ภาคผนวก ก

ขั้นตอนในการวาดชิ้นงาน 3 มิติ

1. การกำหนดพื้นที่ทำงานให้โปรแกรม Pro/Engineer 2000i2 และการกำหนดรูปแบบสภาพแวดล้อมการทำงานของระบบ

1.1. การกำหนดพื้นที่ทำงานให้โปรแกรม เพื่อให้สามารถจัดการ การทำงานได้สะดวก มีขั้นตอนดังนี้

1.1.1. คลิกขวา Shortcut Proe บน Desktop> เลือก Properties

1.1.2. ใส่ Directories ที่ต้องการเริ่มต้นทำงาน คือ E:\Working Area ในช่อง Start in> OK

1.2 การกำหนดรูปแบบสภาพแวดล้อมการทำงานของระบบ มีขั้นตอนดังนี้

1.2.1. Utilities> Preferences

1.2.2. ยกเลิกเครื่องหมายถูกจากช่อง Show only options loaded from file

1.2.3. เปลี่ยน Sort จาก Alphabetical เป็น Category

1.2.4. เลือกคำสั่งที่ต้องการกำหนดไว้ในแฟ้มข้อมูล Config.pro และเปลี่ยนรูปแบบมาตรฐานของระบบ โดยเลือกจากช่อง Value เลือก Add/Change (ดูรูปที่ ก-1) ซึ่งคำสั่งสำคัญที่ต้องกำหนดมีดังนี้

1.2.4.1. เลือก Environment> Bell> ดูในช่อง Value เดิมเป็น Yes เปลี่ยนเป็น No เพื่อปิดเสียงกริ่ง> Add/Change

1.2.4.2. เลือก Environment> Spin_Center_Display> เดิมเป็น Yes เปลี่ยนเป็น No เพื่อปิดจุดหมุนตรงกลาง

1.2.4.3. เลือก System> Trail_dir> พิมพ์ C:\Windows\temp เพื่อเก็บไฟล์ที่ไม่สำคัญ

1.2.5. เลือก Save> พิมพ์ Config.pro ในช่อง Name> OK

1.3. การกำหนดหน่วยเป็นมิลลิเมตรให้กับระบบ มีขั้นตอนดังนี้

1.3.1. เปิดโหมดการสร้างชิ้นงาน 3 มิติออกมา

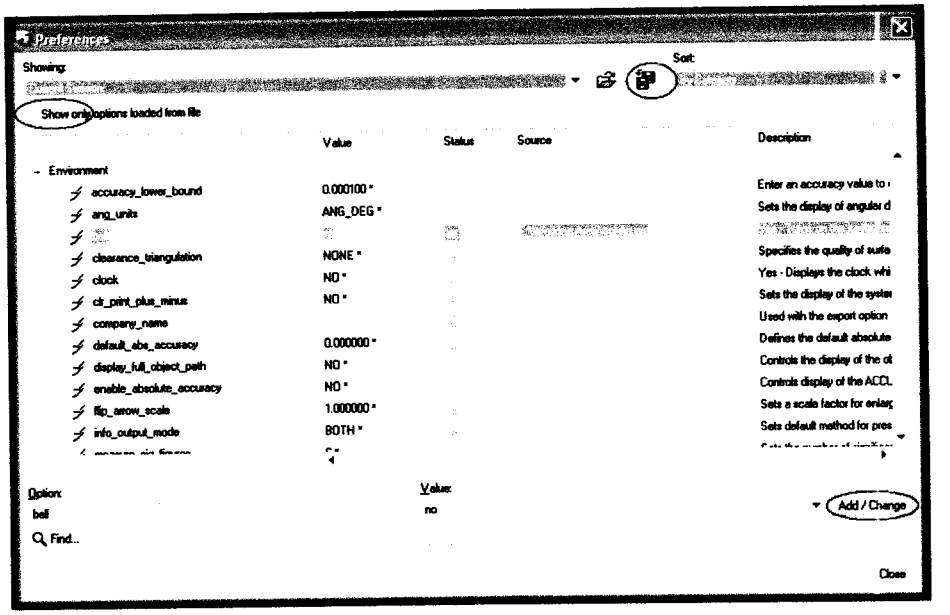
1.3.2. ไปที่ Utilities> Preferences> เลือก As Set จากช่อง Sort

1.3.3. พิมพ์ Template_designasm> เลือก mmns_asm_design.asm ในช่อง Value> Add/Change

1.3.4. พิมพ์ Template_solidpart> เลือก mmns_part_solids.part

1.3.4. เลือก Save> OK

ต่อไปเมื่อเปิดโปรแกรม Pro/Engineer 2000i2 ขึ้นมาใช้งาน โปรแกรมจะเข้าสู่สภาพแวดล้อมที่สร้างไว้

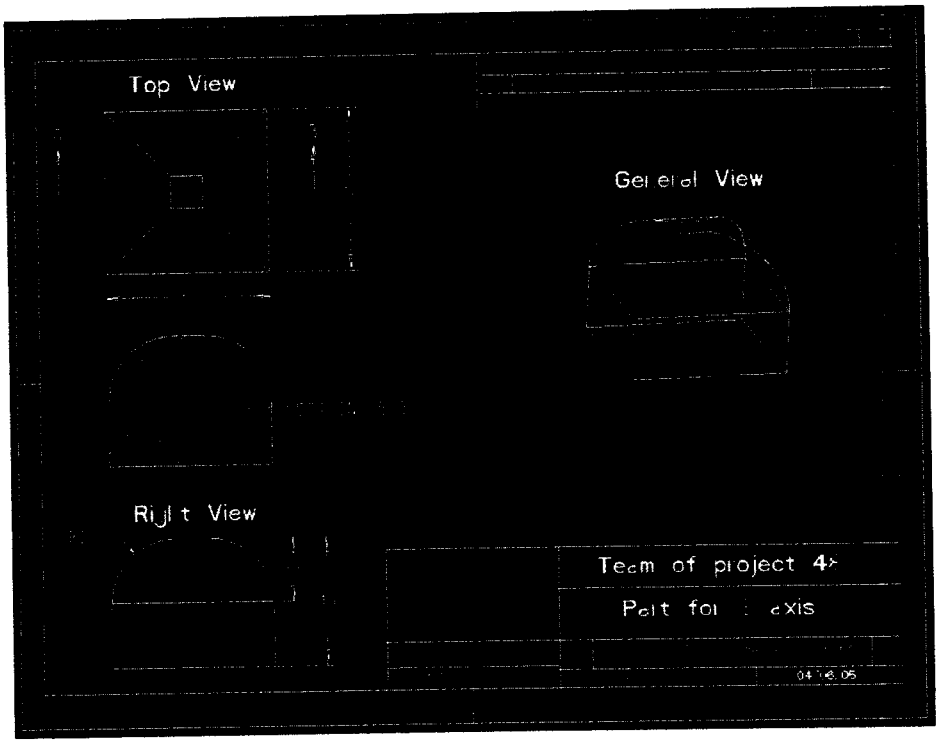


รูปที่ ก-1 การกำหนดรูปแบบสภาพแวดล้อมการทำงานของระบบ

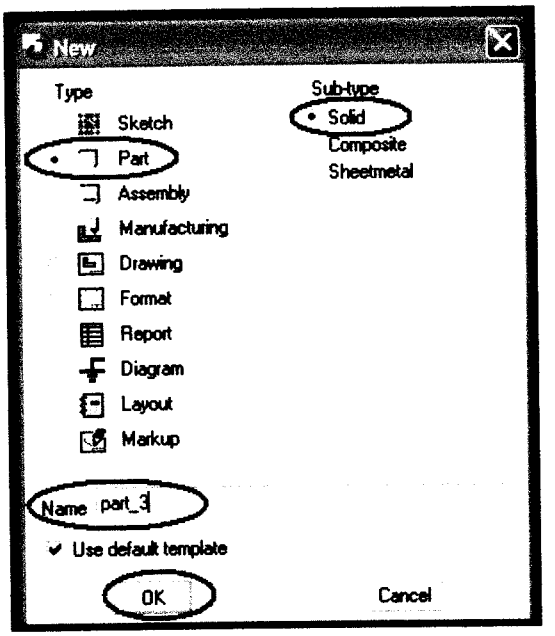
2. ขั้นตอนการออกแบบชิ้นงาน 3 มิติ เพื่อใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ 3 แนวแกน

ทำการออกแบบชิ้นงาน 3 มิติ ให้มีรูปทรง และขนาดตามแบบ Drawing (ดูรูปที่ ก-2) มีขั้นตอนดังนี้

2.1. เลือก File> New> Part> Solid> ตั้งชื่อชิ้นงานในช่อง Name เป็น Part_3> OK



รูปที่ ก-2 แบบ Drawing ของชิ้นงานที่ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ 3 แกน



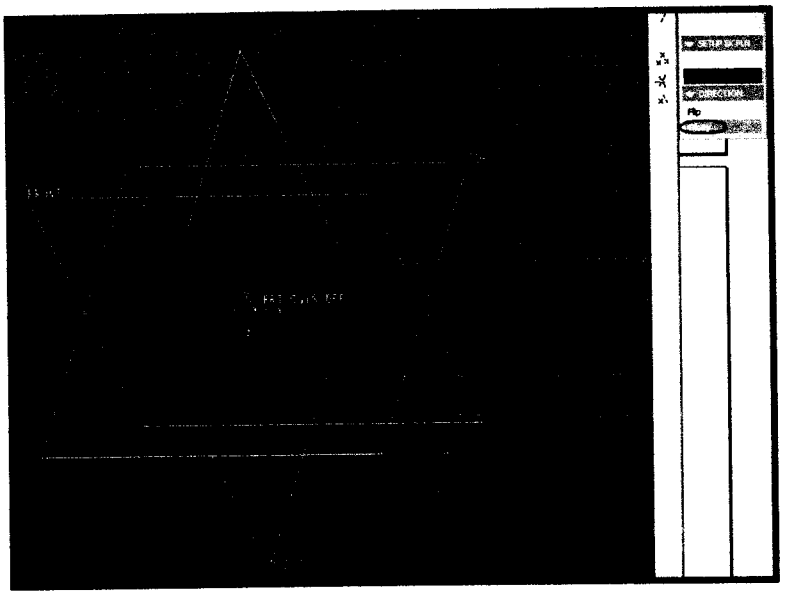
รูปที่ ก-3 การเข้าสู่โหมดการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ

2.2. เลือก Feature> Create> Protrusion> Extrude> Solid>Done> One Side> Done

2.3. เลือกระนาบ FRONT เป็นระนาบ Sketch

2.4. กำหนดให้ทิศลูกศรพุ่งออกมาทางหน้าจอ> Okay

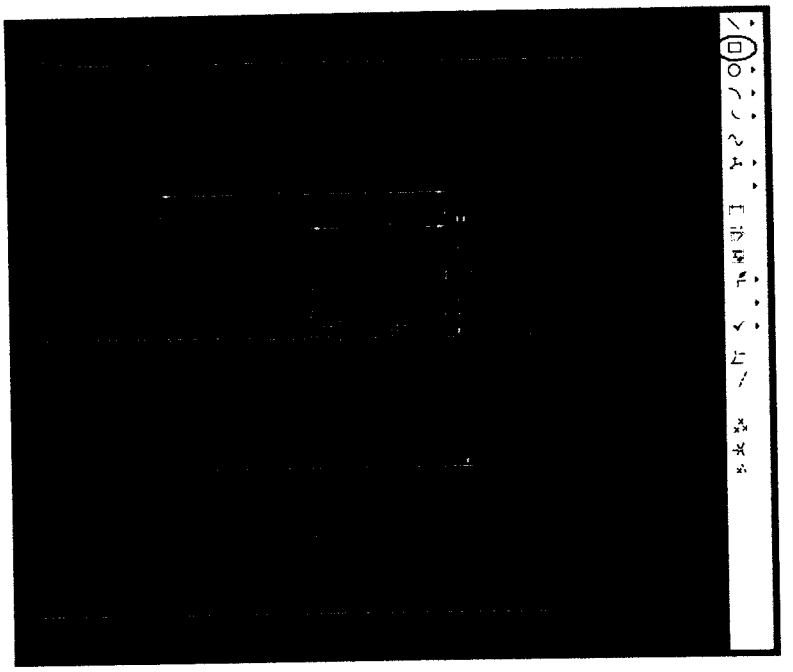
2.5. เลือก Right จาก SKET VIEW> เลือกระนาบ RIGHT เพื่อใช้เป็นระนาบอ้างอิงในการ Sketch รูป



รูปที่ ก-4 การกำหนดทิศทางของระนาบ Sketch

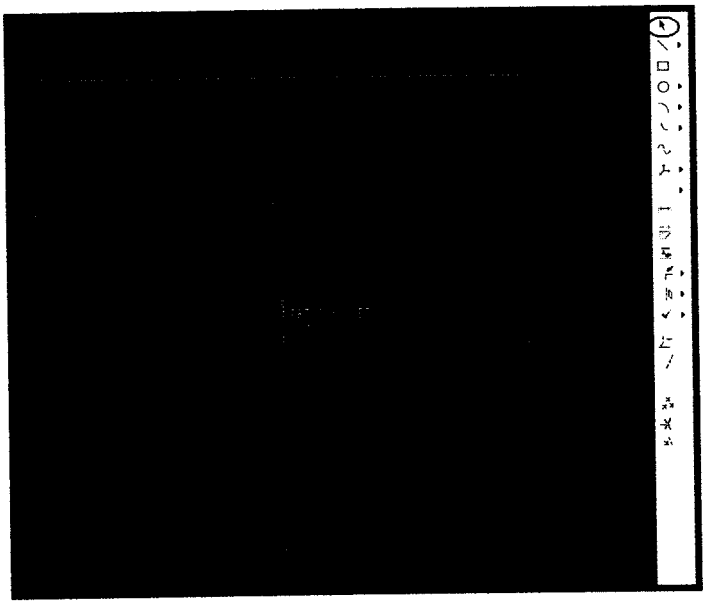
2.6. เลือก Close

2.7. เลือกไอคอนรูป □ เพื่อ Sketch รูปสี่เหลี่ยม> Click ซ้ายที่มุมบนซ้าย แล้วลากเมาส์มาที่มุมล่างขวา> คลิกซ้ายเพื่อวาง



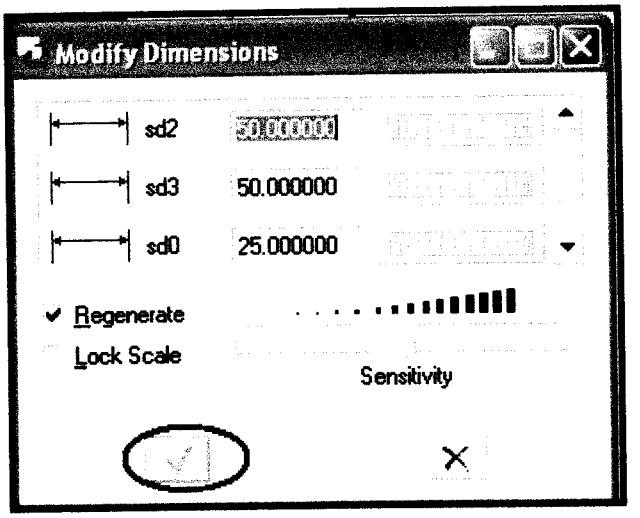
รูปที่ ก-5 เส้นกรอบสี่เหลี่ยมที่ Sketch ขึ้น

2.8. เลือกไอคอนรูป ลากกรอบสี่เหลี่ยมคลุมรูปสี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้น กรอบสี่เหลี่ยมที่ถูกเลือกเปลี่ยนเป็นสีแดง



รูปที่ ก-5 การเลือกกรอบสี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้นมา

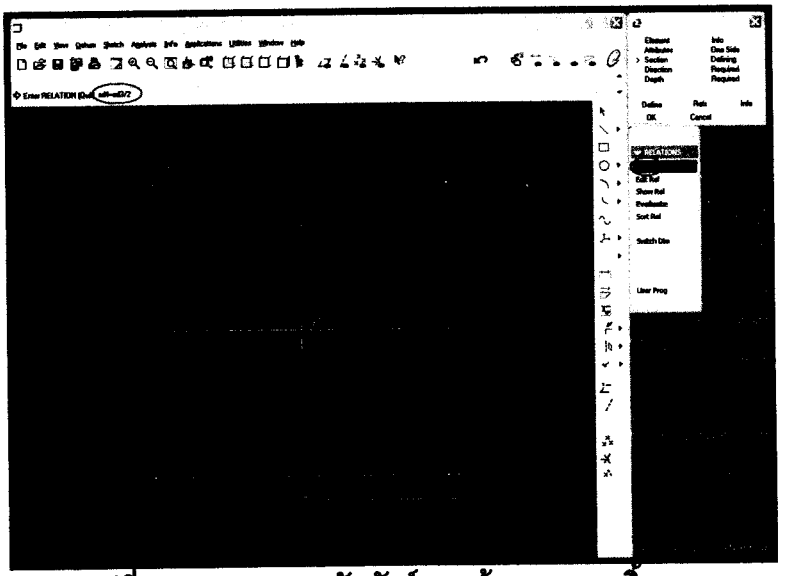
2.9. เลือกไอคอนรูป ใส่ขนาดที่ต้องการ> คลิกเครื่องหมาย ✔



รูปที่ ก-6 การกำหนดขาดของรูปสี่เหลี่ยม

2.10. การผูกความสัมพันธ์ของเส้นบอกขนาดชิ้นงาน มีดังนี้

เลือก Sketch บน Manu bar> Relation> Add> พิมพ์ sd4 = sd3/2> Enter> พิมพ์ sd0 = sd2/2> Enter> Enter เลือก Sort Rel จาก RELATIONS menu> เลือก ✔

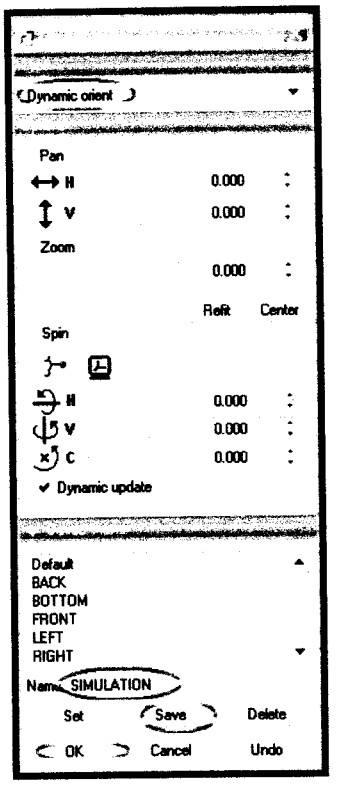


รูปที่ ก-7 การผูกความสัมพันธ์ของเส้นบอกขนาดชิ้นงาน

2.11. เลือก Blind> Done ใส่ขนาด 40 มม.> Enter> OK

2.12. ทำการจัดมุมมองของชิ้นงาน เพื่อให้สะดวกในการทำงาน ดังนี้

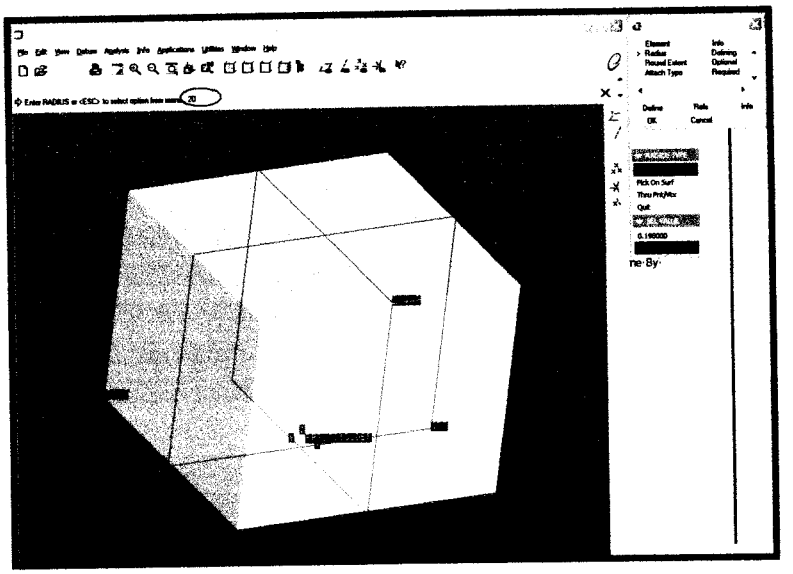
เลือก > ช่อง Type เลือก Dynamic orient> ทำการจัดมุมมองตามต้องการ> พิมพ์ชื่อมุมมองเป็น Simulation> Save> OK



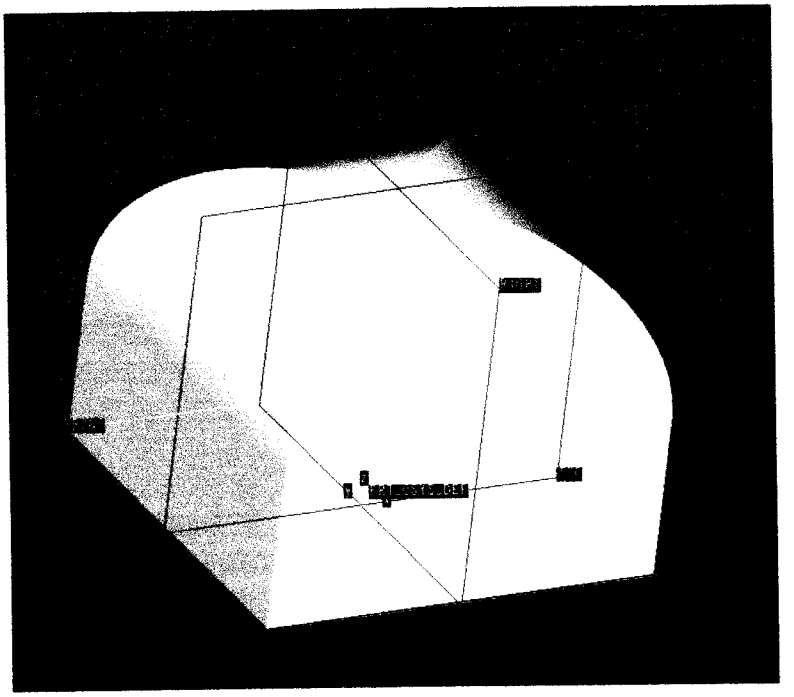
รูปที่ ก-8 การจัดมุมมองของชิ้นงาน

2.13.ทำการมนขอบทั้ง 4 ด้านของชิ้นงาน ดังนี้

Create> Round> Simple> Done> Constant> Eage Chain> Done> Tangnt Chain> เลือกเส้นขอบบนทั้ง 4 เส้น> Done> พิมพ์รัศมี = 20> Enter> OK



รูปที่ ก-9 การมนขอบทั้ง 4 ด้านของชิ้นงาน



รูปที่ ก- 10 รูปชิ้นงาน 3 มิติ ที่ออกแบบเสร็จแล้ว

3. ขั้นตอนการออกแบบชิ้นงาน 3 มิติ เพื่อใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ 4 แนวแกน

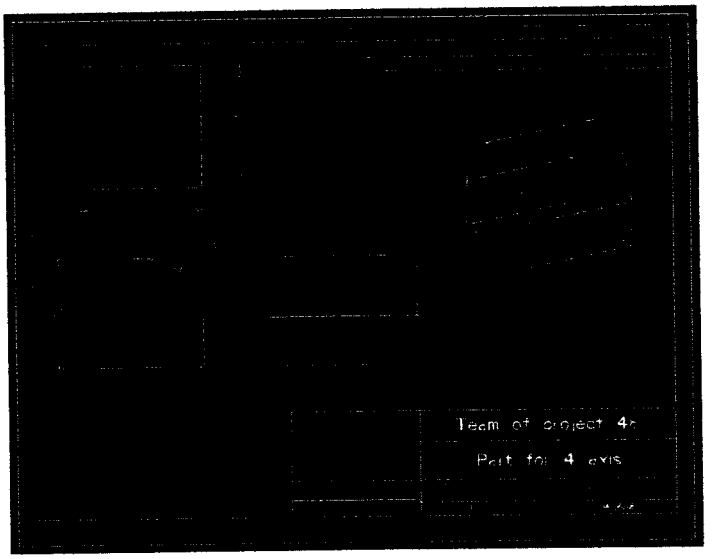
ทำการออกแบบชิ้นงาน 3 มิติ ให้มีรูปทรง และขนาดตามแบบ Drawing (ดูรูปที่ ก-11) มีขั้นตอนดังนี้

3.1. เลือก File> New> Part> Solid> ตั้งชื่อชิ้นงานในช่อง Name เป็น Part_4> OK

3.2. ขั้นตอนที่ 3.2 ถึง 3.10 เหมือนกับขั้นตอนที่ 2.2 ถึง 2.10

3.11. เลือก Blind> Done ใส่ขนาด 45 มม.> Enter> OK

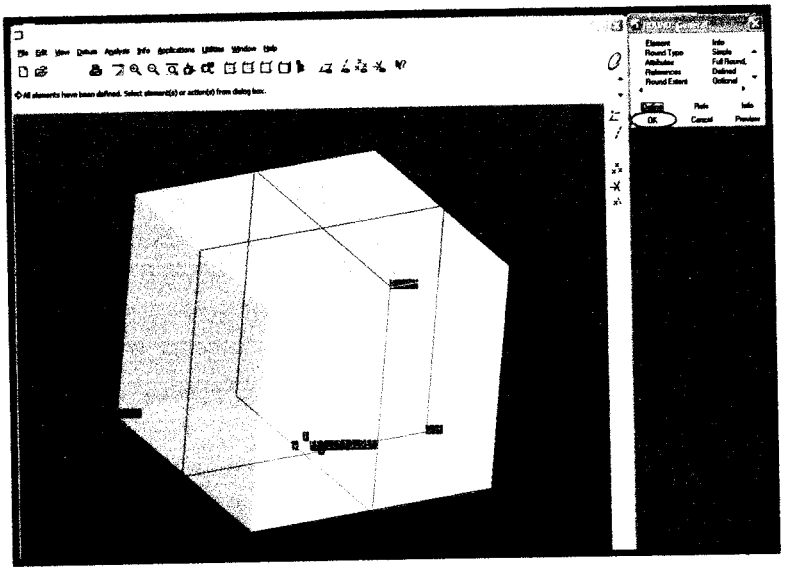
3.12.เหมือนกับขั้นตอนที่ 2.12



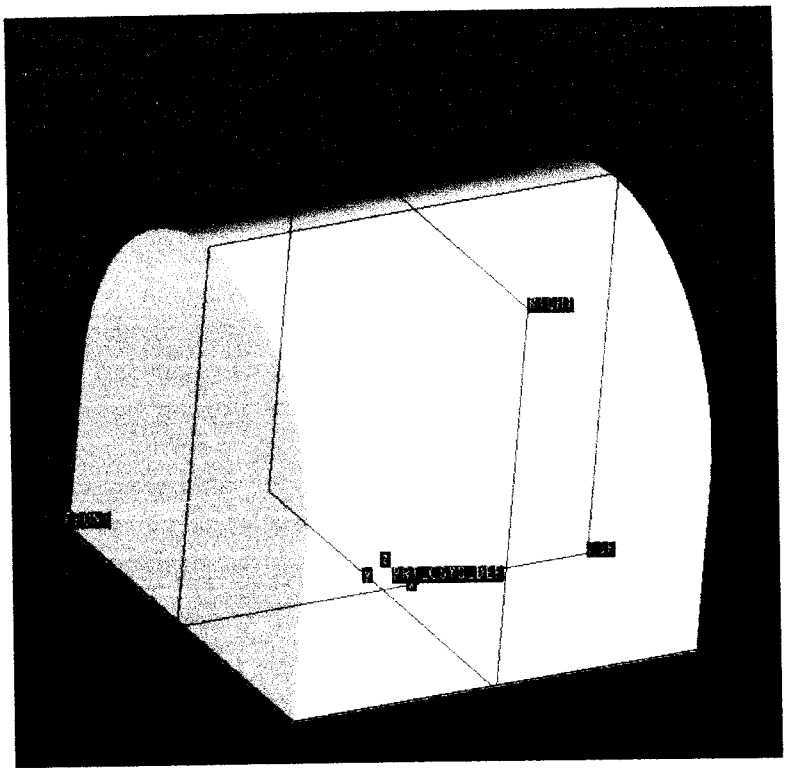
รูปที่ ก-11 แบบ Drawing ของชิ้นงานที่ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ 4 แกน

3.13. ทำการมนขอบบนของชิ้นงาน ดังนี้

Create> Round> Simple> Done> Full Round> Edge Pair> Done> เลือกเส้นขอบบน 2 เส้นที่ขนานกันคู่ไหนก็ได้> OK



รูปที่ ก-12 การมนขอบบนของชิ้นงาน



รูปที่ ก- 13 รูปชิ้นงาน 3 มิติ ที่ออกแบบเสร็จแล้ว

4. ขั้นตอนการออกแบบชิ้นงาน 3 มิติ เพื่อใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ 5 แนวแกน

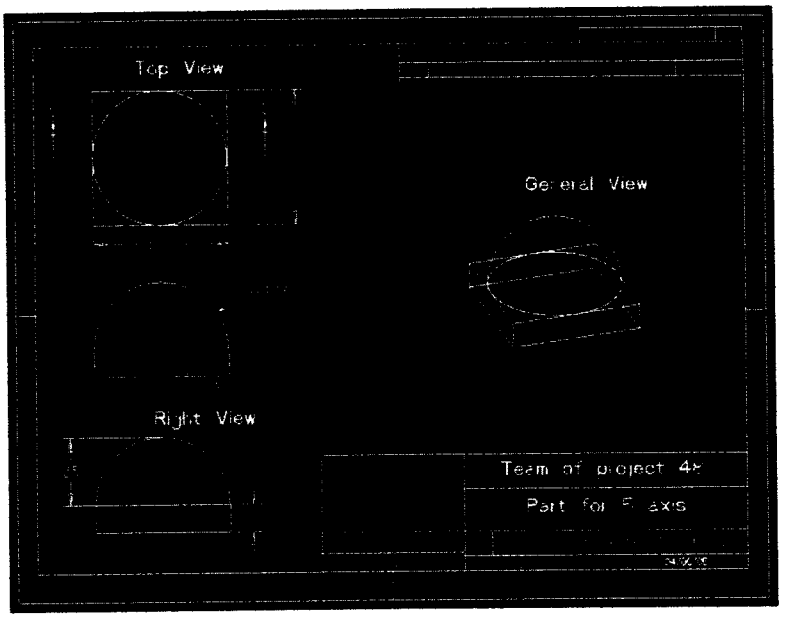
ทำการออกแบบชิ้นงาน 3 มิติ ให้มีรูปทรง และขนาดตามแบบ Drawing (ดูรูปที่ ก-14) มีขั้นตอนดังนี้

4.1. เลือก File> New> Part> Solid> ตั้งชื่อชิ้นงานในช่อง Name เป็น Part_5> OK

4.2. ขั้นตอนที่ 4.2 ถึง 4.10 เหมือนกับขั้นตอนที่ 2.2 ถึง 2.10

4.11. เลือก Blind> Done ใส่ขนาด 10 มม.> Enter> OK

4.12.เหมือนกับขั้นตอนที่ 2.12



รูปที่ ก-14 แบบ Drawing ของชิ้นงานที่ใช้ทดสอบการเคลื่อนที่ 5 แกน

4.13. ขั้นตอนการสร้างครึ่งวงกลม มีดังนี้

4.13.1. เลือก Feature> Create> Protrusion> Extrude> Solid>Done> One Side> Done

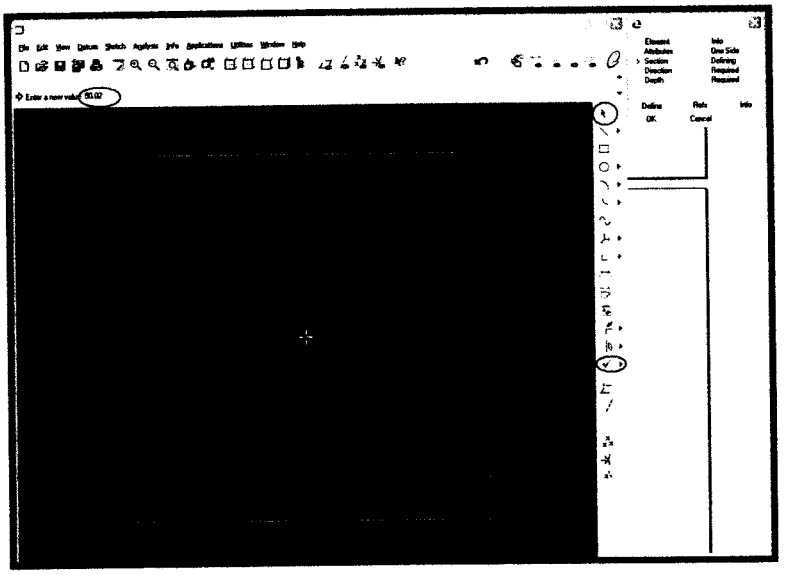
4.13.2. เลือกระนาบบนของฐาน 4 เหลี่ยมเป็นระนาบ Sketch

4.13.3. กำหนดให้ทิศลูกศรพุ่งขึ้น> Okay

4.13.4. เลือก Bottom จาก SKET VIEW> เลือกผิวหน้าของชิ้นงาน เพื่อใช้เป็นระนาบอ้างอิงในการ Sketch รูป

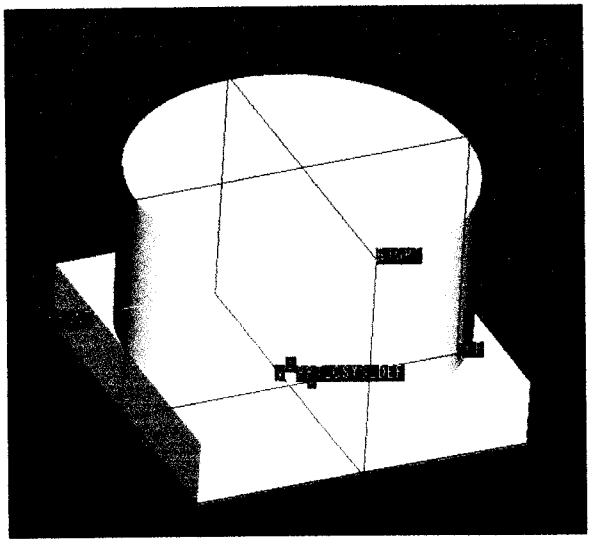
4.13.5. เลือกอ้างอิงจากระนาบ TOP> เลือก ○ > คลิกซ้ายตรงจุดตัดของระนาบ Top กับ Right> ลากเมาส์ออกมา แล้วคลิกซ้ายวาง

4.13.6. เลือก ↖ > Double Click บนเส้นบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง แก้ขนาดเป็น 50.02 มม.> Enter> เลือก ✓



รูปที่ ก-15 การแก้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางครึ่งวงกลม

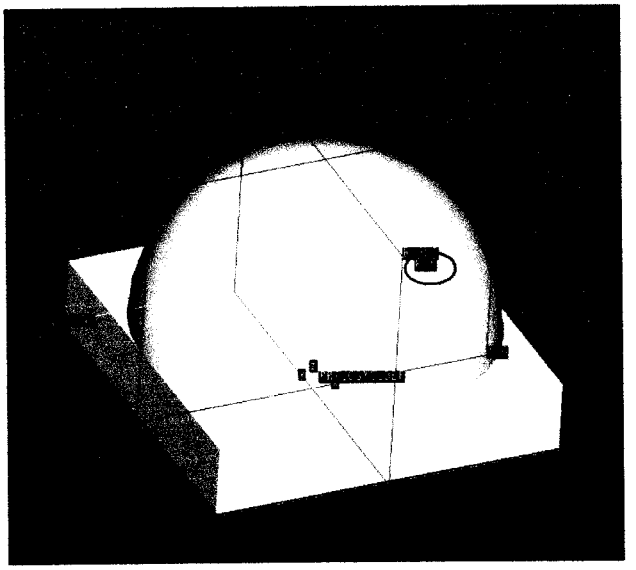
4.13.7. Blind> Done> พิมพ์ 25 มม.> Enter> OK



รูปที่ ก-16 รูปทรงกระบอกที่ Extrude ขึ้นมา

4.13.8. ทำการมนขอบบนของแท่งทรงกระบอกให้เป็นครึ่งวงกลม ดังนี้

Create> Round> Simple> Done> Constant> Eage Chain> Done> Tangnt Chain> เลือกเส้นขอบบนของทรงกระบอก> Done> พิมพ์รัศมี = 25> Enter> OK



รูปที่ ก-17 รูปชิ้นงาน 3 มิติ ที่ออกแบบเสร็จแล้ว

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนในการทำ Manufacturing model

ก่อนที่เราจะเริ่มสร้างโมเดลแมนูแฟคเจอริ่ง(Manufacturing model), เราจะต้องสร้างชิ้นส่วน (Part) ที่จะนำมาทำการผลิต (Manufacturing) ให้เรียบร้อยเสียก่อน โดยขั้นตอนการสร้างโมเดลแมนูแฟคเจอริ่ง (Manufacturing model)

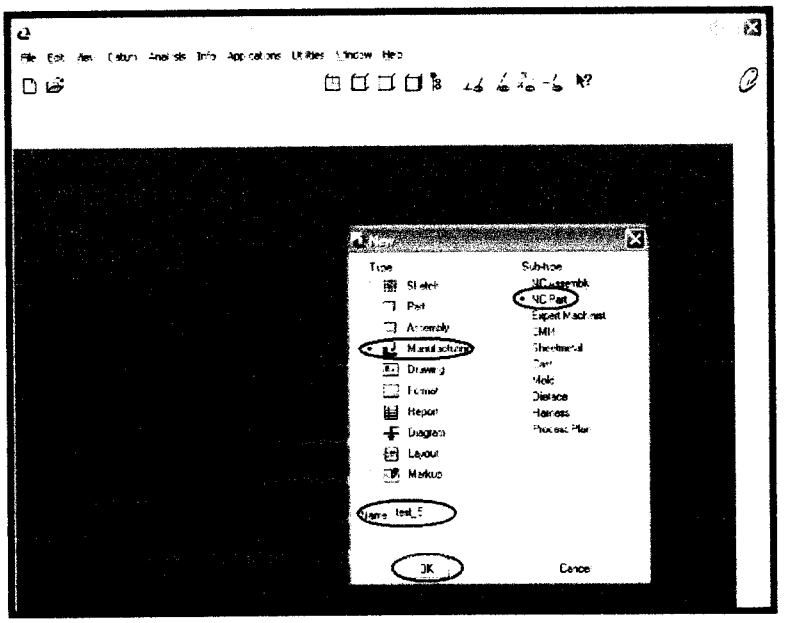
ขั้นตอนการสร้าง Manufacturing model ของชิ้นงานทดสอบ 5 แกน มีดังต่อไปนี้

1. **สร้างชิ้นงานดิบห่อหุ้มชิ้นงานทั้งหมด** เพื่อให้โปรแกรมรู้ขอบเขตการทำงาน

1.1. เลือก File> New จะปรากฏไดอะล็อกบ๊อกซ์ ดังรูปที่ ข-1.

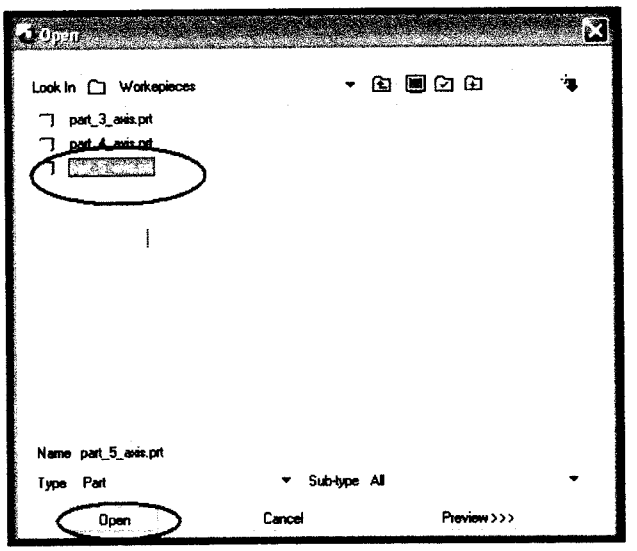
1.2. เลือก Manufacturing ในช่อง Type และ NC Part ในช่อง Sub-type

1.3. จากนั้นให้พิมพ์ชื่อไฟล์ที่ต้องการ (เช่น test_5 เป็นต้น) จากนั้นคลิกปุ่ม OK



รูปที่ ข-1. หน้าจอของโปรแกรม Pro\Engineer 2000i[2]

1.4. หลังจากขั้นตอนแรก จะปรากฏไดอะล็อกบ๊อกซ์ Open ขึ้นมาบนหน้าจอ ให้เลือกชิ้นส่วนที่ต้องการจะทำ Machine (เช่น part_5_axis.prt) แล้วคลิกปุ่ม Open

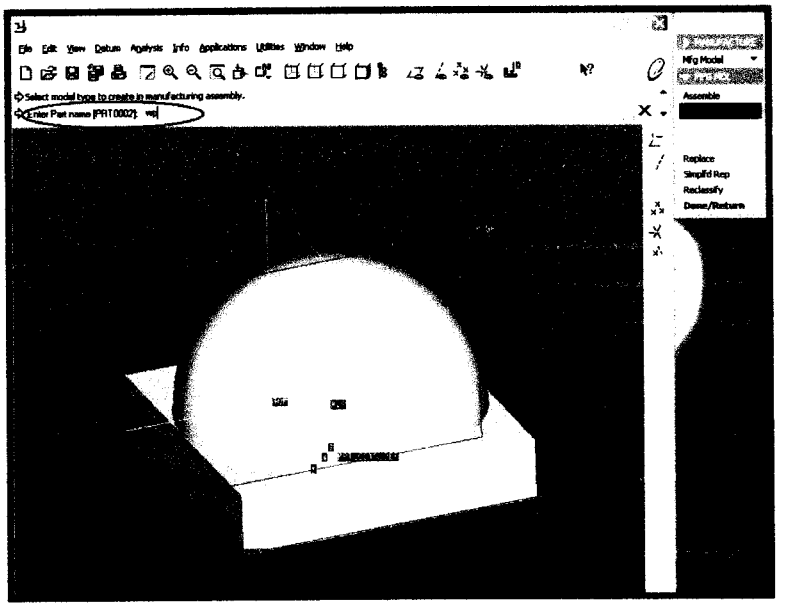


รูปที่ 1 ข-2. ไดอะล็อกบ๊อกซ์ ของโปรแกรม Pro\Engineer 2000i^2

1.5. คลิกที่เมนู ดังนี้

- Mfg Model> Create> Work piece ที่อยู่ทางด้านขวามือของหน้าต่างทำงาน

1.6. ตั้งชื่อตัว Work piece หรือตัวชิ้นงานดิบ

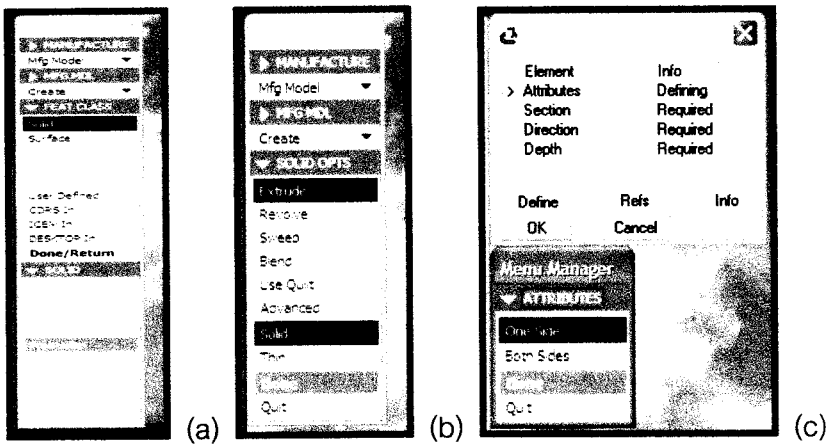


รูปที่ ข-3. แสดงขั้นตอนการทำ Work piece **ของชิ้นงานทดสอบ 5 แกน**

1.7. ที่เมนูย่อย FEAT CLASS ให้เราคลิก Create> Solid> Protrusion

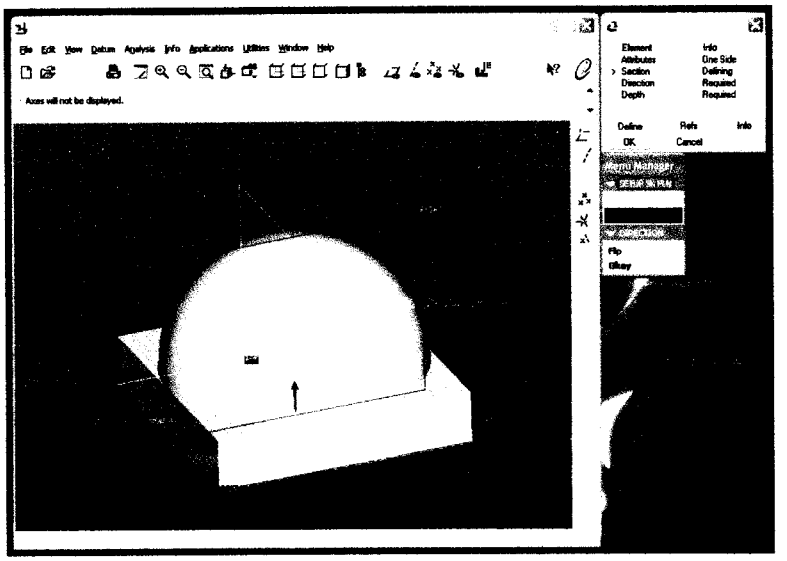
1.8. เมนูย่อย SOLID OPTS โปรแกรมเลือก Extrude> Solid> Done

1.9. ภายใต้เมนู ATTRIBUTES ให้เราเลือก One Side> Done



รูปที่ ข-4 การเลือกคำสั่งเพื่อสร้าง Work piece

1.10. เลือก SKETCHING PLANE โดยเลือกระนาบ FRONT ที่ผิวด้านล่างสุดของชิ้นงาน> Okay



รูปที่ ข-5. การกำหนดทิศทางลูกศร

1.12. เลือกระนาบอ้างอิง Bottom> เลือกผิวด้านหน้าของฐานสี่เหลี่ยม> Close

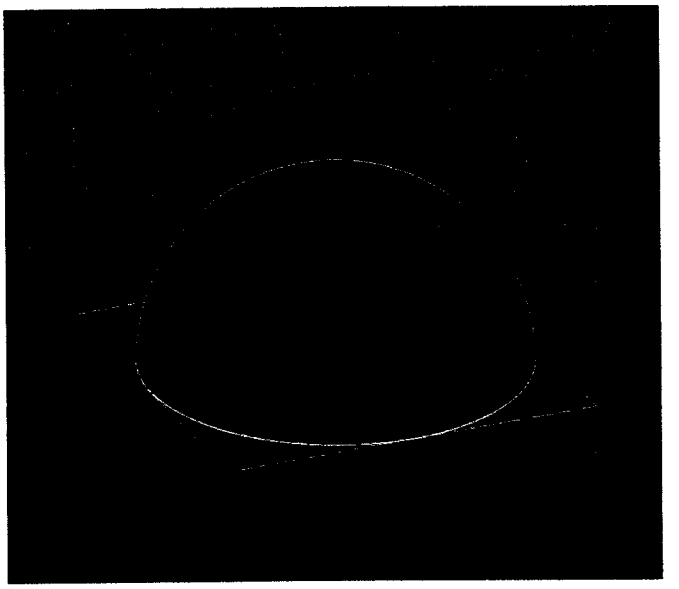
1.13. คลิกเลือกเส้นขอบทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยม เพื่อใช้เป็นเส้นอ้างอิงในการสร้างชิ้นงานดิบ

1.14. คลิกเลือก > คลิกซ้ายที่มุมบนด้านซ้ายของรูปสี่เหลี่ยมแล้วลากมาที่มุมขวาล่าง> คลิกซ้ายเพื่อวาง> เลือก

1.15. คลิกเลือก Blind> Done เพื่อกำหนดค่าความหนาของ Work piece

1.16. พิมพ์ค่าความหนา = 37 mm ที่บรรทัดโต้ตอบทางด้านบน> ENTER> OK

1.17. คลิกเลือก Done/Return ในเมนู MFG MDL

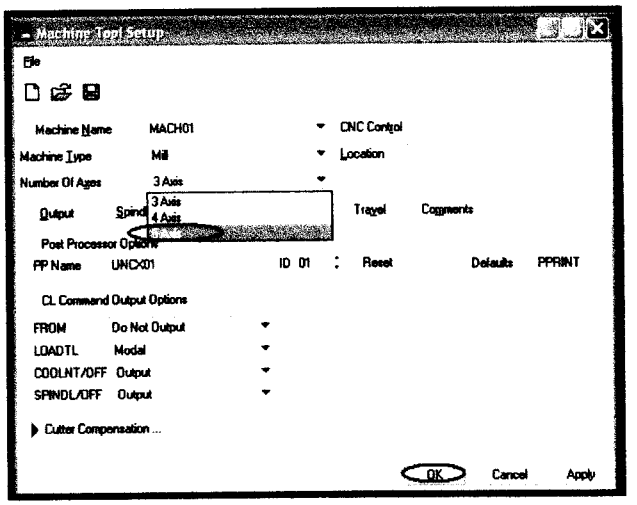


รูปที่ ข-6. รูปทรง Work piece คือกรอบสี่เหลี่ยมที่เป็นสีเขียว

2. การเซตอัพการทำงาน (Setup operation)

2.1. กำหนดค่าพารามิเตอร์โดยเลือก Machining

2.2. คลิกเลือก ที่หน้าจอ Operation Setup> เลือกการกัดชิ้นงานเป็น 5 แกน> OK



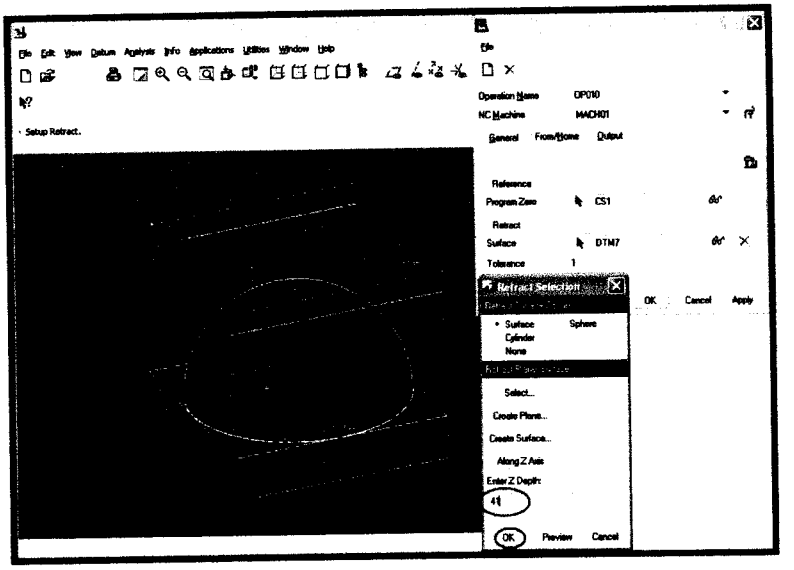
รูปที่ ข-7. ขั้นตอนการเลือกการกัดชิ้นงานเป็น 5 แกน

2.4. คลิกเลือก จากช่อง Program Zero เพื่อกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงาน

2.5. เลือก Create> คลิกเลือกที่ Work piece ให้โดนกล่องสี่เหลี่ยมสีเขียว เพื่อเป็นโมเดลสำหรับการสร้างจุดศูนย์ชิ้นงาน

2.6. ภายใต้เมนู OPTIONS ให้เลือก 3 Planes> Done

2.7. คลิกเลือกระนาบ FRONT TOP และ Right ของ Work piece เพื่อสร้างจุดศูนย์ชิ้นงานไว้ตรงกลางที่ผิวด้านล่าง โดยให้ทิศ Z ชี้ขึ้น> เลือก Z Axis> ให้ทิศ Y พุ่งเข้าหาหน้าจอ> เลือก Y Axis



รูปที่ ข-8. การสร้างจุดศูนย์ชิ้นงาน

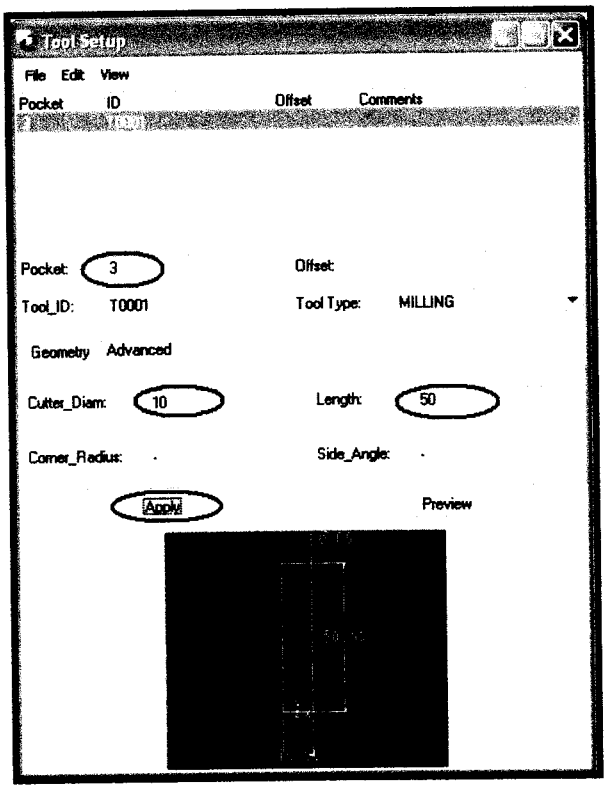
2.8. คลิกเลือก ที่ช่อง Surface> Along Z axis พิมพ์ 41> OK เพื่อกำหนดระนาบที่ Tool เคลื่อนที่แบบ G00 มาหยุด และรอที่จะเคลื่อนที่แบบ G01

2.9. คลิกเลือก OK บนไดอะล็อกบ๊อกซ์ Operation Setup

2.10. เลือกการกัดชิ้นงานแบบ Volume เพื่อทำการกัดหยาบก่อน ขั้นตอนนี้ต้องสร้าง Volume ขึ้นมาให้โปรแกรมรู้ปริมาตรเนื้อชิ้นงานดิบที่ต้องกัดออกไป โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

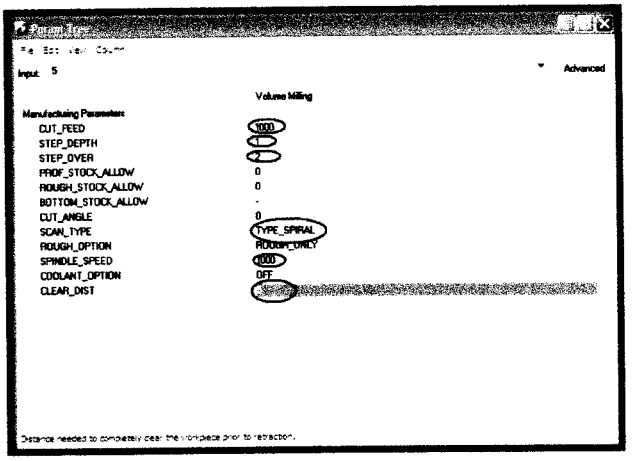
2.10.1. เลือก Volume> 3 Axis> Done> Done

2.10.2. กำหนดค่า Parameter ต่างๆ ของ tool ดังรูปที่ 2.9.> Apply> File> Save tool> File> Done> Set



รูปที่ ข-9. การกำหนดค่า Parameter ต่างๆ ของ Tool ที่จะใช้

2.10.3. กำหนดค่า Parameter ต่างๆ ดังรูปที่ ข-10. โดยมีหลักการกำหนด คือ ค่าไหนที่เป็น -1 เปลี่ยนให้หมด

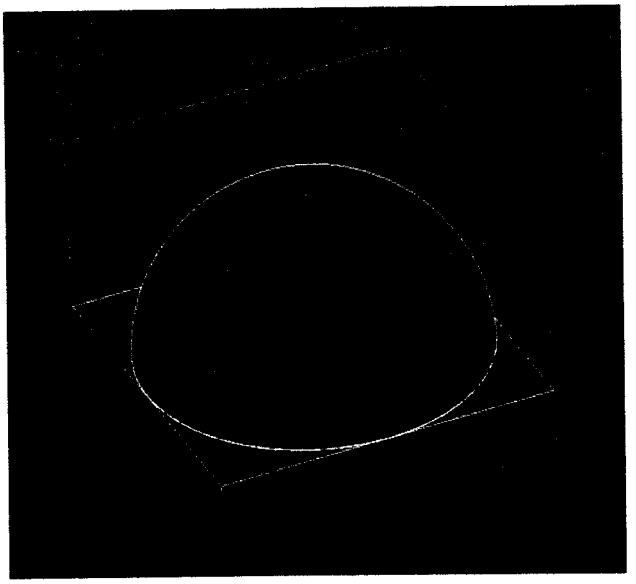


รูปที่ ข-10. การกำหนดค่า Parameter ต่างๆ ในหน้าต่าง Param Tree

2.10.4. File> Exit> Done> Create Vol

2.10.5. ตั้งชื่อ Volume เป็น Blockvol> Enter> Sketch> Extrude>Solid> Done> One Side> Done

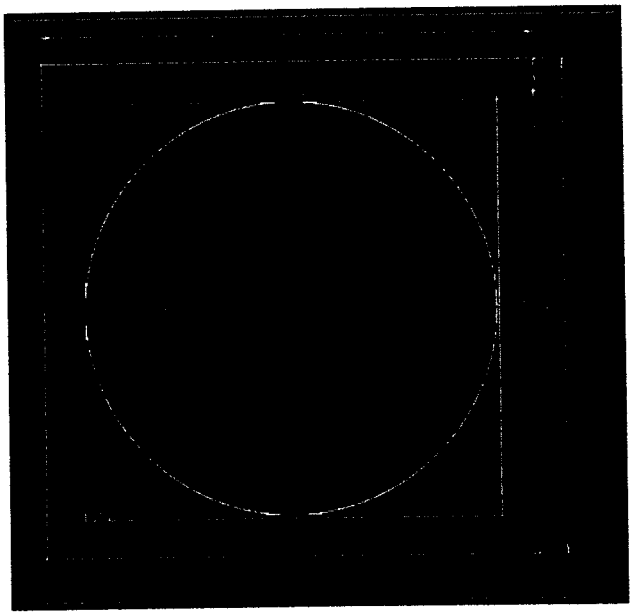
2.10.6. เลือกผิวบนของ Work piece เป็นระนาบ Sketch> กำหนดให้ทิศลูกศรพุ่งลง Okay> Bottom คลิกเลือกผิวด้านหน้าของฐานสี่เหลี่ยม



รูปที่ ข-11. การเลือกระนาบ Sketch และกำหนดให้ทิศลูกศรพุ่งลง

2.10.7. คลิกเลือกเส้นขอบทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยม เพื่อใช้เป็นเส้นอ้างอิงในการสร้าง Volume> คลิกเลือก > คลิกที่มุมบนด้านซ้ายของรูปสี่เหลี่ยมให้ใหญ่กว่าฐานรูปสี่เหลี่ยมเล็กน้อยแล้วลากมาที่มุมขวาล่าง> คลิกซ้ายเพื่อวาง

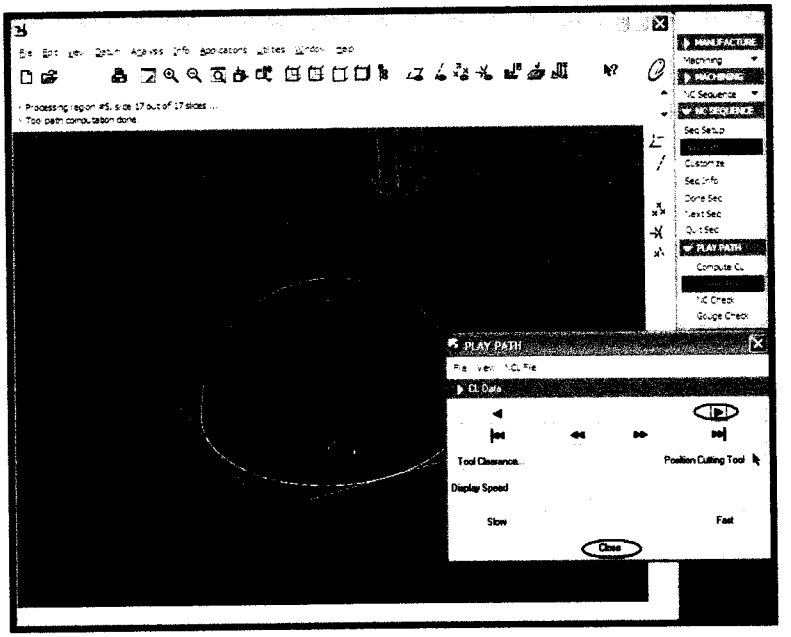
2.10.8. เลือก > Double click ที่เส้นบอกขนาด> แก้ไขให้ได้ขนาด> Enter แก้เส้นบอกขนาดทุกเส้นดังรูปที่ ข-12.



รูปที่ ข-12. การกำหนดขนาดของปริมาตร

2.10.9. Trim> เลือก PART_5_AXIS.PRT บน Model tree> Done/Return

2.10.10. Play Part> Screen Play> เลือก > Close> Done Seq

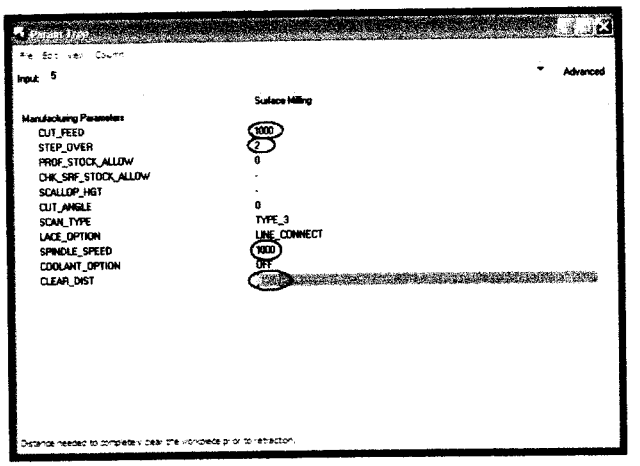


รูปที่ ข-13. การจำลองทางเดินของมิดกัด

2.11. เลือกการกัดชิ้นงานแบบ Surface Milling เพื่อทำการกัดแบบละเอียด

2.11.1. คลิกเลือก NC Sequence> New Sequence> Surface Mill> 5 Axis (ถ้าต้องกัดชิ้นงานแบบแนว 3 แกนหรือ 4 แกน ให้เลือกที่ต้องการ) > Done>Done> Set

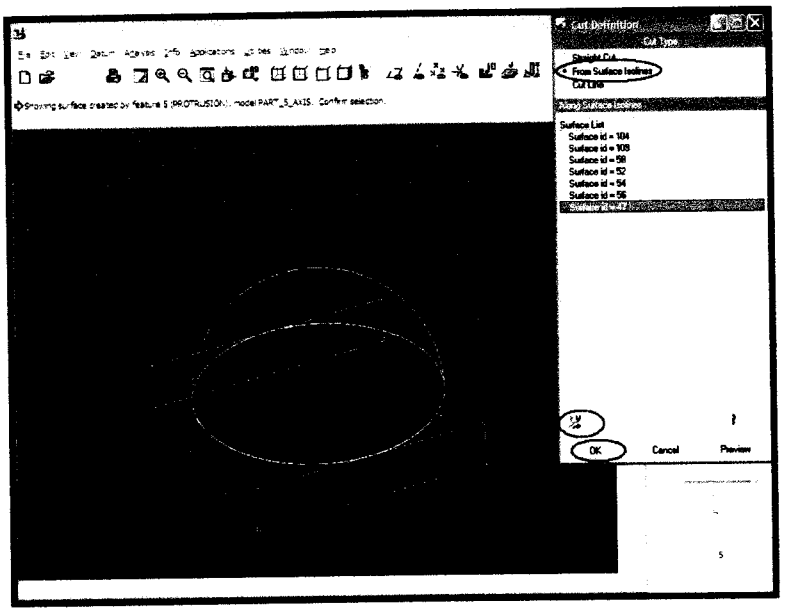
2.11.2. กำหนดค่า Parameter ต่างๆ ดังรูปที่ ข-13.



รูปที่ ข-14. การกำหนดค่า Parameter ต่าง ๆ ในหน้าต่าง Param Tree

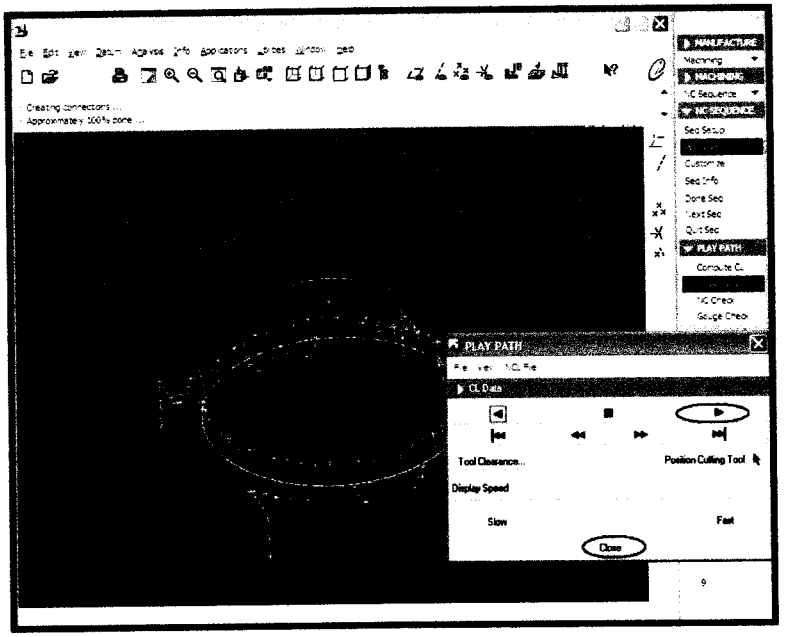
2.11.3. คลิกเลือก File> Exit> Done> Model> Done> เลือกผิวชิ้นงานที่จะกัดโดยเลือกให้หมดทุกผิวยกเว้นผิวด้านล่าง> Done Sel> Done Return> Done Return

2.11.4. คลิกเลือก From Surface Isolines> เลือกรายการใน Surface list พร้อมกับกำหนดทิศทางการกัดชิ้นงาน (ดูรูปที่ ข-14.) โดยเลือก > OK



รูปที่ ข-15. การกำหนดทิศทางการกัดชิ้นงาน

2.11.5. Play Part> Screen Play> เลือก > Close> Done Seq



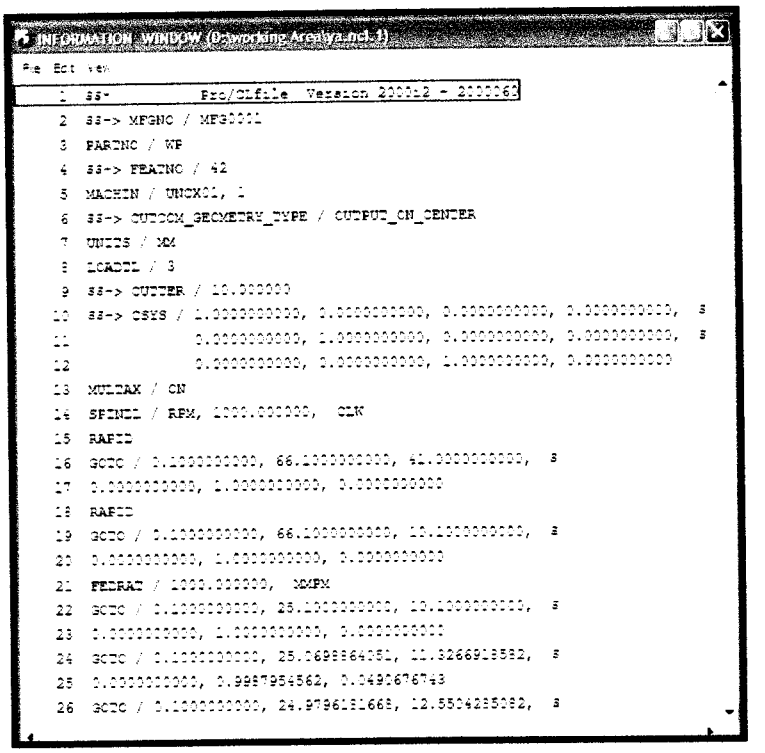
รูปที่ ข-16. การจำลองทางเดินของมิดกัด

3. การจำลองการกัดชิ้นงานเหมือนจริง

การจำลองการกัดชิ้นงานเหมือนจริงมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

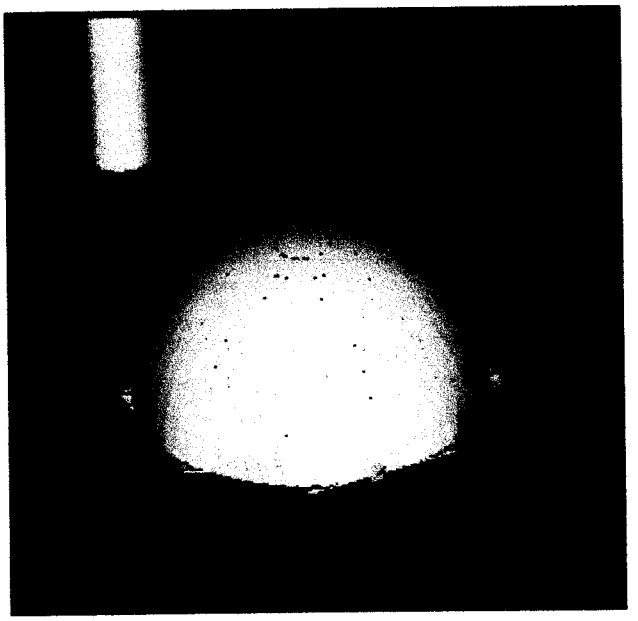
3.1. คลิกเลือก Done/Return> CL Data> Edit> Operation> OP010> Confirm จะปรากฏ Dialog box Save as ขึ้นมา

3.2. ตั้งชื่อ file เป็น Leesaw> OK โปรแกรมจะคำนวณ CL Data (ดังรูปที่ ข-17.) มาให้ ย่อหน้าต่างนี้ลง



รูปที่ ข-17. CL Data ที่ได้จากการ Generate Model

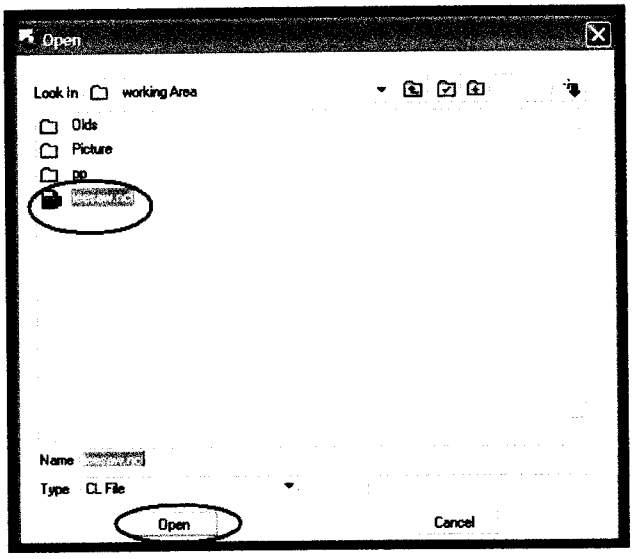
3.3. คลิกเลือก NC Check> Tool View>Visible> Position> Line> พิมพ์จำนวนหมายเลขบรรทัดที่ต้องการดูทั้งหมด = 6145> Enter



รูปที่ ข-18. การจำลองการกัดชิ้นงานเหมือนจริง

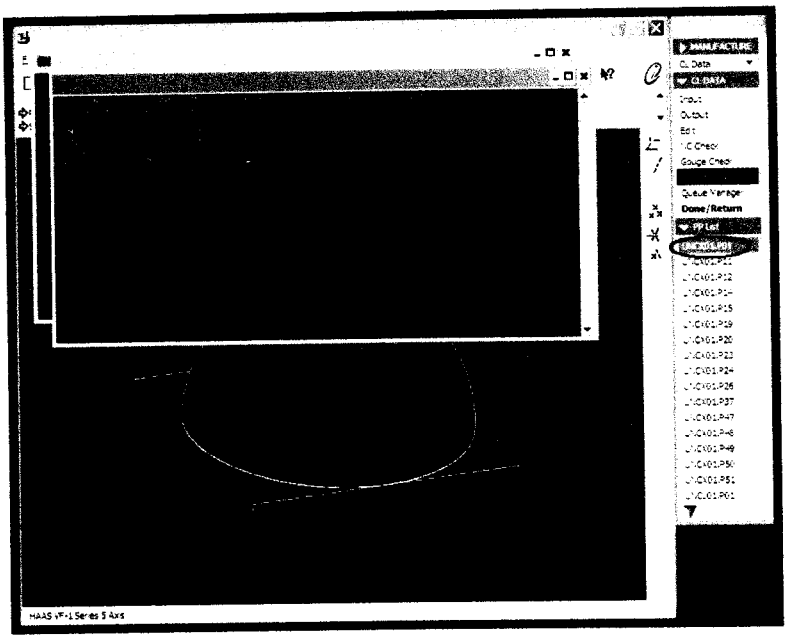
3.4. Done/Return> Done จะปรากฏ Dialog box Save as ขึ้นมา> เลือก File ชื่อ Leesaw.ncl> OK

3.5. เลือก Post Process> จะปรากฏหน้าต่าง Open ขึ้นมา> เลือก File ชื่อ Leesaw.ncl> Open



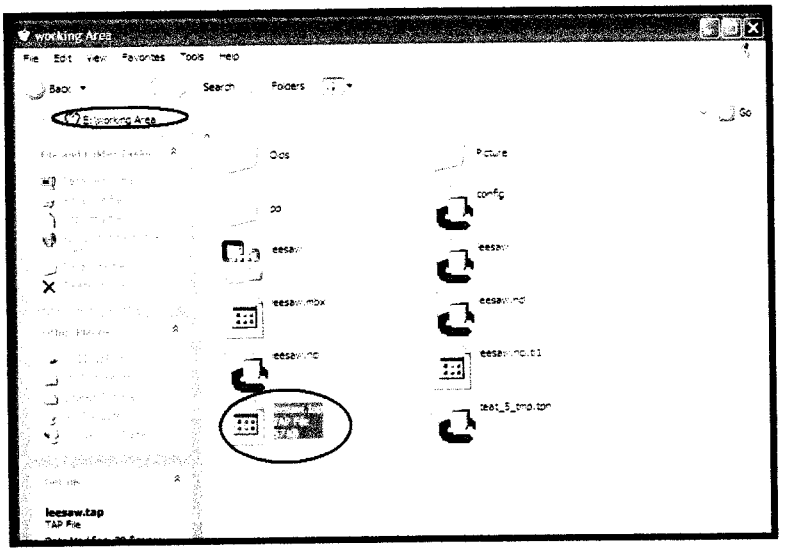
รูปที่ ข-19. หน้าต่าง Open

3.6. เลือก Done> UNCX01.P01> พิมพ์หมายเลขโปรแกรมเป็น 6789> Enter

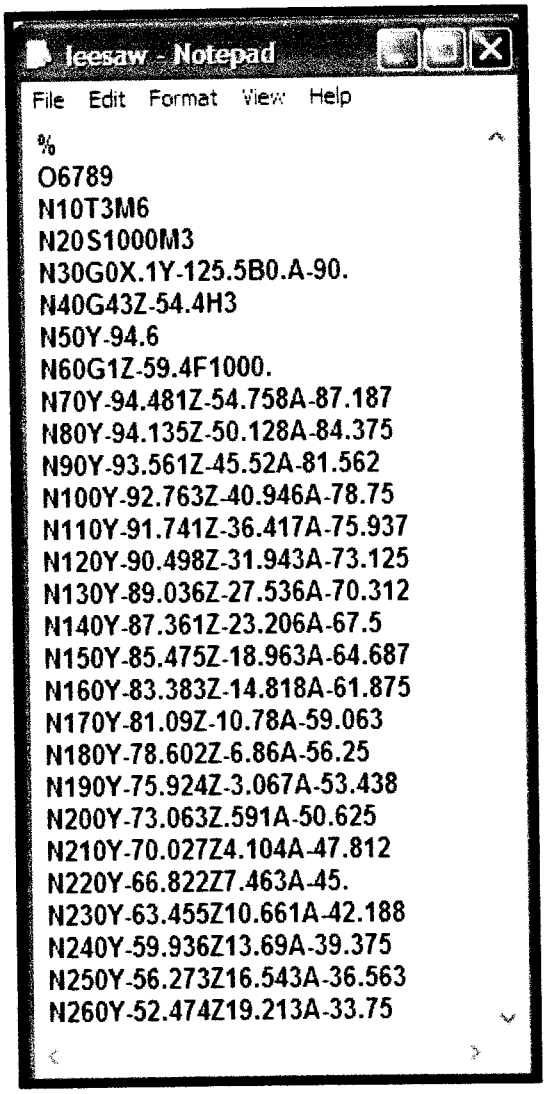


รูปที่ ข-20. การเลือก Post-Processor และตั้งชื่อโปรแกรม

3.7. เข้าไปใน Folder ที่ทำงานอยู่ คือ Working Area> Double click ที่ File ชื่อ Leesaw.tap เพื่อเปิด File NC-Program ขึ้นมา



รูปที่ ข-21. การเปิด File NC-Program



รูปที่ ข-22. ค่า NC-Program ที่ได้จากการ Post-Processor

ภาคผนวก ค

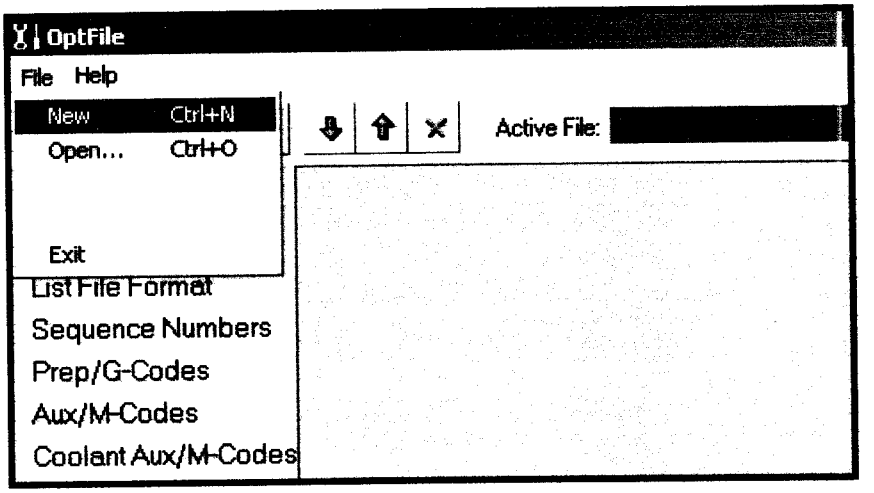
วิธีการใช้งานและการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ใน NC Post-processor ของโปรแกรม Pro/ENGINEER 2000i2

การเข้าสู่ NC Post-processor ให้เลือกคลิกที่ Applications บน Tool Bar แล้วเลือก NC Post-processor จะปรากฏหน้าจอ Option File โดยมีขั้นตอนการเซต Post-processor ดังนี้

1. สร้าง Option File ขึ้นใหม่ โดยอ้างอิงจาก Post-processor ของ HAAS VF-8

1.1. เลือก File> New

1.2. เลือก Mill> OK จากหน้าต่าง New เพื่อกำหนดชนิดของ Post-processor ที่จะสร้าง



รูปที่ ค-1 การสร้าง Option File ขึ้นใหม่

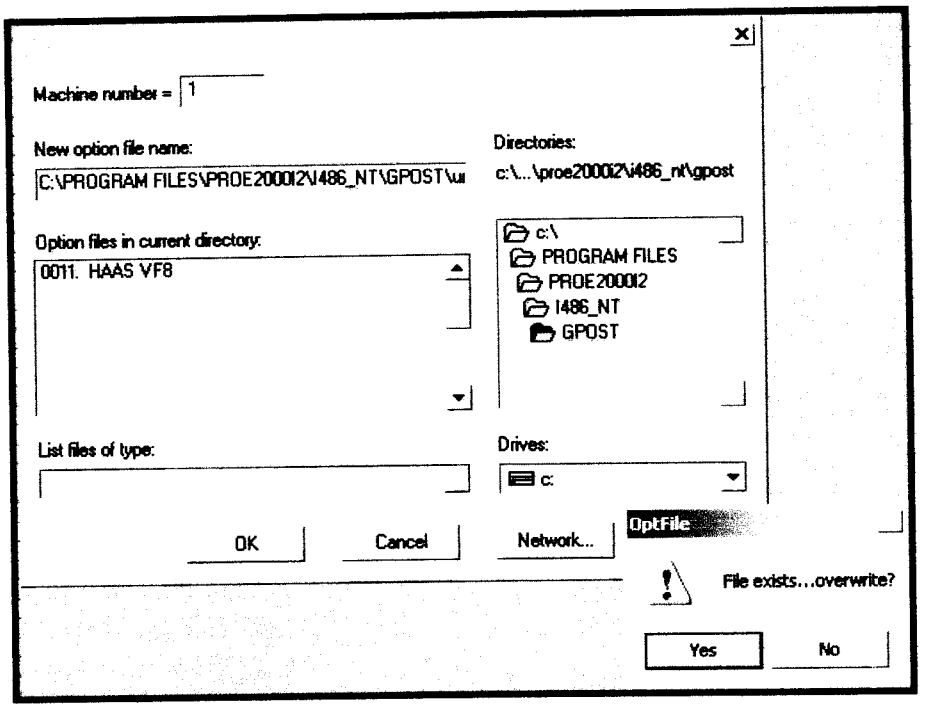
1.3. กำหนดหมายเลขเครื่องกัดในช่อง Machine Number เป็น 1

1.4. เลือก HAAS VF-8> OK เพื่อใช้อ้างอิงโครงสร้างเครื่อง (ดูรูปที่ ค-2.) เพราะว่าเป็นเครื่องยี่ห้อเดียวกันแต่ต่างกันคนละรุ่น

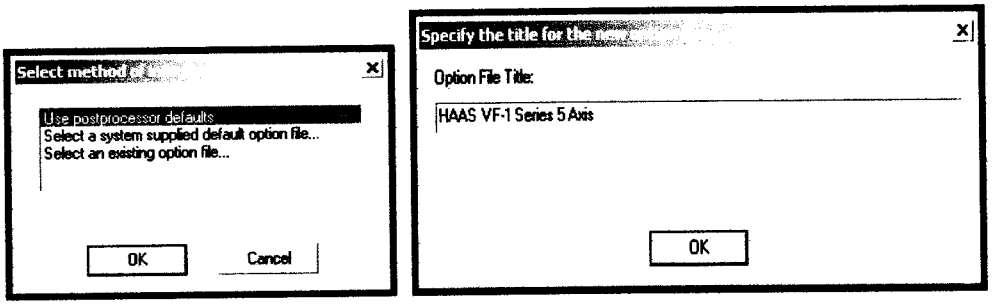
1.5. จะปรากฏหน้าต่างถามว่า จะให้เขียนหมายเลขเครื่องทับเข้าไปใน Option File หรือไม่ เลือก Yes

1.6. เลือก Use the postprocessor defaults> OK เพื่อเลือกใช้วิธีกำหนดค่า Post-processor ตามมาตรฐาน

1.7. ตั้งชื่อเครื่องเป็น HAAS VF-1 Series 5 Axis> OK



รูปที่ ค-2. การกำหนดหมายเลขเครื่องและเครื่องที่ถูกอ้างอิง



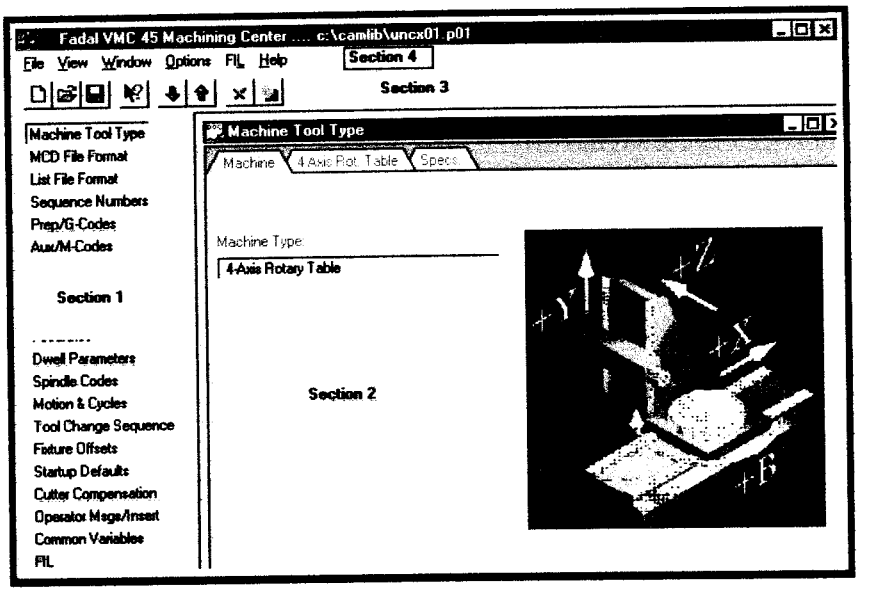
รูปที่ ค-3.การเลือกกำหนดค่า Post-processor ตามมาตรฐาน และกำหนดชื่อเครื่องกัด

2. **ส่วนประกอบของหน้าต่างที่ใช้กำหนดค่า มีดังนี้** (ดูรูปที่ 4.)

2.1. ส่วนที่ 1 ใช้เลือกรูปแบบ Option File ต่างๆ โดยคลิกเมาส์ที่ประเภทที่ต้องการ จะปรากฏข้อมูลให้เลือกกำหนดในส่วนที่ 2

2.2. ส่วนที่ 2 ใช้กำหนดข้อมูลลงไปตามประเภทที่เลือก และบางประเภทจะมีแถบย่อย ปรากฏอยู่ข้างบนให้เลือกด้วย

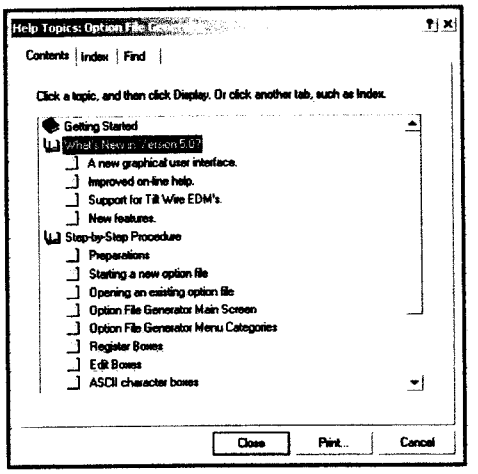
2.3. ส่วนที่ 3 เป็นคำสั่งที่ใช้เพิ่มความสะดวกในการทำงานที่ถูกใช้งานบ่อยๆ เช่น สร้างไฟล์ใหม่ เปิดไฟล์เก่า บันทึกไฟล์ เพิ่ม – ลดขนาดหน้าต่าง และปิดหน้าต่าง



รูปที่ ค-4. ส่วนประกอบของหน้าต่างที่ใช้กำหนดค่า

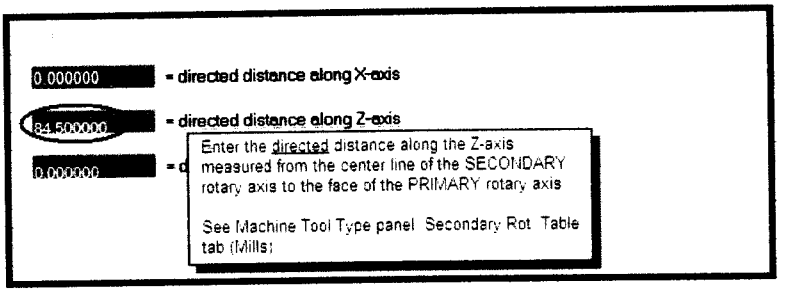
2.4. ส่วนที่ 4 เหมือนกับส่วนที่ 3 แต่แต่จะมีคำสั่งให้เลือกใช้มากกว่า คำสั่งที่สำคัญในส่วนนี้ คือ Help ใช้อธิบายรายละเอียด ค่าสำหรับการใช้งาน และคำสั่งต่าง ๆ วิธีเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ สามารถอ่านได้จาก Help ของโปรแกรมซึ่งมี 2 วิธีในการอ่าน และศึกษารายละเอียด คือ

วิธีที่ 1 เลือก Help> Contents จะปรากฏหน้าจอ Help Topics: Option Files Generator (ดูรูปที่ 5.) หน้าต่างนี้จะอธิบายขั้นตอนการใช้งานทีละขั้นตอนอย่างละเอียด พร้อมรูปภาพ ส่วนของหน้าต่าง Index และ Find สมารถใช้ในการค้นหาหัวข้อหรือเรื่องที่ต้องการศึกษา แล้วจะแสดงรูปและคำอธิบายเหมือนกับที่แสดงใน Contents ต่างกันตรงที่ Find ไม่ต้องเรียงหัวข้อเหมือน Contents



รูปที่ ค-5. รายการ Content ของ Help

วิธีที่ 2. เลือก บน Tool Bar แล้วไปคลิกที่หัวข้อหรือ Block ที่ต้องการ เช่น ต้องการทราบว่าช่อง Offset ของแกน X, Y, Z ทั้ง 3 แกนมีวิธีวัดค่าอย่างไร ให้คลิกที่ แล้วไปคลิกที่หัวข้อ Offset แกน Z จะได้คำอธิบายดังรูป ซึ่งเหมือนกับวิธีที่ 1 แต่ต่างกันตรงที่ วิธีที่ 2 จะได้เห็นคำอธิบายพร้อมๆ กับการทดลองเปลี่ยนค่า (ดูรูปที่ 6.)



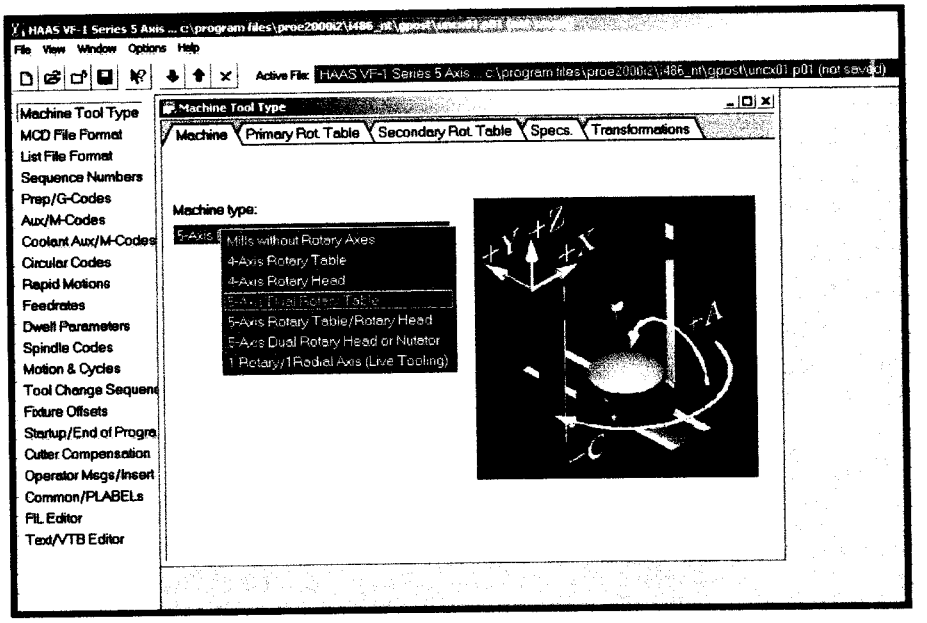
รูปที่ ค-6. คำอธิบายรายละเอียดจากการคลิกที่หัวข้อนั้นๆ

2. ขั้นตอนการกำหนดค่าต่างๆ ลงใน Post-Processor

ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดค่า Parameter ต่างๆ ของตัว Post-Processor ให้ตรงกับเครื่อง CNC HAAS VF-1 5 axis Series Vertical Machining Center โดยมีวิธีการดังนี้

2.1. ส่วนของ Machine Tool Type เป็นการเลือกชนิดโครงสร้างเครื่องกัด

2.1.1. บนแถบ Machine เลือกชนิดโครงสร้างเครื่องกัดเป็นแบบ 5-Axis Dual Rotary Table เพื่อให้ตรงกับโครงสร้างของเครื่อง HAAS VF-1 Series 5 Axis คือ ให้สปินเดิลอยู่กับที่ในทิศแกน Z แกน A หมุนรอบแกน X และแกน B หมุนรอบแกน Z (ดูรูปที่ 7.)



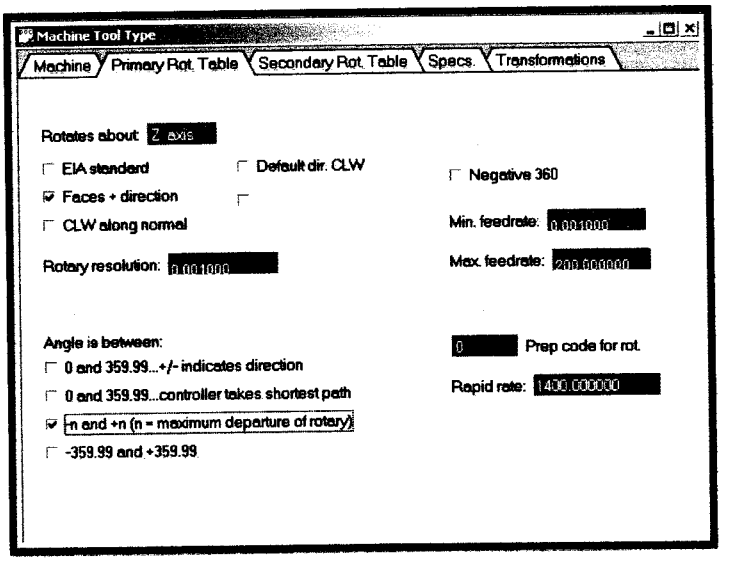
รูปที่ ค-7. การเลือกโครงสร้างของ Machine Tool Type

2.1.2. บนแถบ Primary Rot. Table มีส่วนสำคัญที่ต้องกำหนด ดังนี้

1.) ให้แกนหมุนที่ 1 หมุนรอบแกน Z เมื่อเลือก Z โปรแกรมจะถามว่า ต้องการเปลี่ยนแกนหมุนรอบแกน Z หรือไม่ เลือก No.

2.) เลือก Faces + direction เพื่อกำหนดให้ผิวหน้าของชิ้นงานหันขึ้นตามทิศบวกของแกน Z

3.) เลือก –n and +n (n = maximum departure of rotary) เพื่อเลือกชนิดการหมุนเป็นแบบมุมที่หมุนอยู่ระหว่างค่าที่น้อยที่สุด และมากที่สุด

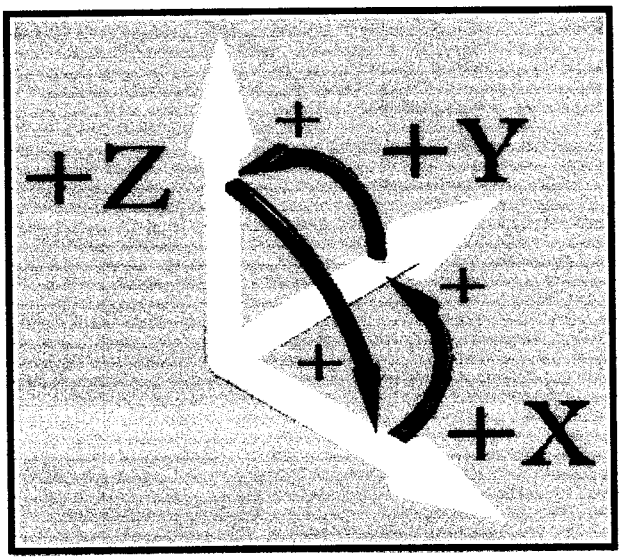


รูปที่ ค-8. การกำหนด Primary rotary Table

2.1.3. แถบ second Rot. Table

1.) เลือก EIA standard มาตรฐาน EIA คือ เมื่อพิจารณาให้ tool เคลื่อนที่ และโต๊ะงานอยู่กับที่ แล้วลักษณะโครงสร้างการเคลื่อนที่ถูกต้อง ดังนี้ (ดูรูปที่ 9)

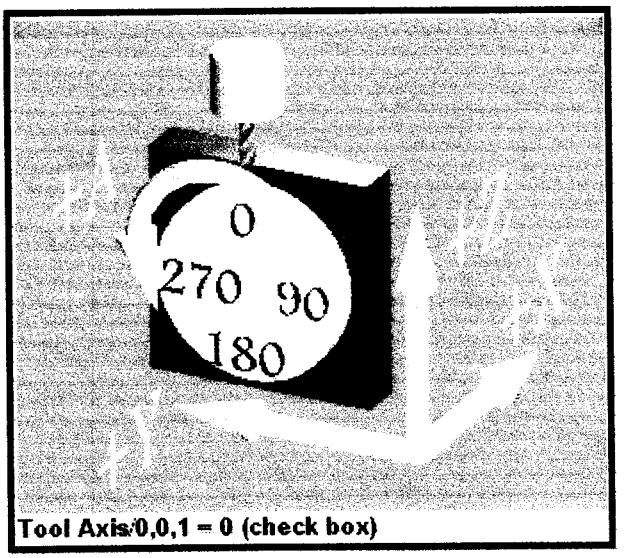
- ในระนาบ XY Spindle หมุนจาก +X ไป +Y
- ในระนาบ ZX Spindle หมุนจาก +Z ไป +X
- ในระนาบ YZ Spindle หมุนจาก +Y ไป +Z



รูปที่ ค-9. โครงสร้างการเคลื่อนที่ตามมาตรฐาน EIA

2.) **เลือก** Limited work area **เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่ทำงานของแกน** A **ให้อยู่ใน** Quadrant **ที่** 1 **และ** 4

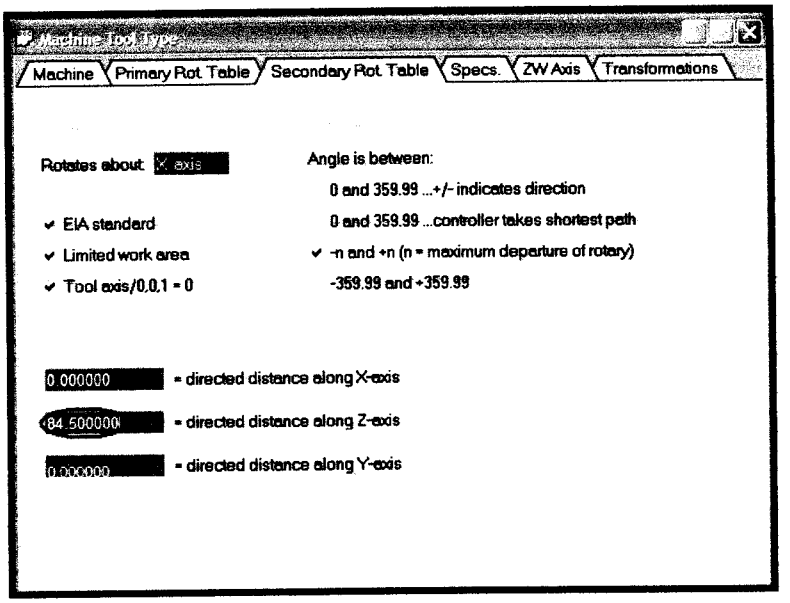
3.) **เลือก** Tool axis/0, 0, 1 = 0 **เพื่อให้เวกเตอร์แกน** tool **อยู่ที่ตำแหน่ง** 0 **ของแกนหมุน** A (**ดูรูปที่** 10.)



รูปที่ ค-10. เวกเตอร์แกน tool **อยู่ที่ตำแหน่ง** 0 **ของแกนหมุน** A

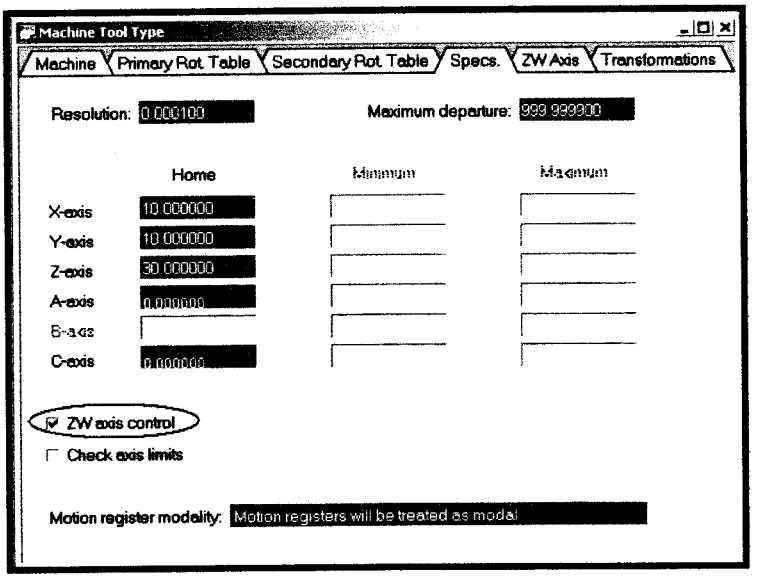
4.) เลือก – n and + n (n = maximum departure of rotary)

5.) ค่า Offset แกน Z ค่าที่หาได้คือ 84.5 mm. (ดูวิธีหาจากผลการทดลอง)



รูปที่ ค-11. การกำหนด Secondary rotary Table

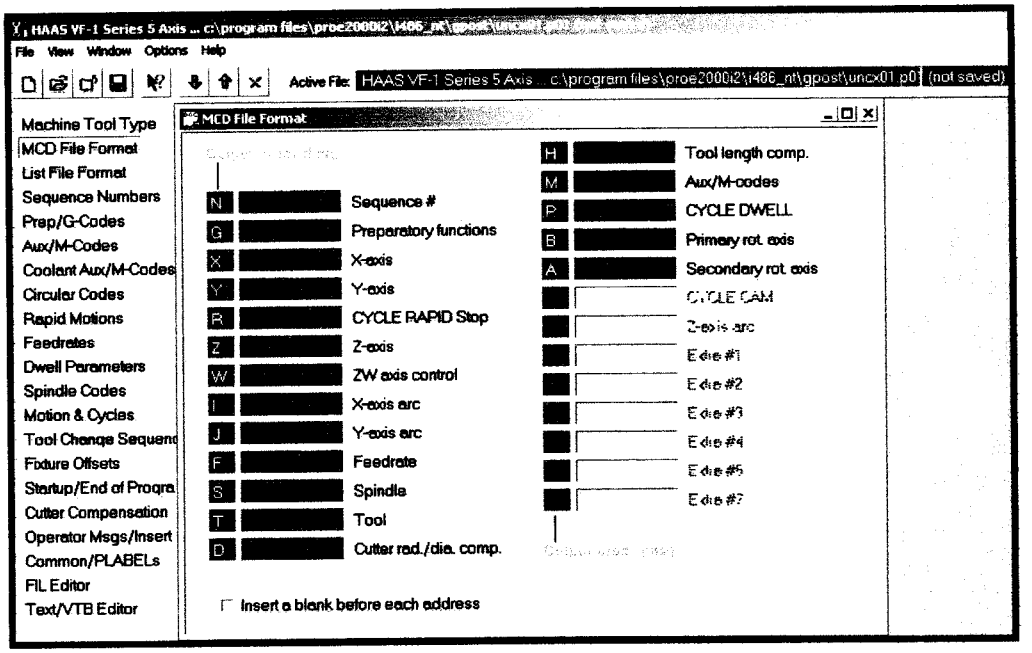
2.1.4. แถบ Specs. เลือก ZW axis control เพื่อควบคุม offset แกน Z



รูปที่ ค-12. การกำหนด Specs

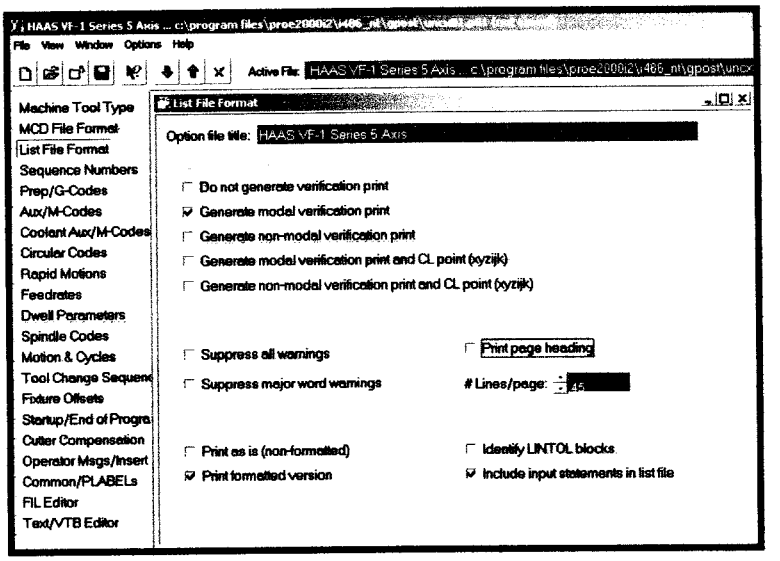
2.2. ส่วนของ MCD File Format เป็นการกำหนดตัวแปรต่างๆ ใน Post-processor ให้ตรงกับการใช้งานของเครื่อง HAAS VF-1 Series 5 axis เช่น

- ตัวแปร X, Y, Z แทนตำแหน่งการเคลื่อนที่ของแกน X, Y, Z ตามลำดับ
- ตัวแปร A แทนแกนหมุนที่ 2
- ตัวแปร B แทนการแกนหมุนที่ 1 ปรกติเมื่อเปลี่ยนแกนหมุนที่อยู่ใน Machine Tool Type แล้วตัวแปรที่อยู่ใน MCD File Format จะเปลี่ยนตามไปด้วย



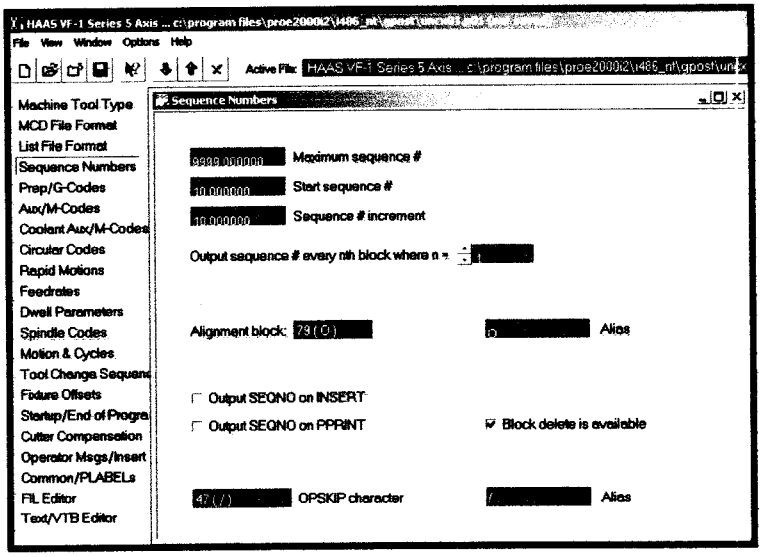
รูปที่ ค-13. การกำหนดค่าใน MCD File Format

2.3. ส่วนของ List File Format เป็นการกำหนดรูปแบบของ File ต่างๆ ดังรูปที่ ค-14.



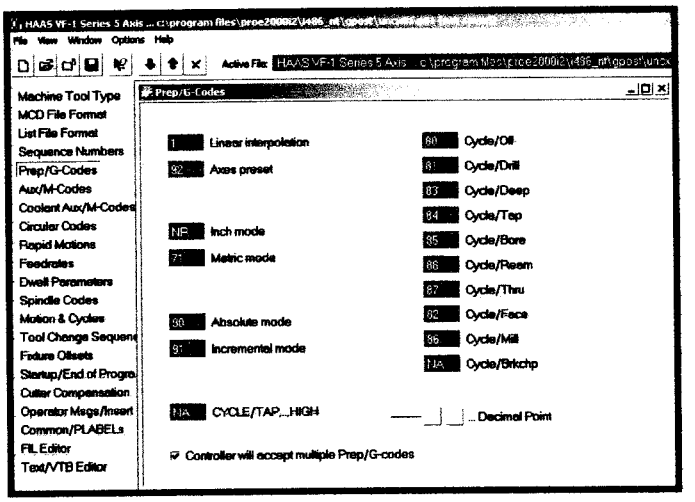
รูปที่ ค-14. การกำหนดค่าใน List File Format

2.4. ส่วนของ 1. Sequence Number เป็นการกำหนดหมายเลขบรรทัดให้เริ่มต้นที่ 10 และเพิ่มขึ้นทีละ 10 (ดูรูปที่ ค-15.)



รูปที่ ค-15. การกำหนดค่าต่างๆ ใน Sequence Number

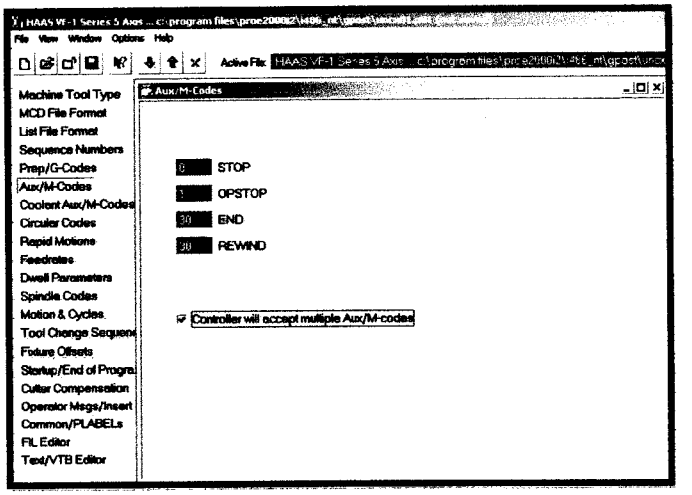
2.5. ส่วนของ Prep/G-Codes เป็นการกำหนดค่าตัวแปรที่จะใช้ เช่น Linear interpolation กำหนดเป็น G01 ส่วนชนิดการเคลื่อนที่ ได้แก่ G90 เป็นแบบ absolute Motion และ G91 เป็นแบบ Incremental Motion



รูปที่ ค-16. การกำหนดค่าใน Prep/G-Codes

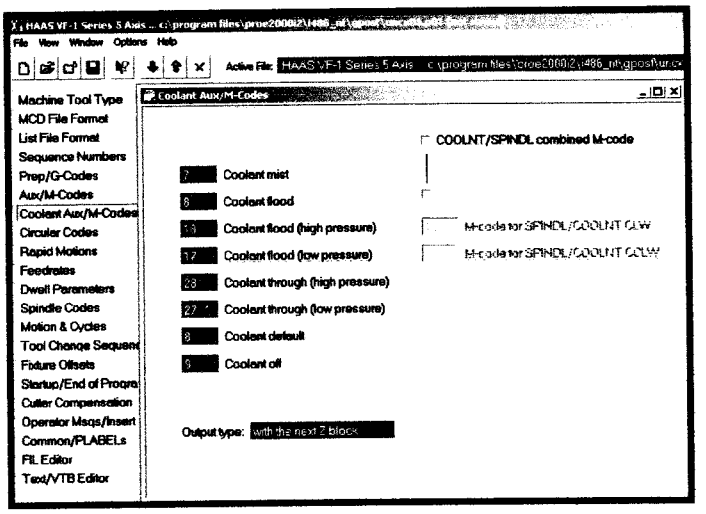
2.6. ส่วนของ Aux/M-Codes ปืนการกำหนด M-Code ของโปรแกรม ที่สำคัญได้แก่

- Stop: M01 คือ Spindle หยุดหมุน
- End: M30 คือ จบโปรแกรม



รูปที่ ค-17. การกำหนดค่าใน Aux. / M-Codes

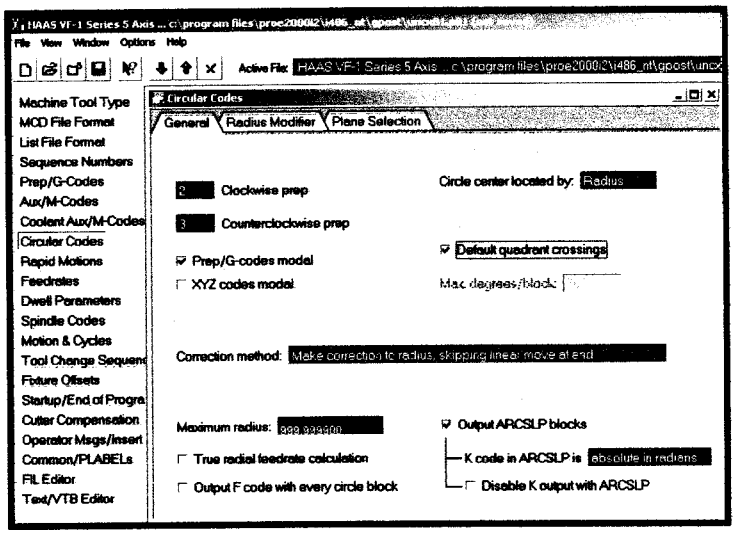
2.7. ส่วนของ Coolant Aux / M-Codes



รูปที่ ค-18. การกำหนดค่าใน Coolant Aux / M-Codes

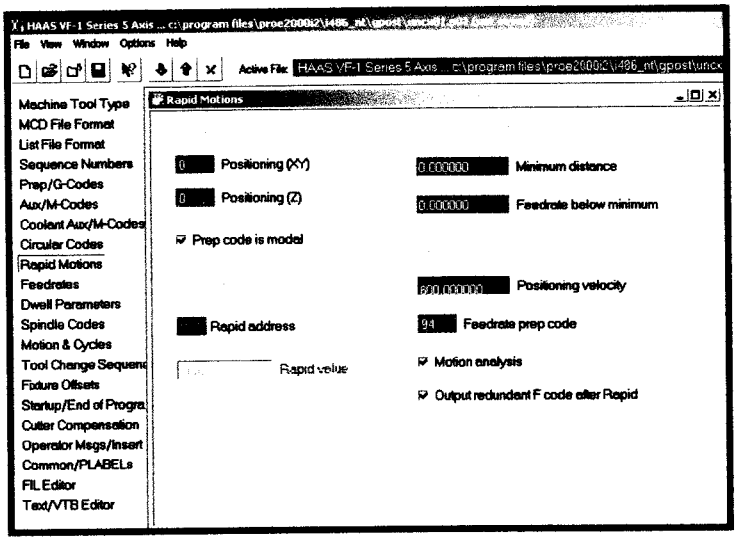
2.8. ส่วนของ Circular Codes เป็นการกำหนดลักษณะการเคลื่อนที่โค้งของการเดินกัดชิ้นงาน แบบ 3 แกน

- Circle center located by: เลือก Radius



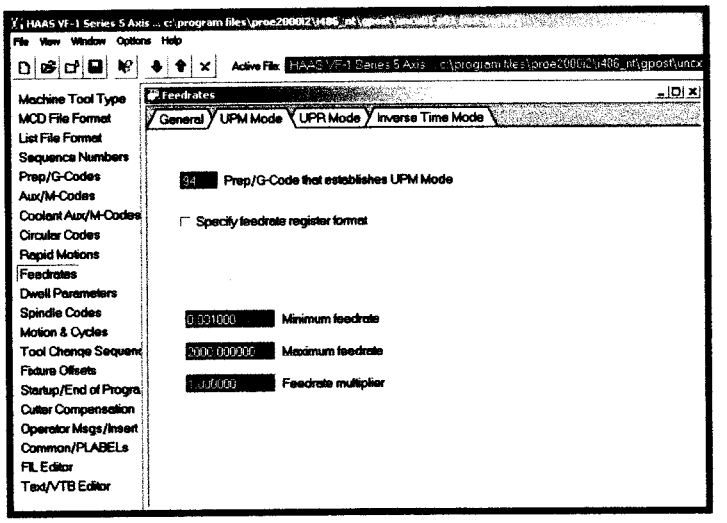
รูปที่ ค-19. การกำหนด Circle Codes

2.8. ส่วนของ Rapid Motions



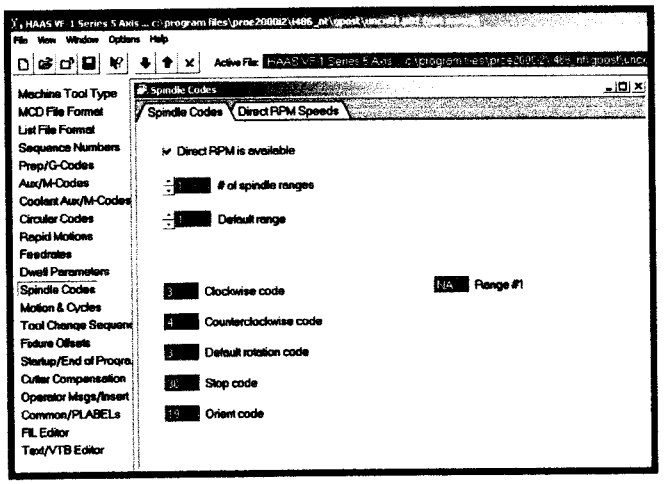
รูปที่ ค-20. การกำหนดค่าใน Rapid Motion

2.9. ส่วนของ Feedrates บนแถบ UPM Mode และแถบ Inverse Time Mode เปลี่ยน Maximum federate เท่ากับ 2000



รูปที่ ค-21. การกำหนดค่าใน Feedrates

2.10. ส่วนของ Spindle codes เป็นการกำหนด M Code เพื่อควบคุมการทำงานของ Spindle เช่น M30 คือ การสิ้นสุดโปรแกรม และเตรียมพร้อมจะทำงานอีกรอบ

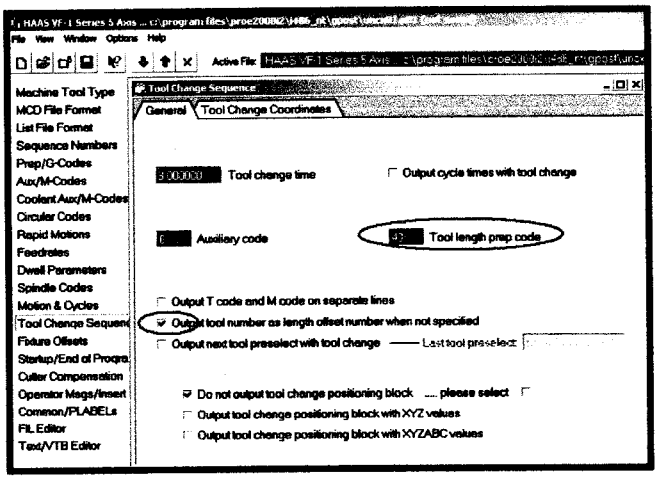


รูปที่ ค-22. การกำหนดค่าต่างๆ ใน Spindle Code

2.11. ส่วนของ Tool Change Sequence เป็นการกำหนดค่าเพื่อควบคุม tool

2.11.1. เลือก G43 เพื่อชดเชยความยาว tool ทางบวก

2.11.2. เลือก Output tool number as length offset number when not specified เพื่อให้แสดงผลออกทางโปรแกรม

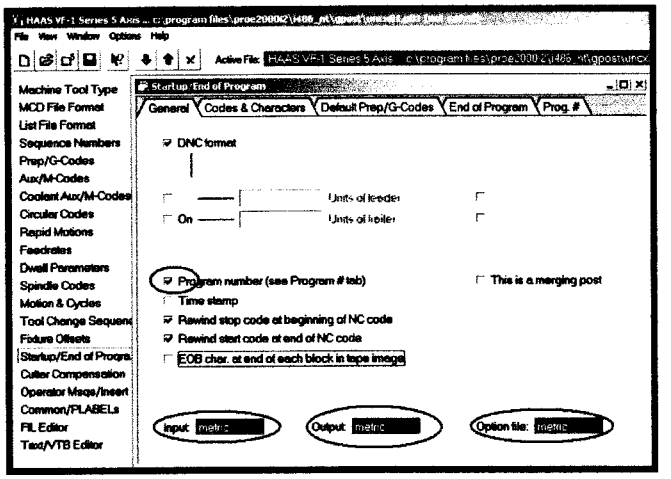


รูปที่ ค-23. การกำหนดค่าใน Tool Change Sequence

2.12. ส่วนของ Startup/End of Program เป็นการกำหนดรูปแบบของโปรแกรมที่เครื่องสามารถอ่านได้

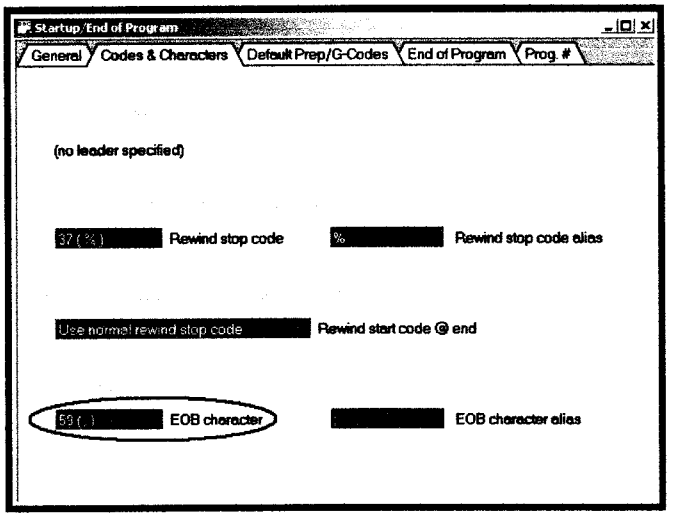
2.12.1. เลือก Program number (see Program # tab) เพื่อกำหนดหัวโปรแกรม

2.12.2. เลือกหน่วยของ Post processor เป็นแบบ Metric



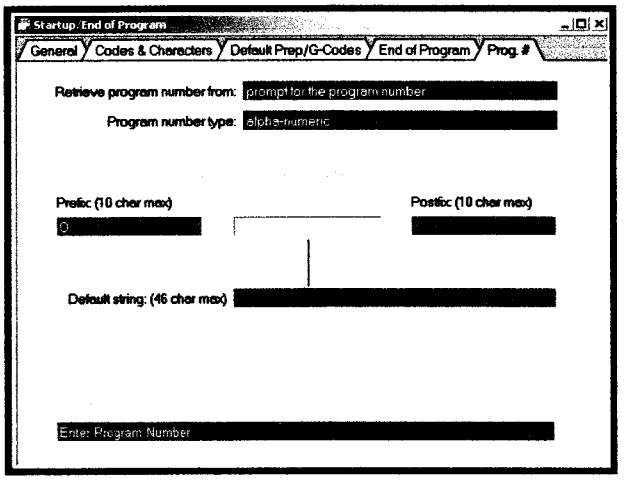
รูปที่ ค-24. การกำหนดค่าใน Startup/End of Program

1.12.3. บนแถบ Codes & Characters เลือก สัญลักษณ์; ในช่องEOB character เพื่อกำหนดเครื่องหมายสิ้นสุดของบล็อก



รูปที่ ค-25. การกำหนดเครื่องหมายสิ้นสุดของบล็อก

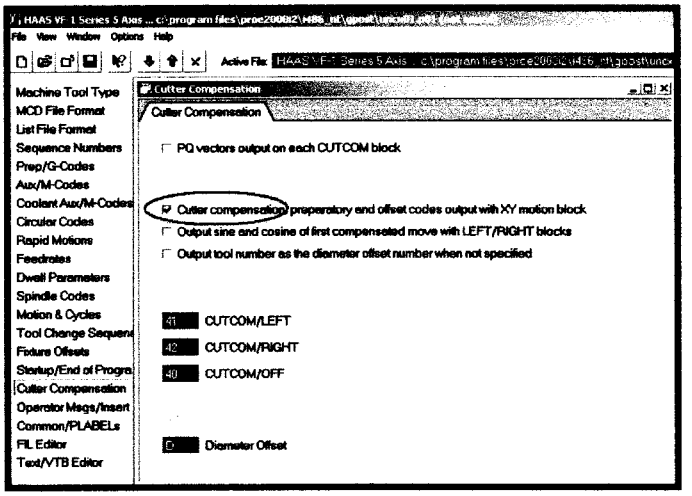
1.12.4. บนแถบ Prog # เป็นการกำหนดให้ Post processor ขึ้นกรอบให้ป้อนหมายเลขโปรแกรม



รูปที่ ค-26. การกำหนดให้ Post processor ขึ้นกรอบให้ป้อนหมายเลขโปรแกรม

1.13. ส่วนของ Cutter Compensation เป็นการชดเชยรัศมี tool

- เลือก Cutter compensation preparatory and offset codes output with XY motion block (ดูรูปที่ 27.)



รูปที่ ค-27. การกำหนดส่วนของ Cutter Compensation

ส่วนที่ได้อธิบายไปนั้น เป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง และส่งผลต่อ NC Code ที่ได้ ถ้าค่าหรือตัวแปรที่ได้ไม่ถูกต้องจะไม่สามารถสั่งเครื่องกัด CNC HAAS VF-1 Series กัดชิ้นงานได้ ส่วนที่เหลือเป็นส่วนประกอบที่ Post-processor แต่ละตัวมีลักษณะคล้ายกัน

ภาคผนวก ง

การใช้งานเครื่องกัด CNC 5 Axis HAAS VF-1 Series

การที่จะสามารถกัดชิ้นงานได้ถูกต้องตามขนาดที่ออกแบบไว้ ต้องเข้าใจขั้นตอนการควบคุมเครื่อง และคำสั่งแต่ละคำส่งเป็นอย่างดี เพราะถ้าไม่เข้าใจแล้วไปใช้งานอาจทำให้เครื่องเสียหาย และเกิดอุบัติเหตุได้

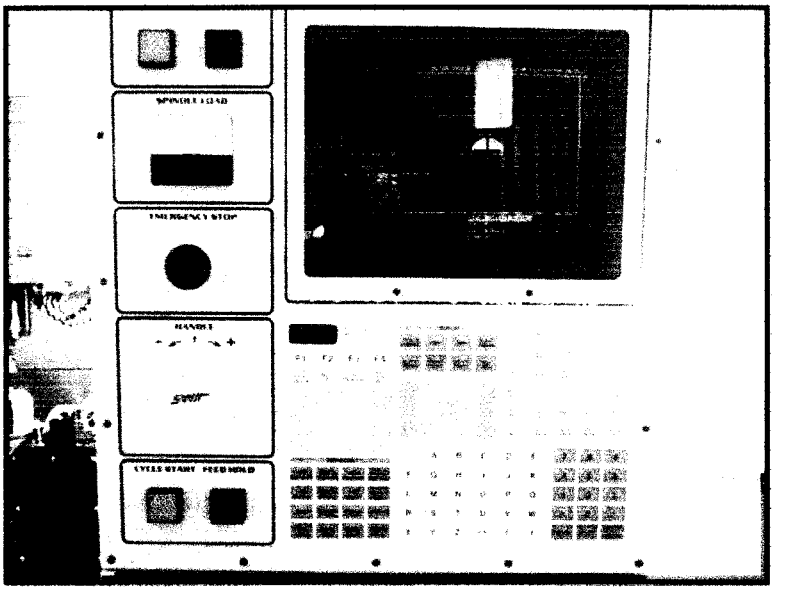
1. การเปิดเครื่อง

1.1. เปิด Switch ไฟข้างหลังเครื่อง

1.2. กด Power On แล้วรอวักครู่ ให้เครื่องโหลดข้อมูล และเช็คสภาพเครื่องก่อน> ปลด Emergency Stop> Reset

1.3. กด Power Up/Restart> เลือก Rapid 25 เพื่อให้ทุกแนวแกนกลับไปที่จุดศูนย์ของเครื่อง และจำค่าไว้เพื่อใช้อ้างอิงในการทำงาน

1.4. Zero Return> Auto All Axis เพื่อให้เครื่องกลับไปที่ตำแหน่ง Home และเตรียมพร้อมทำงาน



รูปที่ ง-1. ชุดควบคุมของเครื่อง CNC HAAS VF-1 Series

2. การวอร์ม Spindle ก่อนใช้งาน

2.1. กด MDI DNC เพื่อเข้าสู่โหมดการเขียนโปรแกรมเฉพาะ

2.2. พิมพ์ M3 S500> Enter> กด Cycle Start Spindle จะหมุนตามเข็มนาฬิกาที่ความเร็ว 500 รอบ/นาที

2.3. ใช้เวลาวอร์มเครื่องประมาณ 15 นาที แล้วกดปุ่ม Stop เพื่อหยุด Spindle

3. การ Set จุดศูนย์ชิ้นงาน

การทดลองนี้กำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานที่จุดศูนย์กลาง ที่สำคัญคือ ต้องกำหนดให้ตรงกับขั้นตอน Manufacturing

3.1. กด Handle Jog> กด Page Up ไปที่หน้าจอ Position Operator> กด CW เพื่อให้ Spindle หมุนตามเข็มนาฬิกา

3.2. การตั้งโต๊ะงานให้อยู่ในแนวแกนที่ต้องการ เลือกแนวแกนที่ Jog Lock> เลือกความเร็วในการเคลื่อนที่จาก Handle Jog> หมุน Hand Wheel ไปที่ตำแหน่งที่ต้องการ คือ

- X = -262.6 mm.
- Y = -204.3 mm.
- Z = -113.623 mm.
- A = 124 องศา
- B = 0 องศา

3.3. เลือกแกน X> Origin> Y> Origin> Z> Origin> A> Origin> B> Origin

3.4. ยกแกน Z ขึ้นมา ให้อยู่ในระยะที่ห่างจากแกนหมุน

3.5. ทำการกำหนดค่า Work Offset

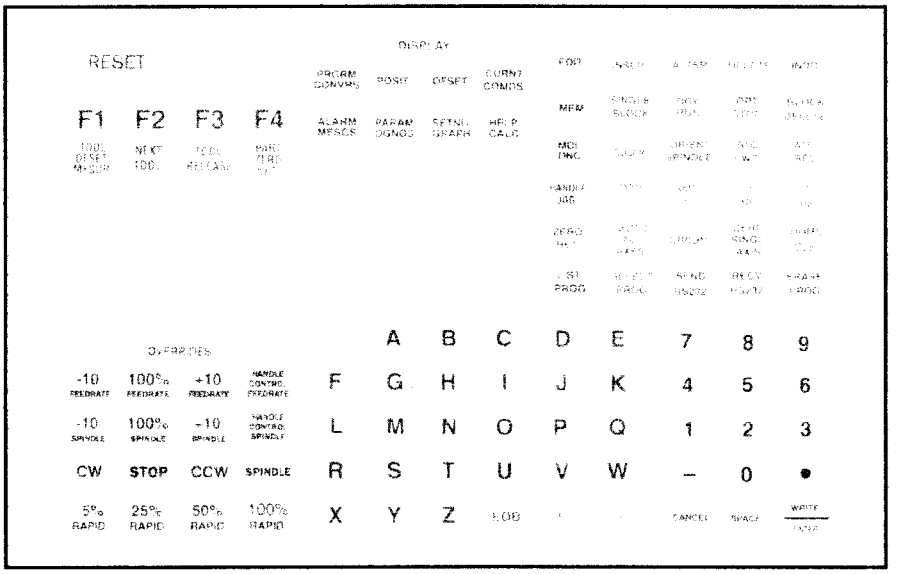
3.5.1. Offset> กด Page Up 1 ครั้ง แล้วเลื่อน Cursor ไปที่ค่า X ของ G54> กด F4> Part Zero Set ที่เหลืออีก 4 ค่า (Y, Z, A, และ B) ทำเหมือนกัน เพื่อป้อนค่าจุดศูนย์ชิ้นงานเข้าชุดควบคุมของเครื่อง

3.5.2. กด Page Down 1 ครั้ง> เลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่ Tool Length ของ tool หมายเลข 3> พิมพ์ 0> กด Enter> F1> Tool Offset Mesur. เป็นการชดเชยความยาว Tool บนชุดควบคุมของเครื่อง

3.5.3. กด Stop ให้ Spindle หยุดหมุน> ยกแกน Z ขึ้นให้สุด> ใส่ชิ้นงานบนโต๊ะ

ซึ่งขั้นตอนนี้ต้องกำหนดให้แนวแกน Z ของชิ้นงานอยู่ตรงจุดเดียวกันกับแนวแกนหมุนของแกน B เพราะถ้ากำหนดไม่ตรงกันแล้ว ชิ้นงานที่กัดออกมาจะมีขนาดใหญ่กว่าที่ออกแบบไว้

3.5.3. กด Stop ให้ Spindle หยุดหมุน> Zero Return> Auto All Axes เพื่อให้ทุกแนวแกนกลับตำแหน่ง Home และเตรียมพร้อมที่จะกัดชิ้นงาน



รูปที่ ง-2. คีย์บอร์ดที่ใช้สำหรับควบคุม และป้อนคำสั่งให้เครื่อง

4. การป้อนโปรแกรมเข้าชุดควบคุม

4.1. ใส่แผ่นดิสก์ในช่อง Drive A ของชุดควบคุมเครื่องกัด

4.2. กด Edit เพื่อเข้าสู่โหมดแก้ไขข้อมูล> F1 เพื่อเรียกรายการย่อยในหน้าต่าง Edit ออกมาเลือกใช้งาน

4.3. เลื่อน Cursor ไปที่ I/O> Floppy Directory> Enter เพื่อเรียกไฟล์โปรแกรมจากแผ่นดิสก์ขึ้นมา

4.4. เลื่อน Cursor ไปที่ชื่อไฟล์ที่ที่ต้องการ> Enter รอซักครู่เครื่องจะโหลดไฟล์ NC-Code ขึ้นมาให้ทำงาน

5. การดูกราฟิกการเคลื่อนที่ของ Tool อย่างรวดเร็ว เพื่อดูว่าตัวโปรแกรมไม่มีปัญหา

5.1. กด EDIT> MEM> SETTING GRAPH 2 ครั้ง> F3> F4> CYCLE START ที่หน้าจอจะแสดงการเคลื่อนที่ของ Tool

6. การสั่งให้โปรแกรมทำงาน

เมื่อกำหนดจุดศูนย์ของโปรแกรม ค่า Offset ชดเชยความยาว Tool และดูกราฟิกจนมั่นใจแล้วว่าการเคลื่อนที่ของ Tool และโต๊ะงานถูกต้องก็สั่ง Run โปรแกรมได้

6.1. กด EDIT> MEM> CURNT COMDS> SINGLE BLOCK> เลือก Rapid 5> CYCLE START เครื่องกัดจะเริ่มทำงานทีละบรรทัดตามที่เลือก เมื่อมั่นใจว่าตัวโปรแกรม ไม่มีปัญหาให้ปลด SINGLE BLOCK ออก เพื่อให้เครื่องทำงานต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนจบโปแกรม

6.2. เมื่อจบโปแกรมจะมีเสียงกริ่งดังขึ้น ให้กด Reset

6.3. กด HANDLE JOG> เลือกความเร็ว> เลือกแกน Z> ใช้ Hand wheel ยกแกน Z ขึ้นให้สุด แล้วเอาชิ้นงานออกจากเครื่อง

7. การปิดเครื่อง

7.1. ZERO RETURN> AUTO ALL AXES เพื่อให้ทุกแนวแกนกลับไปอยู่ตำแหน่ง Home

7.2. กด POWER OFF เพื่อปิดเครื่อง> ปิด Switch ไฟข้างหลัง

ข้อแนะนำการใช้งานเครื่องกัด CNC 5 Axis HAAS VF-1 Series

1. ขณะที่สั่งโปรแกรมทำงานควรใช้มือข้างหนึ่งแตะไว้ที่ Emergency Stop หรือ Reset เมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน ให้รีบกดทันที

2. ขณะที่เริ่มสั่งโปรแกรมทำงานควรปรับอัตราป้อน Rapid Rate ให้อยู่ในระดับต่ำ ประมาณ 5% หรือ 25 % และใช้ปุ่ม SINGLE BLOCK เพื่อรันโปรแกรมทีละบรรทัดก่อน แล้วค่อย ปลด SINGLE BLOCK ออกเมื่อมั่นใจว่าถูกต้อง

3. ไม่ต้องยุ่งกับปุ่ม PARAM DGNOS เพราะเป็นข้อมูลของเครื่อง ถ้าผิดนิดเดียวเครื่องจะไม่ทำงาน

4. การสั่งเครื่อง CNC ทำงานนั้น อาจเกิดปัญหาขึ้นได้มากมาย เช่น Alarms ต่างๆ ผู้ใช้งานสามารถศึกษาข้อมูล และวิธีแก้ไขได้จากคู่มือการใช้เครื่อง VF Series OPERATOR'S MANUAL และสอบถามข้อมูลจากบริษัท Machine Tech โดยตรง

4.1. ปัญหาที่เจอจากการทำวิจัย คือ ทำงานตามปกติ แล้ว Spindle เกิดหยุดหมุนขึ้นมา มี Alarms ฟ้องว่า Time Out-Call Your Dealer แก้ไขโดยการปลด Unlock ดังนี้

4.1.1. ไปที่ Setting Graph> กด Emergency Stop

4.1.2. พิมพ์เลข 7> กด

4.1.3. เมื่อกดจะพบว่าบรรทัดที่มีเลข 7 เป็น ON อยู่ ให้เปลี่ยนเป็น OFF โดยกด

4.1.4. พิมพ์เลข 26> กด

4.1.5. จะพบหน้าจอที่มีเลข 26 อยู่ โดยเขียนว่า Serial Number 20114 ให้พิมพ์ตัวเลข 2728 เพื่อปลด Unlock

4.1.6. ปลด Emergency Stop> Enter เครื่องจะใช้งานได้ตามปกติ

5. ขั้นตอนการติดตั้งแกน 4 และ 5 (ดูรูปที่ ง-3.)

5.1. ยกแกน 4 และ 5 ตั้งบนโต๊ะงานของ 3 แกน ทำการลอกให้แน่น

5.2. ต่อสายลม และสายของแกน 4 และ 5 เข้ากับตัวเครื่องที่ช่องต่อด้านหลัง ดังนี้

- ต่อสายแกน A เข้ากับช่องเสียบแกนที่ 4
- ต่อสายแกน B เข้ากับช่องเสียบแกนที่ 5
- ต่อสายลมเข้ากับช่องเสียบสายลมที่ตัว Air Regulator

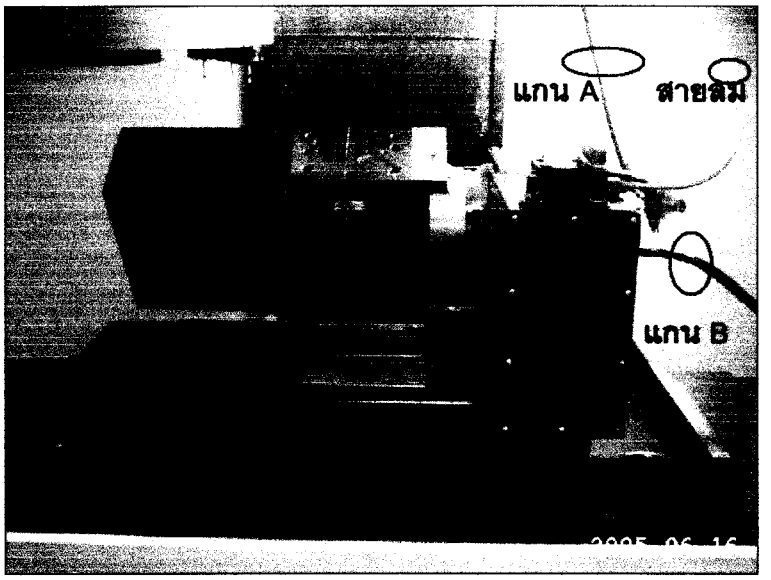
5.3. วิธีการ Set ค่าแกน 4 และแกน 5 บนชุดควบคุม มีดังนี้

5.3.1. ไปที่ Setting Graph> กด Emergency Stop> Page Up ไปที่ 30 4 TH AXIS ENABLE เดิมเป็น OFF อยู่ให้กดลูกศร เลือก HRT210> Enter

5.4. กด ไปที่ 78 5 TH AXIS ENABLE เดิมเป็น OFF อยู่ให้กดลูกศร เลือก HRT160> Enter

5.5. ปลด Emergency Stop> Reset

5.6. กด Position สังเกตดูจะเห็นว่ามีแกน A และ B ขึ้นมาให้ใช้งานได้แล้ว



รูปที่ ง-3. ลักษณะการติดตั้งแกน 4 และ 5