

อภินิพนธ์นาการ

1.3519788



สำนักหอสมุด



การพัฒนาโปรแกรมออกแบบ Unigraphics
สำหรับ เครื่องกัดแนวตั้ง 5 แกน

Unigraphic CAD/CAM Software Implementation for 5-axis Machining Center

นายพลากร สุภาพ
นายชัยฤทธิ์ เฟื่องแจ้ง
นายชนวุฒิ ภูสุวรรณ

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
วันลงทะเบียน 13 ต.ธ. 2549
เลขทะเบียน 4940030
เลขเรียกหนังสือ 1189
พ.ย.ร.ร.ก

2549

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปีการศึกษา 2548



ใบรับรองโครงการงานวิจัย

หัวข้อโครงการงานวิจัย : การพัฒนาโปรแกรมออกแบบ Unigraphics สำหรับเครื่องกัดแนวโค้ง 5 แนวแกน

ผู้ดำเนินงานวิจัย : นายพลากร สุภาพ รหัส 44370880
: นายชัยฤทธิ เฟื่องแจ้ง รหัส 44370708
: นายธนวุฒิ ภูสุวรรณ รหัส 44370807

ที่ปรึกษาโครงการงานวิจัย : รศ. ดร. กวิน สนธิเพิ่มพูน

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา : 2548

.....
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบรจรัม อนุมัติให้มีโครงการงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะกรรมการสอบโครงการงานวิจัย

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ธนา บุญฤทธิ)

.....กรรมการ
(อาจารย์มานะ วีรวิกรม)

.....กรรมการ
(อาจารย์เสาวลักษณ์ ทองกลิ่น)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. กวิน สนธิเพิ่มพูน)

หัวข้อโครงการวิจัย : การพัฒนาโปรแกรมออกแบบ Unigraphics สำหรับ
เครื่องกัดแนวตั้ง 5 แกนแกน

ผู้ดำเนินงานวิจัย : นายพลากร สุภาพ รหัส 44370880
: นายชัชวฤทธิ์ เพ็งแจ้ง รหัส 44370708
: นายธนวุฒิ ภูสุวรรณ รหัส 44370807

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย : รศ. ดร. กวิน สนธิเพิ่มพูน

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา : 2548

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมออกแบบ Unigraphics ให้สามารถทำงานร่วมกับเครื่องกัดแนวตั้ง 5 แกนแกน Haas Automation INC VF1 โดยเริ่มจากศึกษาการใช้งานของ Unigraphics CAD/CAM Software, ศึกษาเกี่ยวกับคำสั่ง G Code และ M Code ที่ใช้ทำงานร่วมกับเครื่อง Haas Automation, INC VF1 ศึกษาการใช้งานของเครื่อง Haas Automation INC VF1, ทดลองเครื่อง Haas Automation INC VF1 ให้ run NC โปรแกรมที่ทำจาก Unigraphics CAD/CAM Software, ศึกษา Format NC Code ที่ใช้ได้กับเครื่อง Haas Automation INC VF1, ทดลองเครื่อง Haas Automation INC VF1 ให้ run NC Code ที่ทำจาก Unigraphics CAD/CAM Software โดยใช้ Postprocessor ที่ทำขึ้นจาก Unigraphics CAD/CAM Software ขณะนี้เครื่อง Haas Automation INC VF1 สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมออกแบบ Unigraphics ได้

Project Title : Unigraphic CAD/CAM Software Implementation for 5-axis Machining Center
Student : Mr. Phalakorn Suphap ID 44370880
: Mr. Chaiyarit Pengjang ID 44370708
: Mr. Tanawut Pusuwan ID 44370807
Thesis Advisor : Associate.Prof.Dr. Kawin Soonthipermpoon
Major : Industrial Engineering
Department : Industrial Engineering
Academic Year : 2005

Abstract

This research project proposes to develop the design programme Unigraphics to work with vertical milling machine 5 lines axis Haas Automation INC VF1. First of all, study the running of Unigraphics CAD/CAM Software and study command of G Code and M Code, which operate with Haas INC VF1 Automation machine. Study the working of Haas Automation INCVF1. Testing Haas Automation INC VF1 to run the NC programme which create from Unigraphics CAD/CAM Software. And study the format NC code which using Haas Automation INC VF1. Testing Haas Automation INC VF1 to run with NC Code which programme made from Unigraphics CAD/CAM Software running with Postprocess which made from Unigraphics CAD/CAM Software. Whist Haas Automation INC VF1 can work with programme which design Unigraphics.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอแสดงความขอบคุณบุคคล หน่วยงาน และสถาบันที่มีส่วนสำคัญที่ทำให้การจัดทำโครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ทำให้คณะผู้วิจัย ได้มีโอกาสในการทำโครงการวิจัยนี้

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กวิน เพิ่มพูนที่ได้ให้แนวความคิด อธิบาย คำแนะนำ แนวทางในการดำเนินการวิจัย และการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์ครูช่างประเทือง โมราราย , อาจารย์ครูช่างวิชชัย ชุลบุตร และอาจารย์ครูช่างไพรัช แสงผ่อง ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้อาคารปฏิบัติการอุตสาหกรรม

บิดา มารดา และเพื่อนๆที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจ แก่ผู้วิจัยตลอดมา ผู้ทำการวิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้ทำวิจัย

นายพลากร	สุภาพ
นายชัยฤทธิ	เพ็งแจ้ง
นายธนวุฒิ	ภูสุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฅ
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการศึกษาวิจัย	1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)	1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย	2
1.7 วิธีการศึกษาวิจัย	2
1.8 อุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย	2
1.9 สถานที่ดำเนินงานวิจัยและรวบรวมข้อมูล	3
บทที่ 2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 บทนำ	4
2.2 Unigraphic CAD/CAM Software	4
2.3 เครื่องจักร 5 แกน	11
2.4 NC Program	13
บทที่ 3. การดำเนินการวิจัย	16
3.1 ศึกษาการใช้งาน Unigraphic CAD/CAM software	16
3.2 ศึกษาเกี่ยวกับคำสั่ง G Code และ M Code ที่ใช้งานกับเครื่อง Haas Automation	
INC รุ่น VF1	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 ศึกษาการใช้งานของเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1	17
3.4 ทดลองให้เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 Run NC โปรแกรมที่ทำจาก Unigraphic CAD/CAM software	17
3.5 ทำ Postprocessor ใน UG/Post Builder เพื่อให้ได้ Post ที่ใช้ได้กับเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1	18
3.6 ทดลองให้เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 Run NC Code ที่เขียนจาก Unigraphic CAD/CAM software โดยใช้ Postprocessor ที่ทำขึ้นมาจาก Unigraphic CAD/CAM software	18
บทที่ 4. ผลการดำเนินงานวิจัย	19
4.1 ศึกษาการใช้งาน Unigraphic CAD/CAM software	19
4.2 ศึกษาเกี่ยวกับคำสั่ง G Code และ M Code ใช้งานกับเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1	25
4.3 ศึกษาการใช้งานของเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1	25
4.4 ทดลองให้เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 RUN NC โปรแกรมที่ทำจาก UG	32
4.5 ทำ Postprocessor ใน UG/Post Builder	34
4.6 ทดลองให้เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 RUN NC โปรแกรมที่เขียนจาก UG โดยใช้ postprocessor ที่ทำขึ้นมาจาก UG/Post Builder	45
บทที่ 5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	51
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ	51
5.2 ข้อเสนอแนะ	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	55
ประวัติผู้ดำเนินการวิจัย	61



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ผ.1 รหัสที่ใช้ในการจัดเตรียมการทำงานสำหรับงานกัด	56
ผ.2 ตัวอย่างของรหัสคำสั่ง M ในโปรแกรมเอ็นซี	57



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างเครื่องกัด CNC แบบต่างๆ	7
2.2 Fixed axis Milling	7
2.3 ตัวอย่างการกัดแบบ 4 แกน และ 5 แกน	8
2.4 Mill turn machining center	8
2.5 ตัวอย่างการกัดสำหรับงาน Wire Cut และ EDM	9
2.6 Machine Tool Simulation	9
2.7 Shop Documentation	10
2.8 Integrated post-processing	10
2.9 แบบจำลองการกัดแบบ 3 แกน	11
2.10 แบบจำลองการกัดแบบ 5 แกน	11
2.11 ตัวอย่างการเดินเครื่องแบบ 5 แกน	12
2.12 ตัวอย่างการทำงานแบบ 5 แกน	12
3.1 โปรแกรม Unigraphics NX	16
3.2 เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1	17
3.3 โปรแกรม UG/Post Builder	18
4.1 Unigraphics Manufacturing Process	19
4.2 Machining Environment	20
4.3 ไลอะแกรมสำหรับการกัดแบบ 3 แกน	21
4.4 Define Tools	22
4.5 ชนิดของใบมีด (Tool) ในการ Machine	22
4.6 Create Operations	23
4.7 Verification	24
4.8 แบบจำลองเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1	25
4.9 แนวแกนของเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1	26
4.10 ทิศทางการเคลื่อนที่ตามกฎมือขวา	26
4.11 การกัดตรง	27

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 Drill,Ream,Tap	27
4.13 Contour, Circular,Round	27
4.14 Slot and Pocket	27
4.15 3D Cut from CAD/CAM system	28
4.16 Digitize and Measuring	28
4.17 4X-Axis	28
4.18 ตำแหน่งของ Mode คำสั่งต่างๆใน Controller	29
4.19 ขั้นตอนการ Worm up spindle	30
4.20 Jog & Hand wheel	31
4.21 ขั้นตอน การ Set Position Zero	31
4.22 ขั้นตอนการเปิด โปรแกรม UG/POST BUILDER	34
4.23 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDERขั้นตอนที่ 2,3,4	34
4.24 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDERขั้นตอนที่ 2,3,4	35
4.25 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 5,6	35
4.26 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 5,6	36
4.27 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 7,8	36
4.28 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 7,8	37
4.29 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 9	37
4.30 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 9	38
4.31 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 10	38
4.32 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 10	39
4.33 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 11,12	39
4.34 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 11,12	40
4.35 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 13 การลากคำสั่ง G 40	40
4.36 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 13 การลาก G 80	41
4.37 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 14	41
4.38 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 15	42
4.39 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 15	42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.40	ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ชั้นตอนที่ 17	43
4.41	ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ชั้นตอนที่ 17	43
4.42	ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ชั้นตอนที่ 18	44
4.43	ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ชั้นตอนที่ 18	44
4.44	ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ชั้นตอนที่ 1	45
4.45	ภาพขยายขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ชั้นตอนที่ 1	45
4.46	ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ชั้นตอนที่ 2	46
4.47	ภาพขยายขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ชั้นตอนที่ 2	46
4.48	ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ชั้นตอนที่ 3	47
4.49	ภาพขยายขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ชั้นตอนที่ 3	47
4.50	ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ชั้นตอนที่ 4	48
4.51	ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ชั้นตอนที่ 5,6	48
4.52	ภาพขยายขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ชั้นตอนที่ 5,6	49
4.53	ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ชั้นตอนที่ 7	49
4.54	ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ชั้นตอนที่ 9	50
4.55	แสดง Shop Docommentation แบบ HTML	50
5.1	ไฟล์ Postprocessor ของเครื่อง HaasVF1	51
5.2	ชิ้นงานขนาด 100 × 100×30 mm.	52
5.3	NC โปรแกรมก่อนการเปลี่ยนชื่อ	53
5.4	NC โปรแกรมหลังการเปลี่ยนชื่อ	53
ผ.1	Mode ในการแสดงหน้าจอที่ต้องการ	

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัญหาอย่างหนึ่งของการใช้งานเครื่องจักรแบบ CNC Milling 5 แกน ก็คือการสร้าง NC โปรแกรมที่สามารถใช้งานได้กับเครื่อง CNC Milling 5 แกน เครื่องนั้น ๆ เนื่องจากเครื่อง CNC Milling 5 แกน ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบ และเครื่อง CNC Milling 5 แกน แต่ละรุ่นต้องการ NC โปรแกรมที่แตกต่างกันไป นอกจากนี้ NC โปรแกรมที่ใช้สำหรับเครื่อง CNC Milling 5 แกน ต้องได้มาจากซอฟต์แวร์ประเภท CAD/CAM (Computer aided design and manufacturing) เท่านั้น

ทำให้เกิดแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมออกแบบ Unigraphic ให้สามารถใช้ เครื่องกัดแนวตั้ง 5 แกน แกน คือเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 ที่มีอยู่ในอาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เนื่องจากโปรแกรม Unigraphic ได้มีการใช้งานในด้าน CAD/CAM ซึ่งซอฟต์แวร์ดังกล่าวจะสร้างทางเดินของ Cutter ให้เองโดยอัตโนมัติเก็บไว้ในไฟล์ที่เรียกว่า Cutter location file และยังสามารถทำ Postprocessor ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลที่อยู่ใน Cutter location file ให้เป็น NC โปรแกรมเพื่อใช้สำหรับเครื่อง CNC Milling 5 แกน ที่ต้องการ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า Postprocessor มีความสำคัญมากในขั้นตอนการสร้าง NC โปรแกรมสำหรับเครื่อง CNC Milling 5 แกน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการศึกษาวิจัย

เพื่อพัฒนาโปรแกรมออกแบบ Unigraphics ให้สามารถใช้งาน ได้กับ เครื่องกัดแนวตั้ง 5 แกน แกน คือเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 ที่มีอยู่ในอาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 สามารถ Run NC Code ที่ Post มาจาก Unigraphic CAD/CAM Software ได้

1.4 เกณฑ์วัดผลสำเร็จ (Outcome)

เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 สามารถทำชิ้นงานที่ออกแบบโดย Unigraphic CAD/CAM Software ได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 มีความรู้พื้นฐาน ความสามารถในการใช้งาน Unigraphic CAD/CAM Software

1.7.2 มีความรู้พื้นฐาน ในการใช้งาน Postprocessor ใน Unigraphic CAD/CAM Software

1.6 ขอบเขตของภาควิชาวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมออกแบบ Unigraphics สำหรับเครื่องกัดแนวตั้ง 5 แกน

1.7 วิธีการศึกษาวิจัย

1.9.1 ศึกษาการใช้งาน Unigraphic CAD/CAM Software

1.9.2 ศึกษาเกี่ยวกับคำสั่ง G Code และ M Code ที่ใช้งานกับเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1

1.9.3 ศึกษาการใช้งานของเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1

1.9.4 ทดลองให้เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 Run NC โปรแกรมที่ทำจาก Unigraphic CAD/CAM Software

1.9.5 ทำ Postprocessor ใน UG/Post Builder เพื่อให้ได้ Post ที่ใช้ได้กับเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1

1.9.6 ทดลองให้เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 Run NC Code ที่เขียนจาก Unigraphic CAD/CAM Software โดยใช้ Postprocessor ที่ทำขึ้นมาจาก Unigraphic CAD/CAM Software

1.8 อุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย

1.10.1 เครื่องกัดแนวตั้ง 5 แกน Haas Automation INC รุ่น VF1

1.10.2 เครื่องคอมพิวเตอร์

1.10.3 Unigraphic CAD/CAM Software

1.9 สถานที่ดำเนินงานวิจัยและรวบรวมข้อมูล

1.11.1 อาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

1.11.2 สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.11.3 เครือข่าย INTERNET



บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 บทนำ

ในปัจจุบันนี้ได้มีการนำเอาระบบอัตโนมัติมาใช้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการผลิต ตัวอย่างเช่นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ การนำเอาเครื่องจักรกลอัตโนมัติมาช่วยในการผลิตและตรวจสอบคุณภาพ เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยทำให้การนำผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสู่ตลาดผู้บริโภคเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันรวมทั้งเป็นการสร้างภาพลักษณ์ในการเป็นผู้ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยทำให้เกิดความเชื่อมั่นแก่ลูกค้าและผู้บริโภคในอันที่จะได้รับสินค้าที่มีคุณภาพทัดเทียมกับผู้ประกอบการชั้นนำอื่น ๆ ทั่วโลก ซึ่งเทคโนโลยีที่นำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบและการผลิตมีชื่อเรียกว่า เทคโนโลยีทางด้าน CAD/CAM

2.2 Unigraphic CAD/CAM Software

โปรแกรม Unigraphic (UG) เป็นโปรแกรม MCAD ในระดับสูง (High-End) ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาภายใต้ความสามารถทางด้าน CAD/CAM/CAE ที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับงานออกแบบชิ้นงานที่มีความยาก (ไม่เป็นรูปทรงเลขาคณิต) หรือมีส่วนประกอบที่ต้องประกอบเข้าด้วยกันอย่างสลับซับซ้อน อาทิเช่น เครื่องบิน , รถยนต์ เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ หรือแม้แต่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทไฮเทคโนโลยี เป็นต้น

2.2.1 การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ

มีชื่อเรียกว่า CAD ย่อมาจากคำว่า Computer Aided Design and Drafting โดยทั่วไปการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับงาน 3 ประเภทคือ

- งานเขียนแบบ
- งานเขียนวัตถุ 3 มิติ และ
- งานทางด้านการสร้างภาพเหมือนจริงทั้งแบบภาพอยู่นิ่งและภาพเคลื่อนไหว

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับงานเขียนแบบ เป็นการนำ CAD Technology มาใช้กันอย่างกว้างขวางมากเพราะสามารถใช้ได้กับงานเขียนแบบทุกสาขา ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีให้

เลือกใช้มีทั้งที่สามารถใช้ได้กับงานทุกประเภท และผลิตมาให้ใช้เฉพาะงานแต่ละสาขา ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทนี้จะเป็นโปรแกรมที่มีคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขียนแบบอย่างครบครันเช่น

- คำสั่งที่ใช้ในการเขียนรูปทรงพื้นฐานต่าง ๆ เช่น จุด เส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม วงรีรูปหลายเหลี่ยม เป็นต้น

- คำสั่งในการแก้ไข คัดแปลงรูปร่างของรูปทรงพื้นฐาน เช่น ลบ คัด ยืด มนมุมลบมุม เป็นต้น

- คำสั่งช่วยให้การทำงานเร็วขึ้น เช่น การเคลื่อนย้าย การคัดลอก การทำสำเนาแบบต่าง ๆ เป็นต้น

- นอกจากนั้นยังมีคำสั่งที่เกี่ยวกับการบอกขนาด รวมทั้งสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการเขียนแบบ และคำสั่งอีกมากมายที่อำนวยความสะดวกให้การเขียนแบบเป็นไปอย่างง่ายดายและรวดเร็ว

ประโยชน์โดยตรงในการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเขียนแบบนั้นมีดังนี้

- 1) ทำให้การเขียนแบบเป็นไปอย่างง่ายดาย สวยงาม และรวดเร็วมาก
- 2) การแก้ไขแบบสามารถกระทำได้โดยง่ายจากฐานข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว
- 3) การจัดเก็บใช้พื้นที่น้อยและสามารถส่งไปยังที่ใด ๆ ได้โดยผ่านทาง Internet

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับงานเขียนวัตถุ 3 มิติหมายถึงการเขียนวัตถุ 3 มิติที่แท้จริงขึ้นมาในคอมพิวเตอร์ ซึ่งวัตถุ 3 มิติเหล่านี้จะเป็นแบบจำลองที่เป็นตัวแทนทางความคิดของผู้ออกแบบที่ต้องการให้สิ่งที่ออกแบบไว้ปรากฏเป็นรูปธรรมมากที่สุด ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทนี้จะเป็น โปรแกรมที่มีคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างและแก้ไข รวมทั้งการแสดงผลรูปทรง 3 มิติอย่างครบครัน เพียงแต่ผู้ใช้ต้องประยุกต์ใช้เพื่อให้สอดคล้องกับงานของแต่ละคนที่มีความแตกต่างกัน โดยทั่วไปวัตถุ 3 มิติจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ วัตถุ 3 มิติ ที่มีแค่เส้นโครงร่าง วัตถุ 3 มิติที่เป็นทรงตัน และวัตถุ 3 มิติที่เป็นพื้นผิว

โดยทั่วไปการเขียนวัตถุ 3 มิติจะเป็นงานทางวิศวกรรมที่ต้องการผลลัพธ์เป็นรูปร่างลักษณะที่เป็นไปตามจุดประสงค์ในการใช้งานเท่านั้น แต่สำหรับงานทางศิลปกรรมมีความต้องการมากกว่านั้นคือต้องการแสดงผลให้วัตถุ 3 มิติมีความเหมือนจริงมากที่สุดทั้งในด้านรูปร่าง สี ของวัสดุที่ใช้ ลักษณะของพื้นผิวของวัสดุรวมทั้งสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางความรู้สึกและช่วยให้

จินตนาการของลูกค้า และผู้ออกแบบมีความสอดคล้องกัน ดังนั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยงานด้านนี้จึงมีคำสั่งใช้ผู้ใช้สามารถกำหนดวัสดุและลักษณะของพื้นผิวรวมทั้งการจัดการสภาพแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกันจนสิ่งที่เกิดขึ้นแทบจะแยกไม่ออกกว่าเป็นภาพถ่ายจากของจริงหรือภาพ ที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถทำให้วัตถุ 3 มิติเหล่านี้มีการเคลื่อนไหวไปมาเหมือนของจริงได้อีกด้วย

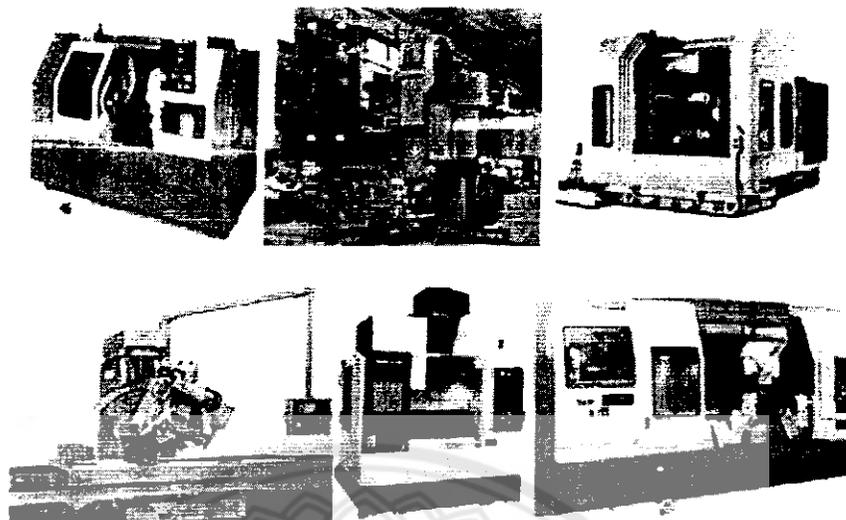
2.2.2 การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิต

มีชื่อเรียกว่า **CAM** ย่อมาจากคำว่า Computer Aided Manufacturing โดยทั่วไปการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยการทำงานของเครื่องจักรกลอัตโนมัติได้แก่ เครื่องกัดอัตโนมัติ เครื่องกลึงอัตโนมัติ เครื่องตัดด้วยลวดอัตโนมัติ เป็นต้น ตามปกติเครื่องจักรกลอัตโนมัติจะทำงานตามคำสั่งที่เขียนไว้ในชุดคำสั่งหรือที่เรียกว่า NC Program ซึ่งชุดคำสั่งเหล่านี้จะประกอบไปด้วยคำสั่งที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด ให้ตัดงานตามที่ต้องการทั้งรูปร่างและขนาด คำสั่งในการเปิดปิดอุปกรณ์ช่วยงานในส่วนอื่น ๆ เช่น ป้อนน้ำหล่อเย็น SPINDLE เป็นต้น แต่เดิมผู้ควบคุมเครื่องหรือช่างเทคนิคจะเป็นผู้เขียน โปรแกรมเหล่านี้ด้วยตนเองซึ่งนอกจากจะทำให้เสียเวลาในการทำงานเป็นอย่างมากแล้วยัง อาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้หากผู้เขียน โปรแกรมอ่านแบบผิดหรือเขียนโปรแกรมผิดโดยไม่เจตนาหรือในบางกรณีอาจเป็นไปได้เลยที่มนุษย์จะเขียนโปรแกรมเอง โดยเฉพาะเส้น ทางเดินของเครื่องมือตัดที่ตัดงานเป็นรูป 3 มิติ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จึงมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยงานดังกล่าว โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทนี้จะสามารถสร้าง NC Program ที่ต้องการจากวัตถุ 3 มิติที่สร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้

และทุกวันนี้เทคโนโลยีทางด้าน CAD/CAM ได้กลายเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานที่เกือบทุกโรงงานอุตสาหกรรม ได้นำมาใช้เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการ ทำงานให้มีประสิทธิภาพสูง ขึ้นแต่ปัญหาที่พบก็คือการขาดแคลนบุคลากรที่จะเป็นผู้ใช้เทคโนโลยีดังกล่าว ดังนั้นการฝึกอบรมอย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความจำเป็นเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้บุคลากรขององค์กรนั้น ๆ กลายเป็นผู้มีความรู้ความสามารถที่จะนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

NX CAM มีชื่อเสียงอย่างต่อเนื่องมายาวนานเกือบ 30 ปี นับเป็นซอฟต์แวร์ CAM ที่มีพัฒนาการเหนือความคาดหมายของกลุ่มผู้ใช้งานมาโดยตลอด ด้วยความสามารถที่หลากหลาย และรูปแบบการใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน จึงทำให้ NX CAM เป็นซอฟต์แวร์ที่พบได้ใน Machine Shop ขนาดเล็กจนกระทั่งถึง โรงงานผลิตขนาดใหญ่

NX CAM รองรับการทำงานกับเครื่องจักรทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็น Milling , Wire EDM , Multi-Axis Milling, Mill-Turn , High Speed Machining สำหรับเครื่องจักร CNC ทุกรุ่นทุกยี่ห้อ



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างเครื่องกัด CNC แบบต่างๆ

2.2.2.1 Fixed axis Milling

โอเปอร์เรชันในการกัดชิ้นงานแบบ 2-3 แกน ที่ใช้งานง่ายโดยเฉพาะโอเปอร์เรชันอัตโนมัติเช่น Cavity Milling และ Flow Cutting ที่ช่วยลด Step ขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย โอเปอร์เรชันอย่าง Planar Milling ที่ช่วยให้งานกัดผิวออกมามีคุณภาพดีเยี่ยม



รูปที่ 2.2 Fixed axis Milling

2.2.2.2 High speed machining

NX รองรับการทำงานกับเครื่องจักรความเร็วสูงได้ ฟังก์ชันการควบคุมการกัดงานสำหรับเครื่องความเร็วสูง ไม่ว่าจะเป็น Helical Cutting , Circular Engage and Retract รวมถึงการควบคุมความเร็วในการกัดงาน (Feed Rate) และ ระยะ Step Over ช่วยให้ Toolpath เดินแบบ NURBS ไปบนพื้นผิวชิ้นงานได้ ช่วยให้ผิวชิ้นงานเรียบและมีคุณภาพดี

2.2.2.3 Complex machining

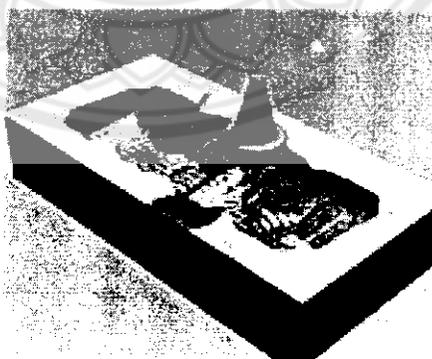
NX CAM สามารถทำงานที่ซับซ้อนระดับ 4 แกน และ 5 แกน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในโมดูล Variable-axis milling มี operation ในการกัดงานอยู่หลายวิธีที่จะช่วยให้การควบคุมแกนของทูลเป็นไปได้ต้องการ เช่น ให้ตั้งฉากกับผิวชิ้นงาน เป็นต้น



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการกัดแบบ 4 แกน และ 5 แกน

2.2.2.4 Mill turn machining center

NX CAM มี Operation ที่สนับสนุนการกัดงานด้วยเครื่องจักรใหม่ๆแบบ Milling และ Turning บนเครื่องเดียวกัน ช่วยลดขั้นตอนในการทำงาน ในส่วนของ Milling เองสามารถ operate ได้ 5 แกน รองรับการกัดงานที่ซับซ้อนด้วยเครื่องจักรชนิดนี้ได้



รูปที่ 2.4 Mill turn machining center

2.2.2.5 Wire EDM

นอกจากนี้ NX เองยังมี Solution สำหรับงาน Wire Cut และ EDM รองรับการกัดงานด้วยลวดหลายขนาด รวมทั้งแบบ AGIE และ Charmilles และอีกหลายๆแบบ



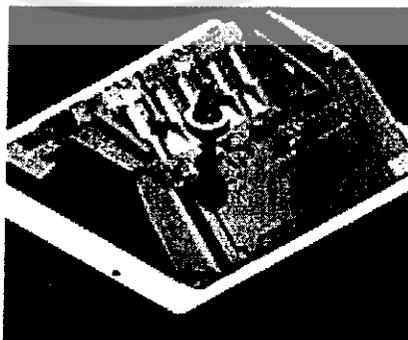
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการกัดสำหรับงาน Wire Cut และ EDM

2.2.2.6 Tool Path Verification

สามารถตรวจสอบทางเดินของทูลก่อนได้ด้วย Cam Visualize เพื่อตรวจสอบการ remove เนื้อโลหะ ระหว่างทูลทำงาน การชนของทูลกับก้านชิ้นงานที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการกัดงานได้

2.2.2.7 Machine Tool Simulation

NX Machine Tool Simulation สามารถให้ NC Program แสดงผลเต็มรูปแบบของการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร ซึ่งสามารถจำลองได้ไม่ว่าจะเป็นเครื่อง Multi-Axis เครื่อง Multi-Head เช่น เครื่อง Mill/turn Machining Center นอกจากนี้ยังสามารถให้ผู้ใช้งานจำลองเครื่องจักรของตนเอง โดยสร้างจาก NX Modeling ก็ได้



รูปที่ 2.6 Machine Tool Simulation

2.2.2.8 Shop Documentation

NX ยังสามารถสร้างใบสั่งงานไปยัง Shop ที่กักงานได้โดยสร้าง Shop Documentation ในรูปแบบของ text ไฟล์และ html ไฟล์ได้อีกด้วย โดยรวบรวมรายละเอียดในการกักงานทั้งหมดตั้งแต่วิธีการกักงานและขนาดของทุก



รูปที่ 2.7 Shop Documentation

2.2.2.9 Integrated post-processing

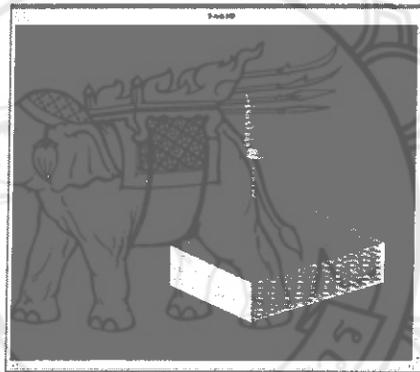
NX CAM มี Post builder ที่ช่วยสร้าง G-Code ให้เข้ากับ Controller ของเครื่องจักรทุกชนิด ทุกยี่ห้อที่ใช้งานได้ เพื่อให้ได้ G-Code ที่ตรงกับรูปแบบที่ทำงานกับเครื่องจักรนั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



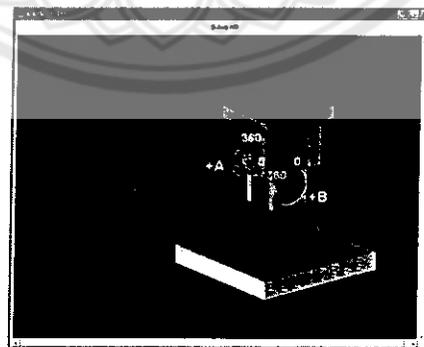
รูปที่ 2.8 Integrated post-processing

2.3 เครื่องจักร 5 แกนแกน

เนื่องจากในแต่ละประเทศเทคโนโลยีการผลิตด้วยเครื่องจักร CNC Milling แบบ 5 แกนทั้งแบบธรรมดาและแบบความเร็วสูง มีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น เนื่องจากมีราคาถูกลงเรื่อย ๆ และสามารถทำงานได้หลากหลายรูปแบบกว่าเครื่องจักรแบบ CNC Milling 3 แกนที่มีใช้อยู่โดยทั่วไป โดยเฉพาะอุตสาหกรรมทำแม่พิมพ์ขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่จะนำเครื่องจักรแบบ CNC Milling 5 แกนมาใช้มากขึ้น เนื่องจากเปรียบเทียบกับงานขนาดเดียวกัน บางครั้งหากใช้เครื่องจักรแบบ CNC Milling 3 แกนต้องใช้เครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่กว่าและต้องใช้อำนาจครั้งในการ Setup มากกว่าทำให้เสียเวลาในการผลิตรวมทั้งความเที่ยงตรงของขนาดก็จะคลาดเคลื่อนมากกว่าการผลิตด้วยเครื่องจักรแบบ CNC Milling 5 แกน



รูปที่ 2.9 แบบจำลองการกัดแบบ 3 แกน



รูปที่ 2.10 แบบจำลองการกัดแบบ 5 แกน

2.3.1 ประโยชน์ของการเดินเครื่องแบบ 5 แกน



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการเดินเครื่องแบบ 5 แกน

- 1) เหมาะสำหรับการกัดงานที่มีความลึกทั้งส่วนที่โค้งเข้า (Cores) และส่วนที่เว้าออก (Cavities)
- 2) ใบมีดที่มีขนาดสั้นช่วยเพิ่มความแม่นยำและการจบงานที่มีคุณภาพสูง
- 3) ให้เครื่องกัดงานในบริเวณที่ตัดไม่ถึง
- 4) ให้ประโยชน์ที่สำคัญเรื่องเวลา ในผ่านการทำงาน 1 set up

2.3.2 ประโยชน์ของการทำงานของเครื่อง 5 แกน



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการทำงานแบบ 5 แกน

- 1) เหมาะสำหรับการกำหนดรายละเอียดต่างๆของชิ้นงาน
- 2) เหมาะสำหรับการกัดงานที่มีความลึกทั้งส่วนที่โค้งเข้า (Cores) และ ส่วนที่เว้าออก (Cavities)
- 3) ใบมีดที่มีขนาดสั้นช่วยเพิ่มความแม่นยำและการจบงานที่มีคุณภาพสูง
- 4) ให้การกัดงานด้วยส่วนที่ไม่ได้ตัด หรือ ส่วนปลายของเครื่องมือ
- 5) สามารถใช้ได้กับเครื่องมือทุกประเภท
- 6) มีการป้องกันการชนที่สมบูรณ์
- 7) สามารถใช้กับแบบที่เป็น STL ฟอ์แมต (ไม่รวมรายละเอียด)

2.3.3 รายละเอียดและคำสั่งการใช้งาน

- 1) การจบพื้นผิว (Surface Finishing)
- 2) การเดินงานแบบใช้ด้านข้างของสว่านในการตัด (Swarf Machning)
- 3) การวาดโครงร่างต่างๆของชิ้นงาน (Profiling)
- 4) การตกแต่งขอบ (Trimming)
- 5) Pocketing(การกัดงานให้เกิดช่องว่างตามที่ต้องการ)
- 6) Slotting (การกัดงานแบบเจาะระหว่างผิว)
- 7) Multi axis Drilling (การใช้สว่านเจาะในทุกแกน)
- 8) Integrated 5 Axis Post Processor การเลือกคำสั่งหลังการประมวลการทำงานเครื่อง 5 แกน

2.4 NC Program

2.4.1 คำในโปรแกรมเอ็นซี

คำที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเอ็นซี(NC words) เพื่อกำหนดหน้าที่และความคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี สามารถแบ่งออกได้เป็น 8 ชนิด คือ

2.4.1.1 หมายเลขลำดับของบล็อก (Nxxx) ในโปรแกรมเอ็นซีนั้นจะมีหมายเลขของบล็อกกำกับไว้ตามขั้นตอนในการทำงานหรือขั้นตอนในการขึ้นรูปชิ้นงาน ตัวอย่างการเขียนหมายเลขลำดับของบล็อกในโปรแกรมที่มีลำดับขั้นในการทำงาน 10 ขั้นตอนอาจจะเขียนได้ดังนี้ต่อไปนี้ คือ

N005		N010		N10
N010		N020		N20
N015	หรือ	N030	หรือ	N30
N055		N100		N100

2.4.1.2 การทำงานเตรียมการทำงาน (G) การจัดเตรียมในการทำงานในระบบเอ็นซีจะกำหนดด้วยอักษร G และตามด้วยตัวเลข 2 หลักเพื่อกำหนดและควบคุมการทำงาน ตัวอย่างรหัสที่ใช้ในการจัดเตรียมการทำงานสำหรับงานกัด (milling) และงานกลึง (turning) แสดงไว้ในตารางที่ภาคผนวก

2.4.1.3 การให้ขนาดตามแนวแกน (X,Y,Z) การให้ขนาดตามแนวแกนเป็นการระบุตำแหน่งปลายทางในการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดไปตามแนวแกนของเครื่องจักรซีเอ็นซี เช่น เคลื่อนที่ไปตามแนวแกน X,Y และ Z โดยที่การให้ขนาดนี้จะใช้รหัสอักษรของแนวแกน และตามด้วยระยะทางในการเคลื่อนที่ ซึ่งตัวเลขระบุระยะทางในการเคลื่อนที่อาจจะมีทั้งค่าบวก(+) และค่าลบ(-) เลขจำนวนเต็ม หรือมีจุดทศนิยมก็ได้ ตัวอย่างการให้ขนาดตามแนวแกน เช่น

N050 G90 X-2.0 Y-1.0

N055 G01 X0 Y0

N060 G01 Z-0.5

หมายเหตุ : การให้ขนาดจะต้องมีจำนวนของตัวเลขต่อ 1 คำเกินจำนวน 8 ตัว (คอนโทรล Fanuc) เพราะถ้าเกิน 8 ตัวแล้วจะทำให้การส่งสัญญาณในระบบเอ็นซีผิดพลาดได้ ยกตัวอย่างเช่น X1.23456789 Y1.23456789 เป็นต้น

2.4.1.4 ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง (I,J,K) การให้ขนาดตำแหน่งจุดศูนย์กลางของวงกลม (I,J,K) จะใช้ในกรณีที่เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง เช่น G02 หรือ G03 โดยที่ I คือขนาดที่วัดจากจุดเริ่มต้นของส่วนโค้งถึงจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งในแนวแกน X J คือขนาดที่วัดจากจุดเริ่มต้นของส่วนโค้งถึงจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งในแนวแกน Y K คือขนาดที่วัดจากจุดเริ่มต้นของส่วนโค้งถึงจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งในแนวแกน Z

ยกตัวอย่างการให้ขนาดของตำแหน่งจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง เช่น N015 G03 X0.5 Y3.0 I-0.5 J0.866 เป็นต้น

2.4.1.5 การหมุนของเพลาจับยึดเครื่องมือตัด (S) ความเร็วรอบของเพลาจับยึดเครื่องมือตัด (spindle speed) ในโปรแกรมเอ็นซีจะใช้รหัสตัวอักษรคือ S และตามด้วยตัวเลขของความเร็รรอบ 2 ถึง 5 หลัก โดยที่ความเร็วรอบนี้จะมีหน่วยวัดเป็นรอบ/นาที (revolutions per minute ; RPM) ยกตัวอย่างเช่น S90,S500,S2000,S1500 เป็นต้น

2.4.1.6 เครื่องมือตัด (T) การเรียกเครื่องมือตัดหรือการเปลี่ยนเครื่องมือตัด (M06) จะกำหนดโดยใช้รหัสตัวอักษร T และตามด้วยหมายเลขลำดับของเครื่องมือที่เราติดตั้งไว้ในชุดเปลี่ยนเครื่องมือโดยอัตโนมัติ (automatic tool magazine) ยกตัวอย่างเช่น

T1 = มีดกัด เครื่องมือตัดเบอร์ 1 (ขนาด \varnothing 12 มิลลิเมตร ความยาว 48 มิลลิเมตร)

T2 = ดอกสว่าน เครื่องมือตัดเบอร์ 2 (ขนาด \varnothing 88 มิลลิเมตร ความยาว 48 มิลลิเมตร)

2.4.1.7 อัตราป้อน (F) การกำหนดอัตราป้อนในโปรแกรมเอ็นซีจะกำหนดโดยใช้รหัสตัวอักษร F (Feed) และตามด้วยค่าตัวเลขของอัตราป้อน โดยปกติแล้วการกำหนดอัตราป้อนสำหรับงานกัดและงานเจาะนั้นมีหน่วยวัดเป็นนิ้ว/นาที หรือมิลลิเมตร/นาที และการกำหนดอัตราป้อนในงานกลึงจะมีหน่วยวัดเป็นนิ้ว/รอบ หรือมิลลิเมตร/รอบ ในการกำหนดด้วยการวัดอัตราป้อนนั้นจะใช้รหัส G94 และ G95 โดยที่ G94 นั้นจะกำหนดหน่วยการวัดเป็นนิ้ว/นาที หรือมิลลิเมตร/นาที ส่วนรหัส G95 จะกำหนดหน่วยวัดเป็นนิ้ว/รอบ หรือมิลลิเมตร/รอบ ดังที่ได้แสดงในตัวอย่างต่อไปนี้

G95 G70 F0.02 อัตราป้อนเท่ากับ 0.02 นิ้ว/รอบ

G94 G71 F200 อัตราป้อนเท่ากับ 200 มิลลิเมตร/นาที

G95 G71 F2.5 อัตราป้อนเท่ากับ 2.50 มิลลิเมตร/รอบ

2.4.1.8 การทำงานเสริม (M) การทำงานเสริมหรือคำสั่งช่วยงาน (miscellaneous function) ในโปรแกรมเอ็นซีจะกำหนดด้วยรหัสตัวอักษร M ซึ่งเป็นรหัสคำสั่งที่ช่วยควบคุมระบบการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี ร่วมกับคำสั่งการจัดเตรียมการทำงาน (G) การกำหนดรหัสคำสั่งชนิดนี้จะใช้ตัวเลข 2 หลักต่อท้ายตัวอักษร M ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ในภาคผนวก

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาการใช้งาน Unigraphics CAD/CAM software



รูปที่ 3.1 โปรแกรม Unigraphics NX

3.2 ศึกษาเกี่ยวกับคำสั่ง G Code และ M Code ที่ใช้งานกับเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1

ผู้ใช้ เครื่องจักรควรจะทราบว่า คำสั่ง G Code และ M Code มีหน้าที่การใช้งานอย่างไรบ้าง ซึ่งจะทำให้ง่ายในการตรวจสอบหากมีข้อผิดพลาดใน NC Program

3.3 ศึกษาการใช้งานของเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1



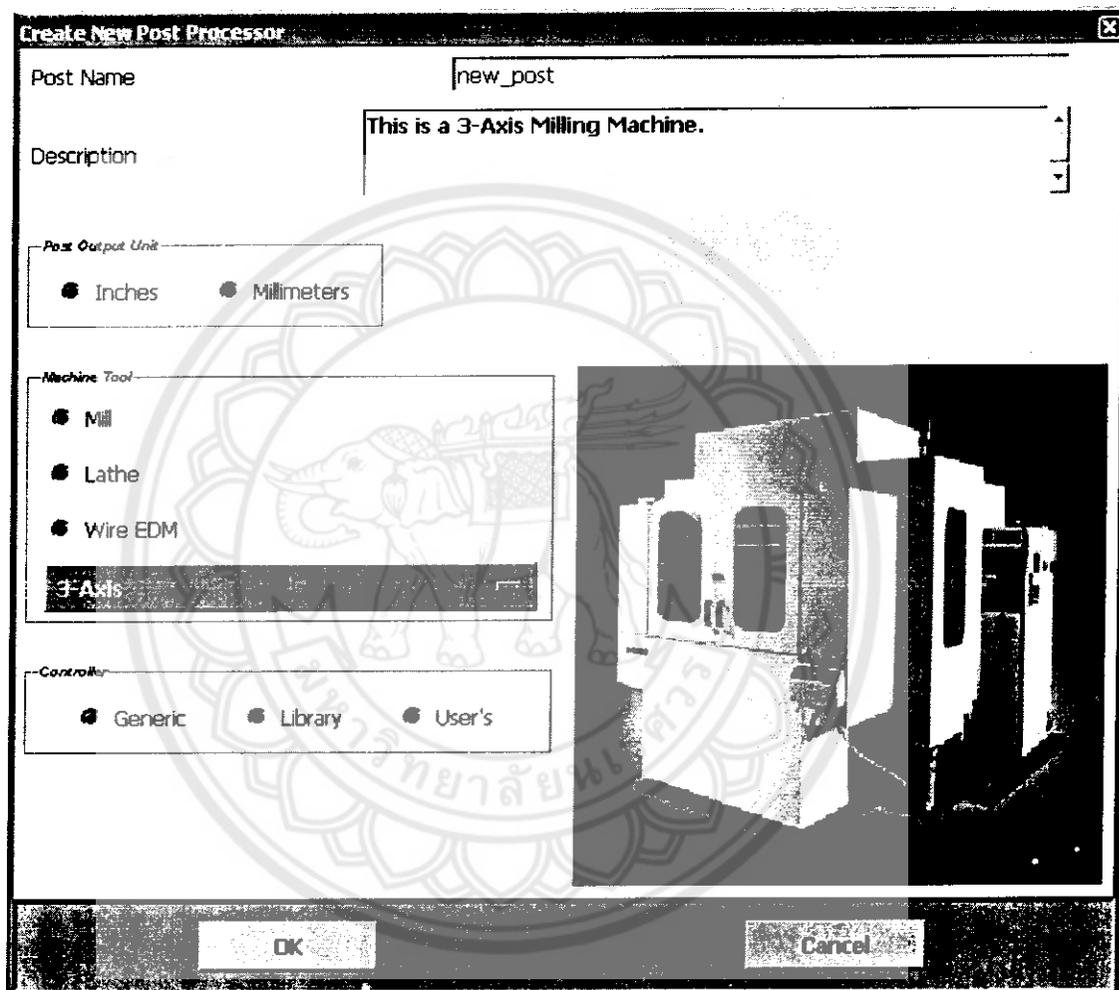
รูปที่ 3.2 เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1

3.4 ทดลองให้เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 Run NC โปรแกรมที่ทำจาก Unigrahic CAD/CAM software

ทดลองว่าเครื่องสามารถ Run NC โปรแกรมได้หรืออย่างถูกต้องหรือไม่ แล้วมีปัญหาตรงไหนบ้างเพื่อจะได้นำมาทำการแก้ไขต่อไป

3.5 ทำ Postprocessor ใน UG/Post Builder เพื่อให้ได้ Post ที่ใช้ได้กับเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1

UG/Post Builder เป็นโปรแกรมสำหรับทำการแก้ไข หรือว่า สร้าง Post ขึ้นมาใหม่



รูปที่ 3.3 โปรแกรม UG/Post Builder

3.6 ทดลองใช้เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 Run NC Code ที่เขียนจาก Unigraphic CAD/CAM software โดยใช้ Postprocessor ที่ทำขึ้นมาจาก Unigraphic CAD/CAM software

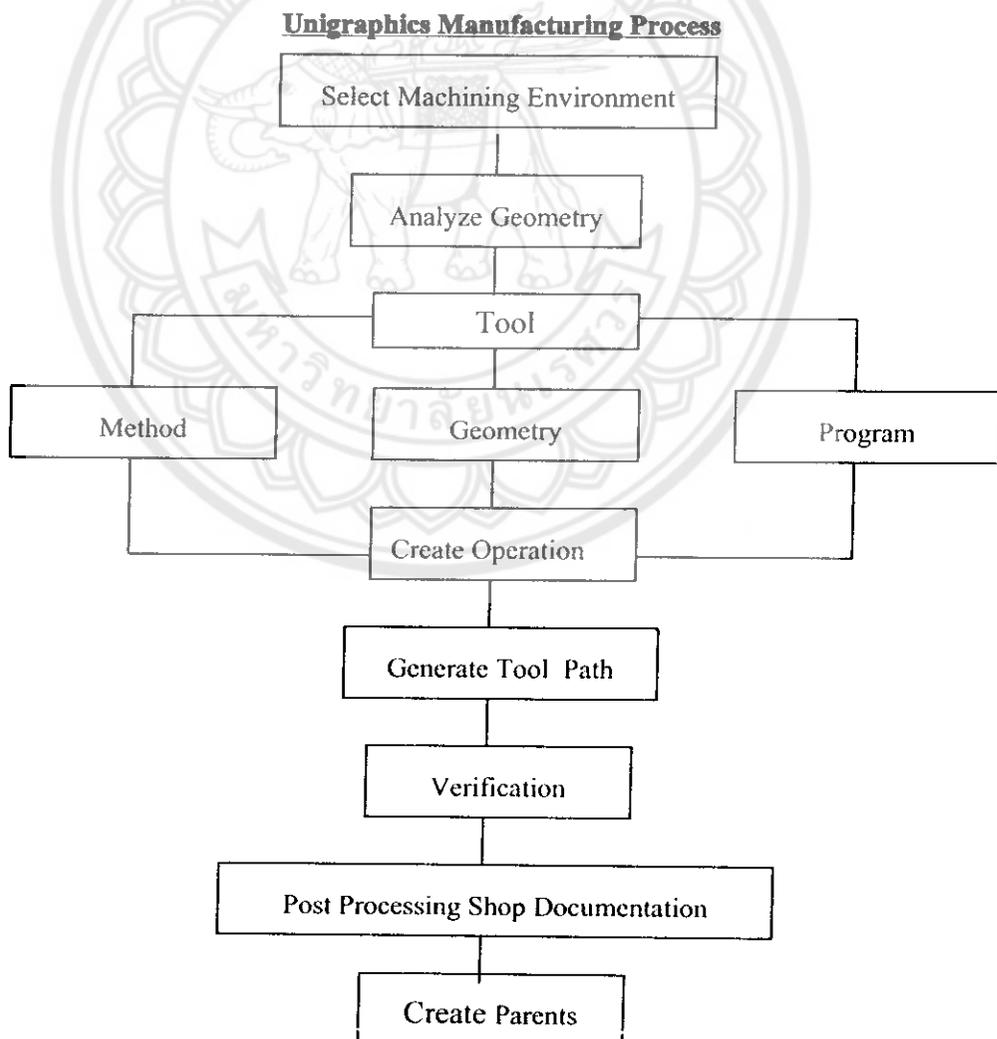
บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ศึกษาการใช้งาน Unigraphic CAD/CAM software

4.1.1 The Manufacturing Process

กระบวนการสร้างชิ้นงานด้วยการ Machining ของโปรแกรม UG เป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนอยู่ไม่น้อย อีกทั้งตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการควบคุมจะมีค่อนข้างมาก ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจและมองเห็นภาพรวม จึงขออธิบายด้วยไดอะแกรม ดังนี้

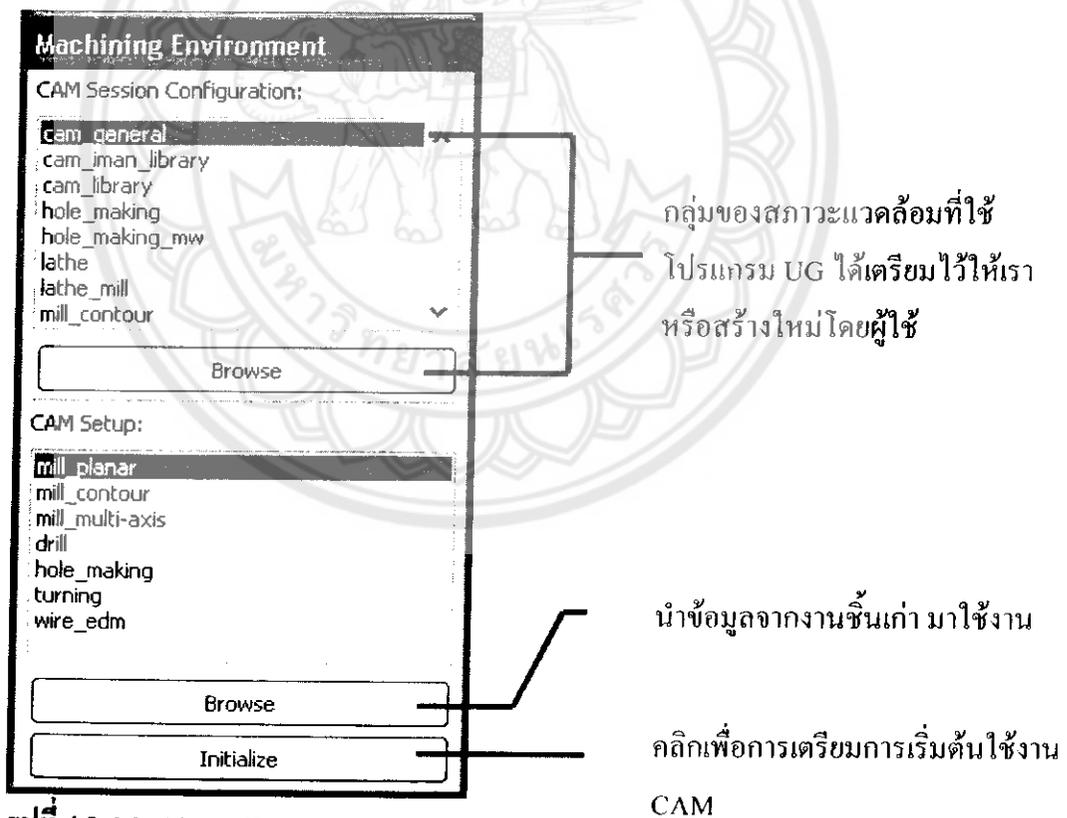


รูปที่ 4.1 Unigraphics Manufacturing Process

4.1.1.1 Select Machining Environment การเลือกสภาวะแวดล้อมของการกัดงาน (Machining)

ของโหมด Manufacturing ในโปรแกรม UG จะเป็นสิ่งแรกที่จะต้องพิจารณาทุกครั้งในการเริ่มต้นทำงานกับชิ้นงานใหม่ แต่เมื่อเรากลับมาใช้งานอีกครั้ง โปรแกรมจะจดจำข้อมูลเหล่านี้ไว้โดยไม่ต้องกำหนดใหม่อีก ขั้นตอนนี้อาจจะเรียกได้อีกว่าการ CAM Configuration

สิ่งแรกที่จะต้องพิจารณาก็คือ เราจะต้องการใช้งานกลุ่มสภาวะแวดล้อมของการกัดงานกลุ่มใดตามที่โปรแกรม UG ได้เตรียมไว้ให้เรา (เราสามารถกำหนดกลุ่ม CAM Session ขึ้นได้เอง) ส่วนมากสำหรับงานทั่วไปแล้ว เรามักจะเลือกใช้กลุ่มของ cam_general แล้วต่อไปก็กำหนดเลือก CAM Setup ตามที่ต้องการ (ตามชนิดของ Geometry) ซึ่งหากเรามีงานเก่าที่เคยใช้เป็นประจำ เราสามารถดึงข้อมูลต่างๆเข้ามา Configuration ชิ้นงานใหม่ของเราได้เลย เช่นกัน



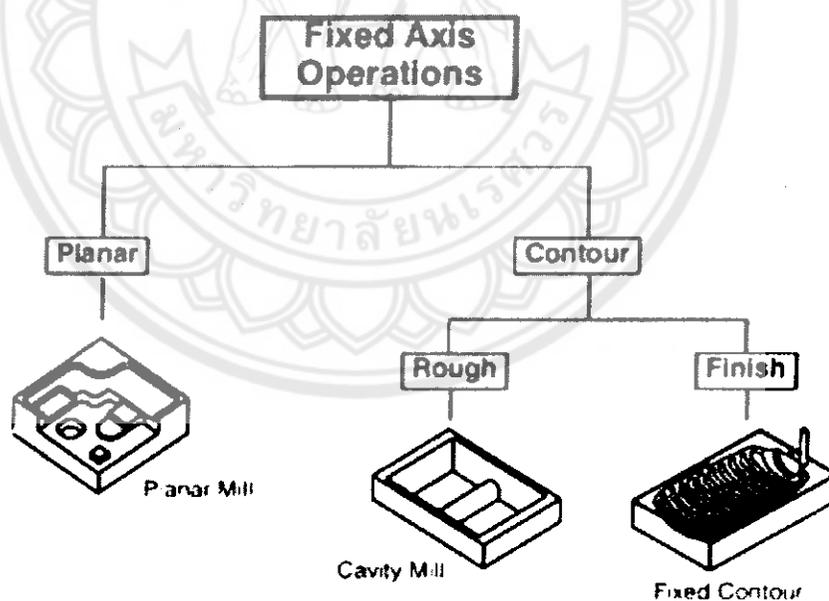
รูปที่ 4.2 Machining Environment

4.1.1.2 Analyze Geometry ขั้นตอนนี้เราจะต้องมาพิจารณา และวิเคราะห์รูปทรงของชิ้นงาน (Geometry) ถึงวิธีการที่จะกัดเอาส่วนที่ไม่ต้องการออกไป (เทียบกับก้อนชิ้นงานดิบก่อนที่จะทำการ Machining) โดยพิจารณาจากลักษณะการวางตัวของ Part Geometry

หากผิวหรือการวางตัวของผิวชิ้นงานส่วนใหญ่เป็นชั้นระนาบ ก็ควรจะเลือกแบบ Planar Mill (เหมาะกับการกัดทั่วๆ ไปที่ผิวงานง่ายๆ ไม่ซับซ้อน) หากผิวงานมีลักษณะเป็นส่วน โค้งมากๆ ก็เลือกเป็นแบบ Contour เพราะการกัดแบบ Contour แรงปะทะระหว่างใบมีดรุนแรงกว่าและต้องใช้ Tool ที่เหมาะสมกับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ทำชิ้นงานด้วย

จากนั้นพิจารณาต่อว่า จะเป็นการกัดหยาบก็ใช้แบบ Cavity Mill (เหมาะสำหรับงานที่เพ็งกัดใหม่ๆ จะกินเนื้อของชิ้นงานมาก) ซึ่งจะประหยัดเวลากว่า แต่หากผ่านการกัดด้วย Cavity Mill มาแล้วขั้นตอนต่อไป จะเป็นการกัดละเอียดเพื่อเก็บงาน เราจะใช้แบบ Fix Contour

ในเชิงปฏิบัติถ้าหากชิ้นงานมีขนาดใหญ่ และทำจากเหล็กกล้า เรามักจะใช้วิธีการหล่อชิ้นงานที่มีขนาดใกล้เคียงก่อน แล้วจึง Machining เก็บรายละเอียดเพื่อความแม่นยำ ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลา และทุนวัสดุไปได้มาก ต่อไปจะเป็นไดอะแกรมสำหรับการกัดแบบ 3 แกนทั่วๆ ไป ดังนี้

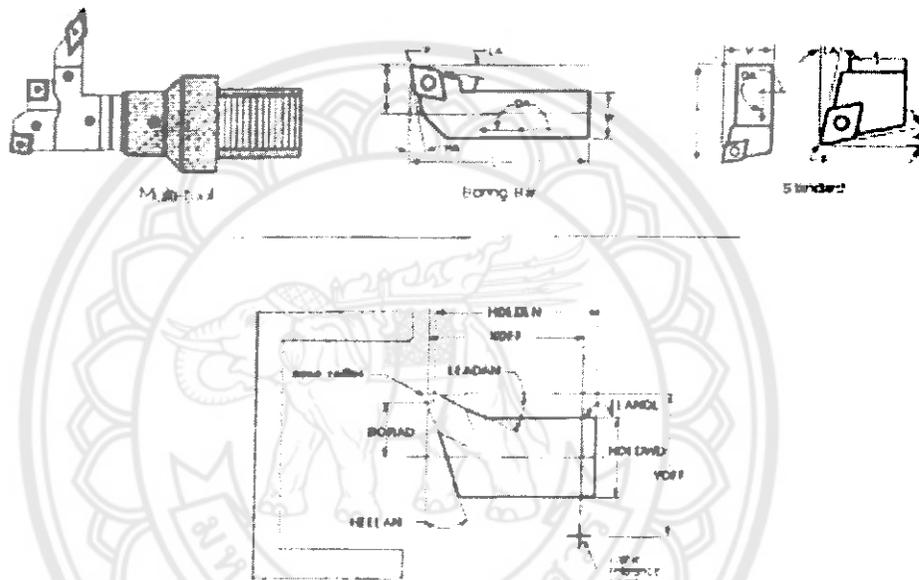


รูปที่ 4.3 ไดอะแกรมสำหรับการกัดแบบ 3 แกน

4.1.1.3 Define Tools จะเป็นการพิจารณาเลือกใบมีดของใบมีด หรือ Tools อย่างเหมาะสมกับวัสดุที่ใช้ทำชิ้นงาน และจะมีรูปแบบการ Machining ว่าเป็นการกัดหยาบหรือกัดละเอียด มุมอับที่มี

การปะทะกับชิ้นงานมากน้อยขนาดไหน ความเร็วรอบของใบมีดเท่าไร ขนาดของมุมอับจะมีผลต่อการขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางที่เลือกใช้

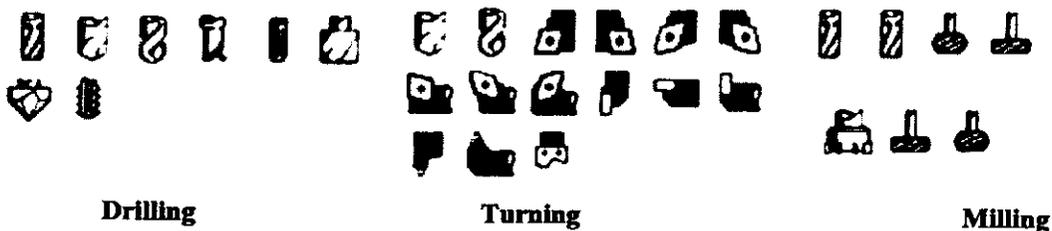
รวมถึงพิจารณาถึงความสามารถ และความแข็งแรงของเครื่อง CNC ที่ใช้กัด วิธีการจับยึดของชิ้นงานกับแป้นฐานว่า สามารถต้านทานต่อแรงสั่นบัด แรงสั่น ได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะต้องกำหนดขนาดของ Tool ให้เหมาะสม และถ้าหากเป็นการกัดแบบ High Speed Machining ก็จะต้องพิจารณาถึงหลักการที่กล่าวมาข้างต้นเป็นพิเศษ



รูปที่ 4.4 Define Tools

ชนิดของใบมีด (Tool) ในการ Machine ที่นิยมจะแบ่งตามวิธีการกัดได้ 3 ประเภทคือ

- 1) Milling จะเป็นการกัดทั่วๆ ไป
- 2) Drilling จะเป็นการเจาะรู
- 3) Turning จะเป็นการกัดที่ต้องการคุณภาพสูง และมีความรวดเร็ว



รูปที่ 4.5 ชนิดของใบมีด (Tool) ในการ Machine

4.1.1.4 Create Parents ขั้นตอนนี้จะเป็นการกำหนดส่วนประกอบย่อยที่สำคัญ เพื่อนำข้อมูลไปคำนวณเส้นทางการเดินของ Tool path ที่จะต้องประกอบไปด้วย 3 วิธีคือ

1) Method คือการกำหนดลักษณะการกัดว่าเป็นการกัดหยาบ กัดละเอียด กัดกึ่งละเอียด หรือจะไม่กำหนด (None)

2) Geometry คือ การเลือกส่วนที่เป็น Part, Blank, Check, Trim, Cut Area สำหรับนำไปกำหนดเส้นขอบ Boundary ต่างๆ เพื่อกำหนดขอบเขตการสร้าง Tool Path

3) Program ที่หน้าต่างของ Operation Navigator จะประกอบไปด้วย

- NC_PROGRAM เป็น โปรแกรมที่บรรจุตัวเลือกย่อยอื่นๆ จะเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขไม่ได้
- PROGRAM เป็น โปรแกรมภายในจะประกอบด้วยหลายๆ operation ซึ่งจะสามารถตั้งชื่อได้
- None จะถือว่าเป็น โปรแกรมตัวหนึ่งที่ยังไม่ได้ตั้งชื่อ โดยจะเป็นระบบของวัตถุตัวหนึ่ง

(System Object) ที่เราแก้ไขไม่ได้

4.1.1.5 Create Operations ขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้าง โอเปอเรชันจากข้อมูลของ Parents โดยการเลือกจากปุ่มคำสั่ง Create Operation ซึ่งเราจะต้องกำหนดส่วนประกอบอื่นที่สำคัญอย่างสมบูรณ์ อาทิ เช่น Cut Method, Drive Method, Stepover, Engage/Retract, Cutting, Feed rate, Avoidance, Range, Depth เป็นต้น

Percent	75.0000
Blank Distance	0.1000
Depth Per Cut	0.0000
Final Floor Stock	0.0000
Control Points	
Engage/Retract	
Method	Automatic
Cutting	
Corner	Avoidance
Feed Rates	Machine

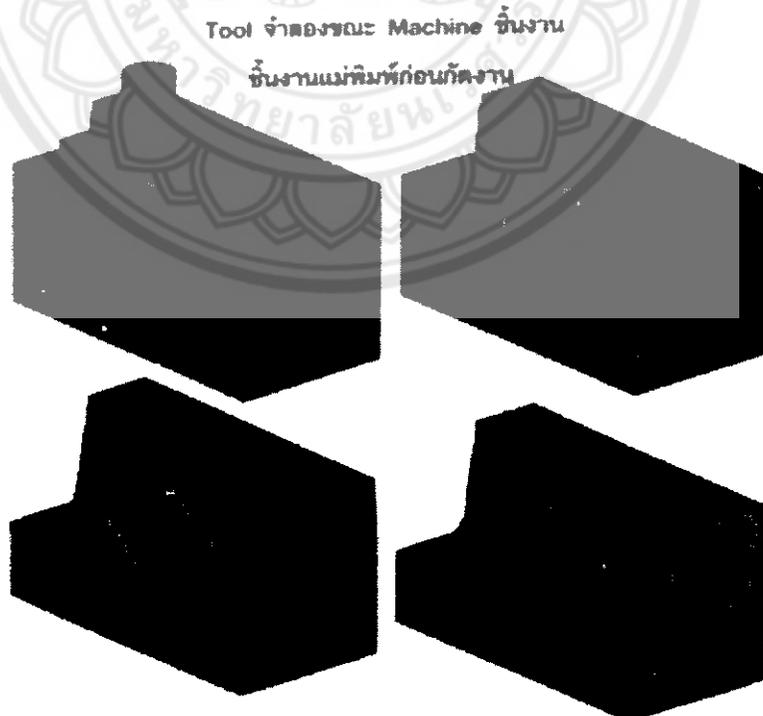
เราจะต้องกำหนดข้อมูลอื่นๆ ที่จำเป็นประกอบอีกด้วย เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ Tool Path สำหรับกำกับทิศทางกรึงของใบมีดในการกัดแม่พิมพ์

รูปที่ 4.6 Create Operations

4.1.1.6 Generate Tool Path เมื่อกำหนดตัวเลือกและกำหนดข้อมูลที่เหมาะสมแล้ว ขั้นตอนนี้จะเป็นการสั่งให้

โปรแกรมทำการคำนวณ (Generate) โดยอาศัยข้อมูลทั้งหมด เพื่อสร้าง Tool paths ที่เป็นทางเดินของ Tool เพื่อกัดชิ้นงาน สิ่งที่คำนวณได้เราจะเรียกว่า **โปรแกรมการกัด** ซึ่งโปรแกรมที่ได้เหล่านี้เราอาจจะเข้าไปแก้ไขได้อีก หรือเข้าไปตรวจสอบเพราะเป็นภาษาที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรที่เราสามารถอ่านออกและเข้าใจความหมายแบบง่ายๆ ในชิ้นงานชิ้นหนึ่งอาจจะประกอบไปด้วยหลายๆ โปรแกรมการกัดก็ได้เพราะเราต้องมีทั้งการกัดแบบหยาบและการกัดแบบละเอียด หรือกัดละเอียดหลายๆครั้งสำหรับชิ้นงานที่ต้องการความแม่นยำสูง รวมไปถึงชิ้นงานที่มีความซับซ้อนมากๆ เป็นต้น

4.1.1.7 Verification เมื่อเราได้ทำการคำนวณ โดยการ Generate Tool Paths เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำโปรแกรมการกัดที่ได้ทั้งหมดมาเปรียบเทียบ (Verification) โดยจะแสดงออกมาด้วยการวิ่งของ Tool ไปตามเส้นทาง Tool path ที่คำนวณได้เพื่อดูความถูกต้อง หรือแบบ Dynamic ที่มีการจำลองชิ้นงาน และ Tool แบบเสมือนจริงที่กัดให้เห็นในทุกขั้นตอน โดยจะมีคำสั่งเปรียบเทียบ (Compare) โดยเทียบกับ Path Geometry เดิมที่ควรจะได้ เราจะตรวจสอบได้เลยว่าถูกต้องจริงหรือไม่ เพื่อนำไปกัดละเอียดต่อไป



รูปที่ 4.7 Verification



4.1.1.8 Post Processing & Shop Documentation ขั้นตอนที่สุดท้ายหลังจากเราทำการเปรียบเทียบ (Verification) โดยการเทียบกับ Part Geometry หากไม่พบจุดบกพร่อง ต่อไปเราจะนำโปรแกรมการกัดที่ได้ทั้งหมดผ่านกระบวนการที่ปรับให้โปรแกรมการกัด สามารถใช้ได้กับเครื่องจักรที่เราจะนำไปใช้ในการกัดจริง (ขึ้นอยู่กับแต่ละยี่ห้อของเครื่องกัด CNC)

วิธีการนี้เราจะเรียกว่า Post Processing ในรูปของ NC CODE ซึ่งมีทั้ง M CODE และ G CODE ต่างๆเพื่อนำไปควบคุมให้เครื่องจักร CNC กัดงานตามที่ต้องการ ซึ่งตัว Post Processing จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางทำหน้าที่แปลงไฟล์ .CLS ให้เป็นไฟล์ .PTP (จะไม่สามารถใช้ได้กับต่างรุ่น หรือต่างยี่ห้อได้เลย)

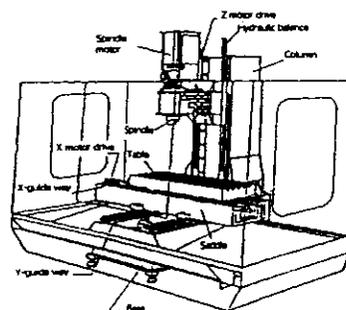
จากนั้นเราก็ต้องทำการกำหนดเอกสารควบคุม (Shop Documentation) ที่เป็นรายละเอียดของวิธีการกัด รายละเอียดของ Tools รูปแสดงรายละเอียดต่างๆเพื่อกำกับความถูกต้องกับผู้ควบคุมเครื่อง CNC จึงมั่นใจได้ว่า ชิ้นงานมีคุณภาพสูง แม่นยำ และทันเวลา

4.2 ศึกษาเกี่ยวกับคำสั่ง G Code และ M Code ใช้งานกับเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1

ผู้ใช้เครื่องจักรควรจะทราบว่า คำสั่ง G Code และ M Code มีหน้าที่การใช้งานอย่างไรบ้าง ซึ่งจะทำให้ง่ายในการตรวจสอบหากมีข้อผิดพลาดใน NC Program

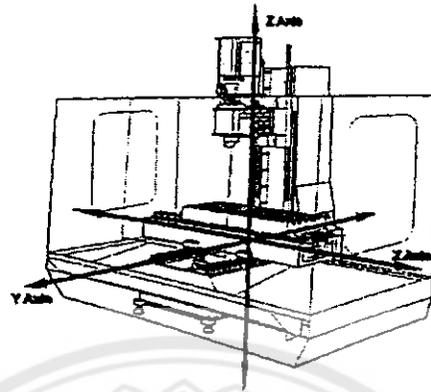
4.3 ศึกษาการใช้งานของเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1

เครื่องจักร Haas Automation INC รุ่น VF1 เป็นเครื่อง Vertical Machining center หมายถึง เครื่องกัดแนวตั้งแบบรวมศูนย์เครื่องมือตัด โครงสร้างของเครื่องจักร



รูปที่ 4.8 แบบจำลองเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1

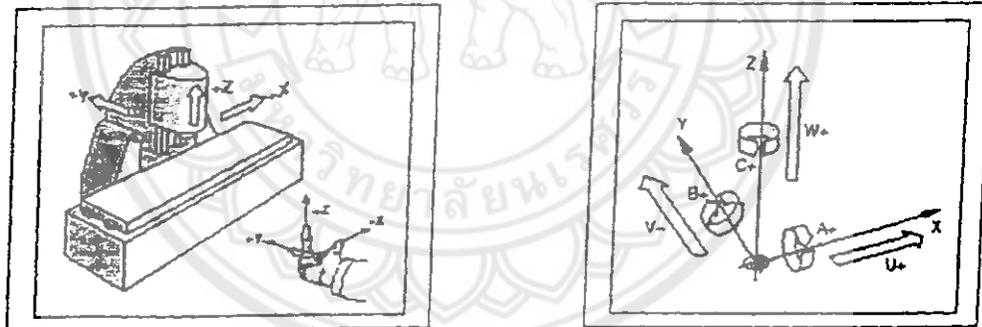
4.3.1 การเคลื่อนที่ของแนวแกน



VF-1 showing X, Y, and Z-axis lines.

รูปที่ 4.9 แนวแกนของเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1

การพิจารณาการเคลื่อนที่ จะยึดถือว่า Tool หรือหัวตัดเป็นตัวเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆตามกฎมือขวา

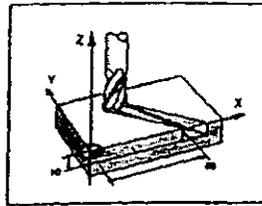


รูปที่ 4.10 ทิศทางการเคลื่อนที่ตามกฎมือขวา

หมายถึงการเคลื่อนที่ที่ เครื่องมือตัดจะต้องเป็นไปตามทิศทางของแกนหลักและแกนหมุนต่างๆ

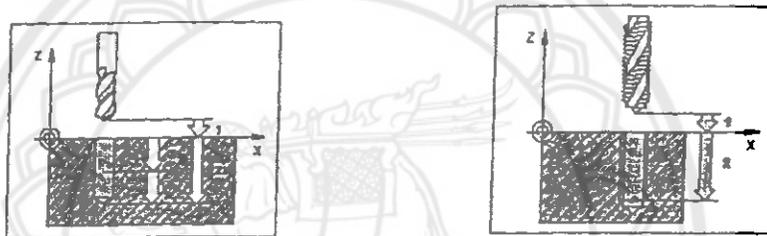
4.3.2 ลักษณะการทำงาน

4.3.2.1 กัดตรง



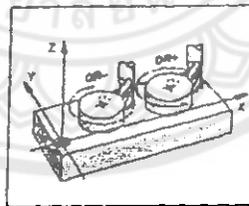
รูปที่ 4.11 การกัดตรง

4.3.2.2 Drill, Ream, Tap



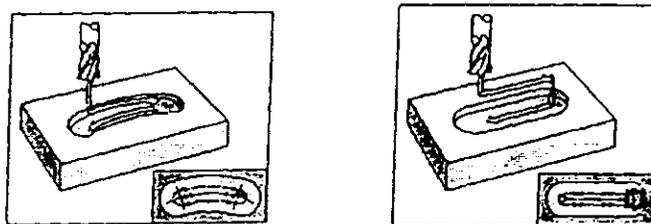
รูปที่ 4.12 Drill, Ream, Tap

4.3.2.3 Contour, Circular, Round



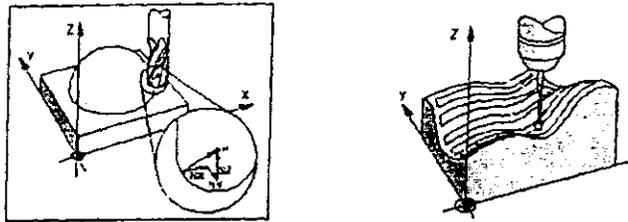
รูปที่ 4.13 Contour, Circular, Round

4.3.2.4 Slot and Pocket



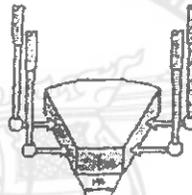
รูปที่ 4.14 Slot and Pocket

4.3.2.5 3D Cut from CAD/CAM system



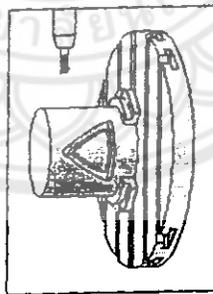
รูปที่ 4.15 3D Cut from CAD/CAM system

4.3.2.6 Digitize and Measuring



รูปที่ 4.16 Digitize and Measuring

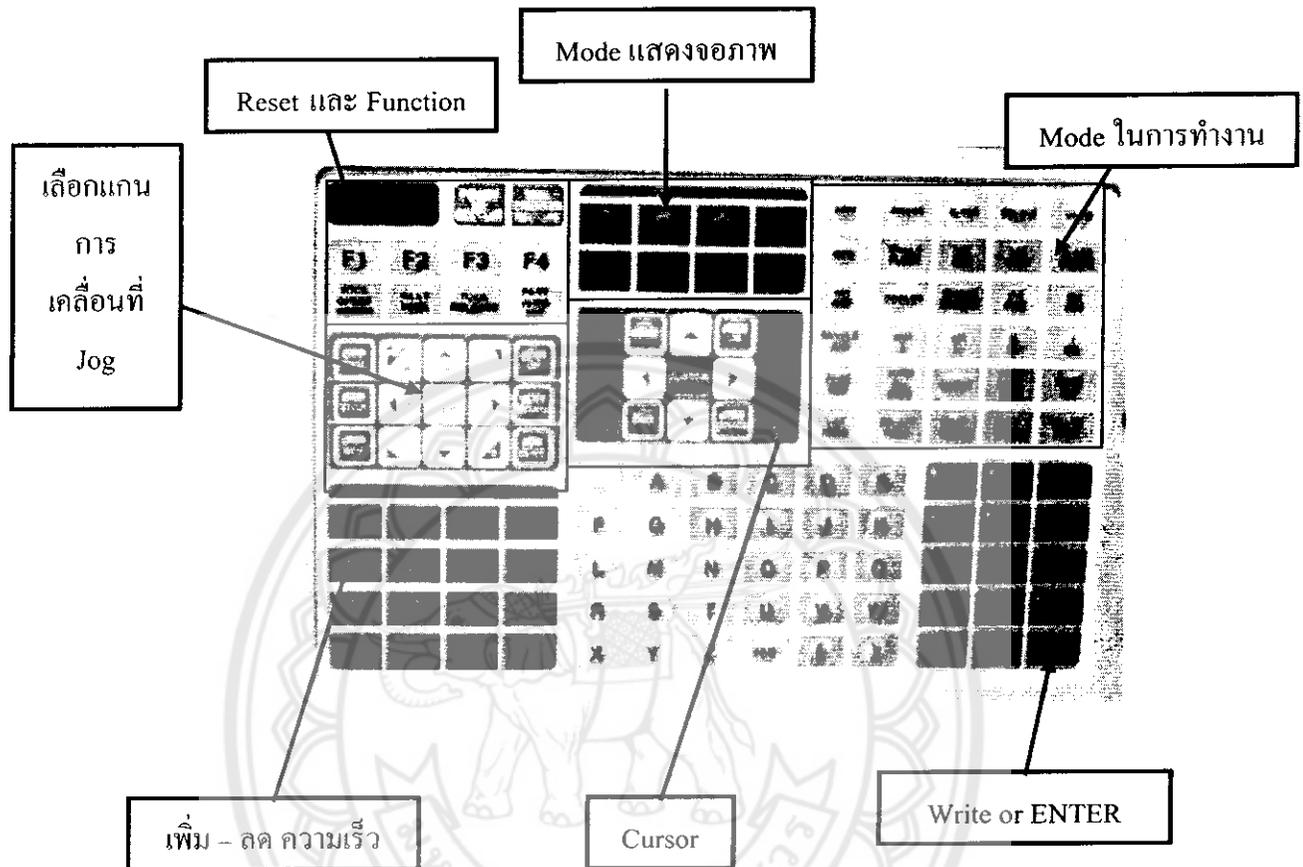
4.3.2.7 4X-Axis



รูปที่ 4.17 4X-Axis

4.3.2.8 Scaling, mirror, rotate and special option

4.3.3 Operating Panel



รูปที่ 4.18 ตำแหน่งของ Mode คำสั่งต่างๆใน Controller

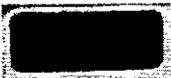
หมายเหตุ ในส่วนของคำอธิบาย Function การทำงานต่างๆ ของ Controller ได้แสดงไว้ในภาคผนวก

4.3.4 Home Position or Pass reference

เครื่องจักรเมื่อ Switch on จะทำการ Load PLC และ check สภาพเครื่องจักรจากนั้นจะต้อง Pass reference มีขั้นตอนดังนี้

วิธีที่ 1

1. Power on (M/C Translate PLC)

2.  for clear alarm

3.  Power up

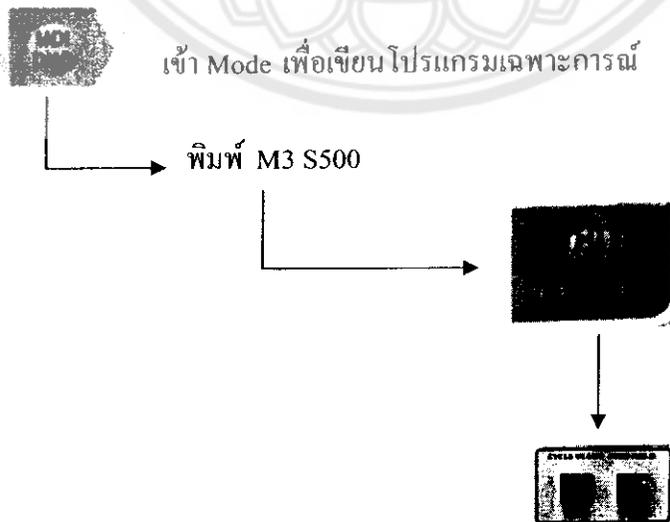
วิธีที่ 2

1. Power on (M/C Translate PLC)

2.  for clear alarm

3.  Zero RETURN
 For Home

4.3.5 การทำงานควรวorm up spindle

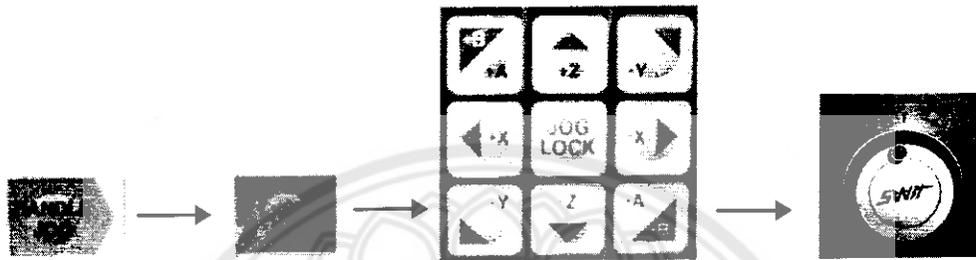


รูปที่ 4.19 ขั้นตอนการ worm up spindle

Cycle Start Spindle จะหมุนตามเข็ม 500 รอบต่อนาที ควร worm up ประมาณ 10-15 นาที
ทำงานในขณะที่เปิดประตูเครื่องจักรเท่านั้น

4.3.6 Jog & Hand wheel

Mode สำหรับใช้มือหมุน หรือปุ่มแกน เพื่อเคลื่อนที่แกนต่างๆมีลำดับดังนี้



รูปที่ 4.20 Jog & Hand wheel

4.3.7 Set Position Zero



เลือกหน้าจอเป็นระยะการเคลื่อนที่



กด Page Up หรือ Down จนหน้าจออยู่ใน Operator



รูปที่ 4.21 ขั้นตอน การ Set Position Zero

การ set ศูนย์ หรือตำแหน่งบน Operator Position นี้เป็นจุดอ้างอิงเฉพาะของผู้ทำงานเท่านั้น

TEST

- เปิดเครื่องและ Pass reference
- วัดความยาวของ Table X,Y โดยใช้ Hand wheel

4.4 ทดลองให้เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 RUN NC โปรแกรมที่ทำจาก UG

ทำการเขียนแบบใน UG แล้ว Cam ออกมาเป็น NC โปรแกรมเพื่อทดสอบดูว่าเครื่องสามารถ RUN NC โปรแกรมได้อย่างถูกต้องหรือไม่

4.4.1 ขั้นตอนการเรียกไฟล์จากแผ่นดิสก์

- 1) ใส่แผ่นดิสก์
- 2) กดปุ่ม Edit
- 3) กดปุ่ม F1
- 5) กดลูกศรเลื่อน เพื่อเลือกคำสั่ง IO
- 6) เลือกคำสั่ง Floppy Directory จะปรากฏชื่อไฟล์ทั้งหมดในแผ่นดิสก์ เลือกไฟล์ที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม Enter* เครื่องจะสามารถ Load ไฟล์ที่มีนามสกุล “.nc” ได้เท่านั้น *
- 7) จะปรากฏโปรแกรมเป็น G- Code ที่เลือกมา

4.4.2 ขั้นตอนการ Run G – Code

- 1) เรียกไฟล์ที่ต้องการ Run
- 2) กดปุ่ม MEM
- 3) กดปุ่ม Setting Graphic 2 ครั้ง
- 4) กดปุ่ม Start
- 5) หากมีข้อผิดพลาดของ Code เครื่องจะ Alarm และจะแสดงผลว่าบรรทัดใดของ Code ที่มีข้อผิดพลาด
- 6) หากไม่มีข้อผิดพลาดของ Code เครื่องจะ Run จนจบ โปรแกรม พร้อมกับแสดงกราฟฟิกในการกัดเป็น 2 มิติด้วย

4.4.3 การแก้ไขโปรแกรม

หากมีข้อผิดพลาดของ Code เครื่องจะ Alarm และแสดงบรรทัดของ Code ที่ผิดพลาด ดังนั้นเราจึงต้องแก้ไขโปรแกรม

4.4.3.1 การแทรก Code

- 1) เลื่อน Cursor ไปยัง Code ที่ต้องการแก้ไข
- 2) พิมพ์ Code ที่ต้องการแทรก
- 3) กดปุ่ม Enter

4.4.3.2 การลบตัว Code ที่ไม่ต้องการ

1) เลื่อน Cursor ไปยัง Code ที่ต้องลบ กดปุ่ม Delete

จากการทดลองให้เครื่องจักร RUN NC โปรแกรมแล้วพบว่า เครื่องจักรไม่สามารถอ่าน File ที่เขียนจากโปรแกรม UG ได้ จึงได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ สรุปได้ว่า

- Format ของโปรแกรม UG กับของเครื่อง Haas ไม่เหมือนกัน

จากการศึกษาโปรแกรม UG พบว่า ในโปรแกรม UG มีโปรแกรมที่สามารถแก้ไข POST ได้ จากนั้น จึงได้ทำการศึกษาวิธีใช้งาน เพื่อทำการแก้ไขต่อไป

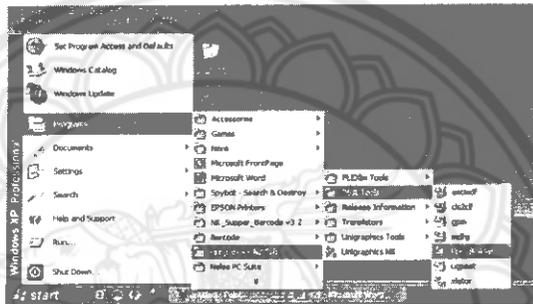
- ตัวอย่าง Format NC Program ของเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 ที่ถูกต้อง

%	
O27495 (TEST)	
N1 T1 M6	เปลี่ยน Tool NO.1
N2 M3 S1000	Spindle on ที่รอบ 1000/min
N3 G90 G17 G54	ข้อมูลทางเทคโนโลยี และการ Set work
N4 G00 X-10.0 Y-10.0 Z10.0	เข้าสู่จุดเริ่มต้นปลอดภัย
N5 G01 Z-10.0 F100.0	เริ่มเข้ากั้ดงานตาม Coordinate
N6 G01 X0 Y0	
N7 X50.0 Y0	
N8 X50.0 Y50.0	
N9 X0 Y50.0	
N10 X0 Y0	
N11 X-10.0 Y-10.0	
N12 G0 Z 100.0 M5	
N13 M30	
%	

4.5 ทำ Postprocessor ใน UG/Post Builder

เป็นการทำ Post สำหรับเครื่อง Haas VF1 เพื่อแก้ไขให้เครื่อง Haas VF1 Run NC Program ของโปรแกรม Unigraphics ได้ โดยโปรแกรม UG/POST BUILDER ของ Unigraphics นี้มีไว้สำหรับแปลง Post ให้ใช้งานได้กับเครื่องจักรต่างๆ ที่ไม่มี Post อยู่ในตัวโปรแกรม ตัวอย่างต่อไปนี้ จะเป็นการทำ Post ของเครื่อง Haas VF1 ซึ่งไม่มีในโปรแกรม Unigraphics

ขั้นตอนที่ 1 เปิดโปรแกรม UG/POST BUILDER ขึ้นมาโดย start – programs- Unigraphics NX2.0 - Post Tools - Post Builder



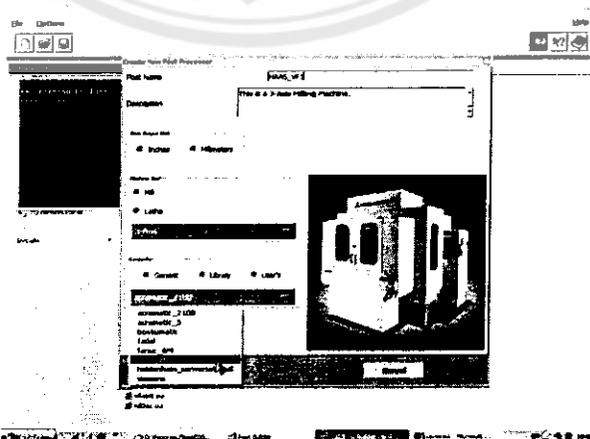
รูปที่ 4.22 ขั้นตอนการเปิดโปรแกรม UG/POST BUILDER

ขั้นตอนที่ 2 คลิกที่ File – new จะปรากฏหน้าจอดังรูป

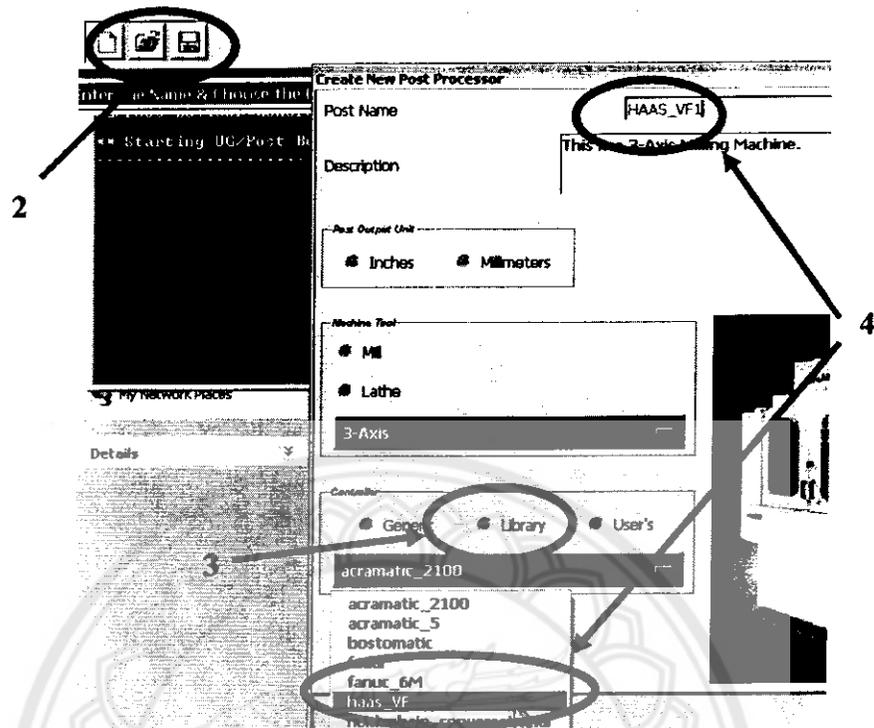
ขั้นตอนที่ 3 ให้เลือก Library แล้วจะมีให้เลือกเครื่องจักรแต่ละชนิด

ขั้นตอนที่ 4 ให้เลือกเป็น haas_vf พร้อมกับตั้งชื่อตรง Post Name เป็น Haas_VF1 เสร็จแล้วกด

OK.

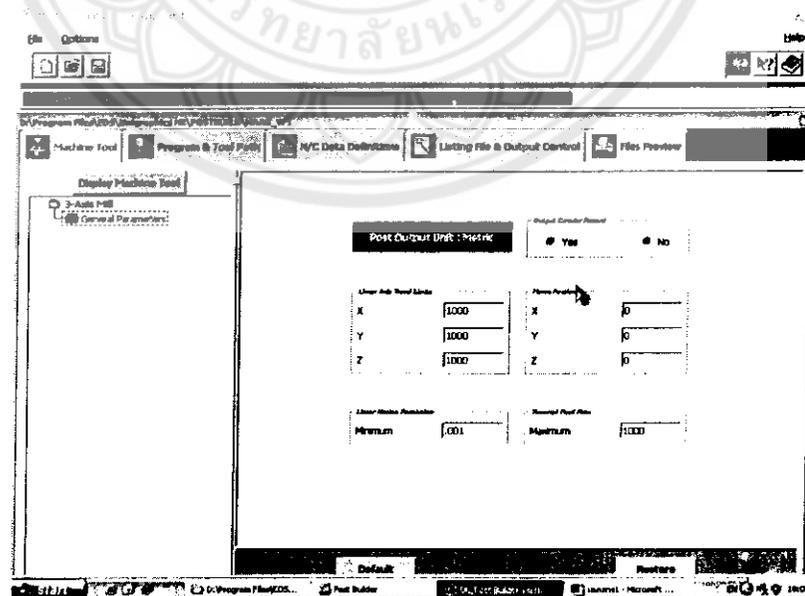


รูปที่ 4.23 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDERขั้นตอนที่ 2,3,4

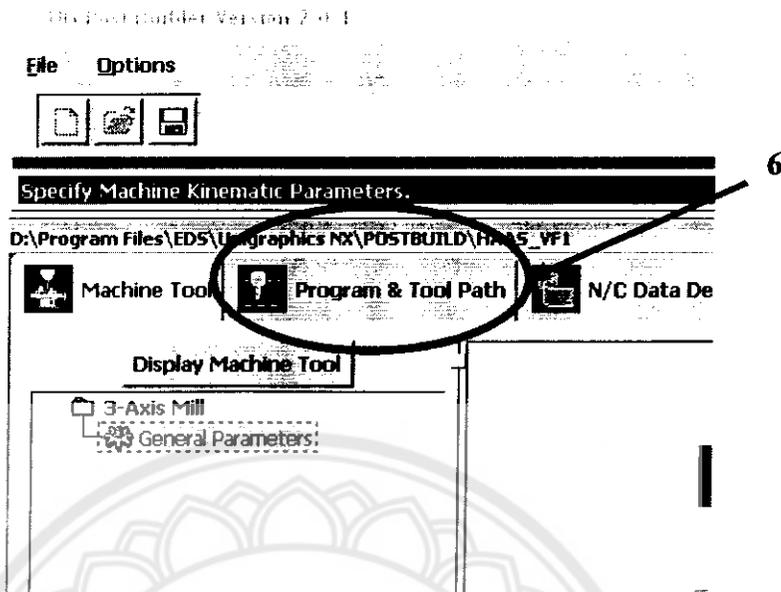


รูปที่ 4.24 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 2,3,4

ขั้นตอนที่ 5 หลังจากกด OK แล้วจะปรากฏหน้าจอดังรูป
 ขั้นตอนที่ 6 เลือกหัวข้อ Program & Tool Path



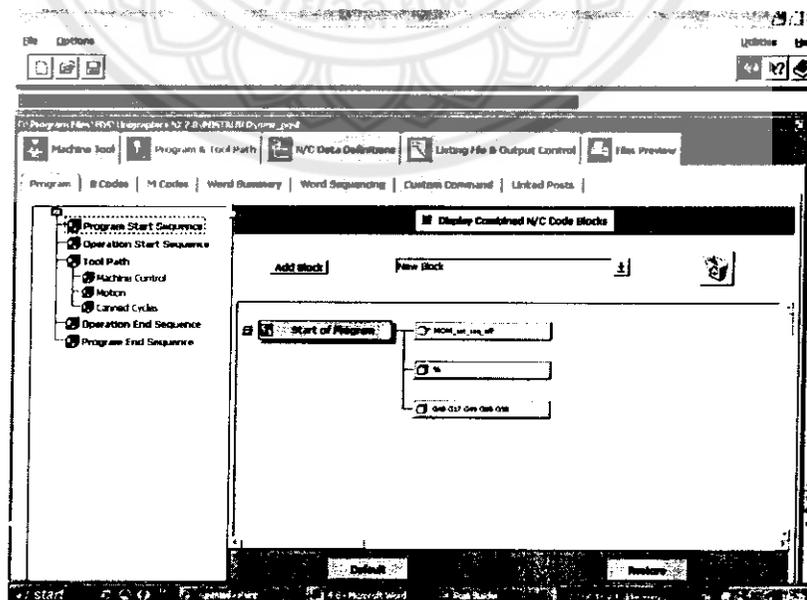
รูปที่ 4.25 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 5,6



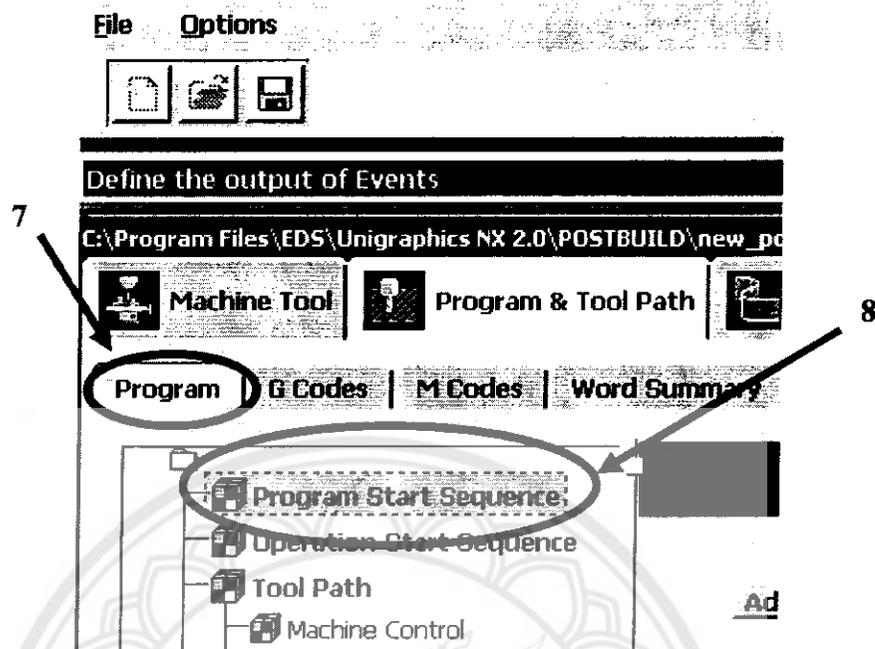
รูปที่ 4.26 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 5,6

ขั้นตอนที่ 7 ในหัวข้อของ Program & Tool Path จะประกอบไปด้วย รายละเอียดต่างๆที่จะเข้าไปแก้ไข ปรับแต่ง post โดยเลือกที่หัวข้อ Program ในนี้จะเป็นการกำหนดว่าจะให้หัวโปรแกรมเป็นอย่างไร ตอนจบโปรแกรมเป็นอย่างไร รวมไปถึงรายละเอียดต่างๆ ซึ่งสามารถแก้ไขได้

ขั้นตอนที่ 8 เลือก Program Start Sequence ซึ่งคือ หัวโปรแกรมที่เราจะทำการแก้ไขให้เหมือน Format ของเครื่อง Haas VF1

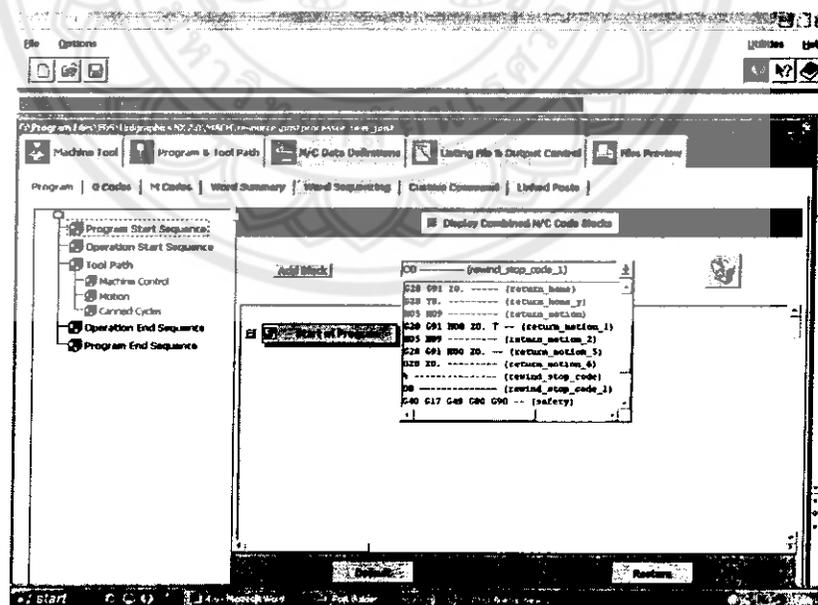


รูปที่ 4.27 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 7,8



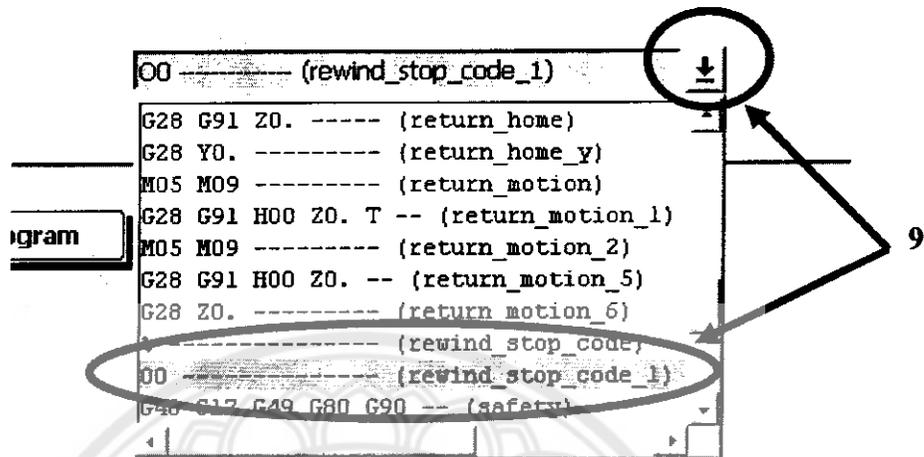
รูปที่ 4.28 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 7,8

ขั้นตอนที่ 9 คลิกที่ปุ่มลูกศร แล้วเลือกรายการ `rewind_stop_code_1` ซึ่งคือ ชื่อของโปรแกรม ต้องขึ้นด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ O (พิมพ์ใหญ่) แล้วตามด้วยตัวเลข ดังรูป



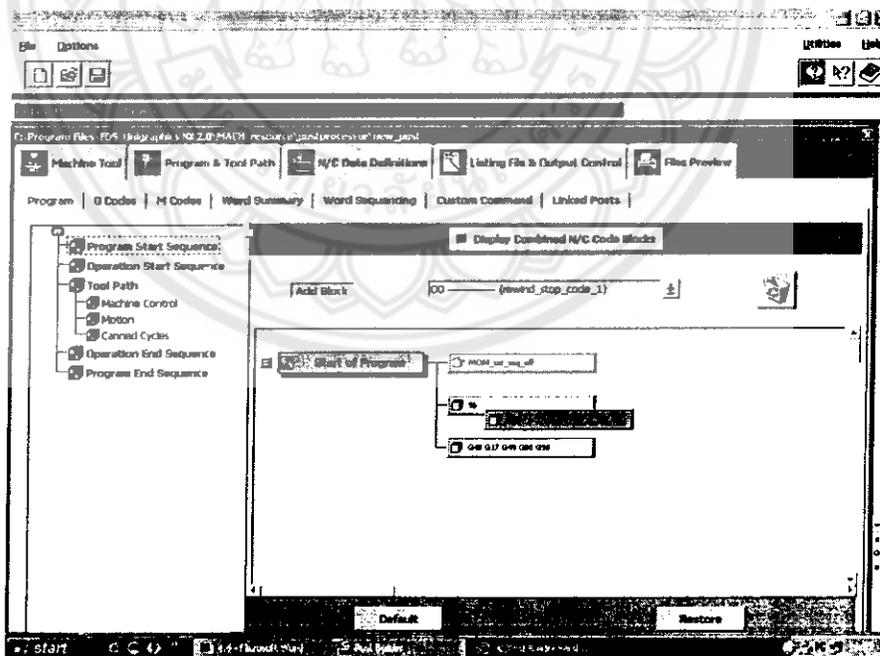
รูปที่ 4.29 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 9

Display Combined N/C Code Blocks

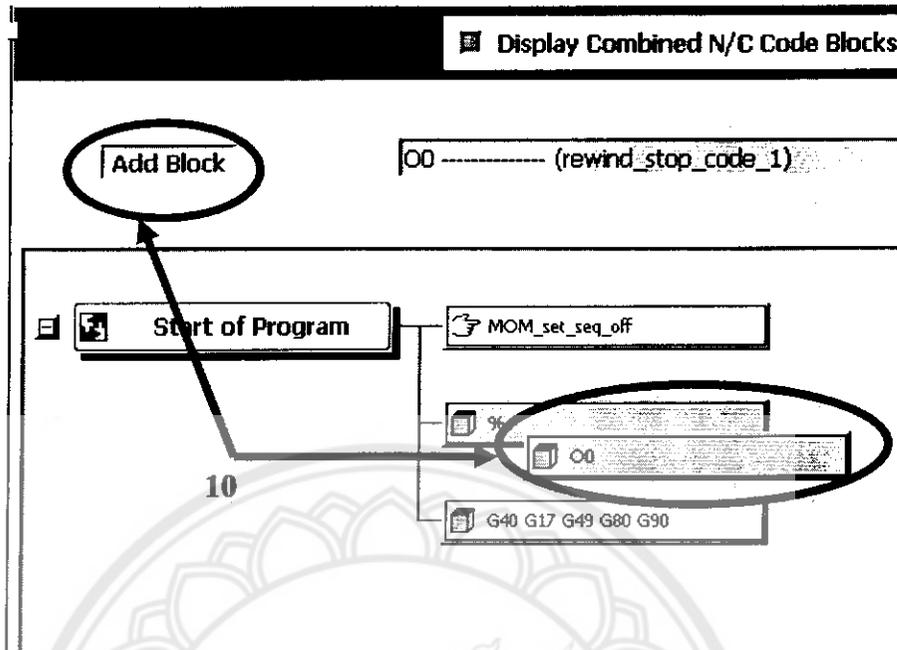


รูปที่ 4.30 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 9

ขั้นตอนที่ 10 คลิกที่ปุ่ม Add Block แล้วลากมาวางไว้ใต้กล่องรายการของ % ดังรูป

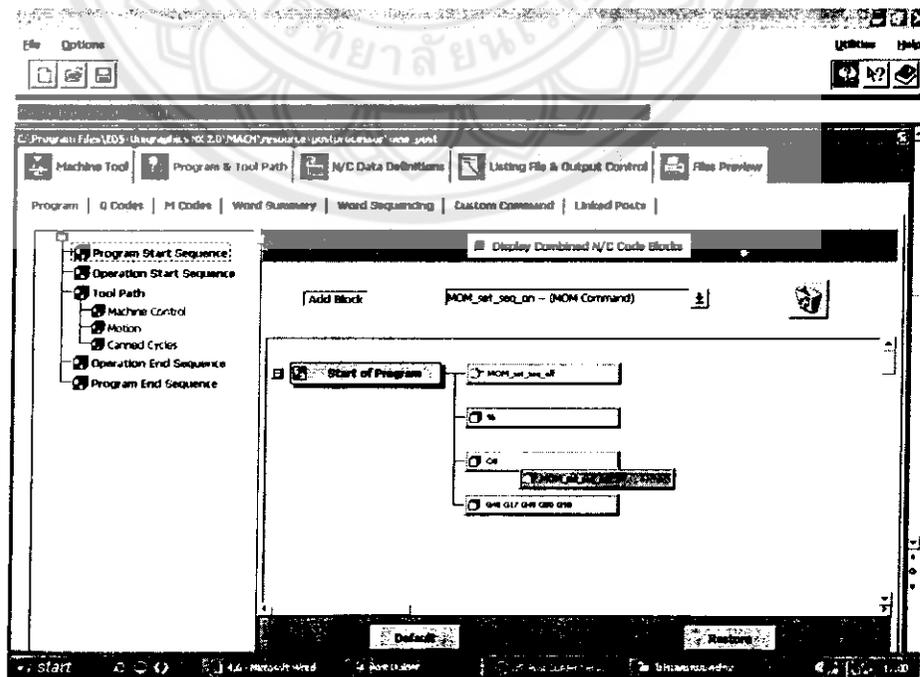


รูปที่ 4.31 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 10

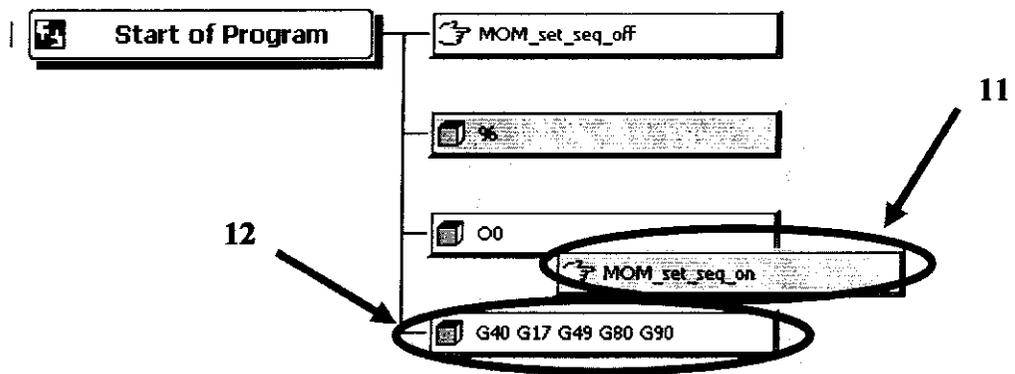


รูปที่ 4.32 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 10

ขั้นตอนที่ 11 เลือกรายการ MOM_set_seq_on ซึ่งคือ หมายเลขลำดับของบล็อก (Nxxx) มาไว้
 ได้กล่องรายการของ O0 ดังรูป
 ขั้นตอนที่ 12 คลิกที่ กล่องรายการ safety

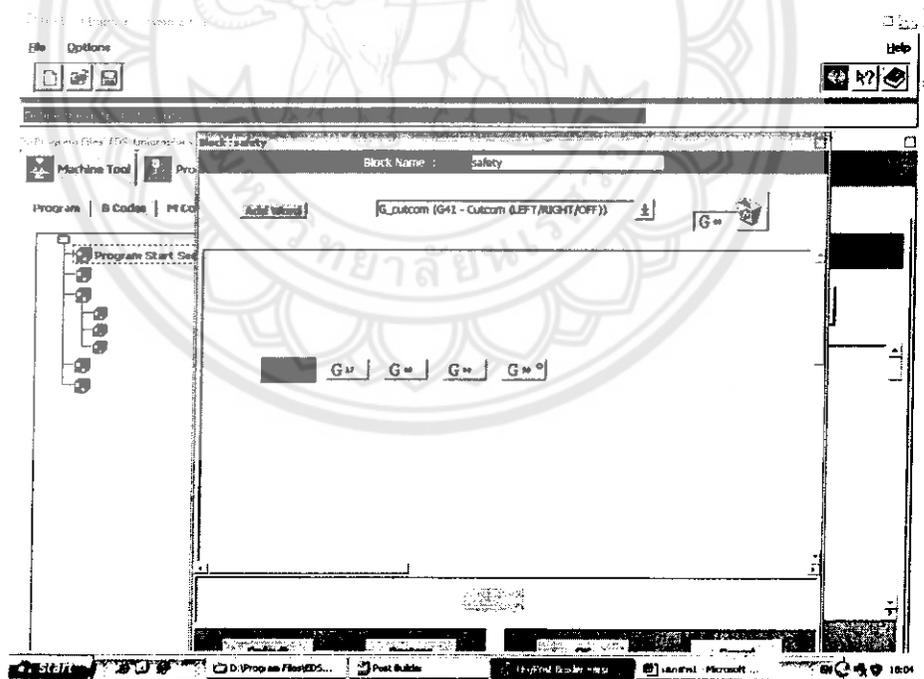


รูปที่ 4.33 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 11,12

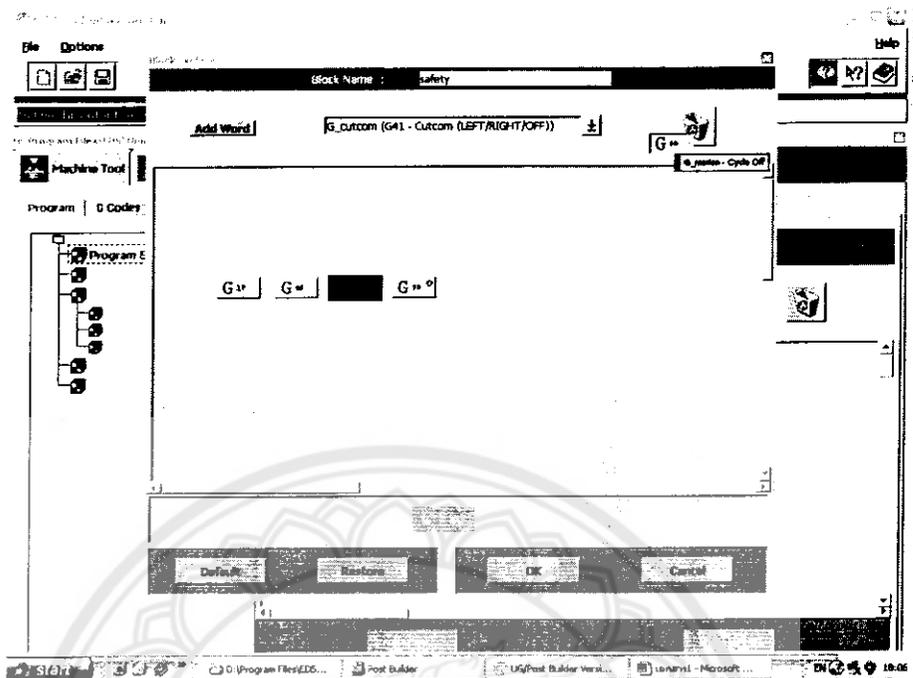


รูปที่ 4.34 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 11,12

ขั้นตอนที่ 13 ทำการลากคำสั่ง G40 และ G 80 ไปที่ กล่องถึงขยะ ดังรูป

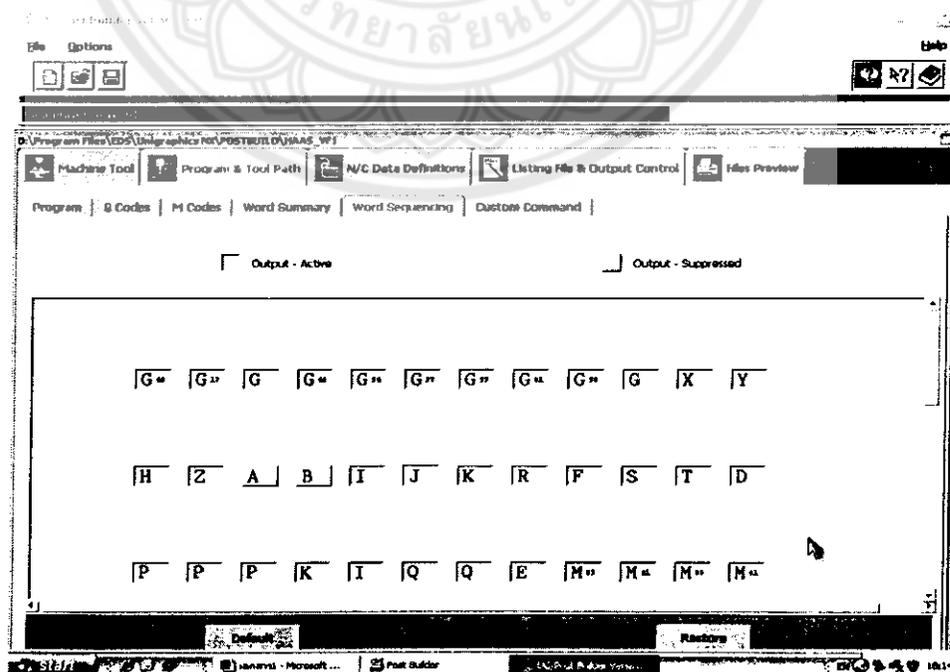


รูปที่ 4.35 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 13 การลากคำสั่ง G 40



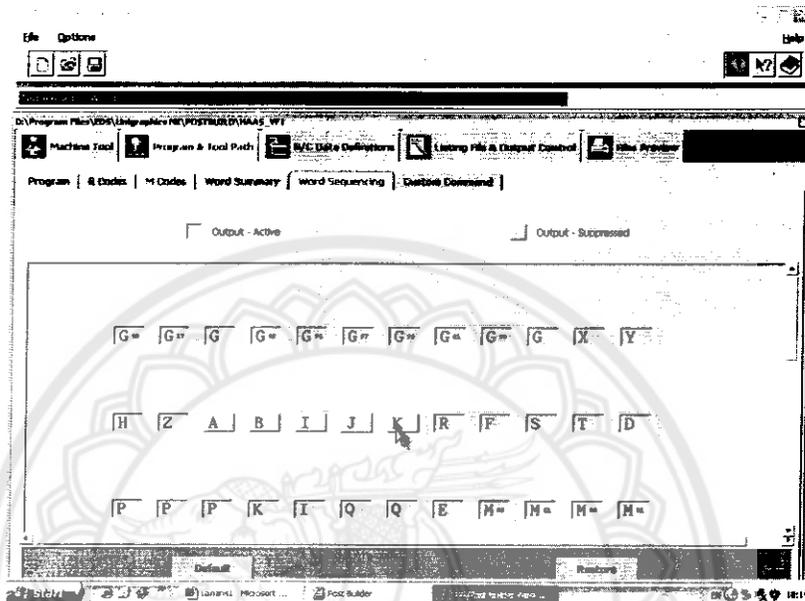
รูปที่ 4.36 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 13 การลาก G 80

ขั้นตอนที่ 14 เลือกที่หัวข้อ Word Sequencing ในนี้จะเป็นการกำหนดว่า ใน post เราจะให้แสดงหรือไม่แสดงคำสั่งต่างๆ ในนี้

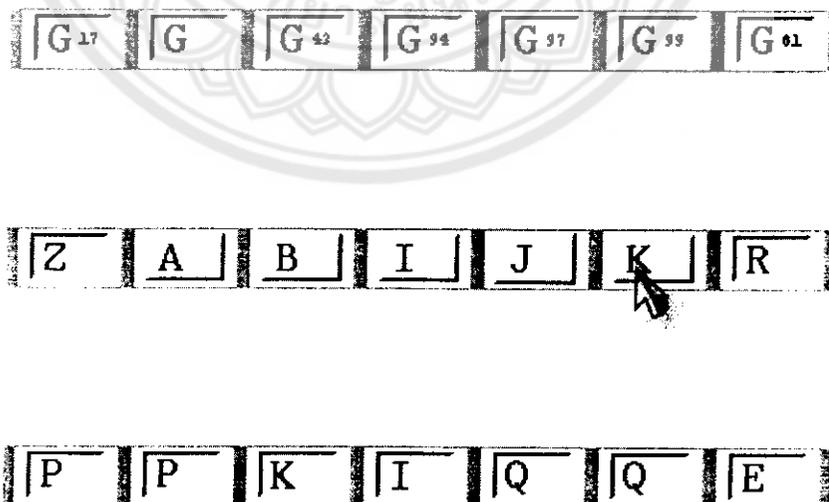


รูปที่ 4.37 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 14

ขั้นตอนที่ 15 จากการทดลองพบว่า เครื่อง Haas VF1 ในการอ่านเส้นโค้ง จะใช้ค่า R ในการแสดงค่า ไม่แสดงเป็นค่า I J K ดังนั้นจึงทำการกำหนดให้โปรแกรมไม่แสดงค่า I J K โดยการคลิกที่ตัวที่อักษรนั้นๆ

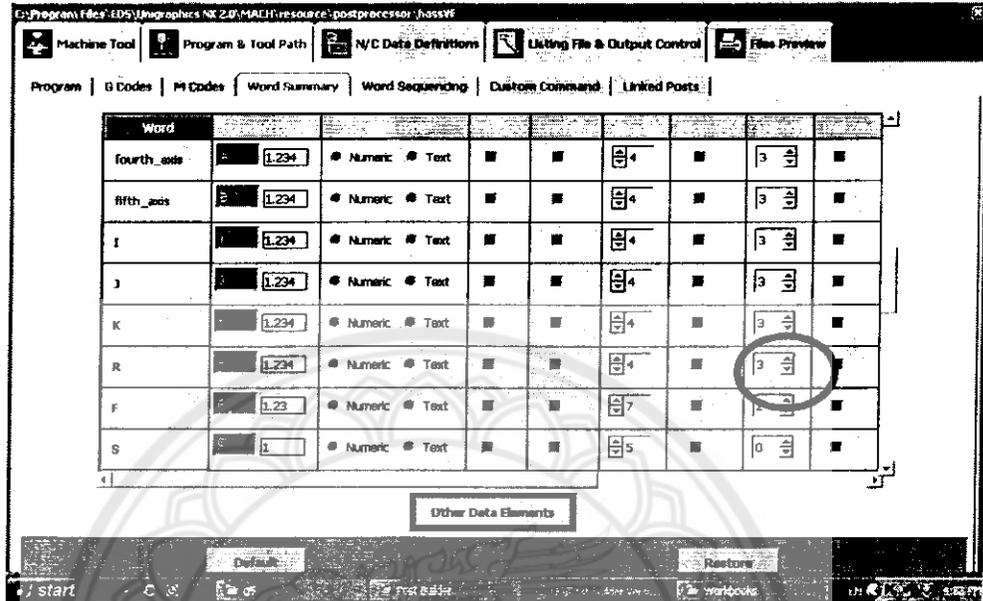


รูปที่ 4.38 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 15

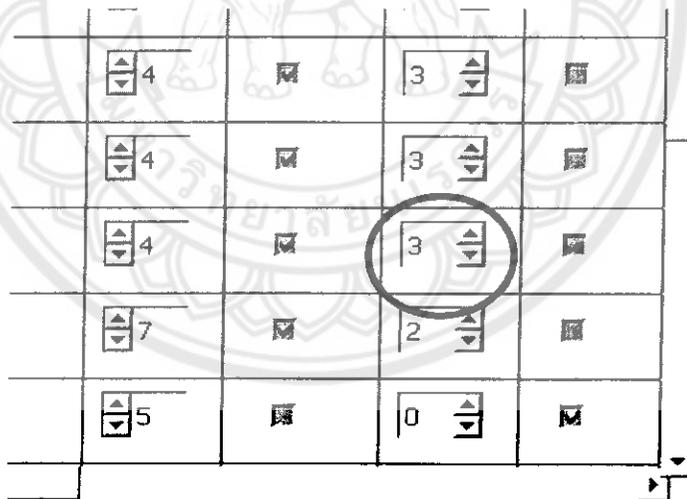


รูปที่ 4.39 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 15

ขั้นตอนที่ 16 ถ้าต้องการให้แสดงเป็น 5 แกน ก็ทำการคลิกที่ตัวอักษร A B ให้เป็นสี่ชมพู
 ขั้นตอนที่ 17 เปลี่ยนค่า R ให้เป็นทศนิยม 3 ตำแหน่ง

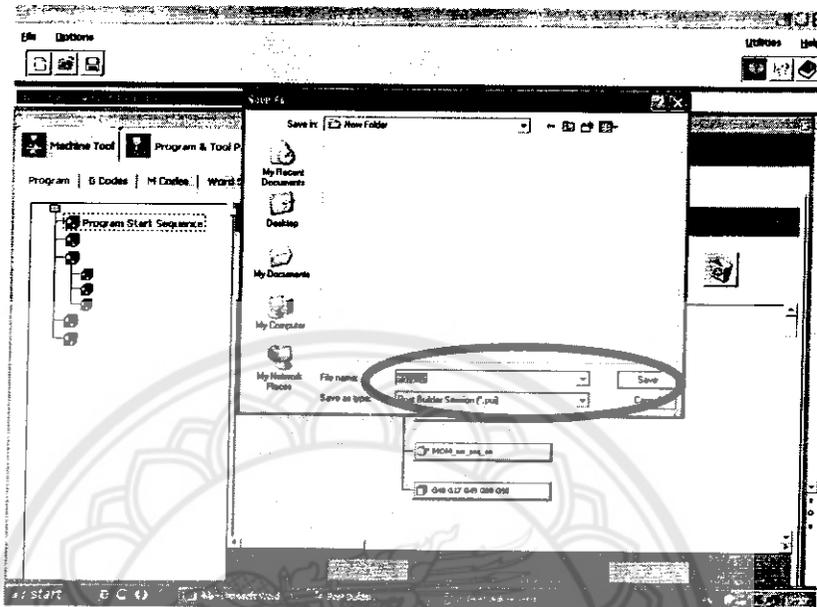


รูปที่ 4.40 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 17

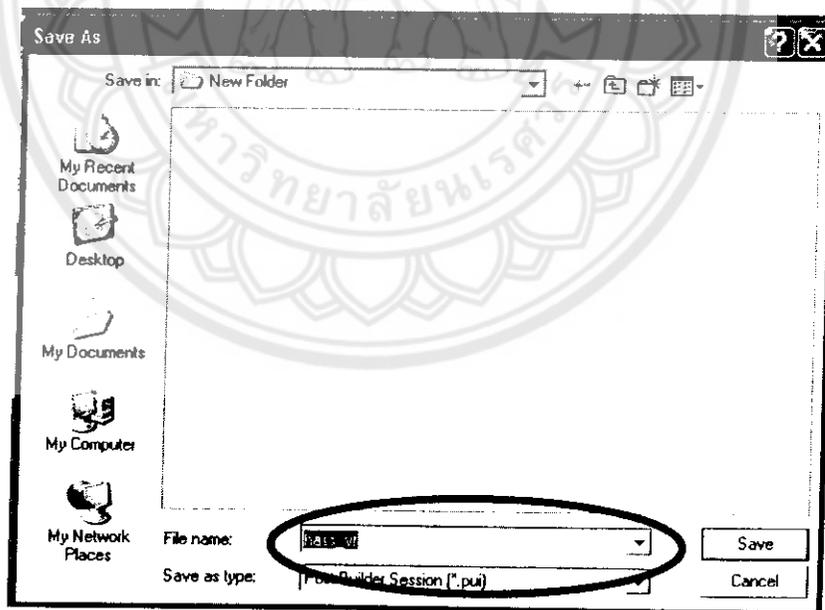


รูปที่ 4.41 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 17

ขั้นตอนที่ 18 ทำการ save as และตั้งชื่อ post ใหม่ ดังรูป



รูปที่ 4.42 ขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 18

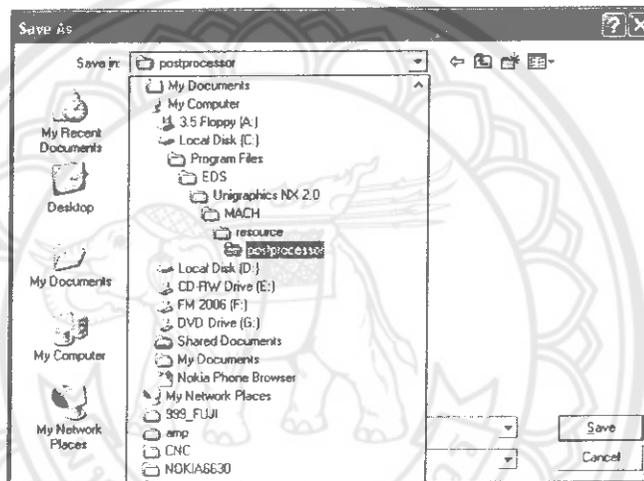


รูปที่ 4.43 ภาพขยายขั้นตอนการทำ UG/POST BUILDER ขั้นตอนที่ 18

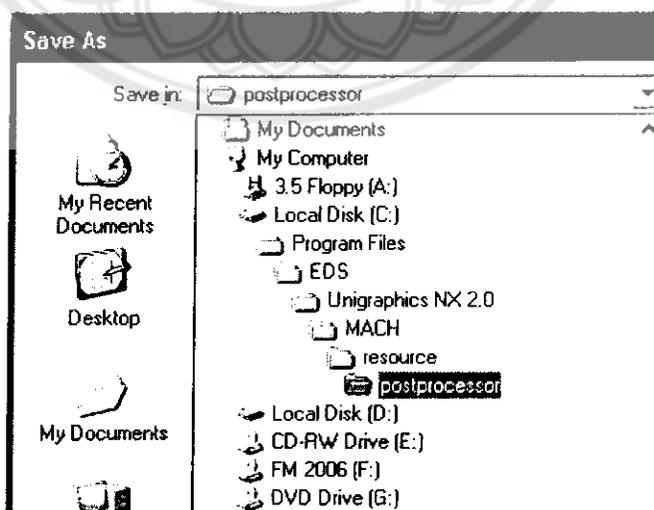
4.6 ทดลองให้เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 RUN NC โปรแกรมที่เขียนจาก UG โดยใช้ postprocessor ที่ทำขึ้นมาจาก UG/Post Builder

ก่อนการทดลอง เราควรรู้วิธีนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ก่อน ซึ่งจะอธิบายเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หลังจากที่เราทำ Post ในโปรแกรม UG/Post Builder เสร็จแล้วขั้นตอนสุดท้ายในการ save ให้เลือก save as – Program Files – EDS – Unigraphics NX 2.0 – MACH – resource – postprocessor ดังรูป

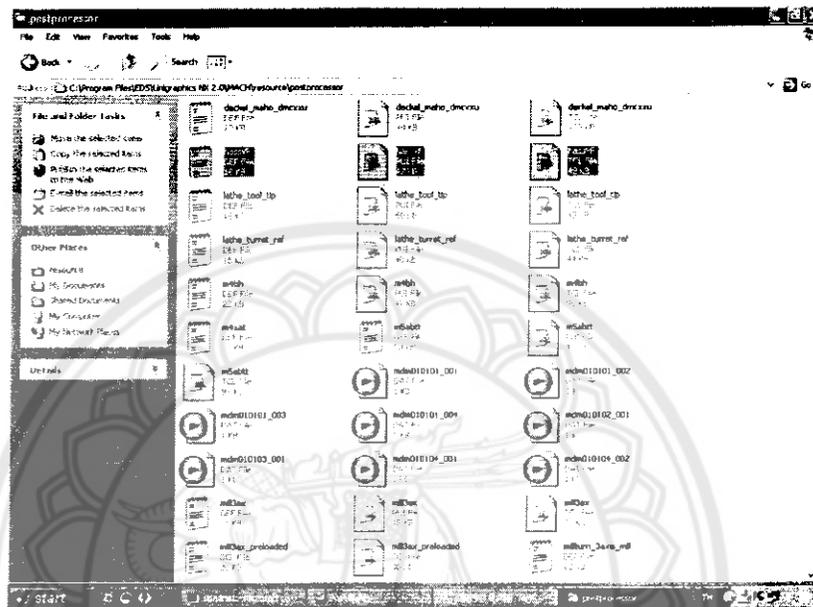


รูปที่ 4.44 ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 4.45 ภาพขยายขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 เข้ามาดู Files ที่เราได้ save ไว้ใน Program Fils – EDS – Unigraphics NX 2.0 – MACH – resource – postprocessor จะพบว่า Files ที่ save มาจะมี 3 ไฟล์ คือ hassVF.DEF , hassVF.TCLและ hassVF.PUI



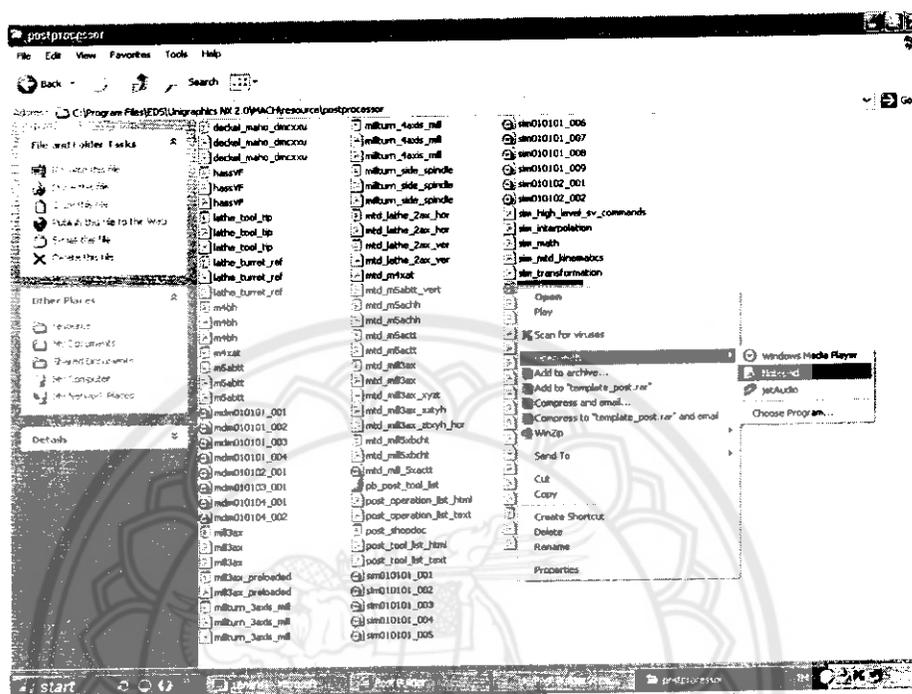
รูปที่ 4.46 ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ขั้นตอนที่ 2



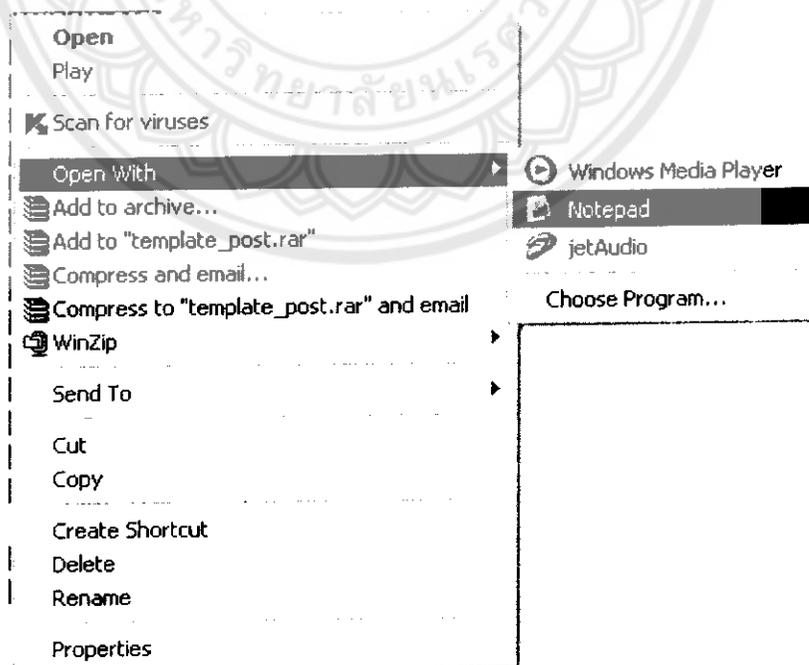
รูปที่ 4.47 ภาพขยายขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3 ในหน้าเดียวกัน ให้คลิก Files : template_post แล้วใช้โปรแกรม Notepad เปิดดู

ดังรูป



รูปที่ 4.48 ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ขั้นตอนที่ 3

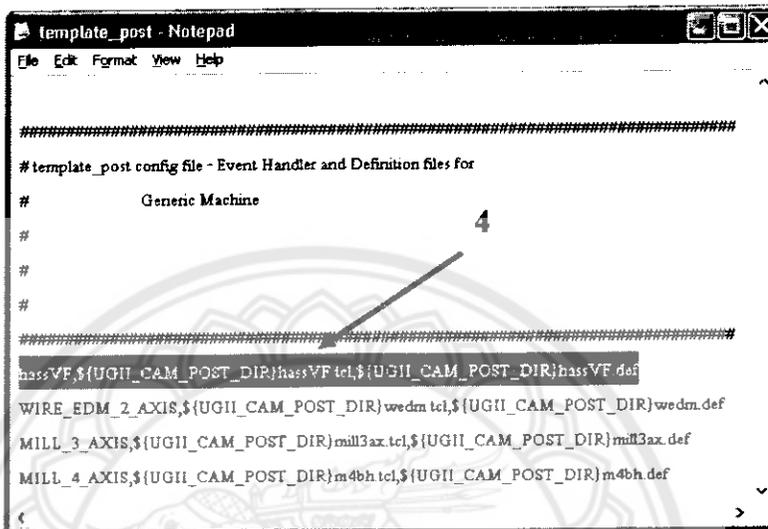


รูปที่ 4.49 ภาพขยายขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 ใน Notepad ให้พิมพ์คำว่า

hassVF,{UGII_CAM_POST_DIR}hassVF.tcl,{UGII_CAM_POST_DIR}hassVF.def

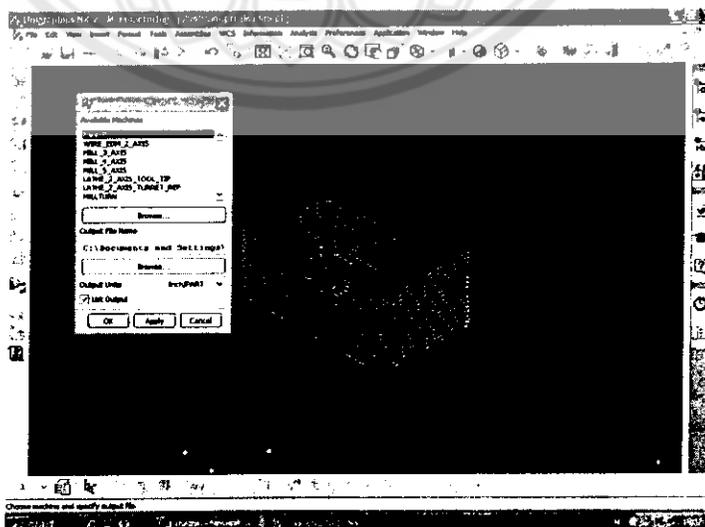
เพิ่มเข้าไปในบรรทัดบนสุดดังรูป แล้ว กด save



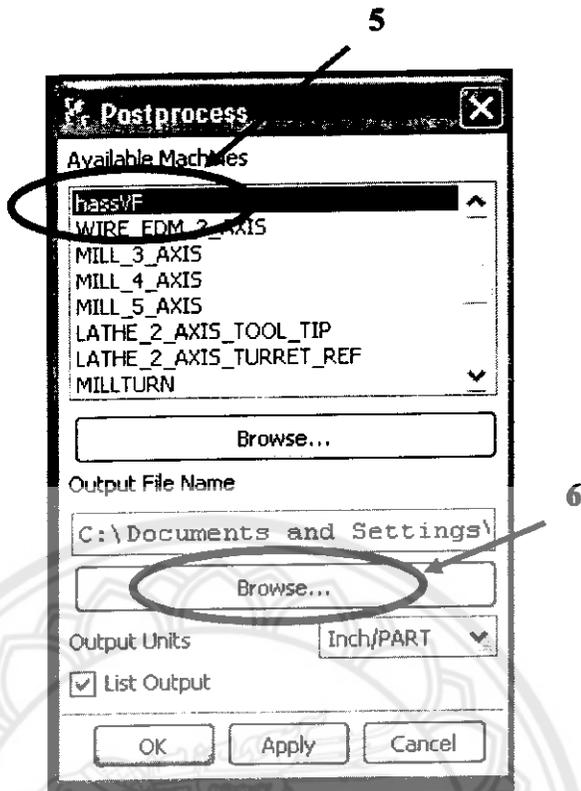
รูปที่ 4.50 ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 5 เปิดโปรแกรม UG ขึ้นมา แล้วเลือก UG / Postprocess จะเห็นว่า มี Post ของเครื่อง HaasVF แล้ว ดังรูป

ขั้นตอนที่ 6 กด Browse เพื่อกำหนดชื่อและที่อยู่ของ File ที่จะทำการ save โดยชื่อของงาน จะต้องกำหนดเป็นนามสกุล nc เช่น Workshop.nc เป็นต้น แล้วกด OK

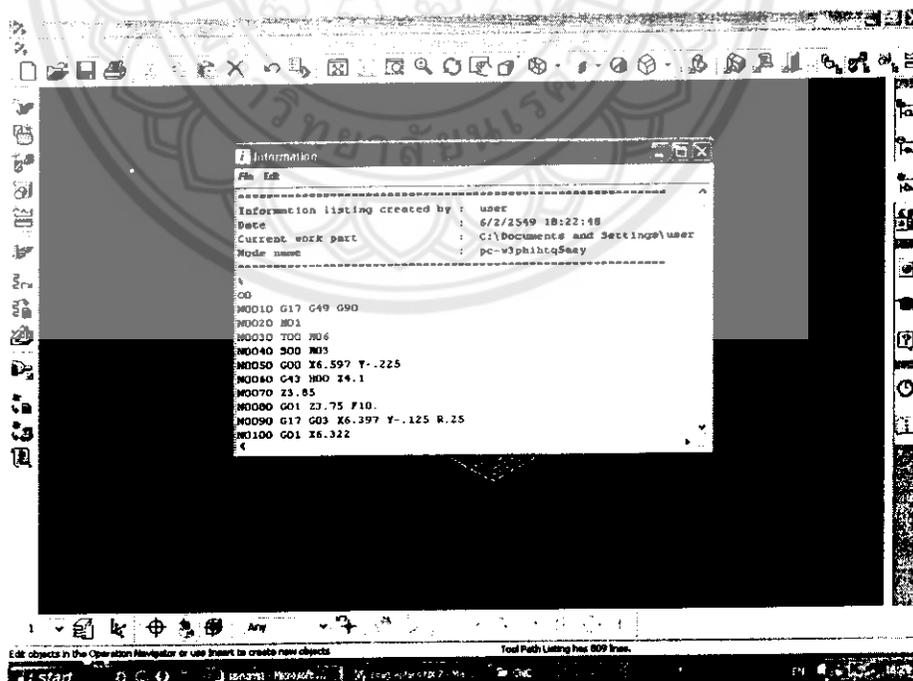


รูปที่ 4.51 ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ขั้นตอนที่ 5.6



รูปที่ 4.52 ภาพขยายขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ขั้นตอนที่ 5,6

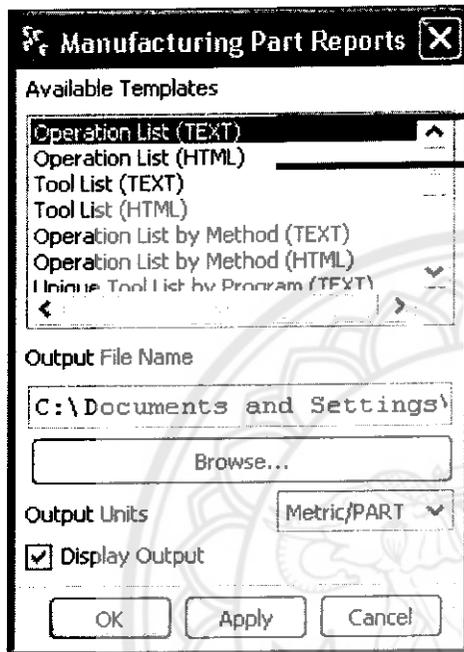
ขั้นตอนที่ 7 หลังจากกด OK จะแสดง รายการ NC Program ดังรูป



รูปที่ 4.53 ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ขั้นตอนที่ 7

ขั้นตอนที่ 8 นำ File ที่ได้ นั่นคือ Workshop.nc ไปเข้าเครื่อง Haas VF1

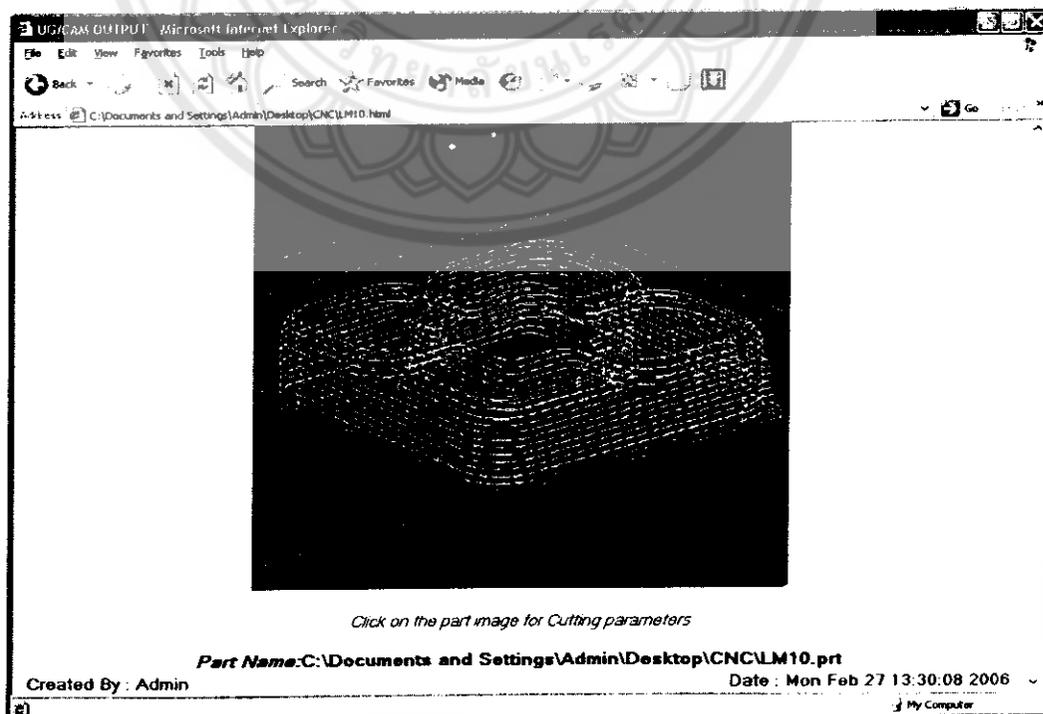
ขั้นตอนที่ 9 ทำเป็น Shop Docommentation เพื่อแสดงข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของ Tool วิธีการกัด รวมไปถึงข้อมูลในส่วนที่เหลือจากการกัด อีกทั้งยังสามารถแสดงให้เห็นเป็นรูปของ Tool Paths ของชิ้นงานที่ถูกกัด แล้วอีกด้วย



รูปแบบของข้อมูล (Text Format)

รูปแบบของ Web Page (HTML Format)

รูปที่ 4.54 ขั้นตอนการนำ Post ไปใช้ในโปรแกรม UG ขั้นตอนที่ 9



รูปที่ 4.55 แสดง Shop Docommentation แบบ HTML

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

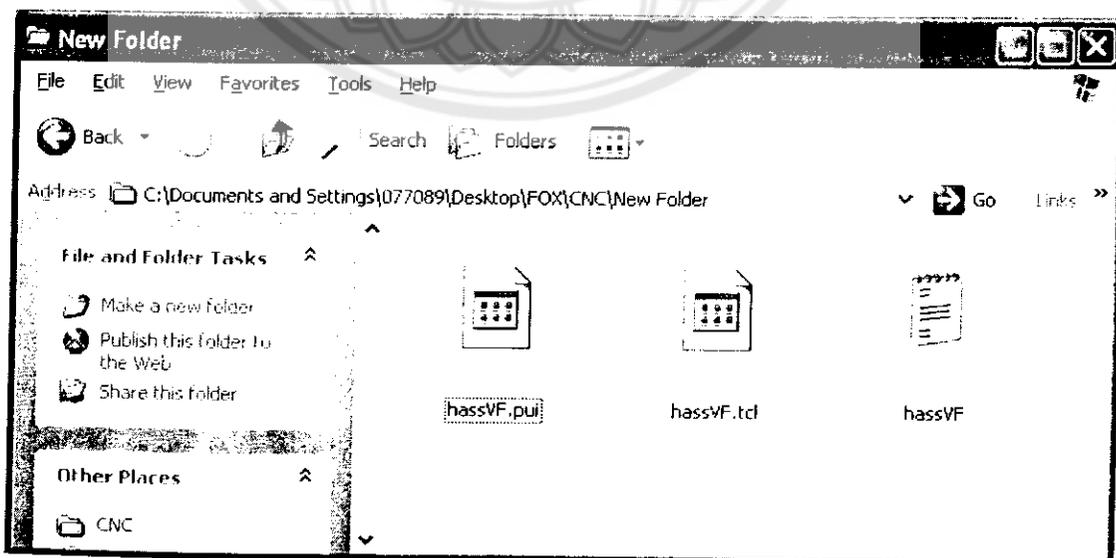
การพัฒนาโปรแกรมออกแบบ Unigraphics นี้ทำให้การทำงานของเครื่องกัดแนวตั้ง 5 แกน Haas Automation INC รุ่น VF1 สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม Unigraphics ได้ ขณะนี้ เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 สามารถ Run NC Code ของโปรแกรม Unigraphics ได้และสามารถกัดชิ้นงานจริงตามที่ได้ออกแบบไว้

การดำเนินงานวิจัยสามารถสรุปการทำงานออกได้เป็น

5.1.1 การทำ Postprocessor สำหรับเครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1

จากโปรแกรม Unigraphics สามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Post Builder ในตัวโปรแกรม Unigraphics ที่ใช้ในการปรับแก้โปรแกรม Postprocessor สำหรับในแต่ละเครื่อง Machine Tool หรือตัว Controller (ตัวควบคุมในคอมพิวเตอร์) ให้เหมาะสม จะมีไฟล์ที่ควบคุมอยู่ 3 ชนิด

- 1) .tcl = ใช้สำหรับควบคุม Event Handler
- 2) .def = ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบต่างๆ ของเครื่อง Machine
- 3) .pui = เป็นไฟล์ที่ใช้สำหรับการ Configuration



รูปที่ 5.1 ไฟล์ Postprocessor ของเครื่อง HaasVF1

5.1.2 เครื่อง Haas Automation INC รุ่น VF1 สามารถกัดชิ้นงานได้จริงตามที่ได้ CAD/CAM จากโปรแกรม Unigraphics

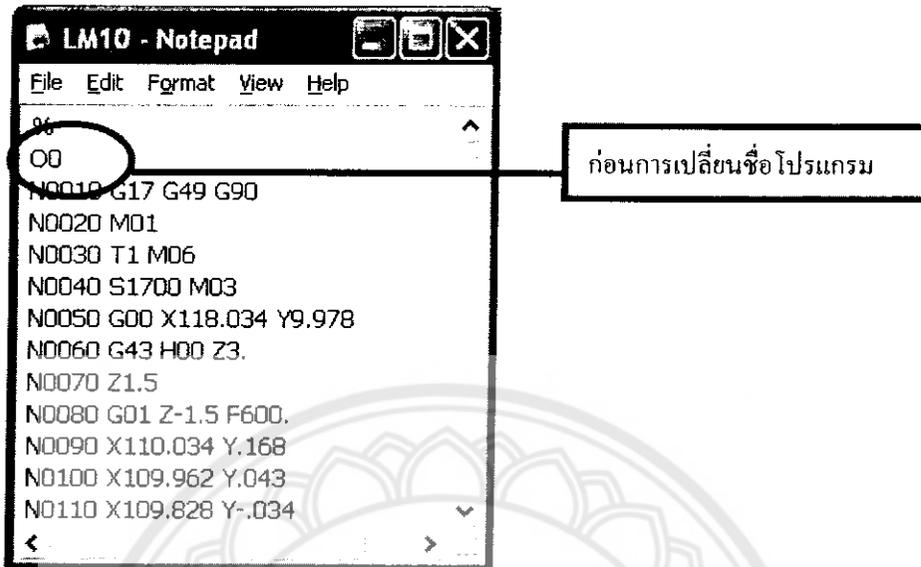


รูปที่ 5.2 ชิ้นงานขนาด 100 × 100×30 mm.

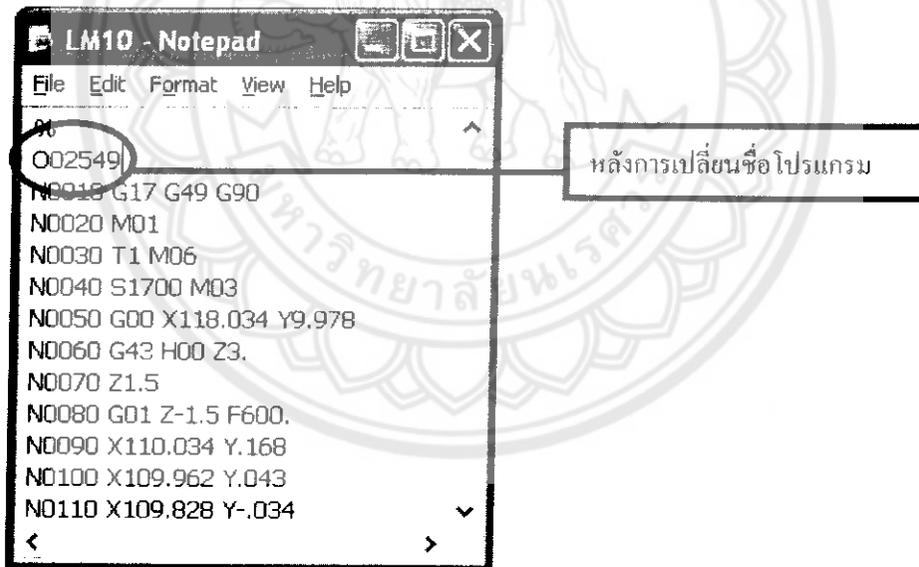
5.2 ข้อเสนอนแนะ

จากการทำการวิจัยโครงการ การพัฒนาโปรแกรมออกแบบ Unigraphics ให้สามารถทำงานร่วมกับเครื่องกัดแนวตั้ง 5 แนวแกนครั้งนี้ ทางคณะผู้จัดทำมีข้อเสนอนแนะ คือ

- 1) เนื่องจากว่า ค่า R ที่ CAM ออกมาจากโปรแกรม UG จะมีจุดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (1.2345) เวลานำไปกัดชิ้นงานจริง พบว่าเกิดการคลาดเคลื่อนอย่างมาก เนื่องจากว่า เครื่อง Haas VF1 จะอ่านค่า R จากโปรแกรม Unigraphics ที่มีจุดทศนิยม 3 ตำแหน่งเท่านั้น (1.234)
- 2) ก่อนที่จะนำ NC Program เข้าเครื่อง Haas VF1 ควรทำการตั้งชื่อ โปรแกรมเป็นตัวเลขไม่เกิน 5 หลักก่อนทุกครั้ง



รูปที่ 5.3 NC โปรแกรมก่อนการเปลี่ยนชื่อ



รูปที่ 5.4 NC โปรแกรมหลังการเปลี่ยนชื่อ

เอกสารอ้างอิง

วิทยา สงวนวรรณ. เทคโนโลยีการออกแบบชิ้นส่วนและการสร้างแม่พิมพ์ขั้นสูง Unigraphics
CAD/CAM. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ เอส.พี.ซี. บุ๊คส์,2545

วิทยา สงวนวรรณ. เทคโนโลยีการสร้างแม่พิมพ์ขั้นสูง Unigraphics NC Manufacturing. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์ เอส.พี.ซี. บุ๊คส์,2547

อำนาจ ทองแสน. ทฤษฎีการเขียน โปรแกรม CNC . กรุงเทพฯ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-
ญี่ปุ่น) ,2542

คู่มือ VF Series Training Manual





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตารางที่ ผ.1 รหัสที่ใช้ในการจัดเตรียมการทำงานสำหรับงานกัด

รหัสคำสั่ง	ความหมาย/การทำงาน
G00	การเคลื่อนที่เร็ว
G01	การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงโดยมีอัตราป้อน
G02	การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง ทิศทางตามเข็มนาฬิกา
G03	การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
G17	เลือกระนาบในการทำงาน xy
G18	เลือกระนาบในการทำงาน xz
G19	เลือกระนาบในการทำงาน zy
G28	การเลื่อนกลับไปยังจุดอ้างอิง
G40	ยกเลิกการชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัด
G41	การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านซ้าย
G43	การชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด (ค่าบวก)
G44	การชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด (ค่าลบ)
G49	ยกเลิกการชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด
G54	ปรับตั้ง โคออร์ดิเนตของชิ้นงาน
G70	ป้อนข้อมูลที่มีหน่วยเป็นนิ้ว
G71	ป้อนข้อมูลที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
G80	ยกเลิกการทำวัฏจักร
G81	วัฏจักรการเจาะรู
G83	วัฏจักรการเจาะรูลึก
G84	วัฏจักรการตีปเกลียว
G85	วัฏจักรการคว้านรู
G90	การวัดแบบสัมบูรณ์
G91	การวัดขนาดแบบต่อเนื่อง
G92	เปลี่ยน โคออร์ดิเนตของชิ้นงาน
G99	วัฏจักรของการเลื่อนกลับไปยังจุดอ้างอิง

หมายเหตุ : รหัส G จะเป็นรหัสที่มีการทำงานอยู่ 2 ลักษณะคือแบบ Modal และแบบ Nonmodal โดยที่ Modal จะเป็นรหัสที่ถูกปรับตั้งค่าไว้ในหน่วยความจำของเครื่อง เมื่อเปิดสวิตซ์ของเครื่อง รหัสนี้จึงจะทำงานและจะถูกยกเลิกการทำงานเมื่อมีรหัส G ในกลุ่มเดียวกันไปสั่งยกเลิก ยกตัวอย่าง รหัส G แบบ Modal เช่น G00,G01,G02,G03,G90,G91 เป็นต้น ส่วน Nonmodal จะเป็นรหัสที่ทำงานในบรรทัดเดียวคือเฉพาะบรรทัดที่มีรหัสนี้อยู่ เช่น G28,G49,G92 เป็นต้น

ตารางที่ ผ.2 ตัวอย่างของรหัสคำสั่ง M ในโปรแกรมเอ็นซี

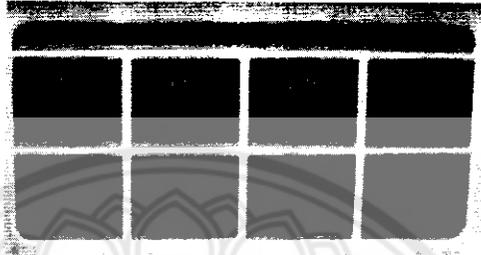
รหัสคำสั่ง	ความหมาย/การทำงาน
M00**	การหยุด โปรแกรม
M01**	การหยุด โปรแกรมแบบมีเงื่อนไข
M02**	การสิ้นสุด โปรแกรม
M03*	เพลาจับยึดเครื่องมือตัดหมุนตามเข็มนาฬิกา
M04*	เพลาจับยึดเครื่องมือตัดหมุนทวนเข็มนาฬิกา
M05*	หยุดเพลาจับยึดเครื่องมือตัด
M06**	เปลี่ยนเครื่องมือวัด
M07*	เปิดน้ำหล่อเย็นแบบฉีดเป็นฝอย
M08*	เปิดน้ำหล่อเย็นแบบทั่วไป
M09*	ปิดน้ำหล่อเย็น
M10*	การถือคัท โนมัต
M11*	การคลายถือคัท โนมัต
M30**	สิ้นสุดโปรแกรม
M98*	เรียกโปรแกรมย่อย
M99*	จบโปรแกรมย่อยและกลับไปยังโปรแกรมหลัก

หมายเหตุ : รหัส M นี้จะมีลักษณะการทำงานสองลักษณะเช่นเดียวกับรหัส G คือ แบบ Modal (*) และแบบ Nonmodal (**)

Function การทำงานต่างๆ Controller



ปุ่มสำหรับ reset เครื่อง และ clear alarm * กดปุ่มนี้เครื่องจะหยุดการทำงานทั้งหมด



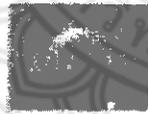
รูปที่ ผ.1 Mode ในการแสดงหน้าจอที่ต้องการ



หน้าจอเขียน โปรแกรม



ตำแหน่งของแกนต่างๆ



tool และ work offset



Setting และ graphic



แสดงสถานะของเครื่อง



แสดงการขัดข้องต่างๆ

Machine parameter

เอกสารและเครื่องคำนวณ

Mode การทำงาน

EDIT กลุ่มของการเขียนโปรแกรมใหม่และแก้ไขโปรแกรมเก่า



Insert	แทรกข้อมูล หรือ ใส่ข้อมูลใหม่
Alter	แก้ไขข้อมูล
Delete	ลบข้อมูล ณ cursor ทำงาน
Undo	ยกเลิกการแก้ไขข้อมูล และ เรียกกลับคืนมา

MEM Mode การสั่งให้เครื่องทำงานตามโปรแกรม



Single Block	ทำงานเป็นลำดับทีละ 1 Block
Dry Run	การทดสอบการทำงาน โดยดูจากการเคลื่อนที่ของ tool อย่างรวดเร็ว
Optional stop	หยุดการเคลื่อนที่ของแกนต่างๆ เมื่อพบ M00 , M01 เพื่อรอรับคำสั่ง Cycle start ต่อไป
Block deletecontrol	จะไม่ทำงานใน Block ที่มีเครื่องหมาย / หน้า Block นั้น

MDI/DNC Manual data input and Direct numerical control



Coolant	เปิด-เปิด น้ำหล่อเย็น
Orient Spindle	หมุนหัวตำแหน่งเปลี่ยนเครื่องมือตัดของหัวกัด
ATC FWD	Automatic tool change Forward
ATC REV	Automatic tool change Reward

Handle Jog Manual moving axis by Handwheel and Buttom

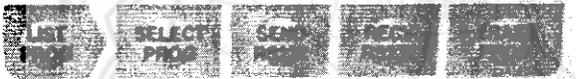


ZERO RET Home Zero Return



Auto All Axis	ทุกแกนเคลื่อนที่กลับ Home โดยการเคลื่อน Z ก่อนและ -XY ตามลำดับ
Origin	การกำหนดตำแหน่งใดๆของ Operator
Zero single axis	กลับ Home ที่ละแกน
Home G28	กลับ Home ยึดโน้มนัดทุกแกน ตาม G28 function

LIST PROG List program or directory



Select prog	เลือกโปรแกรมที่จะเขียน หรือ ทำงาน
Send RS232	ส่งโปรแกรมจาก Control to PC
Recv RS232	รับข้อมูลจาก PC to Control
Erase prog	ลบโปรแกรม