

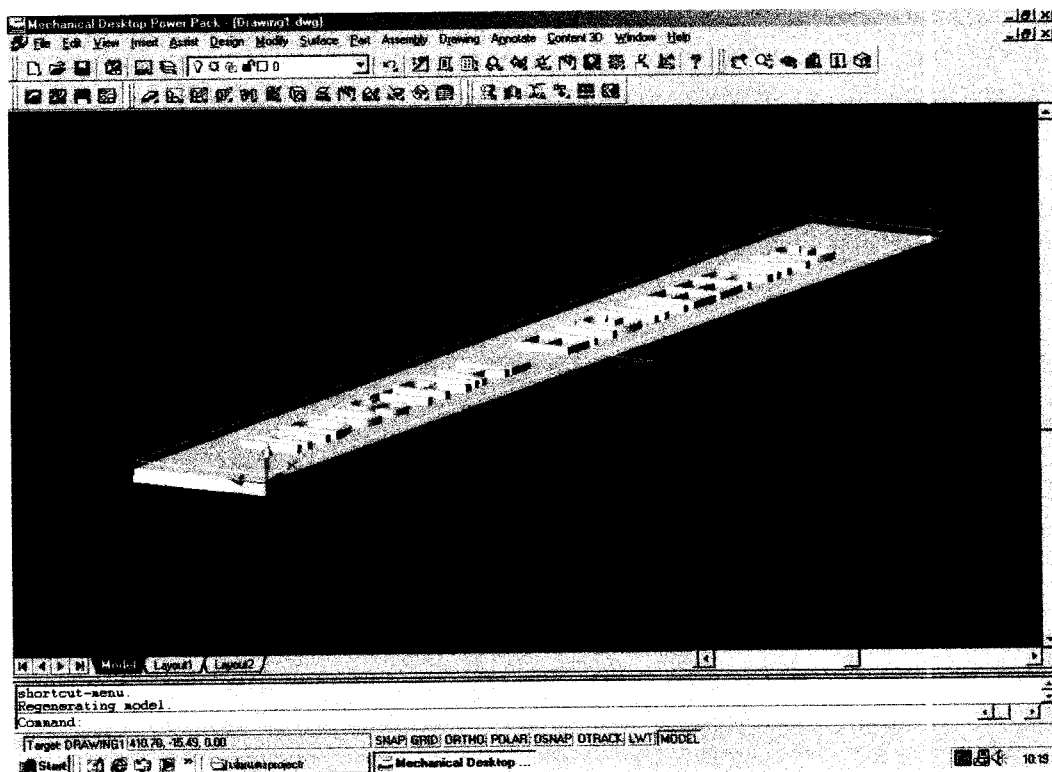
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม hyperMILL

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม hyperMILL

1. เปิดโปรแกรม Mechanical Desktop และเปิดไฟล์ของชิ้นงานที่บันทึกไว้
2. กำหนดบริเวณขอบเขตในการกัดชิ้นงาน

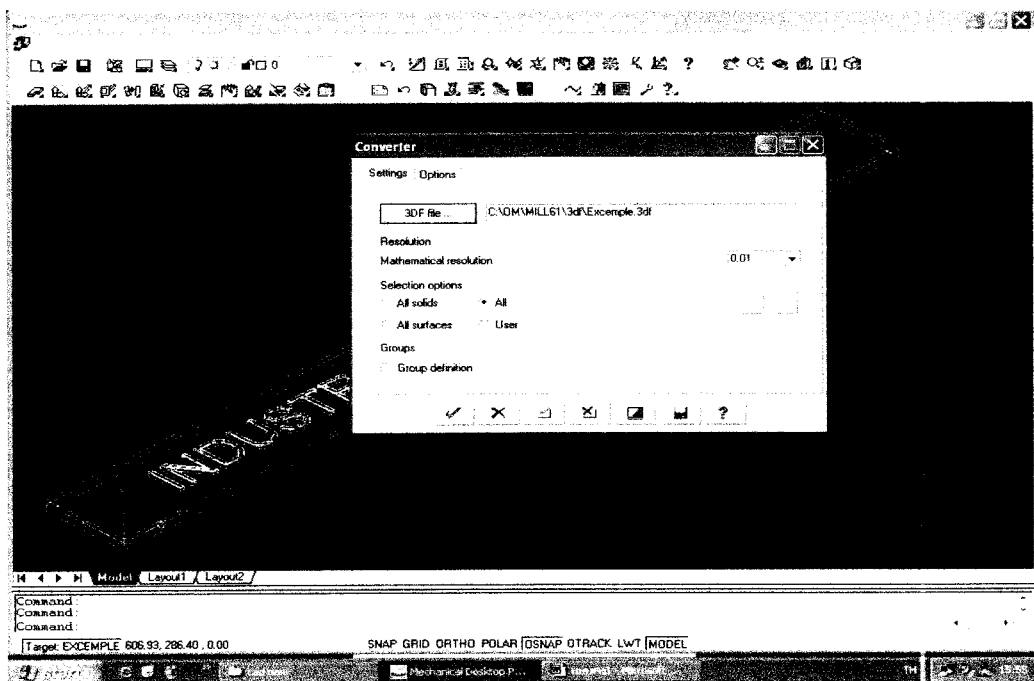


รูปที่ ก.1 การกำหนดเส้นขอบเขตในการกัดชิ้นงาน

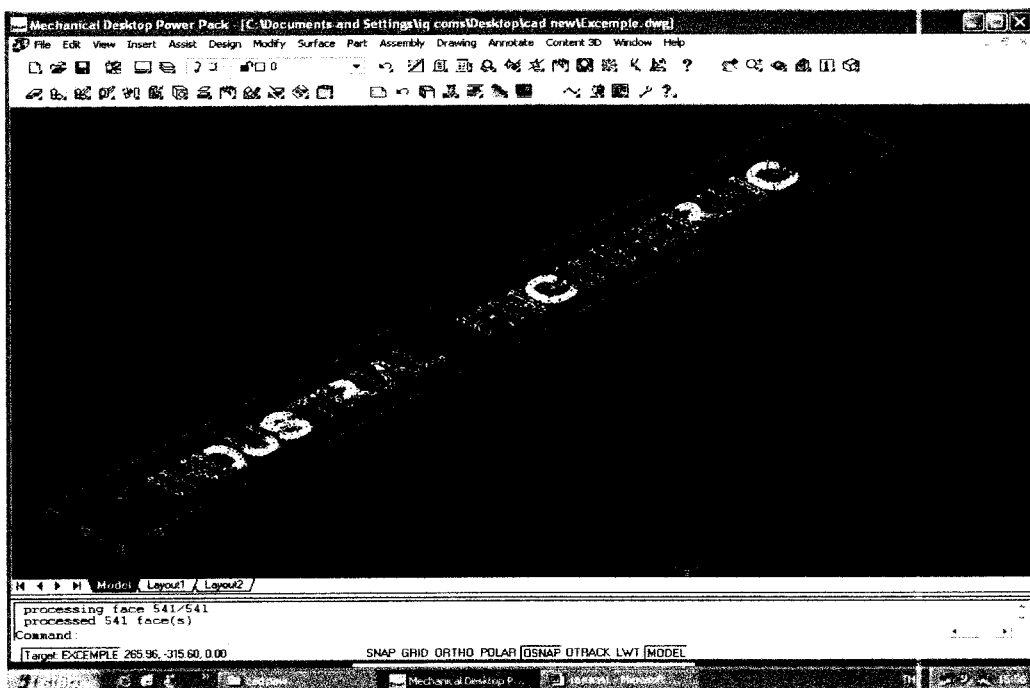
3. คลิกทูลบาร์ของเมนูหลัก (Main menu) ที่เมนูบาร์ของโปรแกรม hyper MILL จะปรากฏเมนูหลักของโปรแกรมเพื่อกำหนดลักษณะการทำงานต่างๆ

4. คลิกคำสั่ง Surface convert ที่เมนูหลักของโปรแกรมหรือที่ทูลบาร์ เพื่อสร้างพื้นผิว Polygon กลุ่มพื้นผิวของชิ้นงาน และเก็บข้อมูลไว้ในไฟล์นามสกุล .3DF และใส่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตาม Dialog box แล้วคลิก OK

5. หลังจากสร้างไฟล์นามสกุล .3DF ในคำสั่ง Surface convert แล้ว โปรแกรมจะสร้างพื้นผิว Polygon กลุ่มพื้นผิวของชิ้นงาน สังเกตได้จากมีพื้นผิวสีฟ้าคลุมอยู่บนชิ้นงาน



รูปที่ ก.2 Dialog box ของคำสั่ง Surface convert

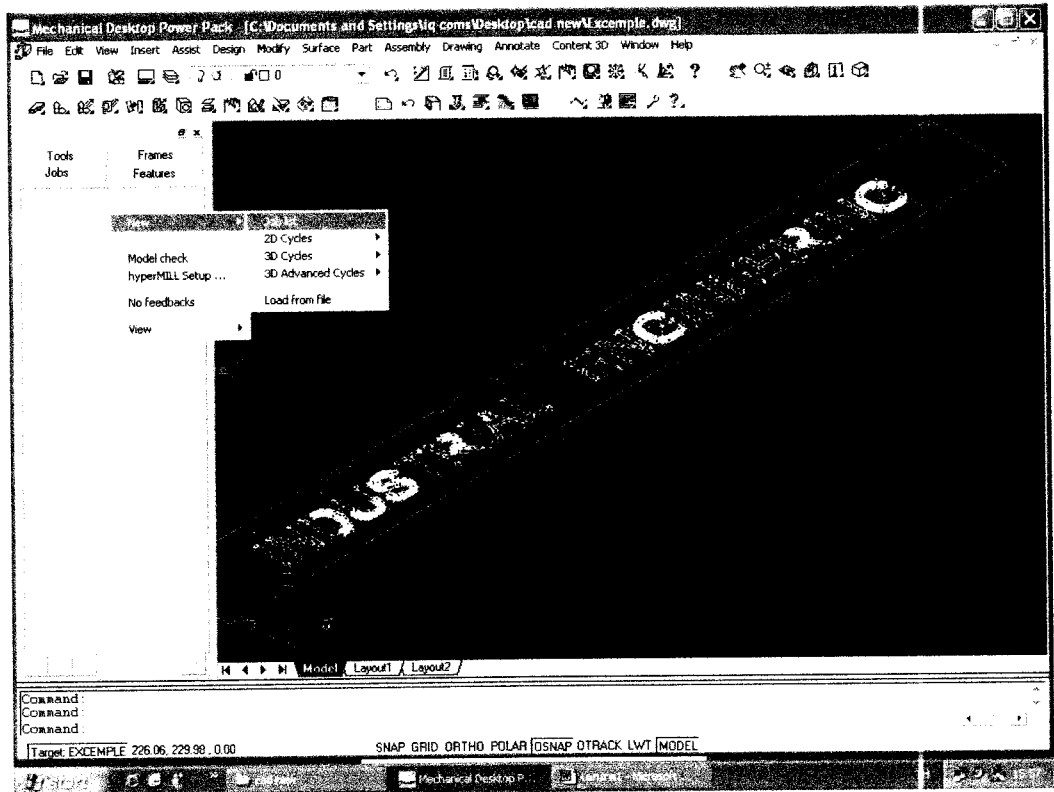


รูปที่ ก.3 การสร้างผิว Polygon กลุ่มพื้นผิวของชิ้นงาน

6.คลิกคำสั่ง Joblist ที่เมนูหลักของโปรแกรม หรือที่ทูลบาร์ จากนั้นจะปรากฏเมนูหลักของคำสั่ง Joblist เพื่อกำหนดรูปแบบโปรแกรมกัดงาน และค่าพารามิเตอร์สำหรับการกัดงาน

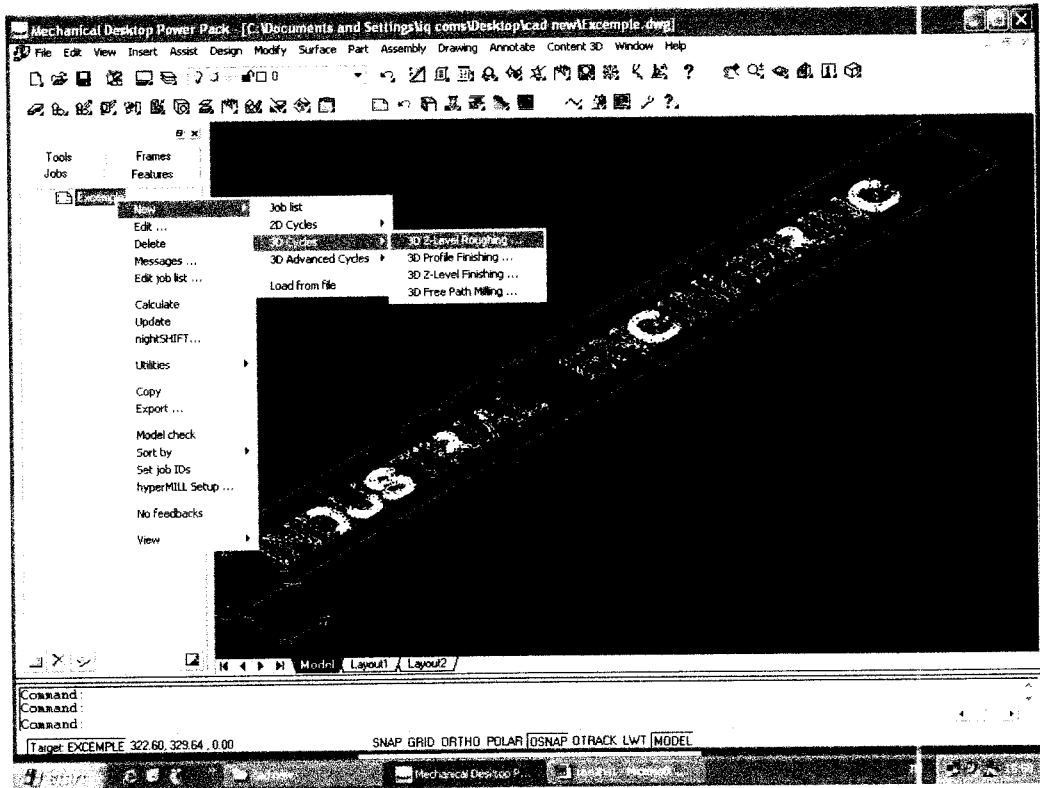
7.หลังจากปรากฏ Joblist Dialog box ให้คลิกขวาที่ Joblist Dialog box > New

>Joblist



รูปที่ ก.4 แสดง Joblist Dialog box

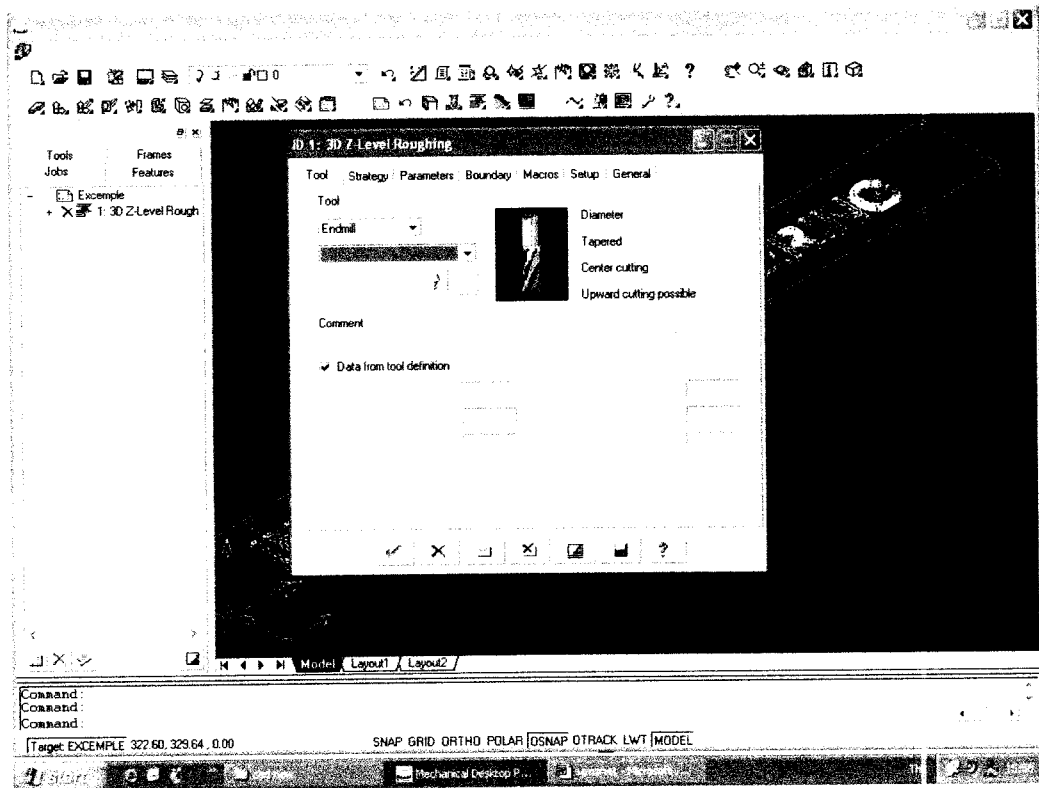
8.เลือกโปรแกรมการกัดงานแบบ 3D Z-Level Roughing หรือโปรแกรมกัดหยาบ ให้คลิกขวาที่ Dialog box > NEW >3D cycles > 3D Z-Level Roughing



รูปที่ ก.5 การเลือกโปรแกรม 3D Z-Level Roughing หรือโปรแกรมกัดหยาบ

9. จากนั้นจะปรากฏเมนูหลักของโปรแกรม 3D Z-Level Roughing เพื่อกำหนดลักษณะการเดินของมีดกัด และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

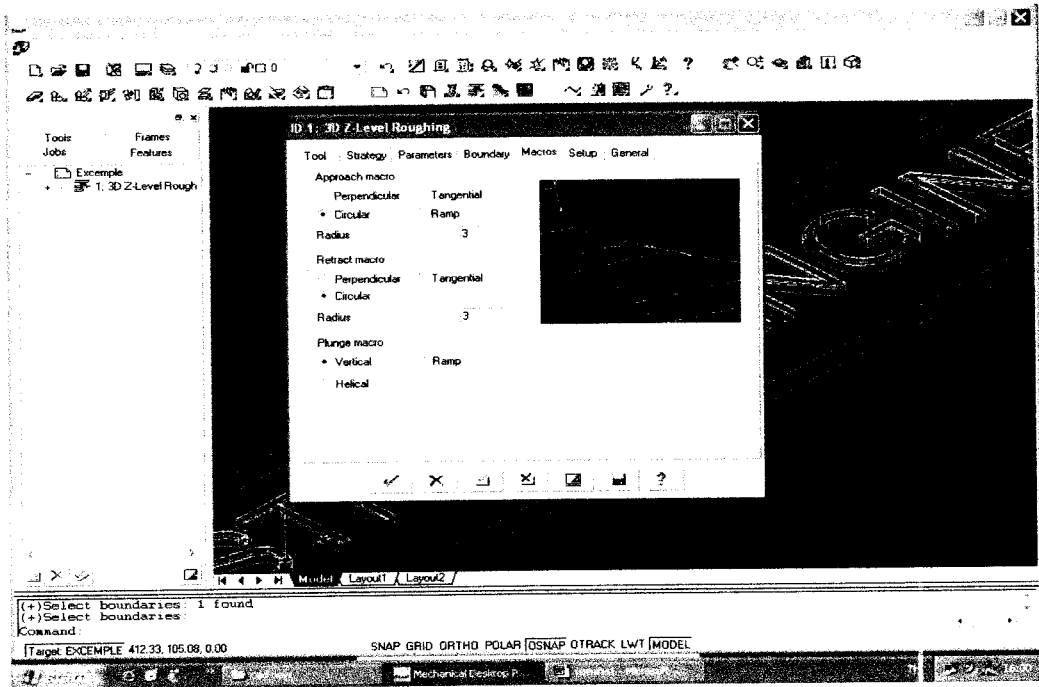
10. เริ่มจากการคลิกเลือกไอคอน Tool selection แล้วจะปรากฏ Tool Dialog box เพื่อเลือกรูปแบบของมีดกัด และระบุค่าพารามิเตอร์ตามรูปที่ ก.6



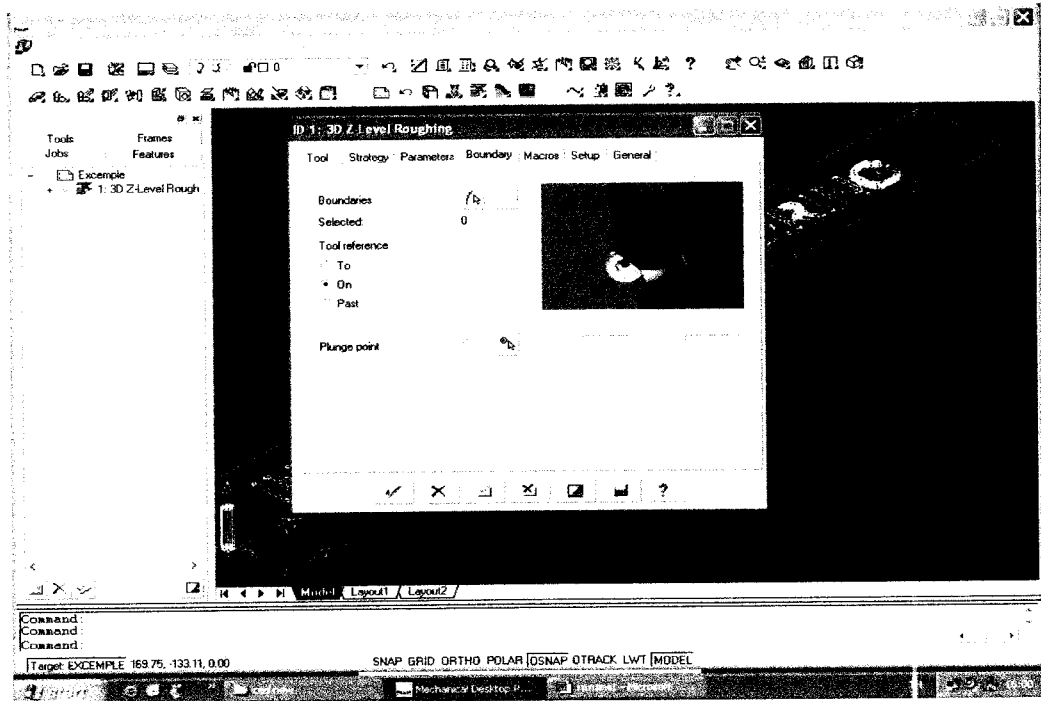
รูปที่ ก.6 แสดง Tool Dialog box

11.จากนั้นเลือกไอคอน macro จะปรากฏ Dialog box เพื่อเลือกรูปแบบของการเข้ากินของมีด และระบุค่าพารามิเตอร์ตามรูปที่ ก.7

12.เลือกไอคอน Boundary จะปรากฏ Boundary Dialog box เพื่อกำหนดขอบเขตของการกัดงาน โดยเลือกไอคอน New จากนั้นโปรแกรมจะกลับไปโปรแกรม Mechanical Desktop ให้เลือกเส้นขอบเขตที่สร้างขึ้น และระบุค่าใน Dialog box ตามรูปที่ ก.8

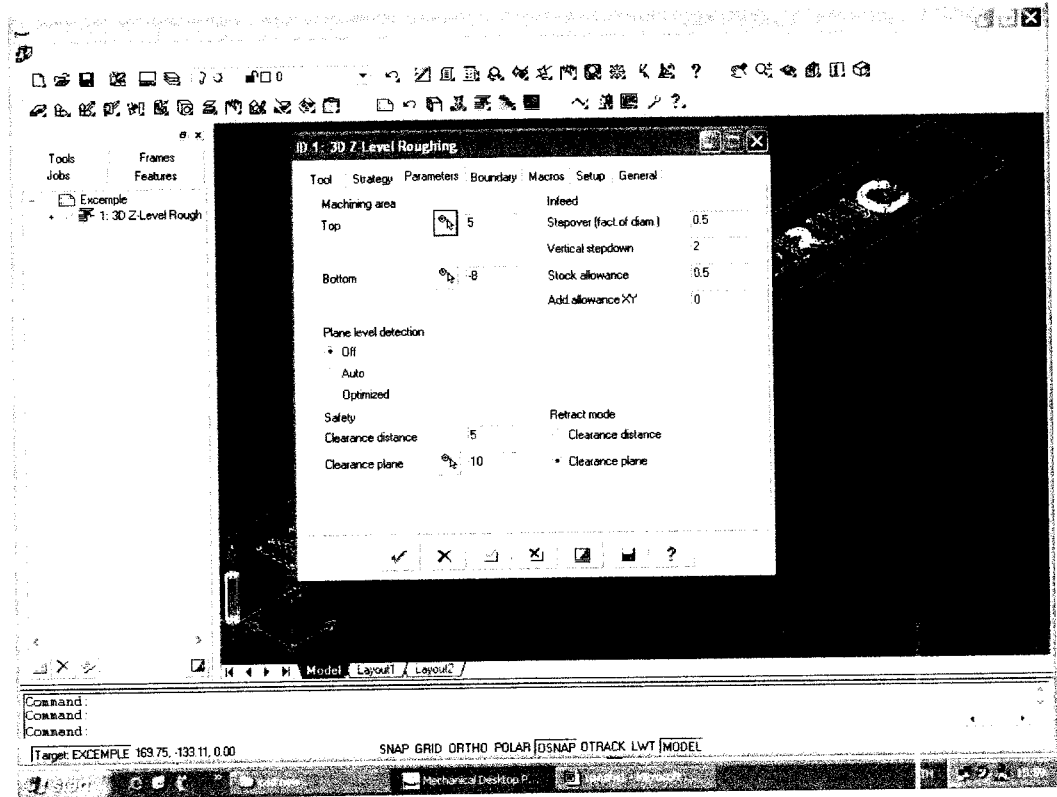


รูปที่ ก.7 แสดง macro Dialog box



รูปที่ ก.8 แสดง Boundary Dialog box

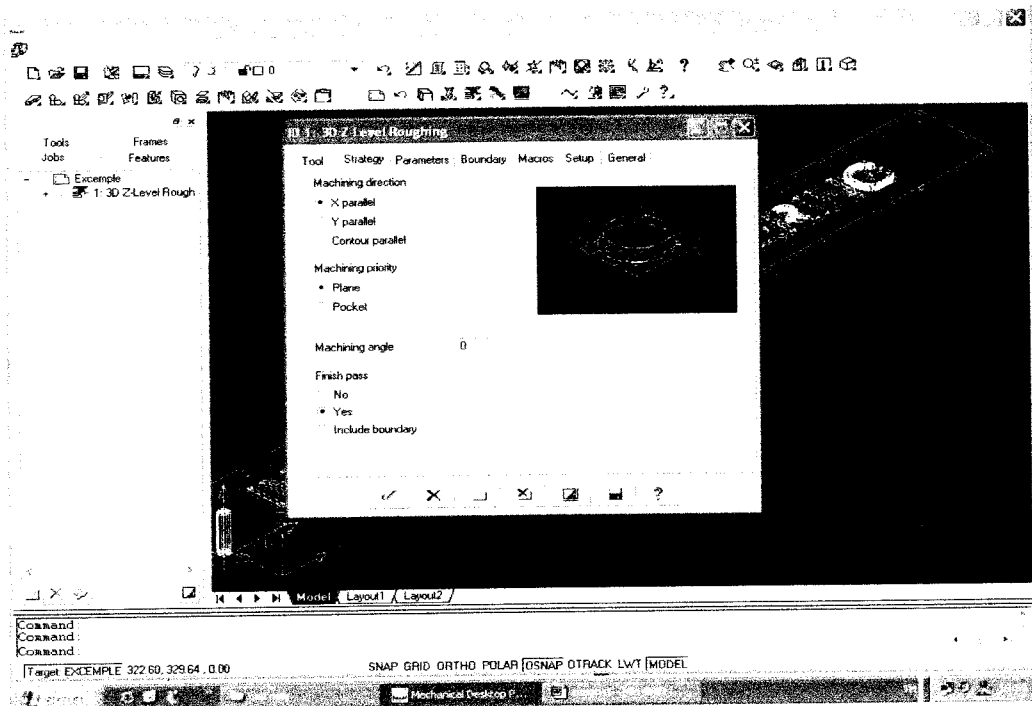
13. เลือกไอคอน Parameter จะปรากฏ Parameter Dialog box เพื่อระบุค่าพารามิเตอร์ ในการกัดงานตามรูปที่ ก.9



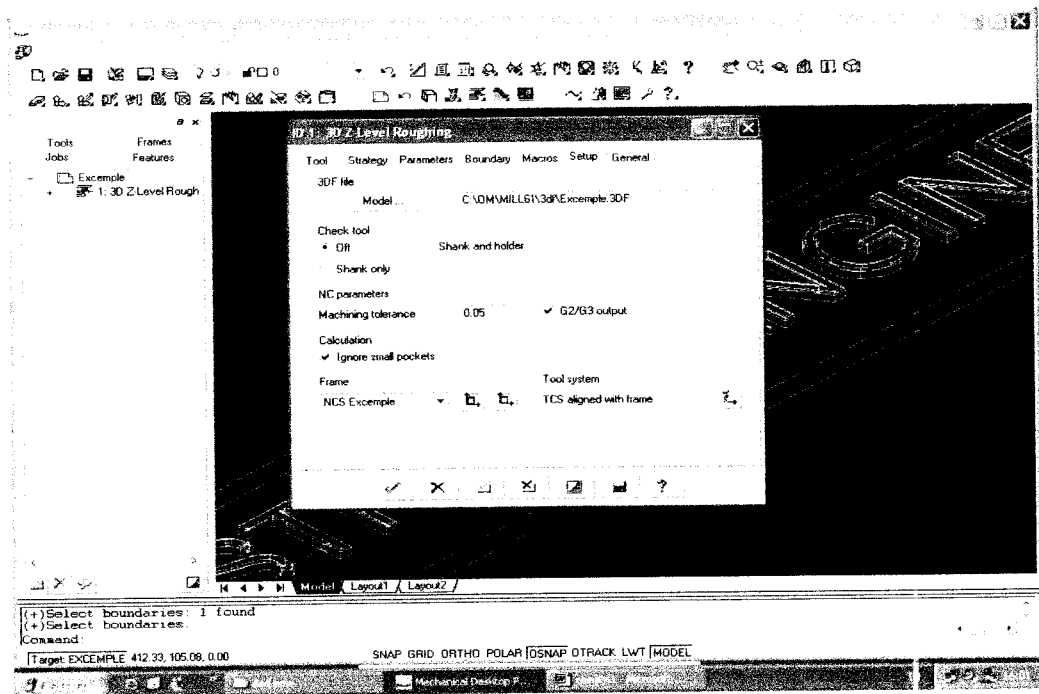
รูปที่ ก.9 แสดง Parameter Dialog box

14. เลือกไอคอน Strategy จะปรากฏ Strategy Dialog box เพื่อกำหนดรูปแบบการเดินของมีดกัด ตามรูปที่ ก.10

15. เลือกไอคอน Setup จะปรากฏ System Setup Dialog box เพื่อกำหนดชื่อไฟล์นามสกุล .3DF และค่าความละเอียดในการกัดงานตามรูปที่ ก.11

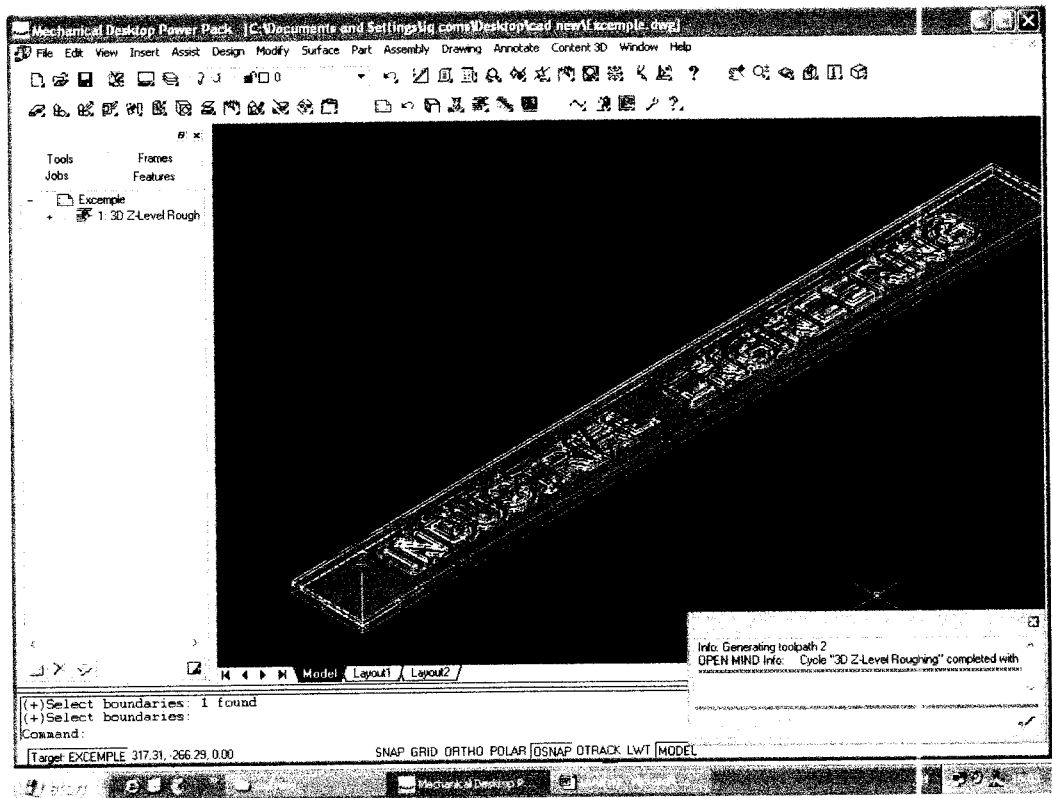


รูปที่ ก.10 แสดง Strategy Dialog box



รูปที่ ก.11 แสดง System Setup Dialog box

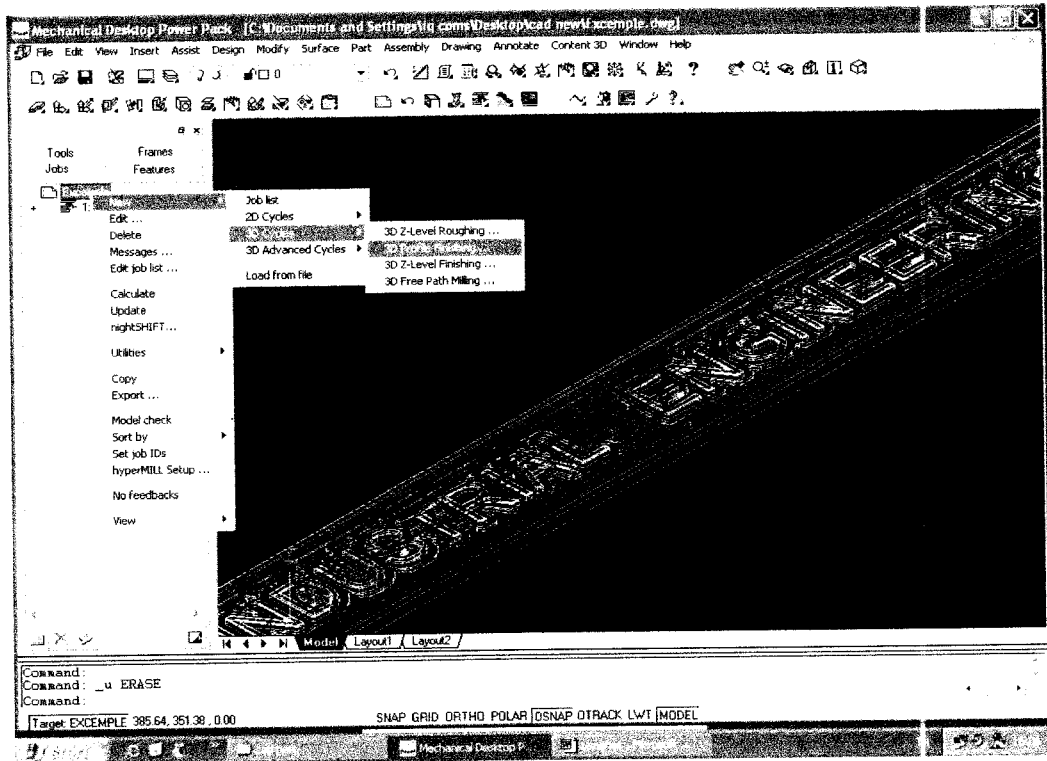
16. หลังจากการกำหนดลักษณะการเดินของมีดกัด และระบุค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด แล้วคลิกOK จะกลับมาที่ Joblist Dialog box คลิกขวาที่ Joblist Dialog box > Calculat เพื่อให้โปรแกรมสร้างเส้นทางเดินมีดกัด ลักษณะเส้นทางเดินของมีดกัดจากโปรแกรม 3D Z-Level Roughing จะมีลักษณะดังรูปที่ ก.12



รูปที่ ก.12 ลักษณะเส้นทางเดินของมีดกัดจากโปรแกรม 3D Z-Level Roughing

17. ขั้นตอนการทำงานขั้นต่อไปคือ การกัดเนื้อที่เหลือจากการกัดด้วยโปรแกรม 3D Z-Level Roughing ให้หมดไปเหลือแต่เนื้อวัสดุรูปร่างตามพื้นผิวของชิ้นงาน โดยเลือกโปรแกรมการกัดงานแบบ 3D Profile Finishing หรือโปรแกรมกัดละเอียด

ให้คลิกขวาที่ Dialog box > New > 3D cycles > 3D Profile Finishing

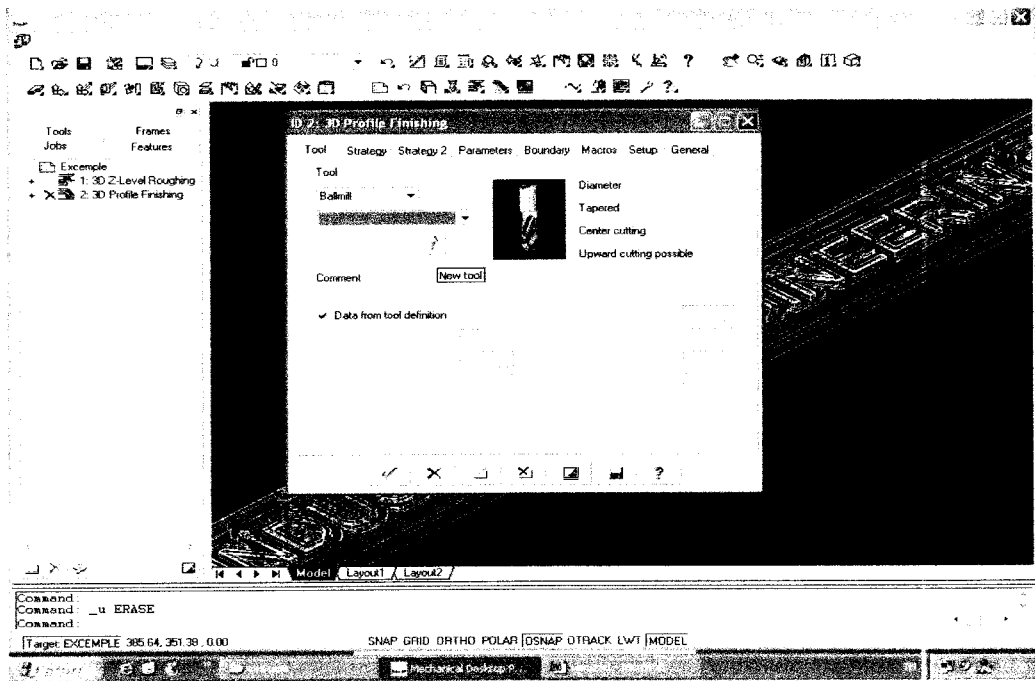


รูปที่ ก.13 การเลือกโปรแกรม 3D Profile Finishing หรือโปรแกรมกัดละเอียด

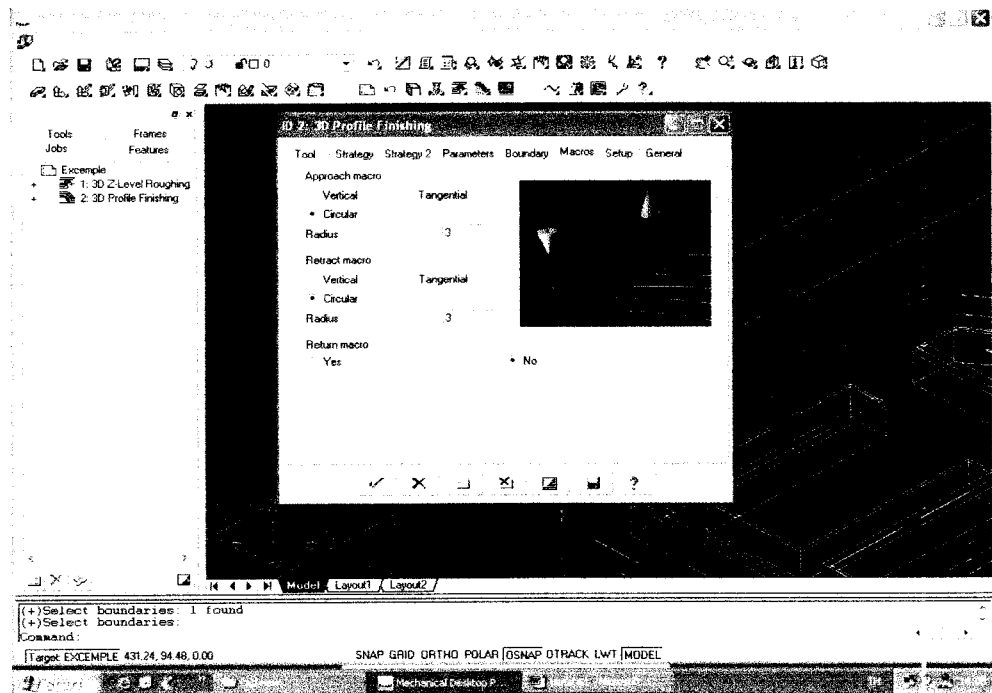
18. จากนั้นจะปรากฏเมนูหลักของโปรแกรม 3D Profile Finishing เพื่อกำหนดลักษณะการเดินของมีดกัด และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

19. เริ่มจากการคลิกเลือกไอคอน Tool selection แล้วจะปรากฏ Tool Dialog box เพื่อเลือกรูปแบบของมีดกัด และระบุค่าพารามิเตอร์ตามรูปที่ ก.14

20. จากนั้นเลือกไอคอน macro จะปรากฏ Dialog box เพื่อเลือกรูปแบบของการเข้ากินของมีด และระบุค่าพารามิเตอร์ตามรูปที่ ก.15



รูปที่ ก.14 แสดง Tool Dialog box



รูปที่ ก.15 แสดง macro Dialog box

21. เลือกไอคอน Boundary จะปรากฏ Boundary Dialog box เพื่อกำหนดขอบเขตของ การกัดงาน โดยเลือกไอคอน New จากนั้นโปรแกรมจะกลับไปโปรแกรม Mechanical Desktop ให้เลือกเส้นขอบเขตที่สร้างขึ้น และระบุค่าใน Dialog box ตามรูปที่ ก.16

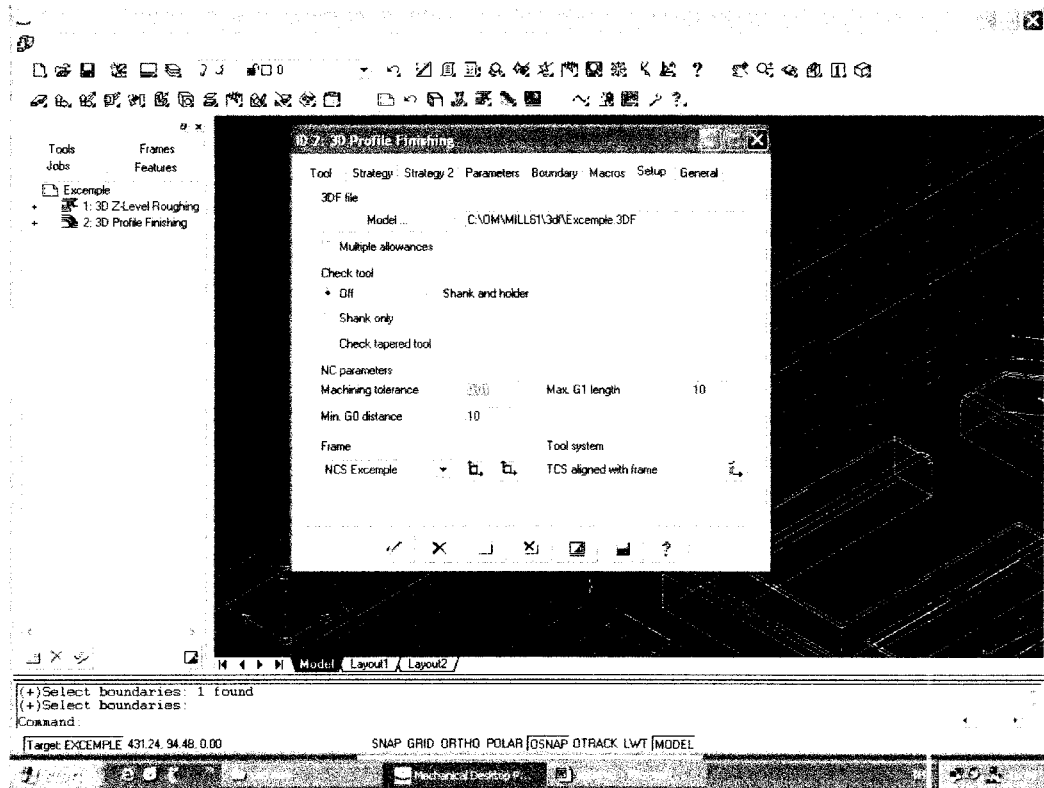


รูปที่ ก.16 แสดง Boundary Dialog box

22. เลือกไอคอน Parameter จะปรากฏ Parameter Dialog box เพื่อระบุค่าพารามิเตอร์ ในการกัดงานตามรูปที่ ก.17

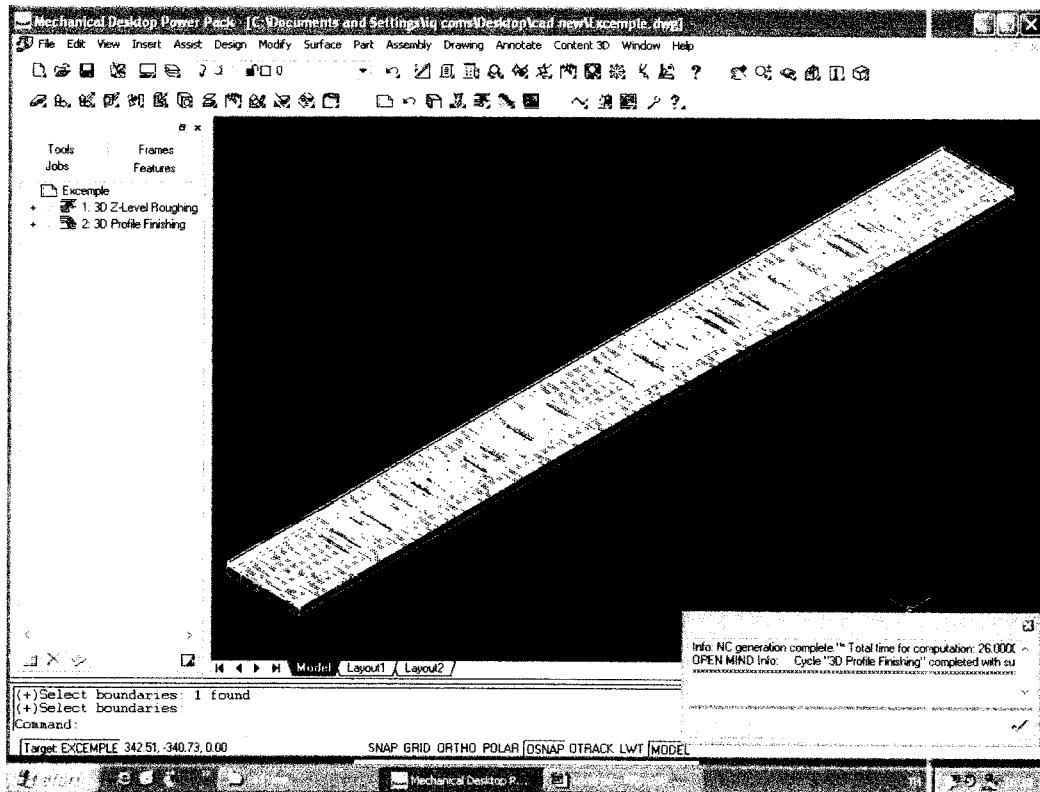
23. เลือกไอคอน Strategy จะปรากฏ Dialog box เพื่อกำหนดรูปแบบการเดินของมีดกัด ตามรูปที่ ก.18

24.เลือกไอคอน Setup จะปรากฏ System Setup Dialog box เพื่อกำหนดชื่อไฟล์นามสกุล .3DF และค่าความละเอียดในการกัดงานตามรูปที่ ก.19



รูปที่ ก.19 แสดง System Setup Dialog box

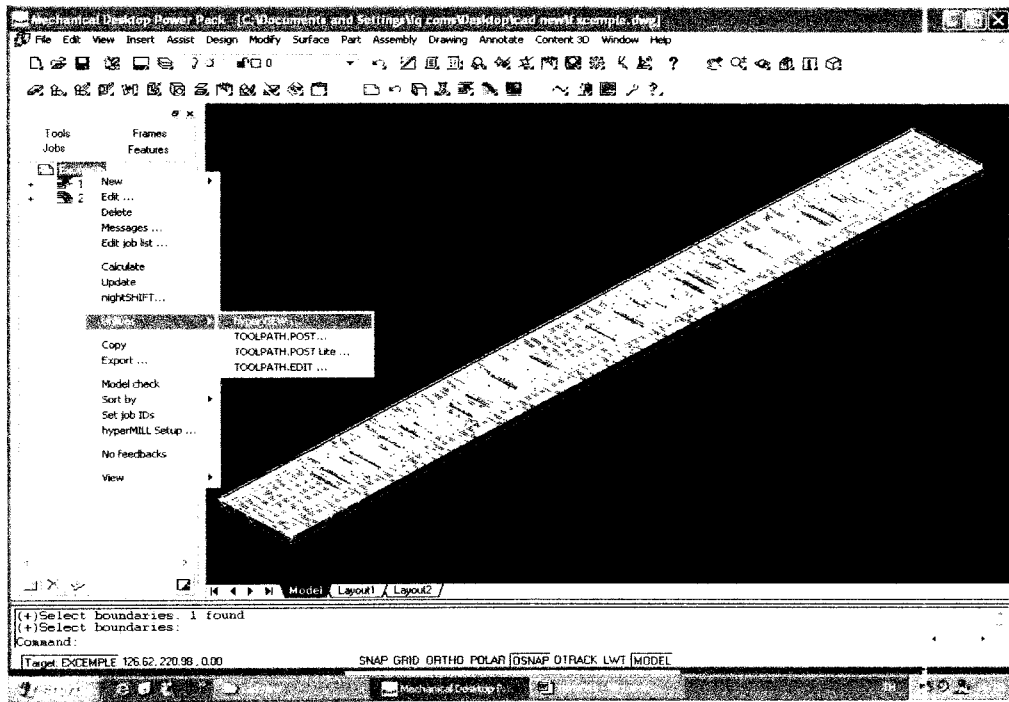
25.หลังจากการกำหนดลักษณะการเดินของมีดกัด และระบุค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด แล้วคลิก OK จะกลับมาที่ Joblist Dialog box คลิกขวาที่ Joblist Dialog box > Calculat เพื่อให้โปรแกรมสร้างเส้นทางเดินมีดกัด ลักษณะเส้นทางเดินของมีดกัดจากโปรแกรม 3D Profile Roughing จะมีลักษณะดังรูปที่ ก.20



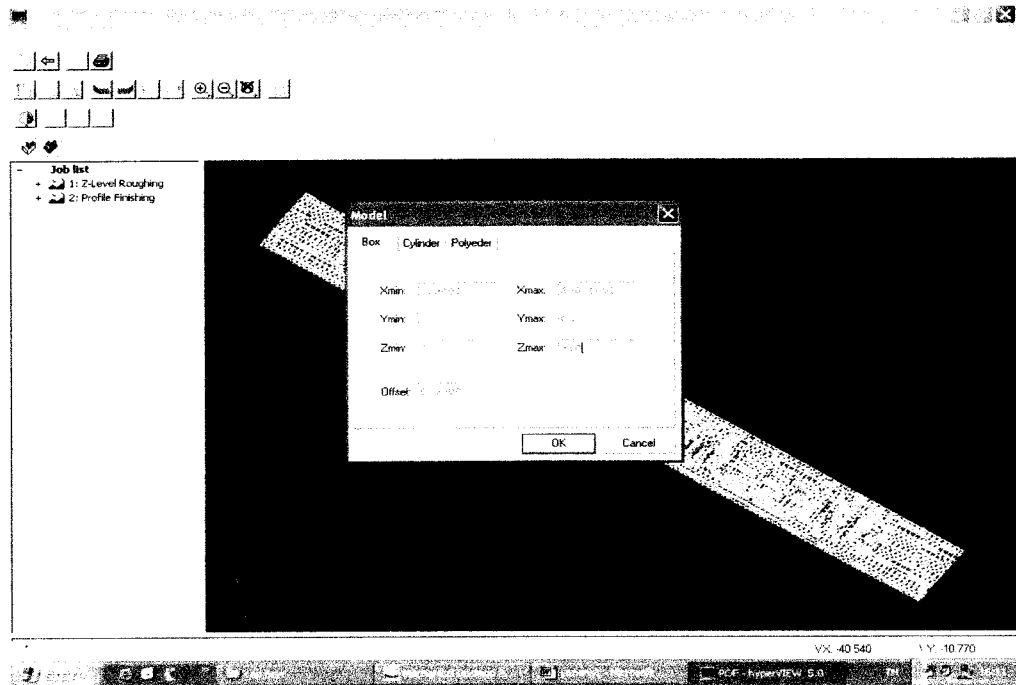
รูปที่ ก.20 ลักษณะเส้นทางเดินของมีดกัดจากโปรแกรม 3D Profile Finishing

26.การจำลองคุณภาพการกัดของชิ้นงาน คลิกขวาที่ Joblist เลือก Utilities > hyperVIEW ก็จะปรากฏหน้าจอของ hyperVIEW ดังรูปที่ ก.21

27.เลือก Toggle จะปรากฏ Model Dialog box ใส่ค่า min และ ค่า max ของแกน X,Y และ Z ให้ถูกต้อง ดังรูปที่ ก.22

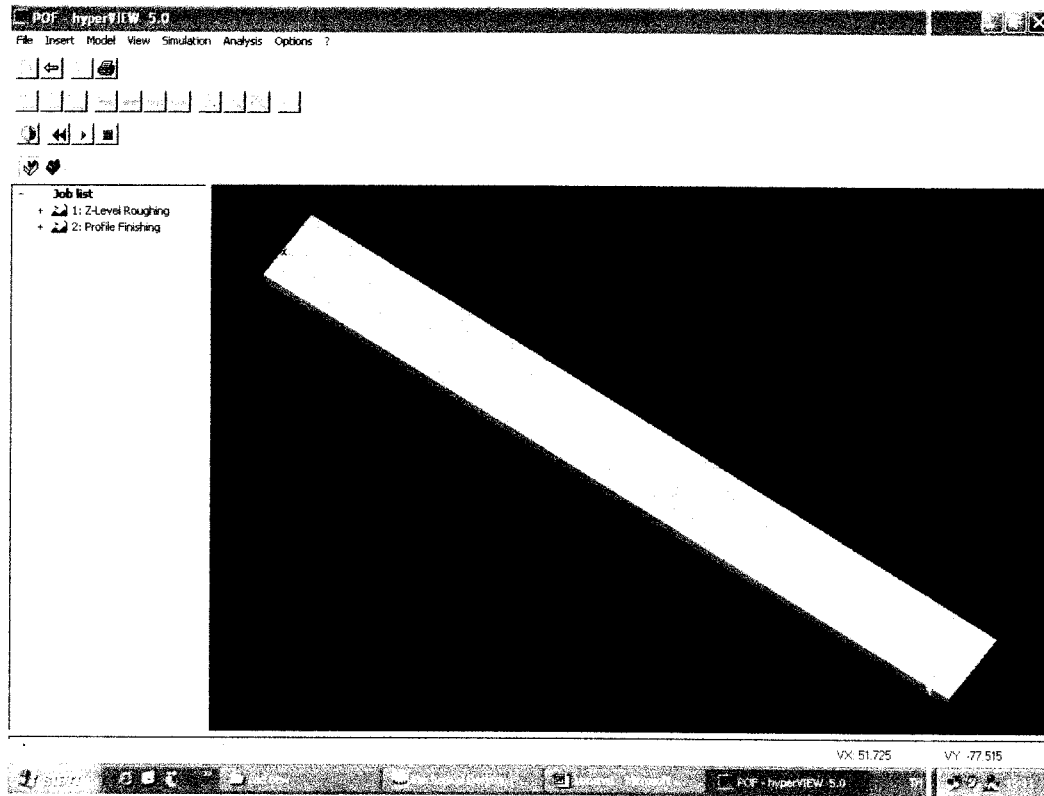


รูปที่ ก.21 แสดง หน้าจอของ hyperVIEW



รูปที่ ก.22 แสดง Model Dialog box

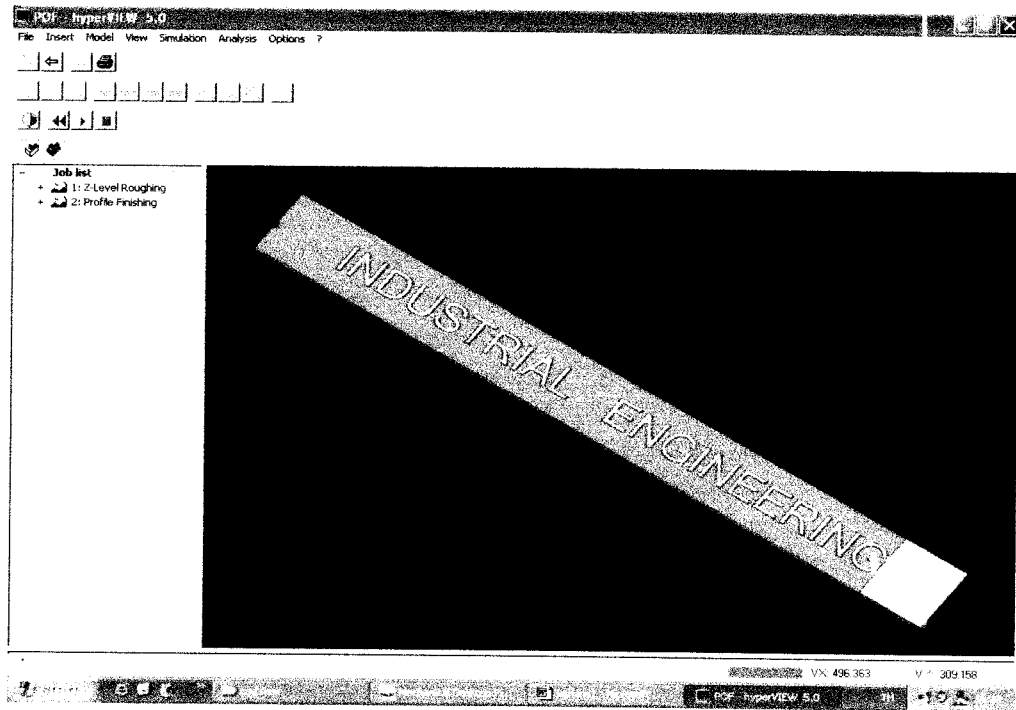
28. จะปรากฏรูปร่างของชิ้นงานก่อนการจำลองการกัด ดังรูปที่ ก.23



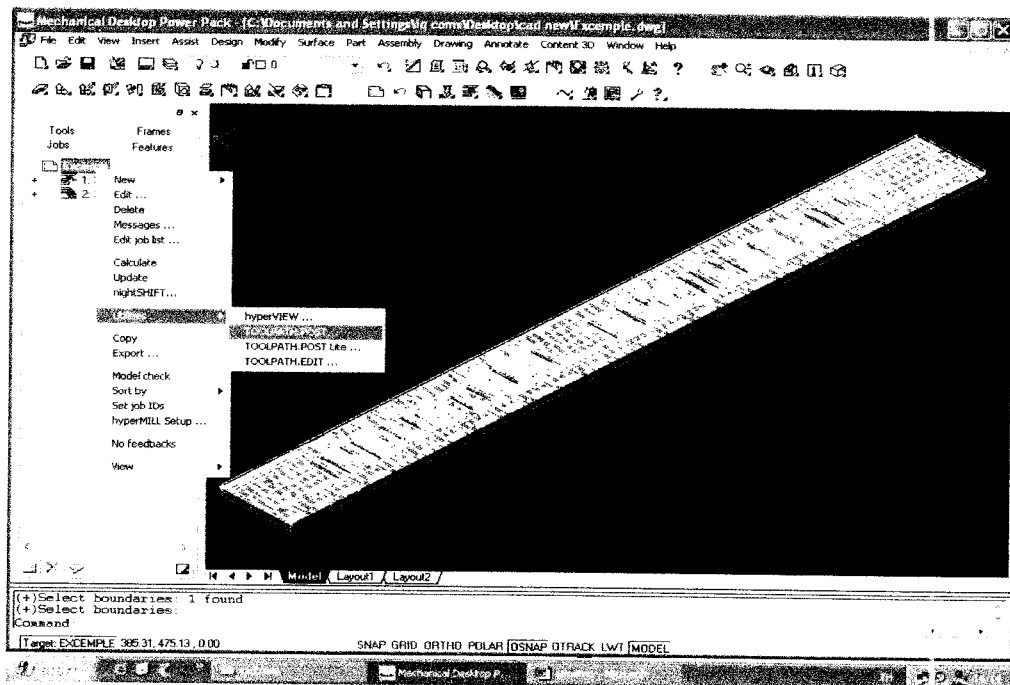
รูปที่ ก.23 รูปร่างของชิ้นงานก่อนการจำลองการกัด

29. เลือก Start simulation โปรแกรมก็จะเริ่มทำการจำลองการกัดหยาบและกัดละเอียด ดังรูปที่ ก.24 แล้วกลับสู่หน้าเดิม

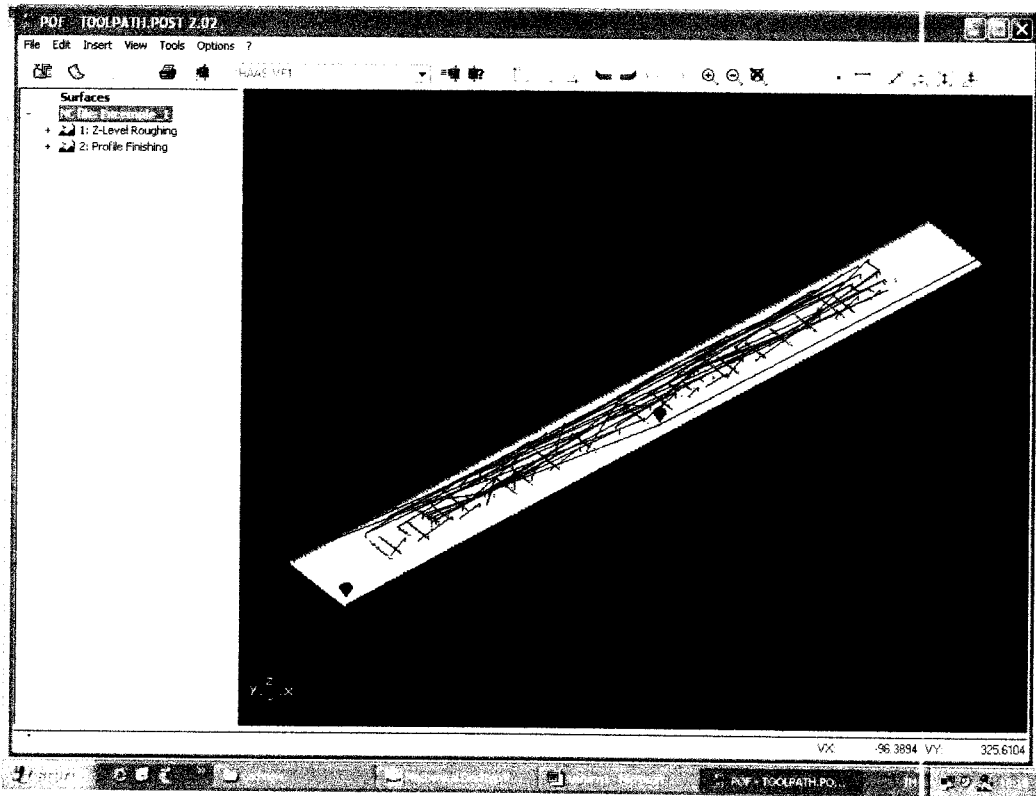
30. การ Post เพื่อให้ได้ NC-code คลิกขวาที่ Joblist เลือก Utilities > TOOL PATH POST ก็จะปรากฏหน้าจอของ TOOLPATH POST ดังรูปที่ ก.26



รูปที่ ก.24 แสดงการจำลองการกัดชิ้นงาน



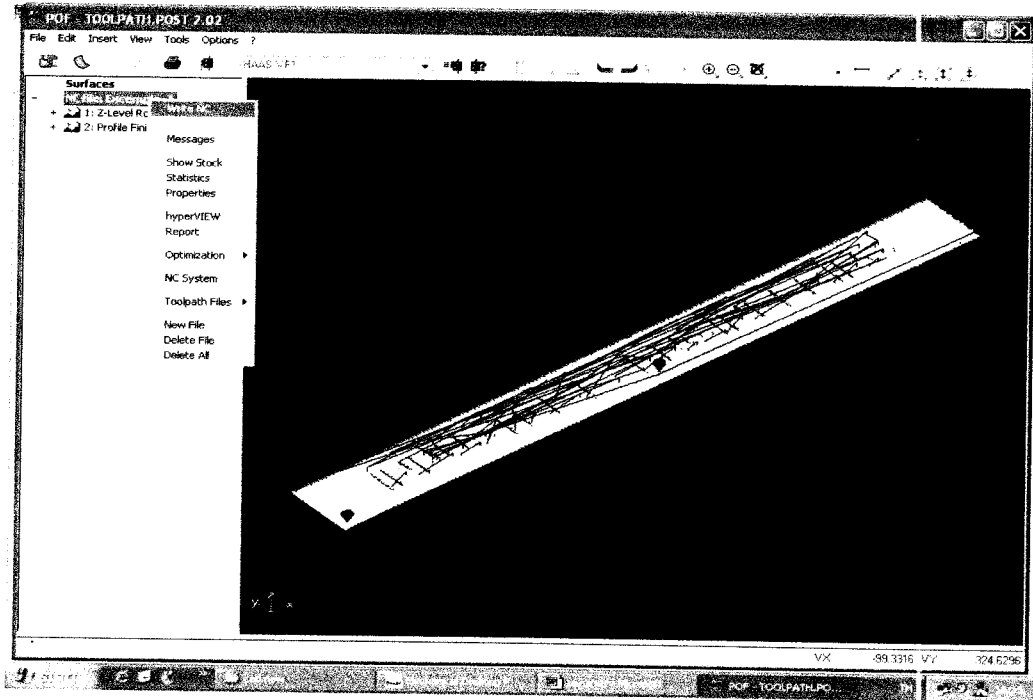
รูปที่ ก.25 การเข้าสู่ TOOLPATH POST



รูปที่ ก.26 แสดงหน้าจอของ TOOLPATH POST

31.คลิกขวาที่ Surfaces NC file > Write NC > YES ดังรูปที่ ก.27

32.จะได้ NC-code ใน Notepad ออกมา ดังรูปที่ ก.28



รูปที่ ก.27 การเข้าสู่ NC-code

```

%
O1 (1)
N1 G0 G17 G54 G64 G90
N2 G53 G0 G90 H0 Z0
N3 T3 M06
N4 M01
N5 S1000 M03
N6 F200.
N7 G00 Z11. M08
N8 G00 X397.5 Y2.5
N9 F50.
N10 G01 Z6.003 G43 H3
N11 Z4.003
N12 F200.
N13 X0.
N14 Y0.
N15 G00 Z11.
N16 G00 X397.5 Y2.5
N17 F50.
N18 G01 Z6.003
N19 Z4.003
N20 F200.
N21 X795.
N22 Y7.5
N23 X0.
N24 Y12.5
N25 X795.

```

รูปที่ ก.28 แสดง NC-code ใน Notepad

ภาคผนวก ข
ตัวอย่าง NC CODE

1. รหัสเอ็นซี

รหัสของเอ็นซี (NC codes) จะใช้กำหนดหน้าที่การทำงานของเครื่องจักร โดยอาศัยชุดควบคุมเครื่อง ในโปรแกรมเอ็นซีจะใช้รหัสอยู่ 3 ชนิดคือ หมายเลข (Number), ตัวอักษร (Character) และสัญลักษณ์ (Symbols) โดยในแต่ละรหัสนี้จะมีขนาดเท่ากับ 8 บิต รหัสของโปรแกรมเอ็นซี จะประกอบด้วย

1. ตัวอักษร(Character) ในโปรแกรมเอ็นซีนี้จะใช้ตัวอักษรเพื่อกำหนดลักษณะการทำงาน หรือ กำหนดเงื่อนไขต่างๆ โดยตำแหน่งของตัวอักษรนี้จะกำหนดไว้ที่ด้านหน้าของแต่ละคำ (Word) ตัวอักษรที่กำหนดโดยมาตรฐาน EIA RS- 274 B แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ ข.1 การกำหนดลักษณะการใช้งานของตัวอักษรตามมาตรฐานของ EIA RS-274 B

ตัวอักษร	การใช้งาน และ ความหมาย
A	การหมุนรอบแกน X
B	การหมุนรอบแกน Y
C	การหมุนรอบแกน Z
D	(1) การหมุนรอบแนวแกนพิเศษ (2) อัตราป้อนที่สาม
E	(1) หมุนรอบแกนพิเศษ (2) อัตราป้อนที่สาม
F	อัตราป้อน
G	การจัดเตรียมการทำงาน
H	ไม่ระบุ
I	(1) ขนาดรอบแกน X ของจุดศูนย์กลางวงกลม (2) ระยะพิตช์ของเกลียวที่ขนานแนวแกน X
J	(1) ขนาดรอบแกน Y ของจุดศูนย์กลางวงกลม (2) ระยะพิตช์ของเกลียวที่ขนานแนวแกน Y
K	(1) ขนาดรอบแกน Z ของจุดศูนย์กลางวงกลม (2) ระยะพิตช์ของเกลียวที่ขนานแนวแกน Z
L	ไม่กำหนด

M	คำสั่งช่วยทำงาน
N	หมายเลขบรรทัดในโปรแกรม
O	ไม่กำหนด
P	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 3 ที่ขนานกับแนวแกน X
Q	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 3 ที่ขนานกับแนวแกน Y
R	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 3 ที่ขนานกับแนวแกน Z
S	ความเร็วรอบของเพลาลับเครื่องมือตัด
T	เรียกเครื่องมือตัด
U	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 2 ที่ขนานกับแนวแกน X
V	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 2 ที่ขนานกับแนวแกน Y
W	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 2 ที่ขนานกับแนวแกน Z
X	การเคลื่อนที่ในแนวแกน X
Y	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Y
Z	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Z

2. คำ (Word) หมายถึงกลุ่มของตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ที่ประกอบกันขึ้นเพื่อใช้กำหนดเงื่อนไขในการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี เช่น

N10 หมายถึงหมายเลขบรรทัดของโปรแกรม

G01 หมายถึงการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงตามอัตราป้อน

X1.0 หมายถึงระยะทางที่เคลื่อนที่ไปตามแนวแกน X เท่ากับ 1.0หน่วย

3. บล็อก (Block) หมายถึงการนำจำนวนคำ หลายๆคำมาประกอบกันเป็นคำสั่งควบคุมการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี ยกตัวอย่างเช่น

N01 G90 G80 G17 บล็อกที่ประกอบด้วยจำนวนคำ 4 คำ

N10 T01 M06 บล็อกที่ประกอบด้วยจำนวนคำ 3 คำ

N15 G01 X2.0 Y1.5 F7.5 บล็อกที่ประกอบด้วยจำนวนคำ 5 คำ

4. โปรแกรม (Program) หมายถึงการรวมกันของบล็อกหลายๆ บล็อกที่เขียนขึ้นตามลำดับขั้นตอนในการตัดเฉือนชิ้นงานตามที่เรากำหนดไว้

2. คำในโปรแกรมเอ็นซี

คำที่ใช้ในโปรแกรมเอ็นซี (NC words) เพื่อกำหนดหน้าที่ และ ควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี สามารถแบ่งออกเป็น 8 ชนิด

1. หมายเลขลำดับของบล็อก (Nxxx) ในโปรแกรมเอ็นซีนั้นจะมีหมายเลขของบล็อกกำหนดได้ตามขั้นตอนในการทำงาน
2. การจัดเตรียมการทำงาน (G) การจัดเตรียมในการทำงานในระบบเอ็นซี จะกำหนดด้วยตัวอักษร G และตามด้วยตัวเลข 2 หลัก เพื่อกำหนดและควบคุมการทำงาน ตัวอย่างรหัสที่ใช้ในการจัดเตรียมการทำงานสำหรับงานกัด แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ ข.2 รหัสที่ใช้ในการเตรียมการทำงานสำหรับงานกัด

รหัสคำสั่ง	ความหมาย / การทำงาน
G00	การเคลื่อนที่เร็ว
G01	การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงโดยมีอัตราป้อน
G02	การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง ทิศทางตามเข็มนาฬิกา
G03	การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
G17	เลือกระนาบในการทำงาน XY
G18	เลือกระนาบในการทำงาน XZ
G19	เลือกระนาบในการทำงาน ZY
G28	การเคลื่อนกลับไปยังจุดอ้างอิง
G40	ยกเลิกการชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัด
G41	การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านซ้าย
G42	การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านขวา
G43	การชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด (ค่าบวก)
G44	การชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด (ค่าลบ)
G49	ยกเลิกการชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด
G54	ปรับตั้งโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน
G70	ป้อนข้อมูลที่มีหน่วยเป็นนิ้ว
G71	ป้อนข้อมูลที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

G80	ยกเลิกการทำรู้อัจกร
G81	รู้อัจกรการเจาะรู
G83	รู้อัจกรการเจาะรูลึก
G84	รู้อัจกรการตีปเกลียว
G85	รู้อัจกรการคว้านรู
G90	การวัดขนาดแบบสมบูรณ์
G91	การวัดขนาดแบบต่อเนื่อง
G92	เปลี่ยนโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน
G99	รู้อัจกรของการเลื่อนกลับไปยังจุดอ้างอิง

3. การให้ขนาดตามแนวแกน (X,Y,Z) การให้ขนาดตามแนวแกนเป็นการระบุตำแหน่งปลายทางในการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดไปตามแนวแกนของเครื่องจักรซีเอ็นซี
4. ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง (I,J,K) การให้ขนาดตำแหน่งจุดศูนย์กลางของวงกลมจะใช้ในกรณีที่เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง

โดยที่

- I คือ ขนาดที่วัดจากจุดเริ่มต้นของส่วนโค้งถึงจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งในแนวแกน X
- J คือ ขนาดที่วัดจากจุดเริ่มต้นของส่วนโค้งถึงจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งในแนวแกน Y
- K คือ ขนาดที่วัดจากจุดเริ่มต้นของส่วนโค้งถึงจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งในแนวแกน Z

5. การหมุนของเพลาจับยึดเครื่องมือตัด (S) ความเร็วรอบของเพลาจับยึดเครื่องมือตัด (spindle speed) ในโปรแกรมเอ็นซีจะใช้รหัสตัวอักษร คือ S และตามด้วยตัวเลขของความเร็รรอบ 2 ถึง 5 หลัก โดยที่ความเร็รรอบนี้จะมีหน่วยวัดเป็น รอบ / นาที

6. เครื่องมือตัด (T) การเรียกเครื่องมือตัด หรือการเปลี่ยนเครื่องมือตัด จะใช้รหัสตัวอักษร คือ T และตามด้วยหมายเลขลำดับของเครื่องมือตัดที่เราตั้งไว้ในชุดเปลี่ยนเครื่องมือโดยอัตโนมัติ

7. อัตราป้อน (F) การกำหนดอัตราป้อนในโปรแกรมเอ็นซีจะกำหนดโดยใช้รหัสตัวอักษร F และตามด้วยตัวเลขของอัตราป้อนอัตราป้อนสำหรับงานกัดมีหน่วยเป็น นิ้ว / นาที หรือ มิลลิเมตร / นาที (G94) และนิ้ว / รอบ หรือ มิลลิเมตร / รอบ (G95)

ตัวอย่างเช่น G94 G71 F200 อัตราป้อนเท่ากับ 200 มิลลิเมตร / นาที
G95 G71 F2.5 อัตราป้อนเท่ากับ 2.50 มิลลิเมตร / นาที

8. การทำงานเสริม (M) การทำงานเสริมหรือคำสั่งช่วยงาน ในโปรแกรมเอ็นซี จะกำหนดด้วยรหัสอักษร M ซึ่งเป็นรหัสคำสั่งที่ช่วยควบคุมระบบการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี ร่วมกับคำสั่งการจัดเตรียมการทำงาน (G) การกำหนดรหัสดังกล่าวนี้จะใช้ตัวเลข 2 หลักต่อท้ายตัวอักษร M ดังตัวอย่างแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ ข.3 ตัวอย่างของรหัสดังกล่าว M ในโปรแกรมเอ็นซี

รหัสดังกล่าว	ความหมาย / การทำงาน
M00	การหยุดโปรแกรม
M01	การหยุดโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข
M02	การสิ้นสุดโปรแกรม
M03	เพลلاجับยึดเครื่องมือตัดหมุนตามเข็มนาฬิกา
M04	เพลلاجับยึดเครื่องมือตัดหมุนทวนเข็มนาฬิกา
M05	หยุดเพลلاجับยึดเครื่องมือตัด
M06	เปลี่ยนเครื่องมือตัด
M07	เปิดน้ำหล่อเย็นแบบฉีดเป็นฝอย
M08	เปิดน้ำหล่อเย็นแบบทั่วไป
M09	ปิดน้ำหล่อเย็น
M10	การล็อคโดยอัตโนมัติ
M11	การคลายล็อคโดยอัตโนมัติ
M30	สิ้นสุดโปรแกรม
M98	เรียกโปรแกรมย่อย
M99	จบโปรแกรมย่อยและกลับไปยังโปรแกรมหลัก

ตัวอย่าง NC codes ที่ได้จากการออกแบบตัวอักษร A

%

O1 (1)

N1 G0 G17 G54 G64 G90

N2 G53 G0 G90 H0 Z0

N3 T3 M06

N4 M01

N5 S1000 M03

N6 F200.

N7 G00 Z9. M09

N8 G00 X50. Y5.

N9 F50.

N10 G01 Z4.003 G43 H3

N11 Z2.002

N12 F200.

N13 X100.

N14 Y0.001

N15 G00 Z9.

N16 G00 X50. Y5.

N17 F50.

N18 G01 Z4.003

N19 Z2.002

N20 F200.

N21 X0.

N22 Y10.

N23 X100.

N24 Y15.

N25 X0.

N26 Y20.

N27 X25.611
N28 X26.691 Y19.295
N29 X27.813 Y18.885
N30 X28.598 Y18.751
N31 X34.595
N32 X35.764 Y18.999
N33 X36.852 Y19.493
N34 X37.567 Y20.
N35 X53.087
N36 X54.309 Y19.227
N37 X55.442 Y18.849
N38 X56.63 Y18.725
N39 X62.626 Y18.775
N40 X63.786 Y19.063
N41 G03 X65.406 Y20. I-1.837 J5.046
N42 G01 X100.
N43 Y25.
N44 X67.335
N45 X67.111 Y25.97
N46 X65.475 Y30.
N47 X100.
N48 Y35.
N49 X63.43
N50 X61.384 Y40.
N51 X100.
N52 Y45.
N53 X59.338
N54 X57.292 Y50.
N55 X100.

N56 Y55.

N57 X55.246

N58 X53.201 Y60.

N59 X100.

N60 Y65.

N61 X0.

N62 Y70.

N63 X100.

N64 Y75.

N65 X0.

N66 Y80.

N67 X100.

N68 X0.

N69 Z5.003

N70 G00 Z9.

N71 G00 X53.087 Y20.

N72 F50.

N73 G01 Z4.003

N74 Z2.002

N75 F200.

N76 X52.167 Y20.973

N77 X51.568 Y22.007

N78 X50.41 Y25.

N79 X40.183

N80 X41.744 Y29.305

N81 X41.773 Y29.329

N82 X48.742

N83 Z5.003

N84 G00 Z9.

N85 G00 X25.611 Y20.
N86 F50.
N87 G01 Z4.003
N88 Z2.002
N89 F200.
N90 X24.838 Y20.782
N91 X24.195 Y21.789
N92 X23.785 Y22.911
N93 X23.626 Y24.095
N94 X23.681 Y25.
N95 X0.
N96 Y30.
N97 X25.448
N98 X27.369 Y35.
N99 X0.
N100 Y40.
N101 X29.29
N102 X31.211 Y45.
N103 X0.
N104 Y50.
N105 X33.132
N106 X35.053 Y55.
N107 X0.
N108 Y60.
N109 X36.974
N110 Z5.003
N111 G00 Z9.
N112 G00 X32.514 Y58.889
N113 G00 Z7.003

N114 F50.
N115 G01 Z2.002
N116 F200.
N117 X33.45 Y58.432
N118 X34.486 Y58.323
N119 X35.497 Y58.575
N120 X36.361 Y59.157
N121 X36.974 Y60.
N122 X37.75 Y61.88
N123 X38.434 Y62.857
N124 G02 X42.676 Y64.735 I4.144 J-3.631
N125 G01 X48.273 Y64.69
N126 G02 X52.884 Y60.775 I-0.746 J-5.551
N127 G01 X67.111 Y25.97
N128 G02 X63.406 Y18.939 I-5.223 J-1.74
N129 G01 X62.229 Y18.736
N130 X55.834 Y18.78
N131 X54.677 Y19.074
N132 X53.61 Y19.611
N133 X52.684 Y20.366
N134 X51.943 Y21.303
N135 X51.419 Y22.377
N136 X48.742 Y29.329
N137 X41.773
N138 X41.744 Y29.305
N139 X38.989 Y21.802
N140 G02 X36.502 Y19.302 I-4.941 J2.428
N141 G01 X35.381 Y18.889
N142 X34.197 Y18.727

N143 X28.598 Y18.751

N144 X27.43 Y18.994

N145 X26.34 Y19.484

N146 X25.382 Y20.198

N147 X24.6 Y21.101

N148 X24.031 Y22.152

N149 X23.703 Y23.301

N150 X23.63 Y24.494

N151 X23.817 Y25.674

N152 X36.974 Y60.

N153 X37.074 Y60.513

N154 X37.083 Y61.036

N155 X37.001 Y61.553

N156 X36.831 Y62.047

N157 X36.578 Y62.505

N158 X36.249 Y62.911

N159 X35.854 Y63.254

N160 X35.406 Y63.524

N161 X34.918 Y63.711

N162 X34.405 Y63.811

N163 G00 Z9.

N164 M05

N165 G53 G0 G90 H0 Z0

N166 M02

%

ตัวอย่าง NC codes ที่ได้จากการออกแบบตัวอักษร ก

%

O1 (1)

N1 G0 G17 G54 G64 G90

N2 G53 G0 G90 H0 Z0

N3 T3 M06

N4 M01

N5 S1000 M03

N6 F200.

N7 G00 Z10. M09

N8 G00 X50. Y5.

N9 F50.

N10 G01 Z5.003 G43 H3

N11 Z3.002

N12 F200.

N13 X100.

N14 Y0.001

N15 G00 Z10.

N16 G00 X50. Y5.

N17 F50.

N18 G01 Z5.003

N19 Z3.002

N20 F200.

N21 X0.

N22 Y10.

N23 X100.

N24 Y15.

N25 X68.217

N26 X67.924 Y14.91

N27 X67.535 Y14.822

N28 X67.14 Y14.762

N29 X66.743 Y14.73

N30 X66.344 Y14.725

N31 X61.144

N32 X60.344 Y14.741

N33 X59.948 Y14.785

N34 X59.556 Y14.859

N35 X59.17 Y14.96

N36 X59.053 Y15.

N37 X47.018

N38 X46.938 Y14.972

N39 X46.553 Y14.868

N40 X46.161 Y14.792

N41 X45.765 Y14.744

N42 X45.367 Y14.725

N43 X40.167

N44 X39.367

N45 X38.577 Y14.818

N46 X38.189 Y14.905

N47 X37.872 Y15.

N48 X0.

N49 Y20.

N50 X34.087

N51 X34.079 Y20.176

N52 Y25.

N53 X0.

N54 Y30.

N55 X34.079

N56 Y35.

N57 X0.

N58 Y40.

N59 X34.206

N60 X34.282 Y40.563

N61 X34.431 Y41.347

N62 X34.625 Y42.122

N63 X34.739 Y42.505

N64 X34.801 Y42.695

N65 X34.605 Y42.751

N66 X34.414 Y42.812

N67 X34.041 Y42.955

N68 X33.68 Y43.124

N69 X33.332 Y43.319

N70 X32.999 Y43.538

N71 X32.682 Y43.781

N72 X32.384 Y44.046

N73 X32.106 Y44.333

N74 X31.85 Y44.638

N75 X31.616 Y44.961

N76 X31.592 Y45.

N77 X0.

N78 Y50.

N79 X31.057

N80 X31.177 Y50.293

N81 X31.355 Y50.65

N82 X31.558 Y50.994

N83 X31.785 Y51.322

N84 X32.033 Y51.635

N85 X32.288 Y51.943

N86 X32.809 Y52.549

N87 X33.35 Y53.138

N88 X33.909 Y53.71

N89 X34.486 Y54.263

N90 X35.081 Y54.798

N91 X35.322 Y55.

N92 X0.

N93 Y60.

N94 X45.358

N95 Z6.003

N96 G00 Z10.

N97 G00 X68.217 Y15.

N98 F50.

N99 G01 Z5.003

N100 Z3.002

N101 F200.

N102 X68.305 Y15.027

N103 X68.677 Y15.171

N104 X69.038 Y15.341

N105 X69.385 Y15.538

N106 X69.718 Y15.758

N107 X70.033 Y16.003

N108 X70.33 Y16.269

N109 X70.607 Y16.557

N110 X70.862 Y16.863

N111 X71.095 Y17.188

N112 X71.254 Y17.442

N113 X71.396 Y17.7

N114 X71.526 Y17.97
N115 X71.677 Y18.34
N116 X71.8 Y18.719
N117 X71.896 Y19.106
N118 X71.963 Y19.5
N119 X72.002 Y19.896
N120 Y20.
N121 X100.
N122 Y25.
N123 X72.012
N124 Y30.
N125 X100.
N126 Y35.
N127 X72.012
N128 Y40.
N129 X100.
N130 Y45.
N131 X71.97
N132 X71.939 Y45.493
N133 X71.859 Y46.288
N134 X71.746 Y47.08
N135 X71.6 Y47.865
N136 X71.419 Y48.644
N137 X71.201 Y49.413
N138 X71.004 Y50.
N139 X100.
N140 Y55.
N141 X68.062
N142 X67.561 Y55.531

N143 X66.982 Y56.081
N144 X66.373 Y56.598
N145 X65.738 Y57.083
N146 X65.078 Y57.533
N147 X64.397 Y57.951
N148 X63.695 Y58.334
N149 X62.977 Y58.684
N150 X62.244 Y59.002
N151 X61.497 Y59.289
N152 X60.74 Y59.545
N153 X59.974 Y59.771
N154 X59.199 Y59.97
N155 X59.066 Y60.
N156 X100.
N157 Y65.
N158 X0.
N159 Y70.
N160 X100.
N161 Y75.
N162 X0.
N163 Y80.
N164 X100.
N165 X0.
N166 Z6.003
N167 G00 Z10.
N168 G00 X47.018 Y15.
N169 F50.
N170 G01 Z5.003
N171 Z3.002

N172 F200.
N173 X47.315 Y15.104
N174 X47.681 Y15.263
N175 X48.034 Y15.448
N176 X48.373 Y15.658
N177 X48.696 Y15.892
N178 X49.002 Y16.149
N179 X49.288 Y16.427
N180 X49.552 Y16.725
N181 X49.795 Y17.042
N182 X50.014 Y17.375
N183 X50.209 Y17.724
N184 X50.377 Y18.085
N185 X50.519 Y18.458
N186 X50.634 Y18.84
N187 X50.72 Y19.228
N188 X50.806 Y20.
N189 X55.262
N190 X55.257 Y20.38
N191 Y25.
N192 X50.812
N193 Y30.
N194 X55.257
N195 Y35.
N196 X50.812
N197 Y37.219
N198 X50.818 Y37.418
N199 X50.833 Y37.616
N200 X50.872 Y37.81

N201 X51.011 Y38.181
N202 X51.2 Y38.531
N203 X51.42 Y38.863
N204 X51.67 Y39.173
N205 X51.947 Y39.457
N206 X52.259 Y39.701
N207 X52.603 Y39.899
N208 X52.846 Y40.
N209 X55.257
N210 Y41.58
N211 X55.247
N212 Z6.003
N213 G00 Z10.
N214 G00 X54.842 Y22.223
N215 G00 Z8.002
N216 F50.
N217 G01 Z3.002
N218 F200.
N219 X54.34 Y22.37
N220 X53.82 Y22.428
N221 X53.298 Y22.395
N222 X52.79 Y22.271
N223 X52.311 Y22.061
N224 X51.876 Y21.771
N225 X51.497 Y21.41
N226 X51.188 Y20.989
N227 X50.956 Y20.521
N228 X50.808 Y20.019
N229 X50.72 Y19.228

N230 X50.634 Y18.84
N231 X50.519 Y18.458
N232 X50.377 Y18.085
N233 X50.209 Y17.724
N234 X50.014 Y17.375
N235 X49.795 Y17.042
N236 X49.552 Y16.725
N237 X49.288 Y16.427
N238 X49.002 Y16.149
N239 X48.696 Y15.892
N240 X48.373 Y15.658
N241 X48.034 Y15.448
N242 X47.681 Y15.263
N243 X47.315 Y15.104
N244 X46.938 Y14.972
N245 X46.553 Y14.868
N246 X46.161 Y14.792
N247 X45.765 Y14.744
N248 X45.367 Y14.725
N249 X40.167
N250 X39.367
N251 X38.577 Y14.818
N252 X38.189 Y14.905
N253 X37.807 Y15.02
N254 X37.434 Y15.162
N255 X37.073 Y15.331
N256 X36.724 Y15.526
N257 X36.391 Y15.745
N258 X36.075 Y15.988

N259 X35.777 Y16.253
N260 X35.499 Y16.54
N261 X35.242 Y16.845
N262 X35.008 Y17.168
N263 X34.799 Y17.508
N264 X34.614 Y17.861
N265 X34.456 Y18.228
N266 X34.324 Y18.604
N267 X34.22 Y18.989
N268 X34.144 Y19.381
N269 X34.097 Y19.777
N270 X34.079 Y20.176
N271 Y20.575
N272 Y37.375
N273 Y38.175
N274 X34.108 Y38.974
N275 X34.175 Y39.771
N276 X34.282 Y40.563
N277 X34.431 Y41.347
N278 X34.625 Y42.122
N279 X34.739 Y42.505
N280 X34.801 Y42.695
N281 X34.605 Y42.751
N282 X34.414 Y42.812
N283 X34.041 Y42.955
N284 X33.68 Y43.124
N285 X33.332 Y43.319
N286 X32.999 Y43.538
N287 X32.682 Y43.781

N288 X32.384 Y44.046
N289 X32.106 Y44.333
N290 X31.85 Y44.638
N291 X31.616 Y44.961
N292 X31.406 Y45.301
N293 X31.222 Y45.655
N294 X31.063 Y46.021
N295 X30.932 Y46.397
N296 X30.828 Y46.783
N297 X30.752 Y47.174
N298 X30.705 Y47.57
N299 X30.687 Y47.969
N300 X30.698 Y48.368
N301 X30.737 Y48.765
N302 X30.805 Y49.158
N303 X30.902 Y49.545
N304 X31.026 Y49.924
N305 X31.177 Y50.293
N306 X31.355 Y50.65
N307 X31.558 Y50.994
N308 X31.785 Y51.322
N309 X32.033 Y51.635
N310 X32.288 Y51.943
N311 X32.809 Y52.549
N312 X33.35 Y53.138
N313 X33.909 Y53.71
N314 X34.486 Y54.263
N315 X35.081 Y54.798
N316 X35.693 Y55.312

N317 X36.323 Y55.805
N318 X36.968 Y56.277
N319 X37.629 Y56.726
N320 X38.306 Y57.153
N321 X38.996 Y57.556
N322 X39.7 Y57.934
N323 X40.417 Y58.289
N324 X41.145 Y58.619
N325 X41.884 Y58.925
N326 X42.633 Y59.206
N327 X43.39 Y59.461
N328 X44.156 Y59.692
N329 X44.928 Y59.899
N330 X45.707 Y60.082
N331 X46.49 Y60.241
N332 X47.278 Y60.377
N333 X48.07 Y60.49
N334 X48.864 Y60.581
N335 X49.661 Y60.65
N336 X50.459 Y60.699
N337 X51.259 Y60.726
N338 X52.058 Y60.735
N339 X52.858 Y60.726
N340 X53.658 Y60.701
N341 X54.456 Y60.658
N342 X55.254 Y60.597
N343 X56.049 Y60.517
N344 X56.843 Y60.415
N345 X57.633 Y60.291

N346 X58.419 Y60.143
N347 X59.199 Y59.97
N348 X59.974 Y59.771
N349 X60.74 Y59.545
N350 X61.497 Y59.289
N351 X62.244 Y59.002
N352 X62.977 Y58.684
N353 X63.695 Y58.334
N354 X64.397 Y57.951
N355 X65.078 Y57.533
N356 X65.738 Y57.083
N357 X66.373 Y56.598
N358 X66.982 Y56.081
N359 X67.561 Y55.531
N360 X68.109 Y54.95
N361 X68.624 Y54.339
N362 X69.104 Y53.701
N363 X69.548 Y53.037
N364 X69.955 Y52.349
N365 X70.324 Y51.641
N366 X70.654 Y50.913
N367 X70.947 Y50.17
N368 X71.201 Y49.413
N369 X71.419 Y48.644
N370 X71.6 Y47.865
N371 X71.746 Y47.08
N372 X71.859 Y46.288
N373 X71.939 Y45.493
N374 X71.989 Y44.695

N375 X72.011 Y43.896
N376 Y43.096
N377 Y20.696
N378 X72.002 Y19.896
N379 X71.963 Y19.5
N380 X71.896 Y19.106
N381 X71.8 Y18.719
N382 X71.677 Y18.34
N383 X71.506 Y17.925
N384 X71.373 Y17.656
N385 X71.254 Y17.442
N386 X71.095 Y17.188
N387 X70.862 Y16.863
N388 X70.607 Y16.557
N389 X70.33 Y16.269
N390 X70.033 Y16.003
N391 X69.718 Y15.758
N392 X69.385 Y15.538
N393 X69.038 Y15.341
N394 X68.677 Y15.171
N395 X68.305 Y15.027
N396 X67.924 Y14.91
N397 X67.535 Y14.822
N398 X67.14 Y14.762
N399 X66.743 Y14.73
N400 X66.344 Y14.725
N401 X61.144
N402 X60.344 Y14.741
N403 X59.948 Y14.785

N404 X59.556 Y14.859
N405 X59.17 Y14.96
N406 X58.793 Y15.089
N407 X58.425 Y15.245
N408 X58.071 Y15.428
N409 X57.73 Y15.635
N410 X57.405 Y15.867
N411 X57.098 Y16.121
N412 X56.81 Y16.397
N413 X56.543 Y16.694
N414 X56.298 Y17.009
N415 X56.076 Y17.34
N416 X55.879 Y17.687
N417 X55.708 Y18.048
N418 X55.563 Y18.419
N419 X55.446 Y18.801
N420 X55.356 Y19.189
N421 X55.295 Y19.584
N422 X55.262 Y19.981
N423 X55.257 Y20.38
N424 Y41.58
N425 X55.247
N426 X55.128 Y41.453
N427 X54.988 Y41.311
N428 X54.692 Y41.042
N429 X54.379 Y40.796
N430 X54.048 Y40.573
N431 X53.702 Y40.374
N432 X53.342 Y40.201

N433 X52.603 Y39.899
N434 X52.259 Y39.701
N435 X51.947 Y39.457
N436 X51.67 Y39.173
N437 X51.42 Y38.863
N438 X51.2 Y38.531
N439 X51.011 Y38.181
N440 X50.872 Y37.81
N441 X50.833 Y37.616
N442 X50.818 Y37.418
N443 X50.812 Y37.219
N444 Y20.819
N445 Y20.019
N446 X50.897 Y19.503
N447 X51.073 Y19.011
N448 X51.332 Y18.557
N449 X51.666 Y18.155
N450 X52.065 Y17.816
N451 X52.517 Y17.553
N452 X53.007 Y17.371
N453 X53.522 Y17.278
N454 X54.045
N455 X54.56 Y17.363
N456 G00 Z10.
N457 G00 X50. Y5.
N458 G00 Z8.002
N459 F50.
N460 G01 Z3.002
N461 Z1.002

N462 F200.
N463 X100.
N464 Y0.001
N465 G00 Z10.
N466 G00 X50. Y5.
N467 G00 Z8.002
N468 F50.
N469 G01 Z3.002
N470 Z1.002
N471 F200.
N472 X0.
N473 Y10.
N474 X100.
N475 Y15.
N476 X68.217
N477 X67.924 Y14.91
N478 X67.535 Y14.822
N479 X67.14 Y14.762
N480 X66.743 Y14.73
N481 X66.344 Y14.725
N482 X61.144
N483 X60.344 Y14.741
N484 X59.948 Y14.785
N485 X59.556 Y14.859
N486 X59.17 Y14.96
N487 X59.053 Y15.
N488 X47.018
N489 X46.938 Y14.972
N490 X46.553 Y14.868

N491 X46.161 Y14.792
N492 X45.765 Y14.744
N493 X45.367 Y14.725
N494 X40.167
N495 X39.367
N496 X38.577 Y14.818
N497 X38.189 Y14.905
N498 X37.872 Y15.
N499 X0.
N500 Y20.
N501 X34.087
N502 X34.079 Y20.176
N503 Y25.
N504 X0.
N505 Y30.
N506 X34.079
N507 Y35.
N508 X0.
N509 Y40.
N510 X34.206
N511 X34.282 Y40.563
N512 X34.431 Y41.347
N513 X34.625 Y42.122
N514 X34.739 Y42.505
N515 X34.801 Y42.695
N516 X34.605 Y42.751
N517 X34.414 Y42.812
N518 X34.041 Y42.955
N519 X33.68 Y43.124

N520 X33.332 Y43.319
N521 X32.999 Y43.538
N522 X32.682 Y43.781
N523 X32.384 Y44.046
N524 X32.106 Y44.333
N525 X31.85 Y44.638
N526 X31.616 Y44.961
N527 X31.592 Y45.
N528 X0.
N529 Y50.
N530 X31.057
N531 X31.177 Y50.293
N532 X31.355 Y50.65
N533 X31.558 Y50.994
N534 X31.785 Y51.322
N535 X32.033 Y51.635
N536 X32.288 Y51.943
N537 X32.809 Y52.549
N538 X33.35 Y53.138
N539 X33.909 Y53.71
N540 X34.486 Y54.263
N541 X35.081 Y54.798
N542 X35.322 Y55.
N543 X0.
N544 Y60.
N545 X45.358
N546 Z4.003
N547 G00 Z10.
N548 G00 X68.217 Y15.

N549 G00 Z8.002

N550 F50.

N551 G01 Z3.002

N552 Z1.002

N553 F200.

N554 X68.305 Y15.027

N555 X68.677 Y15.171

N556 X69.038 Y15.341

N557 X69.385 Y15.538

N558 X69.718 Y15.758

N559 X70.033 Y16.003

N560 X70.33 Y16.269

N561 X70.607 Y16.557

N562 X70.862 Y16.863

N563 X71.095 Y17.188

N564 X71.254 Y17.442

N565 X71.396 Y17.7

N566 X71.526 Y17.97

N567 X71.677 Y18.34

N568 X71.8 Y18.719

N569 X71.896 Y19.106

N570 X71.963 Y19.5

N571 X72.002 Y19.896

N572 Y20.

N573 X100.

N574 Y25.

N575 X72.012

N576 Y30.

N577 X100.

N578 Y35.
N579 X72.012
N580 Y40.
N581 X100.
N582 Y45.
N583 X71.97
N584 X71.939 Y45.493
N585 X71.859 Y46.288
N586 X71.746 Y47.08
N587 X71.6 Y47.865
N588 X71.419 Y48.644
N589 X71.201 Y49.413
N590 X71.004 Y50.
N591 X100.
N592 Y55.
N593 X68.062
N594 X67.561 Y55.531
N595 X66.982 Y56.081
N596 X66.373 Y56.598
N597 X65.738 Y57.083
N598 X65.078 Y57.533
N599 X64.397 Y57.951
N600 X63.695 Y58.334
N601 X62.977 Y58.684
N602 X62.244 Y59.002
N603 X61.497 Y59.289
N604 X60.74 Y59.545
N605 X59.974 Y59.771
N606 X59.199 Y59.97

N607 X59.066 Y60.
N608 X100.
N609 Y65.
N610 X0.
N611 Y70.
N612 X100.
N613 Y75.
N614 X0.
N615 Y80.
N616 X100.
N617 X0.
N618 Z4.003
N619 G00 Z10.
N620 G00 X47.018 Y15.
N621 G00 Z8.002
N622 F50.
N623 G01 Z3.002
N624 Z1.002
N625 F200.
N626 X47.315 Y15.104
N627 X47.681 Y15.263
N628 X48.034 Y15.448
N629 X48.373 Y15.658
N630 X48.696 Y15.892
N631 X49.002 Y16.149
N632 X49.288 Y16.427
N633 X49.552 Y16.725
N634 X49.795 Y17.042
N635 X50.014 Y17.375

N636 X50.209 Y17.724

N637 X50.377 Y18.085

N638 X50.519 Y18.458

N639 X50.634 Y18.84

N640 X50.72 Y19.228

N641 X50.806 Y20.

N642 X55.262

N643 X55.257 Y20.38

N644 Y25.

N645 X50.812

N646 Y30.

N647 X55.257

N648 Y35.

N649 X50.812

N650 Y37.219

N651 X50.818 Y37.418

N652 X50.833 Y37.616

N653 X50.872 Y37.81

N654 X51.011 Y38.181

N655 X51.2 Y38.531

N656 X51.42 Y38.863

N657 X51.67 Y39.173

N658 X51.947 Y39.457

N659 X52.259 Y39.701

N660 X52.603 Y39.899

N661 X52.846 Y40.

N662 X55.257

N663 Y41.58

N664 X55.247

N665 Z4.003
N666 G00 Z10.
N667 G00 X54.842 Y22.223
N668 G00 Z6.003
N669 F50.
N670 G01 Z1.002
N671 F200.
N672 X54.34 Y22.37
N673 X53.82 Y22.428
N674 X53.298 Y22.395
N675 X52.79 Y22.271
N676 X52.311 Y22.061
N677 X51.876 Y21.771
N678 X51.497 Y21.41
N679 X51.188 Y20.989
N680 X50.956 Y20.521
N681 X50.808 Y20.019
N682 X50.72 Y19.228
N683 X50.634 Y18.84
N684 X50.519 Y18.458
N685 X50.377 Y18.085
N686 X50.209 Y17.724
N687 X50.014 Y17.375
N688 X49.795 Y17.042
N689 X49.552 Y16.725
N690 X49.288 Y16.427
N691 X49.002 Y16.149
N692 X48.696 Y15.892
N693 X48.373 Y15.658

N694 X48.034 Y15.448
N695 X47.681 Y15.263
N696 X47.315 Y15.104
N697 X46.938 Y14.972
N698 X46.553 Y14.868
N699 X46.161 Y14.792
N700 X45.765 Y14.744
N701 X45.367 Y14.725
N702 X40.167
N703 X39.367
N704 X38.577 Y14.818
N705 X38.189 Y14.905
N706 X37.807 Y15.02
N707 X37.434 Y15.162
N708 X37.073 Y15.331
N709 X36.724 Y15.526
N710 X36.391 Y15.745
N711 X36.075 Y15.988
N712 X35.777 Y16.253
N713 X35.499 Y16.54
N714 X35.242 Y16.845
N715 X35.008 Y17.168
N716 X34.799 Y17.508
N717 X34.614 Y17.861
N718 X34.456 Y18.228
N719 X34.324 Y18.604
N720 X34.22 Y18.989
N721 X34.144 Y19.381
N722 X34.097 Y19.777

N723 X34.079 Y20.176

N724 Y20.575

N725 Y37.375

N726 Y38.175

N727 X34.108 Y38.974

N728 X34.175 Y39.771

N729 X34.282 Y40.563

N730 X34.431 Y41.347

N731 X34.625 Y42.122

N732 X34.739 Y42.505

N733 X34.801 Y42.695

N734 X34.605 Y42.751

N735 X34.414 Y42.812

N736 X34.041 Y42.955

N737 X33.68 Y43.124

N738 X33.332 Y43.319

N739 X32.999 Y43.538

N740 X32.682 Y43.781

N741 X32.384 Y44.046

N742 X32.106 Y44.333

N743 X31.85 Y44.638

N744 X31.616 Y44.961

N745 X31.406 Y45.301

N746 X31.222 Y45.655

N747 X31.063 Y46.021

N748 X30.932 Y46.397

N749 X30.828 Y46.783

N750 X30.752 Y47.174

N751 X30.705 Y47.57

N752 X30.687 Y47.969
N753 X30.698 Y48.368
N754 X30.737 Y48.765
N755 X30.805 Y49.158
N756 X30.902 Y49.545
N757 X31.026 Y49.924
N758 X31.177 Y50.293
N759 X31.355 Y50.65
N760 X31.558 Y50.994
N761 X31.785 Y51.322
N762 X32.033 Y51.635
N763 X32.288 Y51.943
N764 X32.809 Y52.549
N765 X33.35 Y53.138
N766 X33.909 Y53.71
N767 X34.486 Y54.263
N768 X35.081 Y54.798
N769 X35.693 Y55.312
N770 X36.323 Y55.805
N771 X36.968 Y56.277
N772 X37.629 Y56.726
N773 X38.306 Y57.153
N774 X38.996 Y57.556
N775 X39.7 Y57.934
N776 X40.417 Y58.289
N777 X41.145 Y58.619
N778 X41.884 Y58.925
N779 X42.633 Y59.206
N780 X43.39 Y59.461

N781 X44.156 Y59.692
N782 X44.928 Y59.899
N783 X45.707 Y60.082
N784 X46.49 Y60.241
N785 X47.278 Y60.377
N786 X48.07 Y60.49
N787 X48.864 Y60.581
N788 X49.661 Y60.65
N789 X50.459 Y60.699
N790 X51.259 Y60.726
N791 X52.058 Y60.735
N792 X52.858 Y60.726
N793 X53.658 Y60.701
N794 X54.456 Y60.658
N795 X55.254 Y60.597
N796 X56.049 Y60.517
N797 X56.843 Y60.415
N798 X57.633 Y60.291
N799 X58.419 Y60.143
N800 X59.199 Y59.97
N801 X59.974 Y59.771
N802 X60.74 Y59.545
N803 X61.497 Y59.289
N804 X62.244 Y59.002
N805 X62.977 Y58.684
N806 X63.695 Y58.334
N807 X64.397 Y57.951
N808 X65.078 Y57.533
N809 X65.738 Y57.083

N810 X66.373 Y56.598
N811 X66.982 Y56.081
N812 X67.561 Y55.531
N813 X68.109 Y54.95
N814 X68.624 Y54.339
N815 X69.104 Y53.701
N816 X69.548 Y53.037
N817 X69.955 Y52.349
N818 X70.324 Y51.641
N819 X70.654 Y50.913
N820 X70.947 Y50.17
N821 X71.201 Y49.413
N822 X71.419 Y48.644
N823 X71.6 Y47.865
N824 X71.746 Y47.08
N825 X71.859 Y46.288
N826 X71.939 Y45.493
N827 X71.989 Y44.695
N828 X72.011 Y43.896
N829 Y43.096
N830 Y20.696
N831 X72.002 Y19.896
N832 X71.963 Y19.5
N833 X71.896 Y19.106
N834 X71.8 Y18.719
N835 X71.677 Y18.34
N836 X71.506 Y17.925
N837 X71.373 Y17.656
N838 X71.254 Y17.442

N839 X71.095 Y17.188

N840 X70.862 Y16.863

N841 X70.607 Y16.557

N842 X70.33 Y16.269

N843 X70.033 Y16.003

N844 X69.718 Y15.758

N845 X69.385 Y15.538

N846 X69.038 Y15.341

N847 X68.677 Y15.171

N848 X68.305 Y15.027

N849 X67.924 Y14.91

N850 X67.535 Y14.822

N851 X67.14 Y14.762

N852 X66.743 Y14.73

N853 X66.344 Y14.725

N854 X61.144

N855 X60.344 Y14.741

N856 X59.948 Y14.785

N857 X59.556 Y14.859

N858 X59.17 Y14.96

N859 X58.793 Y15.089

N860 X58.425 Y15.245

N861 X58.071 Y15.428

N862 X57.73 Y15.635

N863 X57.405 Y15.867

N864 X57.098 Y16.121

N865 X56.81 Y16.397

N866 X56.543 Y16.694

N867 X56.298 Y17.009

N868 X56.076 Y17.34
N869 X55.879 Y17.687
N870 X55.708 Y18.048
N871 X55.563 Y18.419
N872 X55.446 Y18.801
N873 X55.356 Y19.189
N874 X55.295 Y19.584
N875 X55.262 Y19.981
N876 X55.257 Y20.38
N877 Y41.58
N878 X55.247
N879 X55.128 Y41.453
N880 X54.988 Y41.311
N881 X54.692 Y41.042
N882 X54.379 Y40.796
N883 X54.048 Y40.573
N884 X53.702 Y40.374
N885 X53.342 Y40.201
N886 X52.603 Y39.899
N887 X52.259 Y39.701
N888 X51.947 Y39.457
N889 X51.67 Y39.173
N890 X51.42 Y38.863
N891 X51.2 Y38.531
N892 X51.011 Y38.181
N893 X50.872 Y37.81
N894 X50.833 Y37.616
N895 X50.818 Y37.418
N896 X50.812 Y37.219

N897 Y20.819
N898 Y20.019
N899 X50.897 Y19.503
N900 X51.073 Y19.011
N901 X51.332 Y18.557
N902 X51.666 Y18.155
N903 X52.065 Y17.816
N904 X52.517 Y17.553
N905 X53.007 Y17.371
N906 X53.522 Y17.278
N907 X54.045
N908 X54.56 Y17.363
N909 G00 Z10.
N910 M05
N911 G53 G0 G90 H0 Z0
N7839 M02
%

ภาคผนวก ค
วิธีการใช้งานเครื่องกัด CNC รุ่น HAAS VF1

1. การเปิดเครื่อง

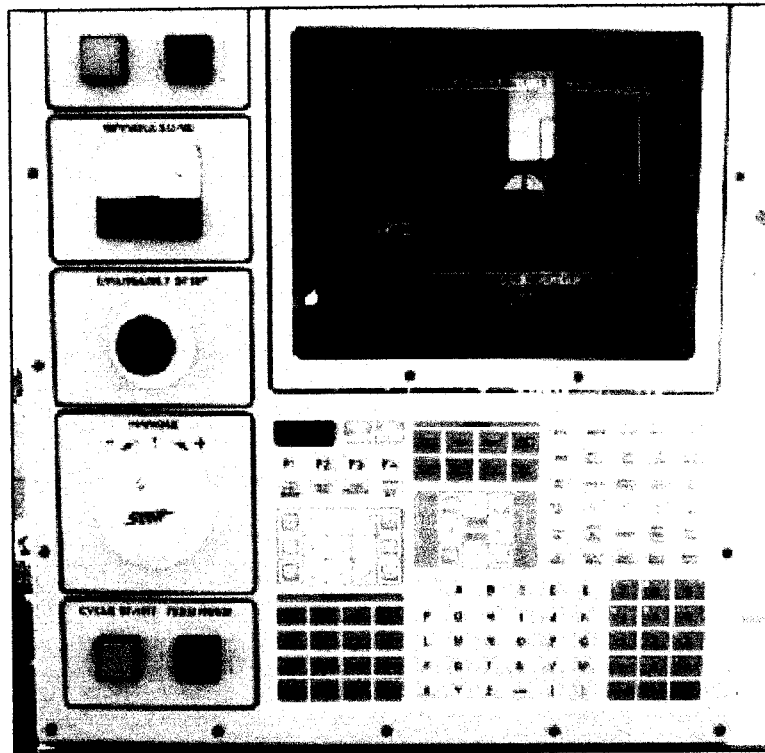
1.1. เปิด Switch ทางด้านหลังเครื่อง

1.2. กด Power On แล้วรอสักครู่ ให้เครื่องโหลดข้อมูล และเช็คสภาพเครื่องก่อน > กด

Emergency Stop > Reset

1.3. กด Power Up > Restart > เลือก Rapid 25 เพื่อให้ทุกแกนกลับไปอยู่ที่จุดศูนย์ของเครื่อง และจำค่าไว้เพื่อใช้อ้างอิงในการทำงาน

1.4. Zero Return > Auto All Axis เพื่อให้เครื่องกลับไปตำแหน่ง Home และเตรียมพร้อมทำงาน



รูปที่ ค.1 ชุดควบคุมของเครื่อง CNC รุ่น HAAS VF1

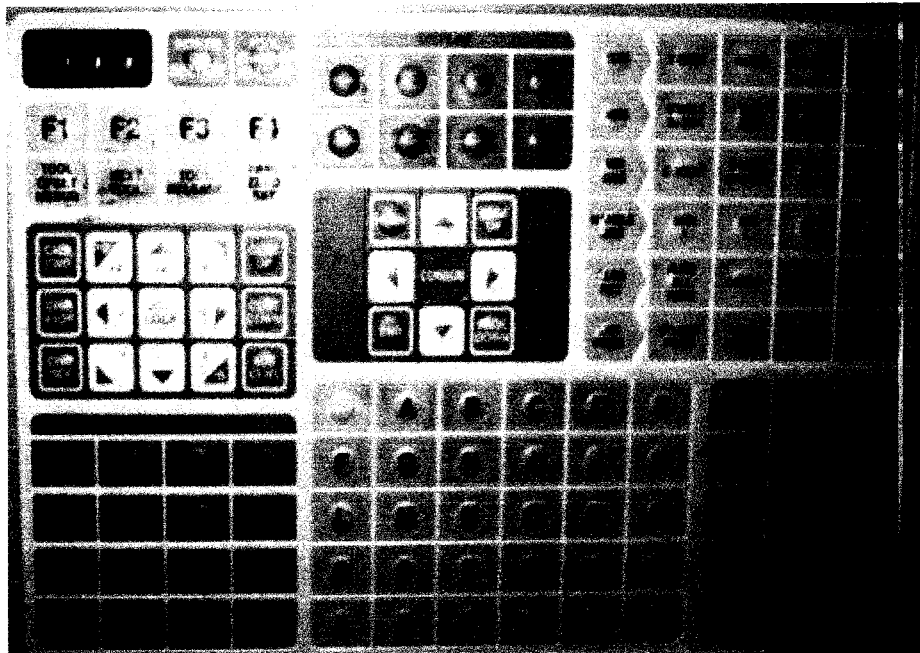
2. การวอร์ม Spindle ก่อนใช้งาน

- 2.1. กด MDI DNC เพื่อเข้าสู่โหมดการเขียนโปรแกรมโดยเฉพาะ
- 2.2. พิมพ์ M3 S500 > Enter > กด Cycle Start Spindle จะหมุนตามเข็มนาฬิกาที่ความเร็ว 500 รอบ/นาที
- 2.3. ใช้เวลาวอร์มเครื่องประมาณ 10 - 15 นาที แล้วกดปุ่ม Stop เพื่อหยุด Spindle

3. การ Set จุดศูนย์ชิ้นงาน

การกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานที่จุดศูนย์กลาง 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 เช่น
 - X = -262.6 mm.
 - Y = -204.3 mm.
 - Z = -113.623 mm.
- 3.3. เลือกแกน X > Origin > Y > Origin > Z > Origin
- 3.4. ยกแกน Z ขึ้นมา 36 mm.> กด Origin
- 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 และที่เหลืออีก 2 ค่า (Y, Z) ทำเหมือนกัน เพื่อป้อนค่าจุดศูนย์ชิ้นงานเข้าสู่ชุดควบคุมของเครื่อง
 - 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
 - 3.5.4. กด Stop ให้ Spindle หยุดหมุน > Zero Return > Auto All Axes เพื่อให้ทุกแนวแกนกลับตำแหน่ง Home และเตรียมพร้อมที่จะกัดชิ้นงาน



รูปที่ ค.2 คีย์บอร์ดที่ใช้สำหรับควบคุม และป้อนคำสั่งให้เครื่อง

4. การป้อนโปรแกรมเข้าสู่ชุดควบคุม

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 ไปที่ชื่อไฟล์ที่ต้องการ > Enter รอซ้กครูเครื่องจะโหลดไฟล์ NC-Code ขึ้นมาให้ทำงาน

5. การดูกราฟการเคลื่อนที่ของ Tool อย่างรวดเร็ว เพื่อดูว่าตัวโปรแกรมไม่มีปัญหา

กด EDIT > MEM > SETTING GRAPH 2 ครั้ง > F3 > F4 > CYCLE START ที่หน้าจจะแสดงการเคลื่อนที่ของ Tool

6. การสั่งให้โปรแกรมทำงาน

เมื่อกำหนดจุดศูนย์ของโปรแกรม ค่า Offset ขนาดความยาว Tool และดูภาพกราฟฟิกจนมั่นใจแล้วว่าการเคลื่อนที่ของ Tool และโต๊ะงานถูกต้องก็สั่ง Run โปรแกรมได้

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

6.2. เมื่อจบโปรแกรมจะมีเสียงกริ่งดังขึ้น 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

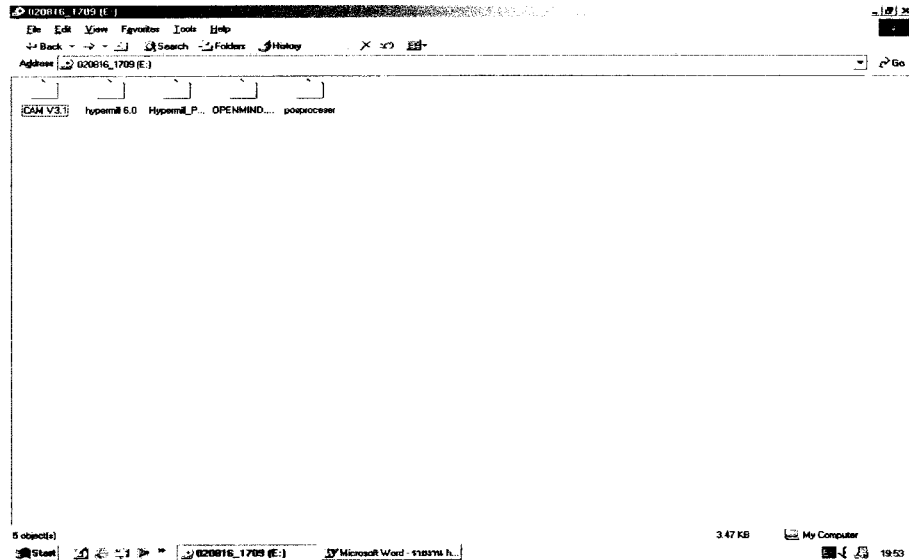
7.2. กด POWER OFF เพื่อปิดเครื่อง > ปิด Switch ไฟข้างหลัง

ภาคผนวก ง

วิธีการ Install Hypermill บน Mechanical desktop

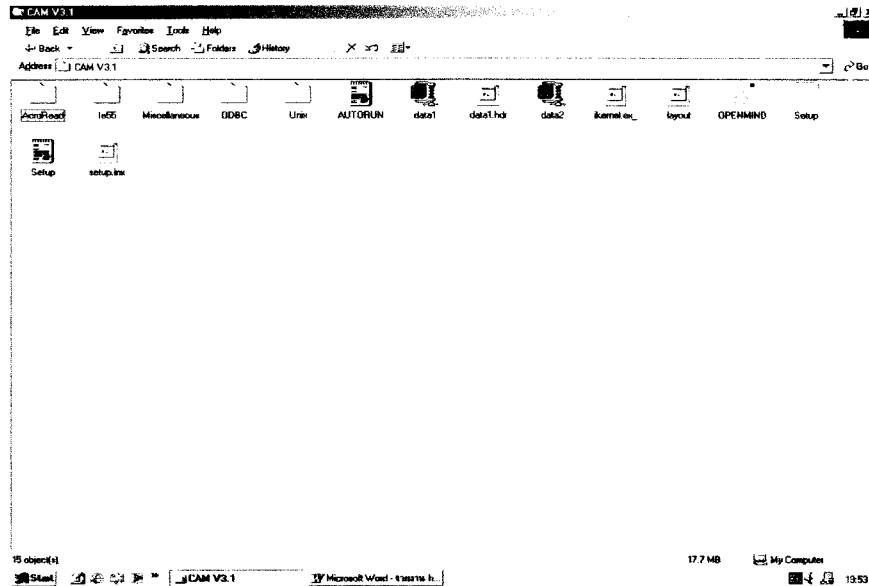
วิธีการ Install Hypermill บน Mechanical desktop

1. ไฟล์ที่ใช้ในการลงโปรแกรมมีดังนี้



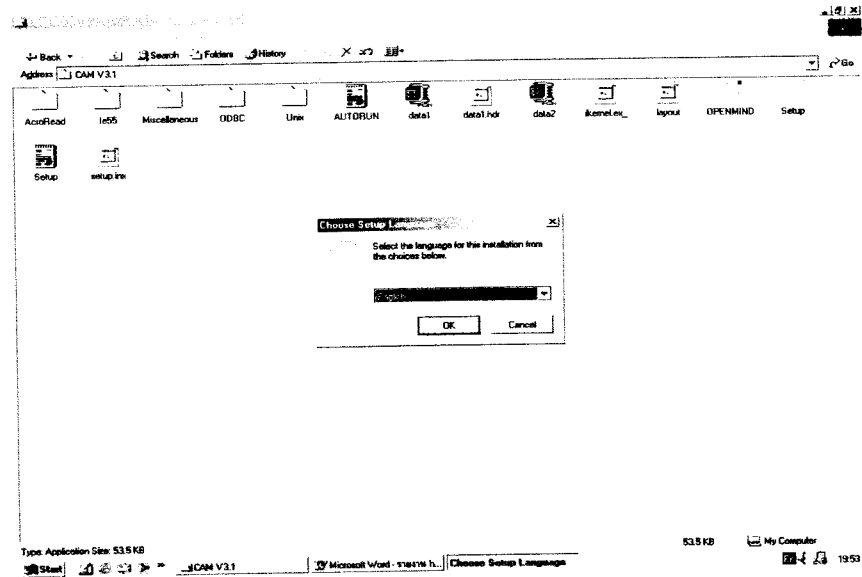
รูปที่ ง.1 ไฟล์ที่ใช้ในการลงโปรแกรม

2. เปิด Folder Cam v3.1 จากนั้นคลิกที่ Setup



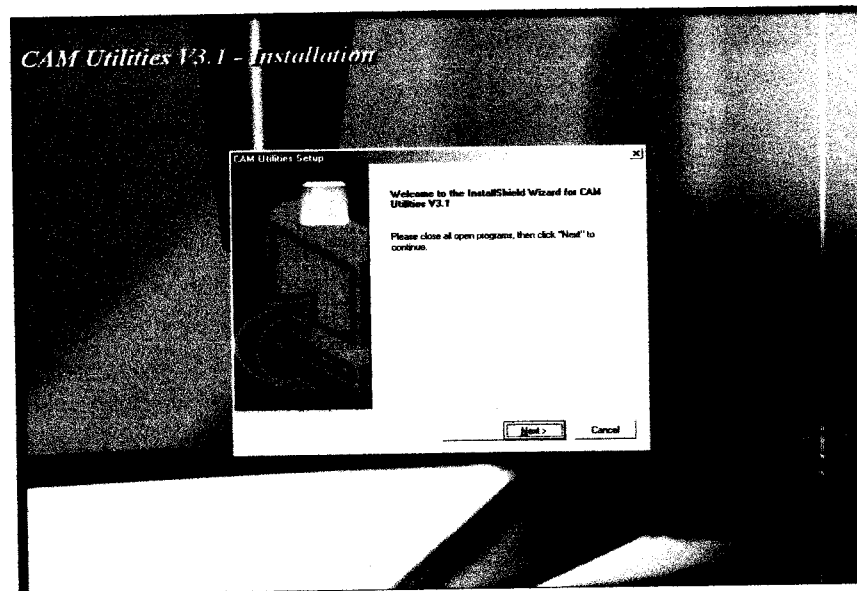
รูปที่ ง.2 การเปิด Folder Cam v3.1

3. ทำการเลือกภาษาที่ต้องการแล้วคลิก OK



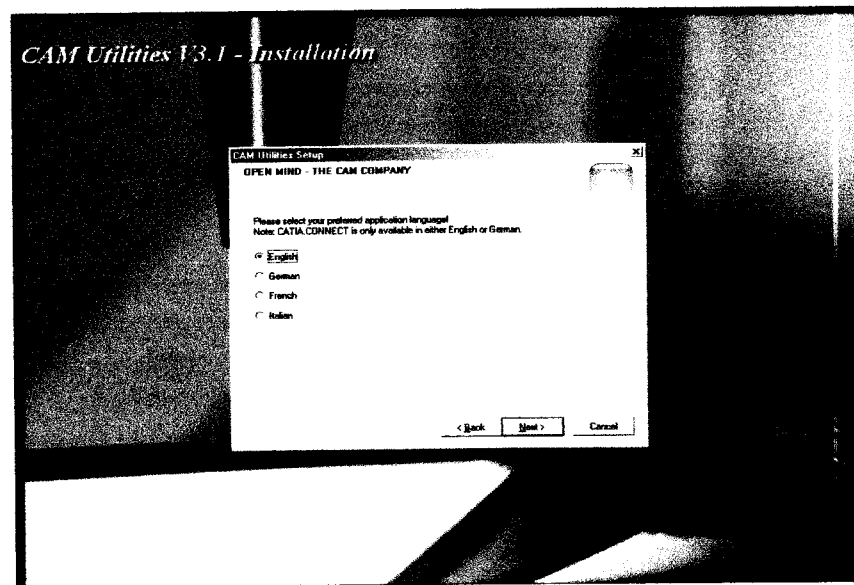
รูปที่ ง.3 การเลือกภาษา

4. หลังจากเลือกภาษาเสร็จจะเข้าสู่หน้าจอทำการติดตั้งโปรแกรม CAM v3.1 คลิก Next



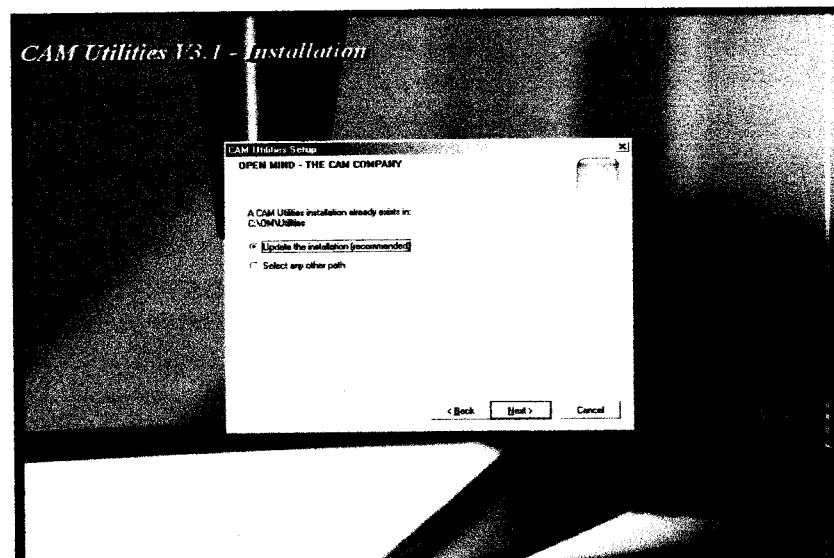
รูปที่ ง.4 การติดตั้งโปรแกรม CAM v3.1

5. ทำการเลือกภาษาที่ต้องการ แล้วคลิก Next



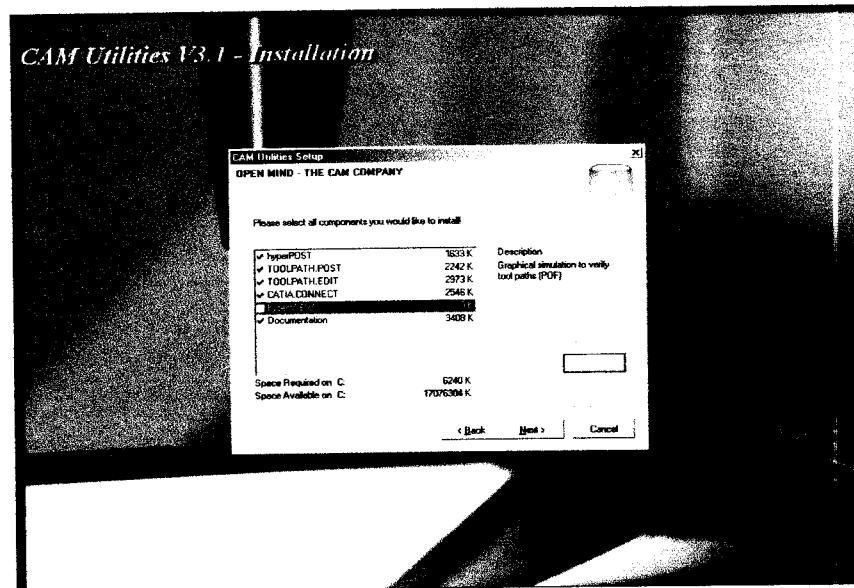
รูปที่ ๓.5 การเลือกภาษา

6. ทำการกำหนดตำแหน่งที่ต้องการจะติดตั้งโปรแกรมในที่นี้คือ C:\OM\Utilites คลิก Next



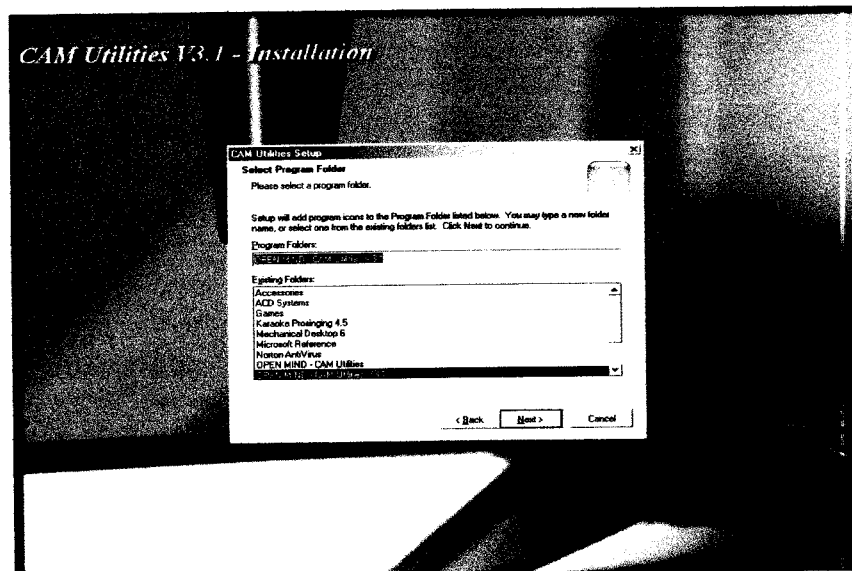
รูปที่ ๓.6 การกำหนดตำแหน่งที่ต้องการจะติดตั้งโปรแกรม

7. ทำการเลือกข้อมูลที่จะติดตั้งทั้งหมดยกเว้น Hyper View เราจะติดตั้งทีหลัง คลิก Next



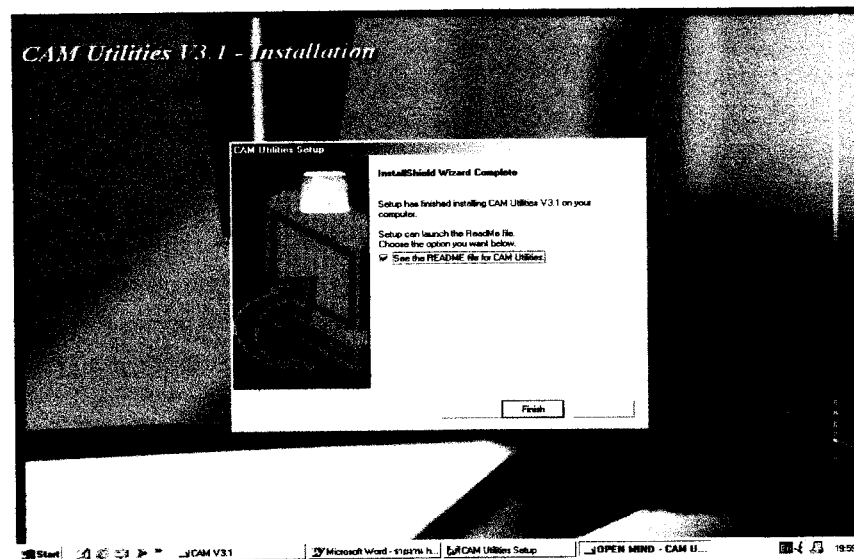
รูปที่ ง.7 การเลือกข้อมูลที่จะติดตั้ง

8. กำหนด Folder ที่ต้องการ คลิก Next



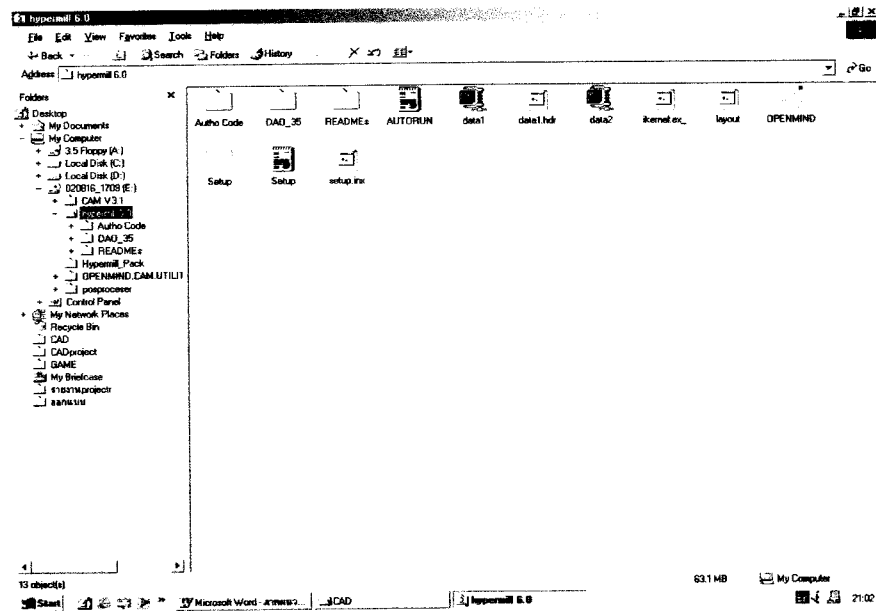
รูปที่ ง.8 การกำหนด Folder ที่ต้องการ

9. จากนั้นรอสจนโปรแกรมทำการติดตั้งจนเสร็จ คลิก Finish



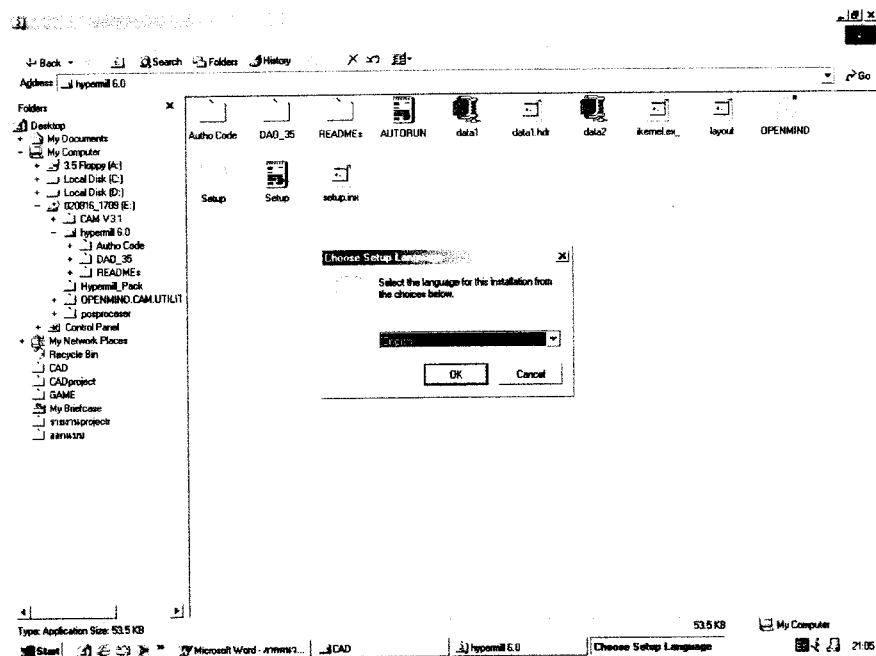
รูปที่ ง.9 การติดตั้งโปรแกรม

10. เปิด Folder Hypermill 6 คลิก Setup



รูปที่ ง.10 การเปิด Folder Hypermill 6

11. ทำการเลือกภาษาที่ต้องการ แล้วคลิก OK



รูปที่ ง.11 การเลือกภาษา

12. หลังจากเลือกภาษาที่เสร็จแล้ว จะเข้าสู่หน้าจอทำการติดตั้งโปรแกรม Hypermill v 6.1 คลิก

Next

13. ทำการเลือกภาษาที่ต้องการ แล้วคลิก Next

14. ทำการกำหนดตำแหน่งที่ต้องการจะติดตั้งโปรแกรมในที่นี้คือ C:\OM\Mill61 คลิก Next

15. ทำการเลือกข้อมูลที่จะติดตั้งทั้งหมด คลิก Next

16. ทำการเลือกหน่วยที่ใช้ คือ Metric mode คลิก Next

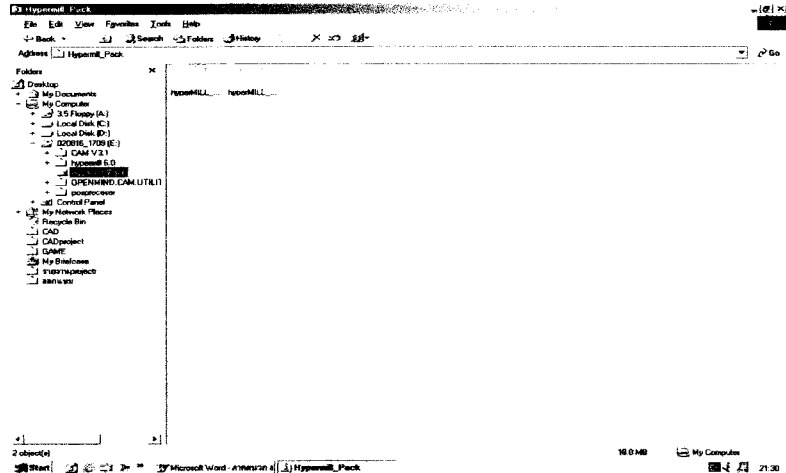
17. กำหนด Folder (OPEN MIND – HYperMILLV6.1 Autodesk) ที่ต้องการ คลิก Next

18. โปรแกรมจะเริ่มทำการติดตั้งจนเสร็จ

19. เมื่อติดตั้งเสร็จโปรแกรมจะทำการ Restart เครื่อง ให้เลือก NO ก่อนเรายังไม่ต้องการ

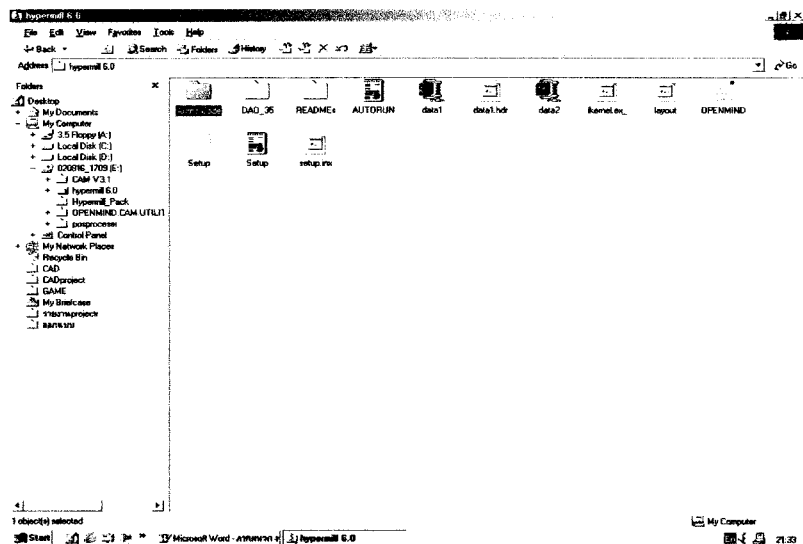
Restart คลิก Finish

20.จากนั้นเราจะทำการ Up_date โปรแกรมในขั้นตอนนี้จะทำหรือไม่ก็ได้ เพราะเป็นการแก้ไขข้อบกพร่องของโปรแกรม โดยที่เราต้องทำการ Up_date ตั้งแต่ SP1, SP2, SP4 ตามลำดับ ส่วนขั้นตอนก็คลิก ไปเรื่อยๆ จนครบทั้ง 3 ตัว



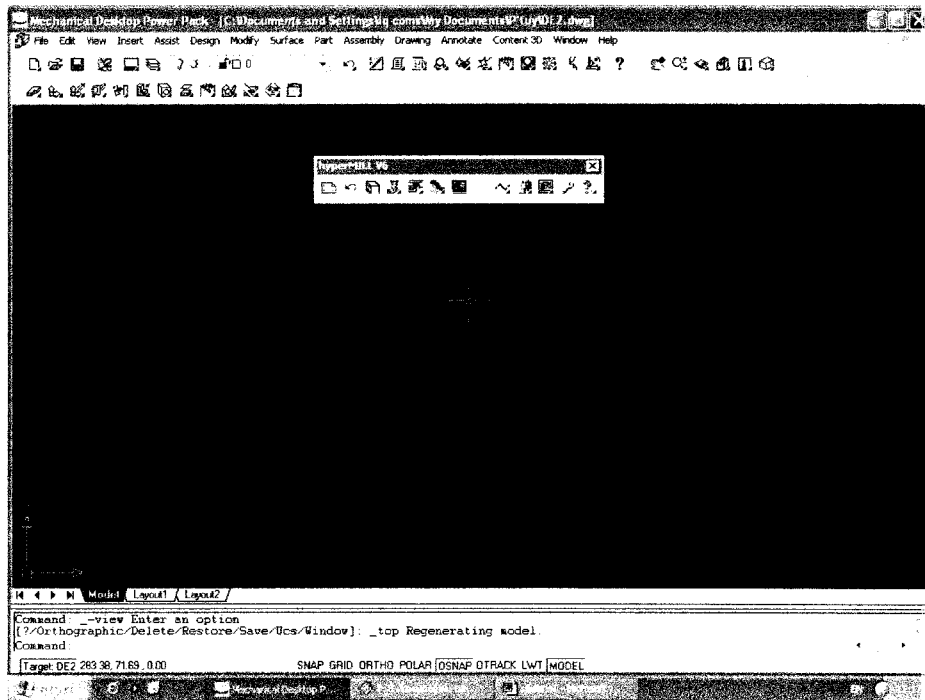
รูปที่ ง.12 การ Update โปรแกรม

21.จากนั้นเปิด Folder Autho Code ใน hypermill 6.0



รูปที่ ง.13 การเปิด Folder Autho Code ใน hypermill 6.0

- 22.เมื่อเปิดแล้วให้ทำการ COPY Folder ของ Mill61
- 23.จากนั้นไปยัง Folder ที่ได้ทำการลงโปรแกรมไว้ คือ C:\OM ทำการวาง ไฟล์ที่ COPY มาลงใน Folder นี้ ให้ทับไฟล์ที่มีอยู่เดิม
- 24.จากนั้นกลับไป DRIVE ที่ทำการติดตั้งเลือกเปิด Openmind cam utilites v2.0.01 คลิกที่ SETUP
- 25.ทำการเลือกติดตั้ง คลิกที่ CAM Utilites
- 26.ทำการเลือกภาษาที่ต้องการ แล้วคลิก OK
- 27.จะเข้าสู่หน้าจอของการติดตั้ง คลิก YES เพื่อยอมรับเงื่อนไขในการติดตั้งโปรแกรม
- 28.ทำการกำหนดตำแหน่งที่ต้องการจะติดตั้งโปรแกรมในที่นี่คือ C:\OMUtilites
คลิกที่ NEXT
- 29.ทำการเลือกภาษาที่ต้องการ แล้วคลิก NEXT
- 30.ทำการเลือกภาษาที่ต้องการ แล้วคลิก NEXT
- 31.กำหนด Folder (OPEN MIND – CAM Utilites) ที่ต้องการ แล้วคลิก NEXT
- 32.จากนั้นรอจนกว่าโปรแกรมติดตั้งเสร็จ คลิก Finish
- 33.ทำการเปิด Folder Autho Code ใน Openmind cam utilites v2.0.01 ทำการ Copy ทั้งหมด
- 34.หลังจาก Copy แล้วให้นำไปวางทับไฟล์ตัวเดิมที่ Folder C:\OMUtilites\HVIEW
- 35.ทำการเปิด Folder ของ Posproceser ทำการ Copy ทั้งหมด
- 36.เมื่อ Copy แล้วนำไปวางทับไฟล์ตัวเดิมที่ C:\OMMill61
- 37.เมื่อวางไฟล์ทับไฟล์เดิมแล้ว เปิดเข้าไปที่ Folder C:\OM\Mill61\OMA เปิด Folder DEF แล้วทำการ Copy ไฟล์ทั้งหมดใน Folder DEF
- 38.เมื่อ Copy แล้วนำไปวางไว้ที่ Folder C:\OMMill61\OMA วางไฟล์ทับไฟล์เดิม
- 39.หลังจากนั้นให้ทำการ Restart เครื่องใหม่ก่อน หลังจากบูตเครื่อง แล้วเปิดโปรแกรม Mechanical Desktop 6 Power Pack จะปรากฏ Toolbar ของโปรแกรม HyperMILL ดังรูปที่ ง.14 ทดลองเลือกเมนูว่าใช้งานได้หรือไม่ ถ้าได้เป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนการติดตั้ง



รูปที่ ๓.14 การปรากฏ Toolbar ของโปรแกรม HyperMILL