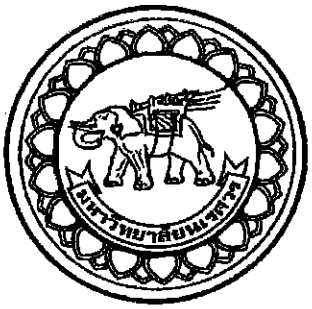


ศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและกระบวนการผลิตด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซีแบบเพลาตั้ง

USING COMPUTER AIDED DESIGN/COMPUTER AIDED MANUFACTURING TO DESIGN AND PRODUCE BY VERTICAL MILLING CNC MACHINE

นางสาวขวัญ บุญญาวงศ์ รหัส 49360129

นางสาวนิภาพร ม่วงนาค รหัส 49363212

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 7 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน 15062962
เลขเรียกหนังสือ ม5.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ย 251 ค 2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน ศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและกระบวนการผลิตด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซี แบบเพลาตั้ง

ผู้ดำเนินโครงงาน นางสาวขวัญ บุญญาวงศ์ รหัส 49360129

นางสาวนิภาพร ม่วงนาค รหัส 49363212

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ศรีสัจจา บุญฤทธิ์

สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2552

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์ศรีสัจจา บุญฤทธิ์)

.....ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน
(ครูช่างรณกฤต แสงผ่อง)

.....กรรมการ
(อาจารย์ธนา บุญฤทธิ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

.....กรรมการ
(อาจารย์วัฒนชัย เยาวรัตน์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและกระบวนการผลิตด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซี แบบเพลาตั้ง
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวขวัญ บุญญาวงศ์ รหัส 49360129
	นางสาวนิภาพร ม่วงนาค รหัส 49363212
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ศรีสัจจา บุญฤทธิ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6 (CAD) เพื่อช่วยในการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และการใช้โปรแกรม hyperMILL Version 6 (CAM) เพื่อช่วยในการจำลองการทำงานของเครื่องกัดระบบซีเอ็นซี โดยใช้เครื่องกัดซีเอ็นซีรุ่น HAAS VF 1 ในการกัดป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ซึ่งวัสดุที่ใช้คืออะคลิลิก

การออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการจะทำการออกแบบเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ แบบ Cordia New ซึ่งขนาดของตัวอักษรที่ออกแบบจะขึ้นอยู่กับความยาวของชื่อและนามสกุล เนื่องจากจำกัดความยาวของแผ่นอะคลิลิกไว้ เมื่อได้ NC – code จึงทำการทดลองกัดชิ้นงานด้วยโฟม และกัดชิ้นงานจริงบนแผ่นอะคลิลิก จึงจะได้ป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการตรงตามแบบที่ออกไว้ รวมทั้งจัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

Project title	Using computer aided design/computer aided manufacturing to design and produce by vertical milling CNC machine		
Name	Miss Kwan	Boonyawong	ID. 49360129
	Miss Nipaporn	Muangnak	ID. 49363212
Project advisor	Mrs.Srisatja	Boonrit	
Major	Industrial Engineering		
Department	Industrial Engineering		
Academic year	2009		

Abstract

This project was to study Mechanical Desktop 6 (CAD) to design name label of staffs in industrial engineering department and hyperMILL version 6 (CAM) for simulating HAAS VF 1 CNC milling machine. The material was acrylic plate.

The fonts were Cordia New. The size of font depended a character number of name and surname. When NC-codes were completed the name labels were milled by using foam. If the NC code didn't have problems the acrylic plate were milled. The results of the project were name labels and manual of name label design.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการวิจัยขอแสดงความขอบคุณ หน่วยงาน และสถาบันที่มีส่วนสำคัญที่ทำให้การจัดทำโครงงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ทำให้คณะผู้ดำเนินการวิจัยได้มีโอกาสในการทำโครงงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์ศรีสัจจา บุญฤทธิ์ ที่ได้ให้แนวความคิด อธิบาย คำแนะนำ แนวทางในการดำเนินการวิจัย และการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

ขอขอบคุณ ครูช่างรณกฤต แสงผ่อง ที่ได้ให้แนวความคิด อธิบาย คำแนะนำ แนวทางในการดำเนินการวิจัย การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำวิจัย และวิธีการใช้เครื่องกัดซีเอ็นซี ตลอดจนการปรับปรุงการทำงานต่างๆด้วย

ขอขอบคุณ อาจารย์ธนา บุญฤทธิ์ ที่ได้ให้แนวความคิด อธิบาย คำแนะนำ แนวทางในการดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณ ครูช่างประเทือง โมราราย ครูช่างธวัชชัย ชุลบุตร และอาจารย์สาลี่ วัตถุภาพ ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้อาคารปฏิบัติการอุตสาหการ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดามารดา ญาติพี่น้อง คณะอาจารย์ และเพื่อนๆ ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอดจนกระทั่งบรรลุโครงงานวิจัยและสำเร็จการศึกษา จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นางสาวขวัญ บุญญาวงศ์
นางสาวนิภาพร ม่วงนาค
กุมภาพันธ์ 2553

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก

บทคัดย่อภาษาไทย.....ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค

กิตติกรรมประกาศ.....ง

สารบัญ.....จ

สารบัญตาราง.....ช

สารบัญรูป.....ฌ

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ.....ฒ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 หลักการและเหตุผล.....2

1.2 วัตถุประสงค์.....2

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output).....2

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome).....2

1.5 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย.....2

1.6 สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย.....2

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย.....3

1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินการ (Gantt chart) ทุก 1 อาทิตย์.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....4

2.1 ความหมายของเอ็นซี.....4

2.2 ประวัติความเป็นมาของเอ็นซี.....4

2.3 การควบคุมเครื่องจักรด้วยคอมพิวเตอร์.....5

2.4 การเขียนโปรแกรมเอ็นซีด้วยแคด/แคม (CAD/CAM Programming).....8

2.5 ระบบของเอ็นซี.....9

2.6 การกำหนดแนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซี.....12

2.7 การทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี.....14

2.8 องค์ประกอบของระบบควบคุมซีเอ็นซี.....17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.10 จัดทำรายงานการวิจัยโครงงาน....83

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....84

5.1 สรุปผล....84

5.2 ปัญหา....84

5.3 ข้อเสนอแนะ....85

เอกสารอ้างอิง....86

ภาคผนวก ก....87

ภาคผนวก ข....96

ภาคผนวก ค....106

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.9 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี....24
2.10 หลักทั่วไปในการใช้ Mechanical Desktop....26
2.11 โปรแกรม hyperMILL....28

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน....31
3.1 ศึกษาการใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6....31
3.2 ศึกษาการใช้โปรแกรม hyperMILL Version 6....31
3.3 ทำการออกแบบตัวอักษร....31
3.4 ศึกษาการใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี รุ่น HAAS VF1 แบบ 3 แนวแกน....31
3.5 ทดสอบการกัดโดยใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี....32
3.6 ปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรม....32
3.7 การใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีในการกัดป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ในการกัดแผ่นอะคริลิก....32
3.8 วิเคราะห์และสรุปผล....32
3.9 จัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์....32
3.10 จัดทำรายงานการวิจัยโครงงาน....32

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์....33
4.1 การใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6....33
4.2 การใช้โปรแกรม hyperMILL Version 6....43
4.3 ทำการออกแบบตัวอักษร....64
4.4 ศึกษาการใช้งานเครื่องกัด CNC รุ่น HAAS VF 1....66
4.5 ทดสอบการกัดโดยใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี....78
4.6 ปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรม....80
4.7 การใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีในการกัดป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ในการกัดแผ่นอะคริลิก....81
4.8 วิเคราะห์ผลการทดลอง....82
4.9 จัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์....83

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอน และแผนการดำเนินการ (Gantt chart) ทุก 1 อาทิตย์....3

4.1 การเปรียบเทียบขนาดตัวอักษรในการกัดป้ายชื่อคณาจารย์....65

ค.1 G code....108

ค.2 M code....109

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบเอ็นซี	5
2.2 เครื่องอ่านเทปกระดาษ	6
2.3 การควบคุมเครื่องจักรด้วยระบบวงรอบปิด	7
2.4 การใช้ระบบแคด/แคมมาช่วยในการผลิตชิ้นงาน	8
2.5 การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง	9
2.6 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง วงกลม และตัดผิวโค้งแบบ 3 มิติ	10
2.7 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง 8 ลักษณะจากจุดเริ่มต้นที่กำหนดให้	11
2.8 การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล	11
2.9 การเคลื่อนที่แบบพาราโบลิก	12
2.10 การกำหนดแนวแกนของเครื่องจักร	13
2.11 กฎมือขวาใช้ในการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซี	13
2.12 การเคลื่อนที่เชิงเส้น X, Y และ Z และการเคลื่อนที่เชิงมุม A, B และ C	14
2.13 ลักษณะการหมุนรอบแนวแกน X ตามกฎมือขวา	14
2.14 การป้อนโปรแกรมผ่านแป้นพิมพ์ของระบบควบคุมซีเอ็นซี	15
2.15 มอเตอร์ป้อนของเครื่องกัดซีเอ็นซี	15
2.16 การส่งสัญญาณควบคุมการทำงานของมอเตอร์	16
2.17 ระบบวัดขนาด	17
2.18 องค์ประกอบของระบบควบคุมซีเอ็นซี	17
2.19 แผงควบคุมระบบซีเอ็นซี	18
2.20 ข้อมูลที่แสดงบนจอภาพ	19
2.21 ปุ่มเลื่อนแท่นเลื่อน คันโยกป้อน มือหมุน	20
2.22 สวิตช์ปรับอัตราป้อน	21
2.23 มือหมุนอิเล็กทรอนิกส์	21
2.24 แป้นพิมพ์คำสั่งคอมพิวเตอร์	22
2.25 การส่งถ่ายข้อมูลไปยังอุปกรณ์เก็บข้อมูลแบบต่างๆ	23
2.26 ฟีเจอร์ที่สร้างจาก Extrude	27
2.27 ฟีเจอร์ที่สร้างจาก Revolve	27
2.28 การเดินกัดชิ้นงานตามระดับความลึกในแนวแกน Z	29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.1 การสร้างรูปสี่เหลี่ยม....33
4.2 การทำรูปสี่เหลี่ยมให้เป็น Profile....34
4.3 กล่องป้อนคำสั่ง Extrusion....34
4.4 ภาพทั้งหมดสี่มุมมองในหน้ากระดาษ....35
4.5 ภาพมุมมองที่ต้องการ....35
4.6 เลือก New Sketch Plane....36
4.7 ย้าย Sketch Plane....36
4.8 เลือกคำสั่ง Move UCS....37
4.9 คลิกที่มุมจุดศูนย์ใหม่....37
4.10 เลือกคำสั่งตัวอักษร....38
4.11 กล่องป้อนคำสั่ง Text Sketch....38
4.12 จัดวางตัวอักษรให้สวยงาม....39
4.13 การทำตัวอักษรให้เป็น Profile....39
4.14 กล่องป้อนคำสั่ง Extrusion....40
4.15 เลือก Placed Features-Hole....40
4.16 กล่องป้อนคำสั่ง Fillet....41
4.17 ลบมุมที่ตัวอักษร....41
4.18 ลมมุมตัวอักษรให้สวยงาม....42
4.19 กำหนดขอบเขตในการกัดชิ้นงาน....42
4.20 ป้ายชื่อคณาจารย์ที่ออกแบบเสร็จเรียบร้อย....43
4.21 เมนูหลักของโปรแกรม hyperMILL Version 6....44
4.22 เลือกป้ายชื่อคณาจารย์ที่ต้องการกัดงาน....44
4.23 ป้ายชื่อคณาจารย์ที่ต้องการกัดงาน....45
4.24 Joblist Dialog box....45
4.25 สร้างพื้นผิว Polygon คลุมพื้นผิวของชิ้นงาน....46
4.26 เลือกคำสั่งในการกัดงานแบบหยาบ....47
4.27 Dialog box ของโปรแกรมการกัดงาน....47
4.28 การเลือกประเภทของมีดกัดที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ....48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.29 การเลือกขนาดและพารามิเตอร์ของมีดกัดที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ....48
4.30 มีดกัดที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ....49
4.31 Strategy Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ....49
4.32 Parameters Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ....50
4.33 กำหนดระดับความสูงในการเดินกัดชิ้นงานแบบหยาบ....50
4.34 Boundary Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ....51
4.35 Macros Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ....52
4.36 Setup Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ....52
4.37 General Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ....53
4.38.การสร้างเส้นทางเดินของมีดกัดชิ้นงานแบบหยาบ....53
4.39 เลือกคำสั่งในการกัดงานแบบหยาบและแบบละเอียด....54
4.40 คำสั่งการคำนวณ....55
4.41 โปรแกรมจำลองการกัดงานแบบหยาบและแบบละเอียด....55
4.42 การเลือกคำสั่ง Utilities และ Toolpath.post....56
4.43 หน้าต่าง POF Toolpath.post....56
4.44 การเลือกคำสั่ง Machine administration....57
4.45 การเลือกคำสั่งใน Machine administration Dialog box....57
4.46 การป้อนคำสั่งใน Machine administration Dialog box....58
4.47 การเลือกคำสั่ง VCM.OMA....58
4.48 การเลือกคำสั่ง Config....59
4.49 หน้าต่าง Postprocessor Configuration Dialog box....59
4.50 ป้อนคำสั่งลงไปตามตาราง....60
4.51 การเลือกคำสั่ง OK....60
4.52 การเลือกคำสั่ง OK....61
4.53 การเลือกคำสั่ง Write NC file....62
4.54 แสดงการ Run NC code....62
4.55 NC code ที่ได้จากการออกแบบ....63
4.56 NC code ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว....64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.57 ลักษณะตัวอักษรที่ต้องใช้ Radius น้อยกว่าตัวอักษรตัวอื่น....66
4.58 จุดต่อสายลม....67
4.59 การเปิด Breaker....67
4.60 กดปุ่ม POWER ON....67
4.61 ปลดปุ่ม EMERGENCY STOP....68
4.62 กดปุ่ม RESET....68
4.63 กดปุ่ม POWER UP/RESTART....68
4.64 กดปุ่ม MDI DNC....69
4.65 กดปุ่ม RAPID 5%....69
4.66 กดปุ่ม CYCLE START....69
4.67 กดปุ่ม STOP....70
4.68 กดปุ่ม POSITION....70
4.69 กดปุ่ม PAGE UP....70
4.70 กดปุ่ม HANDLE JOG....71
4.71 กดปุ่ม CW....71
4.72 แกน X, Y, Z ที่ต้องการ Set zero work....71
4.73 หมุน HANDLE ตามแกนที่ต้องการติดตั้ง....72
4.74 กดปุ่ม ORIGIN....72
4.75 กดปุ่ม OFSET....72
4.76 กดปุ่ม PAGE UP....73
4.77 กดปุ่ม F4....73
4.78 กดปุ่ม PART ZERO SET....73
4.79 กดปุ่ม EDIT....74
4.80 กดปุ่ม F1....74
4.81 กดปุ่ม WRITE/ENTER....74
4.82 กดปุ่ม MEM....75
4.83 กดปุ่ม CURNT COMDS....75
4.84 กดปุ่ม RESET....75

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.85 กดปุ่ม ZERO RET....76

4.86 กดปุ่ม AUTO ALL AXES....76

4.87 กดปุ่ม EMERGENCY STOP....76

4.88 กดปุ่ม POWER OFF....77

4.89 กดปุ่ม LIST PROG....77

4.90 กดปุ่ม SELECT PROG....77

4.91 กดปุ่ม ERASE PROG....78

4.92 การทดสอบการกัดโฟม....79

4.93 ชิ้นงานที่ได้จากการกัดงานเรียบร้อยแล้ว....79

4.94 การกัดชิ้นงานแบบหยาบ....81

4.95 การกัดชิ้นงานแบบละเอียด....82

4.96 ชิ้นงานสำเร็จ....82

ก.1 หน้าต่าง Mechanical Desktop 6....88

ก.2 หน้าต่าง Software License Agreement....89

ก.3 การใส่ Serial Number และ CD Key....89

ก.4 การเลือกคำสั่ง Next> ในขั้นตอนที่ 5....90

ก.5 การเลือกคำสั่ง Next> ในขั้นตอนที่ 6....90

ก.6 การเลือก Typical....91

ก.7 การเลือกคำสั่ง Next> ในขั้นตอนที่ 8....91

ก.8 การติดตั้งโปรแกรม Mechanical Desktop 6....92

ก.9 การเลือกคำสั่ง Yes....92

ก.10 การ Setup....92

ก.11 การติดตั้งโปรแกรมเสร็จสิ้น....93

ก.12 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 14....93

ก.13 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 15....94

ก.14 การติดตั้งโปรแกรม....94

ข.1 การเลือกภาษาที่ใช้ในการติดตั้งโปรแกรม....97

ข.2 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 3....97

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ข.3 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 4....98
ข.4 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 5....98
ข.5 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 6....99
ข.6 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 7....99
ข.7 เสร็จสิ้นการติดตั้งโฟร์เดอร์ OM....100
ข.8 การเลือกภาษาที่ใช้ในการติดตั้งโปรแกรม hyperMILL V6.1....100
ข.9 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 11....101
ข.10 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 12....101
ข.11 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 13....102
ข.12 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 14....102
ข.13 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 15....103
ข.14 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 16....103
ข.15 รอการติดตั้ง ในขั้นตอนที่ 17....104
ข.16 เลือก Finish เสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรม hyperMILL Version 6....104

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

CNC	=	Computer Numerical Control
CAD	=	Computer Aided Design
CAM	=	Computer Aided Manufacturing
CAD/CAM	=	Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing
NC	=	Numerical Control
MIT	=	Massachusetts Institute of Technology
MDI	=	Manual Data Input
MCU	=	Machine Control Unit
DPU	=	Data Processing Unit
CLU	=	Control Loop Unit
CPU	=	Central Processing Unit
CRT	=	Cathode Ray Tube
PLC	=	Programmable Logic Controller
PMC	=	Programmable Machine Controller
CRT	=	Cathode Ray Tube
NURBS	=	Non Unifrom Rational B – Spline
IGES	=	Initial Graphics Exchange Specification

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมมีการใช้งานเครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC-Computer Numerical Control) เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากข้อดีของเครื่องจักรซีเอ็นซี คือ มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง ใช้ระยะเวลาในการผลิตสั้น สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปทรงซับซ้อนได้ คุณภาพชิ้นงานที่ได้มีความแม่นยำ ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่นได้ เครื่องจักรกลซีเอ็นซีที่ใช้งานได้แก่ เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียร และเครื่องเจาะ โดยในโรงงานอุตสาหกรรมได้มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในงานด้านต่างๆอย่างกว้างขวาง เช่น การนำหลักการคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ/การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิต (CAD/CAM-Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) ช่วยในการออกแบบและกระบวนการผลิตด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซี ซึ่งในปัจจุบันก็มีการนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป เนื่องจากระบบ (CAD/CAM-Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบและการผลิตในอุตสาหกรรม ทั้งด้านคุณภาพและราคา ช่วยลดระยะเวลาการออกแบบและการผลิต ทำให้การออกแบบและการผลิตมีความน่าเชื่อถือสูง

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทำให้เกิดความสนใจในการศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและกระบวนการผลิตด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซีแบบเพลาตั้ง โดยใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6 ช่วยในการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และใช้โปรแกรม hyperMILL Version 6 ในการจำลองภาพการทำงานของเครื่องกัดระบบซีเอ็นซีตลอดจนการใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีในการผลิตป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาขั้นตอนในการออกแบบ และกระบวนการผลิตโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (CAD/CAM-Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)

1.2.2 สามารถใช้งานเครื่องกัดซีเอ็นซีแบบเพลาตั้ง 3 แกนในการผลิตชิ้นงานได้

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

1.3.1 ป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จำนวน 20 แผ่น

1.3.2 คู่มือประกอบการใช้โปรแกรมการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

1.4.1 ออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการได้จริง

1.4.2 สามารถใช้โปรแกรมกับงานเครื่องกัดซีเอ็นซีแบบเพลาตั้งได้จริง

1.4.3 ได้ป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จำนวน 20 แผ่นและตรงตามที่ออกแบบจริง

1.5 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย

1.5.1 ใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6 ในการออกแบบ

1.5.2 ใช้โปรแกรม hyperMILL Version 6 ในการจำลองภาพการทำงานของเครื่องกัดระบบซีเอ็นซี

1.5.3 ใช้เครื่องกัดระบบซีเอ็นซีรุ่น HAAS VF 1 แบบ 3 แนวแกน ในการผลิตป้ายชื่อ

1.5.4 ได้ NC-code จากการออกแบบ จำนวน 20 NC-code

1.5.5 ทำการผลิตป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จำนวน 20 แผ่น

1.5.6 ใช้แผ่นอะคริลิค ขนาดความกว้าง 82 มิลลิเมตร ความยาว 500 มิลลิเมตร และความหนา 12 มิลลิเมตร

1.5.7 ในการกัดป้ายชื่อจะกัดเป็นตัวอักษรตัวนูน

1.6 สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

อาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

1 มิถุนายน พ.ศ. 2552 ถึง 29 มกราคม พ.ศ. 2553 รวมระยะเวลา 8 เดือน

1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินการ (Gantt chart) ทุก 1 อาทิตย์

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอน และแผนการดำเนินการ (Gantt chart) ทุก 1 อาทิตย์

ลำดับที่	การดำเนินงาน	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1	ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของการทำข้อเสนอโครงงาน (Proprosal)								
2	จัดทำข้อเสนอโครงงาน (Proprosal)								
3	ศึกษาการใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6								
4	ทำการออกแบบตัวอักษร								
5	ศึกษาการใช้โปรแกรม hyperMILL Version 6								
6	จัดทำรายงานบทที่ 1-3								
7	ฝึกการใช้งานเครื่องจักรซีเอ็นซีแบบเพลาตั้ง								
8	ทำการทดสอบชิ้นงานที่ออกแบบกับเครื่องจักรซีเอ็นซีแบบเพลาตั้ง								
9	ปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรม								
10	ทำการปฏิบัติการโดยใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีแบบเพลาตั้งในการกัดแผ่นอะคริลิค								
11	วิเคราะห์และสรุปผล								
12	จัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์								
13	จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์และนำเสนอผลงาน								

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

ระบบควบคุมเครื่องจักรกลคอมพิวเตอร์หรือซีเอ็นซี (CNC-Computer Numerical Control) เป็นระบบควบคุมที่พัฒนามาจากระบบควบคุมด้วยตัวเลขหรือเอ็นซี (NC-Numerical Control) จะแตกต่างกันที่ในระบบซีเอ็นซีจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

2.1 ความหมายของเอ็นซี

เอ็นซี (NC) หมายถึงการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรด้วยคำสั่งเชิงตัวเลขและตัวอักษรที่ถูกสร้างขึ้นในลักษณะของรหัสคำสั่งที่เราเรียกว่า "โปรแกรม" ระบบเอ็นซีนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมการผลิตของประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อประมาณปี ค.ศ. 1950 ซึ่งโดยทั่วไปจะนำมาใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องมือกล (Machine tool) เป็นส่วนใหญ่

ในปัจจุบันระบบเอ็นซีจะถูกระบบซีเอ็นซี (CNC) เข้ามาแทนที่เกือบทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากว่าในระบบเอ็นซีไม่มีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงาน อีกทั้งเครื่องจักรที่ช่วยควบคุมด้วยระบบเอ็นซีก็ไม่มีการผลิตออกมาใช้งานอีกแล้ว

2.2 ประวัติความเป็นมาของเอ็นซี

การควบคุมด้วยเอ็นซีเกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1947 โดยนักวิทยาศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีแห่งแมสซาชูเซตต์ (MIT-Massachusetts Institute of Technology) และจอห์น พาร์-สันส์ ซึ่งได้มีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องจักรชนิด 3 แกนขึ้น โดยเสนอแนวความคิดดังกล่าวกับกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกาในเดือนธันวาคม ปี ค.ศ. 1948 ซึ่งในขณะนั้นกองทัพอากาศมีความต้องการเครื่องจักรที่มีความแม่นยำสูงเพื่อการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ

ดังนั้นในเดือนมิถุนายน ปี ค.ศ. 1949 จอห์น พาร์สันส์ ได้รับเงินสนับสนุนในการวิจัยเพื่อสร้างเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบเอ็นซีจากกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกาเป็นจำนวน 200,000 ดอลลาร์ โดยโครงการนี้ใช้เวลาทั้งสิ้น 21 เดือน

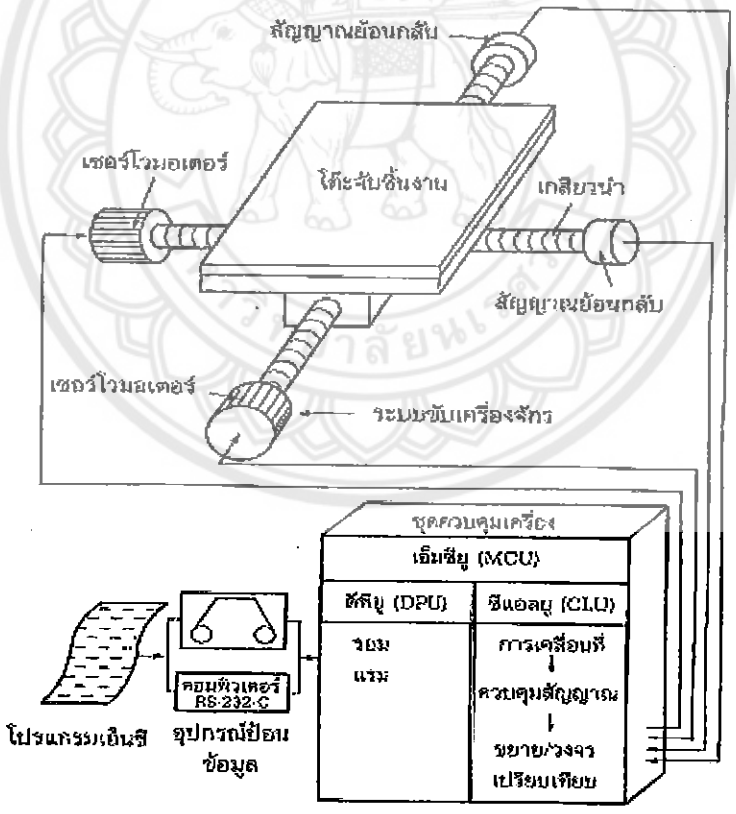
ในปี ค.ศ. 1952 เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบเอ็นซีเครื่องแรกถูกสร้างเสร็จสมบูรณ์ โดยใช้ชื่อว่า "Cincinnati Hydrotel Vertical-Spindle Milling Machine" ซึ่งเป็นลักษณะของเครื่องกัดเพลาตั้งที่มีระบบควบคุมประกอบไปด้วยสุญญากาศและมีอุปกรณ์ทางกลจำนวนมาก

ในปี ค.ศ. 1970 ได้มีการสร้างชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง (MCU) ขึ้นเป็นครั้งแรก โดยใช้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาแทนที่ระบบสุญญากาศ และควบคุมการทำงานของเครื่องด้วยคำสั่งที่ถูกเก็บไว้ในเทปกระดาษที่เจาะรู

2.3 การควบคุมเครื่องจักรด้วยคอมพิวเตอร์

การควบคุมเครื่องจักรด้วยคอมพิวเตอร์ (CNC) เป็นระบบการควบคุมคำสั่งเชิงตัวเลขและตัวอักษรด้วยคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องจักร เก็บข้อมูลหรือช่วยในการป้อนข้อมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรม

ในปัจจุบันเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบเอ็นซีสามารถทำการป้อนข้อมูลทางมือ (MDI-Manual Data Input) ได้ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรมได้สะดวก หรือถ้าต้องการแทรกข้อมูล การให้ขนาดใหม่ การเปลี่ยนความเร็วรอบ การเปลี่ยนความเร็วตัดและอัตราป้อน ก็สามารถทำได้โดยง่าย



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบซีเอ็นซี

ที่มา: อำนาจ (2544)

จากรูปที่ 2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบซีเอ็นซีมีดังนี้คือ

2.3.1 ส่วนที่เป็นโปรแกรมสั่งงาน (Part program)

โปรแกรมสั่งงานในระบบซีเอ็นซีจะมีลักษณะเป็นแถว โดยในแต่ละแถวจะมีรหัสคำสั่ง (NC code) ที่เขียนไว้ในรูปแบบของตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ ซึ่งรหัสคำสั่งในแต่ละแถว จะแทนตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดบนเครื่องจักรซีเอ็นซี เพื่อใช้สำหรับการขึ้นรูป ส่วนตัวอย่างของโปรแกรมสั่งงาน เช่น N10 G00 X200 Y100 Z5 M03 S2000 เป็นต้น

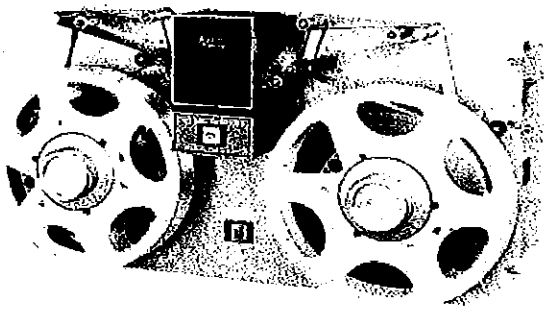
2.3.2 ส่วนที่ใช้ป้อนข้อมูลของโปรแกรม (Program input device)

การป้อนข้อมูลโปรแกรมในเครื่องจักรซีเอ็นซีที่เป็นแบบซอฟต์ไวร์ (Soft wire) จะใช้วิธีการป้อนโปรแกรมเข้าไปในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ที่ชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง (MCU) ด้วยสายส่งสัญญาณ (Interface bus) เช่น RS-232-C โดยที่ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องอ่านเทปเพื่อแปลรหัสคำสั่งเหมือนกับเครื่องในระบบเอ็นซี

2.3.3 หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่อง (MCU-Machine Control Unit)

หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่อง (MCU) มีหน้าที่อ่านและตีความหมายของคำสั่งที่ส่งมาจากส่วนป้อนข้อมูลของโปรแกรม หลังจากนั้นก็แปลงเป็นสัญญาณเพื่อไปควบคุมระบบการขับเคลื่อนของเครื่องจักรซีเอ็นซีต่อไป

หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่องแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนที่ทำหน้าที่อ่านโปรแกรม (DPU-Data Processing Unit) เช่น เครื่องอ่านเทปกระดาษ ดังรูปที่ 2.2 เครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก หรือ RS-232-C เป็นต้น และส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี (CLU-Control Loop Unit) เช่น ความเร็วรอบ อัตราป้อน การเคลื่อนที่ของแนวแกน การเปลี่ยนเครื่องมือตัด การเปิด/ปิดน้ำหล่อเย็น เป็นต้น



รูปที่ 2.2 เครื่องอ่านเทปกระดาษ

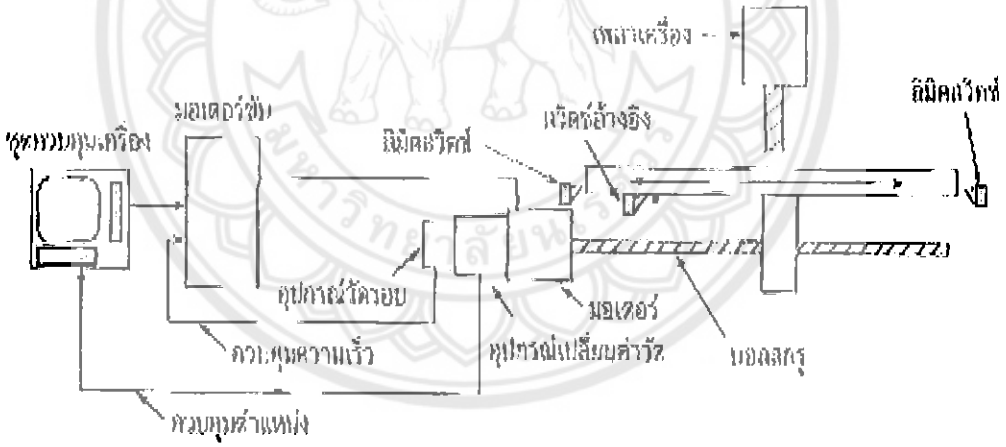
ที่มา: อำนาจ (2544)

2.3.4 ส่วนที่เป็นระบบควบคุมการขับเคลื่อน (Drive system)

การควบคุมการขับเคลื่อนในระบบซีเอ็นซีแบ่งออกเป็น 4 ชนิดคือ ใช้มอเตอร์แบบเป็นขั้น (Stepping motor) ใช้มอเตอร์กระแสตรง (DC servo motor) กระแสสลับ (AC servo motor) และระบบไฮดรอลิก (Hydraulic servo drive)

2.3.5 เครื่องจักรกล (Machine tool)

เครื่องจักรกลที่ออกแบบมาเพื่อถูกควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซี จะมีระบบการควบคุม 2 ลักษณะ คือแบบวงรอบเปิดและแบบวงรอบปิด หรือการผสมผสานระหว่างแบบวงรอบเปิดและแบบวงรอบปิด เครื่องจักรที่ควบคุมแบบวงรอบเปิดจะมีสัญญาณส่งไปที่มอเตอร์ ทำให้โต๊ะจับชิ้นงานเคลื่อนที่ไปตามที่โปรแกรมไว้ การควบคุมด้วยระบบนี้จะไม่มีระบบตรวจสอบสัญญาณย้อนกลับ (Feedback system) ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าสัญญาณที่ส่งมาได้ทำแล้วหรือยังหรือมีข้อผิดพลาดอย่างไร ส่วนการควบคุมแบบวงรอบปิดจะมีระบบตรวจสอบสัญญาณย้อนกลับเมื่อโต๊ะหรือเครื่องมือตัดเคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่งที่โปรแกรมไว้ จะมีสัญญาณจับเพื่อควบคุมให้โต๊ะจับชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดหยุด



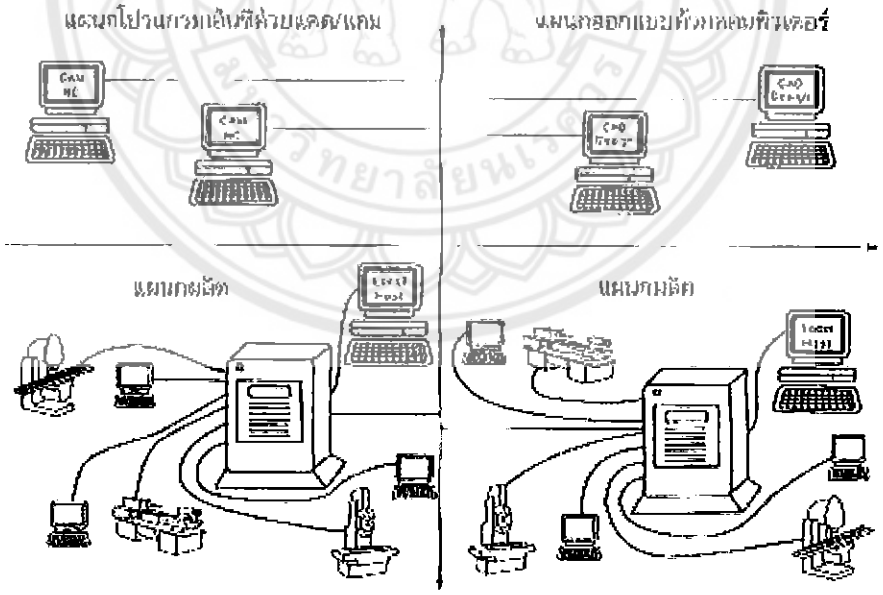
รูปที่ 2.3 การควบคุมเครื่องจักรด้วยระบบวงรอบปิด

ที่มา: อำนาจ (2544)

2.4 การเขียนโปรแกรมเอ็นซีด้วยแคด/แคม (CAD/CAM Programming)

การนำระบบแคด/แคม (CAD/CAM) มาใช้ในการเขียนโปรแกรมเอ็นซี เริ่มต้นจากการสร้างรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบหรือแคด (CAD-Computer Aided Design) หลังจากนั้นจะเป็นการเลือกใช้เครื่องมือตัดและข้อมูลของการตัดเฉือนที่เหมาะสมกับเครื่องมือตัดแต่ละชนิด ในโปรแกรมแคด/แคมสามารถที่จะกำหนดข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ได้ ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดทางเดินของเครื่องมือตัด (Tool path) เพื่อขึ้นรูปชิ้นงาน โดยในขั้นตอนนี้โปรแกรมแคด/แคมจะมีวิธีการจำลองการขึ้นรูปชิ้นงาน (Simulation) เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพพจน์ชัดเจนยิ่งขึ้น และยังช่วยตรวจสอบหาข้อผิดพลาดที่เกิดจากการขึ้นรูปชิ้นงานอีกด้วย

ขั้นตอนสุดท้ายของการเขียนโปรแกรมเอ็นซีด้วยแคด/แคม คือ การแปลงทางเดินของเครื่องมือตัดไปเป็นรหัสเอ็นซี (NC code) โดยในขั้นตอนนี้เรียกว่า "Postprocessor" เนื่องจากรูปทรงของชิ้นงานที่สร้างจากโปรแกรมแคด/แคมถูกเขียนขึ้นจากภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น ภาษา APT ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องแปลงให้เป็นรหัสคำสั่งที่ใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี ยกตัวอย่างรหัสคำสั่งควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี เช่น G, M, S เป็นต้น เมื่อได้โปรแกรมเอ็นซีที่ถูกต้องสมบูรณ์แล้ว โปรแกรมเอ็นซีก็จะถูกส่งผ่านสายส่งข้อมูล เช่น RS-232-C ไปยังเครื่องจักรซีเอ็นซีเพื่อขึ้นรูปชิ้นงาน ขั้นตอนนี้เรียกว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยผลิต (CAM-Computer Aided Manufacturing)"



รูปที่ 2.4 การใช้ระบบแคด/แคมมาช่วยในการผลิตชิ้นงาน

ที่มา: อำนาจ (2544)

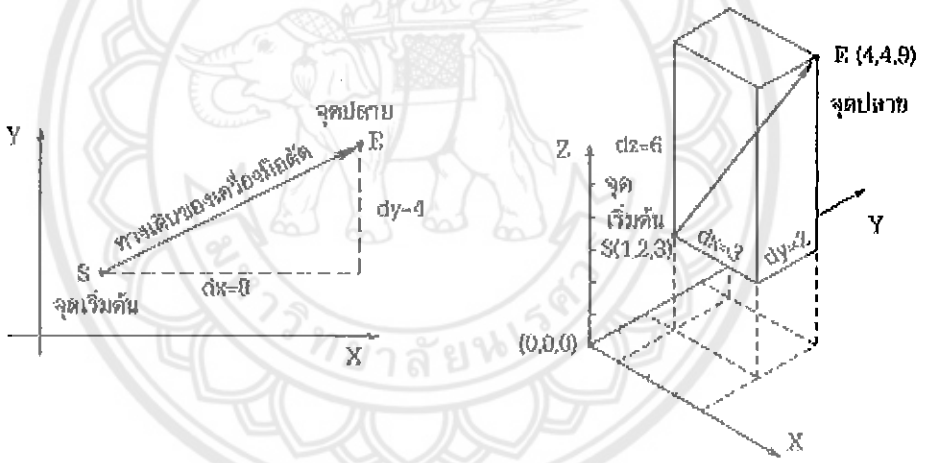
2.5 ระบบของเอ็นซี

การควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนต่างๆของเครื่องจักรซีเอ็นซีแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิดคือ การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear) การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง (Circular) การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล (Helical) การเคลื่อนที่แบบพาราโบลิก (Parabolic) และการเคลื่อนที่แบบคิวบิก (Cubic) โดยการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงและแนวเส้นโค้งจะเป็นแบบที่มีการใช้งานมากที่สุดในระบบซีเอ็นซี

2.5.1 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear interpolation)

เครื่องมือตัดจะเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายเป็นแนวเส้นตรง และในขณะเดียวกัน ระบบซีเอ็นซีจะทำการคำนวณเปรียบเทียบ โดยให้จุดปลายของเส้นแรกเป็นจุดเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ไปยังจุดใหม่ต่อไป

การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงต้องกำหนดค่าตัวแปรที่สำคัญ 3 ค่าตัวแปรคือ โคออร์ดิเนตของจุดเริ่มต้น โคออร์ดิเนตของจุดปลาย และความเร็วของแต่ละแกน

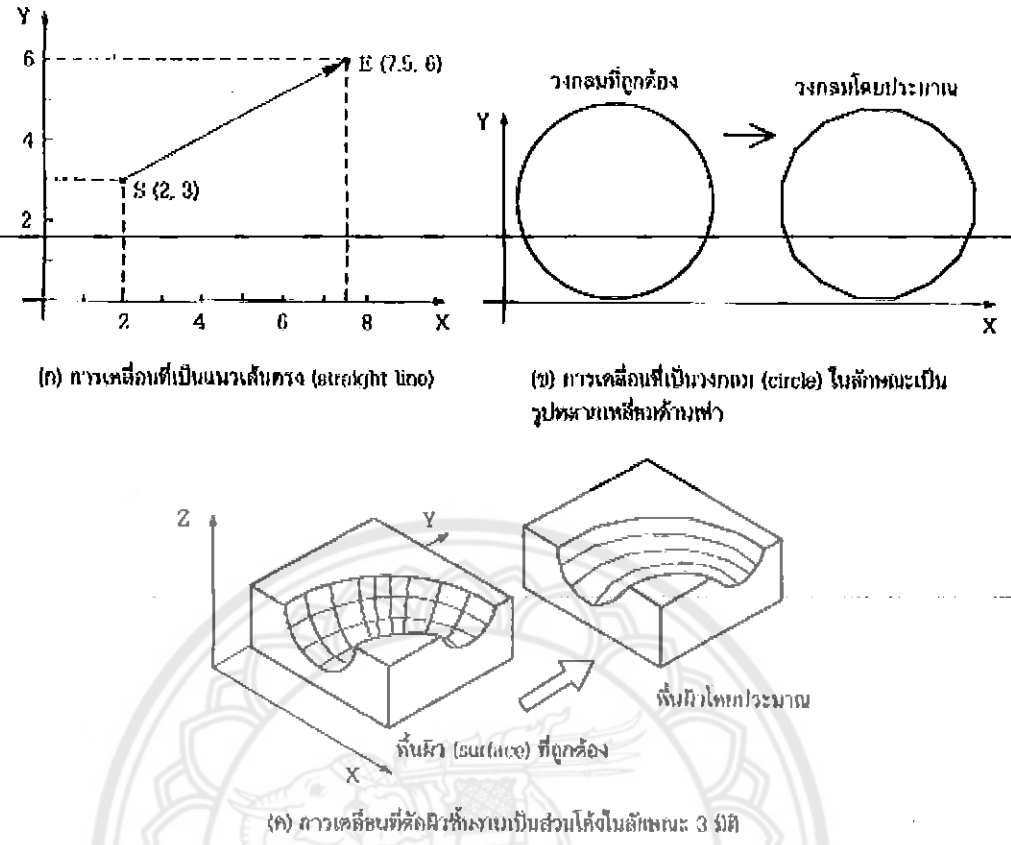


(ก) แบบ 2 แกน (ข) แบบ 3 แกน

รูปที่ 2.5 การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง

ที่มา: อำนาจ (2544)

หลักการควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง นำมาประยุกต์ใช้สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ตัดเฉือนผิวชิ้นงานของเครื่องมือตัดหลายลักษณะ ซึ่งประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่ตัดในแนวเส้นตรง วงกลม ส่วนโค้ง และแบบเฮลิคอล ดังรูปที่ 2.6



(ก) การเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง (straight line)

(ข) การเคลื่อนที่เป็นวงกลม (circle) ในลักษณะเป็นรูปทรงเหลี่ยมด้านเท่า

(ค) การเคลื่อนที่ตัดผิวชิ้นงานเป็นส่วนโค้งในลักษณะ 3 มิติ

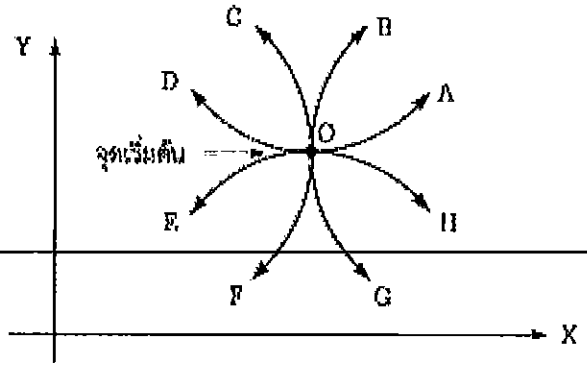
รูปที่ 2.6 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง วงกลม และตัดผิวโค้งแบบ 3 มิติ

ที่มา: อำนาจ (2544)

2.5.2 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง (Circular interpolation)

การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้งจะมีลักษณะคล้ายกับการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงที่มีระยะทางสั้นมาก ปกติขนาดของสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกไปควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์จะมีค่าประมาณ 0.0001 หรือ 0.0002 นิ้ว โดยระบบที่ควบคุมซีเอ็นซีจะคำนวณหาจุดต่อกันของเส้นตรงตามขนาดของรัศมี และในขณะเดียวกันเครื่องมือตัดและชิ้นงานจะเคลื่อนที่สัมพันธ์กันทำให้เกิดการเคลื่อนในแนวเส้นโค้งขึ้น ข้อดีของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้งคือ มีความคงที่ในขณะเครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดชิ้นงานผิวโค้ง

ลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้งไม่ว่าจะมีทิศทางตามเข็มนาฬิกา (G02) และทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (G03) สามารถจำแนกได้ทั้งหมด 8 ลักษณะ ดังรูปที่ 2.7 โดยกำหนดให้จุด 0 คือจุดเริ่มต้นของเส้นโค้ง และตำแหน่ง A, B, C, D, E, F, G, H คือจุดปลายของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง

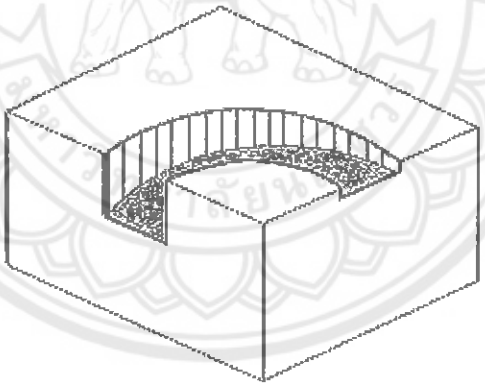


รูปที่ 2.7 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง 8 ลักษณะจากจุดเริ่มต้นที่กำหนดให้

ที่มา: อำนาจ (2544)

2.5.3 การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล (Helical interpolation)

เป็นลักษณะของการผสมผสานกันระหว่างการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง 2 แกน และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงอีกหนึ่งแกน การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอลใช้ในงานกัดเกลียวในและกัดเกลียวนอกที่มีขนาดใหญ่ (Large internal and external thread) การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล ดังรูปที่ 2.8



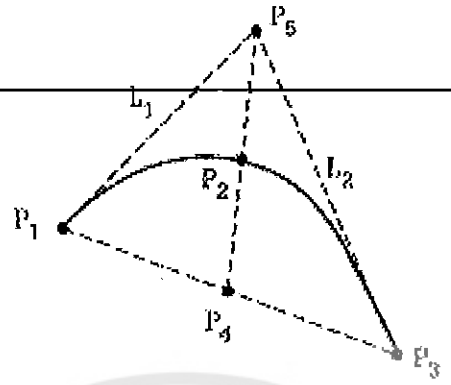
รูปที่ 2.8 การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล

ที่มา: อำนาจ (2544)

2.5.4 การเคลื่อนที่แบบพาราโบลิก (Parabolic interpolation)

กำหนดโดยใช้จุดที่ไม่อยู่ในแนวเส้นเดียวกัน 3 จุด ซึ่งมีลักษณะเป็นฟรีฟอร์มเคิร์ฟ (Free-Form curves) ดังรูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของเส้นโค้งพาราโบลิกที่กำหนดจุด 3 จุด ซึ่งประกอบ P_1, P_2 และ P_3 โดยที่ P_1 และ P_2 คือจุดปลายของเส้น ส่วน P_2 คือจุดกึ่งกลางที่อยู่ระหว่าง P_4 และ P_5 ส่วน P_4 คือจุดกึ่งกลางระหว่าง P_1และ P_3 เส้น L_1 และ L_2 คือเส้นที่ใช้ในการสร้างส่วนโค้งพาราโบลิก

การเคลื่อนที่แบบพาลาโบลิกนำไปประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวกับการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์



รูปที่ 2.9 การเคลื่อนที่แบบพาราโบลิก

ที่มา: อำนาจ (2544)

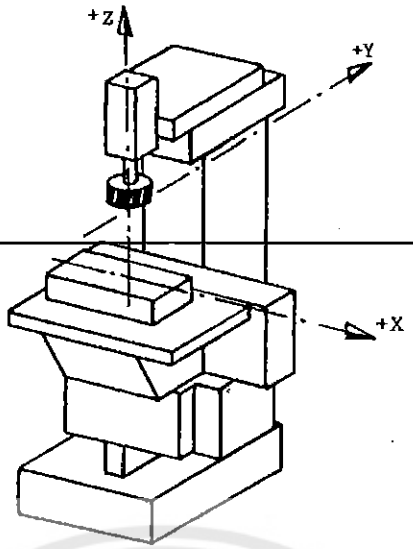
2.5.5 การเคลื่อนที่แบบคิวบิก (Cubic interpolation)

การเคลื่อนที่แบบคิวบิกสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดได้ทุกรูปแบบ โดยทั่วไปจะนิยมใช้กับเครื่องจักรซีเอ็นซี ใช้ในการขึ้นรูปแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่ทำจากโลหะแผ่น เช่น ตัวถังรถยนต์ ฝาครอบเครื่องยนต์ เป็นต้น

2.6 การกำหนดแนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซี

เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซีโดยทั่วไปมีพื้นฐานการเคลื่อนที่ในลักษณะผสมผสานกันของแนวแกนมี 2 แนวแกนคือ แนวแกนที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear motion) และแนวแกนที่เคลื่อนที่หมุน (Rotary motion)

การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง เครื่องจักรจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและจะขนานกับแนวแกนอ้างอิง ส่วนการเคลื่อนที่หมุน เครื่องจักรจะเคลื่อนที่หมุนรอบแนวแกนอ้างอิง ในการกำหนดแนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรในระบบซีเอ็นซีจะอาศัยระบบการวัดโดยโคออร์ดิเนตแบบ Cartesian coordinate system ซึ่งประกอบด้วยแนวแกน 3 แนวแกน โดยที่แต่ละแกนจะทำมุมฉากซึ่งกันและกัน มีทิศทางตามกฎมือขวา ดังรูปที่ 2.10 และรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.10 การกำหนดแนวแกนของเครื่องจักร

ที่มา: อำนาจ (2544)

รูปที่ 2.11 กฎมือขวาใช้ในการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซี

ที่มา: สมบัติ (2551)

2.6.1 กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของแนวแกนทั้ง 3 แนวแกน

2.6.1.1 แนวแกน X สำหรับกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของโต๊ะชิ้นงานไปตามความยาว

2.6.1.2 แนวแกน Y สำหรับกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของโต๊ะชิ้นงานในแนวขนานที่มีระยะทางสั้นๆโดยจะทำมุมตั้งฉากกับแนวแกน X และแนวแกน Z

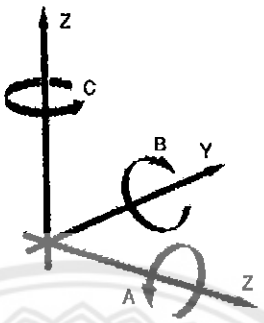
2.6.1.3 แนวแกน Z สำหรับกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ขึ้น/ลง ของโต๊ะชิ้นงาน และขนานกับแนวแกนของชิ้นส่วนหลัก (Main machine) ของเครื่องจักรซีเอ็นซี

2.6.2 การหมุนรอบแนวแกนซึ่งจะใช้แทนแนวแกน X, Y และ Z

2.6.2.1 การหมุนรอบแกน X จะใช้ โคออร์ดิเนต A แทนแนวแกน

2.6.2.2 การหมุนรอบแกน Y จะใช้ โคออร์ดิเนต B แทนแนวแกน

2.6.2.3 การหมุนรอบแกน Z จะใช้ โคออร์ดิเนต C แทนแนวแกน



รูปที่ 2.12 การเคลื่อนที่เชิงเส้น X, Y และ Z และการเคลื่อนที่เชิงมุม A, B และ C

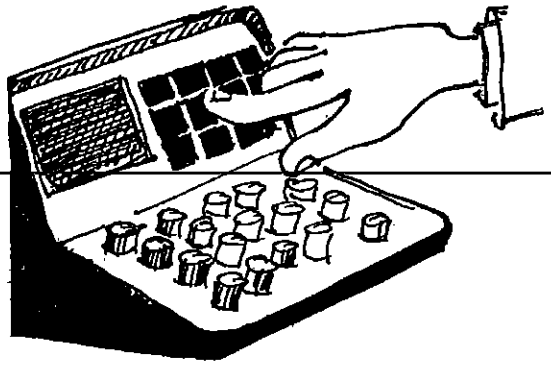
ที่มา: สมบัติ (2551)

รูปที่ 2.13 ลักษณะการหมุนรอบแนวแกน X ตามกฎมือขวา

ที่มา: สมบัติ (2551)

2.7 การทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี

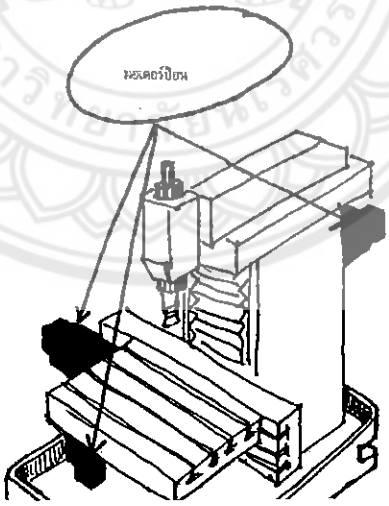
หลักการทำงานของเครื่องจักรกลเอ็นซีหรือซีเอ็นซีจะคล้ายคลึงกับเครื่องจักรทั่วไป กล่าวคือ โดยพื้นฐานเบื้องต้นเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะทำงานผลิตชิ้นงานเหมือนกับเครื่องจักรกลทั่วไป เช่น เครื่องกัดซีเอ็นซีจะทำงานเหมือนกับเครื่องกัดทั่วไป แต่ระบบควบคุมเอ็นซีของเครื่องจะทำงานในขั้นตอนต่างๆแทนช่างควบคุมเครื่อง อย่างไรก็ตาม ก่อนที่เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะสามารถทำงานได้ ระบบควบคุมของเครื่องจะต้องได้รับคำสั่งก่อนว่าจะให้ทำอะไร และคำสั่งจะต้องเป็นภาษาที่ระบบควบคุมสามารถเข้าใจได้ นั่นคือ จะต้องป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องผ่านแป้นพิมพ์ (Key board) หรือเทปแม่เหล็ก (Magnetic tape) ก็ได้ ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การป้อนโปรแกรมผ่านแป้นพิมพ์ของระบบควบคุมซีเอ็นซี

ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)

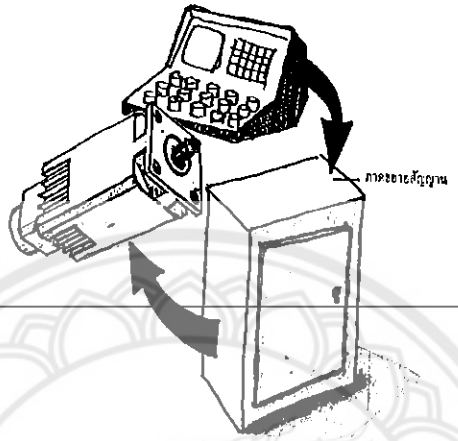
เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปแล้ว จะนำไปควบคุมให้เครื่องจักรกลทำงาน แต่เนื่องจากเครื่องจักรกลเอ็นซีไม่มีมือสำหรับหมุนมือหมุนให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ได้ ดังนั้น แท่นเลื่อนต่างๆจะต้องมีมอเตอร์ป้อน (Feed motor) ประกอบอยู่ เช่น เครื่องกัดซีเอ็นซีมีการเคลื่อนที่ 3 แนวแกน จะมีมอเตอร์ป้อน 3 ตัว ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 มอเตอร์ป้อนของเครื่องกัดซีเอ็นซี

ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)

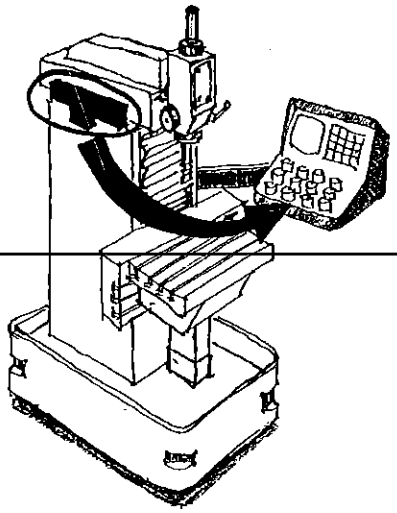
เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรม จะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน แต่เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากระบบควบคุมมีกำลังน้อย ไม่สามารถไปหมุนขับให้มอเตอร์ทำงานได้ ดังนั้น จึงต้องส่งสัญญาณเข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive amplified) และส่งต่อไปยังมอเตอร์ปีอนของแนวแกนที่ต้องการเคลื่อนที่ ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การส่งสัญญาณควบคุมการทำงานของมอเตอร์
ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)

ความเร็วและระยะทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน จะต้องกำหนดให้ระบบควบคุมรู้ ช่างควบคุมเครื่องอาศัยสายตามองดูตำแหน่งของคมตัดกับชิ้นงาน ก็จะรู้ว่าจะต้องเลื่อนแท่นเลื่อนไปอีกเป็นระยะทางเท่าใด แต่ระบบควบคุมเอ็นซีมองไม่ได้ ดังนั้น จึงต้องออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สามารถจะบอกตำแหน่งของแท่นเลื่อนให้ระบบควบคุมรู้ได้ อุปกรณ์ชุดนี้เรียกว่า ระบบวัดขนาด (Measuring System) ซึ่งประกอบด้วยสเกลแนวตรง (Linear Scale) มีจำนวนเท่ากับแนวแกนในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระยะทางที่แท่นเลื่อนเคลื่อนที่กลับไปยังระบบควบคุม ทำให้ระบบควบคุมรู้ว่าแท่นเลื่อนเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่าใดแล้ว

จากหลักการควบคุมการทำงานดังกล่าว ทำให้เครื่องจักรซีเอ็นซีสามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปทรงและขนาดที่ต้องการได้ จากลักษณะสร้างและการทำงานที่เหนือกว่าเครื่องจักรทั่วไป ทำให้เครื่องจักรเอ็นซีและซีเอ็นซี เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมอัตโนมัติ และมีปริมาณความต้องการใช้เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

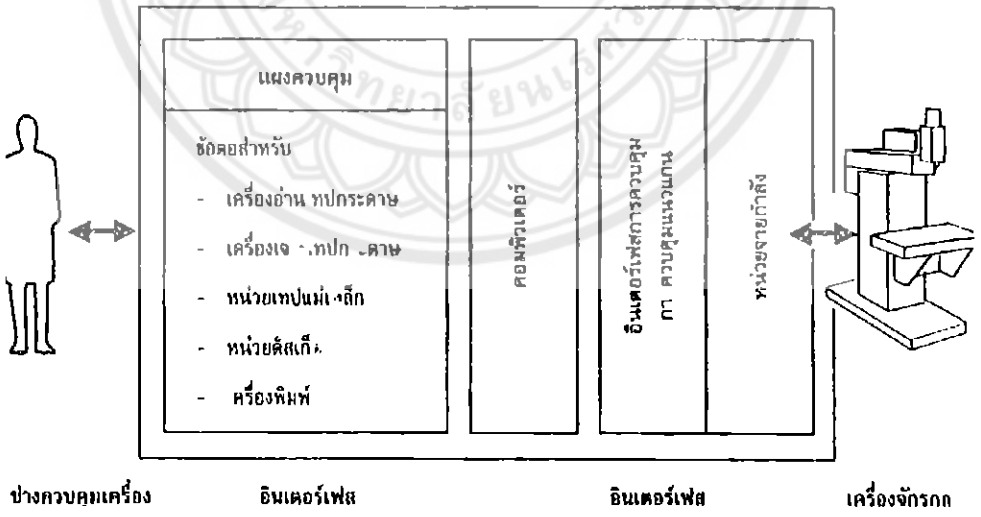


รูปที่ 2.17 ระบบวัดขนาด

ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)

2.8 องค์ประกอบของระบบควบคุมซีเอ็นซี (CNC-Control System Components)

ระบบซีเอ็นซีจะประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆมากมาย ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงสิ่งที่ระบบสามารถทำได้นั้น จึงแสดงให้เห็นองค์ประกอบของระบบซีเอ็นซีด้วยไดอะแกรม ดังนี้



รูปที่ 2.18 องค์ประกอบของระบบควบคุมซีเอ็นซี

ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)

หัวใจของระบบซีเอ็นซีคือ คอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ในการคำนวณทั้งหมดและเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆเข้าด้วยกันอย่างเป็นเหตุและผล เนื่องจากระบบซีเอ็นซีเป็นองค์ประกอบที่เชื่อมโยงระหว่างช่างควบคุมเครื่องกับเครื่องจักรกล จึงจำเป็นต้องมีชุดอินเตอร์เฟส (Inter–face) อยู่ 2 ชุด คือ

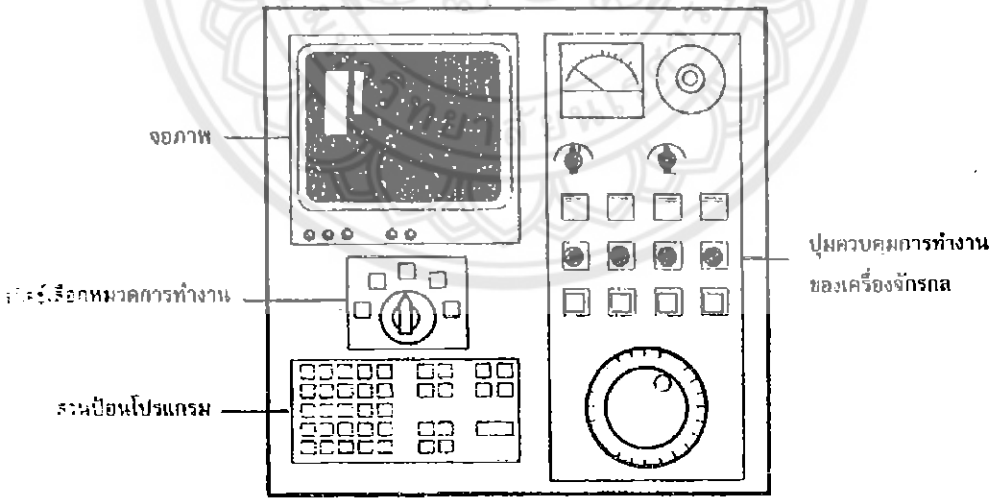
1) ชุดอินเตอร์เฟสสำหรับช่างควบคุมเครื่อง ซึ่งประกอบด้วยแผงคุม (Control panel) และข้อต่อ (Connections) ต่างๆสำหรับเครื่องอ่านเทปกระดาษ (Punched tape unit) หน่วยดิสเก็ต (Diskette unit) และเครื่องพิมพ์ (Printer)

2) ชุดอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องจักรกล องค์ประกอบหลักของชุดอินเตอร์เฟส ประกอบด้วย อินเตอร์เฟสการควบคุม (Control interface) การควบคุมแนวแกน (Axis control) และหน่วยจ่ายกำลัง (Power supply)

รายละเอียดของหมวดการทำงานและวิธีการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ตลอดจนชุดอินเตอร์เฟสทั้งสอง มีรายละเอียดต่างๆดังนี้

2.8.1 แผงควบคุม (Control panel)

แผงควบคุมของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีโดยทั่วไปจะมีลักษณะการออกแบบที่แตกต่างกันในส่วนที่เกี่ยวกับรูปแบบการวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่างๆ จำนวนของปุ่มควบคุม เป็นต้น และมีองค์ประกอบที่ควบคุมการทำงานกว้างๆ ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 แผงควบคุมระบบซีเอ็นซี
ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)

2.8.1.1 จอภาพ (Displays) หรือส่วนแสดงข้อมูล ในส่วนนี้ประกอบด้วย จอภาพซีอาร์ที (CRT-CRT Screen : Cathode Ray Tube) หรือส่วนแสดงข้อมูลแบบดิจิตอล และสัญญาณไฟอื่นๆ เช่น สัญญาณไฟแสดงข้อผิดพลาด เป็นต้น จอภาพของระบบซีเอ็นซีจะแสดงข้อมูลต่างๆดังนี้

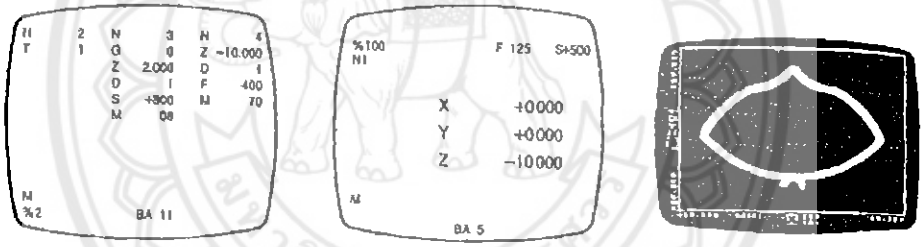
ก. โปรแกรม จะแสดงข้อมูลของโปรแกรมซีเอ็นซีที่ป้อนเข้าไปผ่านทางจอภาพ ตลอดจนโปรแกรมที่เก็บบันทึกอยู่ในระบบความจำของเครื่อง

ข. เครื่องมือ แสดงรายการเครื่องมือที่ต้องใช้ในแต่ละโปรแกรมทั้งขนาดและความยาว ตลอดจนค่าแก้ไขให้ถูกต้อง และยังสามารถแสดงถึงอายุการใช้งานของเครื่องมือด้วย

ค. ข้อมูลเครื่องจักรกล แสดงพารามิเตอร์ของเครื่องจักรกล เช่น ความเร็วรอบสูงสุดของเพลางาน อัตราป้อนสูงสุด เป็นต้น

ง. การตัดเฉือน แสดงตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องมือ บล็อก (Block) ของโปรแกรมที่ใช้ในขณะนั้น ค่าอัตราป้อน (F) ความเร็วรอบ (S) เป็นต้น

จ. การทำงานอื่นๆ แสดงภาพการทำงานของเครื่องมือตามโปรแกรมเอ็นซีที่ป้อนไว้ (Simulation) เป็นต้น



รูปที่ 2.20 ข้อมูลที่แสดงบนจอภาพ

ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)

2.8.1.2 ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องจักร (Control for operating machine) จะถูกจัดเตรียมสำหรับการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลด้วยมือ (Manual control) ซึ่งมีปุ่มควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนในแนวแกนต่างๆ มือหมุนเลื่อนแท่นเลื่อนเช่นเดียวกับเครื่องจักรกลทั่วไป ปุ่มสวิตซ์เปิด/ ปิดสารหล่อเย็น ปุ่มปรับความเร็วรอบ/ อัตราป้อน เป็นต้น

2.8.1.3 ส่วนควบคุมการโปรแกรม (Control for programming) จะใช้สำหรับการป้อนแก้ไข และเก็บบันทึกโปรแกรมและข้อมูลอื่นๆ ส่วนควบคุมการโปรแกรมประกอบด้วย แป้นพิมพ์ (Key board) ที่มีทั้งตัวอักษรและตัวเลข สำหรับพิมพ์คำสั่งต่างๆ

2.8.1.4 สวิตซ์เลือกหมวดการทำงาน (Mode selector switch) เนื่องจากหน้าที่การทำงานต่างๆของระบบควบคุมซีเอ็นซีมีหลายลักษณะงาน ดังนั้น เพื่อให้ระบบควบคุมสามารถแบ่งแยกการทำงานได้สะดวก จึงแบ่งการทำงานของระบบควบคุมออกเป็นหมวดการทำงาน (Operating mode) เช่น หมวดการทำโปรแกรม การป้อนข้อมูล เครื่องมือ การทำงานด้วยมือ การทำงานอัตโนมัติ เป็นต้น การเลือกหมวดการทำงานจะใช้สวิตซ์หมุน (Rotary switch) หรือแถวของปุ่มควบคุม (Row of buttons) บนแผงควบคุม ทำให้สามารถเปลี่ยนการทำงานจากหมวดหนึ่งไปอีกหมวดหนึ่งได้ง่าย ในขณะใช้งานบนจอภาพหรือส่วนแสดงข้อมูลแบบดิจิตอล จะแสดงหมวดการทำงานที่ใช้อยู่ ซึ่งอาจเป็นสัญญาณไฟ ตำแหน่งของสวิตซ์ หรือตัวอักษรกับตัวเลขก็ได้

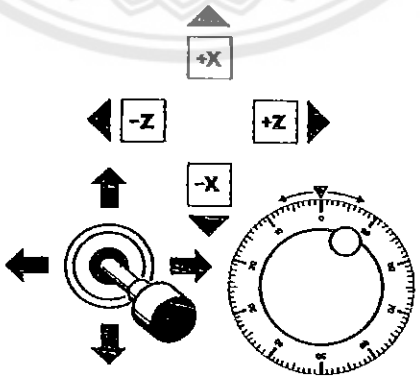
2.8.2 การใช้ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล

ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลโดยตรง ส่วนควบคุมแบบง่ายๆ ได้แก่ สวิตซ์ปิด–เปิดต่างๆ เช่น สวิตซ์ปิด–เปิดสารหล่อเย็น สวิตซ์ปิด–เปิดเพลางาน เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังมีปุ่มควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนในแนวแกนต่างๆสำหรับใช้ในการปรับตั้งตำแหน่งของชิ้นงานและเครื่องมือ ซึ่งอาจทำเป็นปุ่มเลื่อนป้อน (Feed buttons) หรือคันโยกป้อน (Feed joystick) หรือมือหมุนอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic hand wheel)

สำหรับปุ่มเลื่อนแป้นจะมีจำนวนเท่ากับจำนวนแนวแกนกับทิศทาง (+/-) ในการเคลื่อนที่รวมกัน จะใช้กดเพื่อควบคุมแท่นเลื่อนให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางและตำแหน่งที่ต้องการ

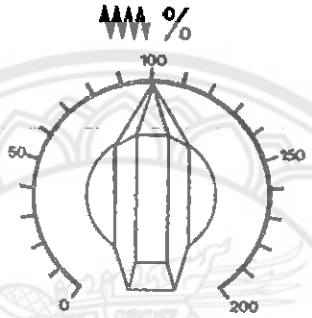
ส่วนคันโยกเลื่อนแป้นจะทำงานเหมือนกับปุ่มเลื่อนแป้น แต่แทนที่จะใช้วิธีกดปุ่มให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่จะใช้วิธีโยกคันโยกไปในทิศทางและแนวแกนที่ต้องการแทน



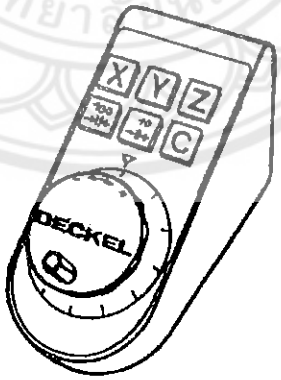
รูปที่ 2.21 ปุ่มเลื่อนแท่นเลื่อน คันโยกป้อน มือหมุน

ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)

เครื่องจักรกลซีเอ็นซีมีชุดมือหมุนอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic hand wheel) ประกอบอยู่ด้วย ช่วยให้การปรับตั้งกระทำได้สะดวกและง่ายยิ่งขึ้น โดยเฉพาะจากตำแหน่งที่มองจากแผงควบคุมได้ลำบาก ชุดมือหมุนอิเล็กทรอนิกส์สามารถที่จะถือย้ายไปตำแหน่งใดๆรอบๆเครื่องจักรก็ได้ที่สามารถมองเห็นชิ้นงาน เครื่องมือหรือการตัดเฉือนได้สะดวก ชุดมือหมุนอิเล็กทรอนิกส์จะมีปุ่มสำหรับเลือกแนวแกน (x, y, z) ที่ต้องการเลื่อน และมีปุ่มเลือกความละเอียดของช่องสเกล คือ 0.01 หรือ 0.1 มิลลิเมตร ไม่ได้กดปุ่มเลือก ขีดสเกลจะเท่ากับ 0.001 มิลลิเมตร ส่วนทิศทางการหมุนจะเป็นตัวกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน



รูปที่ 2.22 สวิตซ์ปรับอัตราป้อน
ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)



รูปที่ 2.23 มือหมุนอิเล็กทรอนิกส์
ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)

หลังจากการป้อนโปรแกรมค่าอัตราป้อนและค่าความเร็วรอบของเพลางานเรียบร้อยแล้ว ในระหว่างการทดลองโปรแกรมหรือทำการตัดเฉือนชิ้นงาน ช่างควบคุมเครื่องสามารถปรับค่าอัตราป้อนและความเร็วรอบให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ เนื่องจากแผงควบคุมซีเอ็นซีของเครื่องจะมีสวิตซ์ปรับ (Override switch) ดังรูปที่ 2.22 ประกอบอยู่ด้วย การปรับจะปรับเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าอัตราป้อน หรือความเร็วรอบที่ตั้งไว้หรือโปรแกรมไว้ โดยที่ขีด 100 % จะเท่ากับค่าอัตราป้อนหรือความเร็วรอบที่ตั้งไว้ หากหมุนสวิตซ์ไปที่ขีด 50 % ความเร็วรอบหรืออัตราป้อนจะช้าลงครึ่งหนึ่งหรือ 50 % และถ้าหมุนสวิตซ์ไปที่ขีดสูงกว่า 100 % ความเร็วรอบหรืออัตราป้อนจะสูงขึ้น ซึ่งให้ความสะดวกในการควบคุมการทำงานของช่างควบคุมเครื่อง

อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี โดยมากจะแสดงด้วยสัญลักษณ์กำกับอยู่ สัญลักษณ์ต่างๆนี้จะกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน

2.8.3 การใช้ส่วนควบคุมสำหรับการใช้โปรแกรม

ในส่วนควบคุมการใช้โปรแกรม จะแยกความแตกต่างระหว่างแป้นพิมพ์ข้อมูล เช่น คำสั่งโปรแกรมข้อมูลการปรับตั้ง เป็นต้น กับแป้นพิมพ์ที่นำเข้าสู่การทำงานของคอมพิวเตอร์

ในการป้อนข้อมูล (Data input) โดยปกติจะใช้แป้นพิมพ์ตัวอักษรกับตัวเลขแบบง่ายๆ สามารถป้อนคำสั่งโปรแกรมได้ทีละตัวอักษร ในระบบควบคุมบางแบบจะมีชุดของแป้นพิมพ์คำสั่งที่ใช้บ่อยๆ ในโปรแกรมเอ็นซี ทำให้ประหยัดเวลาในการป้อนข้อมูลลงแป้นพิมพ์ คำสั่งนี้อาจจะแสดงด้วยรหัสคำสั่งโดยตรง เช่น G00, G01 เป็นต้น หรือแสดงด้วยสัญลักษณ์การเคลื่อนที่ก็ได้

รูปที่ 2.24 แป้นพิมพ์คำสั่งคอมพิวเตอร์
ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)

แป้นพิมพ์คำสั่งคอมพิวเตอร์จะใช้สำหรับการป้อนข้อมูล การเก็บข้อมูล การแก้ไขข้อมูล การแสดงรายละเอียดข้อมูล ประมวลผลโปรแกรม และการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ภายนอก แป้นพิมพ์นี้อาจจะแสดงด้วยคำต่างๆ เช่น ตัวย่อ สัญลักษณ์ เป็นต้น

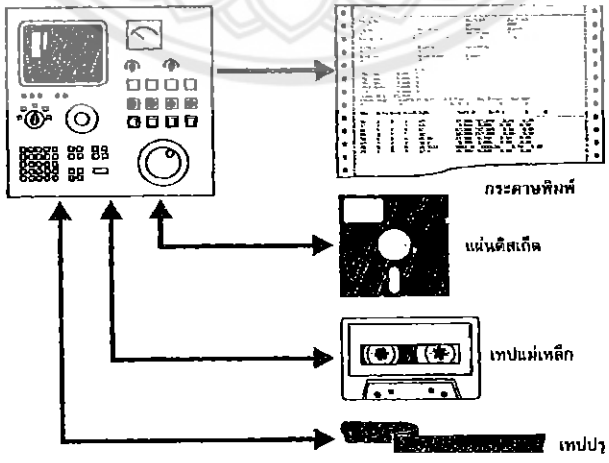
2.8.4 อุปกรณ์ช่วยงานภายนอก

ข้อมูลทั่วไปที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ในระบบซีเอ็นซี จะเป็นรหัสไบนารี่ (Binary coded) ซึ่งหมายความว่า ตัวอักษรและตัวเลขทุกตัวที่สามารถป้อนผ่านแป้นพิมพ์ จะเปลี่ยนโดยคอมพิวเตอร์ให้เป็นบิท (Bit) ที่มีความหมายเฉพาะ

บิท (Bit) คือ ตำแหน่งของสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งตำแหน่งปิด (OFF) หรือตำแหน่งเปิด (ON) และในระบบไบนารี่ (Binary system) จะใช้เป็น 0 กับ 1 สลับกัน

คอมพิวเตอร์จะเก็บบันทึกตำแหน่งสวิตช์เหล่านี้ไว้เป็นจำนวนมาก และเชื่อมต่อระหว่างกันและกัน โดยทั่วไป 8 บิท (Bits) จะรวมเท่ากับ 1 ไบท์ (Byte) ซึ่งใน 8 บิท หรือ 1 ไบท์จะสามารถผสมกัน เพื่อใช้แทนตัวเลขและตัวอักษรรวมกันได้ถึง 256 ตัว และในระบบนี้จะเรียกว่า การให้รหัสไบนารี่ (Binary coding)

โปรแกรมเอ็นซีที่ป้อนเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องจนเต็มความจุของระบบความจำจะต้องลบข้อมูลโปรแกรมออก มิเช่นนั้นจะไม่สามารถป้อนข้อมูลโปรแกรมเอ็นซีใหม่เข้าไปได้ หรือระบบความจำของชุดควบคุมที่สามารถเก็บบันทึกโปรแกรมได้เพียงโปรแกรมเดียว เมื่อต้องการทำงานใหม่ที่ต้องใช้โปรแกรมใหม่ต้องลบโปรแกรมเก่าออก การป้อนโปรแกรมในแต่ละครั้งจะเสียเวลาค่อนข้างมาก โดยเฉพาะโปรแกรมที่มีความยาวมากๆ ดังนั้น จึงมีอุปกรณ์เก็บข้อมูลและส่งถ่ายข้อมูล ซึ่งสามารถเก็บและส่งโปรแกรมเอ็นซีเข้าระบบควบคุมเอ็นซีหรือซีเอ็นซีได้ อุปกรณ์เก็บข้อมูลมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ เช่น เทปกระดาษ (Punched tape) เทปแม่เหล็ก (Magnetic tape cassettes) แผ่นดิสก์เก็ต (Diskettes) เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมเอ็นซีที่เก็บบันทึกไว้ในอุปกรณ์เก็บข้อมูลนี้สามารถสั่งพิมพ์ออกมาเพื่อตรวจสอบ แก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลได้



รูปที่ 2.25 การส่งถ่ายข้อมูลไปยังอุปกรณ์เก็บข้อมูลแบบต่างๆ

ที่มา: ผศ.ชาลี (2537)

คุณสมบัติของอุปกรณ์เก็บข้อมูล (Data carrier properties)

2.8.4.1 เทปปรุ (Punched tape) เป็นสื่อที่ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ให้ความเชื่อถือได้มากและจัดเตรียมการเก็บข้อมูลได้ง่าย สื่อชนิดนี้นิยมใช้ในการเก็บข้อมูลโปรแกรมเอ็นซีในฝ่ายวางแผน

2.8.4.2 เทปแม่เหล็ก (Magnetic tape cassettes) เป็นสื่อที่มีราคาถูกที่สุดสำหรับการเก็บข้อมูลภายนอก จะมีอายุการใช้งานสั้น ต้องเก็บรักษาให้สะอาดอยู่เสมอ ความสกปรกและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า มีผลต่ออายุการเก็บข้อมูลของเทปแม่เหล็ก

2.8.4.3 แผ่นดิสก์ (Diskettes) เป็นสื่อที่เหมาะสมสำหรับการเก็บข้อมูลที่มีปริมาณมากและสามารถเก็บข้อมูลได้สะดวก

2.9 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.9.1 ข้อดีของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.9.1.1 มีความเที่ยงตรงสูงในการปฏิบัติงาน เพราะชิ้นงานต้องการขนาดที่แน่นอน

2.9.1.2 ทุกชิ้นงานมีคุณภาพสม่ำเสมอเท่ากันหมด เนื่องจากผลิตโดยใช้โปรแกรมในการสั่งเครื่องจักรกลซีเอ็นซีทำงาน

2.9.1.3 โอกาสเกิดความเสียหาย หรือต้องการแก้ไขชิ้นงานน้อยหรือแทบไม่มี เพราะชิ้นงานที่ทำ จะใช้โปรแกรมในการควบคุม ถ้าผิดพลาดก็แก้ไขที่โปรแกรม

2.9.1.4 สามารถทำงานได้ 24 ชั่วโมง โดยไม่ต้องหยุดพักเครื่อง แต่ต้องมีคนควบคุมประจำเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.9.1.5 มีความรวดเร็วสูงในการผลิต ทำให้ได้ผลผลิตสูง เพราะสามารถกำหนดระยะเวลาในการผลิตชิ้นงานได้ว่าจะใช้เวลาในการทำงานกี่ชิ้นต่อวินาที/นาที/ชั่วโมง

2.9.1.6 สามารถคาดคะเนและวางแผนการผลิตได้อย่างแม่นยำ เพราะรู้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานเพื่อที่จะนัดหรือส่งงานลูกค้าได้ตรงตามเวลา

2.9.1.7 สามารถสลับเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นงานได้หลากหลายรูปทรง เนื่องจากสะดวกและรวดเร็วในการทำงานเพราะใช้โปรแกรมในการสั่งงาน

2.9.1.8 เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนผลผลิตที่เท่ากัน เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะใช้พื้นที่น้อยกว่าและลดพื้นที่ในการเก็บชิ้นงาน

2.9.1.9 มีความสะดวกสำหรับใช้ในการผลิตชิ้นงานต้นแบบที่มีการแก้ไขบ่อยๆเพราะเวลาแก้ไขสามารถแก้ไขได้ที่โปรแกรม

2.9.1.10 ชิ้นงานที่มีความซับซ้อนสูงและมีหลายขั้นตอนการผลิต สามารถใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีเครื่องเดียวได้ ทำให้ไม่ต้องย้ายไปทำงานที่เครื่องอื่น ให้เสียเวลาในการปฏิบัติงาน

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.9.1.11 ลดขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพลง เพราะได้ขนาดชิ้นงานเท่ากันทุกๆชิ้น ควรเลือกค่าของความเร็วรอบและความเร็วตัดให้เหมาะสมเพื่อลดอายุการสึกหรอของทูลที่ใช้

2.9.1.12 ทำให้สามารถใช้ทูล หรือเครื่องมือตัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะจะต้องคำนวณค่าต่างๆมาก่อนลงมือปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.9.1.13 ลดแรงงานในสายการผลิตลง เนื่องจากผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน สามารถคุมได้ 3–5 เครื่อง

2.9.1.14 ใช้อุปกรณ์เสริมน้อยและไม่ต้องใช้แผ่นลอกแบบ (Completes หรือ Templates) แต่ผู้ใช้จะต้องเขียนโปรแกรมให้ถูกต้อง

1'5062962
วบ.
ว251ส
2552

2.9.2 ข้อเสียของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.9.2.1 มีราคาแพงมาก เพราะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เนื่องจากยังไม่มีการผลิตเครื่องจักรกลซีเอ็นซีภายในประเทศ

2.9.2.2 ค่าซ่อมแซมสูง เนื่องจากการซ่องแซมมีความซับซ้อน เพราะทั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ รวมถึงคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ต้องใช้ผู้ชำนาญการ

2.9.2.3 อุปกรณ์และซอฟแวร์เสริม (Option) มีราคาสูงและต้องได้มาจากผู้ผลิตเครื่องจักรกลซีเอ็นซีเท่านั้น

2.9.2.4 ต้องมีความรู้พื้นฐานทางวิชาคณิตศาสตร์มากพอสมควรสำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรม เพราะมิฉะนั้นจะไม่สามารถคำนวณหาค่าของจุดต่างๆได้

2.9.2.5 ต้องมีพื้นที่ในการทำงานมากพอและมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆให้แก่ผู้เขียนโปรแกรมซีเอ็นซี

2.9.2.6 ต้องหางานป้อนให้เครื่องทำงานเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอไม่หยุดนิ่ง เพราะอาจทำให้ชิ้นส่วนบางอย่างเสื่อมสภาพ และเพื่อให้เครื่องจักรได้รัน เครื่องเตรียมพร้อมตลอดเวลา

2.9.2.7 ไม่เหมาะกับการผลิตชิ้นงานที่มีจำนวนน้อยๆควรใช้กับการผลิตชิ้นงานที่มีจำนวนมากๆ เพื่อจะได้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการจ้างพนักงาน

2.9.2.8 ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรสูงมาก เนื่องจากต้องใช้ช่างผู้ชำนาญเฉพาะทางในการซ่อมแซม

2.9.2.9 ชิ้นส่วนหรืออะไหล่ถ้าเกิดการชำรุดหรือเสียหายในบางกรณี ต้องรอส่งมาจากต่างประเทศเท่านั้น เนื่องจากไม่ได้ผลิตในประเทศ

2.9.2.10 คอนโทลเลอร์เป็นภาษาอังกฤษ ดังนั้น ช่างจะต้องเรียนรู้และมีการฝึกอบรมการใช้เครื่องและการเขียนโปรแกรมก่อนเริ่มใช้เครื่อง มิฉะนั้นจะไม่สามารถใช้เครื่องได้

2.10 หลักทั่วไปในการใช้ Mechanical Desktop

Mechanical Desktop มีความสามารถในตัวโปรแกรมหลายอย่างทั้งทางด้านการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติ แบบพาราเมตริกโซลิด (Parametric Solid Modeling) และแบบเนิร์บซ์เซอร์เฟส (NURBS Surface Modeling) ซึ่งทั้งสองแบบเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากในปัจจุบัน ซอฟแวร์ประเภทเดียวกันนี้เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป มีให้เลือกใช้กันอยู่หลายโปรแกรม เช่น Solid Works, Solid Edge, Autodesk Inventor, Pro/Engineer, Catia, Unigraphics เป็นต้น โดยทั่วไปซอฟแวร์ประเภทนี้มีหลักทั่วไปในการใช้งานเหมือนกัน ดังนั้น เมื่อเข้าใจหลักการใช้งานในซอฟแวร์ตัวใดตัวหนึ่งจะสามารถใช้ซอฟแวร์ตัวอื่นได้ไม่ยาก หากศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมของซอฟแวร์อีกเล็กน้อยจะสามารถใช้งานพื้นฐานได้ในเวลาอันสั้น

ในการขึ้นรูปโมเดล 3 มิติในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซอฟแวร์พาราเมตริกทุกประเภทสามารถแยกวิธีการขึ้นรูปโมเดล 3 มิติออกเป็น 2 วิธี คือ Parametric Solid Modeling และ NURBS Surface Modeling การขึ้นรูปด้วยวิธี Parametric Solid Modeling มีข้อได้เปรียบคือ การขึ้นรูปโมเดลง่ายและรวดเร็ว สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปทรงได้อย่างสะดวก สามารถใช้ตัวแปรหรือสมการมาควบคุมขนาดของโมเดล รวมทั้งสามารถหาปริมาตรและมวลของวัตถุ แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือ มีความสามารถในการขึ้นรูปโมเดลที่มีพื้นผิวไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีส่วนโค้ง ส่วนเว้า ที่ซับซ้อนได้ค่อนข้างยาก ในปัจจุบันซอฟแวร์พาราเมตริกโซลิดหลายตัวสามารถสร้างโซลิดที่โค้งเว้า ที่ซับซ้อนได้ในระดับหนึ่ง รวมทั้ง Mechanical Desktop นี้ด้วย ส่วนการขึ้นรูปด้วย Surface Modeling มีข้อได้เปรียบคือ สามารถขึ้นรูปโมเดล 3 มิติที่มีพื้นผิวที่ไม่สม่ำเสมอได้ดี การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้มีแต่พื้นผิว (Surface) จึงไม่สามารถหาปริมาตรของวัตถุเพื่อคำนวณน้ำหนักได้ ยกเว้นซอฟแวร์ 3D บางตัวที่สามารถหาปริมาตรของเซอร์เฟสแบบปิด เช่น Rhinoceros 3D เป็นต้น ดังนั้นก่อนที่จะเริ่มสร้างวัตถุ 3 มิติ ต้องพิจารณารูปทรงและสภาพของพื้นผิวของโมเดล 3 มิติที่ต้องการสร้างก่อน จึงจะสามารถเลือกวิธีการขึ้นรูปที่เหมาะสมกับโมเดล 3 มิตินั้นได้

ใน Mechanical Desktop นิยมสร้างโมเดลหรือพาร์ทต่างๆด้วยวิธีพาราเมตริกโซลิด โดยก่อนที่จะเริ่มสร้างโมเดล 3 มิติด้วยวิธีนี้ควรที่จะทำความเข้าใจในหลักการขึ้นรูปโมเดล 3 มิติแบบพาราเมตริกโซลิดก่อน โดยมีหลักการทั่วไปดังต่อไปนี้

2.10.1 กำหนดระนาบสเกทช์ (Sketch plane)

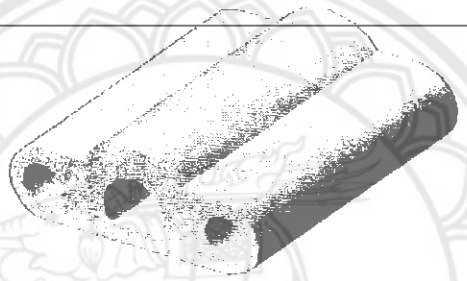
เพื่อใช้สำหรับเขียนหน้าตัด (Profile) 2 มิติของพาร์ทที่ต้องการ โดยใช้คำสั่ง Part -> New Sketch Plane แล้วกำหนดการหันเหของระนาบใน 3 มิติ โดยทั่วไประนาบเริ่มต้นที่นิยมใช้ในการเริ่มสร้างพาร์ทนิยมใช้ระนาบด้านบน (Top View) XY หรือระนาบด้านหน้า (Front View) XZ หรือระนาบด้านข้าง (Side View) YZ เท่านั้น

2.10.2 ใช้คำสั่งพื้นฐานของ Auto CAD เขียนหน้าตัด 2 มิติ ของสเกทช์

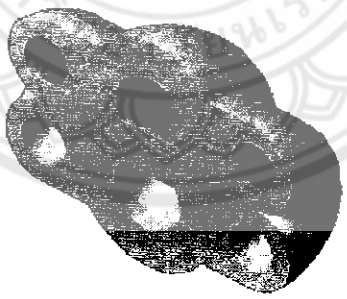
การเขียนหน้าตัด 2 มิติ ของสเกทช์ เช่น Line, Copy, Arc, Circle, Rectang, Polygon อาจจะต้องใช้คำสั่งในการแก้ไขช่วยในการสร้างหน้าตัดของสเกทช์ด้วย เช่น Trim, Extend, Fillet, Chamfer, Move, Copy, Rotate และอื่นๆตามความเหมาะสม

2.10.3 แปลงสเกทช์ (Sketch) ให้เป็นฟีเจอร์ของพาร์ท 3 มิติ

โดยใช้คำสั่ง Part -> Sketched Features -> แล้วเลือก Extrude (เพิ่มความหนา), Revolve (หมุน), Sweep (กวาด) หรือ Loft (ลอฟท์) ซึ่งจะเลือกใช้คำสั่งใดแล้วแต่กรณี ฟีเจอร์แรกที่เกิดขึ้นจะกลายเป็นเบสฟีเจอร์ (Base Feature) ของพาร์ท 3 มิติในทันที



รูปที่ 2.26 ฟีเจอร์ที่สร้างจาก Extrude
ที่มา: ภานุพงษ์ (2546)



รูปที่ 2.27 ฟีเจอร์ที่สร้างจาก Revolve
ที่มา: ภานุพงษ์ (2546)

2.11 โปรแกรม hyperMILL

โปรแกรม hyperMILL ระบบการทำงานขั้นพื้นฐานของโปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำงานเบื้องต้นและโครงสร้างพื้นฐานของโปรแกรม รวมทั้งเมนูต่างๆก่อนที่จะเริ่มต้นโปรแกรม hyperMILL

2.11.1 ระบบการทำงานของโปรแกรม hyperMILL

โปรแกรม hyperMILL เป็นซอฟต์แวร์ระบบ (CAM-Computer Aided Manufacturing) จะทำงานร่วมกับโปรแกรม Auto CAD หรือ Mechanical Desktop บนระนาบปฏิบัติการ Windows (Toll path) และสร้างรหัสตัวเลข, ตัวอักษร (NC-CODE) เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซีสำหรับงานในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนโดยโปรแกรม hyperMILL ต้องอาศัยข้อมูลจากซอฟต์แวร์ระบบ (CAD-Computer Aided Design) เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการคำนวณ

2.11.2 ความสัมพันธ์กับโปรแกรม Auto CAD

หลังจากติดตั้งโปรแกรม hyperMILL บนหน้าจอของโปรแกรม Auto CAD หรือ Mechanical Desktop โดยอัตโนมัติ

ในการทำงานซึ่งโปรแกรม hyperMILL จะทำงานอยู่บนโปรแกรม Mechanical Desktop ดังนั้น โปรแกรมทั้งสองจึงมีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกัน ดังนี้

2.11.2.1 โปรแกรม hyperMILL จำเป็นต้องใช้ข้อมูลของชิ้นงานในระบบ CAD ที่สร้างจากโปรแกรม Auto CAD, Mechanical Desktop หรือที่แปลงมาจากโปรแกรม CAD ยี่ห้ออื่นด้วยโปรแกรม IGES

2.11.2.2 หากมีการบันทึกด้วยคำสั่ง SAVE ในโปรแกรม Mechanical Desktop โปรแกรมกัดงานและค่าพารามิเตอร์ที่ใช้กัดงานต่างๆที่ถูกสร้างจากโปรแกรม hyperMILL จะถูกบันทึกพร้อมกันไปด้วย

2.11.2.3 โปรแกรม hyperMILL กำหนดพิกัดตำแหน่ง X, Y และ Z สำหรับจุดศูนย์ของชิ้นงานเป็นตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่ง UCS ของโปรแกรม Mechanical Desktop

2.11.2.4 หากมีการเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม hyperMILL ผู้ใช้งานจะสังเกตเห็นเครื่องหมายแสดงจุดศูนย์ชิ้นงานของโปรแกรม ณ ตำแหน่ง UCS ของโปรแกรม Mechanical Desktop

2.11.2.5 ขณะใช้งานโปรแกรม hyperMILL หากต้องการแก้ไขรูปชิ้นงาน ผู้ใช้ต้องออกจากโปรแกรม hyperMILL ก่อน เพื่อมาแก้ไขในชิ้นงานในโปรแกรม Mechanical Desktop

2.11.3 โครงสร้างของเมนูโปรแกรม hyperMILL

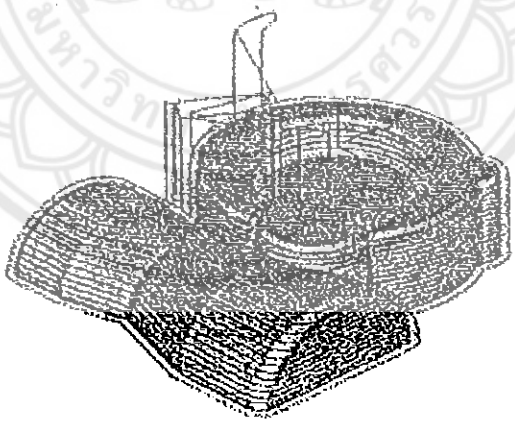
โปรแกรม hyperMILL มีเมนู 2 ชนิดคือ เมนูหลัก (Main menu) และเมนูบาร์ (Manu bar) โดยเมนูทั้ง 2 มีหน้าที่สำหรับให้ผู้ใช้งานเลือกใช้ไอคอนคำสั่งต่างๆของโปรแกรมมาใช้งาน ซึ่งเมนูทั้ง 2 มีการทำงานเหมือนกันแต่จะแตกต่างกันที่รูปร่างเท่านั้น

2.12 โปรแกรมกัดงานในระบบ 3 แกน (3D Machining Cycles)

หลักการทำงานของโปรแกรม CAD/CAM ในระบบ 3 มิติหรือ 3 แกนคือ โปรแกรมจะสร้างเส้นทางเดินมีดกัดเดินกัดตามรูปร่างผิวชิ้นงานพร้อมๆกันทั้ง 3 แกน (X, Y, Z) ดังนั้นจึงสามารถกัดชิ้นงาน 3 มิติ ที่มีรูปร่างโค้งมนหรือที่เรียกว่า "Complex Surface"

2.12.1 โปรแกรม 3D Z–Level-Finishing

โปรแกรม 3D Z–Level-Finishing มีลักษณะการเดินกัดตามรูปร่างของพื้นผิวของชิ้นงานลงเป็นชิ้นๆทีละชั้นตามค่าความลึก (Vertical Stepdown) ในแนวแกน Z ที่กำหนดโดยผู้ใช้งาน แต่โปรแกรม 3D Z–Level-Finishing ไม่เหมาะสำหรับการกัดละเอียดในบริเวณที่พื้นผิวราบหรืออยู่ในแนวระนาบ เพราะจะทำให้รูปร่างผิวของงานจะไม่สมบูรณ์มาก แต่โปรแกรมนี้เหมาะสำหรับการกัดละเอียดบริเวณพื้นผิวที่มีความสูงชัน และลักษณะพื้นผิวของงานที่ได้จะมีคุณภาพดี



รูปที่ 2.28 การเดินกัดชิ้นงานตามระดับความลึกในแนวแกน Z
ที่มา: พันธ์ธิติ (2543)

2.12.2 โปรแกรม 3D Finishing

โปรแกรม 3D Finishing มีลักษณะการเดินกัดชิ้นงานแบบกลับไปกลับมา (Zigzag) ตามรูปร่างพื้นผิวของงานภายในบริเวณเส้นขอบเขตที่กำหนด โดยมีระยะห่างแต่ละแนวเส้นทางเดินมีดกัดตามระยะ Horizontal Stepover ที่กำหนดส่วนใหญ่จะใช้โปรแกรม 3D Finishing เป็นโปรแกรมกัดชิ้นงานโปรแกรมสุดท้ายในการทำงานของการกัดงานระบบ 3 มิติหรือเรียกว่า "โปรแกรมกัดละเอียด"

2.12.3 โปรแกรม 3D Free path–milling

โปรแกรม 3D Free path–milling เป็นโปรแกรมการกัดชิ้นงานตามเส้น Contour ที่ผู้ใช้งานเลือกการทำงานขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำหรับการเดินกัดเก็บตามขอบชิ้นงาน ซึ่งสามารถใช้กับเส้น 2D/3D Polyline, Spline, วงกลมและวงรี โดยสามารถใช้เส้น Contour ทั้งแบบเปิดหรือแบบปิดก็ได้

2.12.4 โปรแกรม 3D Automatic–Rest

3D Automatic–Rest เป็นโปรแกรมที่กำหนดให้มีดกัดเดินกัดเก็บเฉพาะเนื้อของวัสดุที่เหลือเท่านั้น หมายถึง กรณีที่มีดกัดมีขนาดใหญ่กว่าบริเวณพื้นที่บางส่วนของชิ้นส่วน

2.12.5 โปรแกรม 3D Pencil–Milling

3D Pencil– Milling เป็นโปรแกรมที่กำหนดให้มีดกัดเก็บเฉพาะเนื้อของวัสดุตามร่องของพื้นผิวชนิด Fillet Surface โดยมีลักษณะการทำงานคล้ายกับโปรแกรม 3D Automatic–Rest แตกต่างกันที่โปรแกรม 3D Pencil–Milling จะเดินกินตามแนวร่องเพียงแนวเดียวซึ่งไม่มีการกำหนดค่า Horizontal Stepover

2.12.6 โปรแกรม 3D ISO–Machining

โปรแกรม 3D ISO–Machining เป็นการสร้างเส้นทางเดินมีดกัดบนพื้นผิวที่ผู้ใช้งานเลือก ซึ่งจะไม่เดินกัดทั่วทั้งชิ้นงาน โดยมีลักษณะการเดินกัดชิ้นงานแบบกัดชิ้นงานแบบกลับไปกลับมาตามแนวเส้น U หรือ V lines ของพื้นผิวและมีระยะห่างของแต่ละแนวเส้นทางเดินมีดกัดตามระยะ Horizontal Stepover ที่กำหนด

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 ศึกษาการใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6

ศึกษาการใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6 เบื้องต้น เป็นโปรแกรมในการเขียนแบบและออกแบบ โดยศึกษาหลักการทั่วไปในการออกแบบตัวอักษร

3.2 ศึกษาการใช้โปรแกรม hyperMILL Version 6

ศึกษาการใช้โปรแกรม hyperMILL Version 6 เป็นโปรแกรมที่ใช้ทำงานร่วมกับโปรแกรม Mechanical Desktop 6 ในการออกแบบและป้อนคำสั่งเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซี โดยศึกษาความรู้พื้นฐานของโปรแกรม hyperMILL Version 6 และในการกัดป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จะทำการกัดป้ายชื่อคณาจารย์แต่ละท่าน โดยแยกโค้ด ชื่ออาจารย์ 1 ท่าน คือ 1 NC-code เพราะสามารถที่จะปรับแต่งขนาดตัวอักษร และจัดรูปแบบให้สวยงามได้ ส่วนการนำโค้ดแยกตัวอักษร A-Z ที่ออกแบบไว้มาจัดเรียงเป็นชื่ออาจารย์แต่ละท่านสามารถทำได้แต่ขนาดตัวอักษรจะไม่สวยงาม และเสียเวลาจัดเรียงมากกว่า

3.3 ทำการออกแบบตัวอักษร

นำโปรแกรม Mechanical Desktop 6 มาใช้ในการออกแบบตัวอักษร โดยทำการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษแบบ Cordia - New และได้ทำการออกแบบตามขนาดจริงของแผ่นอะคริลิก โดยในการออกแบบจะทำการกัดเป็นตัวอักษรตัวนูนป้ายชื่ออาจารย์ในภาควิชาอุตสาหการบางท่านมีอยู่แล้ว และเป็นอักษรตัวนูน เพื่อความสวยงามและเป็นระเบียบ ชื่ออาจารย์ท่านใหม่จึงจัดทำให้เหมือนกัน เนื่องจากสามารถปรับแต่งรูปทรงให้โค้งเว้าได้ เพื่อความสวยงาม และในการกัดตัวอักษรตัวเว้าสามารถดำเนินงานได้ง่ายกว่าการกัดตัวอักษรตัวนูน และใช้เวลาในการดำเนินงานน้อยกว่าด้วย เพราะไม่ต้องเสียเวลาในการปาดหน้าแผ่นอะคริลิก

3.4 ศึกษาการใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี รุ่น HAAS VF1 แบบ 3 แนวแกน

ศึกษาการใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี รุ่น HAAS VF1 แบบ 3 แนวแกน โดยศึกษาวิธีการใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี ระบบการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี การควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซี ชุดควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี การกำหนดแนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซี และอุปกรณ์ของเครื่องกัดซีเอ็นซี

3.5 ทดสอบการกัดโดยใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี

ศึกษาการใช้เครื่องกัดโดยใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี ทำการศึกษาการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์จากโปรแกรม Mechanical Desktop 6 และโปรแกรม hyperMILL Version 6 แล้วทำการทดลองกัดป้ายชื่อคณาจารย์จากโฟมก่อนการกัดจากชิ้นงานจริง เพื่อตรวจสอบคำสั่งที่อาจจะเกิดข้อผิดพลาดและดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

3.6 ปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรม

จากการทดลองกัดป้ายชื่อคณาจารย์จากโฟม หากพบคำสั่งที่เกิดข้อผิดพลาดให้ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรม Mechanical Desktop 6 และโปรแกรม hyperMILL Version 6 เพื่อให้สามารถทำการกัดชิ้นงานได้ตามความต้องการ

3.7 การใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีในการกัดป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ในการกัดแผ่นอะคริลิก

การปฏิบัติการการใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6 และโปรแกรม hyperMILL Version 6 นำคำสั่งที่ได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใส่ในเครื่องกัดซีเอ็นซี ทำการผลิตป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการลงบนแผ่นอะคริลิก จำนวน 20 แผ่น

3.8 วิเคราะห์และสรุปผล

วิเคราะห์และสรุปผลการปฏิบัติงาน จากการดำเนินการผลิตป้ายชื่อคณาจารย์ โดยใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6 (CAD) และโปรแกรม hyperMILL Version 6 (CAM) สำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซี ว่าเกิดข้อผิดพลาดและมีความคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใดจากการออกแบบ

3.9 จัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์

นำข้อมูลที่ได้จากการทำการดำเนินงานผลิตป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จำนวน 20 ป้ายชื่อ ที่ได้จากโปรแกรม Mechanical Desktop 6 (CAD) และโปรแกรม hyperMILL Version 6 (CAM) จัดทำเป็นคู่มือประกอบการใช้โปรแกรม

3.10 จัดทำรายงานการวิจัยโครงงาน

รวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริง และทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องมาประกอบ เพื่อจัดทำรายงานการวิจัยโครงงานตามรูปแบบรายงานที่ถูกต้อง

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 การใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6

การใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6 ในการออกแบบขึ้นรูปตัวอักษรมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

4.1.1 การสร้างหน้าตัดของสเกทช์

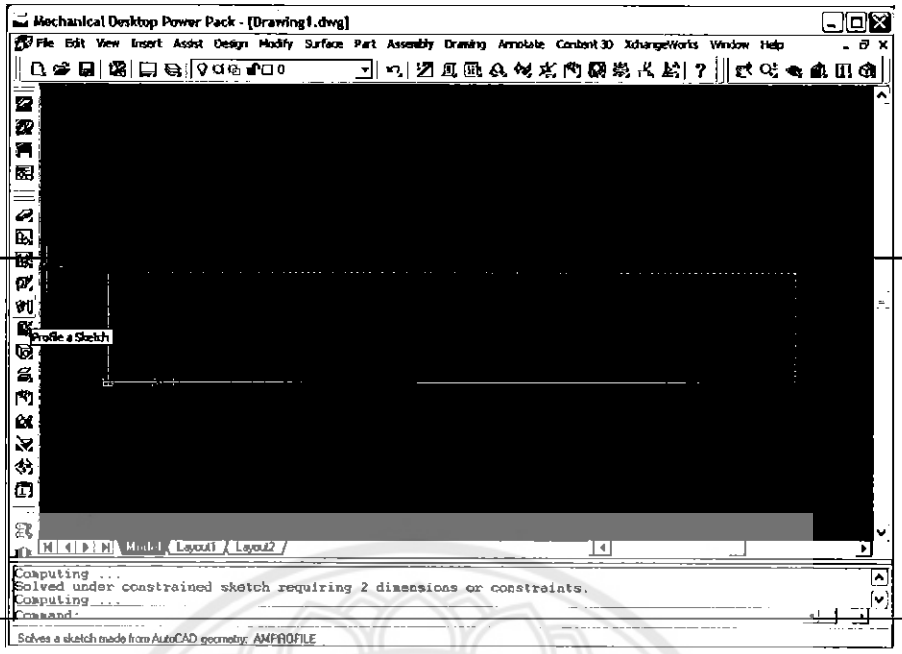
เริ่มต้นโดยการพิมพ์คำสั่ง rec ซึ่งเป็นคำสั่งสร้างรูปสี่เหลี่ยม ให้พิมพ์ที่บรรทัดป้อนคำสั่งด้านล่าง จะได้รูปสี่เหลี่ยม ดังรูปที่ 4.1

พิมพ์คำสั่ง: rec -> Enter -> 0,0 (first corner) -> Enter -> 500,82 (second corner) -> Enter

รูปที่ 4.1 การสร้างรูปสี่เหลี่ยม

4.1.2 ใส่ความหนาของสี่เหลี่ยม

โดยคลิกเส้นสี่เหลี่ยมให้เป็นเส้นประ -> เลือก Profile a Sketch -> เลือก Sketched features-Extrude -> ใส่ขนาด 6 Distance -> OK ดังรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3

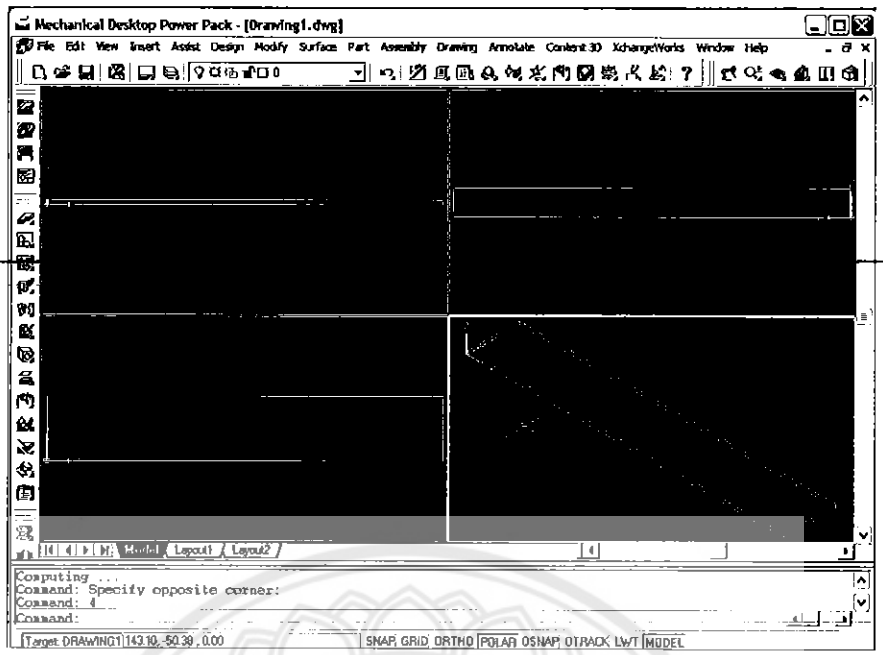


รูปที่ 4.2 การทำรูปสี่เหลี่ยมให้เป็น Profile

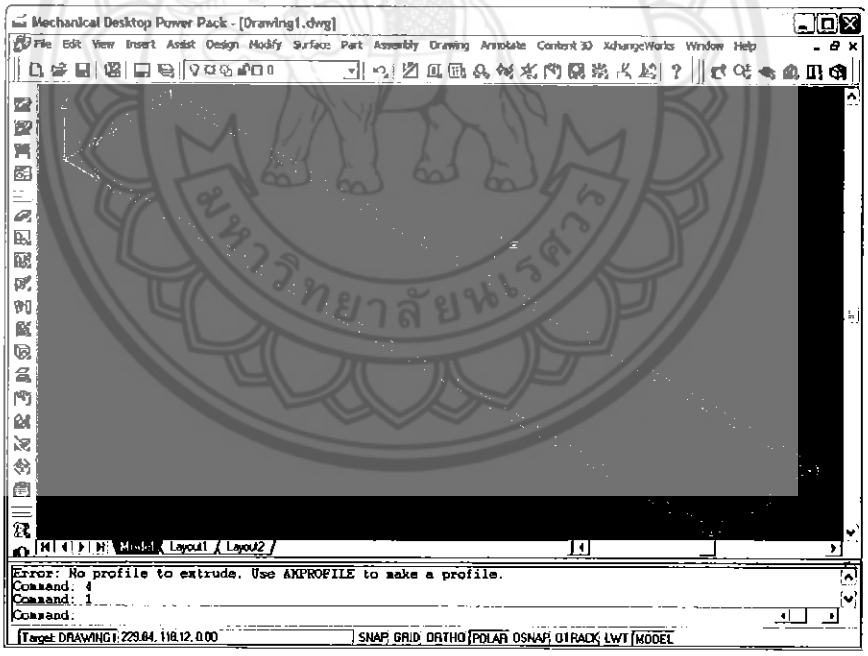
รูปที่ 4.3 กล่องป้อนคำสั่ง Extrusion

4.1.3 เปลี่ยนมุมมองภาพสามมิติ

พิมพ์คำสั่ง: พิมพ์ 4 -> Enter จะได้ภาพทั้งหมดสี่มุมมองในหน้ากระดาษ ดังรูปที่ 4.4 คลิกมุมมองที่ต้องการ -> พิมพ์ 1 -> Enter จะได้มุมมองที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.5



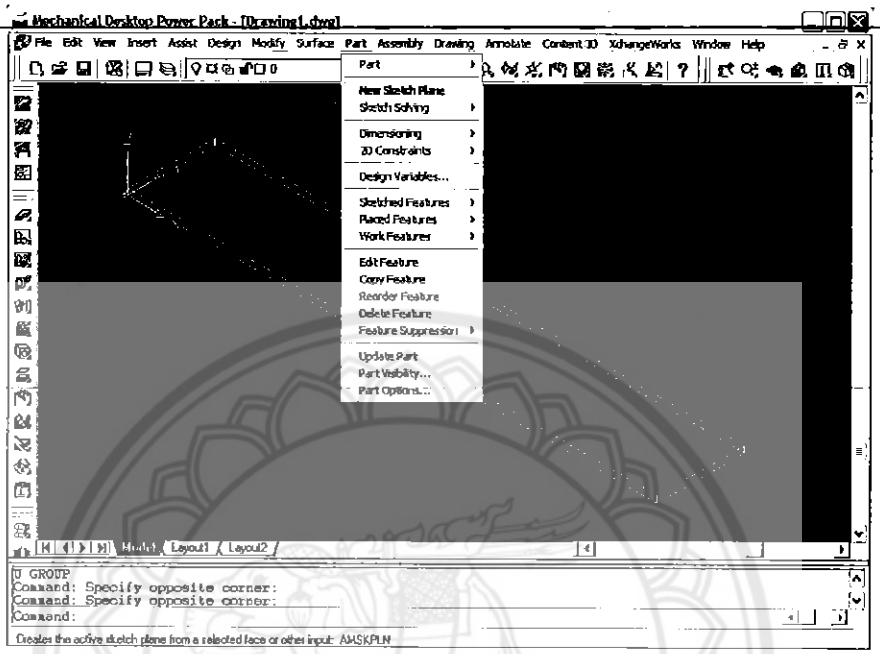
รูปที่ 4.4 ภาพทั้งหมดสี่มุมมองในหน้ากระดาษ



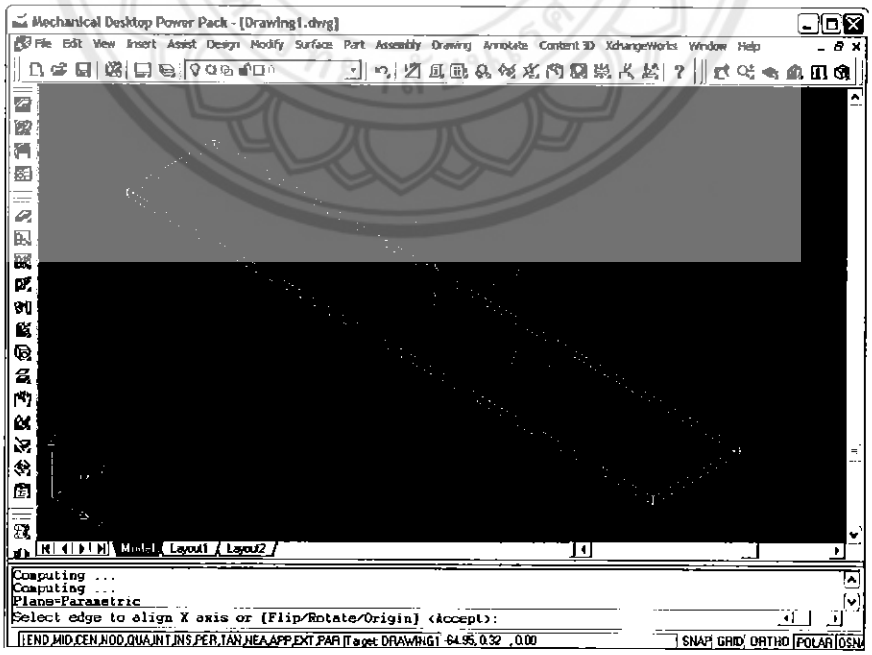
รูปที่ 4.5 ภาพมุมมองที่ต้องการ

4.1.4 ย้าย Sketch Plane

Part -> New Sketch Plane -> คลิกให้กรอบอยู่บน Sketch Plane บนสุด -> Enter ดังรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7



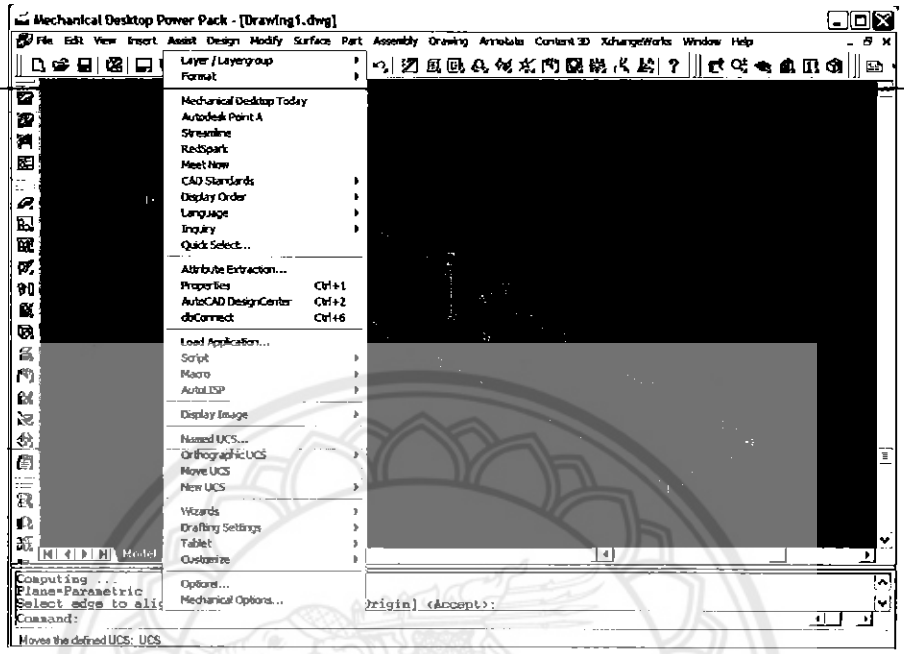
รูปที่ 4.6 เลือก New Sketch Plane



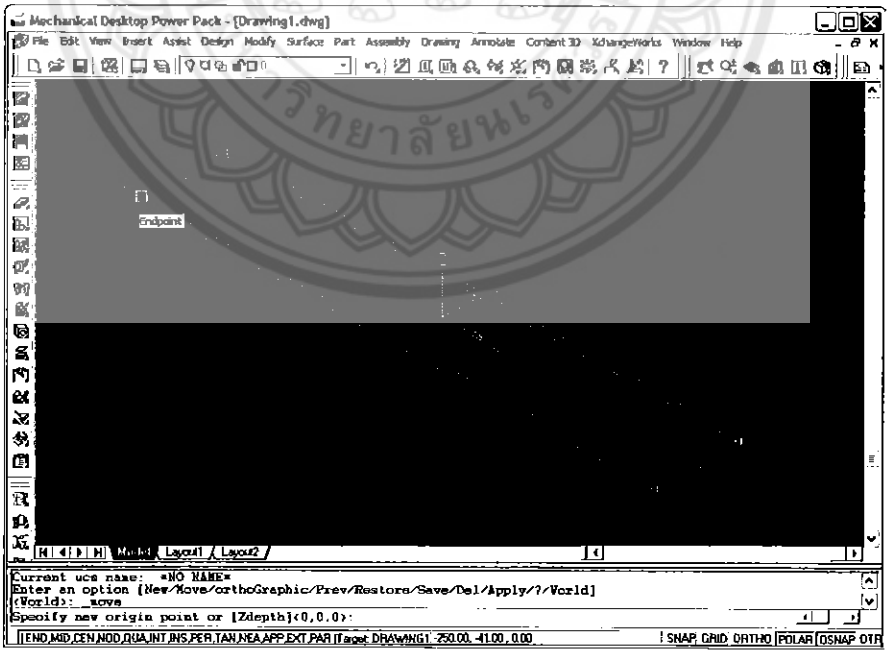
รูปที่ 4.7 ย้าย Sketch Plane

4.1.5 ย้ายจุด Origin (จุดเริ่มต้น)

เลือก Assist -> Move UCS -> คลิกที่มุมจุดเริ่มต้นใหม่ ดังรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9



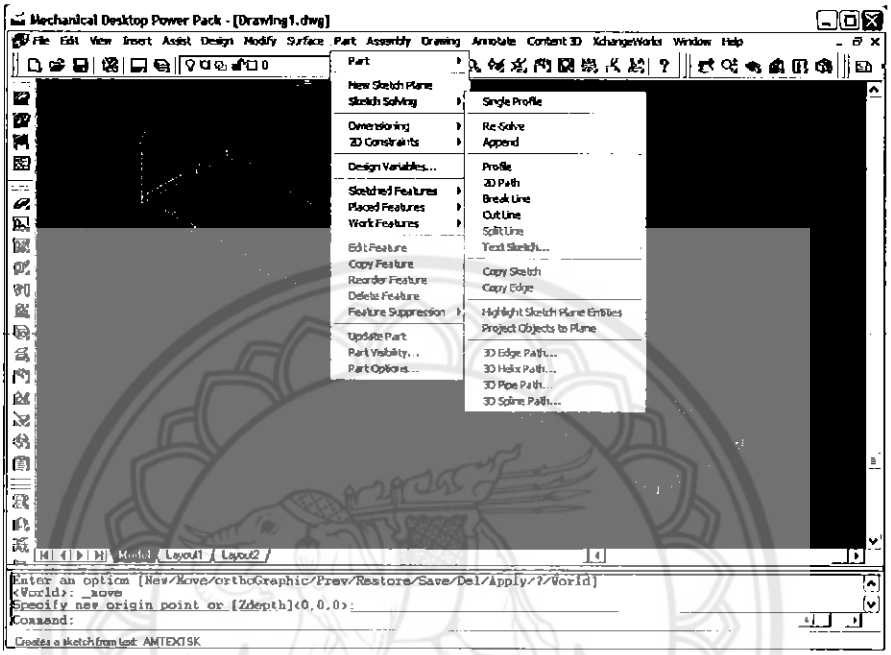
รูปที่ 4.8 เลือกคำสั่ง Move UCS



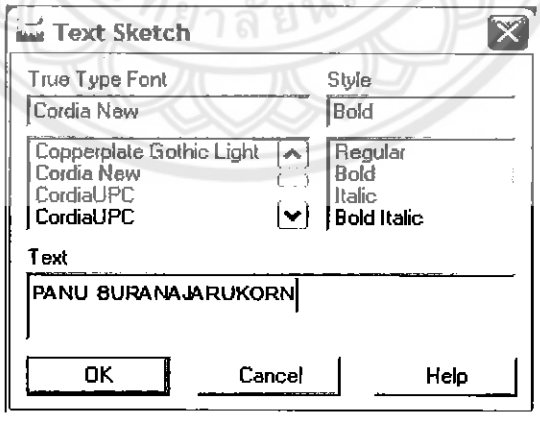
รูปที่ 4.9 คลิกที่มุมจุดศูนย์ใหม่

4.1.6 ออกแบบตัวอักษร

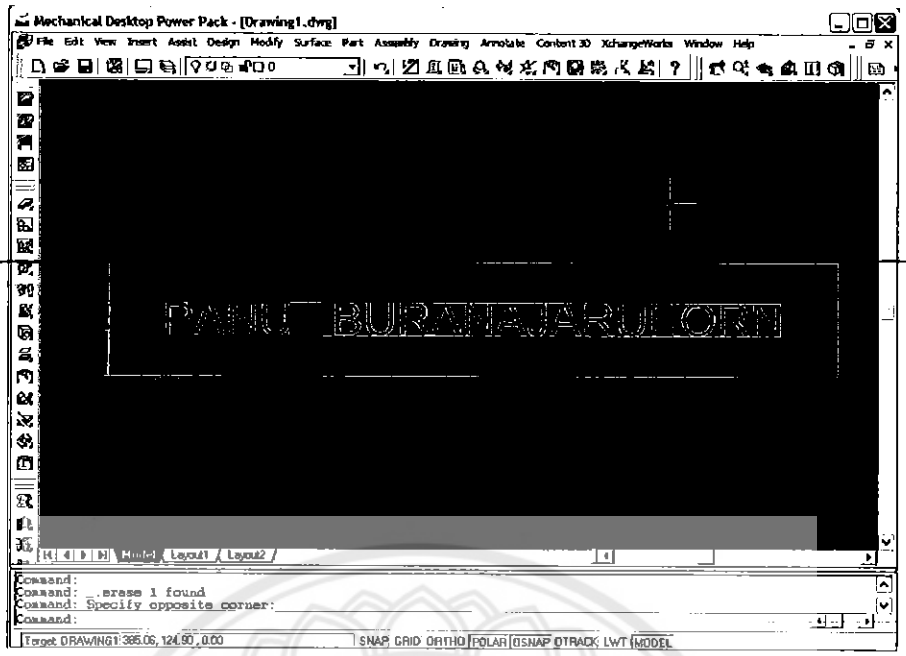
เลือก Part -> Sketch Solving -> Text Sketch... -> เลือก True Type Font: Cordia New -> เลือก Style: Bold -> ชื่อคณาจารย์ -> OK -> คลิกมุมที่ต้องการวางตัวอักษร -> จัดวางตัวอักษรให้สวยงาม โดยให้ตัวอักษรอยู่ที่กึ่งกลางรูปสี่เหลี่ยม ดังรูปที่ 4.10-4.12



รูปที่ 4.10 เลือกคำสั่งตัวอักษร



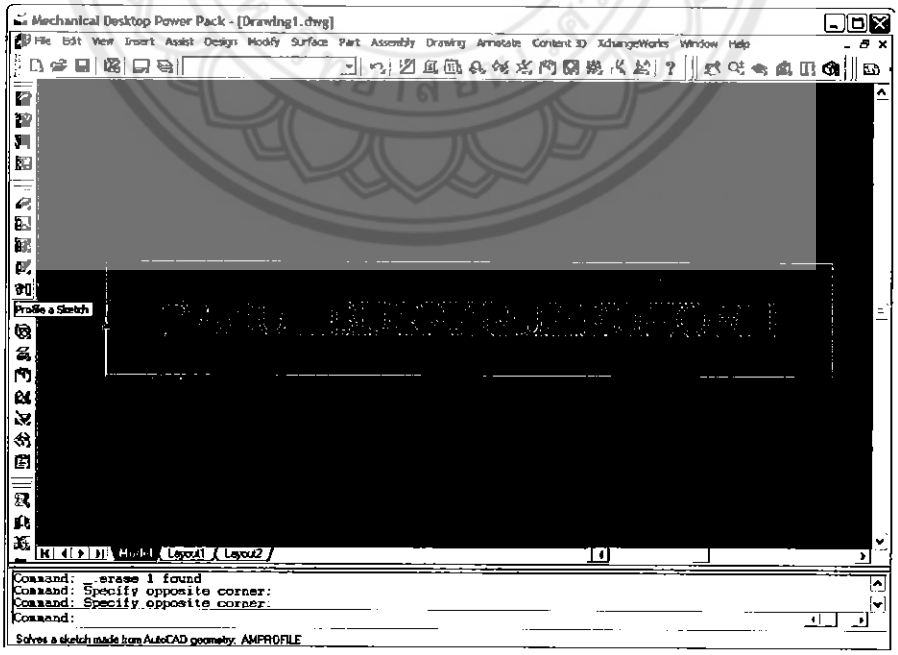
รูปที่ 4.11 กล่องป้อนคำสั่ง Text Sketch



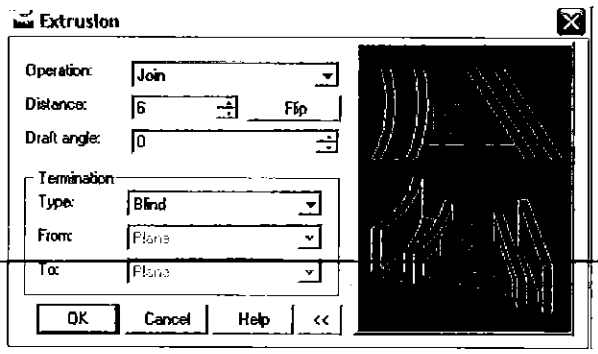
รูปที่ 4.12 จัดวางตัวอักษรให้สวยงาม

4.1.7 ใส่ความหนาตัวอักษร

คลิกครอบตัวอักษรให้เป็นเส้นปะ -> เลือก Profile a Sketch -> เลือก Sketched features-Extrude -> Operation: Join -> ใส่ขนาด 6 Distance -> OK ดังรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14



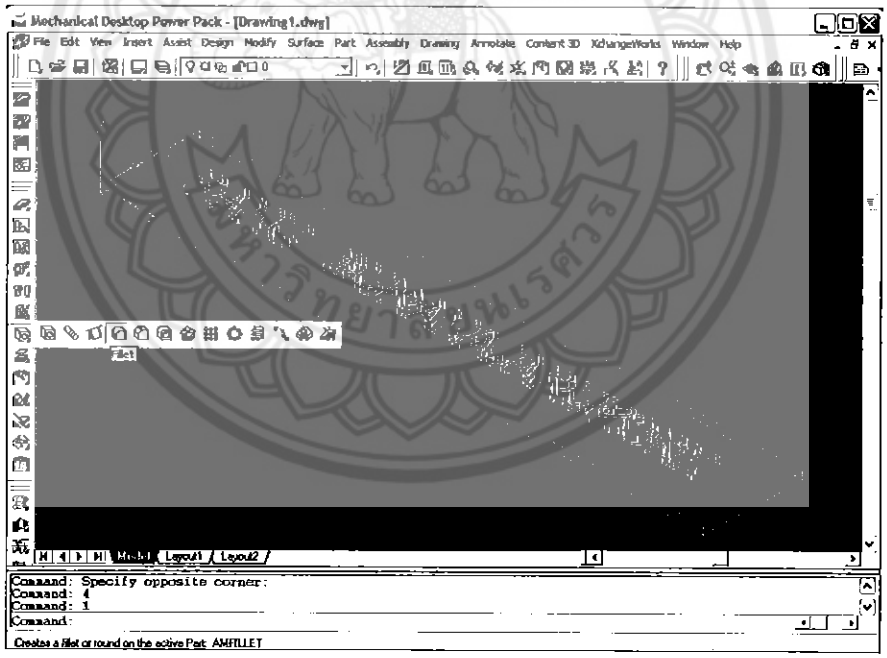
รูปที่ 4.13 การทำตัวอักษรให้เป็น Profile



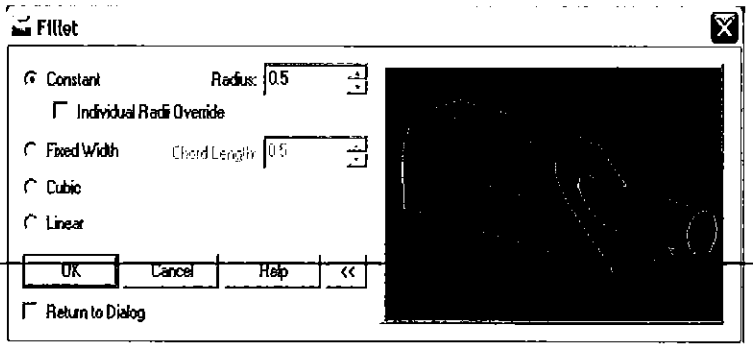
รูปที่ 4.14 กล่องป้อนคำสั่ง Extrusion

4.1.8 ลบมุมตัวอักษรให้สวยงาม

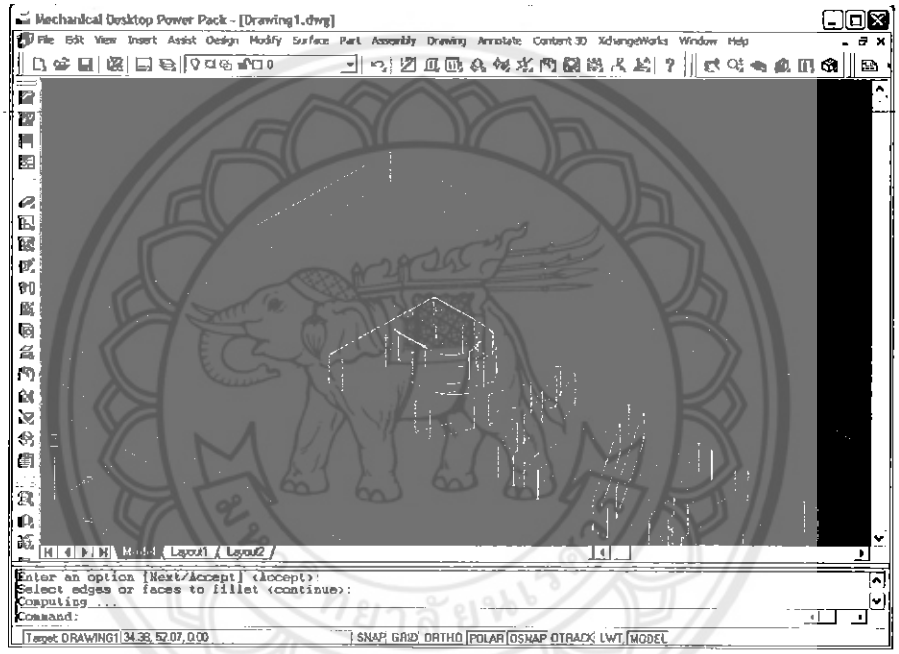
การลบมุมตัวอักษรให้สวยงามโดยการใส่ความโค้ง (Fillet) เลือก Placed Features-Hole -> Fillet -> ใส่ขนาด Radius: 0.5 -> OK ลมมุมครั้งละหนึ่งตัวอักษรจนครบทั้งป้ายชื่อ ดังรูปที่ 4.15-4.18



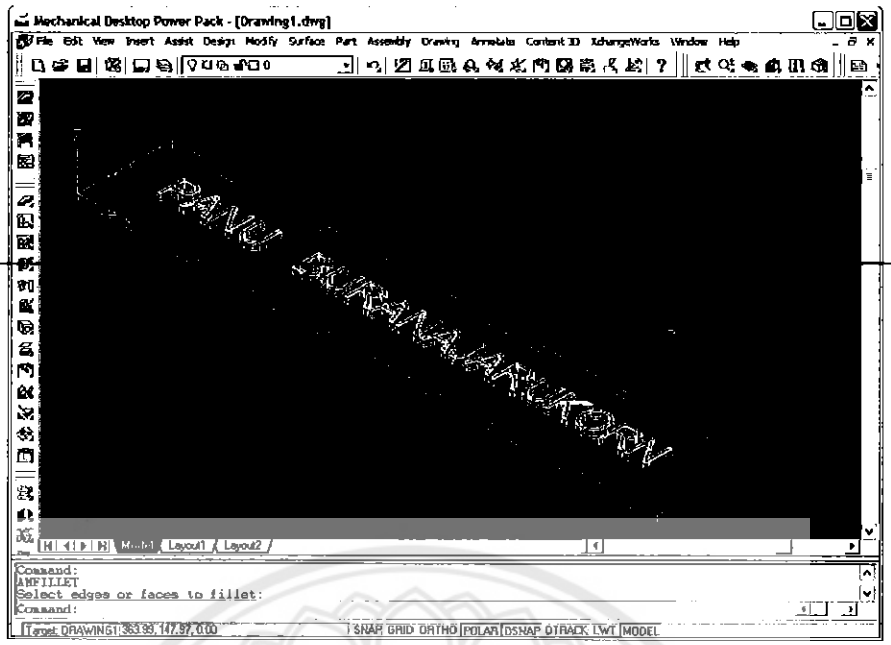
รูปที่ 4.15 เลือก Placed Features-Hole



รูปที่ 4.16 กล่องป้อนคำสั่ง Fillet



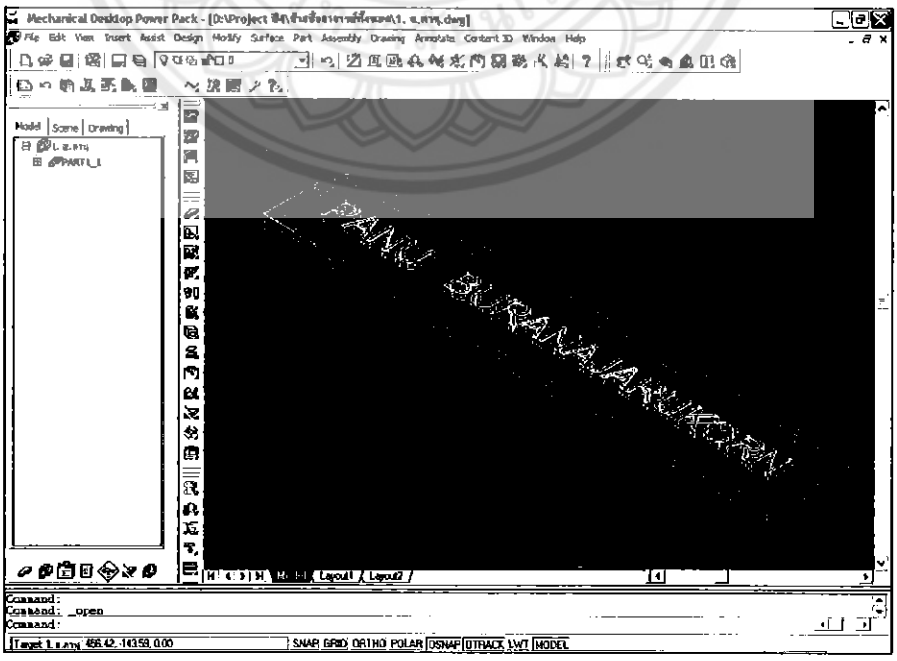
รูปที่ 4.17 ลบมุมที่ตัวอักษร



รูปที่ 4.18 ลมมุมตัวอักษรให้สวยงาม

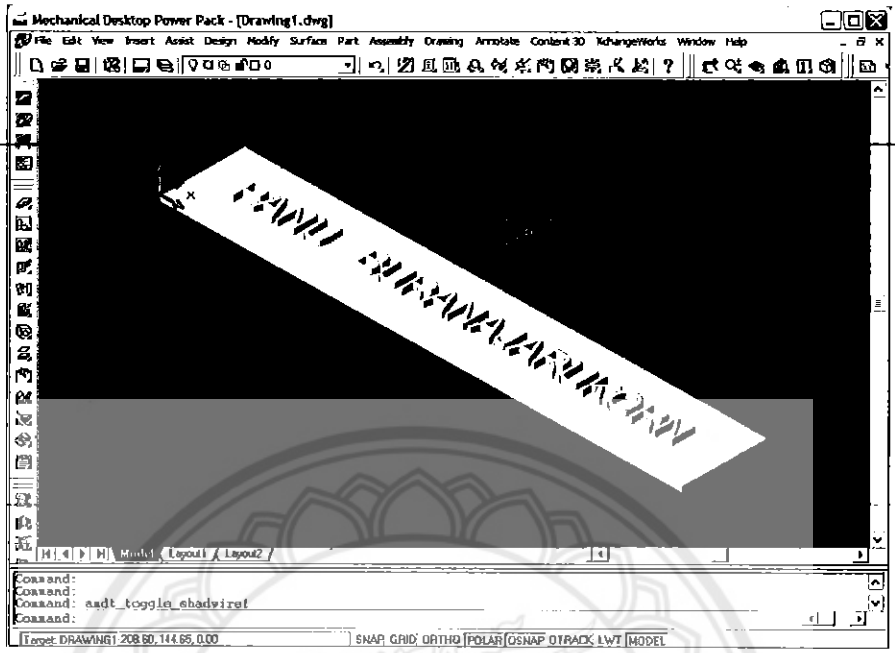
4.1.9 กำหนดขอบเขตในการกัดชิ้นงาน

พิมพ์คำสั่ง: rec -> Enter -> 0,0,6 (first corner) -> Enter -> 500,82,6 (second corner) -> Enter แล้วคลิกขวาที่รูป -> New Sketch Plane -> คลิกให้กรอบอยู่บน Sketch Plane บนตัวอักษรบนสุด -> Enter แล้วเลือก Assist -> Move UCS -> คลิกที่มุมจุดเริ่มต้นใหม่ ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 กำหนดขอบเขตในการกัดชิ้นงาน

4.1.10 ได้รูปป้ายชื่อคณาจารย์ที่ออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ 4.20



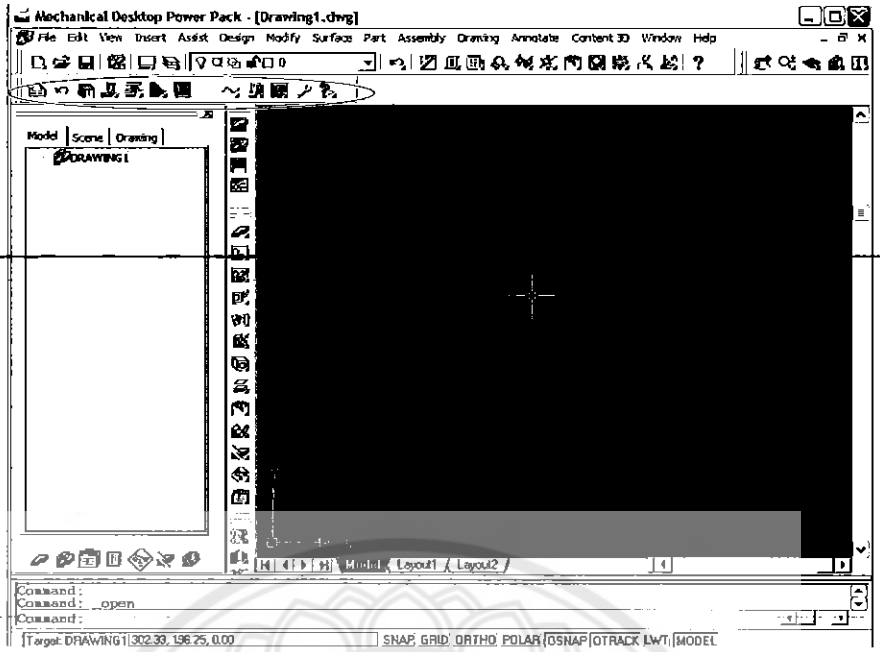
รูปที่ 4.20 ป้ายชื่อคณาจารย์ที่ออกแบบเสร็จเรียบร้อย

4.2 การใช้โปรแกรม hyperMILL Version 6

การใช้โปรแกรม hyperMILL Version 6 ในการจำลองภาพการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้งานร่วมกับ Mechanical Desktop 6 เพื่อใช้ประโยชน์ในการสร้างเส้นทางเดินของมีดกัด และสร้างรหัสตัวเลข ตัวอักษร เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี มีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

4.2.1 เปิดโปรแกรม hyperMILL Version 6

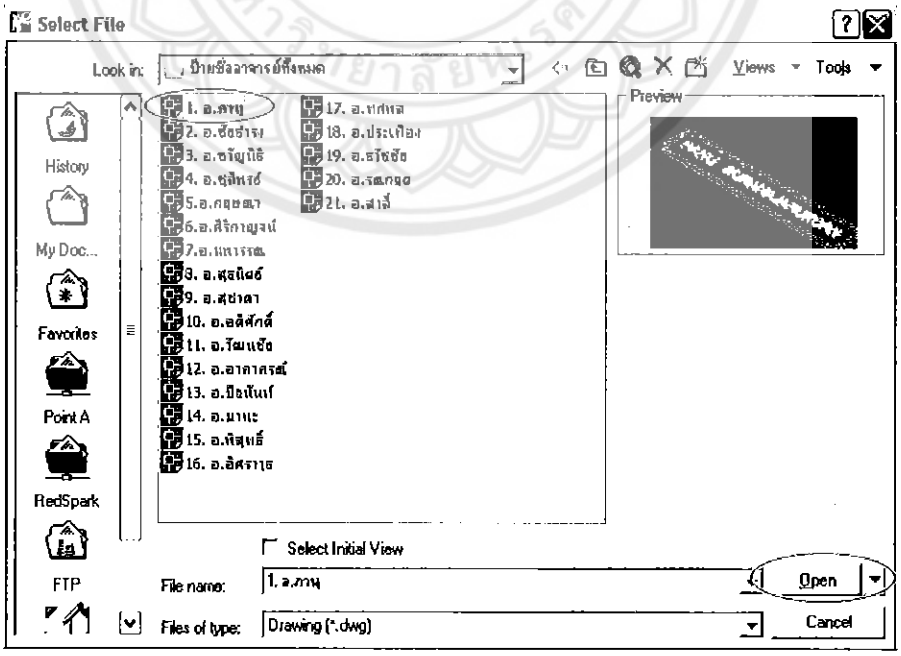
หลังจากเปิดโปรแกรม Mechanical Desktop 6 จะพบหน้าต่างโปรแกรม hyperMILL Version 6 ซึ่งเป็นส่วนของเมนูหลักของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.21



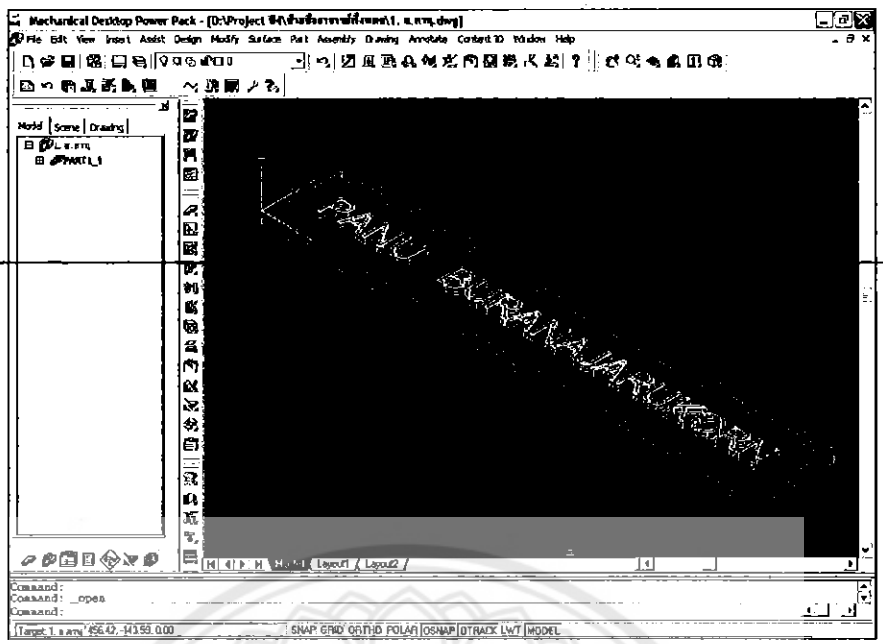
รูปที่ 4.21 เมนูหลักของโปรแกรม hyperMILL Version 6

4.2.2 เลือกเปิดคำสั่งป้ายชื่อคณาจารย์ที่ต้องการกัดงาน

เลือกคำสั่ง -> File -> Open -> เลือกป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่ต้องการกัดงาน -> Open ดังรูปที่ 4.22 และรูปที่ 4.23



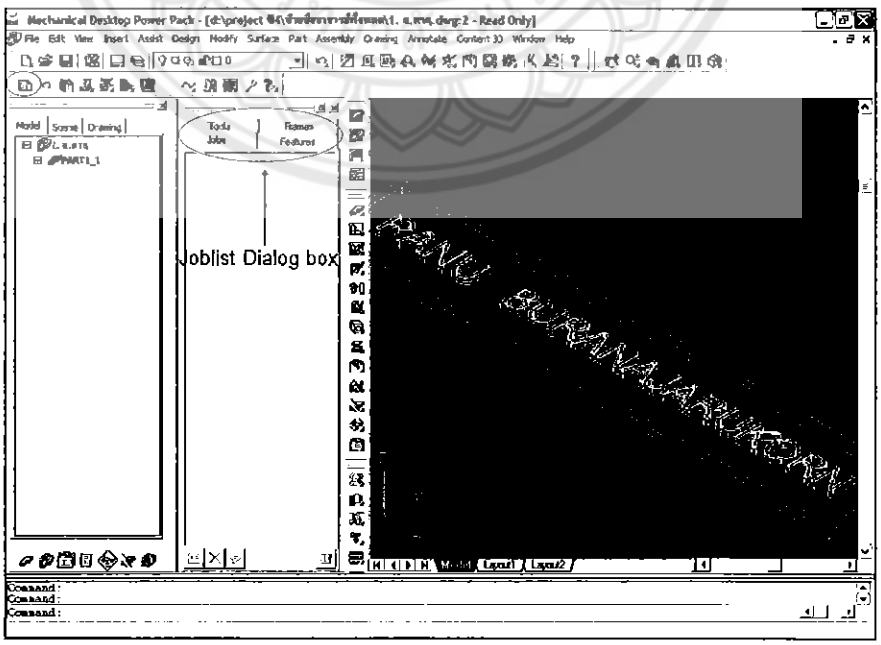
รูปที่ 4.22 เลือกป้ายชื่อคณาจารย์ที่ต้องการกัดงาน



รูปที่ 4.23 ป้ายชื่อคณาจารย์ที่ต้องการกัดงาน

4.2.3 เปิดหน้าต่าง Joblist Dialog box

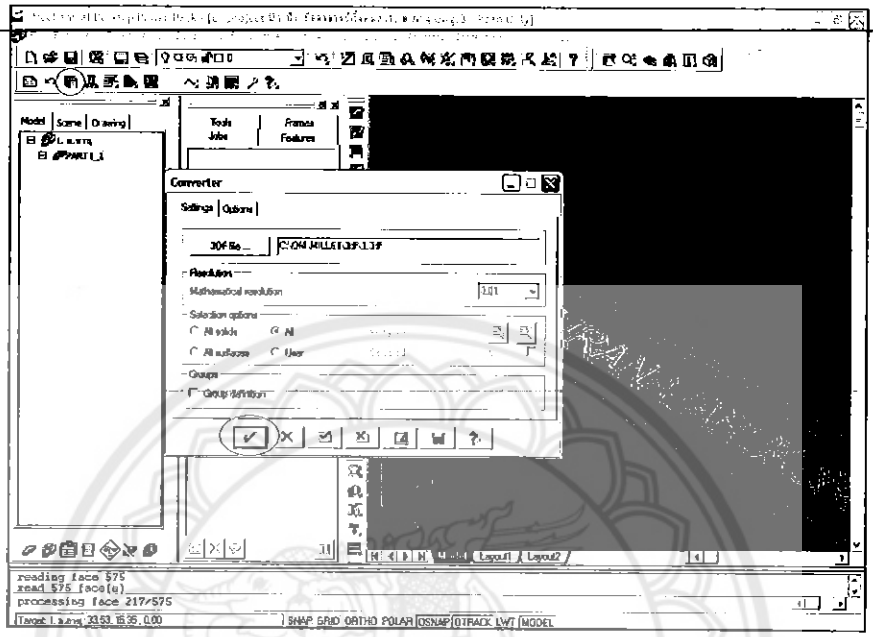
คลิกคำสั่ง Joblist ที่เมนูหลักของโปรแกรมหรือที่ทูลบาร์ จากนั้นจะปรากฏเมนูหลักของคำสั่ง Joblist เพื่อกำหนดรูปแบบการกัดงานและค่าพารามิเตอร์สำหรับกัดงาน จะปรากฏ Joblist Dialog box ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 Joblist Dialog box

4.2.4 สร้างพื้นผิว Polygon คลุมพื้นผิวของชิ้นงาน

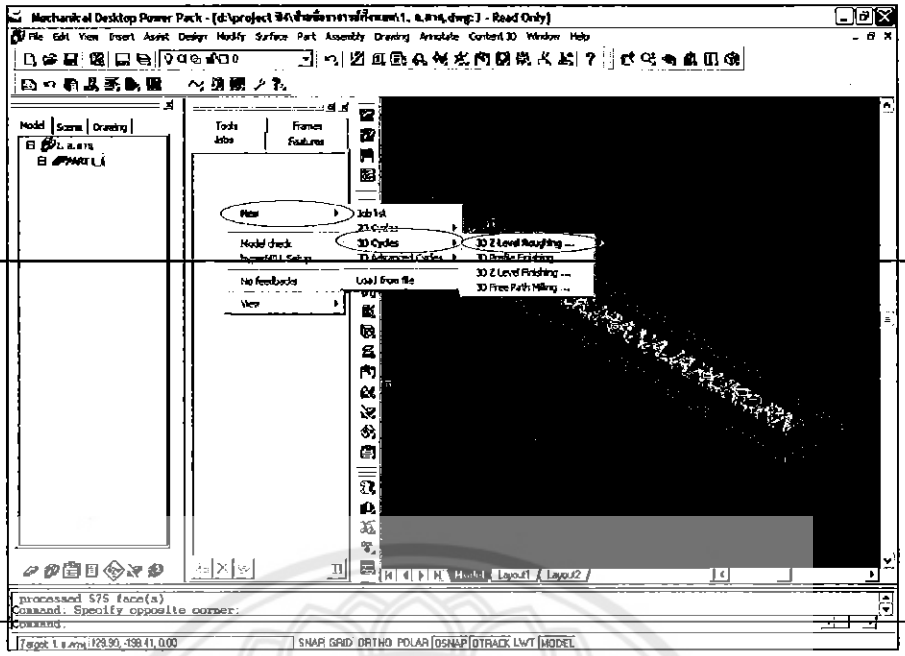
คลิกคำสั่ง hyperMILL Converter -> คลิกคำสั่ง OK (เครื่องหมายถูก) เพื่อสร้างพื้นผิว Polygon คลุมพื้นผิวของชิ้นงาน ดังรูปที่ 4.25



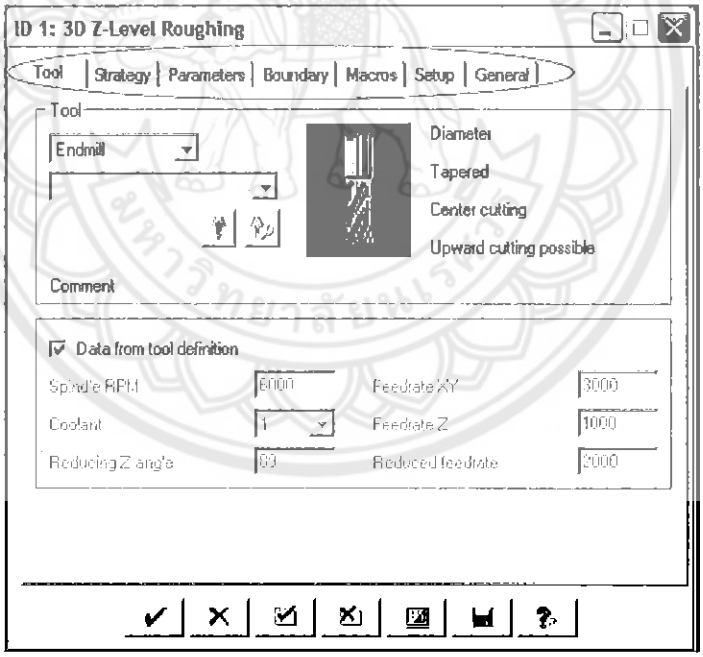
รูปที่ 4.25 สร้างพื้นผิว Polygon คลุมพื้นผิวของชิ้นงาน

4.2.5 การกัดงานแบบหยาบ

คลิกขวาที่หน้าต่างของ Joblist Dialog box จะปรากฏการกัดงานในลักษณะต่างๆ เลือกคำสั่งในการกัดงานแบบหยาบ -> New -> 3D Cycles -> 3D Z–Level Roughing ดังรูปที่ 4.26 และ Dialog box ของโปรแกรมการกัดงาน ดังรูปที่ 4.27



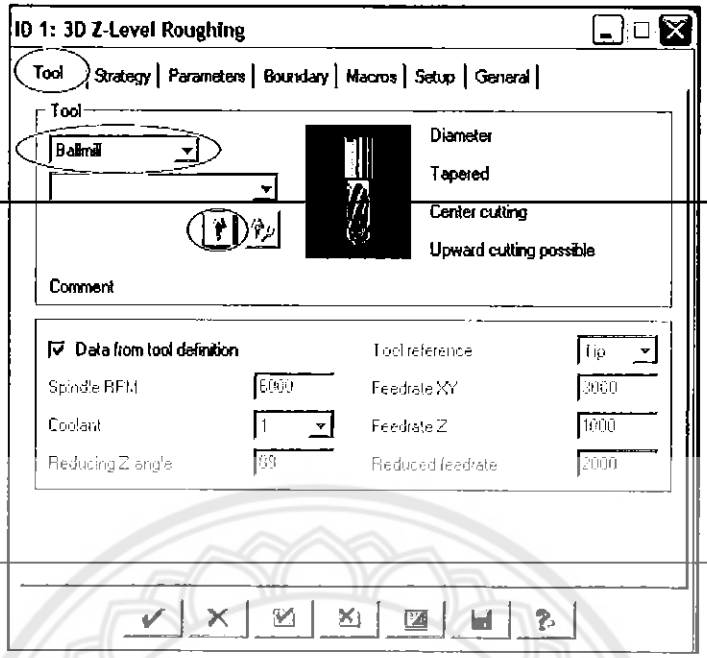
รูปที่ 4.26 เลือกคำสั่งในการกัดงานแบบหยาบ



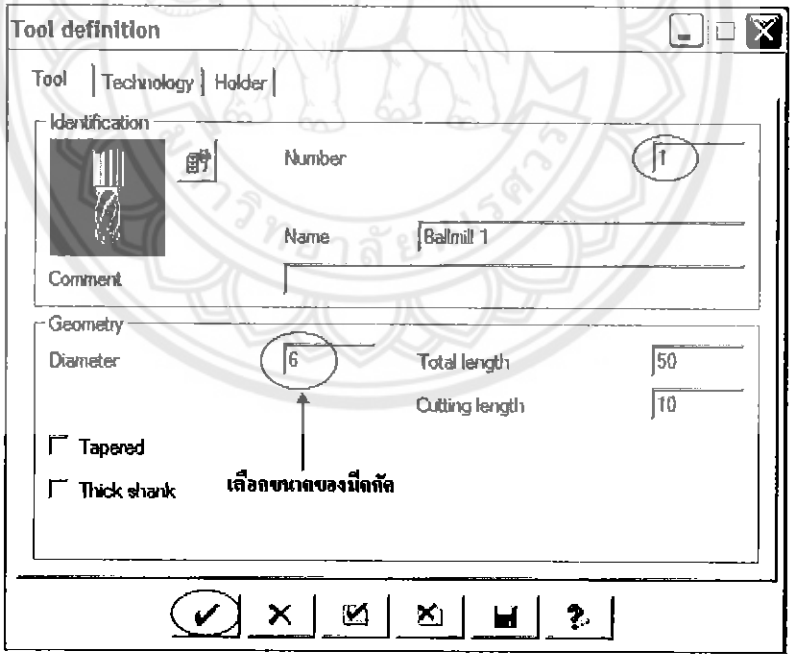
รูปที่ 4.27 Dialog box ของโปรแกรมการกัดงาน

4.2.6 เลือกมีดกัดในการกัดงานแบบหยาบ

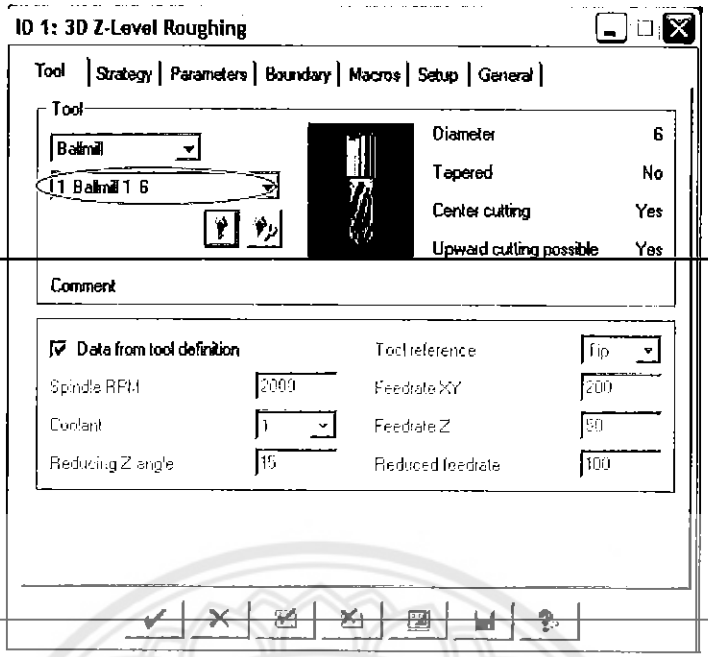
คลิกคำสั่ง Tool Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ -> Ballmill -> Tool ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร -> OK (เครื่องหมายถูก) ดังรูปที่ 4.28-4.30



รูปที่ 4.28 การเลือกประเภทของมีดกัดที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ



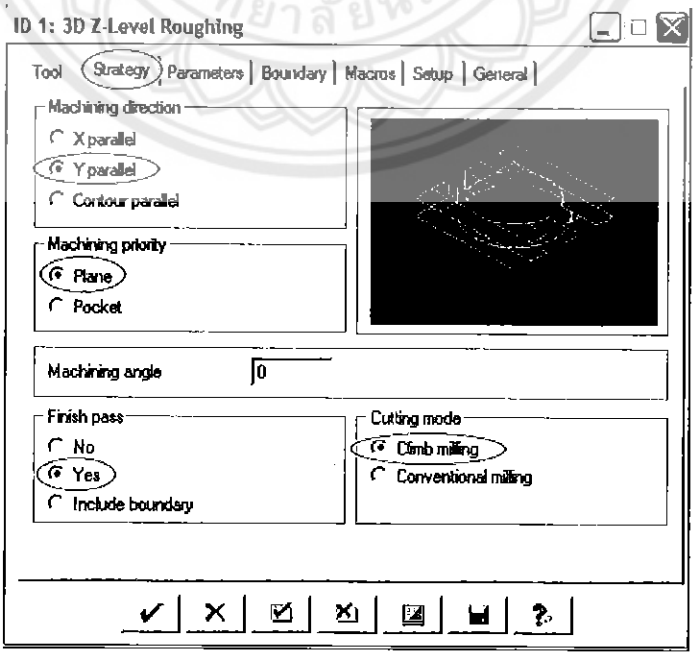
รูปที่ 4.29 การเลือกขนาดและพารามิเตอร์ของมีดกัดที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ



รูปที่ 4.30 มีดกัดที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ

4.2.7 กำหนดทิศทางและรูปแบบการเดินของมีดกัดแบบหยาบ

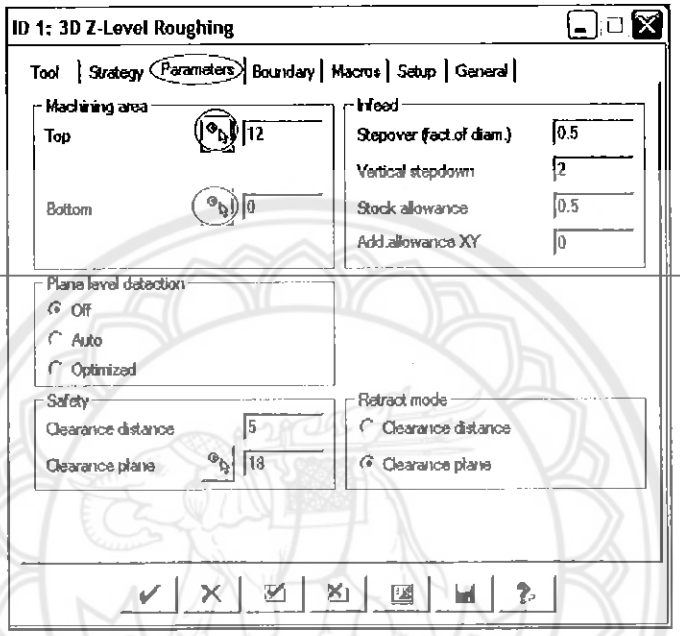
คลิกคำสั่ง Strategy Dialog box เพื่อกำหนดทิศทางและรูปแบบการเดินของมีดกัด เลือกคำสั่ง -> Machining direction -> Y Parallel -> Machining Priority -> Plane -> Finish Pass -> Yes -> Cutting Mode -> Climb milling ดังรูปที่ 4.31



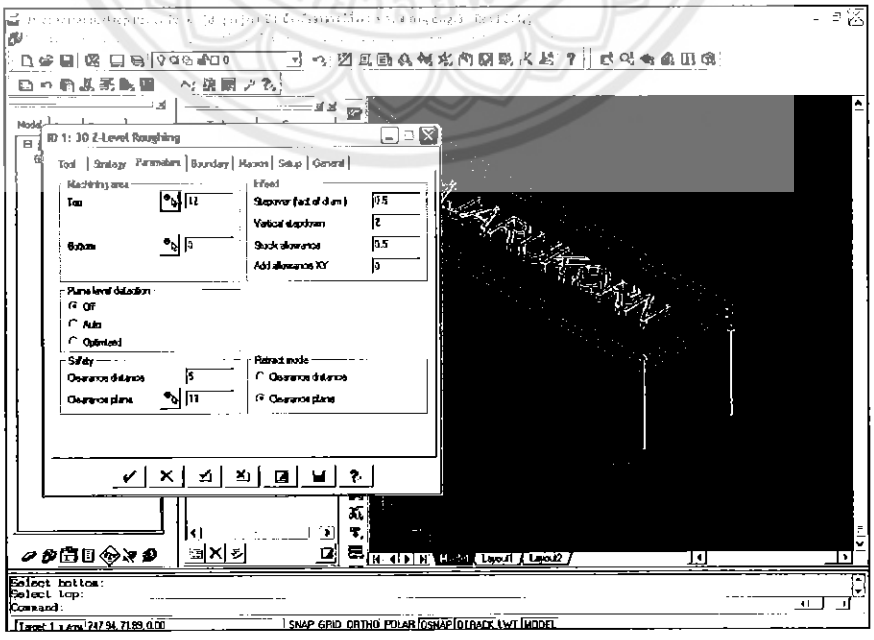
รูปที่ 4.31 Strategy Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ

4.2.8 กำหนดระดับความสูงและค่าพารามิเตอร์แบบหยาบ

คลิกคำสั่ง Parameters Dialog box เพื่อกำหนดระดับความสูงและค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการเดินมีด โดยระดับค่าความสูงและค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการเดินกัดชิ้นงานตาม Dialog box เลือกคำสั่ง Machining area -> Pick Point -> Bottom คลิกที่เส้นล่างสุดของชิ้นงาน Pick Point -> Top คลิกที่เส้นบนสุดของชิ้นงาน ดังรูปที่ 4.32 และรูปที่ 4.33



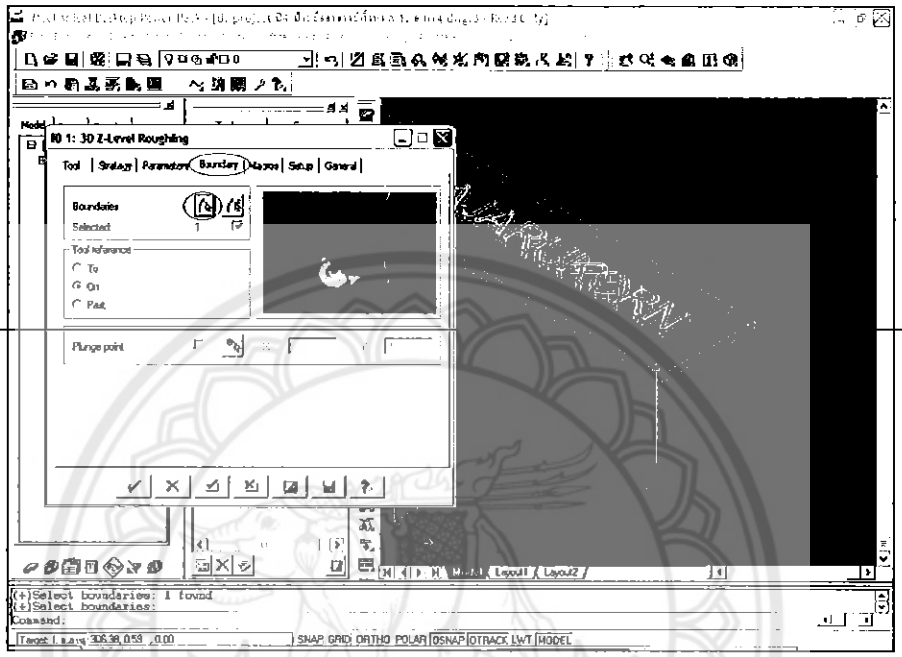
รูปที่ 4.32 Parameters Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ



รูปที่ 4.33 กำหนดระดับความสูงในการเดินกัดชิ้นงานแบบหยาบ

4.2.9 กำหนดขอบเขตของการกัดชิ้นงานและจุดอ้างอิงของมีดกัดแบบหยาบ

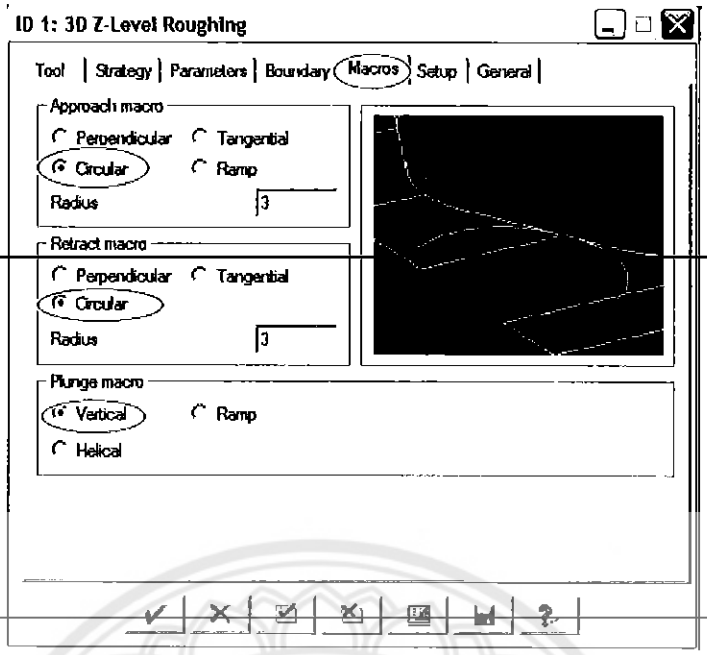
คลิกคำสั่ง Boundary Dialog box เพื่อกำหนดขอบเขตของการกัดชิ้นงานและจุดอ้างอิงของมีดกัดเมื่อเทียบกับเส้นขอบเขตของชิ้นงานที่กำหนด เลือกคำสั่ง -> New selection ทำการคลิกขวาที่บริเวณเส้นขอบเขตที่กำหนด และกด Enter ดังรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 Boundary Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ

4.2.10 กำหนดรูปแบบการกินชิ้นงาน ลักษณะการเข้ากินชิ้นงาน และการถอยกลับแบบหยาบ

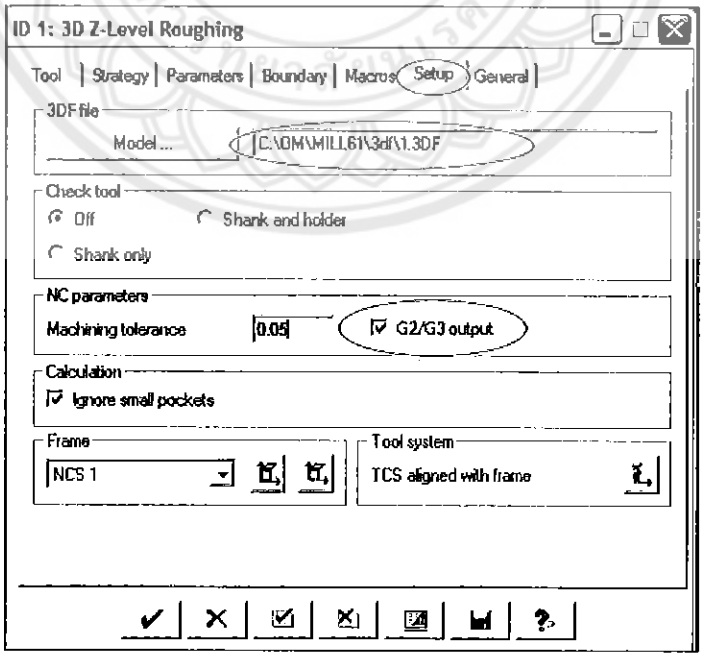
คลิกคำสั่ง Macros Dialog box เพื่อกำหนดรูปแบบการกินชิ้นงาน ลักษณะการเข้ากินชิ้นงาน และการถอยกลับ เลือกคำสั่ง -> Approach macro -> Circular -> Retract macro -> Circular -> Plunge macro -> Vertical ดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.35 Macros Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ

4.2.11 กำหนดชื่อไฟล์นามสกุล และความละเอียดในการกัดงานแบบหยาบ

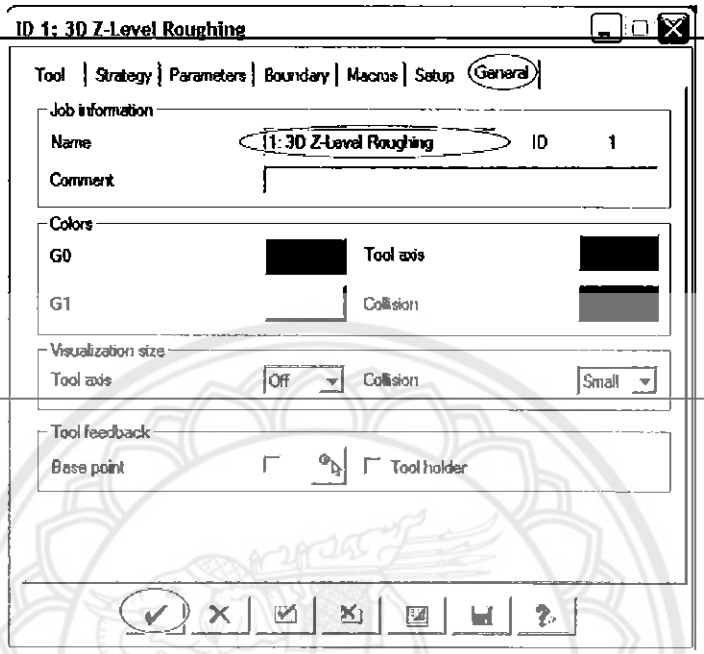
คลิกคำสั่ง Setup Dialog box เพื่อกำหนดชื่อไฟล์นามสกุล และความละเอียดในการกัดงานตาม Dialog box เลือกคำสั่ง -> Machining tolerance -> 0.05 -> G2/G3 ดังรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.36 Setup Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ

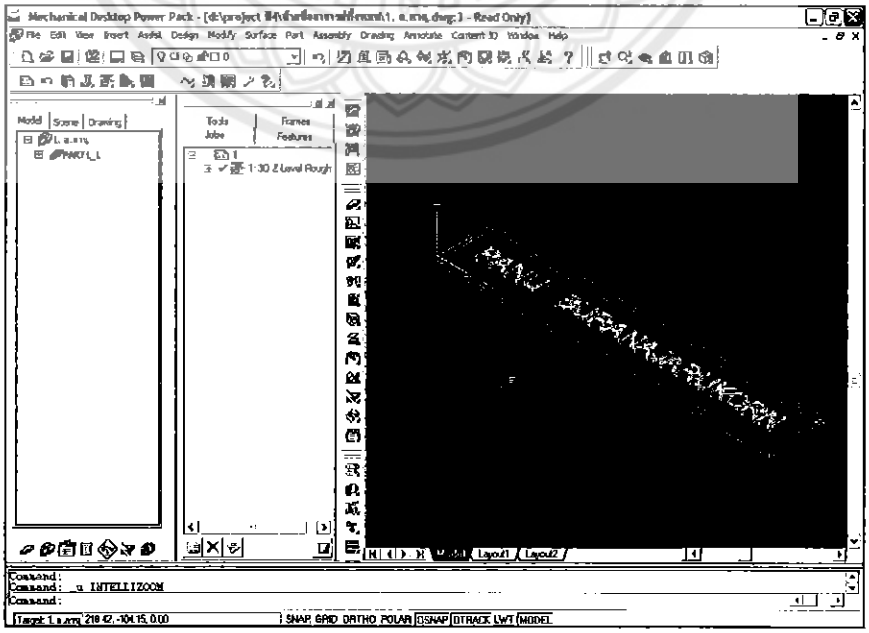
4.2.12 คำสั่ง General Dialog box ในการกัดงานแบบหยาบ

คลิกคำสั่ง General Dialog box -> Visualization size -> Too axis -> Off -> Collission -> Small -> OK (เครื่องหมายถูก) ดังรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.37 General Dialog box ที่ใช้ในการกัดงานแบบหยาบ

4.2.13 การสร้างเส้นทางเดินของมีดกัดชิ้นงานแบบหยาบ ดังรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.38 การสร้างเส้นทางเดินของมีดกัดชิ้นงานแบบหยาบ

***หมายเหตุ** เนื่องจากขั้นตอนในการสร้างเส้นทางเดินของมีดกัดชิ้นงานแบบหยาบ มีลักษณะการทำงานเหมือนกับแบบละเอียดทุกขั้นตอน ดังนั้นเมื่อทำการสร้างเส้นทางเดินของมีดกัดชิ้นงานแบบหยาบแล้ว จึงต้องมีการสร้างเส้นทางเดินของมีดกัดแบบละเอียดด้วย โดยขั้นตอนการทำงานเหมือนกับแบบหยาบ และจึงทำการคำนวณเพื่อให้ได้รหัสตัวเลข ตัวอักษร (NC-code) เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซี

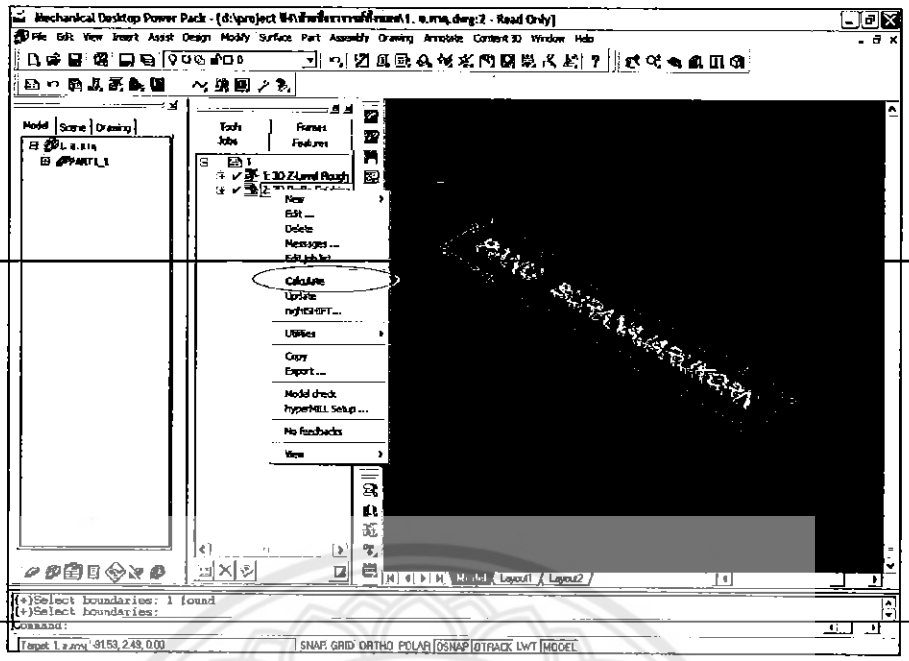
4.2.14 เลือกคำสั่งในการกัดงานแบบหยาบและแบบละเอียด

กด Ctrl ที่แป้นพิมพ์ค้างไว้ และใช้เมาส์เลือกคำสั่งในการกัดงานแบบหยาบและการกัดงานแบบละเอียด เพื่อเข้าสู่โปรแกรมการ Run NC-Code ดังรูปที่ 4.39

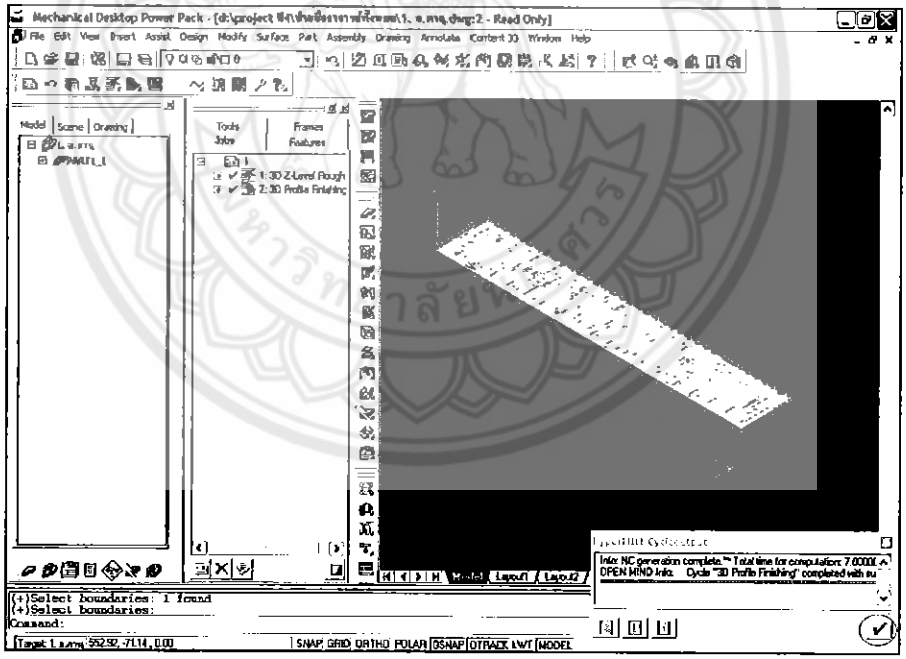
รูปที่ 4.39 เลือกคำสั่งในการกัดงานแบบหยาบและแบบละเอียด

4.2.15 เลือกโปรแกรมการคำนวณ

คลิกขวาที่หน้าต่างของ Joblist Dialog box จะปรากฏการกัดงานในลักษณะต่างๆ เลือกคำสั่ง Calculate -> Yes โปรแกรมจะแสดงการกัดงานแบบหยาบและแบบละเอียด -> OK (เครื่องหมายถูก) ดังรูปที่ 4.40 และรูปที่ 4.41



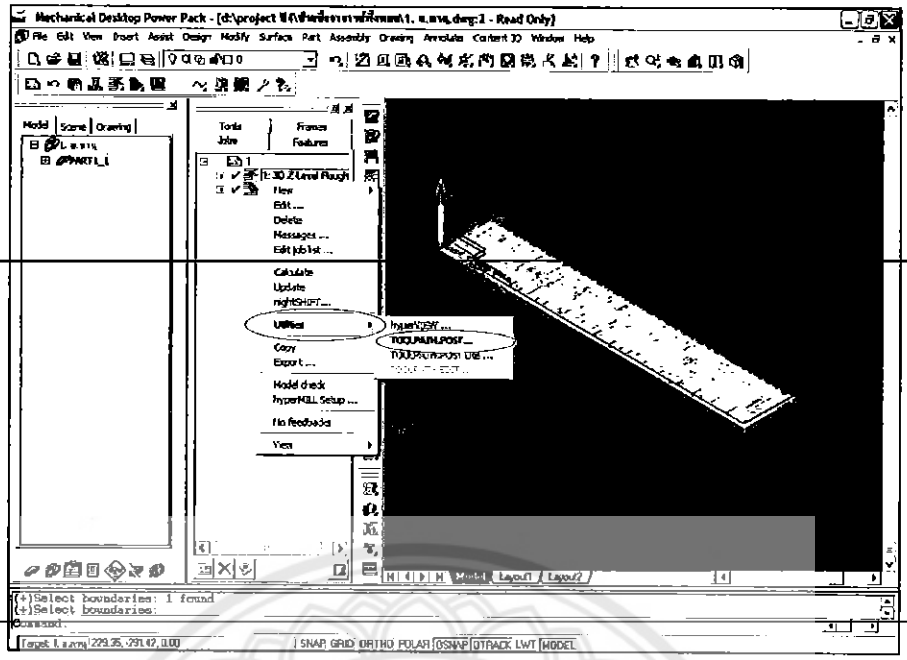
รูปที่ 4.40 คำสั่งการคำนวณ



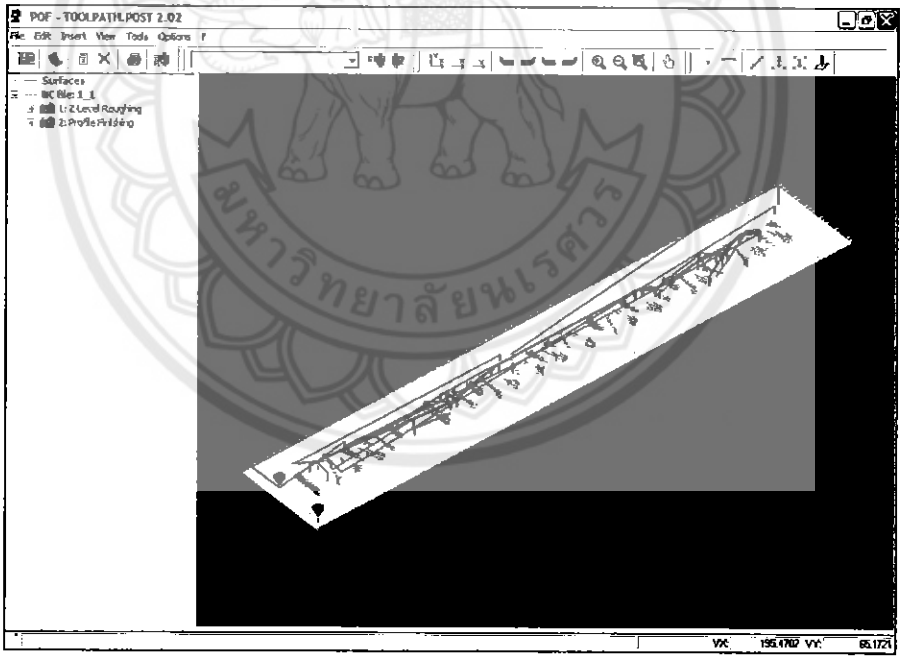
รูปที่ 4.41 โปรแกรมจำลองการกัดงานแบบหยาบและแบบละเอียด

4.2.16 คำสั่งในการ Run NC-code

คลิกขวาที่หน้าต่างของ Joblist Dialog box จะปรากฏการกัดงานในลักษณะต่างๆ เลือกคำสั่ง Utilities -> Toolpath.post... ดังรูปที่ 4.42 และรูปที่ 4.43



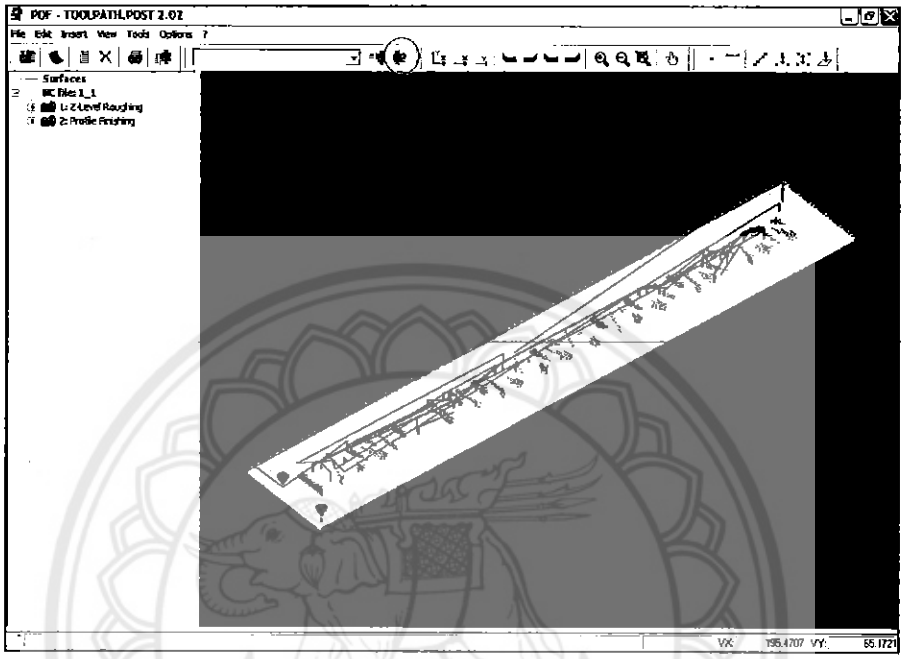
รูปที่ 4.42 การเลือกคำสั่ง Utilities และ Toolpath.post…



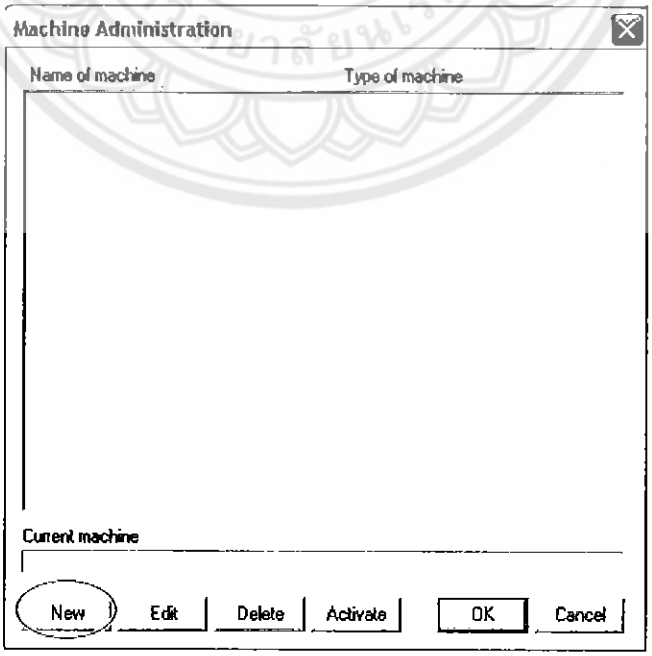
รูปที่ 4.43 หน้าต่าง POF Toolpath.post…

4.2.17 เลือกคำสั่งในการเลือกเครื่องมือกัด*

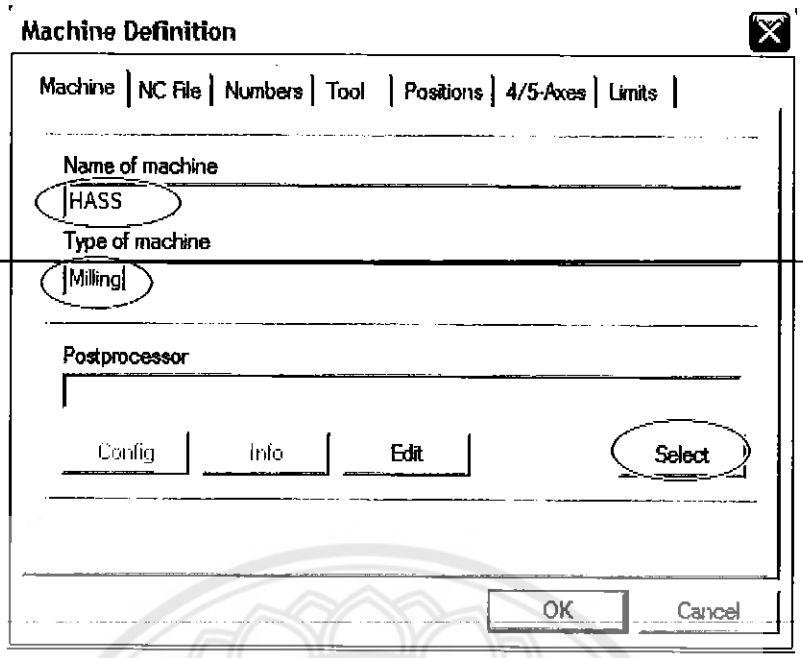
คลิกคำสั่ง Machine administration -> New -> Machine -> Name of Machine -> Hass -> Type of Machine -> Select -> VCM.OMA -> Open -> Config -> New -> Name -> Hass -> Value -> Milling -> Type ->String -> OK ดังรูปที่ 4.44-4.52



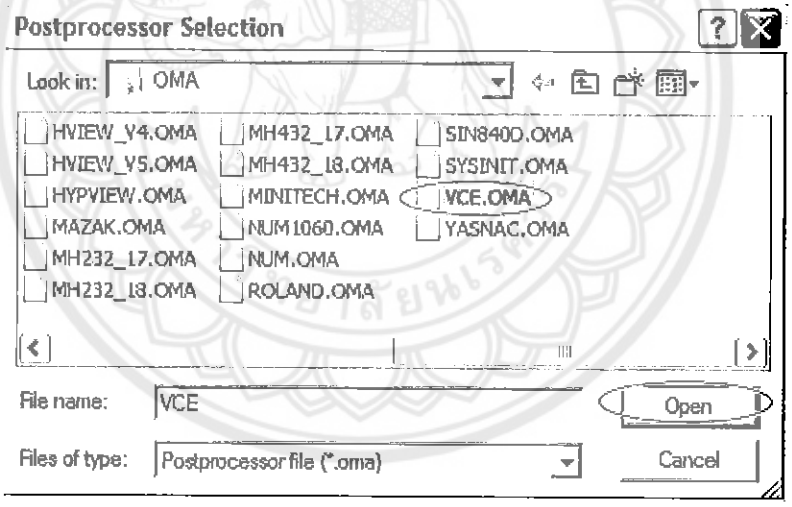
รูปที่ 4.44 การเลือกคำสั่ง Machine administration



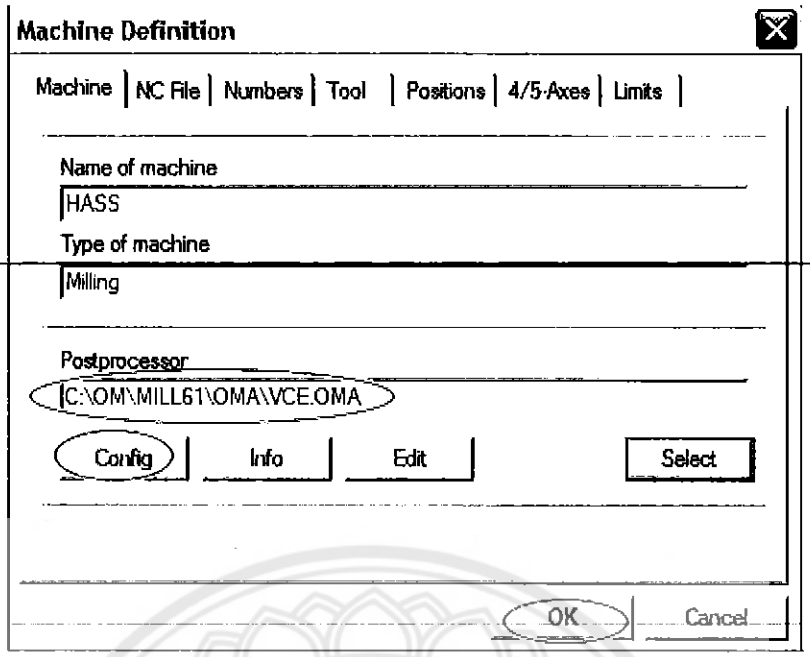
รูปที่ 4.45 การเลือกคำสั่งใน Machine administration Dialog box



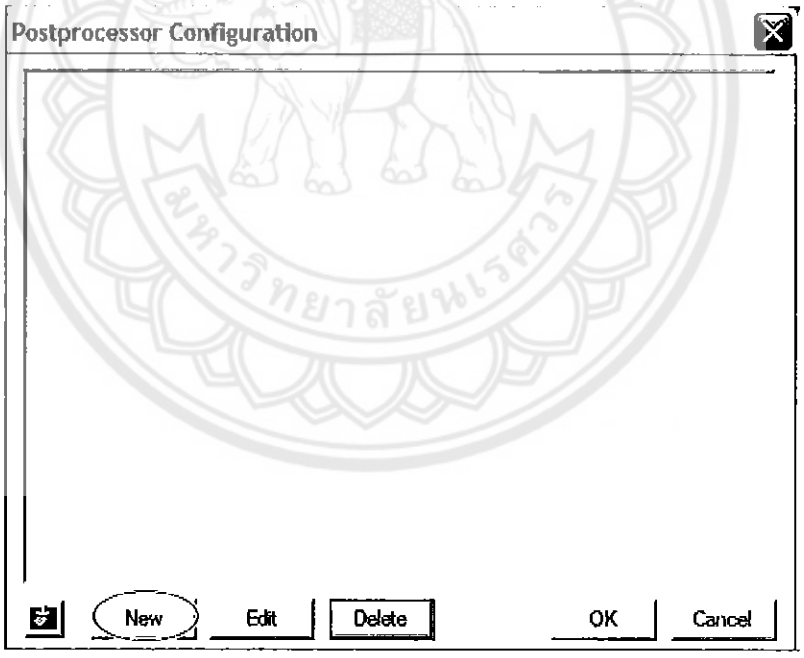
รูปที่ 4.46 การป้อนคำสั่งใน Machine administration Dialog box



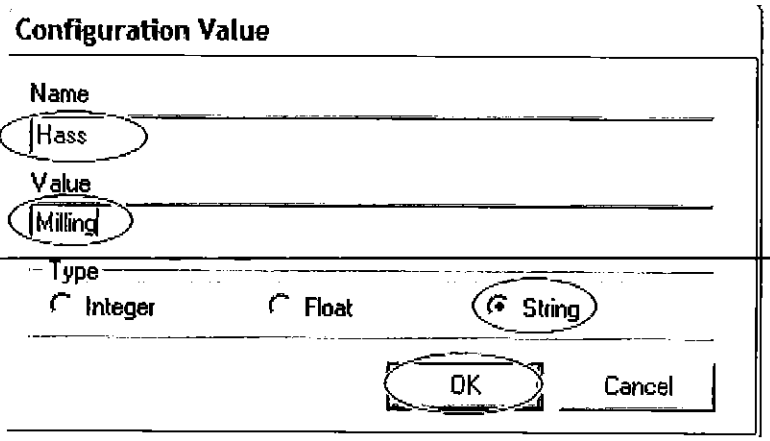
รูปที่ 4.47 การเลือกคำสั่ง VCM.OMA



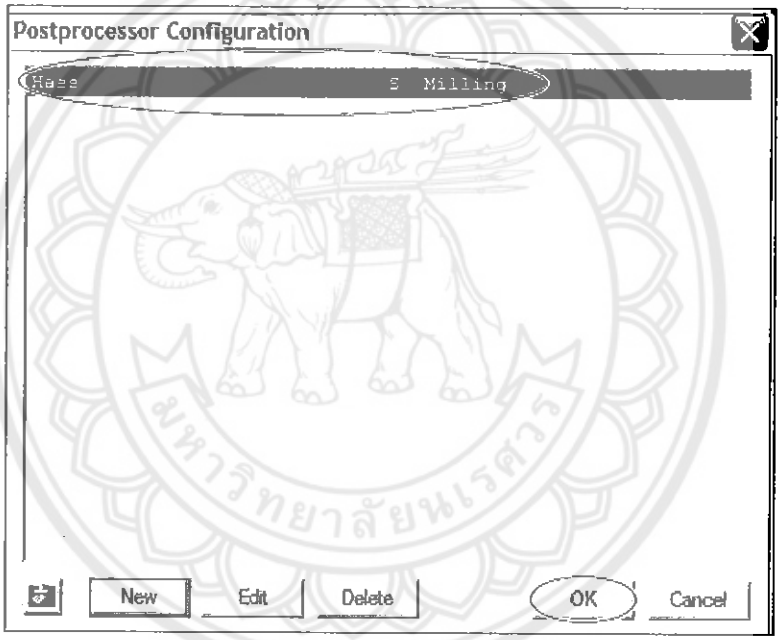
รูปที่ 4.48 การเลือกคำสั่ง Config



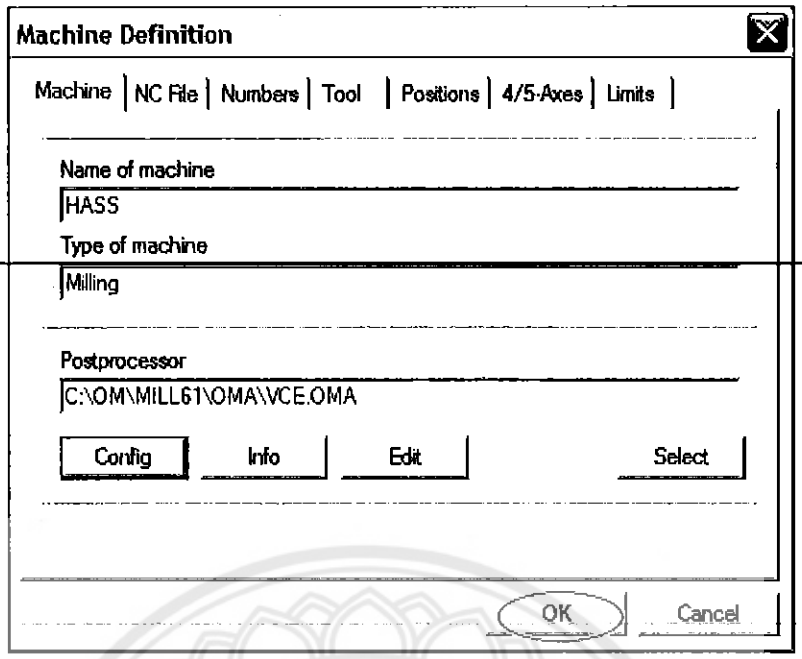
รูปที่ 4.49 หน้าต่าง Postprocessor Configuration Dialog box



รูปที่ 4.50 ป้อนคำสั่งลงไปตามตาราง



รูปที่ 4.51 การเลือกคำสั่ง OK



รูปที่ 4.52 การเลือกคำสั่ง OK

<u>*หมายเหตุ</u> ในขั้นตอนที่ 4.2.17 ไม่จำเป็นต้องทำซ้ำ เพราะเป็นการติดตั้งมีดกัด จะติดตั้งเพียงครั้งเดียวเท่านั้นหรือถ้ามีการลงโปรแกรมใหม่จะทำการตั้งมีดกัดใหม่ ดังนั้นจึงสามารถข้ามไปทำในขั้นตอนที่ 4.2.18 เพื่อ Run NC-code ได้เลย

4.2.18 เลือกคำสั่งในการ Run NC code

คลิกคำสั่ง Write NC file -> Yes -> โปรแกรมจะทำการ Run NC code -> ได้ NC code ออกมา ดังรูปที่ 4.53-4.55

4.2.3.2 การวิเคราะห์อุบัติเหตุที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการสังเกตการณ์และตรวจสอบความปลอดภัย

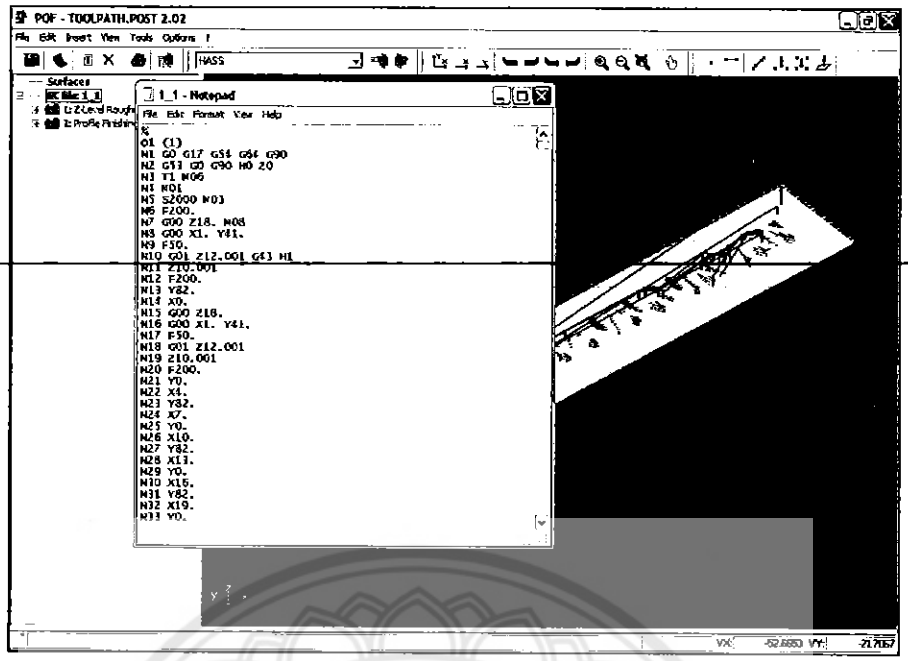
ก. การติดตั้งป้ายในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม

รูปที่ 4.12 แสดงปัญหาการติดตั้งป้ายในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม แยกบ้านคลอง

จากรูป จะเห็นว่า มีการติดตั้งป้ายในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม บดบังวิสัยทัศน์ของผู้ขับขี่ เป็นความเสี่ยงทางด้านวิศวกรรม

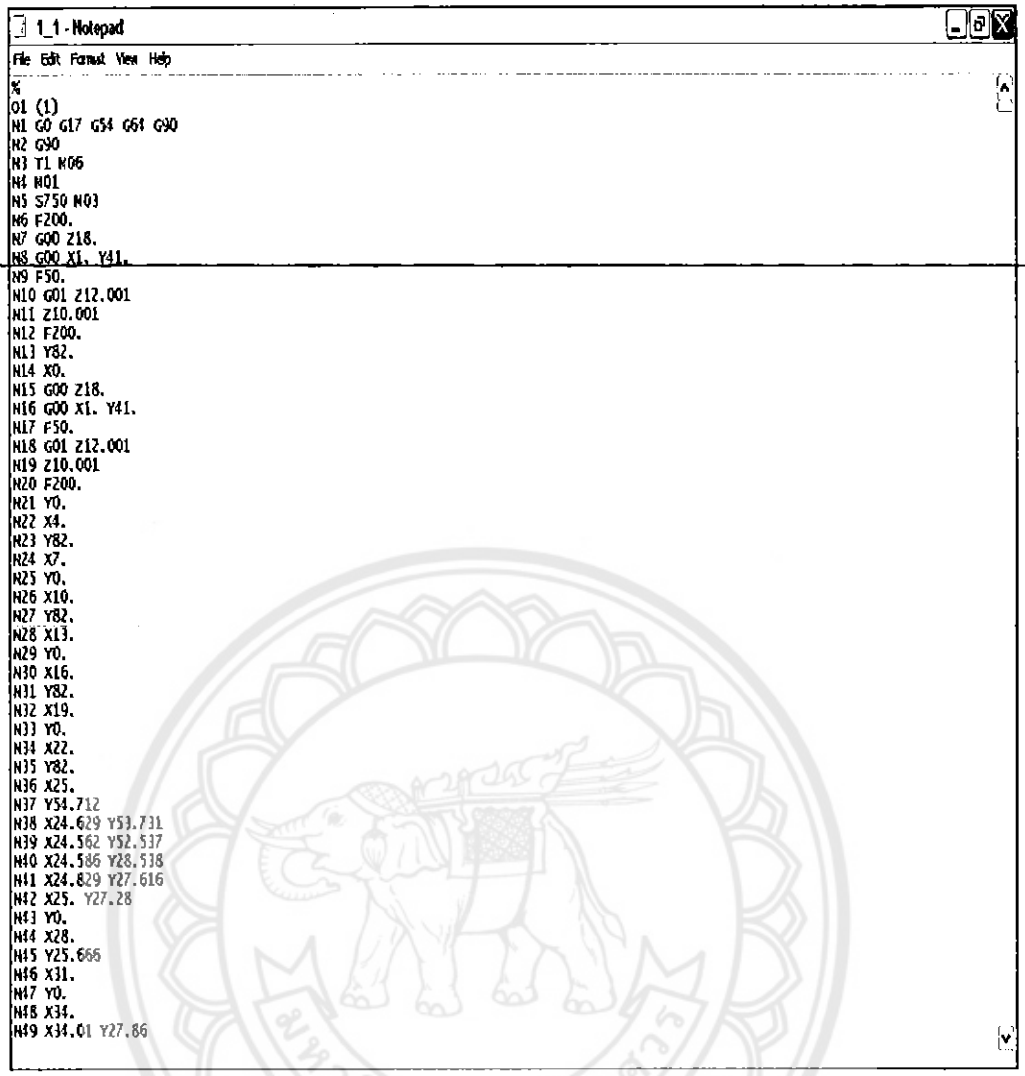
ข. เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางไม่ชัดเจน

รูปที่ 4.13 แสดงเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางไม่ชัดเจน แยกบ้านคลอง



รูปที่ 4.55 NC code ที่ได้จากการออกแบบ

4.2.19 NC-code ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ 4.56



รูปที่ 4.56 NC code ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว

4.2.20 ทำการ Save NC-code ที่ได้ในชื่อ File.nc เลือก All file

4.3 ทำการออกแบบตัวอักษร

4.3.1 ขนาดตัวอักษร

เนื่องจากในการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มีการจำกัดขนาดของแผ่นอะคลิลิก จึงทำให้ขนาดของตัวอักษรที่ออกแบบได้ในแต่ละป้ายมีขนาดความสูงไม่เท่ากันตามลักษณะการสั้นยาวของชื่อคณาจารย์แต่ละท่าน และรัศมีความโค้งก็แตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 4.1

4.2.4 ข้อเสนอแนะ

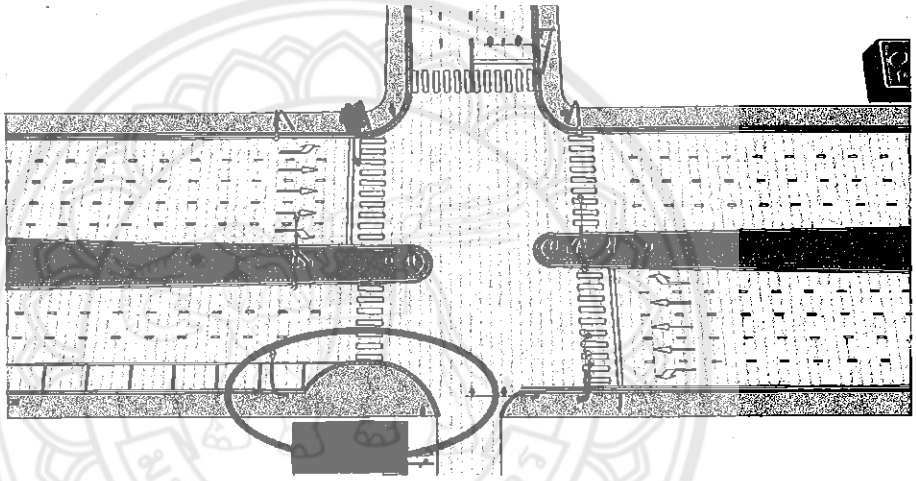
4.2.4.1 มีการตั้งด่านตรวจจับความเร็วในชั่วโมงเร่งด่วน (Peak Hour Factor) อย่างต่อเนื่อง

4.1.4.2 มีการปรับขึ้นค่าปรับ

4.1.4.3 ให้หน่วยงานที่รับผิดชอบ ทำการแก้ไขป้ายให้มองเห็นได้ชัดเจน

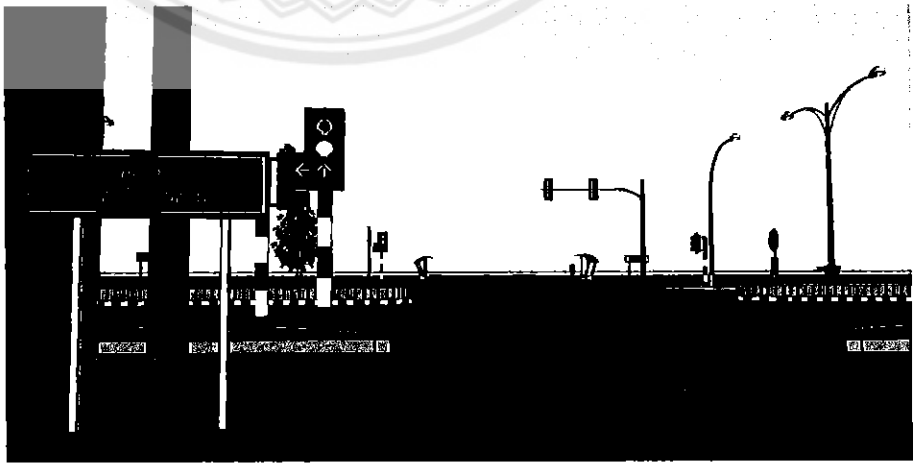
4.1.4.4 ให้หน่วยงานที่รับผิดชอบ ทำการซ่อมบำรุงเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางที่ชีดจาง

4.1.4.5 ควรทำ Curb Extension เพื่อเพิ่มรัศมีโค้งให้กว้าง จะทำให้การเลี้ยวรถใช้พื้นที่น้อยลง และยังเป็นการป้องกันรถที่จะแซงซ้าย เพิ่มความปลอดภัย ลดอุบัติเหตุให้กับผู้ที่สัญจรในแยกนั้นได้ ดังรูป



รูปที่ 4.18 แสดงการทำ Curb Extension แยกบ้านคลอง

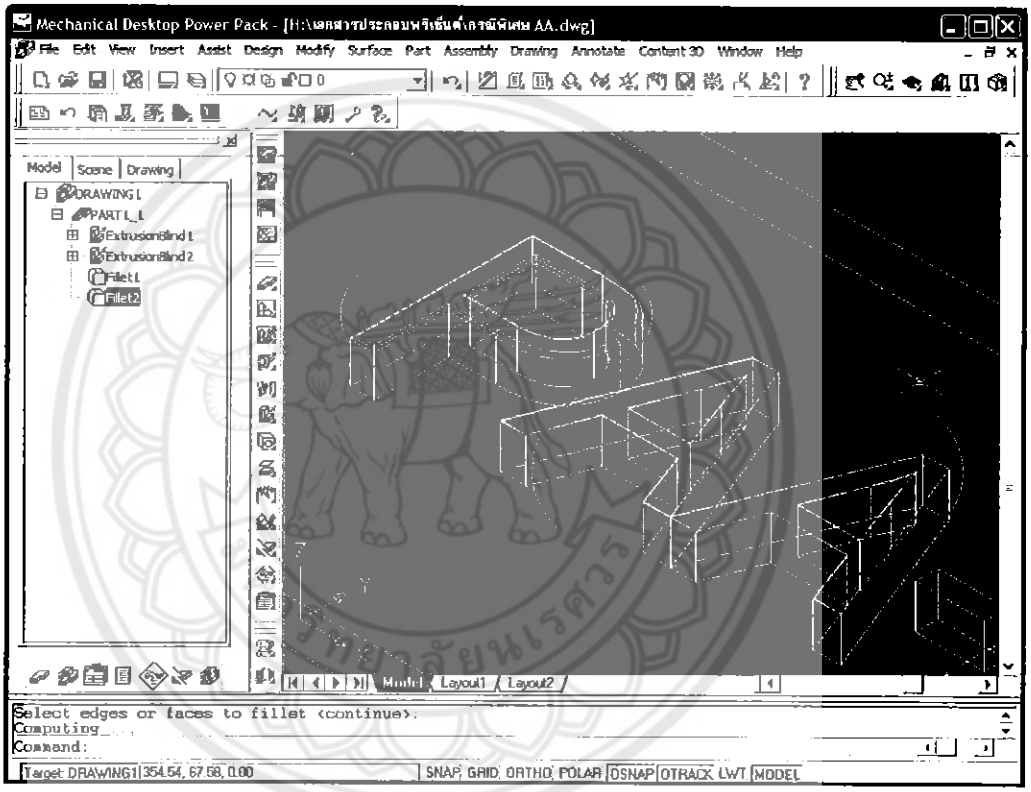
4.2.4.6 ติดตั้งสัญญาณไฟ “เลี้ยวซ้ายรอสัญญาณไฟ” ดังรูป



รูปที่ 4.19 แสดงการติดตั้งป้ายจราจร “เลี้ยวซ้ายรอสัญญาณไฟ” แยกบ้านคลอง

4.3.2 ความโค้งตัวอักษร

ในการออกแบบป้ายชื่อแต่ละป้ายจะต้องมีการสร้างฟีเจอร์ เพื่อทำให้ตัวอักษรที่ได้มีความโค้งมนสวยงาม แต่เนื่องจากการกำหนดรัศมีความโค้ง (Radius) ให้กับตัวอักษรมาก จะพบว่าตัวอักษรบางตัวเช่น A, W, M จะไม่สามารถโค้งมนได้ ดังนั้นในการกำหนด Radius ควรกำหนดค่าน้อย ซึ่งป้ายชื่อคณาจารย์ที่ทำการออกแบบจะใช้ Radius เท่ากับ 0.5 และในป้ายชื่อ อาจารย์ชุลีพรย์ ป่าไร่ มีตัวอักษร AA ติดกัน จึงใช้ Radius 0.04 โดยที่ตัวอักษรอื่นๆ ในแผ่นป้ายใช้ 0.5 ทำให้เกิดความแตกต่างกันของรัศมีความโค้งอย่างชัดเจนในแผ่นป้ายเดียวกัน



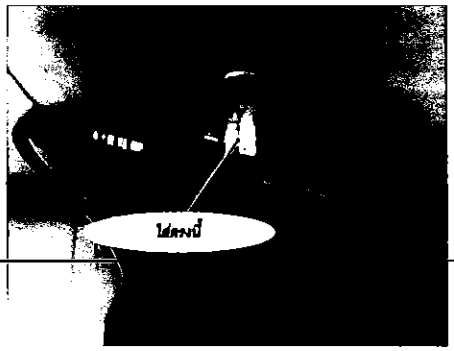
รูปที่ 4.57 ลักษณะตัวอักษรที่ต้องใช้ Radius น้อยกว่าตัวอักษรตัวอื่น

4.4 ศึกษาการใช้งานเครื่องกัด CNC รุ่น HAAS VF 1

เครื่องจักรซีเอ็นซี VF Series เป็นเครื่อง Vertical Machines Center หมายถึง เครื่องกัดแนวตั้งแบบรวมศูนย์เครื่องมือตัด

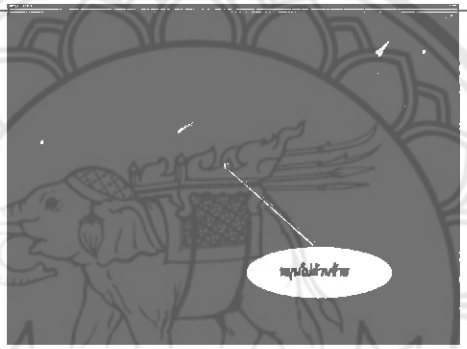
4.4.1 ขั้นตอนในการเปิดเครื่องกัด CNC รุ่น HAAS VF 1

4.4.1.1 เสียบสายลมทางด้านหลังของเครื่องจักรซีเอ็นซี ดังรูปที่ 4.58



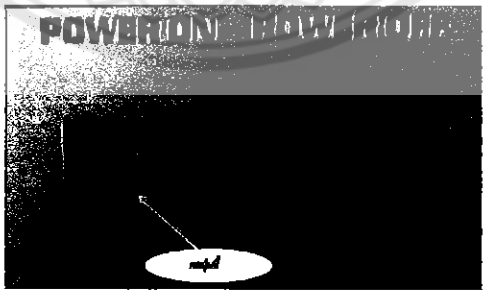
รูปที่ 4.58 จุดต่อสายลม

4.4.1.2 เปิด Breaker ด้านหลังเครื่องจักรซีเอ็นซี -> ON ดังรูปที่ 4.59



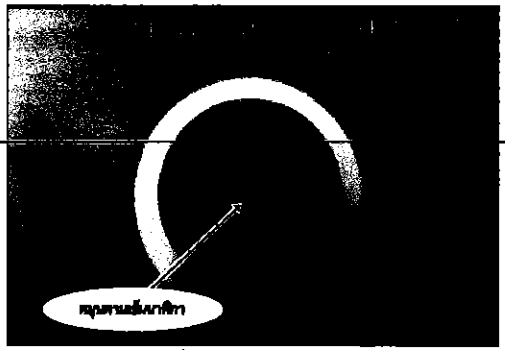
รูปที่ 4.59 การเปิด Breaker

4.4.1.3 กดปุ่ม POWER ON แล้วรอสักครู่ให้เครื่องจักรโหลดข้อมูล ดังรูปที่ 4.60



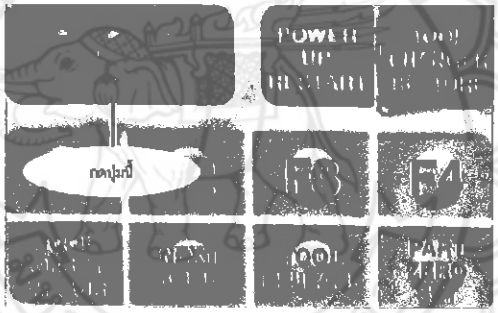
รูปที่ 4.60 กดปุ่ม POWER ON

4.4.1.4 ปลดปุ่ม EMERGENCY STOP ดังรูปที่ 4.61



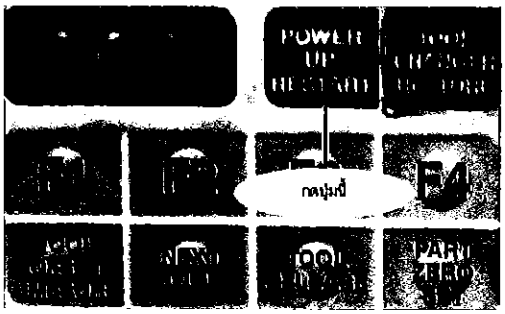
รูปที่ 4.61 ปลดปุ่ม EMERGENCY STOP

4.4.1.5 กดปุ่ม RESET เพื่อทำการ clear alarm ดังรูปที่ 4.62



รูปที่ 4.62 กดปุ่ม RESET

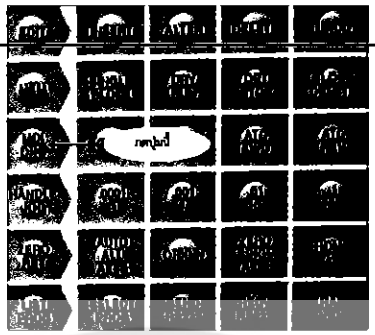
4.4.1.6 กดปุ่ม POWER UP/RESTART ดังรูปที่ 4.63



รูปที่ 4.63 กดปุ่ม POWER UP/RESTART

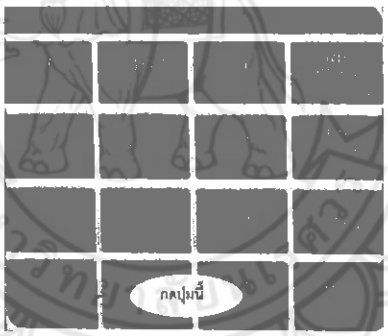
4.4.2 ขั้นตอนในการ Warm up spindle

4.4.2.1 กดปุ่ม MDI DNC จะพบโปรแกรมที่ทำการ warm up spindle โดยเฉพาะ ดังรูปที่ 4.64



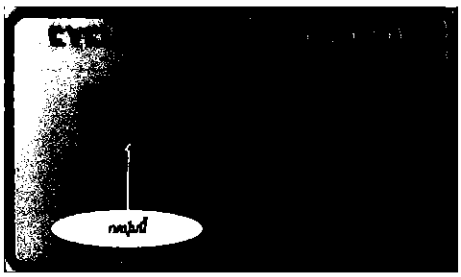
รูปที่ 4.64 กดปุ่ม MDI DNC

4.4.2.2 กดปุ่ม RAPID 5% ดังรูปที่ 4.65



รูปที่ 4.65 กดปุ่ม RAPID 5%

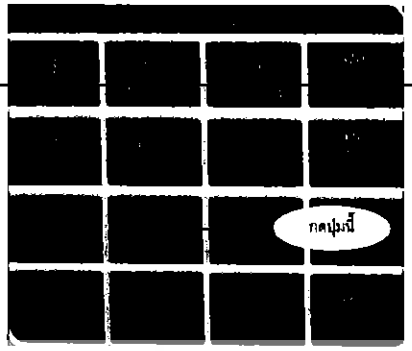
4.4.2.3 กดปุ่ม CYCLE START เพื่อให้เครื่องจักรเริ่มดำเนินการ warm up spindle ดังรูปที่ 4.66



รูปที่ 4.66 กดปุ่ม CYCLE START

4.4.2.4 จับเวลาในการ warm up spindle ประมาณ 15 – 20 นาที ก่อนเริ่มดำเนินงานทุกครั้ง

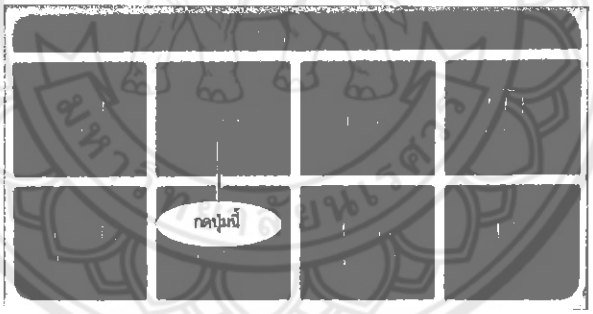
4.4.2.5 กดปุ่ม STOP เมื่อดำเนินงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ 4.67



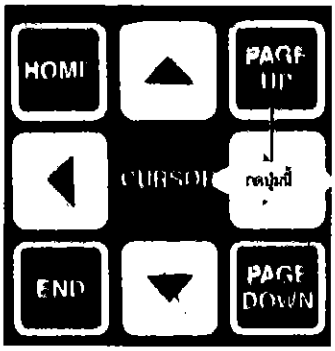
รูปที่ 4.67 กดปุ่ม STOP

4.4.3 ขั้นตอนในการ Set Zero work

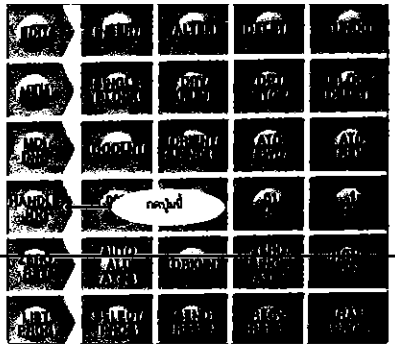
4.4.3.1 กดปุ่ม POSIT -> กดปุ่ม PAGE UP เลื่อนหาคำสั่ง Post oper -> HANDLE JOG เปลี่ยนในวงเล็บ ( ) ให้เป็นคำว่า Jog ดังรูปที่ 4.68- 4.70



รูปที่ 4.68 กดปุ่ม POSITION

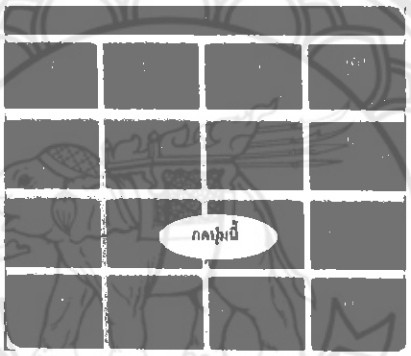


รูปที่ 4.69 กดปุ่ม PAGE UP



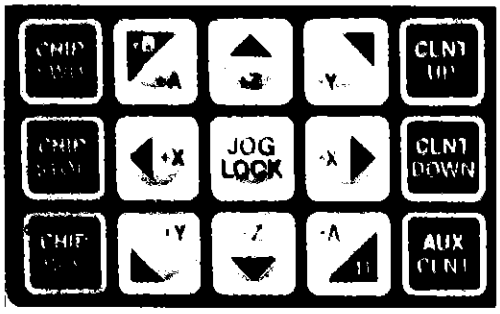
รูปที่ 4.70 กดปุ่ม HANDLE JOG

4.4.3.2 กดปุ่ม CW เพื่อสั่งให้ Tool เริ่มทำงาน ดังรูปที่ 4.71

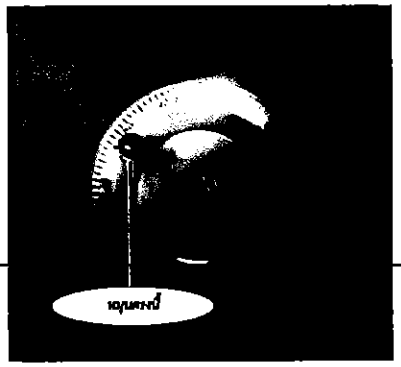


รูปที่ 4.71 กดปุ่ม CW

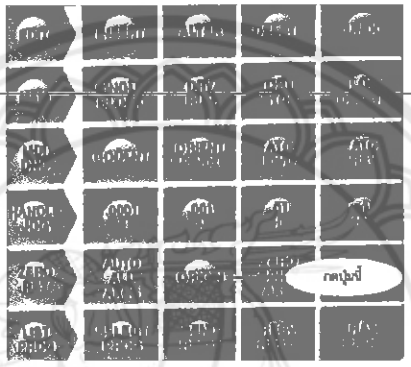
4.4.3.3 ดำเนินการเซ็ตค่าในแต่ละแนวแกน โดยในการเซ็ตค่าในแนวแกน X ให้อยู่ในแนวระนาบแกน Y, การเซ็ตค่าในแนวแกน Y ให้อยู่ในแนวระนาบแกน X และการเซ็ตค่าในแนวแกน Z ให้อยู่ในแนวระนาบแกน Z โดยจะต้องเซ็ตค่าทีละแนวแกน เช่น เลือกแกน X -> หมุน HANDLE ตามแกนที่ต้องการติดตั้ง -> กดปุ่ม ORIGIN ทำเช่นนี้ทุกแนวแกน ดังรูปที่ 4.72-4.74



รูปที่ 4.72 แกน X, Y, Z ที่ต้องการ Set zero work

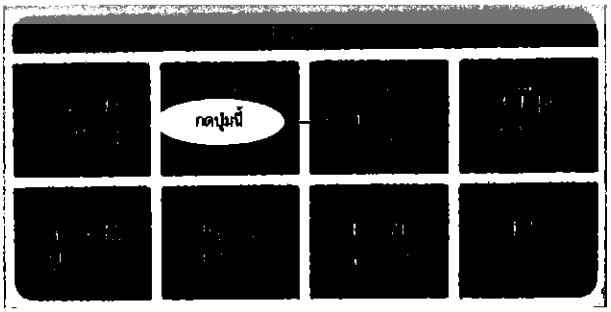


รูปที่ 4.73 หมุน HANDLE ตามแกนที่ต้องการติดตั้ง



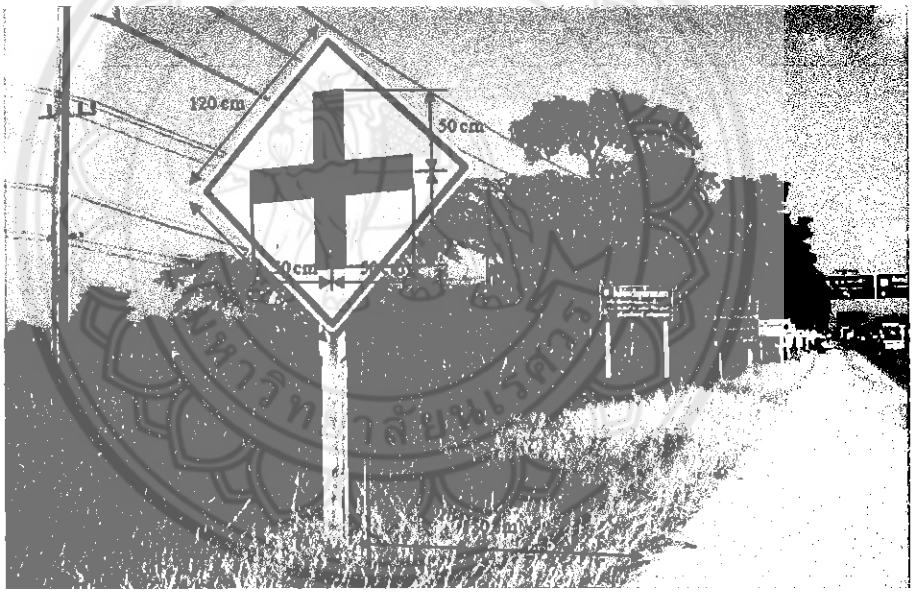
รูปที่ 4.74 กดปุ่ม ORIGIN

4.4.3.4 กดปุ่ม OFSET เพื่อยืนยันค่า หรือยืนยันตำแหน่งจุด 0 -> กดปุ่ม PAGE UP เลื่อนหาคำสั่ง G54 -> กดปุ่ม F4 -> กดปุ่ม PART ZERO SET เพื่อดำเนินการยืนยันค่าในแต่ละแนวแกน ดังรูปที่ 4.75- 4.78

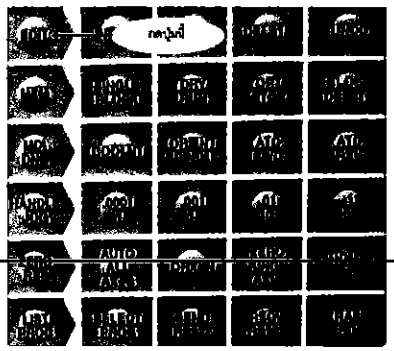


รูปที่ 4.75 กดปุ่ม OFSET

รูปที่ ผก-7 แสดงขนาด ความสูง และระยะห่างจากไหล่ทางของป้าย แยกหนองอ้อ

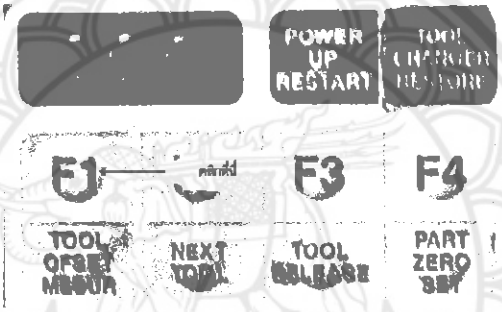


รูปที่ ผก-8 แสดงขนาด ความสูง และระยะห่างจากไหล่ทางของป้าย แยกหนองอ้อ



รูปที่ 4.79 กดปุ่ม EDIT

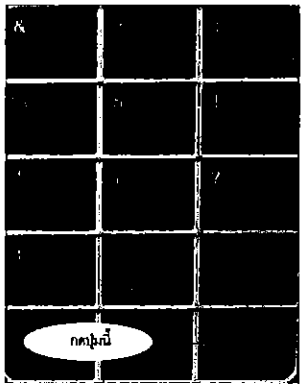
4.4.4.2 กดปุ่ม F1 เพื่อเรียกคำสั่งย่อยในหน้าต่าง Edit ดังรูปที่ 4.80



รูปที่ 4.80 กดปุ่ม F1

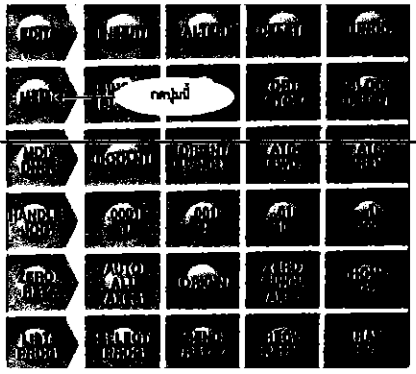
4.4.4.3 เลื่อน Cursor -> I/O เพื่อดำเนินการหาคำสั่ง Floppy Directory

4.4.4.4 กดปุ่ม WRITE/ENTER เพื่อเรียกโปรแกรมที่ต้องการดำเนินงานจากแผ่นดิสก์ รอสักครู่จนกว่าหน้าเครื่อง จะขึ้นคำว่า Floppy done ดังรูปที่ 4.81



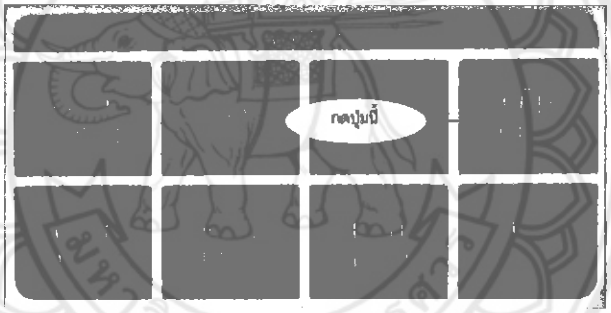
รูปที่ 4.81 กดปุ่ม WRITE/ENTE

4.4.4.5 กดปุ่ม MEM ดังรูปที่ 4.82



รูปที่ 4.82 กดปุ่ม MEM

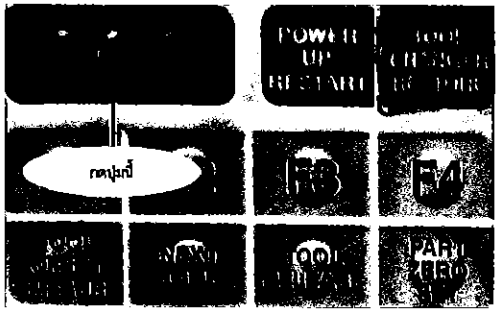
4.4.4.6 กดปุ่ม CURNT COMDS ดังรูปที่ 4.83



รูปที่ 4.83 กดปุ่ม CURNT COMDS

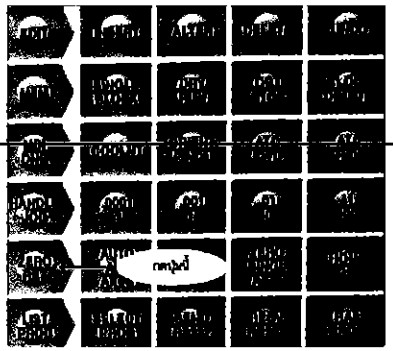
4.4.5 ขั้นตอนในการปิดเครื่องกัด CNC รุ่น HAAS VF 1

4.4.5.1 กดปุ่ม RESET ดังรูปที่ 4.84



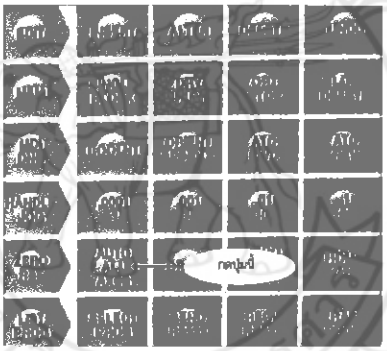
รูปที่ 4.84 กดปุ่ม RESET

4.4.5.2 กดปุ่ม ZERO RET ดังรูปที่ 4.85



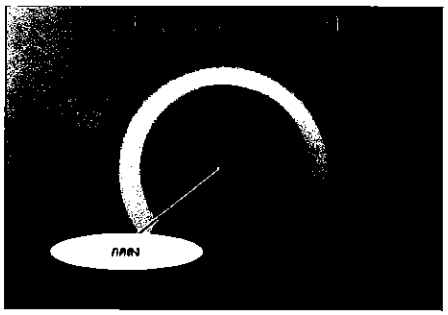
รูปที่ 4.85 กดปุ่ม ZERO RET

4.4.5.3 กดปุ่ม AUTO ALL AXES ดังรูปที่ 4.86



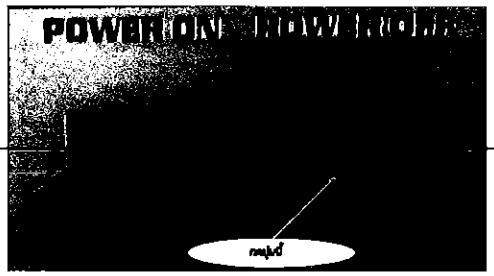
รูปที่ 4.86 กดปุ่ม AUTO ALL AXES

4.4.5.4 กดปุ่ม EMERGENCY STOP ดังรูปที่ 4.87



รูปที่ 4.87 กดปุ่ม EMERGENCY STOP

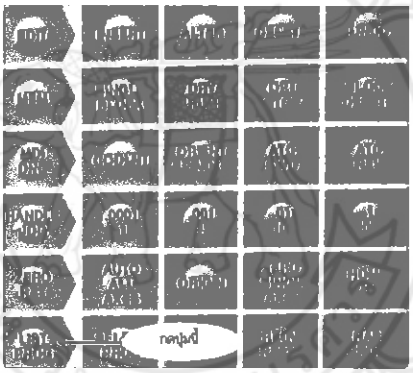
4.4.5.5 กดปุ่ม POWER OFF ดังรูปที่ 4.88



รูปที่ 4.88 กดปุ่ม POWER OFF

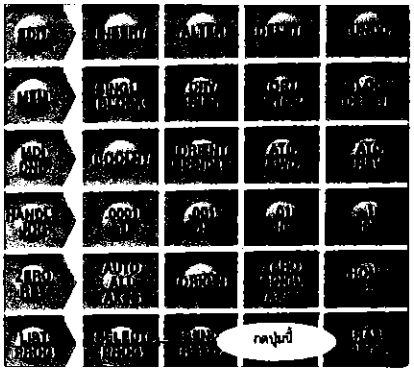
4.4.6 ขั้นตอนในการลบโปรแกรม

4.4.6.1 กดปุ่ม LIST PROG รอจนกว่าสัญลักษณ์ดอกจัน (*) จะปรากฏ **ดังรูปที่ 4.89**



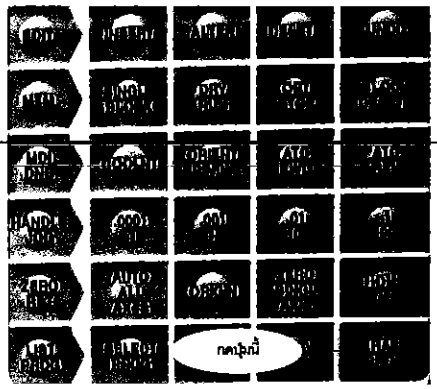
รูปที่ 4.89 กดปุ่ม LIST PROG

4.4.6.2 กดปุ่ม SELECT PROG ดังรูปที่ 4.90



รูปที่ 4.90 กดปุ่ม SELECT PROG

4.4.6.3 กดปุ่ม ERASE PROG เพื่อลบโปรแกรม ดังรูปที่ 4.91



รูปที่ 4.91 กดปุ่ม ERASE PROG

4.5 ทดสอบการกัดโดยใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี

ทำการทดสอบการกัดโดยการออกแบบตัวอักษร โดยใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6 และโปรแกรม hyperMILL Version 6 ในการจำลองภาพการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี ในการทดลองกัดป้ายชื่อคณาจารย์จากโฟมก่อนการกัดจากชิ้นงานจริง ดังรูปที่ 4.92 และรูปที่ 4.93 ซึ่งพบปัญหาดังนี้

4.5.1 โปรแกรม hyperMILL Version 6

การจำลองการเดินมีดและ Run NC-code ออกมาเกิดปัญหา เนื่องจากการเลือกลักษณะการกัดงานแบบกัดหยาบและกัดละเอียด ซึ่งในขั้นตอนของการกัดโฟมพบว่า เครื่องจักรทำการกัดงานแบบละเอียดเพียงรอบเดียว ซึ่งเกิดจากผู้ดำเนินงานขาดความรอบคอบที่จะ CAM งาน

4.5.2 ชิ้นงานที่ได้ไม่สวยงาม

ชิ้นงานที่ได้จากการทดสอบมีความสูงต่ำไม่เท่ากัน เนื่องจากในขั้นตอนของการทดสอบไม่ได้ทำการวัดระดับน้ำก่อนทำการทดสอบ และการตัดโฟมเอียงไม่เท่ากัน

4.5.3 แกน Z ไม่กินชิ้นงานต้องปรับปรุงและแก้ไข

แกน Z ที่ใช้ในการกัดงานไม่สามารถกัดงานได้เกิดการลอยตัวห่างจากชิ้นงานประมาณ 6 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดปัญหาจากโปรแกรม hyperMILL Version 6 ที่ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นเมื่อจะทำการกัดงานจึงต้องมีการ Set zero work โดยจะปรับในแนวแกน Z เพียงแกนเดียวให้กินชิ้นงานลึกเพิ่ม 6 มิลลิเมตร จึงจะสามารถได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์

รูปที่ 4.92 การทดสอบการกัดโฟม

รูปที่ 4.93 ชิ้นงานที่ได้จากการทดสอบ

4.6 ปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรม

4.6.1 แก้ไขคำสั่ง

จากโปรแกรม hyperMILL Version 6 จะได้ NC-code ออกมา ซึ่ง NC-code ที่ได้บางคำสั่งไม่จำเป็นต้องใช้ จึงต้องปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

4.6.6.1 G53, G0, H0, Z0 ลบออก เนื่องจากแกน Z เกิดการลอยตัวอยู่ห่างจากชิ้นงานไม่กัดชิ้นงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้

4.6.6.2 S2000 เปลี่ยนเป็น S750 เพื่อให้ชิ้นงานมีความละเอียดและบำรุงรักษา Tool

4.6.6.3 M08 ลบออก เพราะความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีระหว่างมีดกัดไม่มาก เพราะแผ่นอะคลิลิกไม่แข็งมาก ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องลดความร้อนจากการเสียดสีกับมีดกัด

4.6.6.4 ลบ G43 การชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัดค่าบวก และลบ H1 (Tool length offset เบอร์ 1) เพราะไม่จำเป็นต้องชดเชย

4.6.6.5 T2 เปลี่ยนเป็น T1 เพื่อใช้มีดกัดอันเดิม ไม่ต้องเปลี่ยนมีดกัด

4.6.6.6 M02 เปลี่ยนเป็น M30 เป็นคำสั่งในการจบโปรแกรม

4.6.2 การเลือกมีดกัดในการกัดงาน

จากโปรแกรม hyperMILL Version 6 จะพบว่าในการเลือกมีดกัดจะไม่สามารถเลือกมีดกัด เบอร์เดียวกันได้ เพราะในการกัดป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการจะต้องทำการกัดงานสองลักษณะ คือ กัดงานแบบหยาบ และแบบละเอียด แต่ในการกัดงานนั้นต้องการใช้มีดกัดเบอร์เดิมดังนั้น จะต้องดำเนินการ Save งานก่อน แล้วดำเนินการแก้ไขคำสั่งใน Notepad เปลี่ยนจาก T2 เปลี่ยนเป็น T1

4.6.3 การเลือกคำสั่งในการกัดงาน

จากโปรแกรม hyperMILL Version 6 ก่อนที่จะดำเนินการนำโค้ดออกมานั้น จะต้องทำการเลือกคำสั่งการกัดงานแบบหยาบ และแบบละเอียดพร้อมกันก่อนที่จะดำเนินการให้โปรแกรม Run NC-code ออกมา

4.6.4 การกำหนด Radius

การสร้างฟีเจอร์ให้กับตัวอักษร ถ้ากำหนด Radius มากเกินไป จะไม่สามารถทำได้ในตัวอักษรบางตัว เช่น W, A, M เป็นต้น ดังนั้นจึงควรกำหนด Radius น้อยก่อน

4.7 การใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีในการกัดป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ในการกัดแผ่นอะคริลิก

เมื่อได้ทำการแก้ไขปรับปรุงโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จึงทำการผลิตป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการลงบนแผ่นอะคริลิก จำนวน 20 แผ่น ดังรูปที่ 4.94-4.96 ซึ่งพบปัญหา ดังนี้

4.7.1 น็อตปากกาจับชิ้นงานคลายตัว

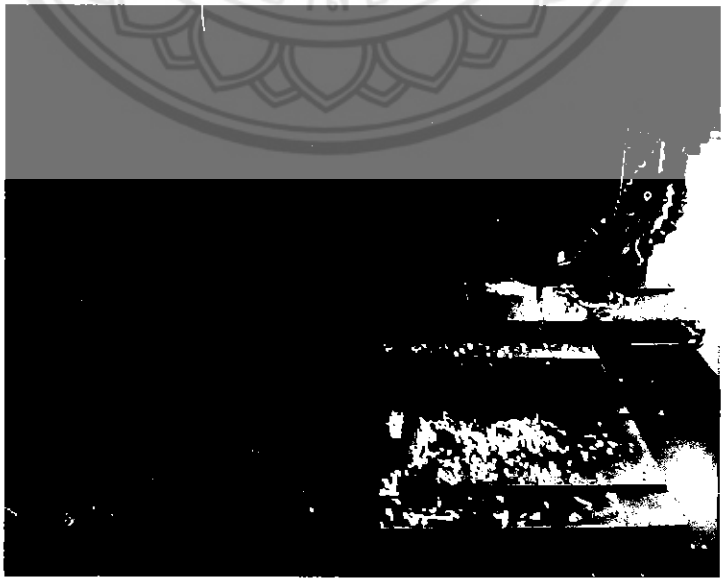
ในระหว่างที่เครื่องจักรทำงานอยู่นั้น จะพบว่ามีดกัดจะทำการกัดงานตามแนวแกน Y ซึ่งเมื่อเคลื่อนที่มาถึงปากกาจับชิ้นงานจะชนกับน็อตที่ล็อคปากกาจับชิ้นงานไว้ ทำให้น็อตที่ขันไว้แน่นเกิดการคลายตัว จึงต้องทำการขันน็อตให้แน่นทุกครั้งที่น็อตคลายตัว

4.7.2 ปัญหา Low Air Pressure

เกิดปัญหา Low Air Pressure ทำให้เครื่องจักรต้องหยุดการใช้งานชั่วคราว แล้วรอสักพักจนกว่า Air Pressure จะเพียงพอต่อการใช้งานของเครื่องจักร เนื่องจากอาคารปฏิบัติการมีการเรียนการสอน ซึ่งเครื่องจักรอื่นก็ต้องใช้ Air Pressure เช่นกัน จึงทำให้ต้องแบ่ง Air Pressure หลายเครื่องจักรทำให้ไม่เพียงพอต่อการใช้งานเครื่องจักรซีเอ็นซี

4.7.3 เวลาการทำงานช้าลง

เนื่องจากต้องบำรุงรักษามีดกัด จึงต้องพักเครื่องเมื่อทำงานไปแล้ว 2 ชั่วโมง จะต้องพักเครื่องประมาณ 10 -15 นาที จึงทำให้การทำงานช้าลง



รูปที่ 4.94 การกัดชิ้นงานแบบหยาบ

รูปที่ 4.95 การกัดชิ้นงานแบบละเอียด

รูปที่ 4.96 ชิ้นงานสำเร็จ

4.8 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อได้แผ่นป้ายอะคริลิกจากการผลิตพบว่า จะได้แผ่นป้ายตรงตามที่ออกแบบจริงและมีความสวยงาม และพบปัญหาต่างๆ ดังนี้

4.8.1 ระยะเวลาการดำเนินการนานกว่าที่กำหนดไว้ในแผนการดำเนินงาน

เนื่องจากเครื่องจักรมีปัญหาจึงทำให้ระยะเวลาในการกัดแผ่นป้ายจำนวน 20 แผ่น ใช้ระยะเวลานานกว่าที่กำหนดไว้ในแผนการดำเนินงาน

4.8.2 พื้นผิวแผ่นป้ายไม่เรียบ

แผ่นป้ายชื่อสำเร็จที่ได้ จะมีลักษณะตรงตามที่ออกแบบจริงตามโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้ แต่ในบางแผ่นป้ายชื่อ พื้นผิวป้ายชื่ออาจไม่เรียบเนื่องจากในขณะทำการกัดชิ้นงาน มีดกัดเคลื่อนที่ไปถูกน็อตล็อคชิ้นงานของปากกาจับชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานมีการขยับเล็กน้อยทำให้พื้นผิวป้ายชื่อไม่เรียบ จึงต้องตรวจเช็คน็อตทุกตัวหากมีดกัดกัดเนื้อชิ้นงานผ่านไปแล้ว

4.9 จัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์

จัดทำเป็นคู่มือประกอบการใช้โปรแกรม ประกอบไปด้วย การใช้งานและการติดตั้งโปรแกรม Mechanical Desktop 6 และโปรแกรม hyperMILL Version 6 การใช้เครื่องจักรซีเอ็นซีในการออกแบบป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิศวกรรมอุตสาหการ และตัวอย่าง NC-code

4.10 จัดทำรายงานการวิจัยโครงงาน

จัดทำรายงานการวิจัยโครงงานตามรูปแบบรายงานที่ถูกต้อง

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ในการจัดทำป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการจะใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6 ในการออกแบบ โดยการออกแบบเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ แบบ Cordia New จากนั้นศึกษาการใช้โปรแกรม hyperMILL Version 6 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้งานร่วมกับโปรแกรม Mechanical Desktop 6 เพื่อสร้างเส้นทางเดินของมีด และสร้างรหัสตัวเลข ตัวอักษร (NC-code) ออกมา และทำการปรับแต่ง NC-code ที่ได้ในโปรแกรม Notepad แล้วนำ NC-code ที่ได้จัดเก็บลงในแผ่น Floppy A เพื่อทำงานร่วมกับเครื่องกัดซีเอ็นซี รุ่น HAAS VF 1 แบบ 3 แนวแกน และสุดท้ายจะได้ชิ้นงานเป็นแผ่นป้ายชื่อคณาจารย์เสร็จสมบูรณ์ ตรงตามที่ออกแบบและมีความสวยงาม

5.2 ปัญหา

จากการปฏิบัติการกัดป้ายชื่อคณาจารย์ภาควิศวกรรมอุตสาหการจำนวน 20 แผ่น โดยใช้โปรแกรม Mechanical Desktop 6 ในการออกแบบและโปรแกรม hyperMILL Version 6 ในการจำลองภาพการทำงานของเครื่องกัดระบบซีเอ็นซี พบปัญหา ดังนี้

5.2.1 ปัญหา Low Air Pressure

อาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการมีการใช้งานปั๊มลมร่วมกันทั้งอาคาร หากใช้งานหลายเครื่องจักรที่ต้องใช้ลมพร้อมกัน เครื่องกัดซีเอ็นซีจึงลมไม่พอ (Low Air Pressure) เครื่องจะหยุดทำงาน ทำให้ต้องเสียเวลาช่วงเครื่องหยุด นอกจากจะเสียเวลาในการรอลมที่เพียงพอต่อเครื่องจักรแล้ว ยังต้องเสียเวลาเป็นอย่างมากในการค้นหาคำสั่งปัจจุบันก่อนที่จะเริ่มการทำงานต่อ เนื่องจาก NC-code มีคำสั่งจำนวนมาก ในการค้นหาคำสั่งจะเป็นการค้นหาแบบเลื่อนทีละ 1 บรรทัด จนกว่าจะไปถึงบรรทัดการทำงานปัจจุบันจึงเสียเวลาเป็นอย่างมากและเริ่มทำการกัดชิ้นงานต่อ ในการแก้ไข จะทำการจดค่าปัจจุบันไว้ในขณะที่มีสัญลักษณ์ Low Air Pressure แล้วทำการกดปุ่ม EMERGENCY STOP รอให้ Air Pressure เพียงพอต่อเครื่องกัดซีเอ็นซี (แรงดันประมาณ 800 บาร์) ค้นหา code ปัจจุบันแล้วเริ่มกัดชิ้นงานต่อ

5.2.2 NC-code ไม่สมบูรณ์จากการ CAM

ปรับปรุงโดยการแก้ไขคำสั่งที่ Notepad ก่อนที่จะทำการจัดเก็บลงใน Floppy (A:)

เอกสารอ้างอิง

ผศ.ชาลี ตระการกูล. (2542). **เทคโนโลยีซีเอ็นซี.** (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

พันธ์ธิติ วรรณโกมล.(2543). **คู่มือการใช้โปรแกรม hyperMILL สำหรับการผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วน.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์. (2546). **คู่มือการใช้ Mechanical Desktop 2004.** กรุงเทพฯ : บริษัทสตาร์คอม จำกัด.

สมบัติ ชิวหา. (2551). **พื้นฐานเทคโนโลยีซีเอ็นซี.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). ปทุมธานี : บริษัทสกายบุ๊กส์จำกัด.

อำนาจ ทองแสน. (2544). **ทฤษฎีและการเขียนโปรแกรม CNC สำหรับการควบคุมเครื่องจักรด้วยคอมพิวเตอร์.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ภาคผนวก ก

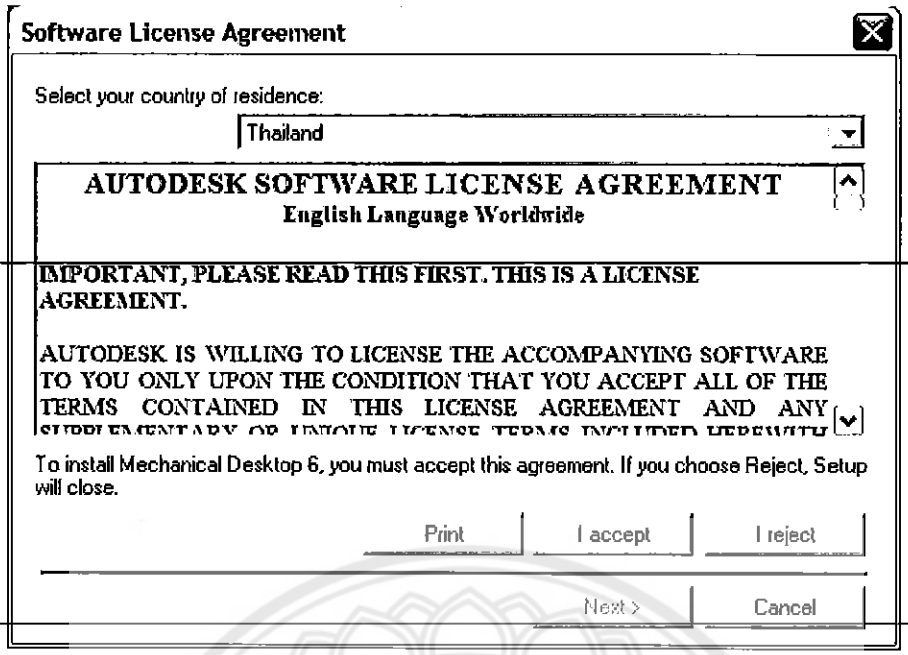
ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Mechanical Desktop 6

1. คลิกที่ตัวติดตั้งโปรแกรม

2. เข้าสู่หน้าต่าง Mechanical Desktop 6 Setup คลิกที่ Next>

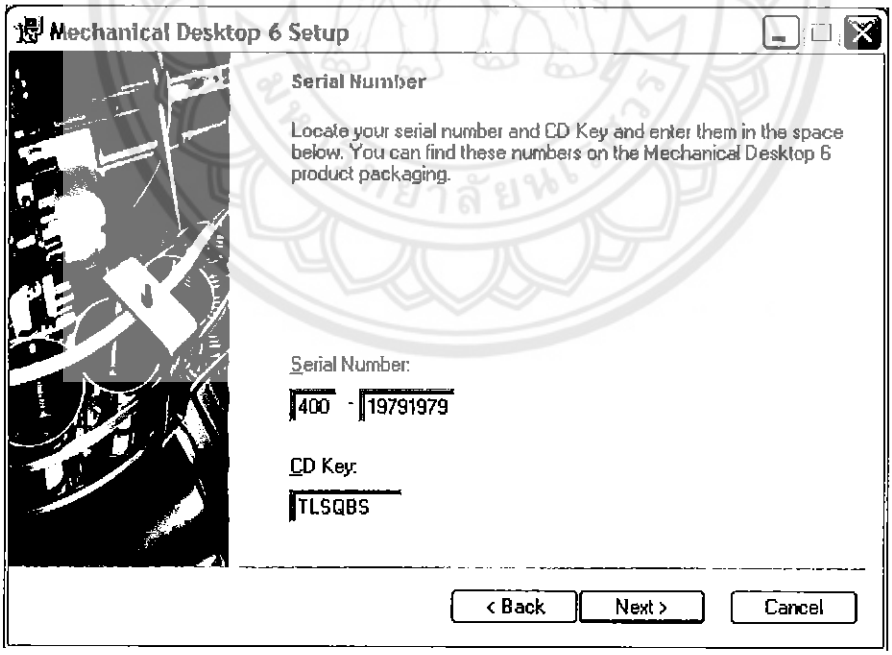
รูปที่ ก.1 หน้าต่าง Mechanical Desktop 6

3. เข้าสู่หน้าต่าง Software License Agreement ที่ช่อง Select your country of residence ให้เลือกประเทศที่ต้องการ แล้วจึงคลิก I accept และ Next>



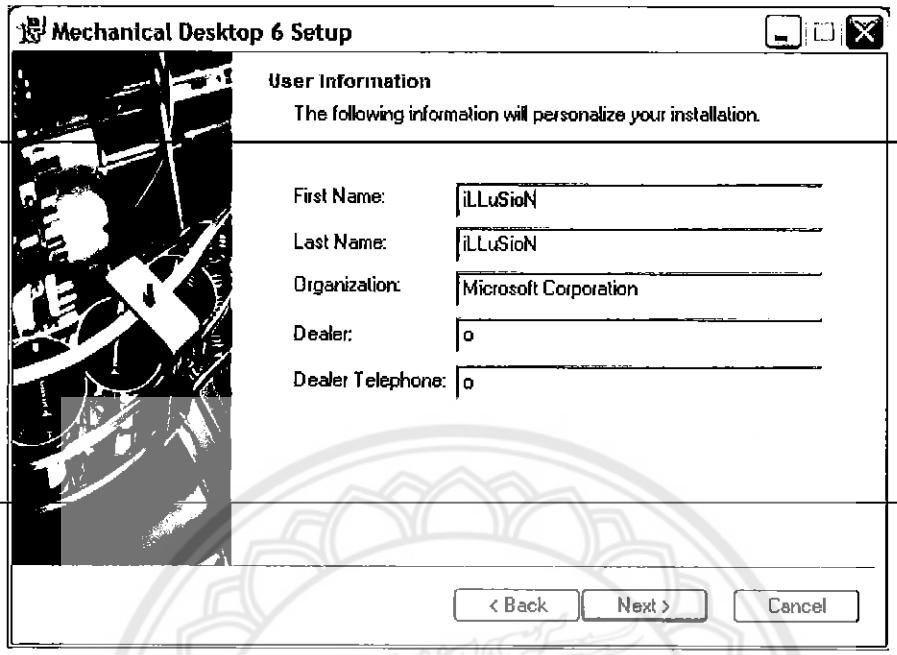
รูปที่ ก.2 หน้าต่าง Software License Agreement

4. ใส่ Serial Number และ CD Key แล้วจึงคลิก Next>



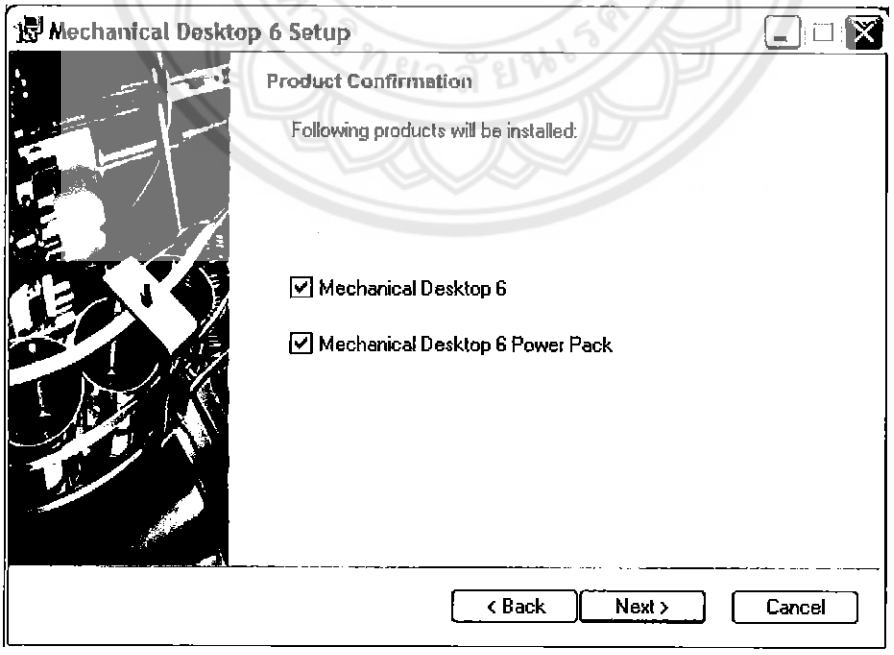
รูปที่ ก.3 การใส่ Serial Number และ CD Key

5. คลิก Next>



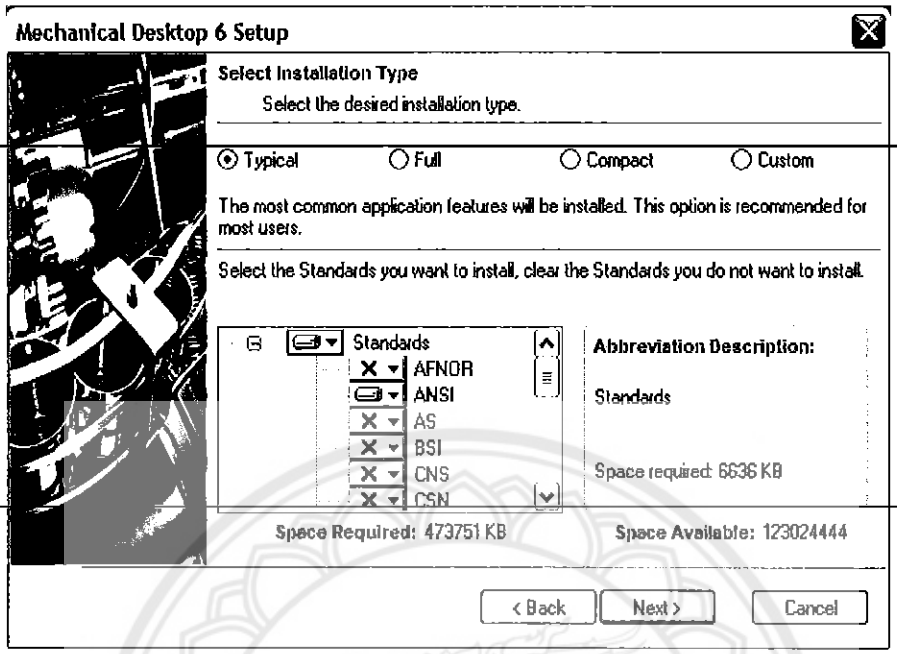
รูปที่ ก.4 การเลือกคำสั่ง Next> ในขั้นตอนที่ 5

6. คลิก Next>



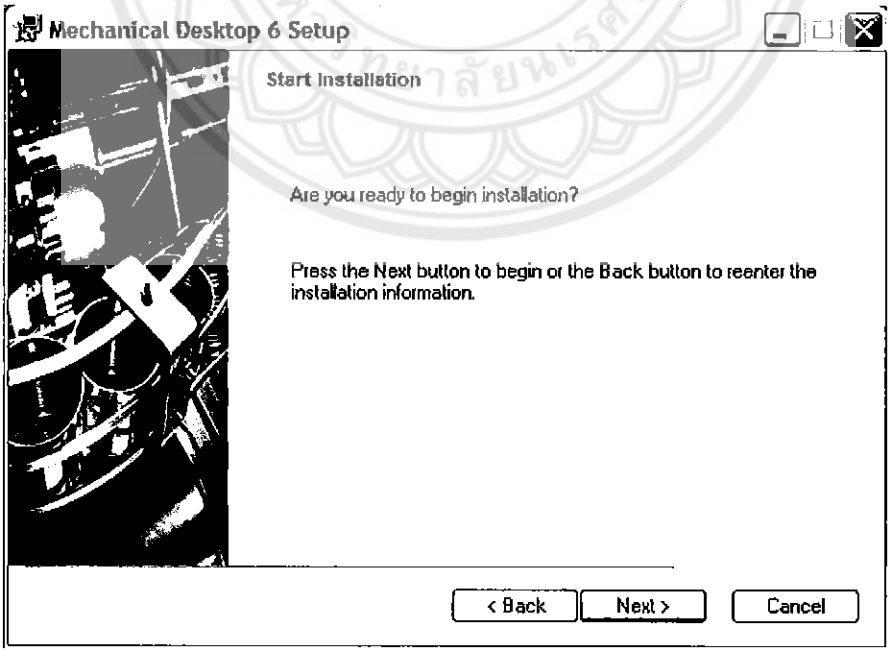
รูปที่ ก.5 การเลือกคำสั่ง Next> ในขั้นตอนที่ 6

7. ที่ Select Installation Type ให้เลือกเป็น Typical แล้วจึงคลิก Next>



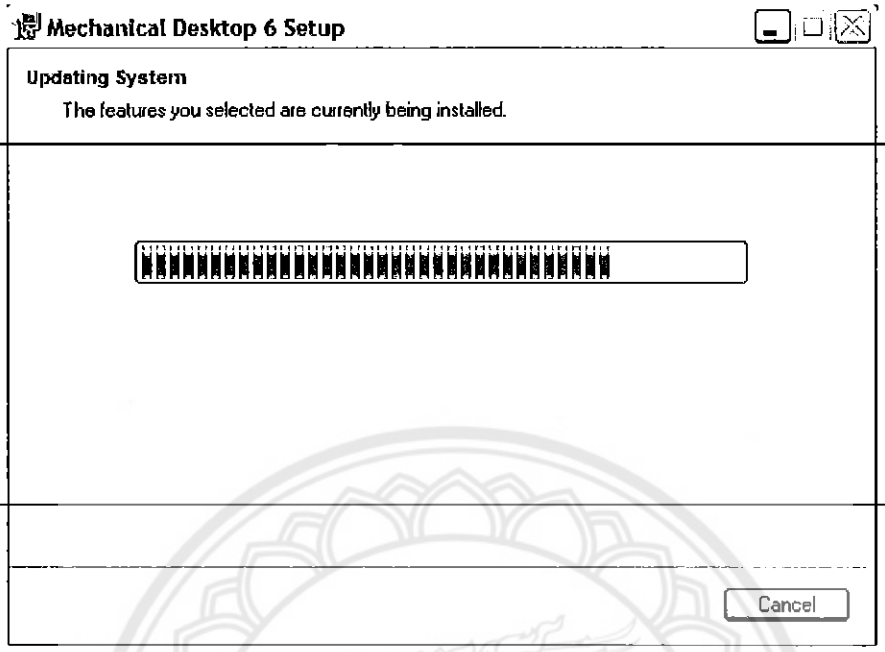
รูปที่ ก.6 การเลือก Typical

8. คลิก Next>



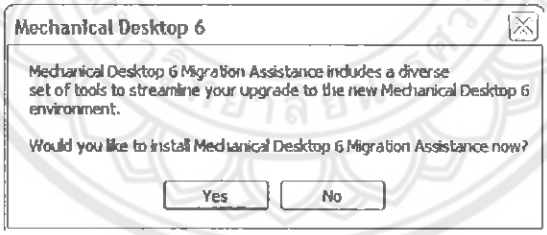
รูปที่ ก.7 การเลือกคำสั่ง Next> ในขั้นตอนที่ 8

9. รอการติดตั้ง



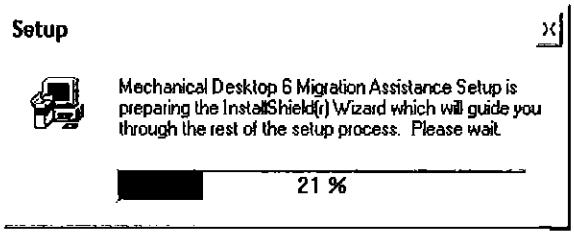
รูปที่ ก.8 การติดตั้งโปรแกรม Mechanical Desktop 6

10. คลิก Yes



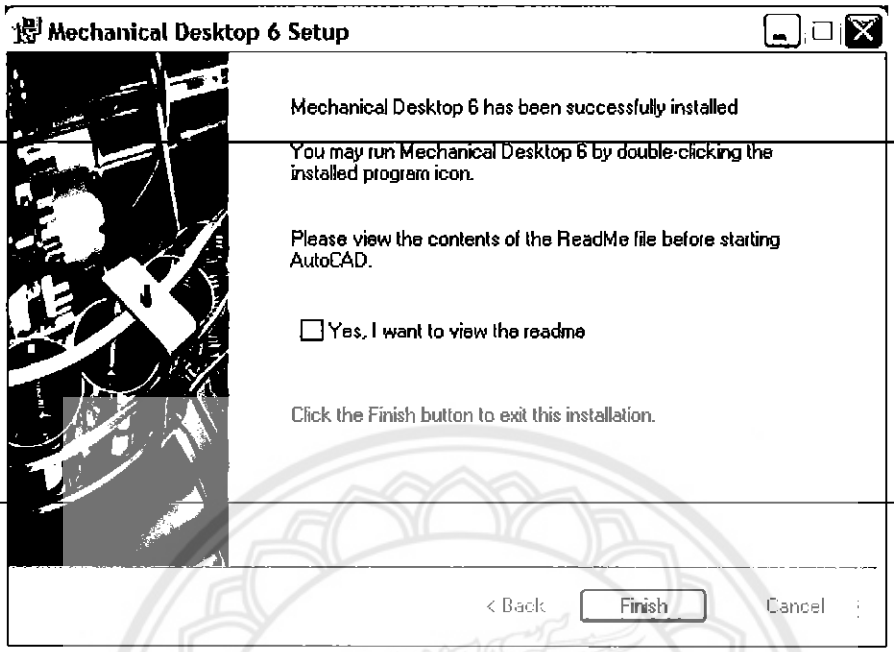
รูปที่ ก.9 การเลือกคำสั่ง Yes

11. Setup



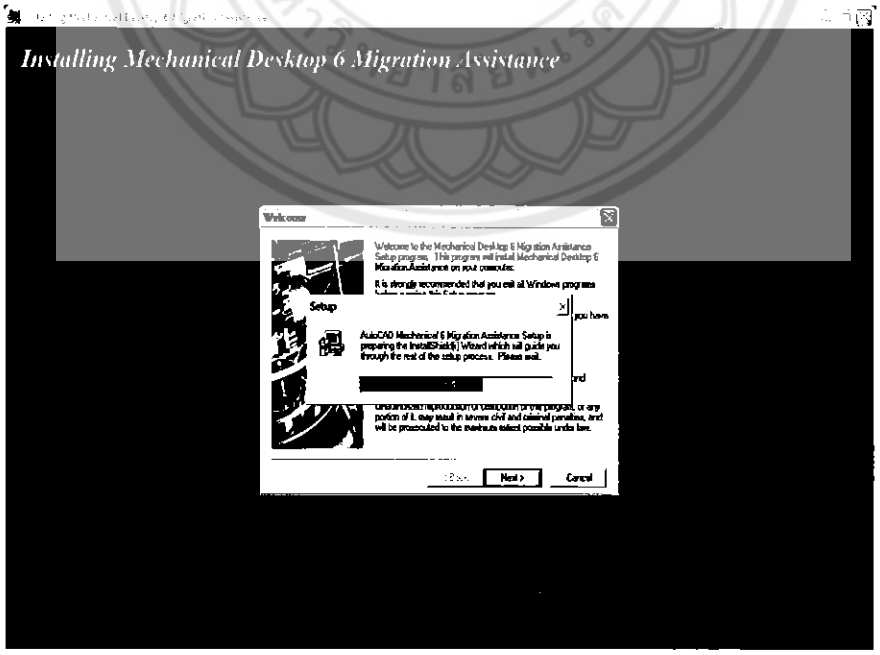
รูปที่ ก.10 การ Setup

12. คลิก Finish



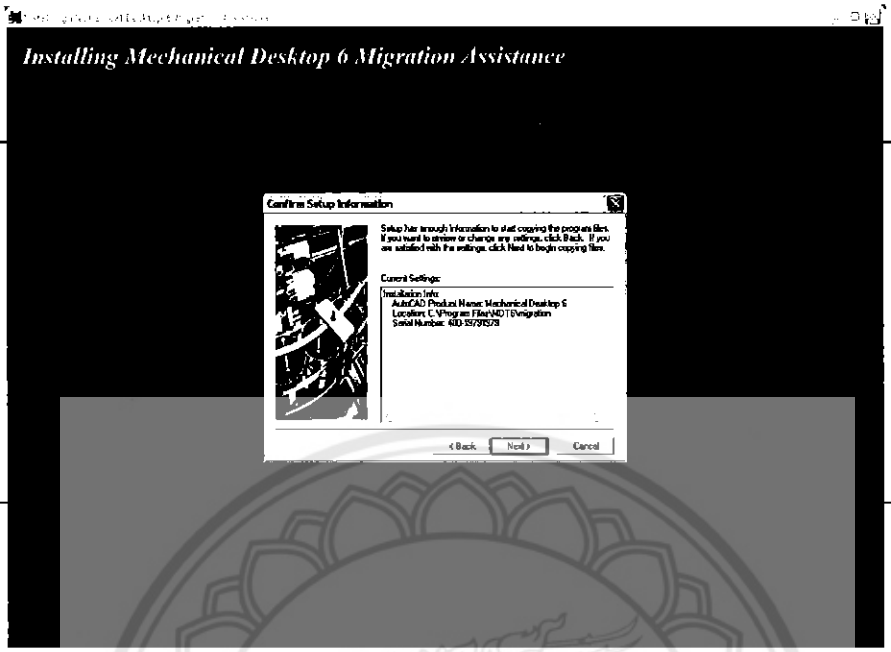
รูปที่ ก.11 การติดตั้งโปรแกรมเสร็จสิ้น

13. คลิก Next>



รูปที่ ก.12 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 13

14. คลิก Next>



รูปที่ ก.13 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 14

15. รอการติดตั้ง

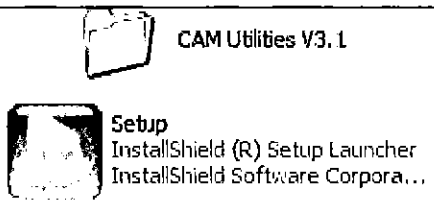
รูปที่ ก.14 การติดตั้งโปรแกรม

16. การลงโปรแกรม Mechanical Desktop 6 เสร็จสิ้น

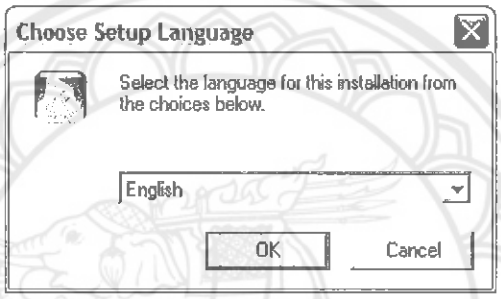
ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม hyperMILL Version 6

1. คลิกที่ตัวติดตั้งโปรแกรม โดยการเข้าไปในโฟล์เดอร์ CAM Utilities V3.1 แล้วคลิกที่ Setup

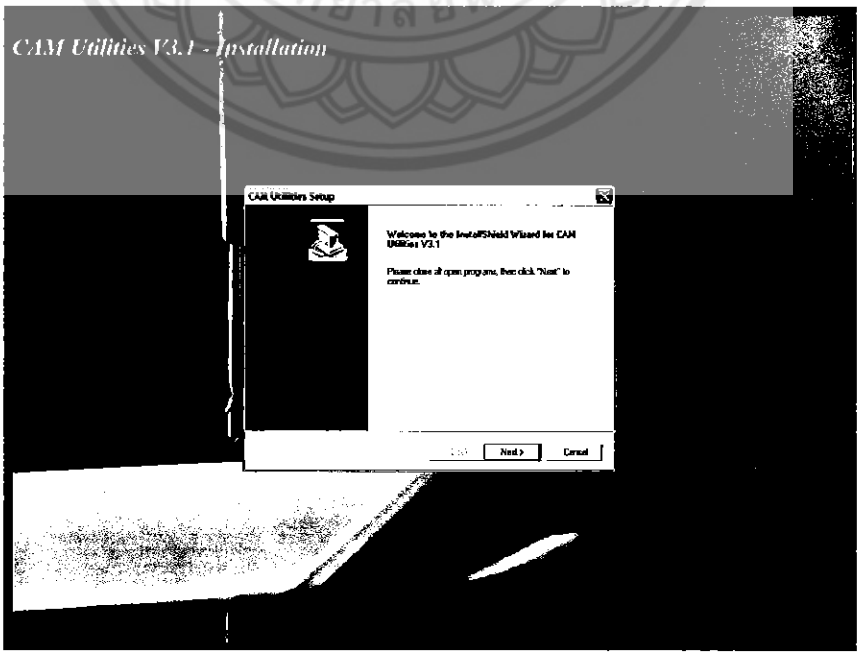


2. คลิกเลือกภาษา แล้วคลิก OK



รูปที่ ข.1 การเลือกภาษาที่ใช้ในการติดตั้งโปรแกรม

3. ที่หน้าต่าง CAM Utilities Setup ให้คลิก Next>

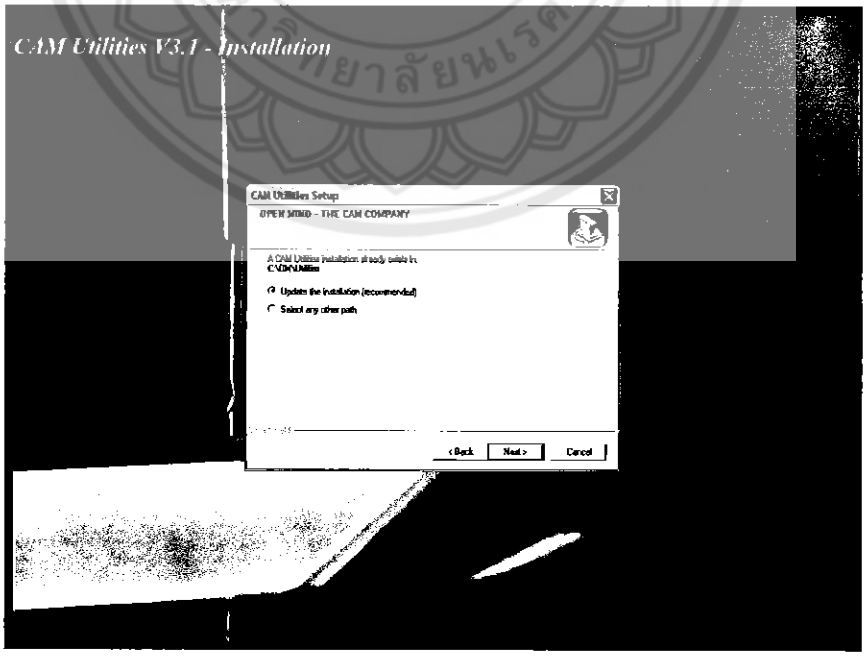


รูปที่ ข.2 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 3

4. คลิก Next>

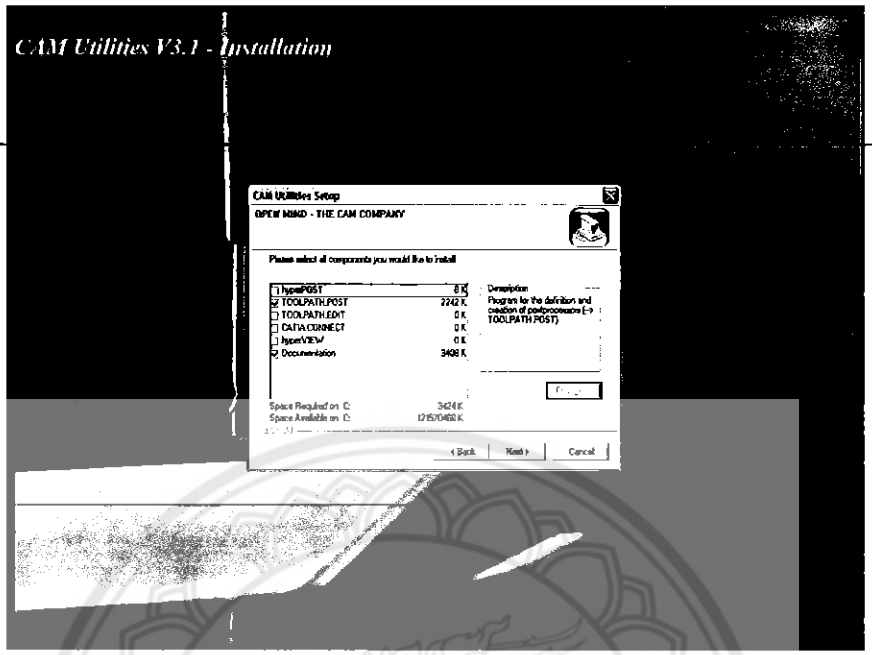
รูปที่ ข.3 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 4

5. คลิก Next>



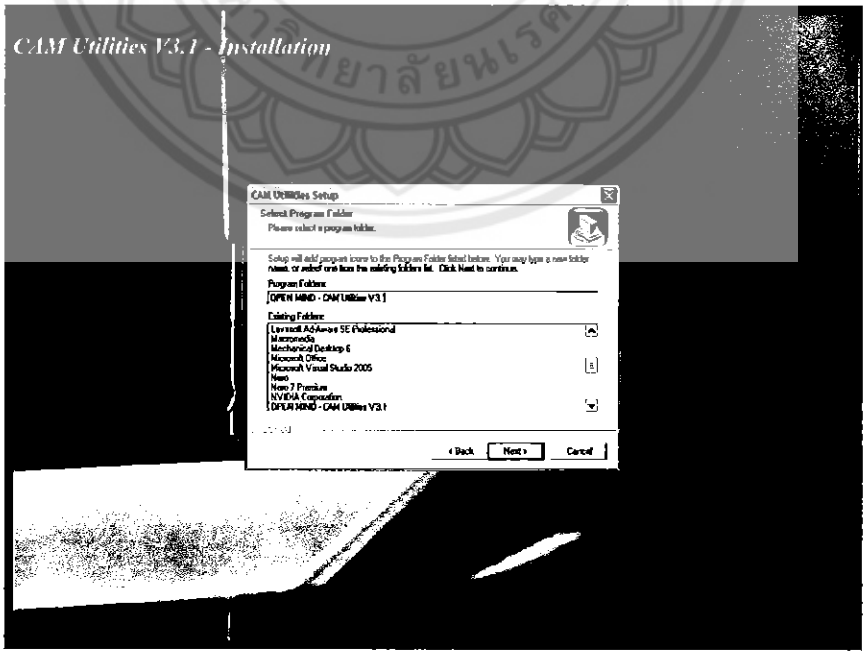
รูปที่ ข.4 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 5

6. คลิก Next>



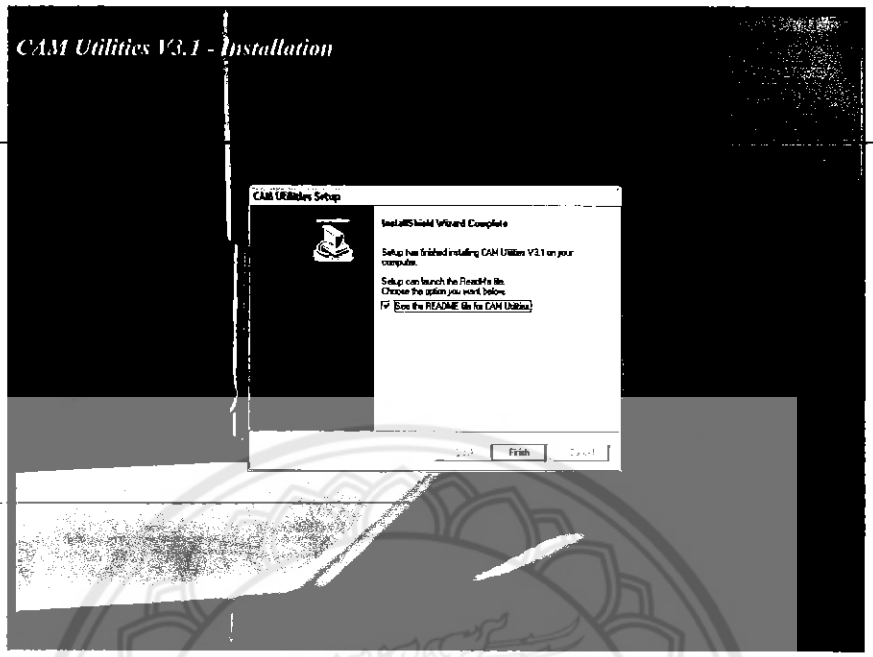
รูปที่ ข.5 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 6

7. คลิก Next>



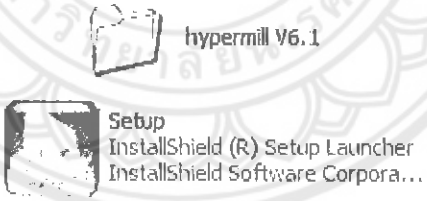
รูปที่ ข.6 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 7

8. คลิก Finish ก็จะได้โฟร์เดอร์ OM ที่ไดร์ C

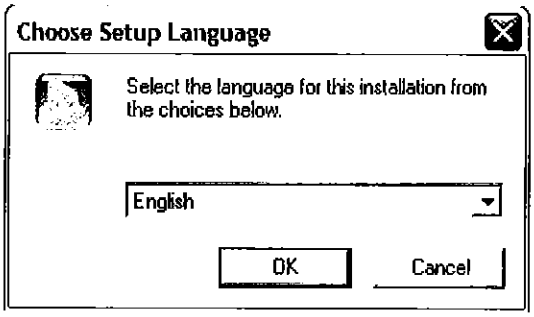


รูปที่ ข.7 เสร็จสิ้นการติดตั้งโฟร์เดอร์ OM

9. เข้าไปในโฟล์เดอร์ hyperMILL V6.1 แล้วคลิกที่ Setup

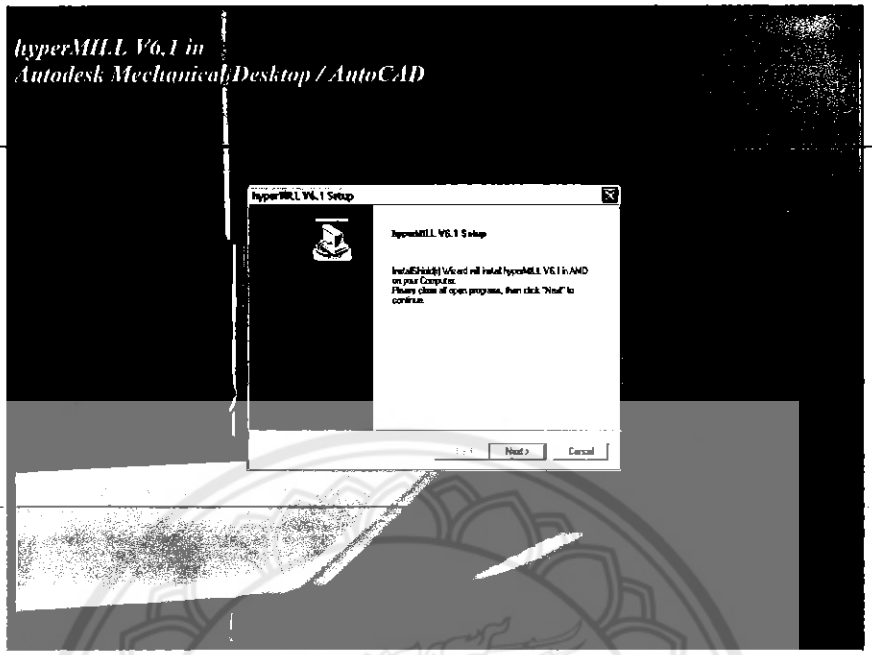


10. คลิกเลือกภาษา แล้วคลิก OK



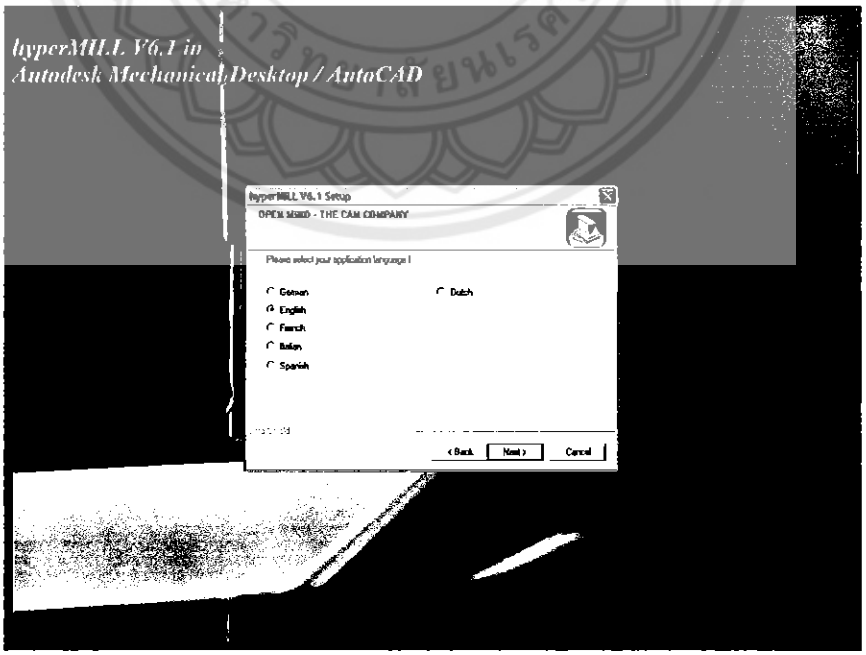
รูปที่ ข.8 การเลือกภาษาที่ใช้ในการติดตั้งโปรแกรม hyperMILL V6.1

11. คลิก Next>



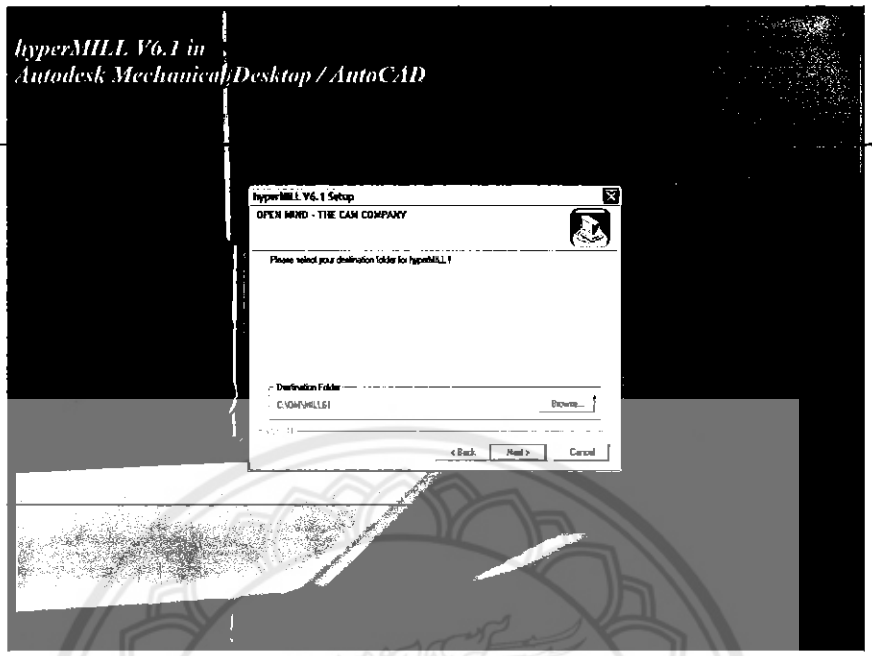
รูปที่ ข.9 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 11

12. คลิก Next>



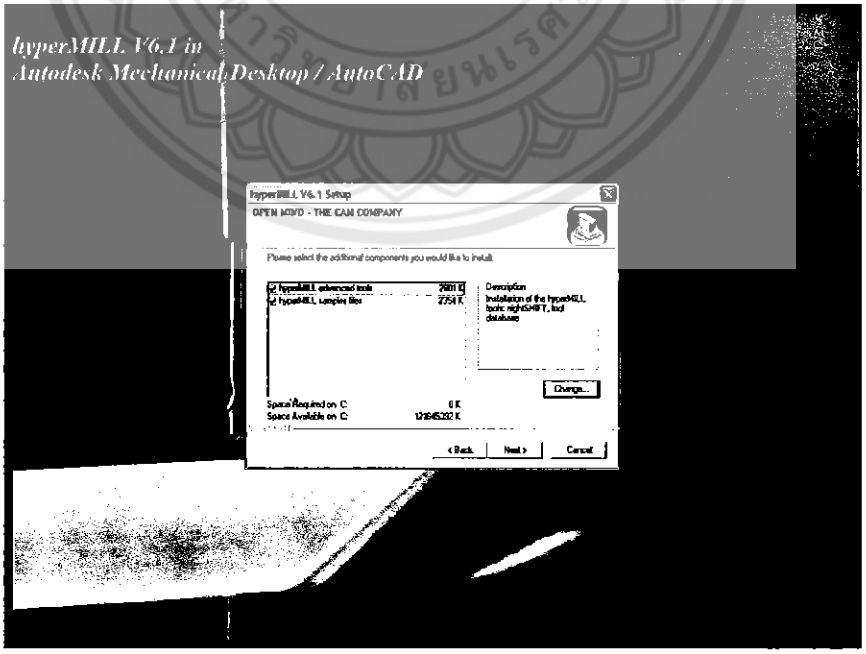
รูปที่ ข.10 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 12

13. คลิก Next>



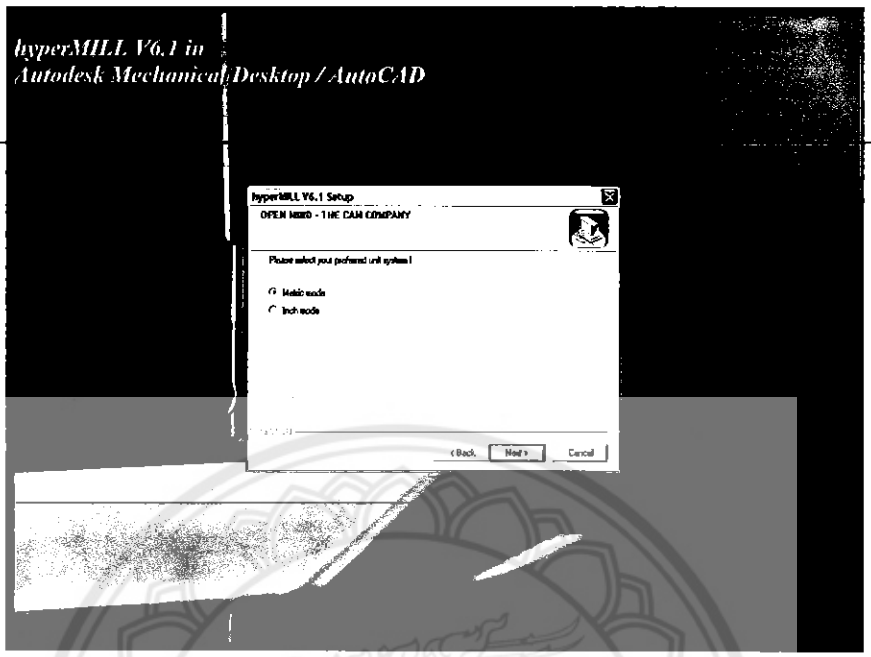
รูปที่ ข.11 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 13

14. คลิก Next>



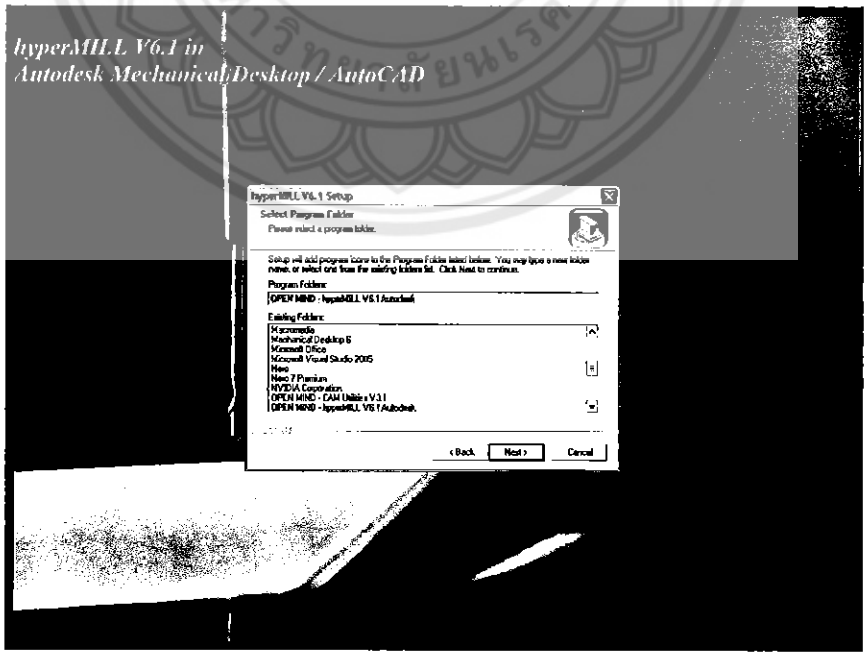
รูปที่ ข.12 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 14

15. คลิก Next>



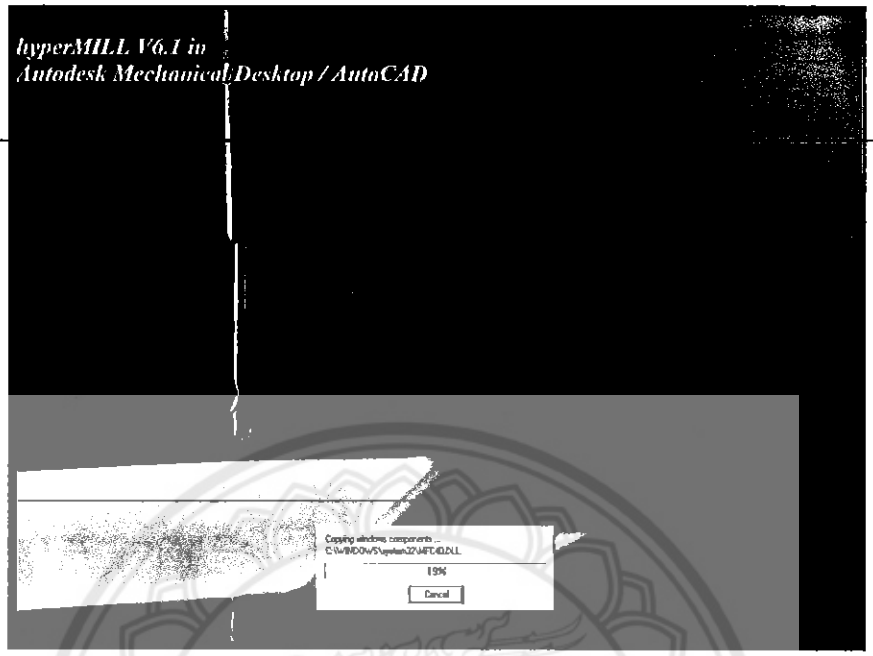
รูปที่ ข.13 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 15

16. คลิก Next>



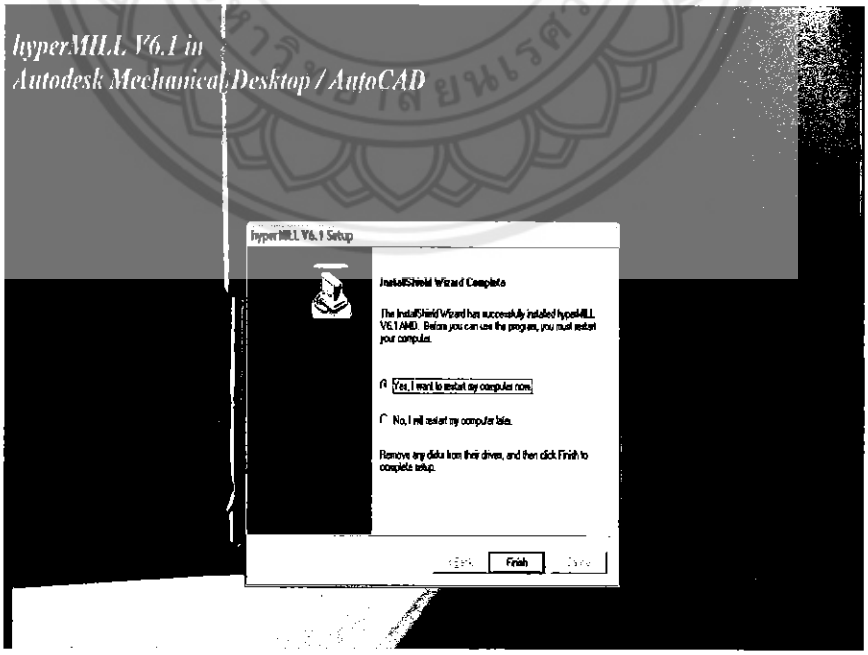
รูปที่ ข.14 การเลือกคำสั่ง Next ในขั้นตอนที่ 16

17. รอการติดตั้ง



รูปที่ ข.15 รอการติดตั้ง ในขั้นตอนที่ 17

18. คลิก Finish



รูปที่ ข.16 เลือก Finish เสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรม hyperMILL Version 6

19. ขั้นต่อไปให้ copy ทุกไฟล์ในโฟล์เดอร์ของ cycWin, Win, Nshift, OMF และOMA จากแผ่นไปยังโฟล์เดอร์ OM (ตามแต่ละไฟล์) ในไดร์ C

20. เสร็จสิ้นขั้นตอนการลงโปรแกรม จะมีโปรแกรม hyperMILL Version 6 ในโปรแกรม Mechanical Desktop 6

ภาคผนวก ค

โปรแกรมรหัสที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่อง CNC

การใช้งานเครื่อง CNC จะผ่านรหัสหรือภาษา รหัส-จี (G Code) ซึ่งเป็นมาตรฐานในการควบคุมการทำงาน

1. จีโค้ด (G Code)

จีโค้ดเป็นชุดคำสั่งประเภทหนึ่งในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเครื่องจักรให้เครื่องจักรเคลื่อนที่ไปตามคำสั่ง ในรูปแบบการเคลื่อนที่แบบรูปเรขาคณิต เช่น เส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม หรือเคลื่อนที่แบบวัฏจักร และเป็นคำสั่งกำหนดค่าต่างๆให้กับเครื่องจักร ได้แก่การกำหนดระนาบการทำงาน กำหนดหน่วยวัด กำหนดประเภทการกำหนดพิกัด

2. เอ็มโค้ด (M Code)

เอ็มโค้ดเป็นชุดคำสั่งประเภทหนึ่งในการเขียนโปรแกรม ติดต่อกับเครื่องจักร เอ็มโค้ดเป็นรหัสในการติดต่อสั่งงานเครื่องจักรโดยตรง เช่น สั่งให้มีดกัดหมุน, สั่งให้เปิดหรือปิดน้ำหล่อเย็น, สั่งให้จบการทำงาน เป็นต้น เอ็มโค้ดเป็น คำสั่งอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมกลไกลการทำงานของเครื่องจักร ไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของทูล

ตารางที่ ค.1 G code

G code	
รหัส	**คำสั่ง**
G00	การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงอย่างรวดเร็ว แบบไม่กินงาน ด้วยความเร็วสูงสุด
G01	การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงกินงาน ด้วยความเร็วที่กำหนด
G02	การเคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือเส้นโค้งทิศทางตามเข็มนาฬิกา
G03	การเคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือเส้นโค้งทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
G04	การหยุดการเคลื่อนที่ในระยะเวลาที่กำหนด
G17	การเลือกระนาบ XY
G18	การเลือกระนาบ XZ
G19	การเลือกระนาบ ZY
G28	การเลื่อนกลับไปยังจุดอ้างอิง
G40	ยกเลิกการชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัด
G41	การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านซ้าย
G42	การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านขวา
G43	การชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัดค่าบวก
G44	การชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัดค่าลบ
G49	ยกเลิกการชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด
G54	ปรับตั้งโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน
G70	ป้อนข้อมูลที่มีหน่วยเป็นนิ้ว
G71	ป้อนข้อมูลที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
G80	ยกเลิกการทำไซเกิล
G81	เจาะไซเกิล
G83	เจาะไซเกิลรูลึก
G84	การต๊าปเกลียวแบบไซเกิล
G85	การคว้านรู
G90	การให้ตำแหน่งในแบบสัมบูรณ์
G91	การให้ตำแหน่งในแบบอินครีเมนทอล
G99	การเลื่อนกลับไปยังจุดอ้างอิง

ตารางที่ ค.2 M code

M code	
รหัส	**คำสั่ง**
M00	หยุดโปรแกรม
M01	หยุดโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข
M02	จบโปรแกรม
M03	หัวจับหมุนตามเข็มนาฬิกา
M04	หัวจับหมุนทวนเข็มนาฬิกา
M05	หัวจับหยุด
M06	เปลี่ยนเครื่องมือ
M07	เปิดน้ำหล่อเย็น (เปิดมาก)
M08	เปิดน้ำหล่อเย็น (เปิดน้อย)
M09	ปิดน้ำหล่อเย็น
M10	การล็อคโดยอัตโนมัติ
M11	การคลายล็อคโดยอัตโนมัติ
M30	สิ้นสุดโปรแกรม
M98	เรียกโปรแกรมย่อย
M99	จบโปรแกรมย่อยและกลับไปยังโปรแกรมหลัก

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นางสาวขวัญ บุญญาวงศ์

ภูมิลำเนา 308 หมู่ 4 ต.นครไทย อ.นครไทย จ.พิษณุโลก 65120

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี พิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
- สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **kawana_bo6@hotmail.com**

ชื่อ นางสาวนิภาพร ม่วงนาค

ภูมิลำเนา 022 หมู่ 2 ต. ไตรตรึงษ์ อ.เมือง จ.กำแพงเพชร 62160

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
- สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **pk_poohaha@hotmail.com**