร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตชิ้นงานจะถูกควบคุมด้วยตัวควบคุมไม่ว่าจะเป็นระยะของการทำงาน การเคลื่อนที่ในแกน X, Y, Z จะถูกคำนวณและสั่งการชุดคำสั่งที่เรียกว่า G-code ตั้งแต่ขั้นต้นจนสิ้นสุดการทำงาน Controller ที่ใช้ควบคุมเครื่องซีเอ็นซีเดิมถือเป็นฮาร์ดแวร์ตัวหนึ่งที่สามารถแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบรหัสคำสั่ง G-code (เป็นภาษามาตรฐานที่เครื่องจักรสามารถอ่านได้) รวมทั้งควบคุมตำแหน่ง, ทิศทาง, ความเร็วในการทำงานของเครื่อง ซึ่งมีความซับซ้อนและราคาสูง การซ่อมบำรุงต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่ปัจจุบัน เราสามารถทำให้Controllerดังกล่าวมีราคาถูกลง โดยนำ พีซีคอมพิวเตอร์มาเป็น Controller ได้ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ควบคุม ได้แก่ PC CNC Software, K Cam, Linux EMC CNC หรืออาจโปรแกรมคอนโทรลเลอร์ตัวอื่น

2.3.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบ CNC

1. ส่วนที่เป็นโปรแกรมสั่งงาน (Part Program) โปรแกรมสั่งงานในระบบจะมีลักษณะเป็นแถวโดยในแต่ละแถวจะมีรหัสคำสั่งที่เขียนไว้ในรูปแบบของตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ ซึ่งรหัสคำสั่งในแต่ละแถวนี้ จะแทนตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดบนเครื่องจักร CNC เพื่อใช้สำหรับการขึ้นรูปชิ้นส่วน

2. ส่วนที่ใช้ป้อนข้อมูลของโปรแกรม (Program Input Device) การป้อนข้อมูลของโปรแกรมในเครื่องจักรซีเอ็นซีที่เป็นแบบซอฟต์ไวร์ (Soft Wire) นั้น จะใช้วิธีการป้อนโปรแกรมเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ที่ชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง (MCU) ด้วยสายส่งสัญญาณ (Interface Bus) เช่น RS-232-C โดยที่เราไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องอ่านเทป เพื่อแปลรหัสคำสั่งเหมือนกับเครื่องในระบบเอ็นซี

3. หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่อง (Machine Control Unit) หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่อง หรือ MCU มีหน้าที่อ่าน และ ตีความหมายของคำสั่งที่ส่งมาจากส่วนป้อนข้อมูลของโปรแกรม หลังจากนั้น ก็จะแปลงเป็นสัญญาณเพื่อไปควบคุมระบบการขับเคลื่อนของเครื่องจักร CNC ต่อไป ซึ่งหน่วยควบคุมการท างานของเครื่อง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ ๆ คือ ส่วนที่ทำหน้าที่อ่านโปรแกรม (Data Processing Unit :DPU) เช่น เครื่องอ่านเทปกระดาษ เครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก หรือ RS-232-C เป็นต้น และส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี (Control Loop Unit : CLU) เช่น ความเร็วรอบ อัตราป้อน การเคลื่อนที่ของแนวแกน การเปลี่ยนเครื่องมือตัด การเปิด/ปิดหน้าหล่อเย็น เป็นต้น

4. ส่วนที่เป็นระบบควบคุมการขับเคลื่อน (drive system) การควบคุมการขับเคลื่อนในระบบซีเอ็นซีแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือใช้มอเตอร์แบบเป็นขั้น (stepping motor) ใช้มอเตอร์กระแสตรง (DC servo motor) ใช้มอเตอร์กระแสสลับ (AC servo motor) และระบบไฮดรอลิกส์ (hydraulic servo drive)

5. เครื่องจักรกล (Machine Tool) เครื่องจักรที่ถูกออกแบบมาเพื่อถูกควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซีจะมีระบบการควบคุม 2 ลักษณะ คือ แบบวงรอบเปิด และ แบบวงรอบปิด หรือการผสมผสานระหว่างแบบวงรอบเปิดและแบบวงรอบปิด โดยเครื่องจักรที่ควบคุมแบบวงรอบเปิด จะมีสัญญาณส่งไปที่มอเตอร์ทำให้โต๊ะจับชิ้นงานเคลื่อนที่ไปตามที่โปรแกรมไว้ซึ่งการควบคุมด้วยระบบนี้จะไม่มีระบบตรวจสอบสัญญาณย้อนกลับ (Feedback System) ทำให้ไม่สามารถที่จะตรวจสอบได้ว่าสัญญาณที่ส่งมานั้นได้ทำแล้วหรือยังหรือมีข้อผิดพลาดอย่างไร ส่วนการควบคุมแบบวงรอบปิด จะมีระบบตรวจสอบสัญญาณย้อนกลับ เมื่อโต๊ะหรือเครื่องมือตัด เคลื่อนที่ถึงตำแหน่งที่โปรแกรมไว้ก็จะมีสัญญาณจับ เพื่อควบคุมให้โต๊ะจับชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ความแตกต่างระหว่างเครื่องจักรกลทั่วไปกับเครื่องจักรกล CNC

เครื่องจักรทั่วไป แท่นเลื่อน (Slides) ที่ทำหน้าที่นำชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดให้เคลื่อนที่ไปตามรางเลื่อน (Slide ways) โดยการหมุนมือหมุน (Hand Wheel) หรือโดยการใช้กลไกป้อนอัตโนมัติ เช่น ลูกเบี้ยวในเครื่องกลึงอัตโนมัติซึ่งในขณะเดียวกันนั้นช่างควบคุมเครื่องจะต้องทำหน้าที่อื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานด้วย เช่น เปิดและปิดสวิตช์ควบคุมการหมุนของเพลาหัวเครื่อง เปิดและปิดสวิตช์สารหล่อเย็น เป็นต้น ช่างควบคุมต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจร่วมกัน การทำงานจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้ทุกเวลาไม่ว่าจะเป็นสาเหตุที่มาจากตัวบุคคลหรือสาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักรการผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างเดียวกันจำนวนมากๆ จะเกิดค่าพิกัดของชิ้นงานที่แตกต่างกันออกไปแต่ถ้าหากใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีการผลิตชิ้นงานจำนวนมากจะลดเวลาของการผลิตชิ้นงานและรูปทรงที่ได้จะเหมือนกันโดยตลอด การทำงานต่างๆ จะถูกกำหนดไว้ และยังสามารถนำโปรแกรมนั้นมาใช้ใหม่ได้อีกเมื่อมีการผลิตชิ้นต่อๆ ไปได้อีกเครื่องจักรซีเอ็นซีการเคลื่อนที่ต่างๆ ที่จำเป็นในการผลิตชิ้นงานจะทำงานโดยอัตโนมัติด้วยตัวของเครื่องจักรเองโดยอาศัยข้อมูลจากชุดควบคุม เครื่องจักรจะทำงานตามข้อมูลตัวเลข (Numerical Information) ที่ป้อนให้กับชุดควบคุมของเครื่องจักร CNC ในรูปแบบของรหัส (Code) ที่ชุดควบคุมสามารถเข้าใจได้ในระบบการขับเคลื่อนจะต้องมีการออกแบบให้รับกับการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ควบคุมระบบเชิงตัวเลข เช่น ระบบเฟืองทดเพลาหมุน พร้อมแบริ่งที่มีความเที่ยงตรงสูง ระบบการหล่อลื่น พร้อมกับการระบายความร้อน เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีระบบการจับยึดเครื่องมือที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน ซึ่งจะแตกต่างจากการจับยึดเครื่องมือของเครื่องจักรทั่วไป กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การตัดสินใจในการกำหนดขั้นตอนการทำงานต่างๆ จะกระทำเพียงครั้งเดียวกล่าวคือจะกระทำในขั้นตอนของการวางแผน และสร้างโปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องจักรเท่านั้น หลังจากนั้นโปรแกรมจะถูกนำไปใช้ในการทำงานของเครื่องจักร สำหรับผลิตชิ้นงานที่ต้องการ โดยสามารถทำการผลิตซ้ำๆ กันกี่ครั้งก็ได้ตามต้องการนอกเหนือจากโปรแกรมการทำงาน ซึ่งเปรียบเสมือนการวางแผนการทำงานที่ได้จัดเตรียมขั้นตอนการทำงานทุกขั้นตอน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ การผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซียังช่วยลดเวลาในการทำงานอื่นๆ ที่จำเป็นด้วย เช่น ลดเวลาการตรวจสอบขนาดของชิ้นงาน ลดเวลาในการปรับความเร็วรอบของ Spindle เป็นต้น

2.3.3 การประยุกต์ใช้งานของ CNC

ในปัจจุบันเทคโนโลยีซีเอ็นซี ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตหลายชนิดด้วยกัน โดยสามารถจำแนกได้ 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. งานตัดเฉือนผิวโลหะ (Metal Cutting)
2. งานเจียระไน (Grinding)
3. งานขึ้นรูปด้วยวิธีพิเศษ (Unconventational Maching)
4. งานตัดเจาะและพับขึ้นรูป (Fabrication)

2.3.4 รหัสที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่อง CNC

การใช้งานเครื่อง CNC จะผ่านรหัสหรือภาษา รหัส-จี หรือ G-code ซึ่งเป็นมาตรฐานในการควบคุมการทำงานซึ่งประกอบด้วย

1. ตัวอักษร (character) เพื่อกำหนดลักษณะการทำงานหรือกำหนดเงื่อนไข(ตารางที่ 2-1) ซึ่งจะอยู่ด้านหน้าของคำสั่งย่อยที่เรียกว่า word
2. คำ เป็นกลุ่มของตัวอักษร ที่ประกอบขึ้นเพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บล็อก (Block) เป็นคำสั่งควบคุมการทำงานของเครื่อง CNC เป็นการนำword หลาย ๆ คำมาประกอบกัน เช่น N10 G90 G80 G17 บล็อกนี้มี 4 word N15 G01 X1.0 Y1.5 G18 บล็อกนี้มี 5 word

4. โปรแกรม (program) เป็นการรวมหลาย ๆ บล็อก ที่เขียนตามลำดับการทำงานเพื่อให้เครื่องซีเอ็นซี ทำงานตามขั้นตอนให้ได้ชิ้นงานตามที่กำหนด

ตารางที่ 2.1 การกำหนดลักษณะการใช้งาน Character มาตรฐาน EIA RS-274 B (อาจแตกต่างกันบ้าง ในรายละเอียดของเครื่องซีเอ็นซีแต่ละยี่ห้อ)

ตัวอักษร	**การใช้งานและความหมาย**
A	การหมุนรอบแนวแกน X
B	การหมุนรอบแนวแกน Y
C	การหมุนรอบแนวแกน Z
D	(1) การหมุนรอบแนวแกนพิเศษ (2) อัตราป้อนที่สาม
E	(1) หมุนรอบแกนพิเศษ (2) อัตราป้อนที่สอง
F	อัตราป้อน
G	การจัดเตรียมการทำงาน
H	ไม่ระบุ
I	(1) ขนาดรอบแนวแกน X ของจุดศูนย์กลางวงกลม (2) ระยะพิทของเกลียวที่ขนานแนวแกน X
J	(1) ขนาดรอบแนวแกน Y ของจุดศูนย์กลางวงกลม (2) ระยะพิทของเกลียวที่ขนานแนวแกน Y
K	(1) ขนาดรอบแนวแกน Z ของจุดศูนย์กลางวงกลม (2) ระยะพิทของเกลียวที่ขนานแนวแกน Z
L	ไม่กำหนด
M	คำสั่งช่วยการทำงาน
N	หมายเลขบรรทัดในโปรแกรม
O	ไม่กำหนด
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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การกำหนดลักษณะการใช้งาน Character มาตรฐาน EIA RS-274 B

X	การเคลื่อนที่ในแนวแกน X
Y	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Y
Z	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Z

ตัวอย่างรายงานแสดงรหัส G เพื่อการประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ

รหัส ฟังก์ชันเตรียมการทำงานสำหรับงานกัด

G00	การเคลื่อนที่เร็ว
G01	ลิเนียร์อินเตอร์โพเลชัน (การเคลื่อนที่เชิงเส้นและมีการป้อน)
G02	เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชัน (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมีการป้องกัน) ตามเข็มนาฬิกา
G03	เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชัน (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
G71	ป้อนข้อมูลที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
G76-79	ไม่มีการกำหนดไว้
G80	ยกเลิกการทำไซเกิล10
G81	เจาะไซเกิล
G83	เจาะไซเกิลรูลึก
G84	การต๊าปเกลียวแบบไซเกิล
G85	การคว้านรู
G90	การให้ตำแหน่งในแบบสัมบูรณ์
G91	การให้ตำแหน่งแบบอินครีเมนทอล
G92	การตั้งค่ารีจีสเตอร์หรือตั้งค่าซีโร่ชิฟต์
G99	การเลื่อนกลับไปยังจุดอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส ฟังก์ชันเตรียมการทำงานสำหรับงานกลึง

G00	การเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งด้วยความเร็ว
G01	ลิเนียร์อินเตอร์โพเลชัน (การเคลื่อนที่เชิงเส้นและมีการป้อน)
G02	เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชัน (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมีการป้อน) ตามเข็มนาฬิกา
G03	เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชัน (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมีการป้อน) ตามทวนเข็มนาฬิกา
G32, G34, G75	วัฏจักรการตัดเกลียว
G40	ยกเลิกการชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัด
G41	การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านซ้าย
G42	การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านขวา
G50	ปรับตั้งโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน
G71	วัฏจักรการกลึงปลอกหยาบ
G72	วัฏจักรการกลึงปาดหน้า
G74	วัฏจักรเจาะแบบคลานเศษ
G75	วัฏจักรการกลึงตกร่อง
G90	การวัดขนาดแบบสัมบูรณ์
G91	การวัดขนาดแบบต่อเนื่อง
G96	ปรับความเร็วคงที่
G98	ปรับอัตราป้อนต่อนาที
G99	ปรับอัตราป้อนต่อรอบ

รหัส M

รหัสฟังก์ชันเหล่านี้ใช้เพื่อโปรแกรมให้เครื่องจักรกระทำการบางอย่างที่พิเศษ

ตารางแสดงรหัสบางส่วนที่มีการใช้กันมาก

รหัส ฟังก์ชันเบ็ดเตล็ด

M00	หยุดโปรแกรม
M01	หยุดโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข
M02	จบโปรแกรม
M03	หัวจับหมุนตามเข็มนาฬิกา
M04	หัวจับหมุนทวนเข็มนาฬิกา
M05	หัวจับหยุด
M06	เปลี่ยนเครื่องมือ11
M07	เปิดหล่อน้ำเย็น (เปิดมาก)
M08	เปิดหล่อน้ำเย็น (เปิดน้อย)
M09	ปิดหล่อน้ำเย็น
M10	การล็อคโดยอัตโนมัติ
M11	การคลายล็อคโดยอัตโนมัติ
M30	สิ้นสุดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M98	เรียกโปรแกรมย่อย
M99	จบโปรแกรมย่อยและกลับไปยังโปรแกรมหลัก

ตารางแสดงรหัส G มีตั้งแต่ G00 – G99 ดังต่อไปนี้

รหัส	ความหมาย
G00	การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วแบบไม่มีการป้อนสำหรับการให้ตำแหน่งแบบจุดไปจุด
G01	ลิเนียร์อินเตอร์โพเลชัน (การเคลื่อนที่เชิงเส้นและมีการป้อน)
G02	เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชัน (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมีการป้อนตามเข็มนาฬิกา
G03	เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชัน (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมีการป้อนทวนเข็มนาฬิกา)
G04	คำสั่งค้างการทำงาน
G05 – 07	ไม่มีการกำหนดไว้
G08	การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งที่อัตราเร่งสม่ำเสมอ
G09	การเคลื่อนที่ด้วยความหน่วงที่อัตราหน่วงสม่ำเสมอ
G10 – 12	ไม่มีกำหนดไว้
G13 – 16	รหัสเลือกแกน
G17	การเลือกระนาบ XY
G18	การเลือกระนาบ ZX
G19	การเลือกระนาบ YZ
G20 – 32	ไม่มีการกำหนดไว้
G33	การตัดเกลียวลีดคงที่
G34	การตัดเกลียวเพิ่มลีด
G35	การตัดเกลียวลดลีด
G36 – 39	ไม่มีการกำหนดไว้
G40	ยกเลิกการชดเชยเส้นผ่าศูนย์กลาง
G41	ชดเชยเส้นผ่าศูนย์กลางด้านซ้าย
G42	ชดเชยเส้นผ่าศูนย์กลางด้านขวา
G43	การชดเชยการกัดมุมใน
G44	การชดเชยการกัดมุมนอก
G45 – 49	ไม่มีการกำหนดไว้
G50 – 59	ใช้กับการควบคุมแบบอะเดปทีฟคอนโทรล
G70	การโปรแกรมระบบนิ้ว
G71	การโปรแกรมระบบเมตริก
G72	ซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชัน (การเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งในระนาบสามมิติ) ตามเข็มนาฬิกา
G73	ซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชัน (การเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งในระนาบสามมิติ) ทวนเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G74	ยกเลิกการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งหลายควอตแดรนต์
G75	การทำมัลติควอดแดรนต์เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชัน (เป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้งแบบหลายควอตแดรนต์)
G76 –79	ไม่มีการกำหนดไว้
G80	ยกเลิกการทำไซเกิล
G81	เจาะไซเกิล
G82	เจาะไซเกิลมีเดอเวลล์ (เจาะลงแล้วมีการค้างตามเวลาที่กำหนด)
G83	เจาะไซเกิลรูลึก
G84	การต๊าปเกลียวแบบไซเกิล
G85 – 89	การคว้านรูไซเกิล
G90	การให้ตำแหน่งในแบบสัมบูรณ์
G91	การให้ตำแหน่งแบบอินครีเมนทอล
G92	การตั้งค่ารีจีสเตอร์หรือตั้งค่าซีโร่ชิฟต์
G93	เป็นรหัส Register Preload
G94	อัตราป้อนในหน่วยนิ้ว (มิลลิเมตร) ต่อนาที
G95	อัตราป้อนในหน่วยนิ้ว (มิลลิเมตร) ต่อนาที
G96	ไม่มีการกำหนดไว้
G97	ความเร็วหัวจับเป็นรอบ/นาที

รหัส X, Y และ Z

รหัส X, Y และ Z เป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น เอาไว้ควบคุมชิ้นงานในเครื่องจักร หรือเครื่องมือ (ในเครื่องกลึง) ให้เคลื่อนที่ในเชิงเส้น เช่น เคลื่อนไปทางขวาหรือมาทางซ้าย เวลาโปรแกรมก็เป็นโปรแกรมลงในค่าของแกน X ส่วนการให้โปรแกรมให้เคลื่อนที่ไปหน้าหลังนั้นเป็นการโปรแกรมในค่าของแกน Y ส่วนการเคลื่อนที่ของหัวจับแกนขึ้นหรือลงก็จะใช้ค่าในแนวแกน Z ในการโปรแกรมแต่ละแกนจะมีทั้งค่าบวกและค่าลบ ขึ้นอยู่กับทิศทางของการเคลื่อนที่โดยเครื่องหมายบวกไม่ต้องพิมพ์สามารถตัดออกได้

รหัส I, J และ K

เป็นรหัสที่กำหนดการอินเตอร์โพเลชันเมื่อ X, Y และ Z กำหนดไว้แล้วค่า I, J และ K ก็จะโปรแกรมลงไปตามหลัง โดยที่ค่า X, Y และ Z จะถูกป้อน เมื่อมีการใช้ค่ารัศมีในการโปรแกรม

รหัส S

รหัส S เป็นรหัสที่ใช้เมื่อมีการโปรแกรมความเร็วหัวจับหัวลงไป การหมุนของคัตเตอร์บนเครื่องกัดหรือหมุนชิ้นงานที่อยู่ในเครื่องกลึงเราเรียกว่าความเร็วหัวจับ (spindle speed) มีหน่วยเป็นรอบ/นาทีพิมพ์นำหน้าด้วยตัว S ตามด้วยตัวเลข 4 หลัก

รหัส F

รหัส F ใช้โปรแกรมอัตราป้อน (feed) ของมีดกลึงหรือโต๊ะจับชิ้นงานของเครื่องกัดอัตราป้อนเป็นอัตราการเคลื่อนที่ตามทางเดินของเครื่องมือ อัตราป้อนปกติโปรแกรมเป็น นิ้ว/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส T

รหัส T เป็นโปรแกรมเพื่อกำหนดหมายเลขเครื่องมือในซองใส่เครื่องมือ เครื่องมือจะอยู่ในตำแหน่งต่างๆ บนซองใส่เครื่องมือ การโปรแกรม T และตัวเลขทำให้สามารถที่จะใช้เครื่องมือได้หลาย ๆ ครั้ง เท่าที่จำเป็น พร้อมทั้งโปรแกรม M06 จะทำการเปลี่ยนเครื่องมือ

รหัส M

รหัสฟังก์ชันเหล่านี้ใช้เพื่อโปรแกรมให้เครื่องจักรกระทำการบางอย่างที่พิเศษ ตารางแสดงรหัสบางส่วนที่มีการใช้กันมาก

รหัส ฟังก์ชันเบ็ดเตล็ด

M00	หยุดโปรแกรม
M01	ออปชันเนลสต็อป
M02	จบโปรแกรม
M03	หัวจับหมุนตามเข็มนาฬิกา
M04	หัวจับหมุนทวนเข็มนาฬิกา
M05	หัวจับหยุด
M06	เปลี่ยนเครื่องมือ
M07	เปิดน้ำหล่อเย็น (เปิดมาก)
M08	เปิดน้ำหล่อเย็น (เปิดน้อย)
M09	ปิดน้ำหล่อเย็น

รหัส D และ H

รหัส D และ H เป็นรหัสที่ใช้เพื่อทำการตั้งความยาวของออฟเซตของเครื่องมือ ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมใช้เครื่องมือทุกตัวโดยคิดว่าเครื่องมือยาวเท่ากันทั้งหมด เมื่อโปรแกรมใช้เครื่องมือใหม่ ก็จะใช้ค่าในระนาบของแกน Z สำหรับตั้งค่าความยาวของเครื่องมือ

ตัวอย่างอธิบายการทำงาน

G00: การแทนที่แนวเส้นตรงแบบเคลื่อนที่เร็ว (Positioning) เป็นการเลื่อนแท่นจับยึดชิ้นงานโดยไม่มีการกัดเกิดขึ้น เครื่องมือต่าง ๆ ไม่สัมผัสกับชิ้นงาน การทำงานจะมีการรับค่าตำแหน่งแกน 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: การแทนที่แนวเส้นตรง (Linear Interpolation) เป็นการเลื่อนแท่นจับชิ้นงานโดยมีการกัด การทำงานจะมีการรับค่าตำแหน่ง แกน X แกน Y แกน Z และค่าอัตราป้อน ตัวอย่างการป้อนคำสั่ง G01

- G01 X + 3.00 Y – 4.00 Z 0.00 F50 : เป็นการเคลื่อนที่กัดชิ้นงานเป็นร่องในแนวเส้นตรงระยะทาง 4 มิลลิเมตร
- G01 X 0.00 Y 0.00 Z + 2.00 F50 : เป็นการเลื่อนแท่นจับยึดชิ้นงาน เพื่อเจาะรูขนาด 2 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G02: หมายถึงการแทนที่แนวส่วนเส้นโค้งตามเข็มนาฬิกา (Circular Interpolation CW) (clockwise) เป็นการกัดชิ้นงานเป็นร่องโค้งในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ตัวอย่างการป้อนคำสั่ง G02

- G02 X + 10.00Y + 10.00R10.00 : เป็นการเคลื่อนที่กัดชิ้นงานเป็นร่องโค้งรูป 1/4 ของวงกลมที่มีรัศมี10 มิลลิเมตรในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

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

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

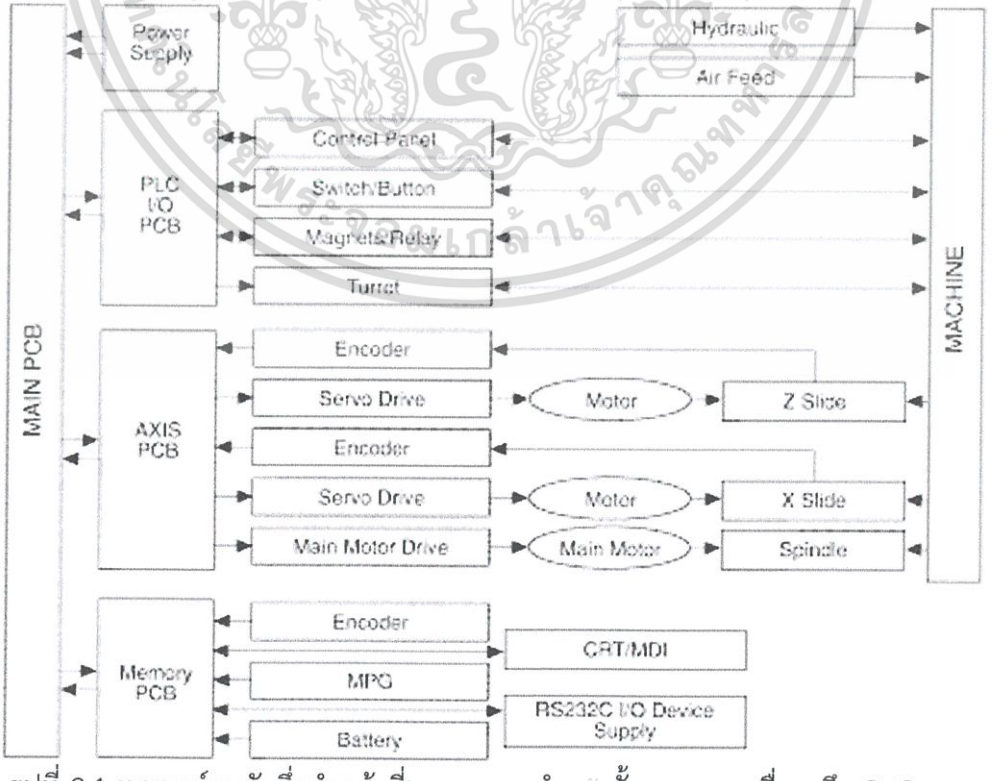
G09: การกำหนดขาดแบบสัมบูรณ์ (Absolute Programming Selected) เป็นการเปลี่ยนโหมดการท างานให้กำหนดขนาดโดยอ้างอิงจุดอ้างอิงจุดเดียวตลอด สามารถเปลี่ยนโหมดกลับไปมาระหว่าง G90 และ G91 ได้ใน 1 โปรแกรม

G91: การกำหนดขนาดแบบต่อเนื่อง (incremental Programming Selected) เป็นการเปลี่ยนโหมดการทำงานให้กำหนดขนาดแบบต่อเนื่องโดยเปลี่ยนจุดต้นไปเรื่อย ๆ

M30: สิ้นสุดการทำงาน (End of Program) ใช้ในการจบโปรแกรมการทำงาน ไม่สามารถทำงานต่อได้นอกจากคำสั่งนี้ออกไปก่อน และทุกครั้งที่มีการออกแบบชิ้นงานก่อนที่จะมีการบันทึกข้อมูลจำเป็นต้องลงท้ายด้วยคำสั่งนี้เสมอ

2.4 ระบบควบคุมของเครื่องกลึง CNC

ในเครื่องกลึง CNC ระบบในการควบคุมการทำงานทั้งหมดทั้ง main spindle, การเคลื่อนที่ในแนวแกนต่างๆ, ระบบ hydraulic, ระบบไฟฟ้าทั้งหมดจะถูกติดตั้งลงบนบอร์ดของแต่ละระบบ หลังจากนั้นระบบทั้งหมดจะถูกติดตั้งลงบนเมนบอร์ดหลักซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องกลึง CNC

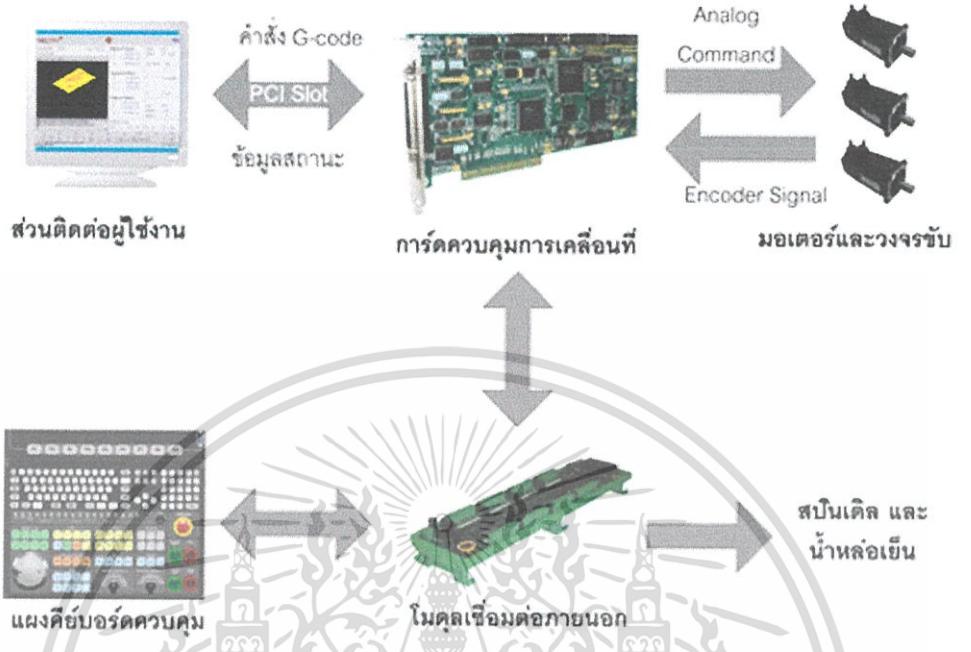


รูปที่ 2.1 เมนบอร์ดหลักซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องกลึง CNC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การควบคุมเครื่องซีเอ็นซี

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



รูปที่ 2.2 การควบคุมเครื่อง CNC

2.6 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

เครื่อง CNC มีระบบควบคุมที่ป้อนข้อมูลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของเครื่องผ่านแผงคีย์บอร์ด หรือแป้นพิมพ์ (Key Board) หรือเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมเสร็จ ก็จะนำไปควบคุมให้เครื่องจักรกลทำงาน โดยอาศัยมอเตอร์ป้อน (Feed Motor) เพื่อให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ตามคำสั่ง เช่น เครื่องกลึง ซีเอ็นซี (CNC Machine) ก็จะมีมอเตอร์ในการเคลื่อนที่อยู่ 2 ตัว หรือเครื่องกัด ซีเอ็นซี ก็จะมีมอเตอร์ป้อน 3 ตัว เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมเสร็จ จะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน แต่เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากระบบควบคุมนี้มีกำลังน้อย ไม่สามารถไปหมุนขับให้มอเตอร์ทำงานได้ ดังนั้น จึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive Amplified) และส่งสัญญาณต่อไปยังมอเตอร์ป้อนแนวแกนตามที่โปรแกรมกำหนด ทั้งความเร็วและระยะทาง การเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจะถูกโปรแกรมไว้ทั้งหมด เพื่อควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC) และมีเครื่องมืออุปกรณ์ที่ตรวจสอบตำแหน่งของแท่นเลื่อนให้ระบบควบคุม เรียกว่า ระบบวัดขนาด (Measuring System) ซึ่งประกอบด้วยสเกลแนวตรง (Liner Scale) มีจำนวนเท่ากับจำนวนแนวแกนในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระยะทางที่แท่นเลื่อนเคลื่อนที่กลับไปยังระบบควบคุม ทำให้ระบบควบคุมรู้ว่าแท่นเลื่อนเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่าใด

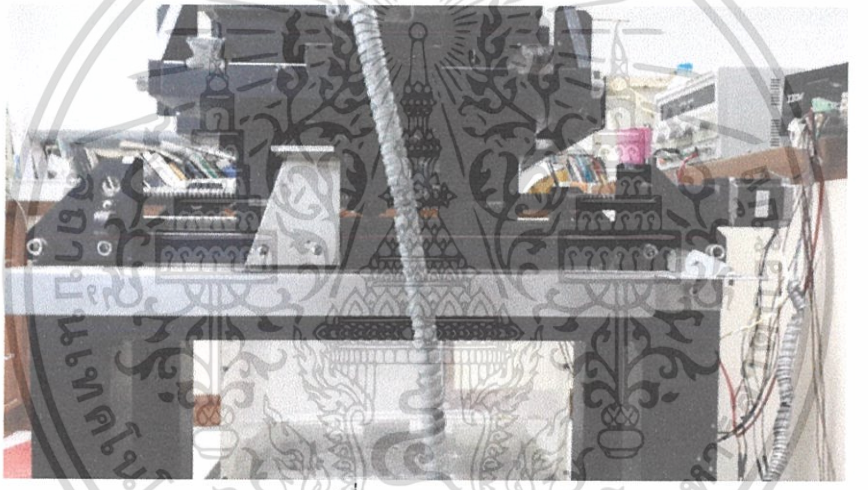
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้เราจะกล่าวถึงขั้นตอนการเตรียมการดำเนินการวิจัยเครื่องกลึง CNC ในส่วนของระบบ Hardware และในส่วนของระบบ Software ของเครื่องกลึง CNC โดยใช้โปรแกรม Mach3

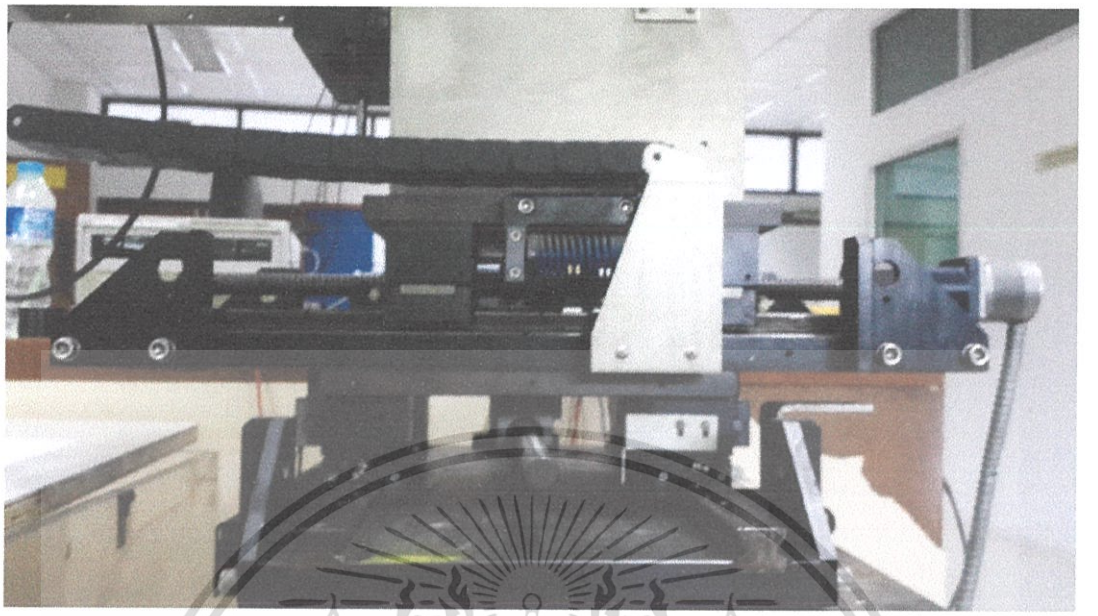
3.1 ระบบ Hardware ของเครื่อง CNC

เครื่อง CNC จะประกอบไปด้วย 3 แกน นั้นคือ แกน X เคลื่อนที่ตามแนวยาว (ดังรูปที่ 3.1) แกน Y เคลื่อนที่ตามแนวขวาง (ดังรูปที่ 3.2) และแกน Z เคลื่อนที่ขึ้น-ลง (ดังรูปที่ 3.3)โดยแกน X จะอยู่ล่างสุด และแกน Y จะต่อกับแกน X ในแนวขวางกับแกน X และแกน Z จะเชื่อมต่อกันบนแกน Y (ดังรูปที่ 3.4)



รูปที่ 3.1 แนวแกน X

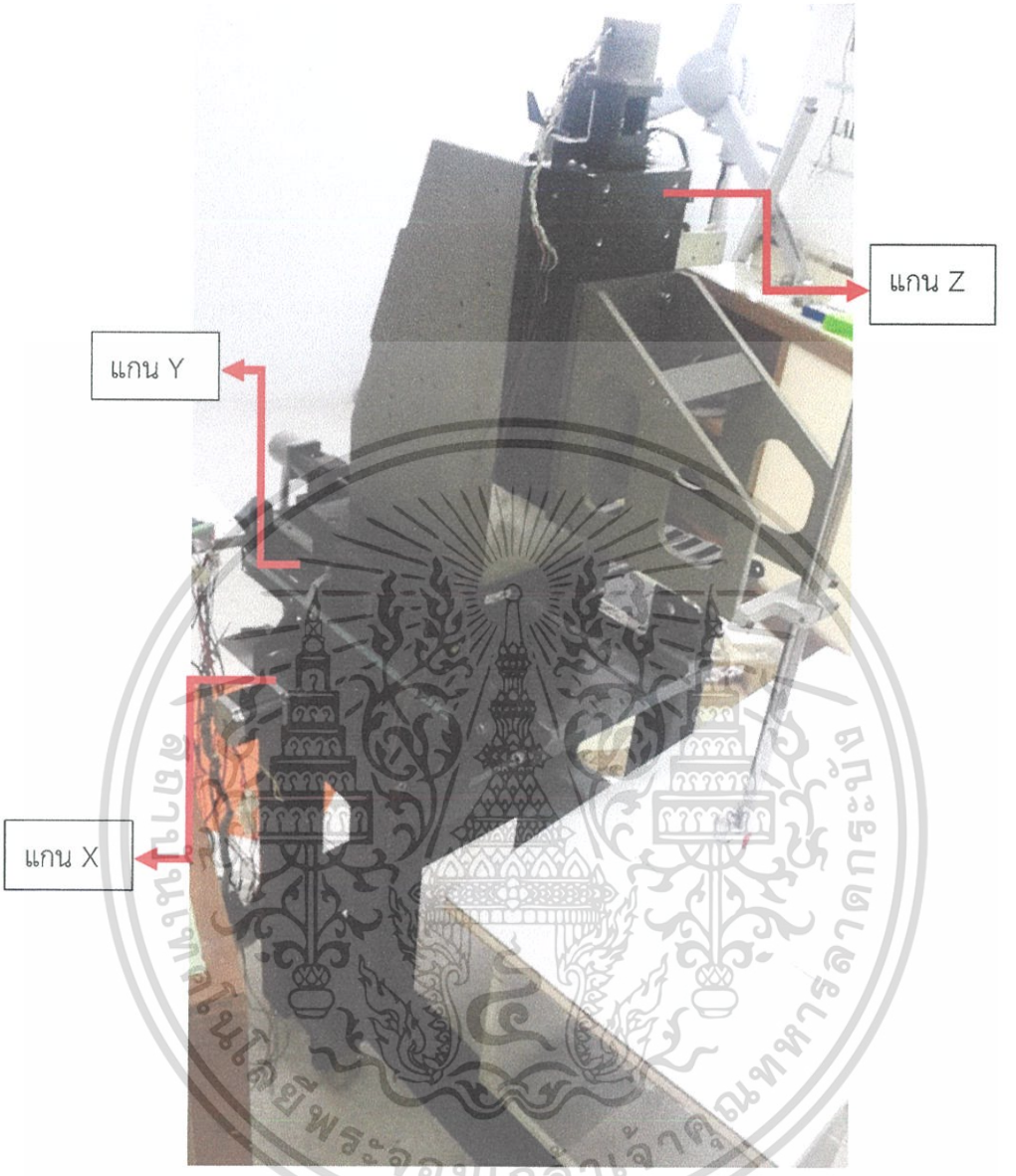
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แนวแกน Y

รูปที่ 3.3 แนวแกน Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

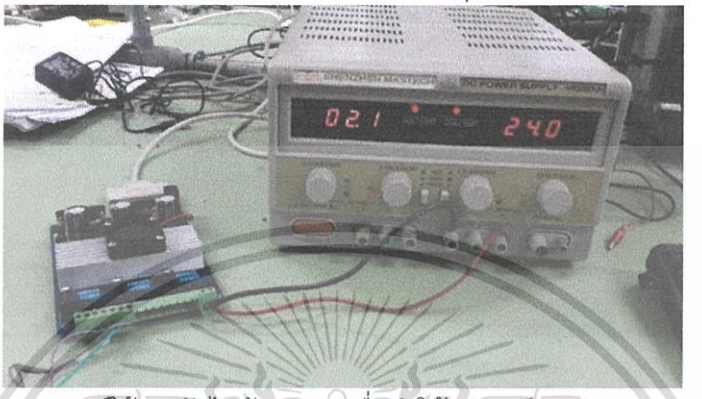


รูปที่ 3.4 การประกอบ แกน X,Y,Z

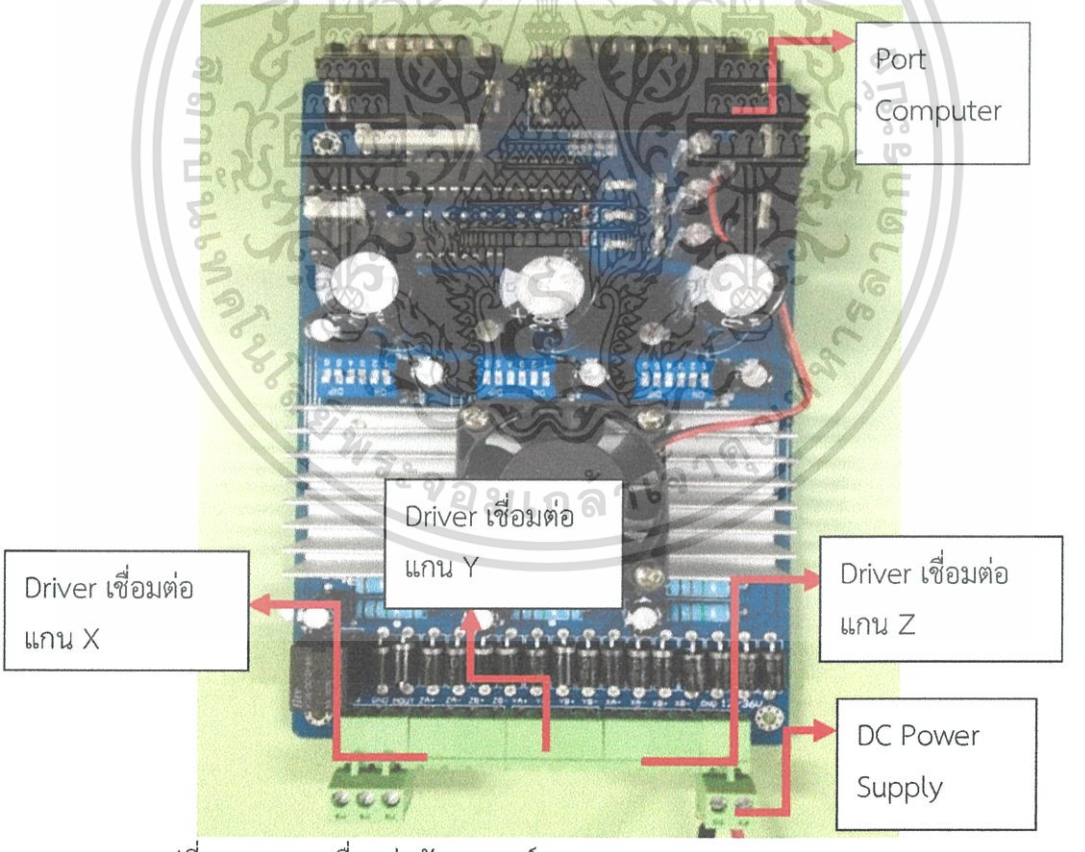
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การติดตั้งระบบของเครื่อง CNC

ในส่วนของระบบการติดตั้งจะประกอบด้วย Driver และ Power Supply DC ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อกับโปรแกรม โดย Driver จะเชื่อมต่อเข้ากับ Power Supply DC ด้วยแรงดันไฟฟ้า 24 V และเชื่อมต่อกับมอเตอร์ของแต่ละแกน และ เชื่อมต่อกับ Port Computer



รูปที่ 3.5 มอเตอร์ใช้แรงดันไฟฟ้า 24 V เพื่อทำให้มอเตอร์ของและแกนเคลื่อนที่



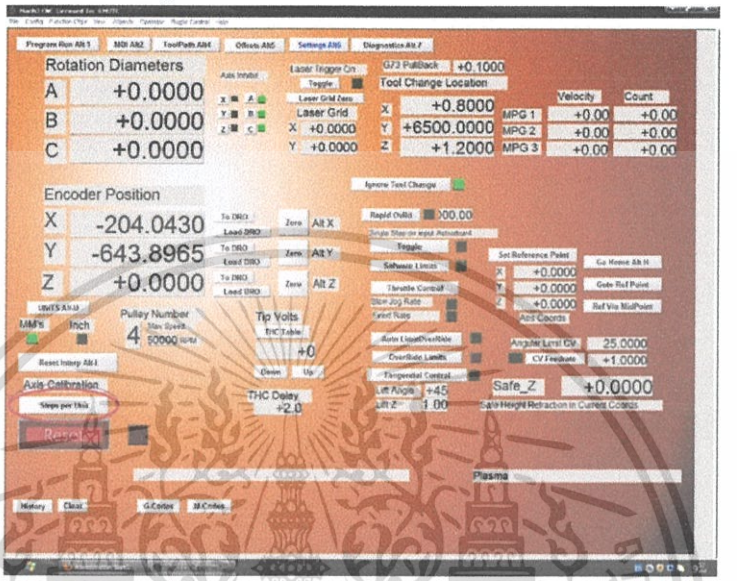
รูปที่ 3.6 Drive เชื่อมต่อกับมอเตอร์ DC Power Supply และ Compute

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ระบบ Software ของเครื่อง CNC

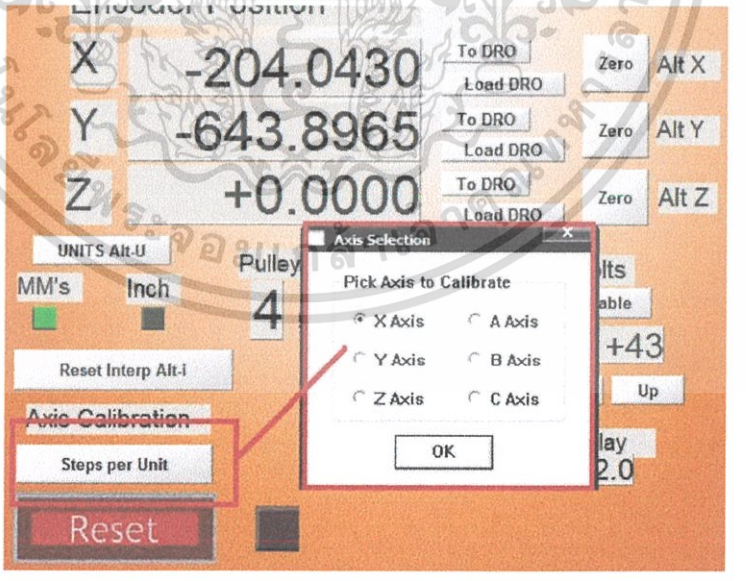
ในระบบ Software เราใช้โปรแกรม Mach3 ซึ่งเราต้องทำการ Calibrate เครื่อง CNC ให้ทุกแกน โดยทำเส้นอ้างอิง 1 เส้น เพื่อทำการวัดค่าระยะที่แกนเคลื่อนที่ที่ถูกต้องค่าที่เป็นจริง

1. SCREEN เดิม เลือก Settings Alt6



รูปที่ 3.7 Setting

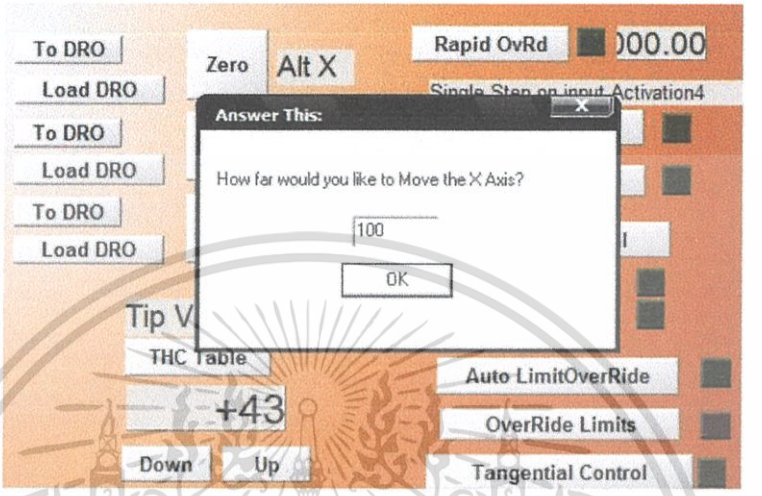
2. เลือก Step per Unit



รูปที่ 3.8 Steps per Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



รูปที่ 3.9 How far would you like to Move

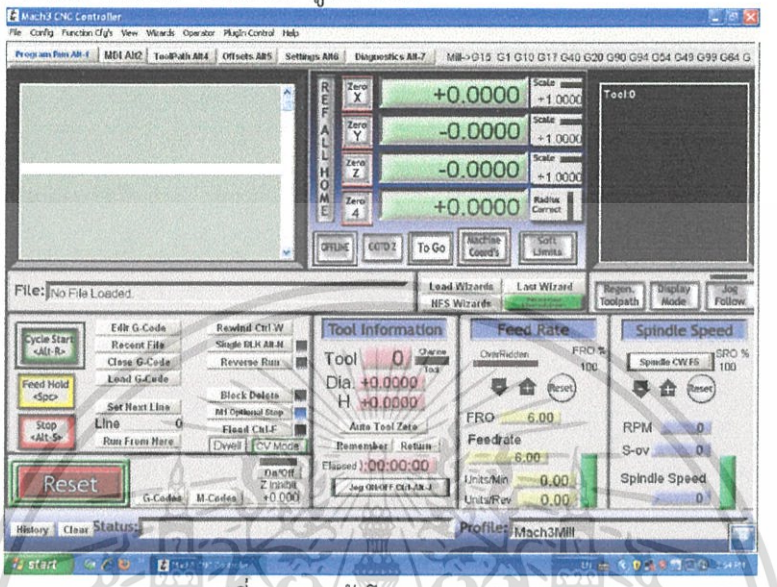
4. เครื่อง CNC ก็จะเดินไปในแกน X ที่ SCEEN 100 mm. และไปวัดค่าความยาวที่เครื่องเดินไปจริงจากเส้นอ้างอิง ว่าเป็นเท่าไหร่
5. ในที่นี้ สมมุติให้เป็น วัดจริงได้ = 95 mm. แล้วกด OK MACH3 จะคำนวณค่า Stepper unit ที่ถูกต้อง ให้
6. จะได้ค่า 156.21155726316 Step per mm. กด YES เพื่อยอมรับค่า ที่คำนวณได้ ทดสอบการเดินเครื่อง CNC อีกครั้ง ด้วย MDI Alt 2 ป้อน G00 X100 แล้วกด Enter เครื่อง CNC จะเดินไปตามขนาดจริง หาก ผิดพลาด ให้ทำขั้นตอนเดิม จนกว่าจะได้ขนาดที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การทดสอบการเคลื่อนที่ของแกน X Y Z

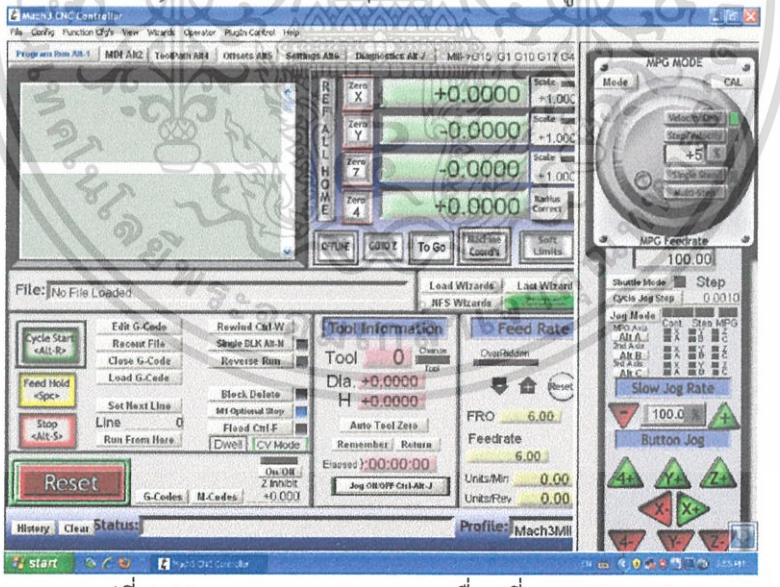
3.4.1.การทดสอบการเคลื่อนที่แบบระบบ Manual

1. เปิดโปรแกรม Mach3 จะแสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 หน้าโปรแกรม Mach3

2. เลือก Tab บน Keyboard ของ Computer จะแสดงดังรูปที่ 3.11



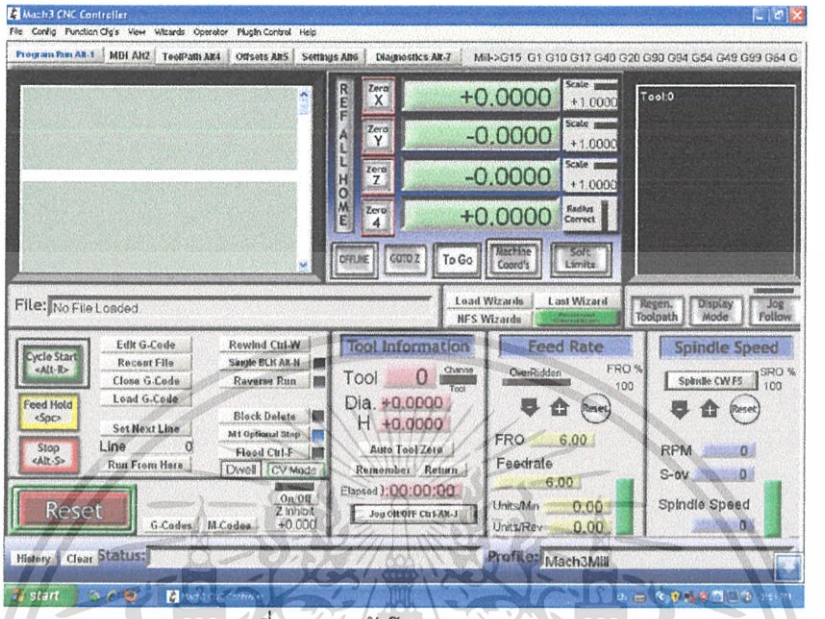
รูปที่ 3.11 แสดงการควบคุมการเคลื่อนที่แบบ Manual

3. เลือก X+,Y+,Z+ เพื่อทำให้แกนเคลื่อนที่ หาก เลือก X-,Y-,Z- จะเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

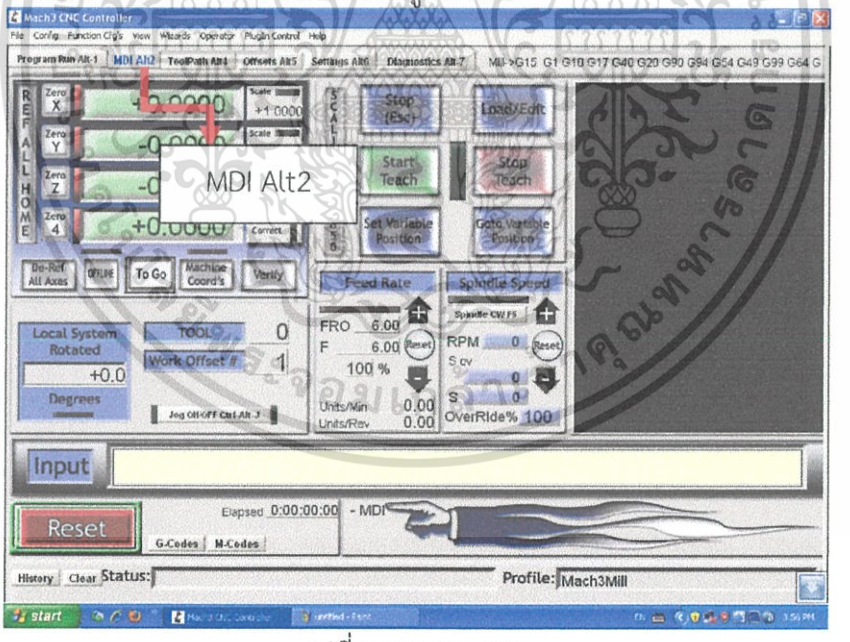
3.4.1 การทดสอบการเคลื่อนที่ระบบ Auto

1. เปิดโปรแกรม Mach3 จะแสดงหน้าต่างของโปรแกรม



รูปที่ 3.12 หน้าโปรแกรม Mach3

2. เลือกที่แถบด้านบน MDI Alt2 แสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 MDI Alt2

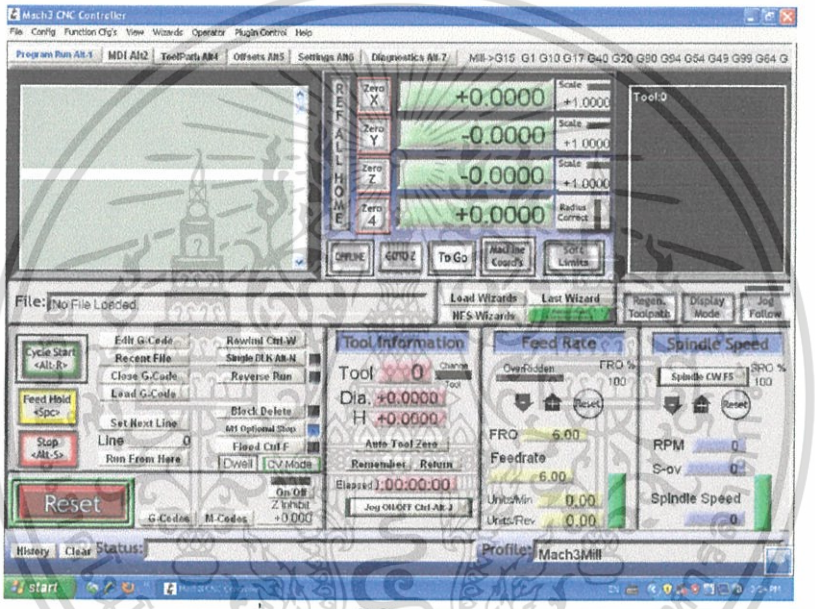
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในช่อง Input เราจะป้อน G-Code เข้าไปตามด้วยระยะที่ต้องการเข้าไปในแถบ Input ตัวอย่างเช่น

แกน X : GOO X30 (แสดงว่าแกน X จะเคลื่อนที่ไป 30 mm.)
แกน Y : GOO Y50 (แสดงว่าแกน Y จะเคลื่อนที่ไป 50 mm.)
แกน Z : GOO Z10 (แสดงว่าแกน Z จะเคลื่อนที่ไป 10 mm.)

3.5 วิธีการทดสอบการเขียนตัวอักษร บนโปรแกรม Mach3

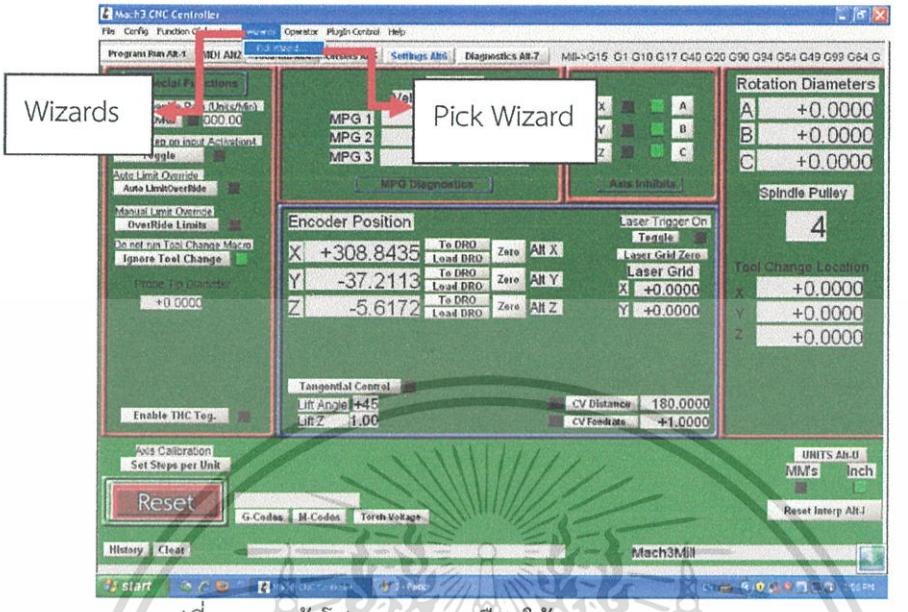
1. เปิดโปรแกรม Mach3 จะแสดงดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 หน้าโปรแกรม Mach3

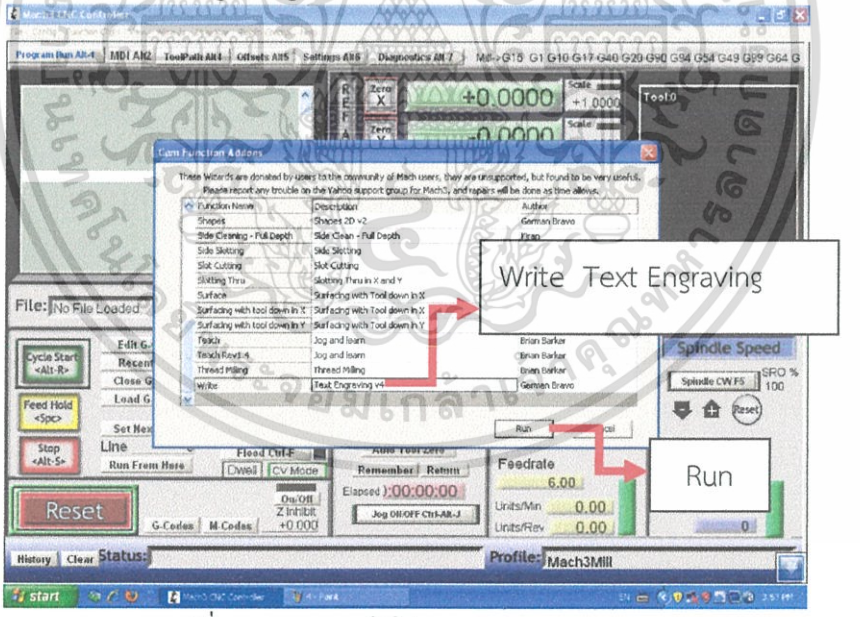
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือก Wizards และเลือก Pick Wizards



รูปที่ 3.15 หน้าโปรแกรมการเลือกใช้ Function ของ Wizards

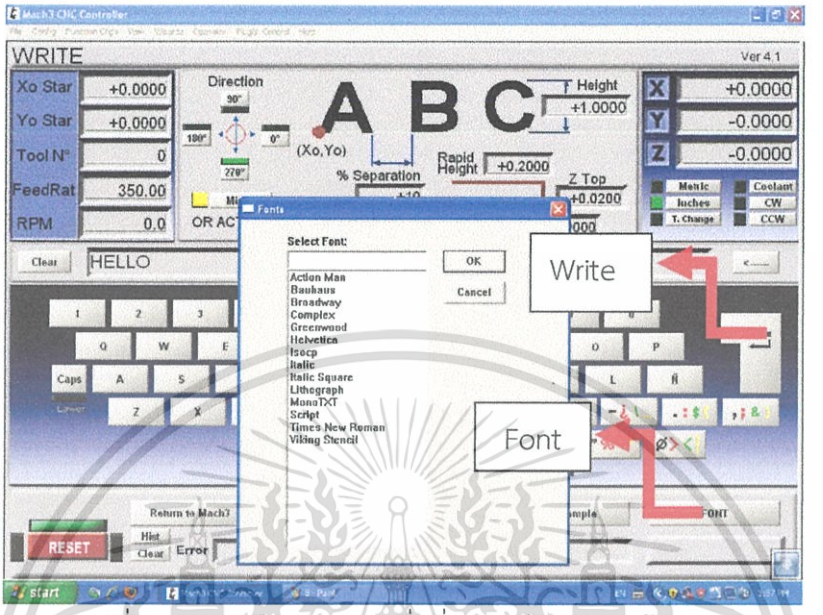
3. เลือก Write Text Engraving



รูปที่ 3.16 แสดงหน้าโปรแกรมของ Wizards

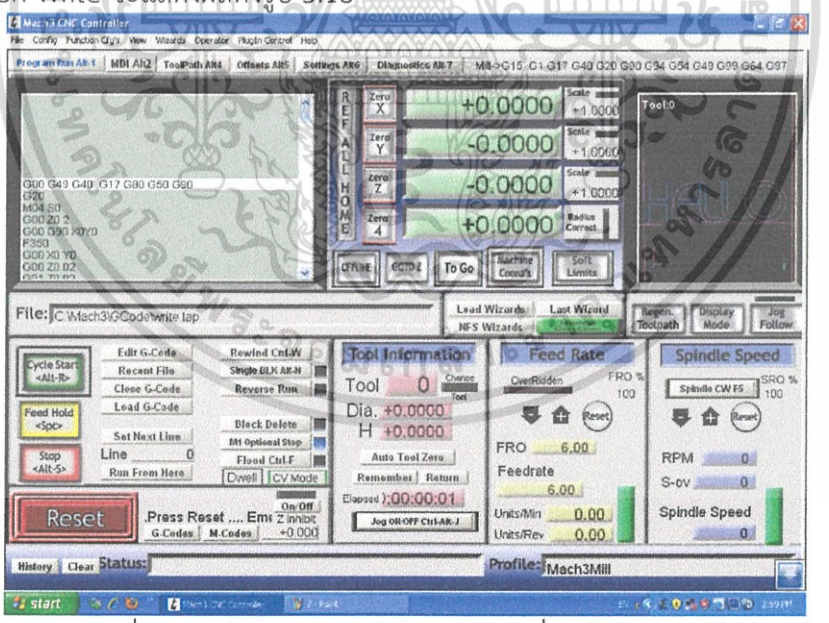
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อ Run จะปรากฏหน้าต่าง ซึ่งเราสามารถเลือกตัวอักษรที่ต้องการได้ และ สามารถเลือก Fonts ที่ต้องการได้



รูปที่ 3.17 การเลือก Fonts เพื่อที่จะพิมพ์ตามความต้องการ

5. เลือก Write จะแสดงผลดังรูป 3.18



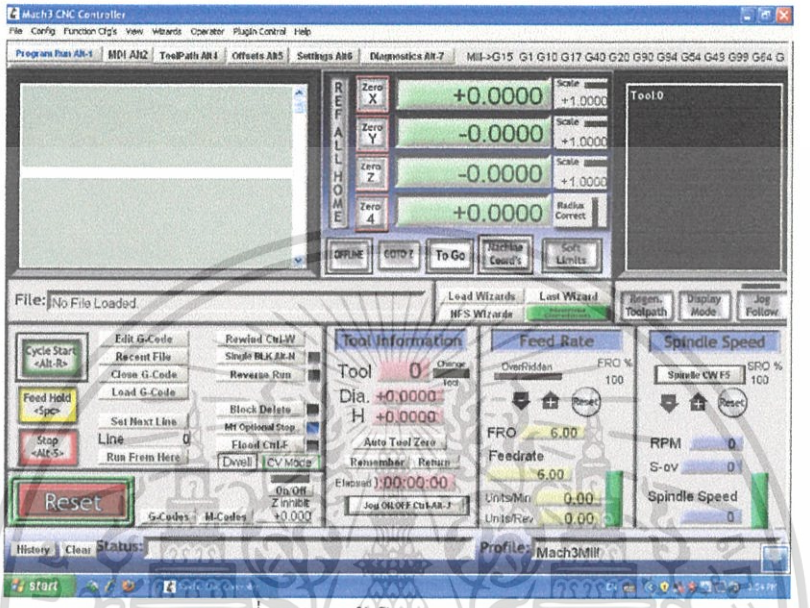
รูปที่ 3.18 หน้าโปรกรแกรมแสดงตัวอักษรที่เราต้องการพิมพ์

6. เลือก Cycle Start <Alt R>โปรแกรมจะทำการพิมพ์ตามที่เราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

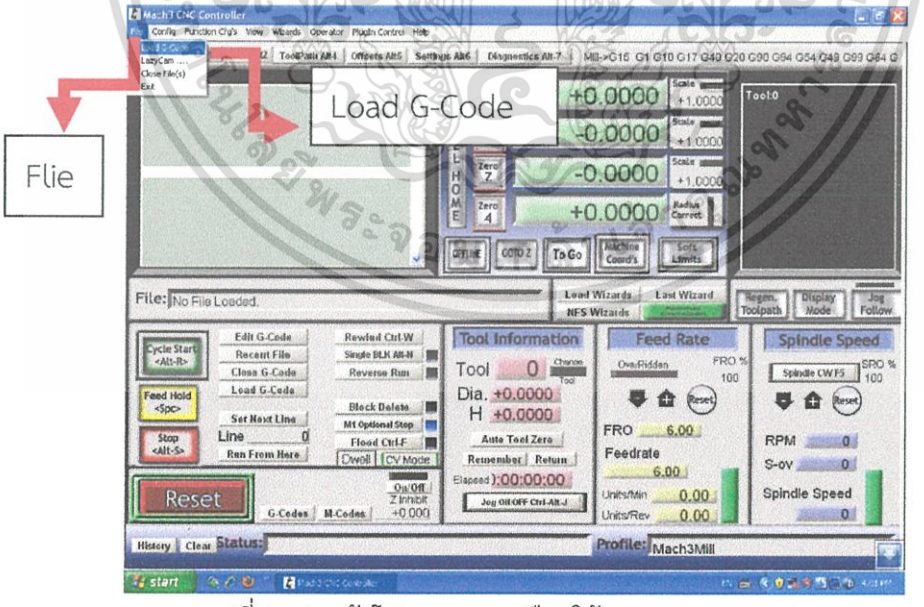
3.6 การทดสอบการกลึงชิ้นงาน ของโปรแกรม Mach3

1. เปิดโปรแกรม Mach3



รูปที่ 3.19 หน้าโปรแกรม Mach3

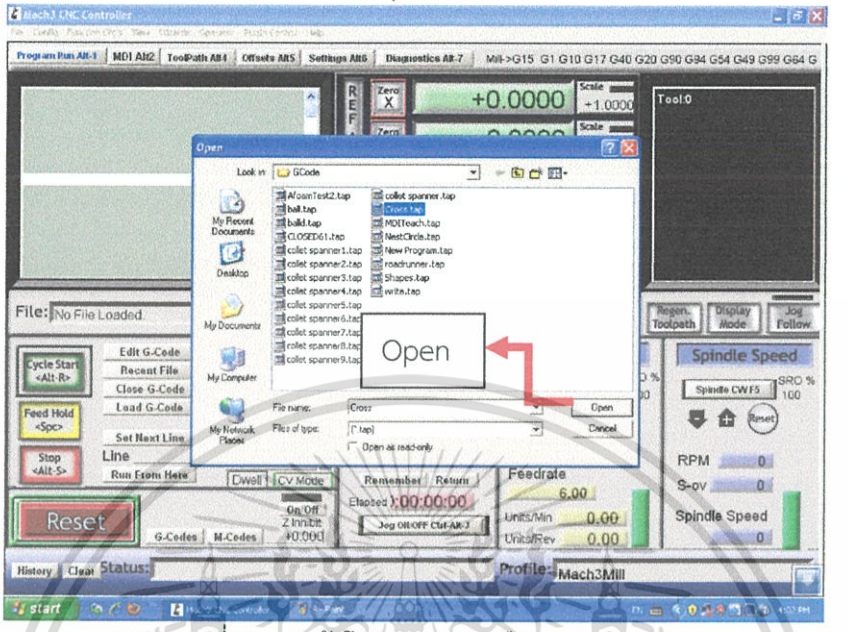
2. เลือก File และเลือก Load G-Code



รูปที่ 3.20 หน้าโปรแกรมการเลือกใช้ Function ของ Flie

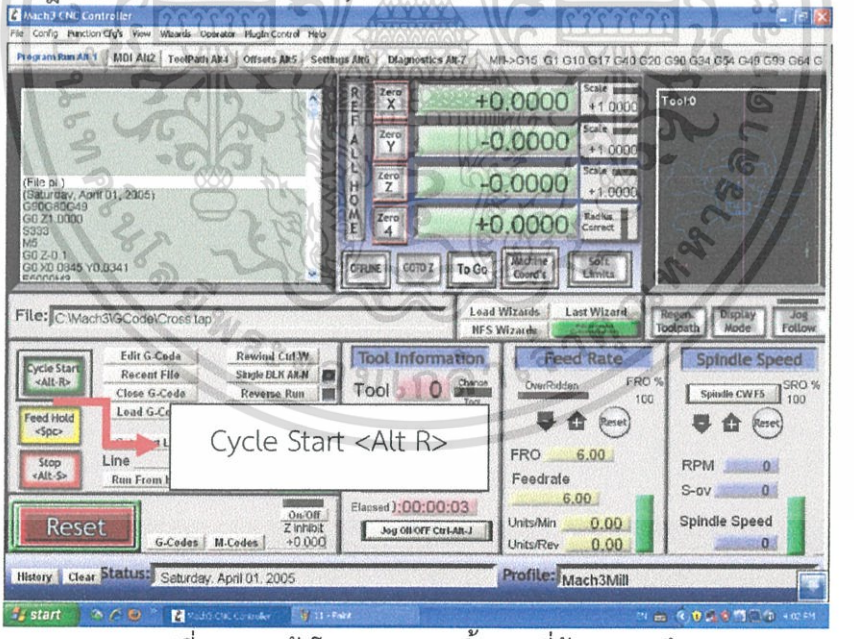
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือก File ที่ต้องการที่จะกลึง เลือก Open



รูปที่ 3.21 หน้าโปรแกรมการเลือก G-Code

4. ปรากฏหน้าต่างโปรแกรม เลือก Cycle Start <Alt R>

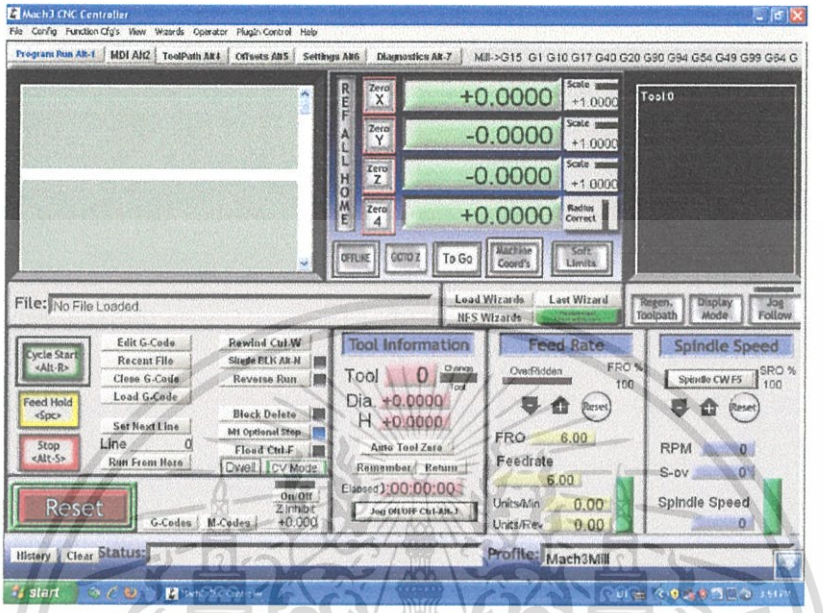


รูปที่ 3.22 หน้าโปรแกรมของชิ้นงานที่ต้องการกลึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

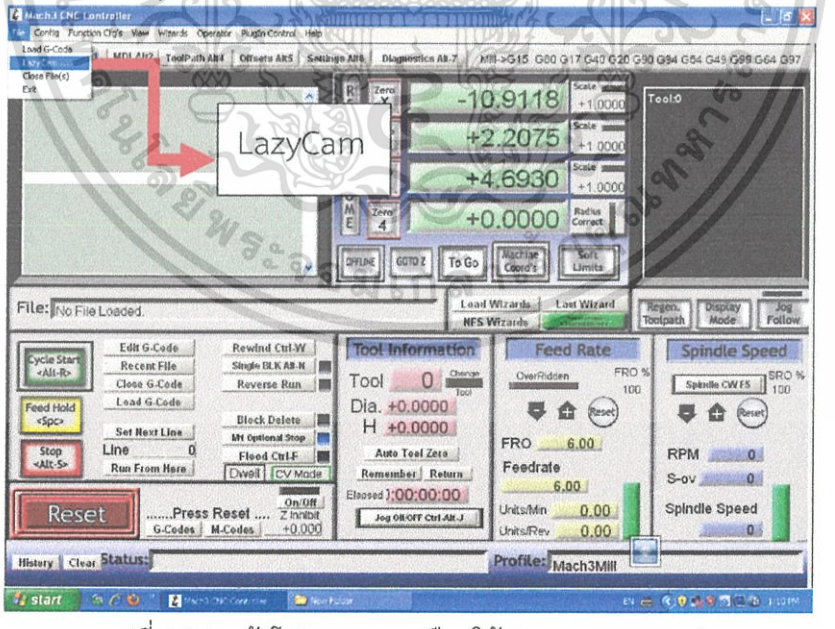
3.7 การทดสอบการแปลงไฟล์ drawing เป็น G Code

1. เปิดโปรแกรม Mach3



รูปที่ 3.23 หน้าโปรแกรม Mach3

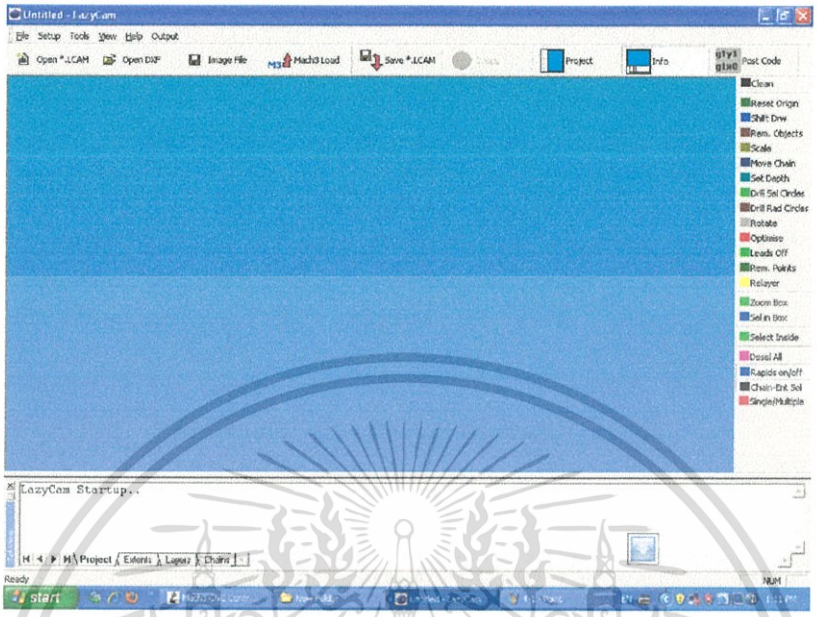
4. File เลือก LazyCam



รูปที่ 3.24 หน้าโปรแกรมการเลือกใช้ Function ของ File

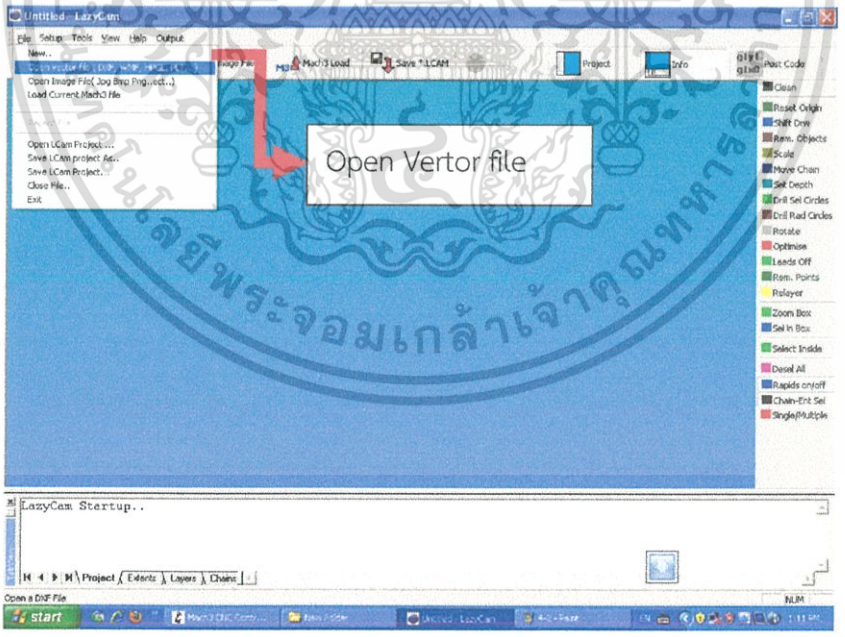
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. โปรแกรม Lazycam



รูปที่ 3.25 โปรแกรม Lazycam

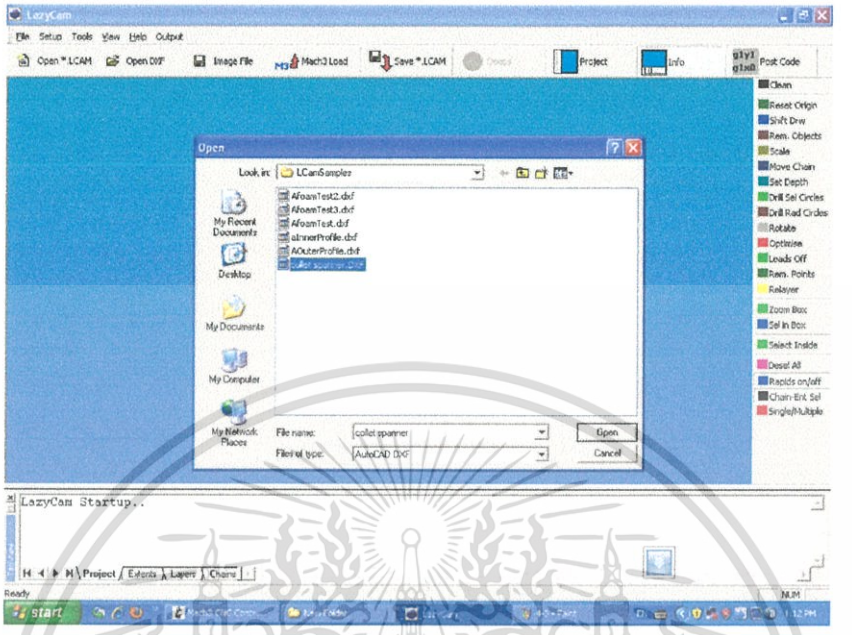
6. File เลือก Open Vertor file



รูปที่ 3.26 หน้าต่างโปรแกรม Function ของ File

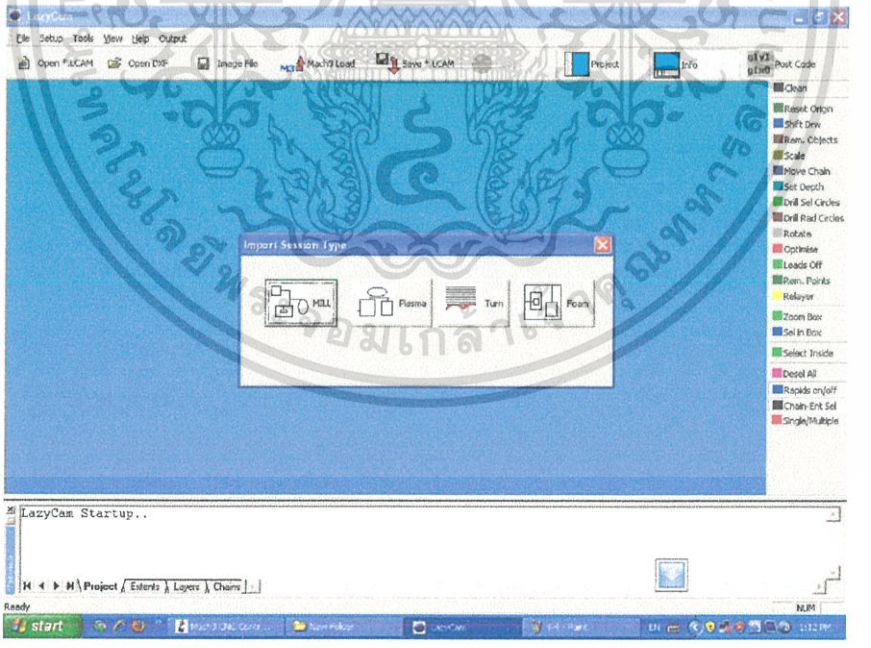
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เลือกไฟล์ ที่ต้องการแปลง G Code และ Open File



รูปที่ 3.27 หน้าต่างโปรแกรมเลือก File

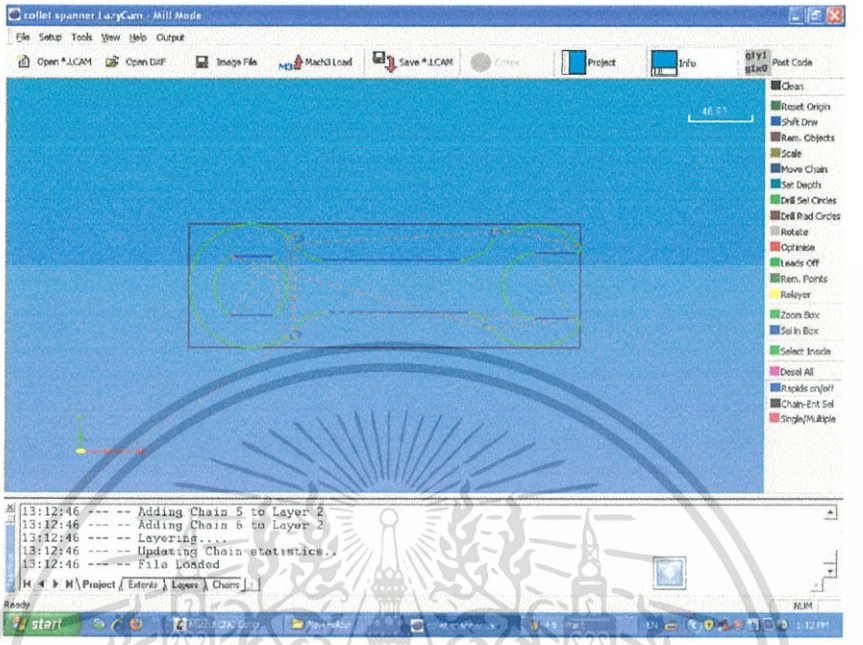
8. เลือก MILL



รูปที่ 3.28 Import Session Type

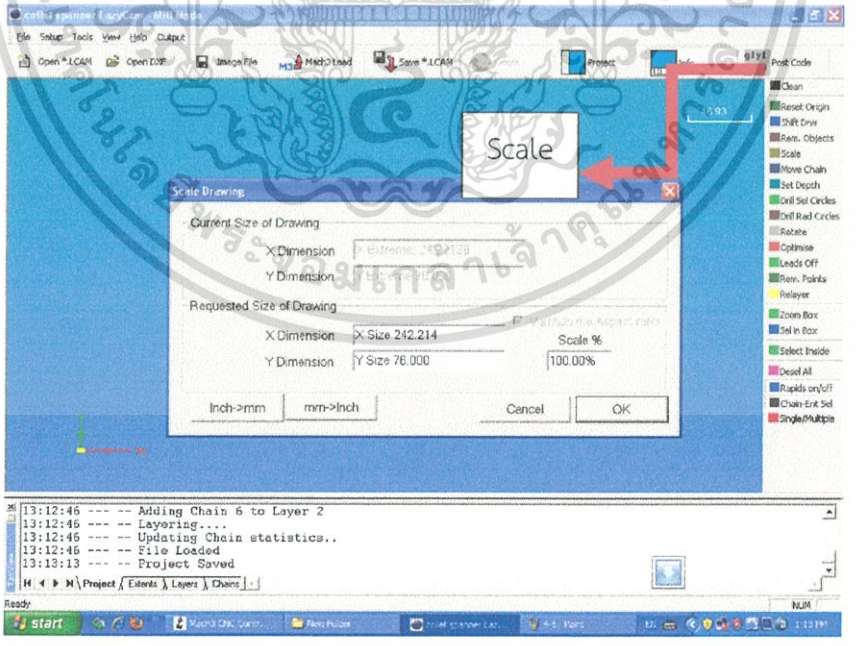
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ปรากฏ File ที่ต้องการแปลงเป็น G Code



รูปที่ 3.29 หน้าต่างโปรแกรม LazyCam

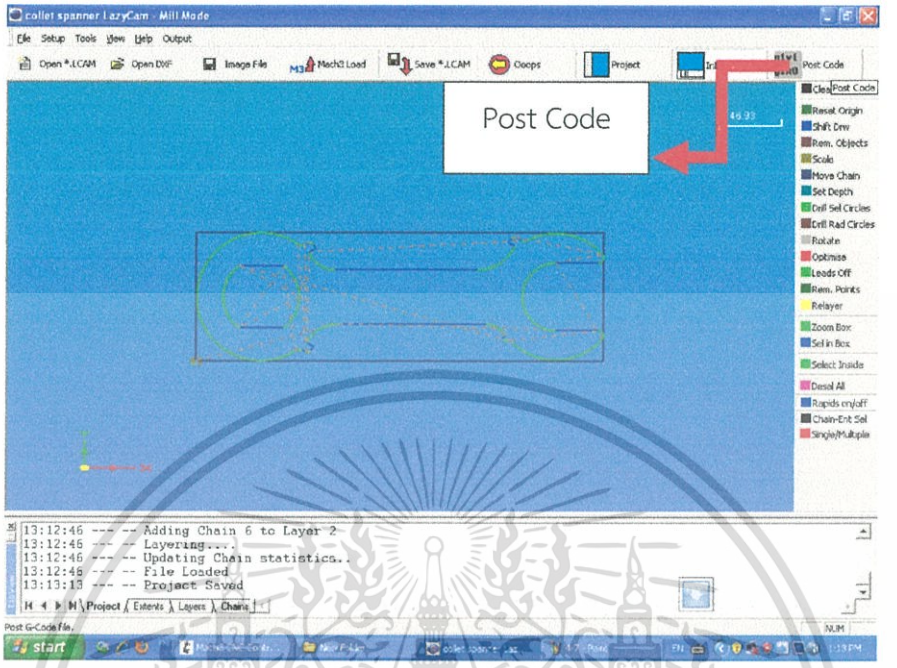
9. เลือก Scale เพื่อปรับขนาดตามต้องการ และเลือก OK



รูปที่ 3.30 Scale Drawing

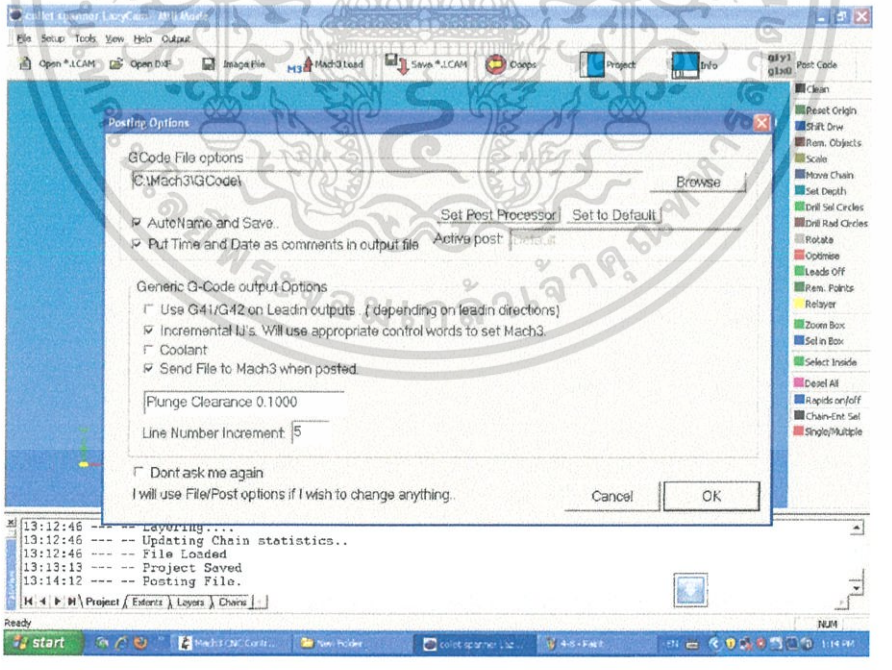
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ปรากฏ File ที่ปรับขนาด และเลือก Post Code



รูปที่ 3.31 Post Code

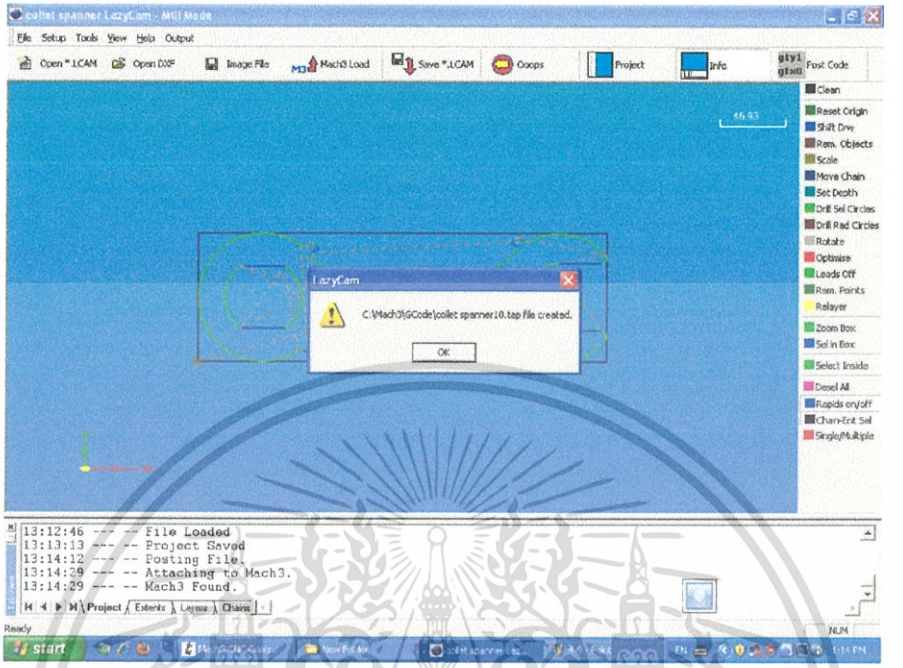
11. Posting Options และเลือก OK



รูปที่ 3.32 Posting Option

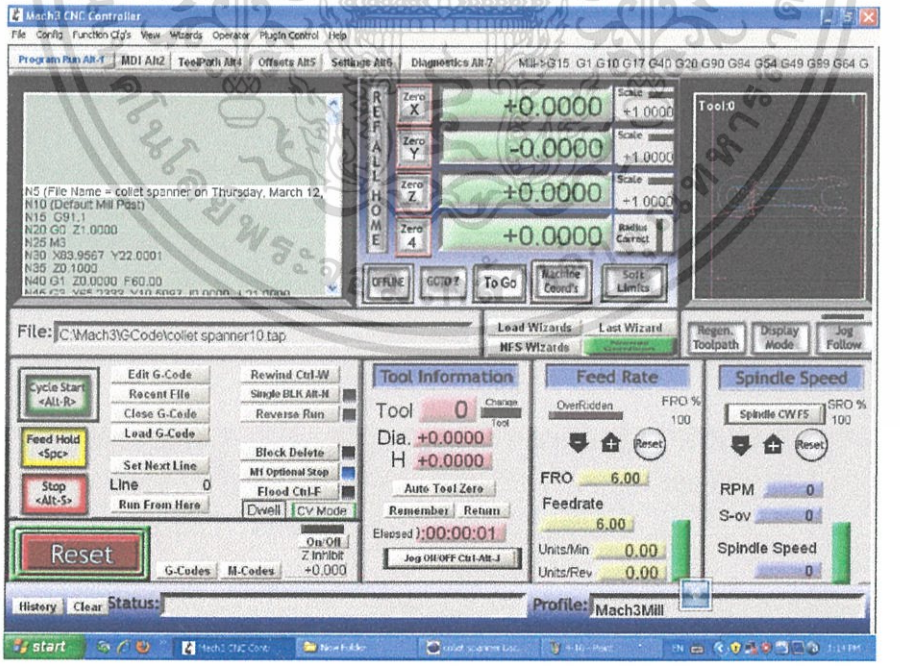
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. หน้าต่างโปรแกรม Lazycam แสดง File ที่แปลงเป็น G Code และเลือก OK



รูปที่ 3.33 แสดง File ที่แปลงเป็น G Code

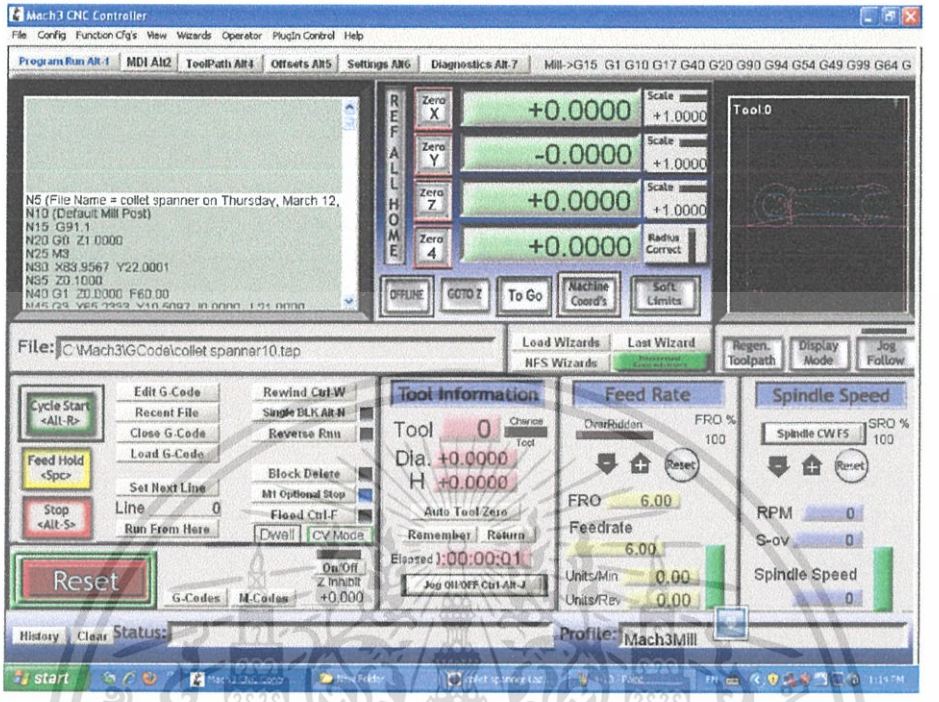
13. หน้าต่างโปรแกรม Mach 3 จะแสดงไฟล์ ที่แปลงเป็น G Code



รูปที่ 3.34 Mach3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. เลือก Cycle Start เพื่อเริ่มการทำงาน



รูปที่ 3.35 Cycle Start

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองของเครื่อง CNC ในการปฏิบัติงานต่างๆ ของเครื่อง CNC เพื่อทราบถึงความสามรถในการปฏิบัติในแต่ละชิ้นงาน

4.1 ผลการทดลอง Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในระยะที่กำหนด

4.1.1 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X (ระยะเคลื่อนที่ 1 นิ้ว)

ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน X (ระยะเคลื่อนที่ 1 นิ้ว)	
การทดลอง	ระยะที่เคลื่อนที่ ในแนวแกน X
1	0.88
2	0.89
3	0.92
4	0.95
5	0.97
เฉลี่ย	0.92

จากผลการทดลอง Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในระยะที่กำหนด เป็นระยะทาง 1 นิ้ว ในแนวแกน X โดยทดลองจำนวน 5 ครั้ง ผลที่ได้จากการทดลอง ดังนี้ 0.88 , 0.89 , 0.92 , 0.95 , 0.97 นิ้ว ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 นิ้ว ผลการทดลองมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.6 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y (ระยะเคลื่อนที่ 1 นิ้ว)

ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Y (ระยะเคลื่อนที่ 1 นิ้ว)	
การทดลอง	ระยะที่เคลื่อนที่ ในแนวแกน Y
1	0.90
2	0.90
3	0.91
4	0.95
5	0.98
เฉลี่ย	0.93

จากผลการทดลอง Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในระยะที่กำหนด เป็นระยะทาง 1 นิ้ว ในแนวแกน X โดยทดลองจำนวน 5 ครั้ง ผลที่ได้จากการทดลอง ดังนี้ 0.90 , 0.90 , 0.91 , 0.95 , 0.98 นิ้ว ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 นิ้ว ผลการทดลองมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.2 %

4.1.3 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z (ระยะเคลื่อนที่ 1 นิ้ว)

ผลการทดลอง Backlash ในแนวแกน Z (ระยะเคลื่อนที่ 1 นิ้ว)	
การทดลอง	ระยะที่เคลื่อนที่ ในแนวแกน Z
1	0.89
2	0.90
3	0.90
4	0.93
5	0.95
เฉลี่ย	0.91

จากผลการทดลอง Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในระยะที่กำหนด เป็นระยะทาง 1 นิ้ว ในแนวแกน Z โดยทดลองจำนวน 5 ครั้ง ผลที่ได้จากการทดลอง ดังนี้ 0.89 , 0.90 , 0.90 , 0.93 , 0.95 นิ้ว ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 นิ้ว ผลการทดลองมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 8.6 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองการเขียนตัวอักษรด้วยเครื่อง CNC ตามระยะความสูงที่กำหนด

ตารางที่ 4.4 การทดลองการเขียนตัวอักษรด้วยเครื่อง CNC ตามระยะความสูงที่กำหนด

ผลการทดลองการเขียนตัวอักษรด้วยเครื่อง CNC ตามระยะความสูงที่กำหนด (ระยะความสูง 2 นิ้ว)	
การทดลอง	ระยะความสูงของตัวอักษร
1	1.89
2	1.88
3	1.88
4	1.87
5	1.89
เฉลี่ย	1.88

จากการทดลองการเขียนตัวอักษรด้วยเครื่อง CNC ตามระยะความสูงที่กำหนด เป็นระยะความสูง 2 นิ้ว โดยทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ผลที่ได้จากการทดลองมีดังนี้ 1.89 , 1.88 , 1.88 , 1.87 และ 1.89 นิ้ว ตามลำดับ โดยมีค่าระยะความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.88 นิ้ว ผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 6 %

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการวัดชิ้น โดยการเขียนตัวอักษร

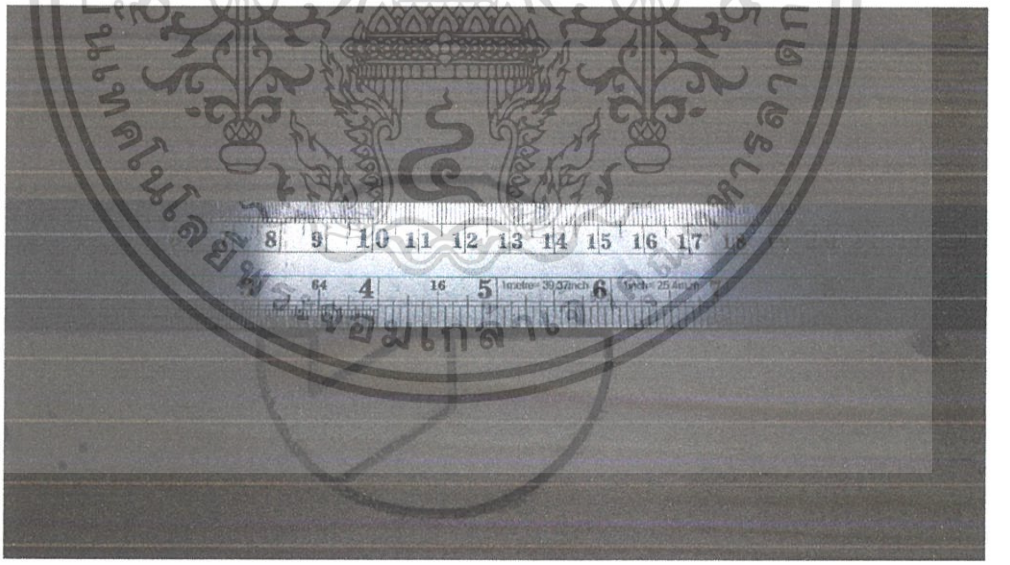
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองการกัดชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC ตามขนาดที่กำหนด

ตารางที่ 4.5 การทดลองการกัดชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC ตามขนาดที่กำหนด

การทดลองการกัดชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC ตามขนาดที่กำหนด (ระยะความสูงของชิ้นงาน 3 นิ้ว และ ระยะความกว้างของชิ้นงาน 3 นิ้ว)		
การทดลอง	ระยะความสูงของชิ้นงาน	ระยะความกว้างของชิ้นงาน
1	3.0	2.8
2	2.9	2.9
3	2.8	2.9
4	2.9	3.0
5	2.9	2.9
เฉลี่ย	2.9	2.9

จากการทดลองการกัดชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC ตามขนาดที่กำหนด โดยขนาดความสูงของชิ้นงาน 3 นิ้ว และ ความกว้างของชิ้นงาน 3 นิ้ว โดยทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ผลที่ได้จากการทดลองความสูงของชิ้นงาน 3.0 , 2.9 , 2.8 , 2.9 และ 2.9 นิ้ว ตามลำดับ และผลที่ได้จากการทดลองจากความกว้างของชิ้นงาน มีดังนี้ 2.8 , 2.9 , 2.9 , 3.0 , 2.9 นิ้ว โดยมีค่าระยะความสูงเฉลี่ยและระยะความกว้างเท่ากับ 2.9 และ 2.9 นิ้ว ตามลำดับ ผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 3.33 %



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการวัดชิ้น โดยการกัดชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยนี้ได้ทำการสร้างเครื่อง CNC (Computer Numerical Control) ขึ้นโดยใช้โปรแกรม March 3 ซึ่งเป็นซอฟแวร์ที่ใช้เป็นตัวควบคุมเครื่อง CNC (Computer Numerical Control)

โดยมีส่วนประกอบต่างๆ อาทิเช่น DC Power supply , Computer (PC) , Driver stepper control , Motor stepper , Router เจาะชิ้นงาน และ แนวแกนต่างๆในการขับเคลื่อน ซึ่งส่วนประกอบต่างๆนั้นได้เป็นที่ยอมรับและมีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด โดยมีการทดสอบแล้วว่ามีคุณภาพเหมาะสมกับงานวิจัย โดยการทำงานของเครื่อง CNC (Computer Numerical Control) สามารถสร้างชิ้นงานโดยการทำเป็นตัวอักษร และ กัดชิ้นงานตามที่ผู้ใช้ต้องการ

ในการทดลองการสร้างชิ้นงานของเครื่อง CNC (Computer Numerical Control) โดยมีการทดลองด้วยกัน 3 แบบ คือการทดลองค่า Backlash โดยวิธีการเคลื่อนแกนไป-กลับ ในระยะที่กำหนดของแกนต่างๆ การเขียนตัวอักษรด้วยเครื่อง CNC และการกัดชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC โดยผลการทดลองสามารถหาค่าความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 10% โดยแนวแกน X มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.6 % แนวแกน Y มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.2 % แนวแกน Z มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 8.6 % การเขียนตัวอักษรด้วยเครื่อง CNC มีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 6 % และการกัดชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC มีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 3.33 % ซึ่งสามารถลดเปอร์เซ็นต์ความคาดเคลื่อนได้จากการแก้ไขส่วนประกอบที่เป็น Mechanic เช่นแกนต่างๆ และส่วนที่เป็นกลไกสำหรับการขับเคลื่อน

นอกจากนี้ในสร้างชิ้นงานจากเครื่อง CNC (Computer Numerical Control) สามารถพัฒนาได้หลายรูปแบบ โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ Router อาทิเช่น หัวเลเซอร์ หัวกัดอื่นๆ เพื่อเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นงานในแบบต่างๆที่ผู้ใช้ต้องการ เพื่อเพิ่มความหลากหลายของการใช้งานเครื่อง CNC (Computer Numerical Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Art Fenerty and John Prentice , 2003 , Using Mach3 Mill

[2] Posts (Atom) , CNC Technology More Increase Productivity

[Online] Available : http://www.cncprog.blogspot.com/p/cnc-introductiion.html

[3] การทำงานของเครื่องซีเอ็นซี (CNC) , Max Steel CO. TLD.

[Online] Available : http://www.maxsteelthai.com/index.php?option=com_content&view=article&id=118:-cnc-&catid=42

[4] Asst.Prof.Pramool Buanoi , การตั้งค่า Step per mm , PNB Automation and service Ltd.,part.

[Online] Available : http://www.cnctak.com/?cid=1788067

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.Configuring Mach3 for your machine and drives

If you have bought a machine tool with a computer running Mach3 then you will probably not need to read this chapter (except out of general interest).Your supplier will probably have installed the Mach3 software and set it up and/or will have given you detailed instructions on what to do.You are recommended to ensure that you have a paper copy of how Mach3 isconfigured should you ever need to re-install the software from scratch.Mach3 stores this information in an XML file which you can view.

1.1 A configuration strategy

This chapter contains a lot of very fine detail. You should, however, find that the configuration process is straightforward if you take it step-by-step, testing as you go. A good strategy is to skim through the chapter and then work with it on your computer and machine tool. We will assume that you have already installed Mach3 for the dry running described in chapter 3.Virtually all the work you will do in this chapter is based on dialog boxes reached from the Config(ure) menu. These are identified by, for example, Config>Logic which means that you choose the Logic entry from the Config menu.

1.2 Initial configuration

The first dialog to use is Config>Ports and Pins. This dialog has many tabs but the initial one is as shown in figure 1.1.

1.2.1 Defining addresses of port(s) to use

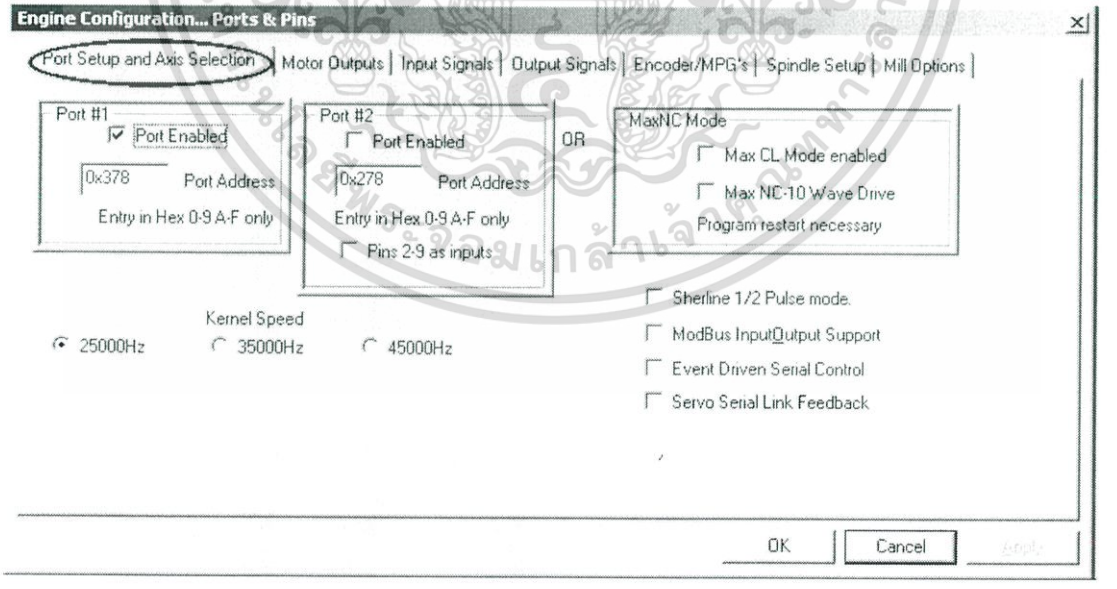


Figure 1.1 - Ports and Axis selection tab

If you are only going to use one parallel port and it is the one on your computer's motherboard then the default address of Port 1 of 0x378 (i.e. Hexadecimal 378) is almost certainly correct.If you are using one or more PCI add-on cards then you will need to discover the address to which each responds. There are

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

no standards! Run theWindows Control Panel from the Windows Start button. Double click on System and choose the Hardware tab. Click the Device Manager button. Expand the tree for the item "Ports (COM & LPT)".

Double click the first LPT or ECP port. Its properties will be displayed in a new window. Choose the Resources tab. The first number in the first IO range line is the address to use. Note the value down and close the Properties dialog.

Note: that installing or removing any PCI card can change the address of a PCI parallel port card even if you have not touched it.If you are going to use a second port repeat the above paragraph for it. Close the Device Manager, System Properties and Control Panel windows. Enter your first port's address (do not provide 0x prefix to say it is Hexadecimal as Mach3 assumes this). If necessary check Enabled for port 2 and enter its address. Now click the Apply button to save these values. This is most important.

Mach3 will not remember values when you change from tab to tab or close the Port & Pins dialog unless you Apply.

1.2.2 Defining engine frequency

The Mach3 driver can work at a frequency of 25,000 Hz (pulses per second), 35,000 Hz or 45,000 Hz depending on the speed of your processor and other loads placed on it when running Mach3.The frequency you need depends on the maximum pulse rate you need to drive any axis at its top speed. 25,000 Hz will probably be suitable for stepper motor systems. With a 10 micro-step driver like a Gecko 201, you will get around 750 RPM from a standard 1.8o stepper motor. High pulse rates are needed for servo drives that have high resolution shaft encoders on the motor. Further details are given in the section on motor tuning. Computers with a 1 GHz clock speed will almost certainly run at 35,000 Hz so you can choose this if you need a higher step rate (e.g. if you have very fine pitch lead screws).The demonstration version will only run at 25,000 Hz. In addition if Mach3 is forcibly closed then on re-start it will automatically revert to 25,000 Hz operation. The actual frequency in the running system is displayed on the standard Diagnostics screen. Don't forget to click the Apply button before proceeding.

1.2.3 Defining special features

You will see check boxes for a variety of special configuration. The should be selfexplanatory if you have the relevant hardware in your system. If not then leave then unchecked. Don't forget to click the Apply button before proceeding.

1.3 Defining input and output signals that you will use

Now that you have established the basic configuration it is time to define which input and output signals you will be going to use and which parallel port and pin will be used for each. The documentation for your breakout board may give

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

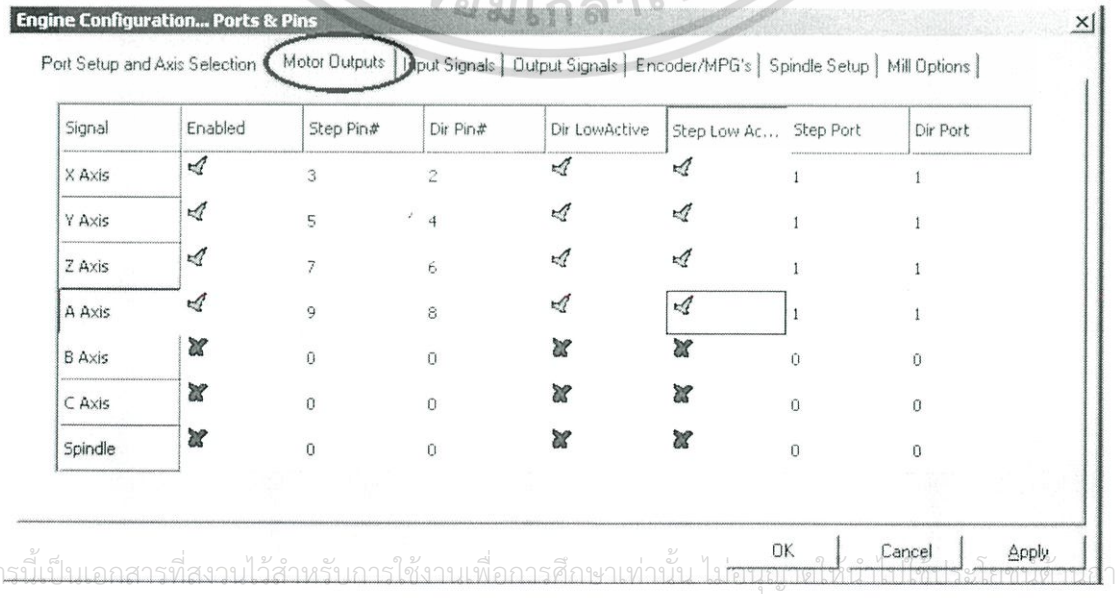
guidance on what outputs to use if it has been designed for use with Mach3 or the board may be supplied with a skeleton Profile (.XML) file with these connections already defined.

1.3.1 Axis and Spindle output signals to be used

First view the Motor Outputs tab. This will look like figure 1.2. Define where the drives for your X, Y and Z axes are connected and click to get a checkmark to Enable these axes. If your interface hardware (e.g. Gecko 201 stepper driver) requires an active-lo signal ensure that these columns are checked for the Step and Dir(ection) signals. If you have a rotary or slaved axes then you should enable and configure these. If your spindle speed will be controlled by hand then you have finished this tab. Click the Apply button to save the data on this tab. If your spindle speed will be controlled by Mach3 then you need to Enable the spindle and allocated a Step pin/port for it if it uses pulse width modulated control with relays to control its direction or to allocate Step and Direction pins/ports if it has full control. You should also define if these signals are active-lo. When done, click the Apply button to save the data on this tab.

1.3.2 Input signals to be used

Now select the Input Signals tab. This will look like figure 1.3.We assume that you have chosen one of the home/limit strategies from chapter 4.6. If you have used strategy one and the limit switches are connected together and trigger an EStop or disable the axis drives via the drive electronics then you do not check any of the Limit inputs.With strategy two you will probably have home switches on the X, Y and Z axes. Enable the Home switches boxes for these axes and define the Port/Pin to which each is connected. If you are combining limits and the home switch then you should enable the Limit --, the Limit ++ and Home for each axis and allocate the same pin to Home, Limit— and Limit++.



Signal	Enabled	Step Pin#	Dir Pin#	Dir LowActive	Step Low Ac...	Step Port	Dir Port
X Axis	✓	3	2	✓	✓	1	1
Y Axis	✓	5	4	✓	✓	1	1
Z Axis	✓	7	6	✓	✓	1	1
A Axis	✓	9	8	✓	✓	1	1
B Axis	✗	0	0	✗	✗	0	0
C Axis	✗	0	0	✗	✗	0	0
Spindle	✗	0	0	✗	✗	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 1.2 – Defining the connections for axes and the controlled spindle

If your spindle speed will be controlled by Mach3 then you need to Enable the spindle and allocated a Step pin/port for it if it uses pulse width modulated control with relays to control its direction or to allocate Step and Direction pins/ports if it has full control. You should also define if these signals are active-lo. When done, click the Apply button to save the data on this tab.

1.3.2 Input signals to be used

Now select the Input Signals tab. This will look like figure 1.3. We assume that you have chosen one of the home/limit strategies from chapter 4.6. If you have used strategy one and the limit switches are connected together and trigger an

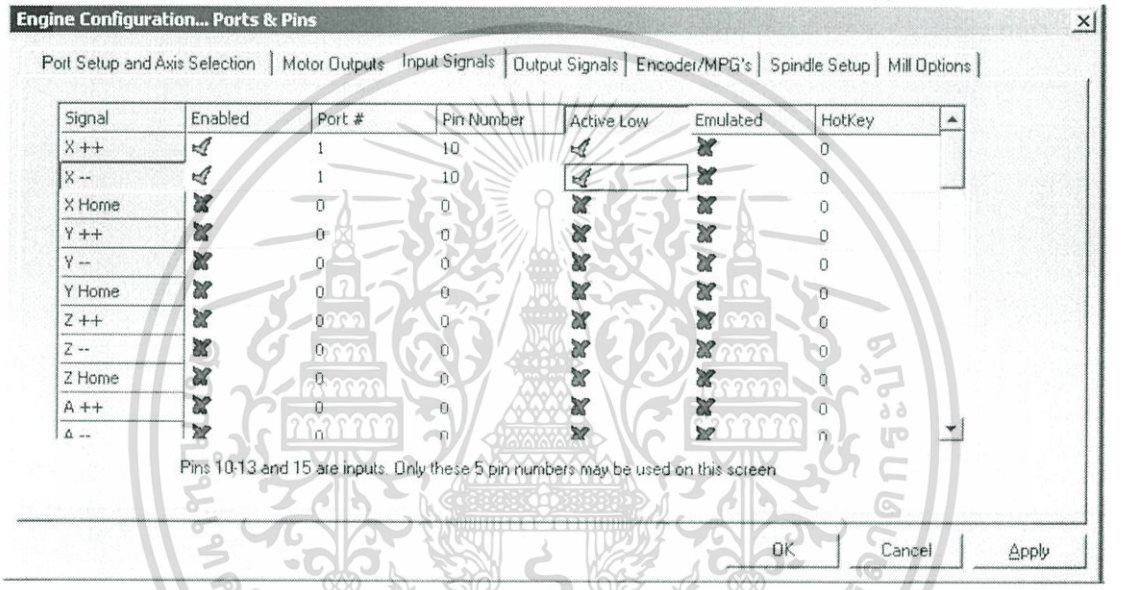


Figure 1.3 – Input signals

EStop or disable the axis drives via the drive electronics then you do not check any of the Limit inputs. With strategy two you will probably have home switches on the X, Y and Z axes. Enable the Home switches boxes for these axes and define the Port/Pin to which each is connected. If you are combining limits and the home switch then you should enable the Limit --, the Limit ++ and Home for each axis and allocate the same pin to Home, Limit— and Limit++.Notice the scroll bar to access the rest of the table which is not visible in figure 1.3. The Input #1 is special in that it can be used to inhibit running a part program when safety guards are not in place. The other three (and #1 if not used for the guard interlock) are available for your own use and can be tested in the code of macros. The Input #4 can used to connect an external pushbutton switch to implement the Single Step function. You may wish to configure them later.

Enable and define Index Pulse if you have a spindle sensor with just one slot or mark.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Enable and define Limits Override if you are letting Mach2 control your limit switches and you have an external button which you will press when you need to jog off a limit. If you have no switch then you can use a screen button to achieve the same function.

Enable and define EStop to indicate to Mach3 that the user has demanded an emergency stop. Enable and define OEM Trigger inputs if you want electrical signals to be able to call OEM button functions without a screen button needing to be provided. Enable and define Timing if you have a spindle sensor with more than one slot or mark.

Enable Probe for digitising and THCOn, THCUp and THCDown for control of a Plasma torch. If you have one parallel port then you have 5 available inputs; with two ports there are 10 (or with pins 2 to 9 defined as inputs, 13). It is very common to find that you are short of input signals especially if you are also going to have some inputs for glass scales or other encoders. You may have to compromise by not having things like a physical Limit Override switch to save signals! You can also consider using a Keyboard Emulator for some input signals. Click the Apply button to save the data on this tab.

1.3.3 Emulated input signals

If you check the Emulated column for an input then the Port/Pin number and active-lo state for that signal will be ignored but the entry in the Hotkey column will be interpreted. When a key-down message is received with code that matches a Hotkey value then that signal is considered to be active. When a key-up message is received then it is inactive. The key-up and key-down signals usually come from a keyboard emulator (like the Ultimarc IPAC or Hagstrom) which is triggered by switches connected to its inputs. This allows more switches to be sensed than spare pins on your parallel ports but there may be significant time delays before the switch change is seen and indeed a key-up or key-down message can get lost by Windows.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

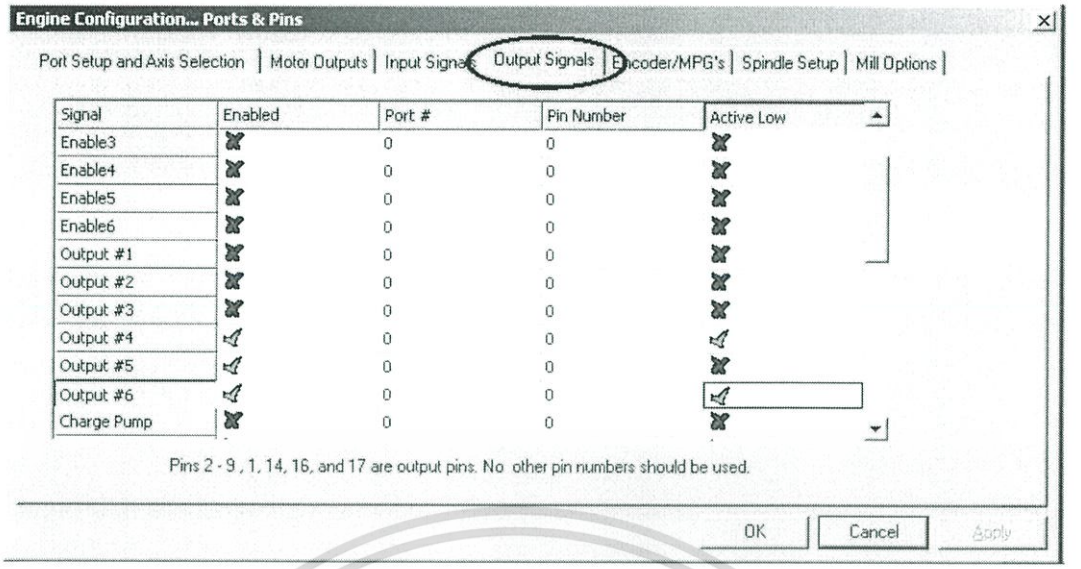


Figure 1.4 – Output signals

Emulated signals cannot be used for Index or Timing and should not be used for EStop.

1.3.4 Output Signals

Use the Output signals tab to define the outputs you require. See figure 1.4. You will probably only want to use one Enable output (as all the axis drives can be connected to it). Indeed if you are using the charge pump/pulse monitor feature then you may enable your axis drives from its output. The Output# signals are for use to control a stop/start spindle (clockwise and optionally counterclockwise), the Flood and Mist coolant pumps or valves and for control by your own customized Mach3 buttons or macros. The Charge Pump line should be enabled and defined if your breakout board accept this pulse input to continually confirm correct operation of Mach3. Charge Pump2 is used if you have a second breakout board connected to the second port or want to verify the operation of the second port itself. Click the Apply button to save the data on this tab.

1.3.5 Defining encoder inputs

The Encoder/MPGs tab is used to define the connections and the resolution of linear encoders or Manual Pulse Generators (MPGs) used for jogging the axes. The Encoder/MPGs tab is used to define the connections and the resolution of linear encoders or Manual Pulse Generators (MPGs) used for jogging the axes. It is covered here

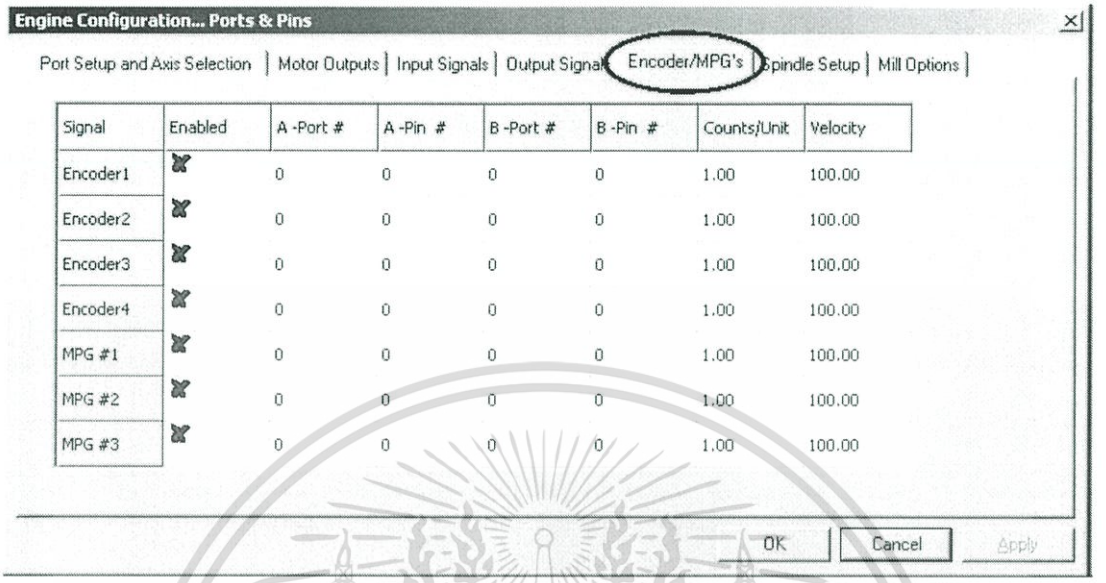
for completeness of the description of Config>Ports & Pins. This dialog does not need an active-lo column as, if the encoders count the wrong way it is merely necessary to swap the pins allocated for A and B inputs.

1.3.5.1 Encoders

The Counts per unit value should be set to correspond to the resolution of the encoder. Thus a linear scale with rulings at 20 microns produces a count every 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

microns (remember the quadrature signal), that is 200 counts per unit (millimetre). If you have Native units set as inches the it would be 200 x 25.4 = 5080 counts per unit (inch). The Velocity value is not used.



Signal	Enabled	A -Port #	A -Pin #	B -Port #	B -Pin #	Counts/Unit	Velocity
Encoder1	☒	0	0	0	0	1.00	100.00
Encoder2	☒	0	0	0	0	1.00	100.00
Encoder3	☒	0	0	0	0	1.00	100.00
Encoder4	☒	0	0	0	0	1.00	100.00
MPG #1	☒	0	0	0	0	1.00	100.00
MPG #2	☒	0	0	0	0	1.00	100.00
MPG #3	☒	0	0	0	0	1.00	100.00

Figure 1.5 – Encoder inputs

The Encoder/MPGs tab is used to define the connections and the resolution of linear encoders or Manual Pulse Generators (MPGs) used for jogging the axes. It is covered here for completeness of the description of Config>Ports & Pins. This dialog does not need an active-lo column as, if the encoders count the wrong way it is merely necessary to swap the pins allocated for A and B inputs.

1.3.5.1 Encoders

The Counts per unit value should be set to correspond to the resolution of the encoder. Thus a linear scale with rulings at 20 microns produces a count every 5 microns (remember the quadrature signal), that is 200 counts per unit (millimetre). If you have Native units set as inches the it would be 200 x 25.4 = 5080 counts per unit (inch). The Velocity value is not used

1.3.5.2 MPGs

The Counts per unit value is used to define the number of quadrature counts that need to be generated for Mach3 to see movement of the MPG. For a 100 CPR encoder, a figure of 2 is suitable. For higher resolutions you should increase this figure to get the mechanical sensitivity you want. We find 100 works well with 1024 CPR encoders. The Velocity value determines the scaling of pulses sent to the axis being controlled by the MPG. The lower the value given in Velocity the faster the axis will move. Its value is best set by experiment to give a comfortable speed when spinning the MPG as fast as is comfortable.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.6 Configuring the spindle

The next tab on Config>Ports & Pins is Spindle Setup. This is used to define the way in which your spindle and coolant is to be controlled. You may opt to allow Mach3 to do nothing with it, to turn the spindle on and off or to have total control of its speed by using a Pulse Width Modulated (PWM) signal or a step and direction signal. The dialog is shown in figure 1.6.

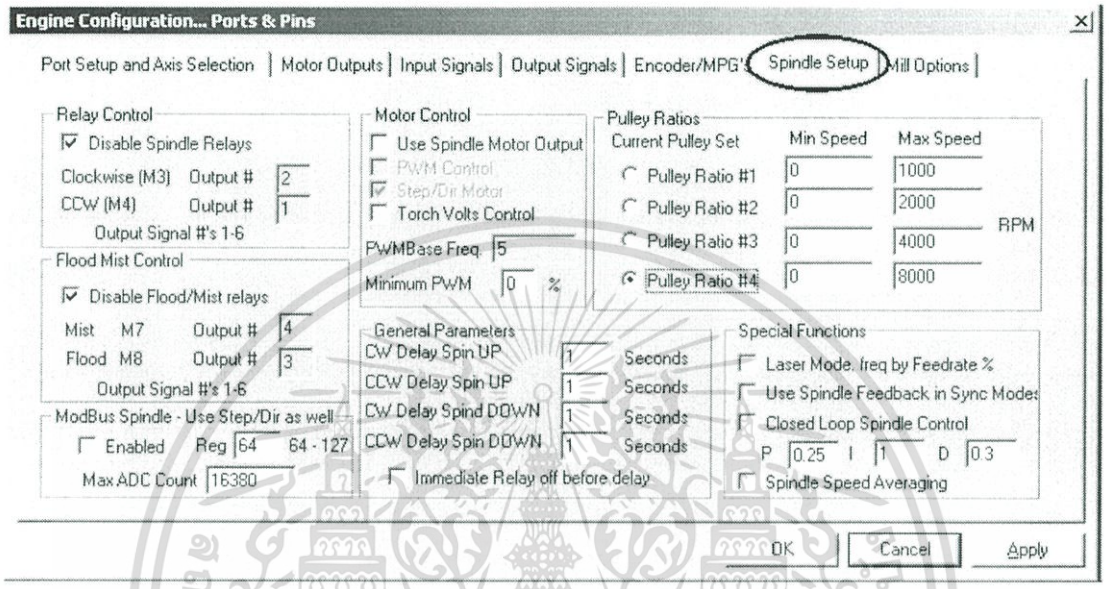


Figure 1.6 – Spindle Setup

1.3.6.1 Coolant control

Code M7 can turn Flood coolant on, M9 can turn Mist coolant on and M9 can turn all coolant off. The Flood Mist control section of the dialog defines which of the output signals are to be used to implement these functions. The Port/Pins for the outputs have already been defined on the Output Signals tab. If you do not want to use this function check Disable Flood/Mist Relays.

1.3.6.2 Spindle relay control

If the spindle speed is controlled by hand or by using a PWM signal then Mach3 can define its direction and when to start and stop it (in response to M3, M4 and M5) by using two outputs. The Port/Pins for the outputs have already been defined on the Output Signals tab. If you control the spindle by Step and Direction then you do not need these controls. M3,M4 and M5 will control the pulse train generated automatically. If you do not want to use this function check Disable Spindle Relays.

1.3.6.3 Motor Control

Check Use Motor Control if you want to use PWM or Step and Direction control of the spindle. When this is checked then you can choose between PWM Control and Step/Dir Motor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PWM Control

A PWM signal is a digital signal, a "square" wave where the percentage of the time the signal is high specifies the percentage of the full speed of the motor at which it should run. So, suppose you have a motor and PWM drive with maximum speed of 3000 rpm then figure 4.12 would run the motor at 3000 x 0.2 = 600 RPM. Similarly the signal in figure 4.13 would run it at 1500 RPM.Mach3 has to make a trade off in how many different widths of pulse it can produce against how high a frequency the square wave can be. If the frequency is 5 Hz the Mach3 running with a 25000 Hz kernel speed can output 5000 different speeds. Moving to 10Hz reduces this to 2500 different speeds but this still amounts to a resolution of one or two RPM.A low frequency of square wave increases the time that it will take for the motor drive to notice that a speed change has been requested. Between 5 and 10 Hz gives a good compromise. The chosen frequency is entered in the PWMBase Freq box.Many drives and motors have a minimum speed. Typically because the cooling fan is very inefficient at low speeds whereas high torque and current might still be demanded. The Minimum PWM % box allows you to set the percentage of maximum speed at which Mach3 will stop outputting the PWM signal.You should be aware that the PWM drive electronics may also have a minimum speed setting and that Mach3 pulley configuration (see section x.x) allows you to set minimum speeds. Typically you should aim to set the pulley limit slightly higher than the Minimum PWM % or hardware limit as this will clip the speed and/or give a sensible error message rather than just stopping it.Step and Direction motor

This may be an variable speed drive controlled by step pulses or a full servo drive. You can use the Mach3 pulley configuration (see section 5.5.6.1) to define a minimum speed if this is needed by the motor or its electronics.

1.3.6.4 Modbus spindle control

This block allows the setup of an analogue port on a Modbus device (e.g. a Homann ModIO) to control spindle speed. For details see the documentation of your ModBus device.

1.3.6.5 General Parameters

These allow you to control the delay after starting or stopping the spindle before Mach3 will execute further commands (i.e. a Dwell). These delays can be used to allow time for acceleration before a cut is made and to provide some software protection from going directly from clockwise to counterclockwise. The dwell times are entered in seconds. Immediate Relay off before delay, if checked will switch the spindle relay off as soon as the M5 is executed. If unchecked it stays on until the spin-down delay period has elapsed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.6.6 Pulley ratios

Mach3 has control over the speed of your spindle motor. You program spindle speeds through the S word. The Mach3 pulley system allows you to define the relationship between these for four different pulley or gearbox settings. It is easier to understand how it works after tuning your spindle motor so it is described in section 5.5.6.1 below.

1.3.6.7 Special function

Laser mode should always be unchecked except for controlling the power of a cutting laser by the federate. Use Spindle feedback in sync mode should be unchecked. Closed Loop Spindle Control, when checked, implements a software servo loop which tries to match the actual spindle speed seen by the Index or Timing sensor with that demanded by the S word. The exact speed of the spindle is not likely to be important so you are not likely to need to use this feature in Mach3Turn. If you do use it then the P, I and D variables should be set in the range 0 to 1. P controls the gain of the loop and an excessive value will make the speed oscillate, or hunt, around the requested value rather than settling on it. The D variable applies damping so stabilizing these oscillations by using the derivative (rate of change) of the speed. The I variable takes a long term view of the difference between actual and requested speed and so increases the accuracy in the steady state. Tuning these values is assisted by using the dialog opened by Operator>Calibrate spindle. Spindle Speed Averaging, when checked, causes Mach3 to average the time between index/timing pulses over several revolutions when it is deriving the actual spindle speed. You might find it useful with a very low inertia spindle drive or one where the control tends to give short-term variations of speed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.7 Mill Options tab

The final tab on Config>Ports & Pins is Mill Options. See figure 1.7.

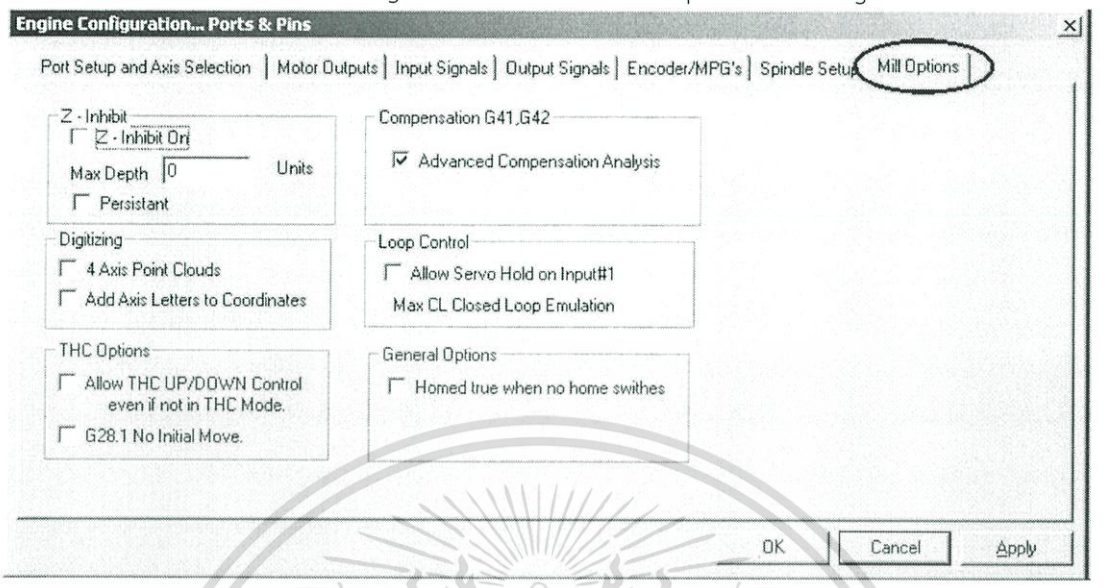


Figure 1.7 – Mill Options Tab

Z-inhibit. The Z-inhibit On checkbox enables this function. Max Depth gives the lowest Z value to which the axis will move. The Persistent checkbox remembers the state (which can be changed by a screen toggle) from run to run of Mach3.

Digitising: The 4 Axis Point Clouds checkbox enables recording of the state of the A axis as well as X, Y and Z. The Add Axis Letters to Coordinates prefixes the data with the axis name in the point cloud file.

THC Options: The checkbox name is self-explanatory.

Compensation G41,G42: The Advanced Compensation Analysis checkbox turns on a more thorough lookahead analysis that will reduce the risk of gouging when compensating for cutter diameter (using G41 and G42) on complex shapes.

Homed true when no Home switches: Will make the system appear to be referenced (i.e.LEDs green) at all times. It should only be used if no Home switches are defined under Ports & Pins Inputs tab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พื้นที่ปฏิบัติงานของเครื่อง CNC

การทำงานของเครื่อง CNC จำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการปฏิบัติในการทำงานต่างๆ ซึ่งแต่ละเครื่องจะมีพื้นที่ในการปฏิบัติงานที่ต่างกัน ซึ่งเครื่อง CNC ที่นำมาเสนอนี้ มีพื้นที่ในการปฏิบัติงานที่จำกัด คือ มีขนาดความกว้าง 12 นิ้ว และมีขนาดความยาว 12 นิ้ว จะทำให้มีพื้นที่ในการปฏิบัติงานเท่ากับ 144 ตารางนิ้ว

12 นิ้ว

12 นิ้ว

คุณสมบัติ Motor แกน X,Y,Z

24V/Phase 0.8A/Phase 1.8 DEG/STEP

คุณสมบัติ Router

Voltage	:	220 - 230 V
I	:	2.4 A
Frequncy	:	50 - 60 Hz
ความเร็วรอบ	:	35000/min

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้