สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องกัดซีเอ็นซี 3 แกน

3 AXES CNC MILLING MACHINE

โดย

นางสาวมัลลิกา พงโศธร

นายมาโนชญ์ คงกฤตยาพันธ์

นางสาวสุรางคณา พรวิลาศสิริ

นางสาวสุรีย์รัตน์ เลิศชัยประเสริฐ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42493
วัน, เดือน, ปี 24 พ.ค. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องกัดซีเอ็นซี 3 แกน
3 AXES CNC MILLING MACHINE

ผู้จัดทำ

1. นางสาวมัลลิกา พงโศธร
2. นายมาโนชญ์ คงกฤตยาพันธ์
3. นางสาวสุรางคณา พรวิลาศสิริ
4. นางสาวสุรีย์รัตน์ เลิศชัยประเสริฐ

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกัดซีเอ็นซี 3 แกน

นางสาวมัลลิกา พงโศธร
นายมาโนชญ์ คงกฤตยาพันธ์
นางสาวสุรางคณา พรวิลาศสิริ
นางสาวสุรีย์รัตน์ เลิศชัยประเสริฐ
อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องกัดซีเอ็นซี 3 แกนที่ใช้สเตปมอเตอร์ในการทำงานในรูปแบบของการควบคุมวงเปิด และใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานได้โดยตรง โดยสามารถออกแบบชิ้นงานได้ทั้งการเขียนโปรแกรมและการจำลองรูปแบบ เพื่อการใช้งานที่สะดวกขึ้นเหมาะสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซีมาก่อน จากผลงานที่ได้ทำขึ้นจะได้เครื่องกัดซีเอ็นซี 3 แกนที่มีราคาไม่แพง ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำแต่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ABSTRACT

The objective of this thesis is creating 3 – axes CNC milling machine by using step motor in open – loop control and also directly operating via microcomputer. Designed work can be write by programming and simulating for convenience and suitability to beginner. From the result of work, we acquired 3 - axis CNC milling machine that is not expensive , low operating cost, and perform machining job efficiently.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญภาพ	IV
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักรกล	3
2.1.1 ความหมายของเอ็นซีและซีเอ็นซี	3
2.1.2 การทำงานของเครื่องจักรกลเอ็นซี	3
2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับสเตปมอเตอร์	5
2.2.1 ความรู้เบื้องต้นและหลักการทำงาน	5
2.2.2 การสั่งงานควบคุมการหมุนของสเตปมอเตอร์	7
2.3 ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์สำหรับซีเอ็นซี	9
2.4 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการรับส่งข้อมูลอนุกรม(UART)โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	12
2.4.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51	12
2.4.2 การรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART)	12
บทที่ 3 การออกแบบโครงสร้างและวงจรอิเล็กทรอนิกส์	14
3.1 การออกแบบโครงสร้าง	14
3.2 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	15
3.2.1 วงจรขับสเตปมอเตอร์	15
3.2.2 วงจรรับส่งข้อมูล	20
3.2.3 วงจรควบคุม	21
บทที่ 4 การออกแบบโปรแกรม	26
4.1 โหมดการโปรแกรมรหัสจี	27
4.1.1 ส่วนของการรับข้อมูลที่เป็นรหัสจีและรหัสเอ็ม	28
4.1.2 การจัดการไฟล์ข้อมูล	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

4.1.3 การแปลงคำสั่งที่รับเป็นภาพ 37
4.1.4 การแก้ไขไฟล์ 37
4.1.5 การให้ข้อมูลช่วยเหลือ 39
4.2 โหมดการวาดภาพชิ้นงาน 40
4.2.1 ส่วนของการรับข้อมูลการวาดภาพ 41
4.2.2 การจัดการไฟล์ข้อมูล 42
4.2.3 การแปลงคำสั่งที่รับเป็นภาพ 42
4.2.4 การแก้ไขไฟล์ 43
4.3 โหมดการกัดชิ้นงานตามที่ออกแบบตามที่ออกแบบมา 44
4.4 โหมดการกัดชิ้นงานแบบกำหนดเอง 48
4.4.1 โหมดการกัดชิ้นงานพร้อมกด 50
4.4.2 โหมดการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า 50
4.5 การออกแบบโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ 53
4.5.1 การทำงานหลักของวงจรควบคุม 53
บทที่ 5 ผลการทดลอง 58
5.1 การทดลองการเคลื่อนที่ในโหมดการเคลื่อนที่พร้อมกด 58
5.2 การทดลองการเคลื่อนที่ในโหมดการเคลื่อนที่แบบตั้งค่า 60
5.3 การทดลองการเคลื่อนที่ในโหมดการกำหนดรหัสจี 63
บทที่ 6 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 64
6.1 ปัญหา 64
6.2 แนวทางแก้ไข 64
ภาคผนวก ก. Datasheet MCS-51 A
ภาคผนวก ข. ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมเดลไฟ B
ภาคผนวก ค. คู่มือการใช้โปรแกรมควบคุมเครื่องกัดซีเอ็นซี 3 แกน C
กิตติกรรมประกาศ
เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

บทที่ 1

รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของโครงงาน 2

บทที่ 2

รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในสเตปมอเตอร์ 5

รูปที่ 2.2 การควบคุมระบบสเตปมอเตอร์ 6

รูปที่ 2.3 การพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสเตปมอเตอร์แบบไบโพล่าร์ 6

รูปที่ 2.4 วงจรการจ่ายไฟฟ้าให้กับสเตปมอเตอร์แบบไบโพล่าร์ 6

รูปที่ 2.5 การอินเตอร์โพเลชั่นเส้นตรง (พีชคณิต) 9

รูปที่ 2.6 การอินเตอร์โพเลชั่นเส้นโค้ง (พีชคณิต) 10

บทที่ 3

รูปที่ 3.1 โครงสร้างของเครื่องกัดซีเอ็นซี 14

รูปที่ 3.2 แสดงขาของ IC L297 16

รูปที่ 3.3 Block Diagram ของ IC L297 16

รูปที่ 3.4 แสดงขาของ IC L298 17

รูปที่ 3.5 Block Diagram ของ IC L298 18

รูปที่ 3.6 การต่อ IC L297 กับ IC L298 19

รูปที่ 3.7 การแสดงตำแหน่งขาต่างๆ และวงจรในของวงจรรวม MAX 232 20

รูปที่ 3.8 แสดงขาของ MCS – 51 22

รูปที่ 3.9 วงจรควบคุม 1 แกน 23

รูปที่ 3.10 แสดงวงจรควบคุม 3 แกน 25

รูปที่ 3.11 แสดงวงจรที่ใช้งาน 26

บทที่ 4

รูปที่ 4.1 หน้าต่างโปรแกรมหลัก 27

รูปที่ 4.2 หน้าต่างการกำหนดขนาดของโหมดการโปรแกรมรหัสจี 28

รูปที่ 4.3 หน้าต่างโหมดการโปรแกรมรหัสจี 29

รูปที่ 4.4 แสดงรูปแบบป้อนคำสั่ง G00 29

รูปที่ 4.5 แสดงรูปแบบป้อนคำสั่ง G01 30

รูปที่ 4.6 แสดงรูปแบบป้อนคำสั่ง G02 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.7 แสดงรูปแบบป้อนคำสั่ง M30 31
รูปที่ 4.8 แสดงเมนูการจัดการไฟล์ข้อมูล 31
รูปที่ 4.9 แผนภาพการจัดการไฟล์ 32
รูปที่ 4.10 แผนภาพการสร้างไฟล์ใหม่ 33
รูปที่ 4.11 แผนภาพการเปิดไฟล์ 34
รูปที่ 4.12 แผนภาพการบันทึกไฟล์ใหม่ 35
รูปที่ 4.13 แผนภาพการปิดไฟล์ 36
รูปที่ 4.14 แผนภาพการปิดโปรแกรม 36
รูปที่ 4.15 เมนูการแก้ไขไฟล์ที่บันทึกไว้ 37
รูปที่ 4.16 หน้าต่างการแทนที่ 37
รูปที่ 4.17 หน้าต่างการลบข้อมูล 38
รูปที่ 4.18 หน้าต่างการเพิ่มข้อมูล 38
รูปที่ 4.19 เมนูการให้ข้อมูลช่วย 39
รูปที่ 4.20 หน้าต่างการกำหนดขนาดของโหมดการวาดภาพชิ้นงาน 40
รูปที่ 4.21 หน้าต่างโหมดการวาดภาพชิ้นงาน 41
รูปที่ 4.22 หน้าต่างการวาดเส้นตรง 42
รูปที่ 4.23 หน้าต่างการวาดเส้นโค้ง 42
รูปที่ 4.24 หน้าต่างการวาดสี่เหลี่ยม 42
รูปที่ 4.25 หน้าต่างการวาดวงกลม 42
รูปที่ 4.26 หน้าต่างโหมดการกัดชิ้นงานตามแบบที่ออกแบบมา 44
รูปที่ 4.27 แผนภาพการแสดงตำแหน่งดอกกัด 45
รูปที่ 4.28 แผนภาพแสดงโปรแกรมย่อยการแสดงตำแหน่งของแกน X 46
รูปที่ 4.29 แผนภาพแสดงการทำงานในโหมดการกัดชิ้นงานตามแบบที่ออกแบบมา 47
รูปที่ 4.30 หน้าต่างโหมดการกัดชิ้นงานแบบกำหนดเอง 48
รูปที่ 4.31 แผนภาพการทำงานในโหมดการทำงานแบบกำหนดเอง 49
รูปที่ 4.32 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมย่อยการกัดชิ้นงานแกน X ในทิศบวก 50
รูปที่ 4.33 แผนภาพการทำงานแบบกำหนดเองในโหมดการกัดชิ้นงานพร้อมกด 51
รูปที่ 4.34 แผนภาพการกัดชิ้นงานแบบกำหนดเองในโหมดการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.35 แผนภาพการทำงานหลักของวงจรควบคุมการกัดชิ้นงานในไมโครคอนโทรลเลอร์ 55
รูปที่ 4.36 แผนภาพการทำงานในโหมดการกัดชิ้นงานพร้อมกด 56
รูปที่ 4.37 แผนภาพการทำงานในโหมดการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า 56
รูปที่ 4.38 แผนภาพการทำงานในโหมดการกัดชิ้นงานตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ 57
รูปที่ 4.39 แผนภาพการทำงานโปรแกรมย่อยแสดงตำแหน่งในแต่ละแกน 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

บทที่ 2

ตารางที่ 2.1 ตารางขั้นตอนการทำงานของการกระตุ้นสเตปมอเตอร์ในแบบครึ่งเฟส 8

บทที่ 3

ตารางที่ 3.1 แสดงโหมดการทำงานของ IC L297 17

ตารางที่ 3.2 แสดงการเลือกช่องสัญญาณในการแปลงของ MAX 232 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

แนวโน้มการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมและการแข่งขันกันในการผลิตผลิตภัณฑ์ ทำให้ความต้องการกระบวนการผลิตอัตโนมัติเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกระบวนการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เป็นผลให้มีการสร้างและผลิตชิ้นส่วนต่างๆด้วยเครื่องจักรกลที่ทันสมัย ชิ้นส่วนต่างๆที่ผลิตขึ้นมีความต้องการทางด้านเทคนิคการผลิตสูง เช่น ด้านความเที่ยงตรง ความสลับซับซ้อนของรูปทรง ตลอดจนจำนวนการผลิตที่ขึ้นอยู่กับเวลาการผลิตต่อชิ้น เครื่องจักรกลที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆในภาคอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องเป็นเครื่องมือที่มีระบบการสั่งการทำงานที่สอดคล้องกับความต้องการดังกล่าว

การทำงานของเครื่องจักรกลทั่วไปจำเป็นต้องใช้ช่างควบคุมเครื่องที่มีความชำนาญสูง เพื่อปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตที่มีความสามารถ ความน่าเชื่อถือ และความยืดหยุ่นที่สูงขึ้น ช่างควบคุมเครื่องมีหน้าที่ในการควบคุมแท่นจับยึดชิ้นงานให้เคลื่อนที่เข้าหาใบมีดและกัดตามรูปทรงที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้ช่างควบคุมเครื่องต้องตรวจสอบชิ้นงาน ตำแหน่งและความลึกของใบมีดอยู่ตลอดเวลา

นอกจากการควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นจับยึดชิ้นงาน ช่างควบคุมเครื่องยังต้องควบคุมความเร็วแกนป้อน(Feed Rate) และความเร็วรอบของใบมีดกัด ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นงาน ขนาดของชิ้นงาน ชนิดของใบมีด ขนาดของใบมีด และลักษณะงานที่ต้องการ เพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือตามรูปทรงของชิ้นงานที่ออกแบบ

จะเห็นได้ว่าการควบคุมเครื่องจักรกลโดยใช้ช่างควบคุมนั้นเกิดปัญหาและความยุ่งยากมากมาย อีกทั้งช่างยังต้องมีความชำนาญสูง จึงได้มีการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวคือ **การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสั่งงานระบบควบคุมเชิงตัวเลข (Computerized Numerical Control)** หรือที่เรียกโดยทั่วไปว่า **เครื่องซีเอ็นซี (CNC Machine)**

ซีเอ็นซีเป็นชุดควบคุมที่สามารถนำไปติดตั้งกับเครื่องจักรกลเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแทนช่างควบคุม ทำให้เป็นเครื่องจักรกลสมัยใหม่ที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น โดยชุดควบคุมจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างช่างควบคุม(Operator)และเครื่องจักรกลด้วยการใช้โปรแกรมคำสั่งการทำงานเป็นสื่อความหมายและถ่ายทอดสัญญาณสู่เครื่องจักรกลให้เข้าใจความต้องการของผู้โปรแกรมนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

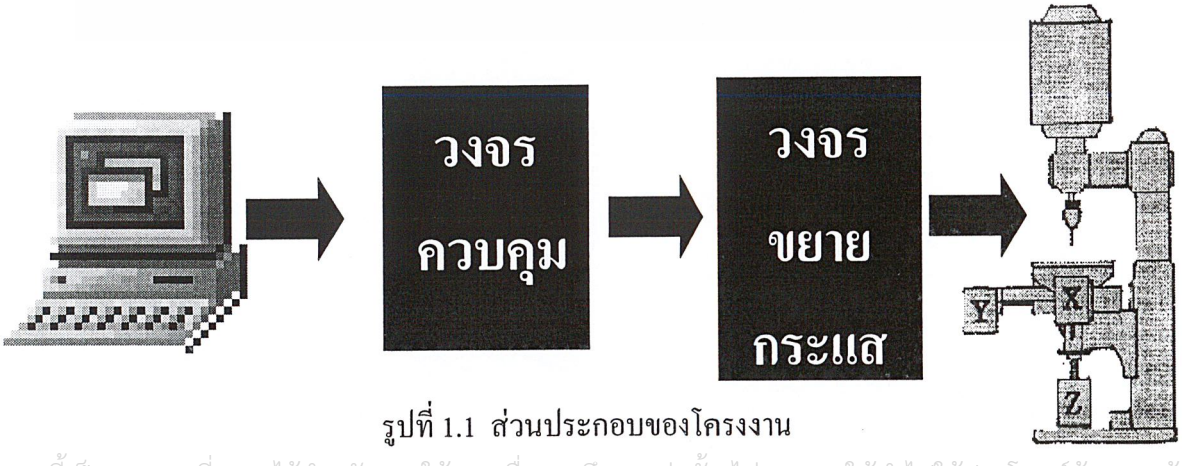
มอบหมายให้สถาบัน M.I.T. (Massachusets Institute of Technology, Cambridge, Mass., USA) เป็นผู้ทำการวิจัยสร้างเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบควบคุมเชิงตัวเลขนี้ขึ้น เพื่อนำไปใช้กับการผลิตชิ้นส่วนเครื่องบินตามหลักการทางอากาศพลศาสตร์ที่มีรูปทรงซับซ้อนตามสูตรทางคณิตศาสตร์ที่คำนวณได้ โดยได้รับการสนับสนุนจากกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา(U.S. Air Force) จากการค้นคว้าดังกล่าวเป็นจุดเริ่มต้นให้มีการสร้างและผลิตเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบควบคุมเชิงตัวเลขขึ้นใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆต่อมา

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษาและพัฒนาเครื่องกัดซีเอ็นซี 3 แกน บนพื้นฐานไมโครคอมพิวเตอร์ให้มีการโปรแกรม และออกแบบชิ้นงานที่ง่ายต่อการใช้งาน
2. สามารถนำเครื่องกัดซีเอ็นซีที่พัฒนาไปใช้กับการกัดชิ้นงานที่เป็นวัสดุบางชนิดได้
3. สามารถนำเครื่องกัดซีเอ็นซีที่พัฒนาไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้สามารถนำหลักการและโปรแกรมที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรกลอื่นๆทั่วไปได้

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

1. พัฒนาเครื่องกัดซีเอ็นซีที่มีอยู่เดิม โดยการเปลี่ยนมอเตอร์ในส่วนของสปินเดิล(Spindle) และแท่นเลื่อนทั้ง 3 แกน
2. ออกแบบวงจรควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน
3. ออกแบบวงจรขยายกระแสเพื่อขับสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมแท่นเลื่อน
4. ออกแบบโปรแกรมที่ใช้ควบคุมเครื่องกัดผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.1.1 ความหมายของเอ็นซีและซีเอ็นซี

เอ็นซี (NC) ย่อมาจากคำว่า "Numerical Control" หมายถึง การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยระบบตัวเลขและตัวอักษร ซึ่งคำจำกัดความนี้ได้จากประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวคือ การเคลื่อนที่ต่างๆตลอดจนการทำงานอื่นๆของเครื่องจักรกลจะถูกควบคุมโดยรหัสคำสั่งที่ประกอบไปด้วยตัวเลข ตัวอักษรและสัญลักษณ์อื่นๆซึ่งจะถูกแปลงเป็นคลื่นสัญญาณพัลซ์ (pulse) ของกระแสไฟฟ้าหรือสัญญาณออกอื่นๆที่จะไปกระตุ้นมอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อทำให้เครื่องจักรกลทำงานตามขั้นตอนที่ต้องการ

ซีเอ็นซี (CNC) ย่อมาจากคำว่า "Computerized Numerical Control" คือระบบควบคุมเอ็นซีที่มีคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงเพิ่มเข้าไปในระบบ ทำให้สามารถจัดการกับข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในระบบเอ็นซีและประมวลผลข้อมูลเพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.1.2 การทำงานของเครื่องจักรกลเอ็นซี

หลักการทำงานของเครื่องจักรกลเอ็นซีหรือซีเอ็นซี จะคล้ายคลึงกับเครื่องจักรกลทั่วไป กล่าวคือ โดยพื้นฐานแล้วเครื่องจักรกลเอ็นซีจะทำการผลิตชิ้นงานเหมือนกับเครื่องจักรกลทั่วไป เช่น เครื่องกลึงเอ็นซี ก็จะทำงานเหมือนกับเครื่องกลึงทั่วไป เพียงแต่ว่าระบบควบคุมเอ็นซีของเครื่องจะทำงานในขั้นตอนต่างๆแทนช่างควบคุมเครื่อง อย่างไรก็ตามจะต้องได้รับการบอกกล่าวเสียก่อนว่าจะให้ทำอะไร และจะต้องบอกเป็นภาษาที่ระบบควบคุมสามารถเข้าใจได้ นั่นคือ จะต้องป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องผ่านแป้นพิมพ์(Keyboard) หรือเทปแม่เหล็ก (Magnetic tape)ก็ได้

เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปแล้ว ก็จะนำไปควบคุมให้เครื่องจักรกลทำงาน แต่เนื่องจากเครื่องจักรกลเอ็นซีจะมีการเคลื่อนที่ 2 แนวแกน ก็จะมีมอเตอร์ป้อน 2 ตัว

เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมแล้ว ก็จะโปรแกรมนั้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน แต่เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากระบบควบคุมที่มีกำลังน้อย ไม่สามารถไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมุนขับให้มอเตอร์ทำงานได้ ดังนั้นจึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive amplified) และส่งต่อไปยังมอเตอร์ป้อนของแนวแกนที่ต้องการเคลื่อนที่

ความเร็วและระยะทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน จะต้องกำหนดให้ระบบควบคุมรู้ ช่างควบคุมเครื่องอาศัยสายตามองดูตำแหน่งของคมตัดกับชิ้นงาน ก็จะรู้ว่าจะต้องเลื่อนแท่นเลื่อนไปอีกเป็นระยะเท่าใด แต่ระบบควบคุมเอ็นซีมองไม่ได้ ดังนั้น จึงต้องออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จะสามารถของแท่นเลื่อนให้ระบบควบคุมรู้ได้ อุปกรณ์ชุดนี้เรียกว่า ระบบวัดขนาด (Measuring System) ซึ่งประกอบด้วยสเกลแนวตรง (Linear Scale) มีจำนวนเท่ากับจำนวนแนวแกนในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระยะทางที่แท่นเลื่อนเคลื่อนที่กลับไปยังระบบควบคุม ทำให้รู้ว่าแท่นเลื่อนเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่าใดแล้ว

จากหลักการควบคุมการทำงานดังกล่าว ทำให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีสามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปทรงและขนาดที่ต้องการได้ จากลักษณะสร้างและการทำงานที่เหนือกว่าเครื่องจักรกลทั่วไปทำให้เครื่องจักรกลเอ็นซีและซีเอ็นซี เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมอัตโนมัติและก็มีปริมาณความต้องการใช้มากขึ้นเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

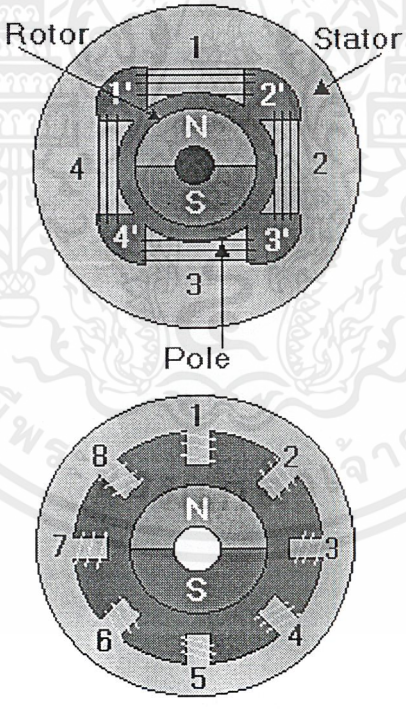
2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับสเตปมอเตอร์(Step Moter)

2.2.1 ความรู้เบื้องต้น และ หลักการทำงาน

เมื่อป้อนไฟฟ้าให้กับสเตปมอเตอร์จะทำให้สเตปมอเตอร์หมุนเพียงเล็กน้อยตามเส้นรอบวงและหยุด ซึ่งต่างจากมอเตอร์ทั่วไปที่จะหมุนทันทีและตลอดเวลาเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้า

ข้อดีของสเตปมอเตอร์ คือ สามารถกำหนดตำแหน่งของการหมุนด้วยตัวเลข(องศาหรือระยะทาง) ได้อย่างละเอียดโดย ใช้คอมพิวเตอร์หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเครื่องกำหนดและจัดเก็บตัวเลข

โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ทำมาจากแผ่นเหล็กวงแหวนที่มีซี่ยื่นออกมาประกอบกันเป็นชั้นๆ โดยที่แต่ละซี่นั้นจะมีคอยล์(ขดลวด)พันสวมอยู่ เมื่อมีการป้อนกระแสไฟฟ้าผ่านคอยล์ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า(Electromagnetic) ดูดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในสเตปมอเตอร์

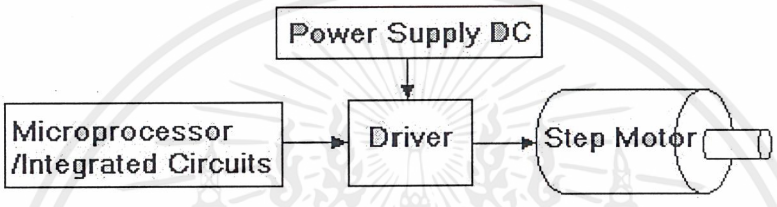
ในที่นี้ซึ่งถ้าเราเพิ่มจำนวนของขั้วแม่เหล็กมากขึ้นจะเพิ่มจำนวนของสเตปต่อวงจรรอบมากขึ้นตามด้วย

ลักษณะการนำไปใช้งานสเตปมอเตอร์ใช้งานลักษณะระบบเปิด (Open Loop System) คือ

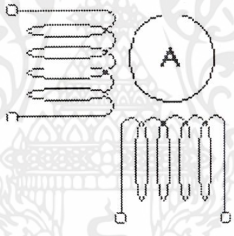
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเตปมอเตอร์สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีการป้อนค่าพารามิเตอร์กลับมา (Feed back) แต่ทุกวิธีที่ต้องการกำหนดตำแหน่งที่แน่นอน จะต้องการป้อนกลับไปยังระบบและตัวบอกตำแหน่งว่าถูกต้องหรือผิดพลาดให้รับทราบ

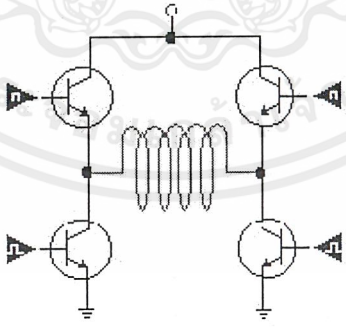
ดังเช่นวิธีที่ใช้กับสเตปมอเตอร์ คือเรานำลิมิทสวิตช์ติดตามตำแหน่งที่จะตรวจจับ เมื่อสเตปมอเตอร์ เริ่มหมุนแล้วหมุนไปจนถึงตำแหน่งของสวิตช์ตรวจจับสัญญาณสวิตช์ทำงานก็จะป้อนกลับไปสู่ระบบ ซึ่งก็จะทำให้รู้การทำงานของสเตปมอเตอร์ตลอด ตัววงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เองจะมีจุดอ้างอิง ไว้ให้เริ่มต้นการทำงานและอ้างอิงตำแหน่งได้ถูกต้อง



รูปที่ 2.2 การควบคุมระบบสเตปมอเตอร์



รูปที่ 2.3 การพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสเตปมอเตอร์แบบไบโพล่าร์



รูปที่ 2.4 วงจรการจ่ายไฟฟ้าให้กับสเตปมอเตอร์แบบไบโพล่าร์

โดยแนวทางสเตปมอเตอร์เป็นอุปกรณ์จำพวกเชิงกลทางไฟฟ้า โดยมีกรุ๊ปของไบนารี่โวลท์เตทเป็นอินพุตและการเคลื่อนที่ แบบเชิงมุมเป็นเอาท์พุต หรือว่าหมุนทีละสเตปซึ่งอยู่ระหว่าง 0.1 - 30 องศา อยู่ที่โครงสร้างของสเตปมอเตอร์ โดยตามสัญญาณพัลซ์ที่จ่ายให้กับขดสเตเตอร์ทำให้เกิดแรงผลักแก่โรเตอร์หมุนไป สเตปมอเตอร์มีขดลวดหลายชุดในที่นี้เราเรียกว่า เฟส (Phase) ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่ต่อเนื่องเป็น ซีเควน (Sequence) ลักษณะของไบนารี่ (Binary)ซึ่งจะต้องไปผ่านวงจรไดรเวอร์ (Driver) ก็จะทำให้โรเตอร์หมุนไปอย่างต่อเนื่อง ที่กล่าวมาสามารถดูได้จากรูปที่ 2.2

- **แบบไบโพล่าร์**

จะมีการพันขดลวดหนึ่งขด(จะกี่รอบก็แล้วแต่ สเป็กใช้งาน)ในแต่ขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ โดยขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้น ที่สเตเตอร์จะถูกกำหนดโดยทิศทางของการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามได้ โดยการกลับทิศทางของการไหลในกระแสไฟฟ้า โดยมาจากการควบคุมของวงจรสวิทชิ่งให้กลับขั้วไฟฟ้า พื้นฐานการสวิทชิ่งสามารถดูได้จากรูปที่ 2.4

2.2.2 การสั่งงานควบคุมการหมุนของสเตปมอเตอร์

การควบคุมและสั่งงานให้สเตปมอเตอร์ทำงาน ไปทีละสเตปสามารถทำได้โดยการจ่ายกำลังไฟไปยังขดลวด ในแต่ละขอบบนสเตเตอร์ โดยการป้อนจะทำในลักษณะเป็นลำดับหรือเรียกว่า ซีเควนเชียลในลูปที่ถูกต้อง ซึ่งจะเป็นได้ 3 รูปแบบ คือ แบบเวฟ(wave) แบบ 2 เฟส(2 phase) และแบบครึ่งสเตป (half step) ทั้ง 3 แบบนี้ก็จะมีข้อดีและข้อเสียต่างกันออกไป

- **แบบเวฟ**

จะเป็นการกระตุ้นแบบที่ง่ายที่สุด ซึ่งจะทำการกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่งๆเรียงกันไป ตัวอย่างเช่น ขดที่ 1 , 2 , 3 , 4 , 1 , 2 , 3 , 4 เป็นลำดับอย่างนี้ หรือ ขด 1 , 4 , 3 , 2 , 1 , 4 , 3 , 2 เป็นลำดับกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางที่เราต้องให้มอเตอร์หมุนไป วงจรที่นำมากระตุ้นนั้นจะมีราคาค่อนข้างจะถูกกว่าและง่ายกว่า ดังในรูปที่ 2.4

- **แบบ 2 เฟส**

แบบนี้ก็จะคล้ายกับการกระตุ้นในแบบเวฟแต่จะต่างกันตรงที่ แบบ 2 เฟส จะกระตุ้นทีละ 2 ขด ที่อยู่ใกล้กันใน เวลาเดียวกัน และจะเรียงลำดับกันไป ดังเช่นแบบเดียวกับแบบเวฟ ตัวอย่างการกระตุ้นขดลวดในลักษณะซีเควน คือ 12,23,34.41,12,23,34,41 เรียงลำดับกันไปเรื่อยๆ หรือจะเป็น 14,43,32,21,14,43,32,21 เรียงกันไปเรื่อยๆเช่นกัน

- **แบบครึ่งสเตป**

แบบครึ่งสเตปเป็นรูปแบบผสมผสานของการกระตุ้นระหว่างแบบเวฟกับแบบ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวนรอบของสเตปให้มากขึ้นเป็น 2 เท่า ซึ่งในระบบนี้จะทำการกระตุ้นขดลวดเรียงกันไปเรื่อยๆเป็นลำดับ ดังจะยกตัวอย่างต่อไปนี้ 1,12,2,23,3,34,4,41,1,12,2,23,3,34,4,41,1 ถ้าเราจะกลับทิศทางการหมุนก็จะได้เป็นดังนี้ 1,41,4,43,3,32,2,21,1,41,4,43,3,32,2,21,1 เป็นลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีคือ การกระตุ้นแบบนี้จะให้แรงบิดเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากช่วงสเตปที่มีระยะสั้นลง อีกประการหนึ่งก็คือ แต่ละสเตปเกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ขดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกันทำให้ค่าตำแหน่งความถูกต้องมากขึ้นไปด้วย

ข้อเสียคือ เหมือนกับแบบ 2 เฟส ที่ต้องจ่ายกำลังไฟเป็น 2 เท่าของแบบเวฟหรือจะใช้เท่ากับแบบ 2เฟส

ดังนั้นเราสามารถนำลำดับการทำงานของ แบบครึ่งเฟส ในรูปของตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ตารางขั้นตอนการทำงานของการกระตุ้นสเตปมอเตอร์ในแบบครึ่งเฟส

Step No.	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON			
2	ON	ON		
3		ON		
4		ON	ON	
5			ON	
6			ON	ON
7				ON
8	ON			ON
9	ON			
10	ON	ON		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

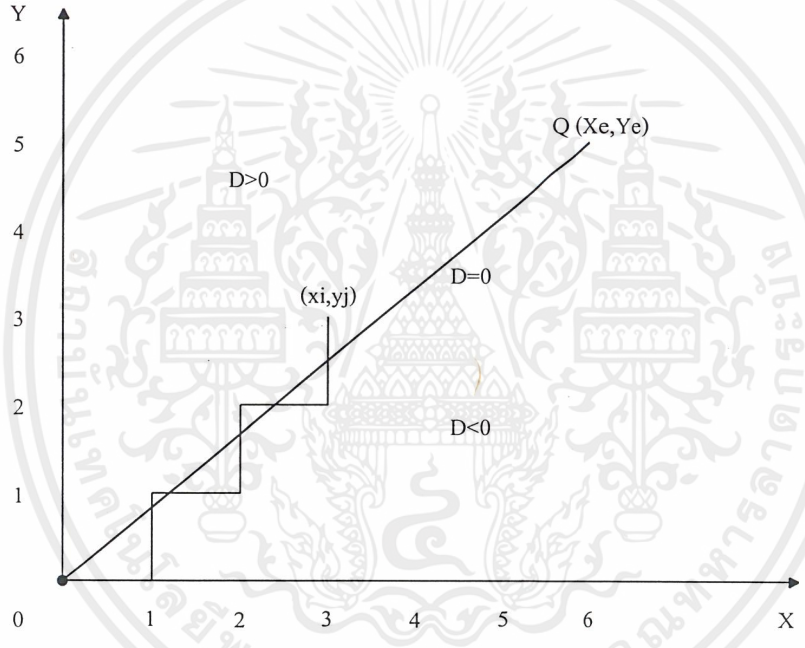
2.3 ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์สำหรับซีเอ็นซี (Mathematics theory for CNC)

ในโครงงานนี้ใช้การคำนวณทางพีชคณิต ซึ่งแบ่งเป็น

- **การอินเตอร์โพเลชั่นเส้นตรง**

กำหนดให้เส้นตรง OQ อยู่ในควอดแรนต์ที่ 1 โดยมีจุดเริ่มต้นอยู่ที่จุดกำเนิด จุดปลายอยู่ที่ $Q(X_e,Y_e)$ ดังนั้น สมการเส้นตรงจะเป็น

$$X_e . y - Y_e . x = 0$$



รูปที่ 2.5 การอินเตอร์โพเลชั่นเส้นตรง(พีชคณิต)

ให้จุดใดๆบนระนาบ X-Yนั่นก็คือ คู่ลำดับ (X_i,Y_j) แล้ว สมการเพื่อการตัดสินใจจึงเขียนได้เป็น

$$D = X_e . y_j - Y_e . x_i$$

จากสมการนี้ จะใช้เป็นเครื่องตัดสินว่า

ถ้า D> 0 ; จุด (X_i,Y_j) อยู่เหนือเส้นตรง OQ

ถ้า D= 0 ; จุด (X_i,Y_j) อยู่บนเส้นตรง OQ พอดี

ถ้า D< 0 ; จุด (X_i,Y_j) อยู่ใต้เส้นตรง OQ

เริ่มต้นจากจุดกำเนิด ถ้า $D \geq 0$ แล้ว ให้ผลิตสัญญาณคำสั่งพัลซ์ $+p_x$ ซึ่งเป็นคำสั่งของแกน +X

ถ้า D< 0 แล้ว ให้ผลิตสัญญาณคำสั่งพัลซ์ $+p_y$ซึ่งเป็นคำสั่งของแกน +Y ในขณะที่ พัลซ์ $+p_x$หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัลซ์ $+p_y$ ถูกผลิตขึ้นมาทุกครั้ง จะมีการพิจารณาเครื่องหมายของสมการเพื่อการตัดสินใจใหม่ $D_{i+1,j}$ หรือ $D_{i,j+1}$ ซ้ำไปเรื่อยๆจนกว่าจะถึงจุดหมาย Q นั่นคือ ถ้ากำหนดให้หน่วยเล็กที่สุดของจุดตัด δ เป็น 1 แล้ว จะได้ว่า

ถ้า $D_{i,j} \geq 0$; $x_i \rightarrow x_{i+1} = x_i + 1$

ถ้า $D_{i,j} < 0$; $y_j \rightarrow y_{j+1} = y_j + 1$

ดังนั้น การคำนวณสมการเพื่อการตัดสินใจใหม่ในแต่ละกรณี คำนวณได้จาก

$$D_{i+1,j} = X_e \cdot y_j - Y_e \cdot (x_i + 1) = D_{i,j} - Y_e$$

$$D_{i,j+1} = X_e \cdot (y_j + 1) - Y_e \cdot x_i = D_{i,j} + X_e$$

โดยมีเงื่อนไขจุดปลายเป็น

$$x_i = X_e$$

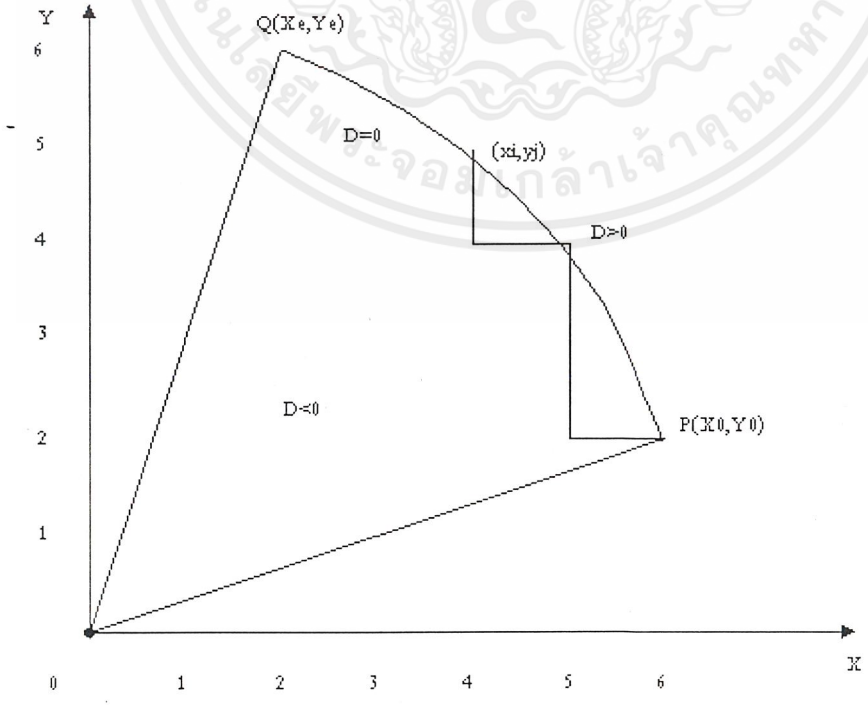
$$y_j = Y_e$$

ในกรณีที่เส้นตรงไม่ได้อยู่ในควอดแรนต์ที่ 1 ให้หมุนแกนคู่ลำดับด้วยค่า 90 การคำนวณจะกลับมาคำนวณภายใต้เงื่อนไขเดียวกันกับควอดแรนต์ที่ 1

- **การอินเตอร์โพเลชั่นเส้นโค้ง**

กำหนดให้เส้นโค้ง PQ มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดกำเนิด O จะเริ่มต้นอยู่ที่ $P(X_o, Y_o)$ และจุดปลายอยู่ที่ $Q(X_e, Y_e)$ ซึ่งสามารถเขียนสมการเส้นโค้งได้เป็น

$$x^2 + y^2 = X_o^2 + Y_o^2 = X_e^2 + Y_e^2$$



รูปที่ 2.6 การอินเตอร์โพเลชั่นเส้นโค้ง(พีชคณิต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป พิจารณาจุดตัดใดๆ (x_i, y_j) บนระนาบX-Y และให้ สมการเพื่อการตัดสินใจเป็น

$$D_{i,j} = (X_i^2 + Y_j^2) - (X_o^2 + Y_o^2)$$

แล้วจะสามารถตัดสินว่าจุด (x_i, y_j) อยู่ภายนอก บน หรือภายในเส้นโค้งนั้นได้ นั่นคือ

ถ้า D> 0 ; จุด (x_i, y_j) อยู่ภายนอกเส้นโค้ง PQ

ถ้า D= 0 ; จุด (x_i, y_j) อยู่บนเส้นโค้ง PQ พอดี

ถ้า D< 0 ; จุด (x_i, y_j) อยู่ภายในเส้นโค้ง PQ

จากจุดเริ่มต้น $P(X_o, Y_o)$ ถ้า D≥0 แล้ว ให้ผลิตคำสั่งพัลซ์ ในทิศทางลบของแกนX ซึ่งจะเป็น $-p_x$ และถ้า D< 0 แล้วให้ผลิตคำสั่งพัลซ์ในทิศทางบวกของแกนY ซึ่งจะเป็น+ p_y การสร้างพัลซ์คำสั่ง $-p_x$หรือพัลซ์ $+p_y$ ตัวถัดไปนี้ จะเกิดขึ้นเมื่อได้พิจารณาเครื่องหมายของสมการ เพื่อการตัดสินใจใหม่ $D_{i+1,j}$ หรือ $D_{i,j+1}$ แล้ว และจะกระทำซ้ำไปเช่นนี้จนกว่าจุดตัดจะไปถึงจุดปลาย $Q(X_e, Y_e)$ นั่นคือ

ถ้า $D_{i,j} \geq 0$; $x_i \longrightarrow x_{i+1} = x_i - 1$

ถ้า $D_{i,j} < 0$; $y_j \longrightarrow y_{j+1} = y_j + 1$

ดังนั้น การคำนวณสมการเพื่อการตัดสินใจใหม่ในแต่ละกรณี คำนวณได้จาก

$$D_{i+1,j} = (x_i - 1)^2 + y_j^2 - (X_o^2 + Y_o^2) = D_{i,j} - 2x_i^2 + 1$$

$$D_{i,j+1} = x_i^2 + (y_j + 1)^2 - (X_o^2 + Y_o^2) = D_{i,j} + 2y_j^2 + 1$$

โดยมีเงื่อนไขจุดปลายเป็น

$$x_i = X_e$$

$$y_j = Y_e$$

ถ้าเส้นโค้งไม่ได้อยู่ในควอดแรนต์ที่ 1 ก็จะสามารถกระทำเหมือนกับเงื่อนไขของควอดแรนต์ที่ 1 โดยการหมุนคู่ลำดับเท่านั้น ในกรณีที่มุมจุดศูนย์กลางของเส้นโค้งเกิน 90°ให้แบ่งเส้นโค้งตามควอดแรนต์ที่เส้นโค้งนั้นตัดผ่านแกนคู่ลำดับออกเป็น 2 ส่วน หรือมากกว่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการรับส่งข้อมูลอนุกรม(UART)โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.4.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูลMCS-51

1. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ+5Vชุดเดียว
2. มีหน่วยความจำโปรแกรม(Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์สำหรับเบอร์ 8051 และ 8031 สำหรับเบอร์8052 มีหน่วยความจำถึง 8 กิโลไบต์
3. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลขนาด128ไบต์สำหรับเบอร์8052มีขึ้นไปมีถึง256ไบต์
4. หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
5. มีไทม์เมอร์ เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิต 2 ชุด(สำหรับ 8052 มี 3 ชุด) ทำงานได้ 4 โหมด
6. รับอินเตอร์รัปต์ได้ 6 แหล่ง 5 เวคเตอร์ สำหรับเบอร์8052 ขึ้นไปมี 8 แหล่ง 6 เวคเตอร์
7. มีพอร์ทรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) 2 พอร์ทแบบฟูลดูเพล็กซ์(Full duplex) เลือกรูปแบบได้ 4 โหมด
8. มีคำสั่งในการทำ AND,OR หรือ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

2.4.2 การรับส่งข้อมูลอนุกรม(UART)

พอร์ทสื่อสารอนุกรมของ MCS-51 มีโครงสร้างการทำงานในแบบที่เรียกว่าฟูลดูเพล็กซ์ในการรับและส่งข้อมูลอนุกรมได้ในเวลาเดียวกัน โดยทางด้านส่งใช้ขา TxD(พอร์ท 3.1) ทางด้านรับใช้ขา RxD (พอร์ท 3.0) SBUF ใช้เป็นบัฟเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลอนุกรม

พอร์ทสื่อสารอนุกรมของ MCS-51 สามารถโปรแกรมการทำงานได้หลายโหมดด้วยกัน โดยเลือกที่บิต SM1 และ SM0 ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์ควบคุม SCON การทำงานทั้ง 4 โหมด ของพอร์ทสื่อสารอนุกรมมีดังนี้

- **โหมด 0**

พอร์ทสื่อสารอนุกรม 8 บิต โดยการส่งจะเลื่อนออกทีละบิตโดยส่งบิต D0 ออกไปก่อนทางขา RxD และไม่มีการส่ง start bit แต่จะส่ง shift clock ทางขา TxD (ความเร็ว 1/12 เท่าของCPU Clock)

- **โหมด 1**

พอร์ทสื่อสารอนุกรม 10 บิต ข้อมูล 8 บิต 1 start bit และ1 stop bit และสามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วในการส่งข้อมูลได้ โดยขึ้นกับบิตSMODใน PCON และอัตราโอเวอร์โฟลว์ของไทม์เมอร์1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **โหมด 2**

พอร์ทสื่อสารอนุกรม 11 บิต ใช้ข้อมูล 9 บิต 1 start bit และ1 stop bit (TB8 นิยมนำมาใช้ส่งแพริตี้บิต) (ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเท่ากับ 1/32 และ 1/64 ของ CPU Clock โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON)

Baud Rate mode 2 = (1/32) Osc Freq เมื่อ SMOD=1

Baud Rate mode 2 = (1/64) Osc Freq เมื่อ SMOD=0

- **โหมด 3**

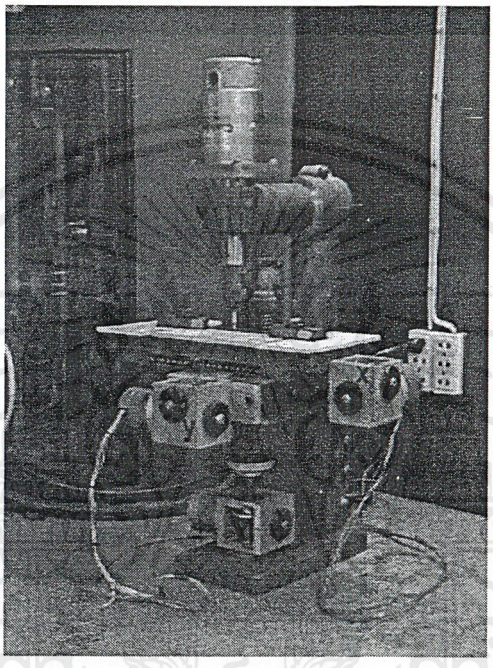
พอร์ทสื่อสารอนุกรมแบบ 11 บิต UART โดยส่งข้อมูล 9 บิต 1start bit และ1stop bitเหมือนโหมด 2 ยกเว้นอัตราความเร็วจะขึ้นกับบิต SMODใน PCON และอัตราโอเวอร์โฟลว์ของไทม์เมอร์ 1 สำหรับ 8051 หรือขึ้นกับอัตราโอเวอร์โฟลว์ของไทม์เมอร์1 สำหรับ80C154D

Baud Rate Mode 1,3 =	$\frac{K \times \text{Oscillator Freq.}}{32 \times 12 \times [256 - (TH1)]}$	สำหรับ 8031,8051 โดยใช้ไทม์เมอร์1
Baud Rate Mode 1,3 =	$\frac{\text{Oscillator Freq.}}{32 \times [65536 - (RCAP2H,RCAP2L)]}$	สำหรับ 8032,8052,80154, 80154D โดยใช้ไทม์เมอร์2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบโครงสร้างและวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.1 การออกแบบโครงสร้าง



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของเครื่องกัดซีเอ็นซี

โครงสร้างของเครื่องกัดประกอบด้วยส่วนต่างๆมีดังนี้

- ส่วนสปินเดิล

ในส่วนนี้เครื่องกัดเดิมใช้อินดักชั่นมอเตอร์(Induction Motor)ที่มีขนาดดังนี้

TYPE	:	UM-400 3	PHASE		50 HZ
NO.	:	1836	AMP	:	0.55/0.4 A
KW	:	0.18/0.11	RPM	:	2660/1380
VOLT	:	380			

แต่เนื่องจากโครงงานนี้ไม่สามารถทดลองโดยใช้ไฟ 3 เฟสได้จึงได้เปลี่ยนมอเตอร์ในส่วนสปินเดิลเป็นมอเตอร์กระแสตรงที่มีขนาดดังนี้

TYPE	:	DM09	AMP	:	6.3 A
OUTPUT	:	60 W	RPM	:	3000
VOLT	:	24			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนนี้เป็นส่วนที่ใช้จับใบมีดซึ่งอยู่กับที่และคอยชิ้นงานเคลื่อนที่เข้ามาหา

- ส่วนของแท่นเลื่อน

ส่วนของแท่นเลื่อนเป็นส่วนที่ใช้จับชิ้นงานให้เคลื่อนที่โดยสามารถควบคุมให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ได้ 3 แกน คือ แกน X,Y และ Z ในแต่ละแกนจะใช้สเตปมอเตอร์ในการควบคุมซึ่งเดิมมีขนาดดังนี้

STEPPER MOTOR PD 20

Code No. : 9904 112 20001

Step angle : $3^{\circ}\,45'$

Current/Coil: 550 mA

Torque : 1,600 gcm

แต่เนื่องจากเครื่องกัดที่มีอยู่เดิมนั้นได้ขาดมอเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมไป 1 ตัวจึงได้ทำการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ซึ่งมีขนาดดังนี้

TYPE : 23LM-C004-30 AMP : 1.2 แอมป์/เฟส

VOLT : 6 โวลท์/เฟส DEG : 1.8 องศา/ขั้น

จากโครงสร้างของเครื่องกัดระยะทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนสามารถกำหนดได้ดังนี้

แกน X สามารถเคลื่อนที่ได้มากที่สุด 180 มิลลิเมตร ในทิศทางขวาหรือซ้าย

แกน Y สามารถเคลื่อนที่ได้มากที่สุด 80 มิลลิเมตร ในทิศทางเข้าหรือออก

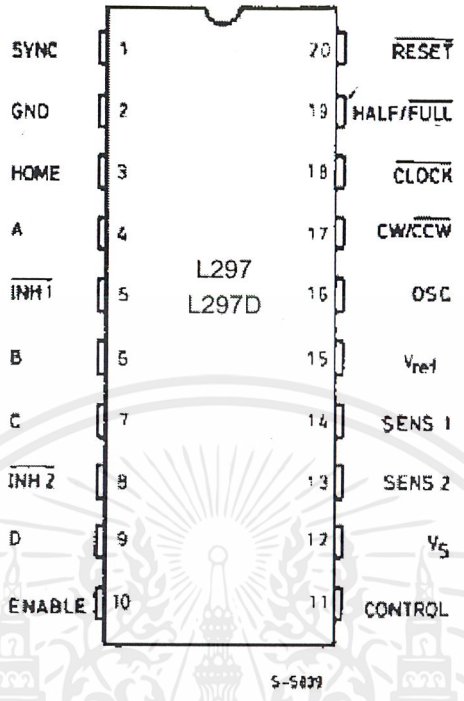
แกน Z สามารถเคลื่อนที่ได้มากที่สุด 40 มิลลิเมตร ในทิศทางขึ้นหรือลง

3.2 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

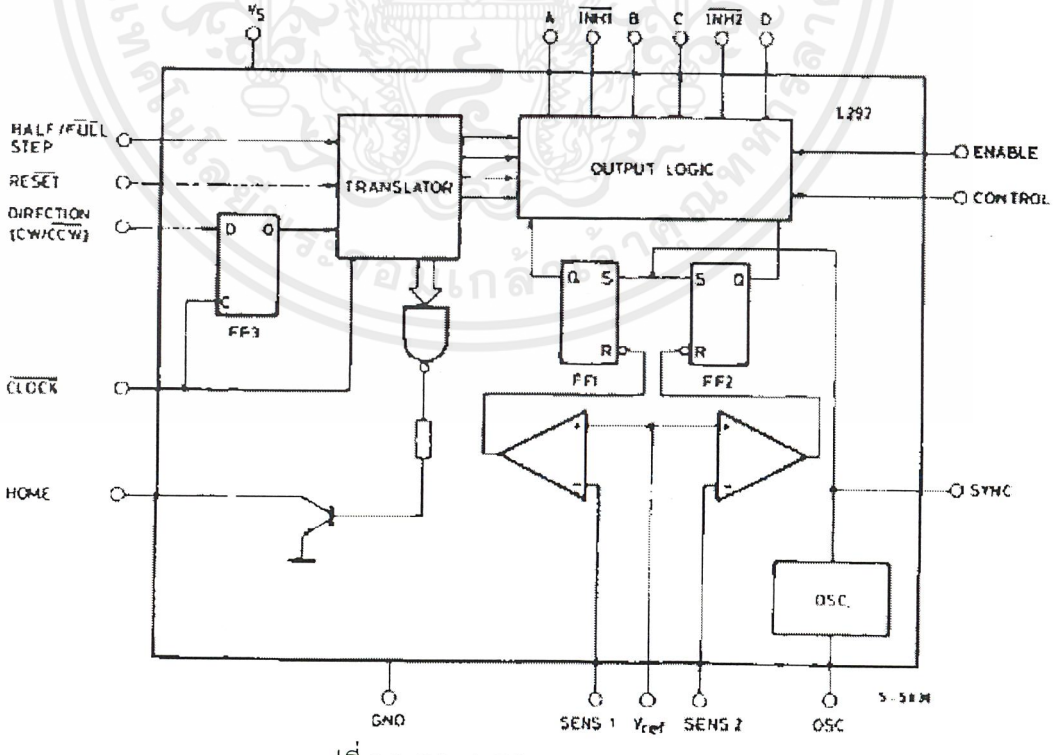
3.2.1 วงจรขับสเตปมอเตอร์

วงจรขับสเตปมอเตอร์ใช้วงจรรวม(IC)สำเร็จรูป โดยใช้ IC L297 ต่อร่วมกับ IC L298 เป็นการควบคุมสเตปมอเตอร์แบบไบโพล่าร์ ซึ่งจะใช้ IC L297 ซึ่งทำหน้าที่เรียงเฟส และจ่ายพัลซ์ที่ผ่านการเรียงเฟสแล้วให้กับ IC L298 ซึ่งจะทำหน้าที่ขับสเตปมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงขาของ IC L297



รูปที่ 3.3 Block Diagramของ IC L297

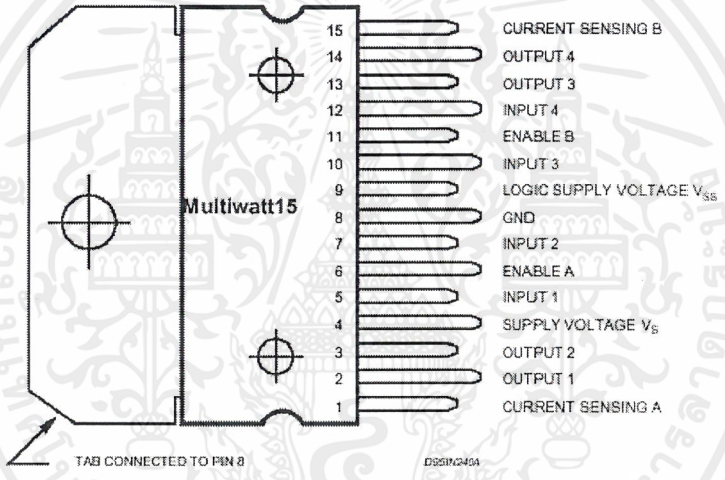
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แต่ละสเตปจะเกิดขึ้นที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณพัลซ์ที่ขา 18 (Clock)ทิศทางจะถูกควบคุมที่ขา 17(CW/$\overline{\text{CWW}}$) ส่วนโหมดการทำงานทั้ง 3 แบบ สามารถเลือกโดย

ตารางที่ 3.1 แสดงโหมดการทำงานของIC L297

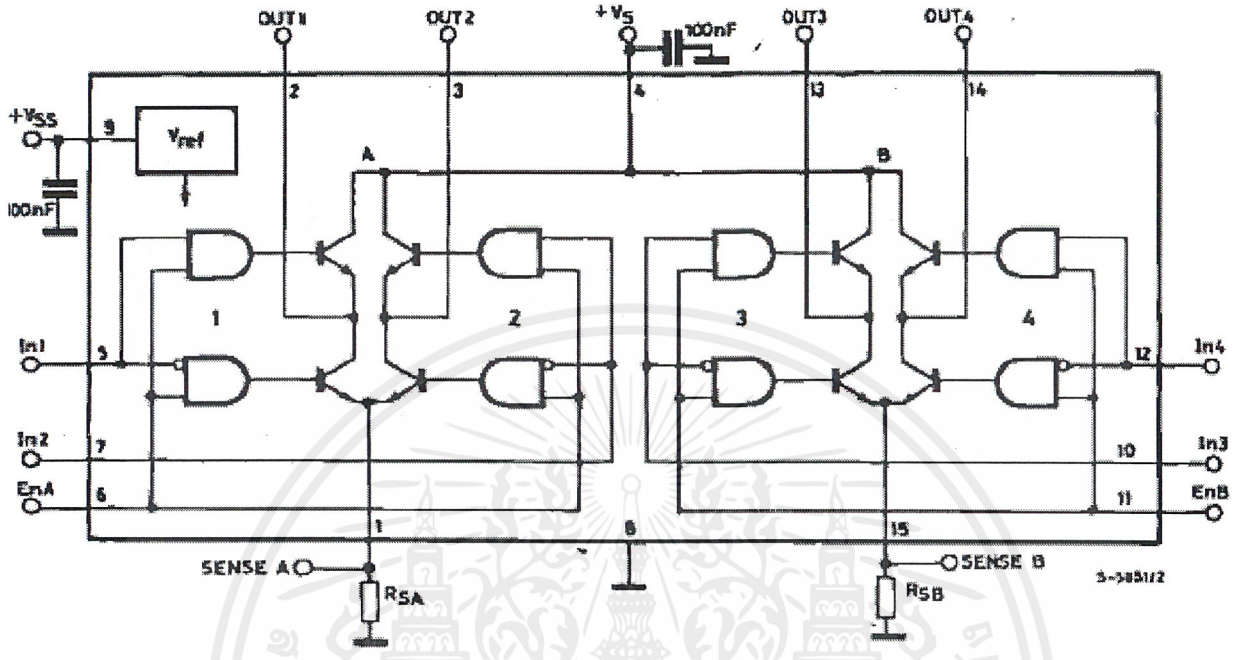
HALF-STEP	ขา 19(HALF/$\overline{\text{FULL}}$)เป็น	H
ONE-PHASE	ขา 19(HALF/$\overline{\text{FULL}}$)เป็น	L
TWO-PHASE	ขา 19(HALF/$\overline{\text{FULL}}$)เป็น	L



รูปที่ 3.4 แสดงขาของ IC L298

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

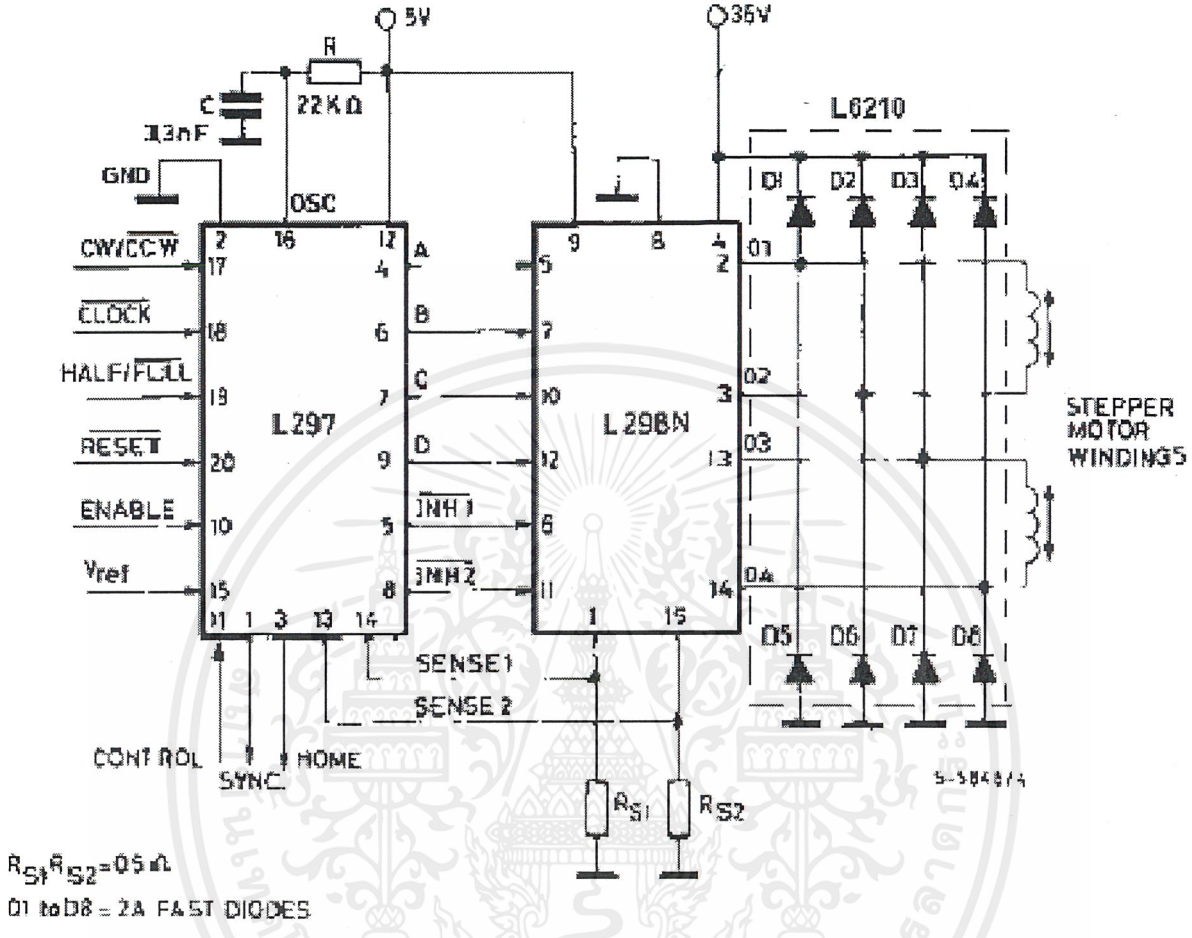
42493



รูปที่ 3.5 Block Diagramของ IC L298

จากการทดลองวงจรข้างต้นสามารถควบคุม STEPPING MOTOR BIPOLAR โดยให้สัญญาณนาฬิกา(Clock pulse)ได้ที่ความถี่สูงถึง 800 Hzและให้แรงบิดมากพอที่จะยกแกน Z ได้ ซึ่งเป็นผลที่น่าพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

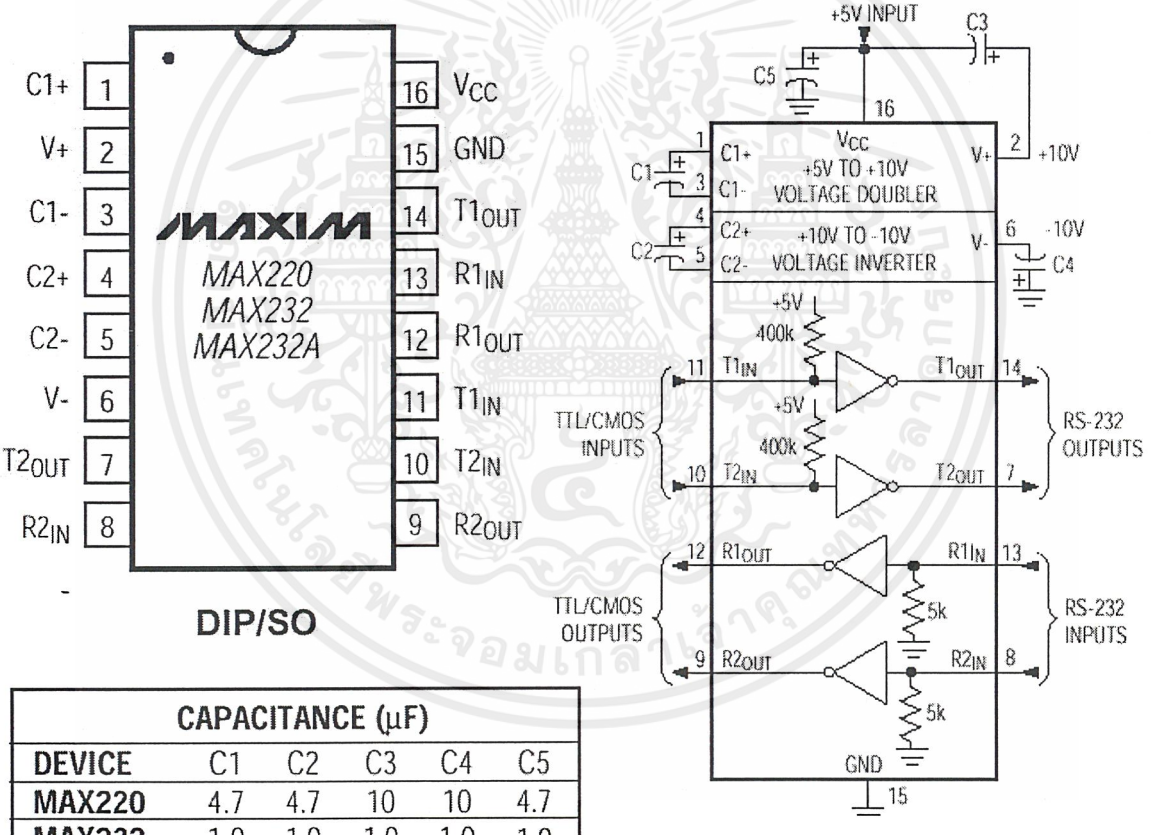


รูปที่ 3.6 การต่อIC L297 กับ IC L298

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจรรับส่งข้อมูล

การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับส่งข้อมูลในการควบคุมนั้นได้เลือกใช้การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยการรับส่งข้อมูลจะผ่านทางขา TxD และ RxD ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และพอร์ทอนุกรม (serial port)ของคอมพิวเตอร์ แต่เนื่องจากสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบTTL (0V-5V) และสัญญาณของคอมพิวเตอร์เป็นมาตรฐาน RS232 (-12 ถึง 12V) จึงไม่สามารถต่อสายสัญญาณเพื่อรับส่งข้อมูลได้โดยตรง ต้องมีตัวแปลงเพื่อแปลงสัญญาณจาก TTL เป็นมาตรฐาน RS232 ซึ่งวงจรรวม (IC) MAX232 เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ได้ทั้งการแปลงสัญญาณจากTTL เป็นมาตรฐาน RS232 และแปลงสัญญาณมาตรฐาน RS232 เป็นTTL



CAPACITANCE (µF)					
DEVICE	C1	C2	C3	C4	C5
MAX220	4.7	4.7	10	10	4.7
MAX232	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAX232A	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

รูปที่ 3.7 การแสดงตำแหน่งขาต่างๆและวงจรภายในของวงจรรวม MAX232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสามารถเลือกช่องสัญญาณในการแปลงได้ดังนี้

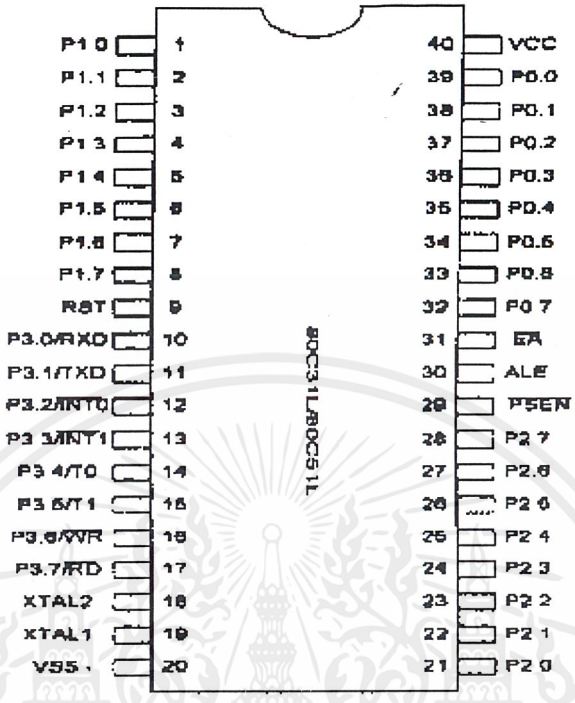
ตารางที่ 3.2 แสดงการเลือกช่องสัญญาณในการแปลงของMAX232

สัญญาณอินพุต			สัญญาณเอาท์พุต		
สัญญาณ	แหล่งจ่าย	ขา	สัญญาณ	แหล่งจ่าย	ขา
TTL	ไมโครคอนโทรลเลอร์	10	RS232	คอมพิวเตอร์	7
TTL	ไมโครคอนโทรลเลอร์	11	RS232	คอมพิวเตอร์	14
RS232	คอมพิวเตอร์	8	TTL	ไมโครคอนโทรลเลอร์	9
RS232	คอมพิวเตอร์	13	TTL	ไมโครคอนโทรลเลอร์	12

3.2.3 วงจรควบคุม

การทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซีนั้นจำเป็นต้องมีวงจรควบคุมเพื่อทำหน้าที่ในการรับข้อมูลการทำงานจากคอมพิวเตอร์มาประมวลผลและสร้างสัญญาณพัลซ์เพื่อให้วงจรเรียงเฟส (L297) และวงจรขับสเตปมอเตอร์ (L298) ในการขับเลื่อนแท่นจับชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานถูกกัดตามแบบที่ได้ออกแบบไว้จากคอมพิวเตอร์

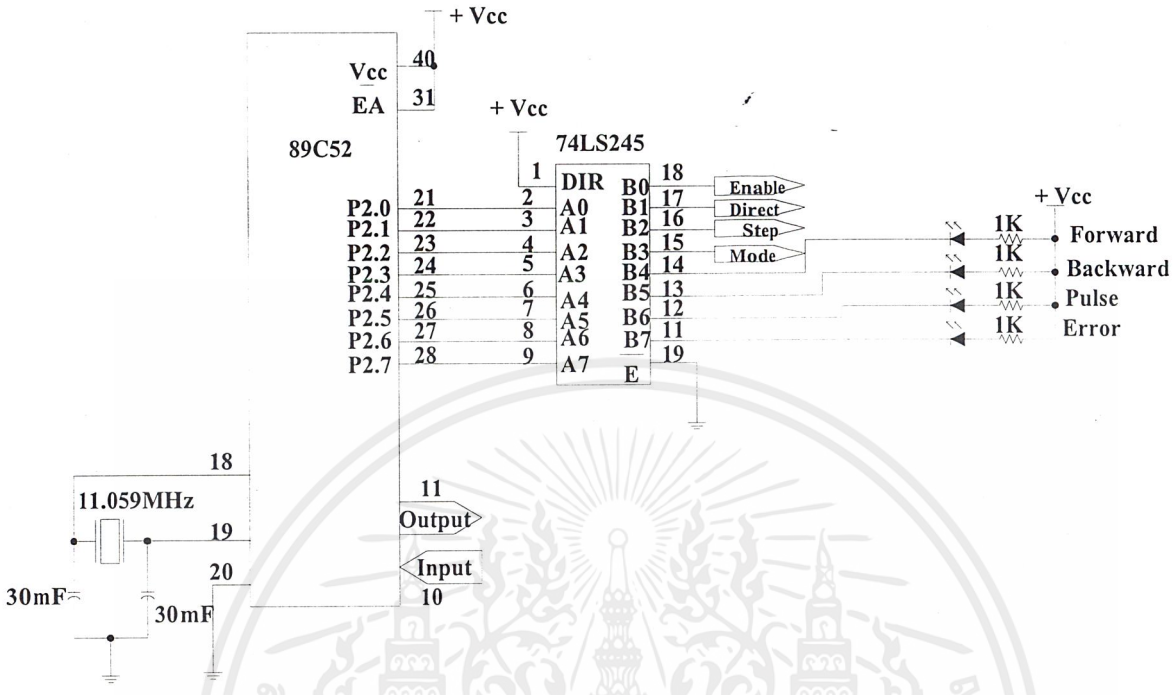
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงขาของ MCS-51

การทำงานของวงจรควบคุมใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 (ดังรูป) เบอร์ 89C52 ในการควบคุม โดยจะรับและส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านขา RXD และ TXD ของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งข้อมูลต่างๆที่ได้รับเข้ามาจะถูกประมวลผลและสร้างจำนวนสเตป (สัญญาณพัลซ์) ทิศทางการขับและโหมดการทำงานของสเตปมอเตอร์ เพื่อใช้ในการขับแท่นเลื่อนให้เคลื่อนที่ตามต้องการแต่เนื่องจากสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น TTL และสัญญาณจากคอมพิวเตอร์เป็นมาตราฐาน RS232 ดังนั้นในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์จึงต้องผ่านตัวกลางเพื่อแปลงสัญญาณ คือ วงจรรวมเบอร์ MAX232 โดยวงจรควบคุมนี้สามารถแสดงได้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรควบคุม 1 แกน

จากรูปจะใช้พอร์ท 0 เป็นตัวแสดงข้อมูลที่รับเข้ามาจากคอมพิวเตอร์ และพอร์ท 2 ในการควบคุมวงจรขับสเตปมอเตอร์ โดยแต่ละบิตของพอร์ท 2 จะมีหน้าที่ทำงานดังนี้

บิต 2.0 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรขับสเตปมอเตอร์ให้ทำงานหรือไม่ทำงาน

บิต 2.1 กำหนดทิศทางการขับสเตปมอเตอร์

บิต 2.2 ส่งสัญญาณพัลซ์ให้แก่วงจรขับ

บิต 2.3 ส่งสัญญาณเลือกโหมดการขับ

บิต 2.4 แสดงการเคลื่อนที่ในทิศทางบวก

บิต 2.5 แสดงการเคลื่อนที่ในทิศทางลบ

บิต 2.6 แสดงการจ่ายสัญญาณพัลส์ให้สเตปมอเตอร์

บิต 2.7 แสดงการรับส่งข้อมูลผิดพลาด

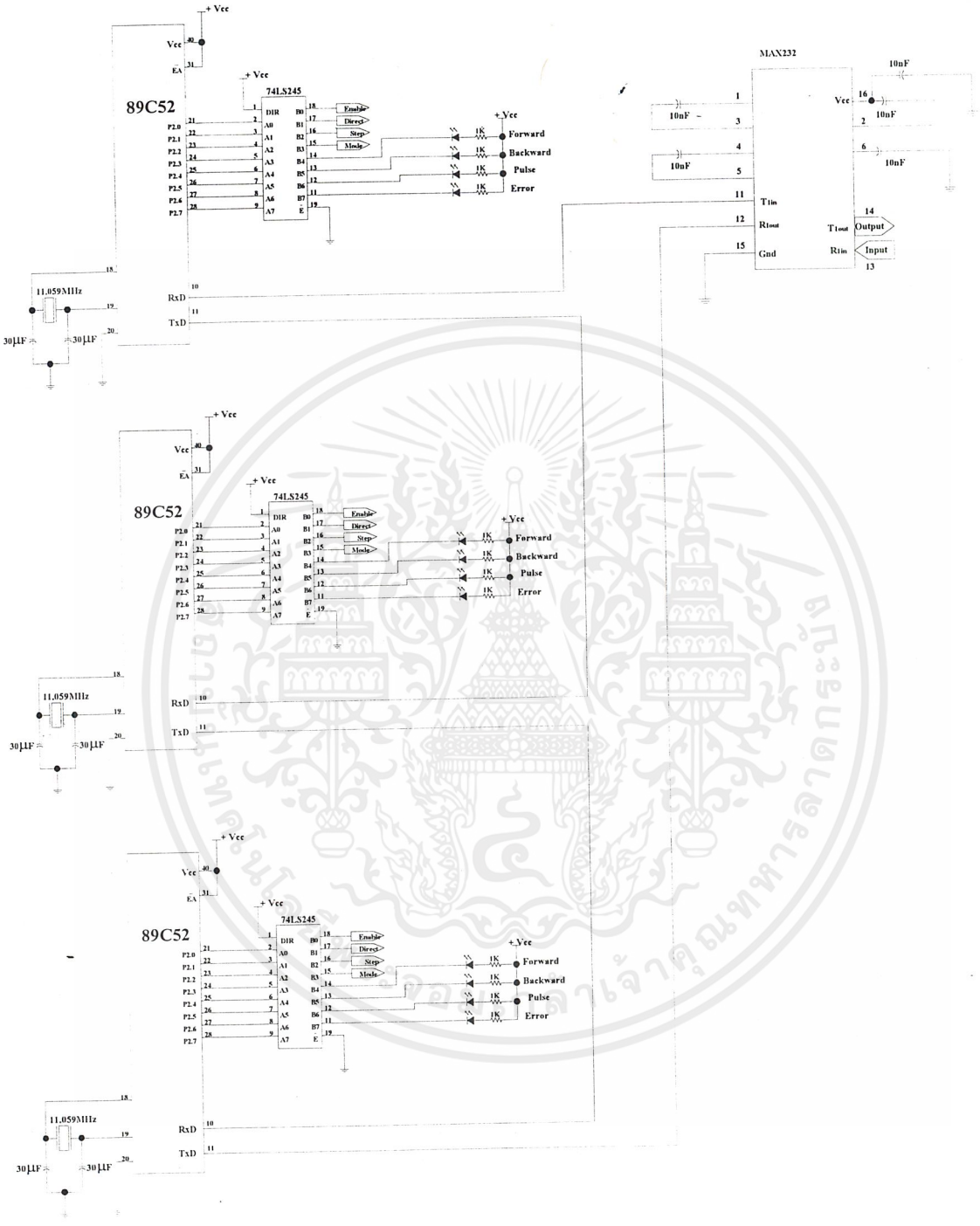
วงจรควบคุมนี้จะสร้างสัญญาณพัลซ์ผ่านขา P2.2 เพื่อไปขับสเตปมอเตอร์โดยจำนวนพัลซ์ที่ใช้ในการขับสเตปมอเตอร์จะได้จากการประมวลผลข้อมูลจากคอมพิวเตอร์สำหรับการรับส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ก็จะใช้การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมซึ่งจำเป็นต้องใช้ไทม์เมอร์ 2 ในการสร้างอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรท) โดยใช้ค่าอัตรา 9600 bts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ผ่านทางขา RxD และส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านทางขา TxD โดยข้อมูลที่รับจากคอมพิวเตอร์จะเป็นโหมดการกัดชิ้นงาน จำนวนพัลซ์ ทิศทาง ความเร็วของแกนป้อน และความละเอียดในการกัดชิ้นงาน (Resolution)

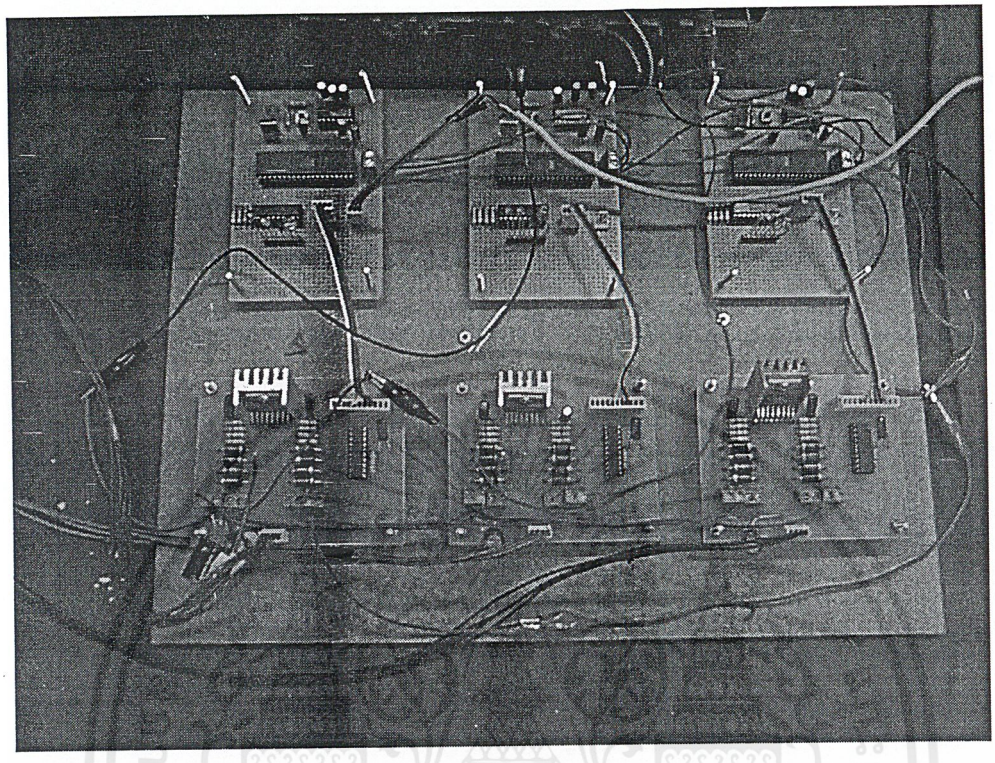
จากรูปที่ 3.9 เป็นวงจรที่ใช้ควบคุมเพียงแกนเดียว และเนื่องจากเครื่องกัดมีทั้งหมด 3 แกน จึงจำเป็นต้องมีวงจรลักษณะนี้ 3 วงจร ไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกันเองโดย แกน X จะรับสัญญาณจากแกน Y แกน Z จะส่งสัญญาณไปยังแกน X ที่ขา P1.0 และจะรับสัญญาณจากแกน X ที่ขา P1.1 วงจรควบคุมทั้ง 3 แกน จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรควบคุม 3 แกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

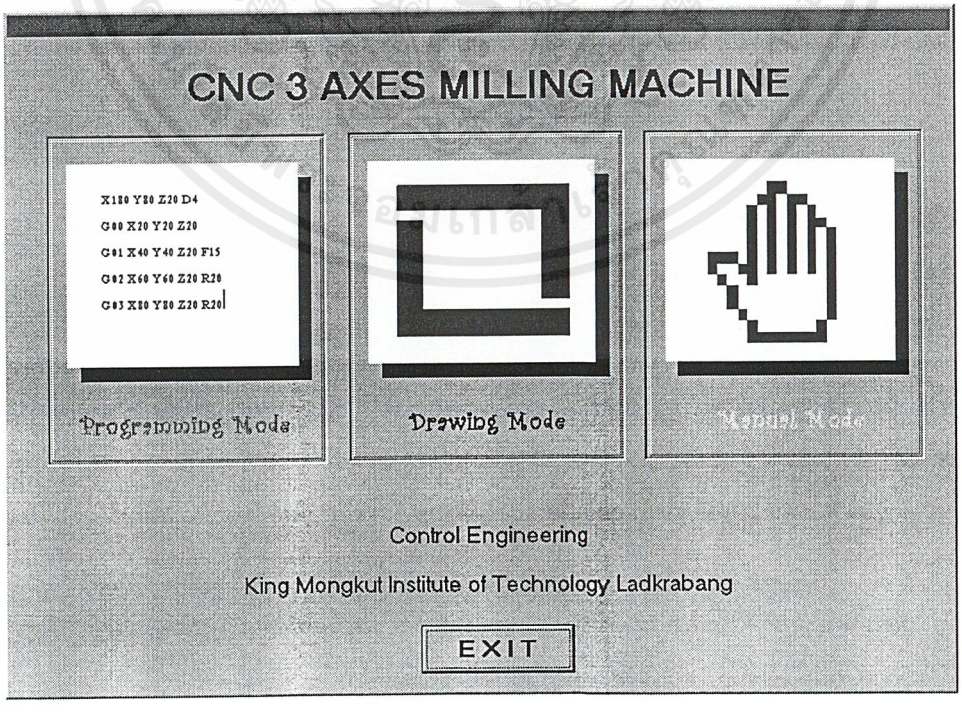
บทที่ 4
การออกแบบโปรแกรม

โปรแกรมที่ใช้ในโครงงานนี้เลือกใช้เดลไฟ เนื่องจากเป็นเครื่องมือในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นที่ใช้ง่ายและสามารถเห็นผลลัพธ์ที่จะได้ตั้งแต่ในขณะสร้างแล้ว เพราะว่าเป็นโปรแกรมแบบวิชวล ในแง่ของการเขียนโค้ดทำได้ง่ายกว่าภาษาซี และแอพพลิเคชั่นที่ได้จะสามารถทำงานได้ประสิทธิภาพสูงเกือบเท่าภาษาซี ซึ่งเร็วกว่าภาษาเบสิกมาก เดลไฟสามารถพัฒนาแอพพลิเคชั่นได้ทุกระดับทุกประเภทครบถ้วนในตัวเดียว โดยไม่ต้องใช้ภาษาอื่นเพิ่มเติมอีกเลย ไม่ว่าจะเป็นการสร้างโปรแกรมง่ายๆสำหรับมือสมัครเล่น หรือ ใช้ทำงานที่สลับซับซ้อนสำหรับมืออาชีพอีกทั้งยังรองรับระบบปฏิบัติการทั้ง Windows 95,98 และแม้แต่ Windows NT

ในโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาสำหรับการออกแบบชิ้นงานแบ่งเป็น 2 โหมด คือ

- **โหมดการโปรแกรมรหัสจี (Programming Mode)**
- **โหมดการวาดภาพชิ้นงาน(Drawing Mode)**

ซึ่งทั้ง 2 โหมดของการออกแบบชิ้นงานจะสามารถสั่งการทำงานของเครื่องกัดโดยผ่าน **โหมดการกัดชิ้นงานตามแบบที่ออกมา (Manufacturing Mode)** นอกจากนี้ยังสามารถสั่งงานได้อีกโหมดคือ **โหมดการเคลื่อนที่แบบกำหนดเอง (Manual Mode)** ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในส่วนถัดไป

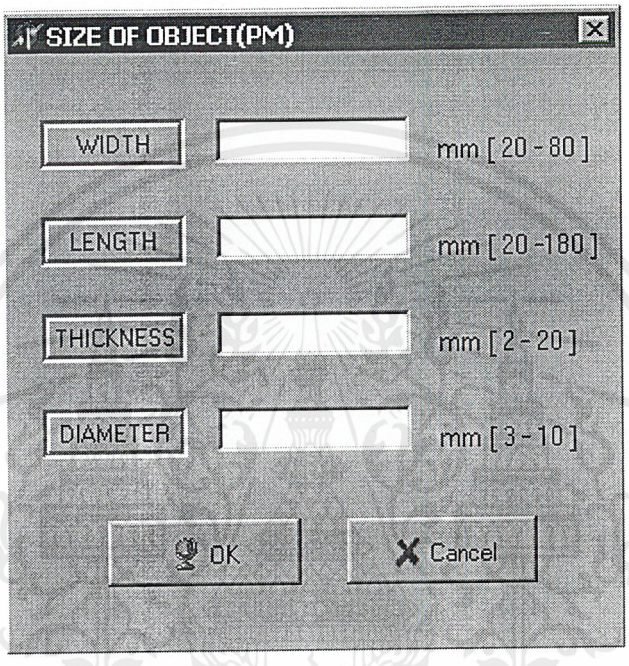


รูปที่ 4.1 หน้าต่างโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การทำงานในโหมดการโปรแกรมรหัสจี

เมื่อเลือกโหมดการโปรแกรมรหัสจีที่หน้าต่างโปรแกรมหลัก จะเข้าส่วนของหน้าต่างการกำหนดขนาด



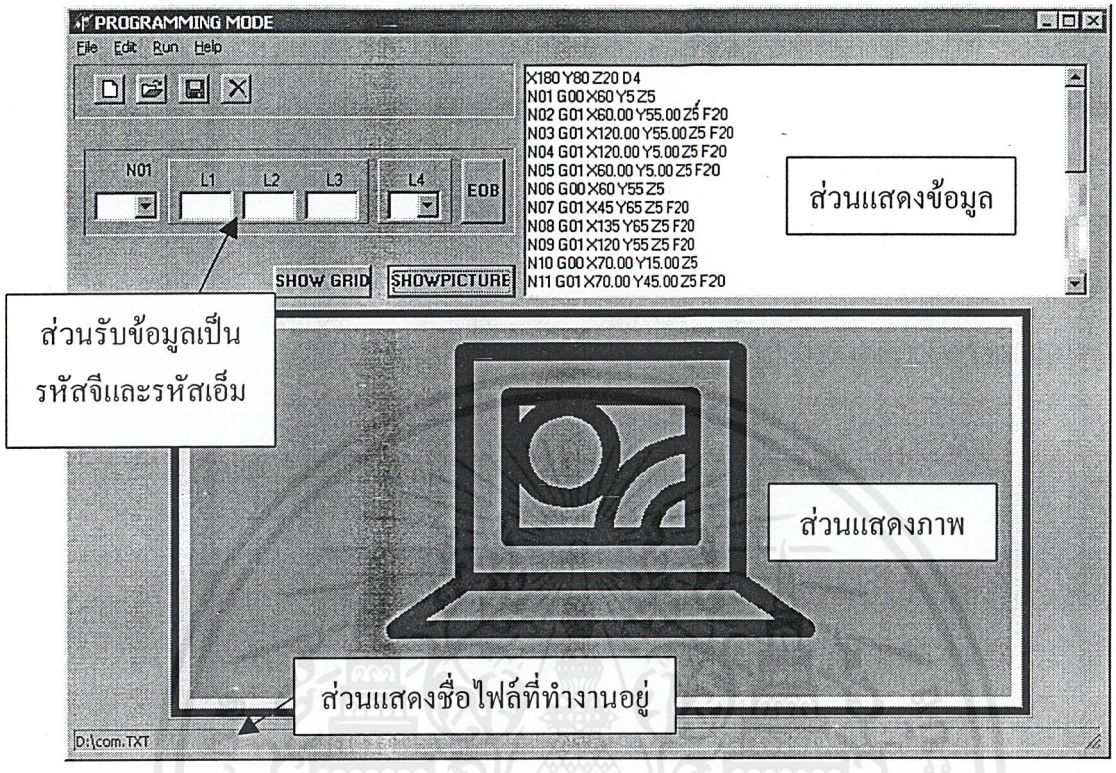
รูปที่ 4.2 หน้าต่างการกำหนดขนาดของโหมดการโปรแกรมรหัสจี

- เนื่องจากแท่นจับชิ้นงานของเครื่องกัดและอุปกรณ์อื่นๆมีขนาดที่จำกัดดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดขนาดของชิ้นงานเป็นดังต่อไปนี้ ความกว้างของวัตถุ 20-80 มิลลิเมตร ความยาวของวัตถุ 20-180 มิลลิเมตร ส่วนความหนา 2-20 มิลลิเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกกัด 4-10 มิลลิเมตร

หลังจากการกำหนดขนาด ก็จะเข้าส่วนการโปรแกรมคำสั่ง โดยจะแบ่งเป็น

- การรับข้อมูลที่เป็นรหัสจี(G Code)และรหัสเอ็ม (M Code) ซึ่งเป็นรหัสมาตราฐานที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซี
- การจัดการไฟล์ข้อมูล(File)
- การแปลงคำสั่งที่รับเป็นภาพ เพื่อให้ทราบลักษณะของงาน
- การแก้ไขไฟล์(Edit)
- การให้ข้อมูลช่วย(Help)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



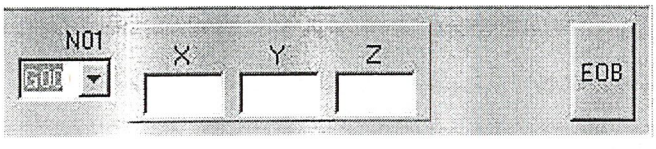
รูปที่ 4.3 หน้าต่างโหมดการโปรแกรมรหัสจี

4.1.1 ส่วนของการรับข้อมูลที่เป็นรหัสจีและรหัสเอ็ม

รหัสจีและรหัสเอ็มเป็นรหัสมาตราฐานที่ใช้ในงานเครื่องกัดซีเอ็นซีมีอยู่มากมาย แต่สำหรับเครื่องกัดในโครงงานนี้ใช้ได้เพียง 5 รหัสเท่านั้นประกอบด้วย

- **G00 การแทนที่แนวเส้นตรงแบบเคลื่อนที่เร็ว**

G00 เป็นการเลื่อนแท่นจับยึดชิ้นงานโดยไม่มีการกัด การทำงานจะมีการรับค่าตำแหน่งแกน X,แกน Yและแกน Z โดยความเร็วในการเคลื่อนที่จะใช้ความเร็วสูงสุดที่ชุดขับเคลื่อนสามารถเคลื่อนได้ โดยไม่ต้องใส่ค่าอัตราป้อน



รูปที่ 4.4 แสดงรูปแบบการป้อนคำสั่ง G00

ตัวอย่างการป้อนคำสั่ง G00

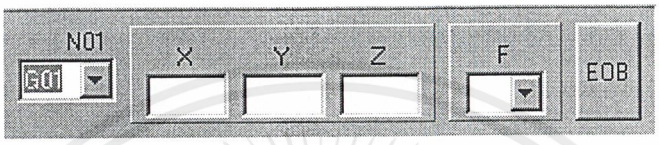
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G00 X3.00 Y4.00 Z0.00 เป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงไปที่ตำแหน่ง (3,4)

G00 X0.00 Y0.00 Z-2.00 เป็นการเลื่อนลง(ออกห่างจากใบมีด) อีก 2 มิลลิเมตร

- **G01 การแทนที่แนวเส้นตรง**

G01 เป็นการเลื่อนแท่นจับยึดชิ้นงานโดยมีการกัด การทำงานจะมีการรับค่าตำแหน่งแกน X ,แกน Y ,แกน Z และ ค่าอัตราป้อน กำหนดค่าได้ 15,20,25 และ 30 มิลลิเมตร/นาที



รูปที่ 4.5 แสดงรูปแบบการป้อนคำสั่ง G01

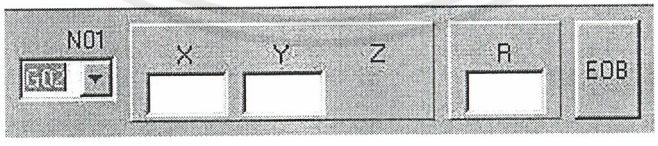
ตัวอย่างการป้อนคำสั่ง G01

G01 X3.00 Y4.00 Z2.00 F15 เป็นการเคลื่อนที่กัดชิ้นงานเป็นร่องลึก 2 มิลลิเมตร ไปที่ตำแหน่ง(3,4)

G01 X0.00 Y0.00 Z2.00 F20 เป็นการเลื่อนแท่นจับยึดชิ้นงานเพื่อเจาะรูลึก2 มิลลิเมตร

- **G02 การแทนที่แนวเส้นโค้งตามเข็มนาฬิกา**

G02 เป็นการกัดชิ้นงานเป็นร่องโค้งในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ในเครื่องกัดเครื่องนี้สามารถกัดได้เพียงเส้นโค้งในระนาบX-Y คือกัดร่องได้แต่ไม่สามารถกัดนูนได้ และสามารถกัดได้เพียงครั้งละ 90 องศา การทำงานจะมีการรับค่าตำแหน่งแกน X ,แกน Y และแกน Z ซึ่งเป็นค่าตำแหน่งปลาย และรับค่ารัศมีของการโค้งด้วย



รูปที่ 4.6 แสดงรูปแบบการป้อนคำสั่ง G02

ตัวอย่างการป้อนคำสั่ง G02

G02 X3.00 Y3.00 Z2.00 R3 เป็นการกัดชิ้นงานเป็นร่องโค้งรัศมี 3 มิลลิเมตร ลึก 2 มิลลิเมตร ไปที่ตำแหน่ง(3,3)

G02 X17.00 Y6.00 Z4.00 R5 เป็นการกัดชิ้นงานเป็นร่องโค้งรัศมี 5 มิลลิเมตร ลึก 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

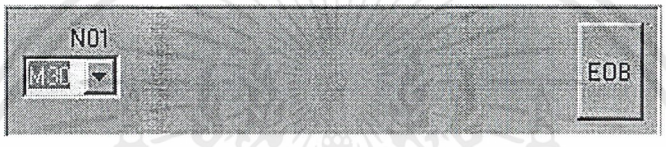
มิลลิเมตรไปที่ตำแหน่ง(17,6)

- **G03 การแทนที่แนวเส้นโค้งทวนเข็มนาฬิกา**

G03 จะเหมือนกับ G02 แต่จะเป็นการเคลื่อนที่ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

- **M30 สิ้นสุดการทำงาน**

M30 ใช้ในการจบโปรแกรมการทำงาน เมื่อป้อนคำสั่ง M30 แล้วจะไม่สามารถทำงานต่อได้ โดยปุ่ม EOB จะหายไป แต่สามารถแก้ไขข้อมูลได้โดยใช้การแก้ไขไฟล์ที่บันทึกไว้ ซึ่งจะอธิบายในส่วนถัดไป

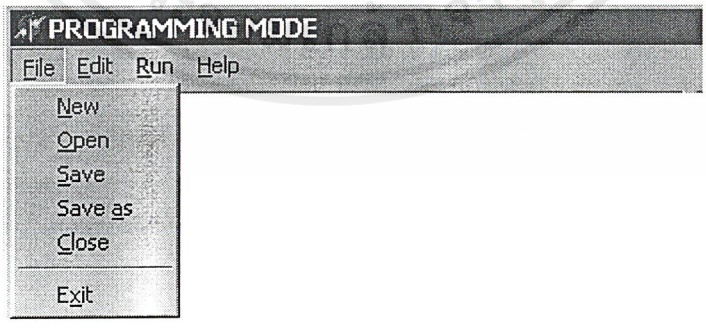


รูปที่ 4.7 แสดงรูปแบบการป้อนคำสั่ง M30

หลังจากการรับข้อมูลเป็นรหัสจีและรหัสเอ็ม โปรแกรมจะนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงเป็นข้อความบนส่วนแสดงข้อมูล

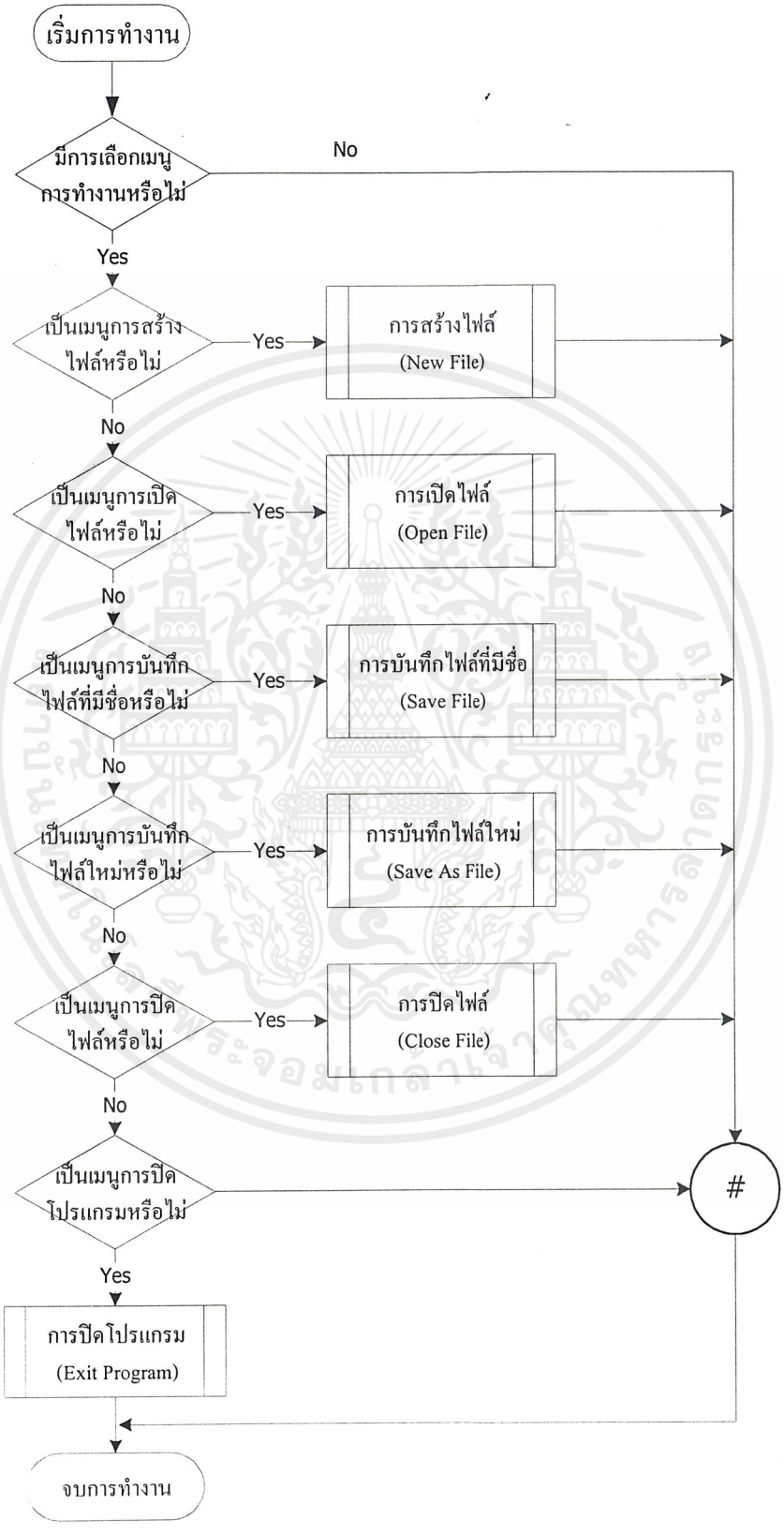
4.1.2 การจัดการไฟล์ข้อมูล

ในโปรแกรมควบคุมเครื่องกัดได้ออกแบบการจัดการไฟล์ข้อมูล เพื่อให้ผู้ใช้สะดวกมากขึ้น



รูปที่ 4.8 แสดงเมนูการจัดการไฟล์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

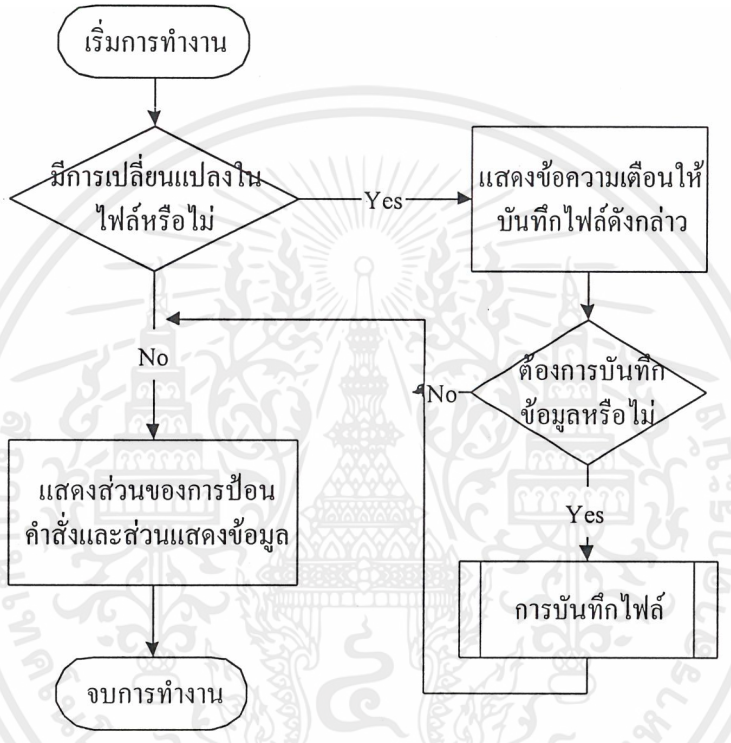


รูปที่ 4.9 แผนภาพการจัดไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การสร้างไฟล์ใหม่**

ในการเลือกการสร้างไฟล์ใหม่จะเป็นเพียงการเขียนข้อมูลของการกัดใหม่เท่านั้น โดยที่ขนาดของชิ้นงานยังเป็นค่าเดิม แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นงานใหม่ต้องปิดโปรแกรมการทำงานแล้วกำหนดขนาดชิ้นงานที่หน้าต่างการกำหนดขนาดชิ้นงาน

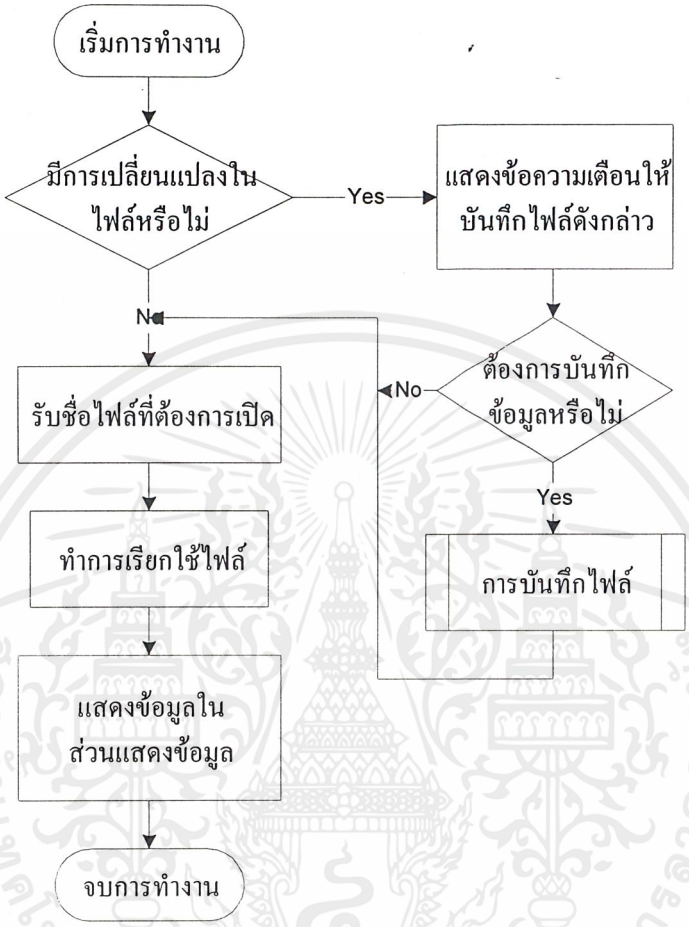


รูปที่ 4.10 แผนภาพการสร้างไฟล์ใหม่

- **การเปิดไฟล์**

ในการเปิดไฟล์นั้นจะเปิดได้เฉพาะไฟล์นามสกุล TXT ซึ่งเป็นไฟล์ข้อความเท่านั้น และข้อมูลคำสั่งทั้งหมดก็จะไปแสดงที่ส่วนแสดงข้อมูล ถ้าต้องการให้แสดงภาพการกัดต้องกดปุ่มในส่วนของการแสดงภาพอีกครั้งหลังจากการเปิดไฟล์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แผนภาพการเปิดไฟล์

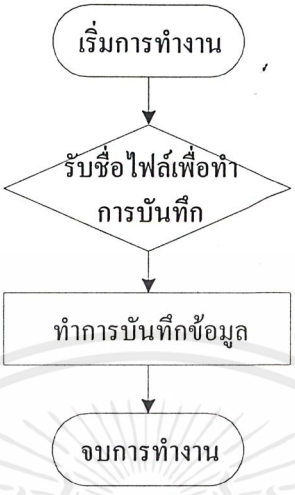
- **การบันทึกไฟล์ที่มีชื่อ**

เมื่อมีการเรียกใช้คำสั่งต่างๆ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงไฟล์ หรือมีการเปลี่ยนแปลงในส่วนแสดงข้อมูล จะต้องมีการบันทึกไฟล์ ในกรณีนี้คือไฟล์นั้นเคยถูกบันทึกมาแล้วและมีชื่อของไฟล์อยู่ ในส่วนของการบันทึกข้อมูลจะสามารถบันทึกได้เฉพาะส่วนที่เป็นข้อมูลข้อความไม่สามารถบันทึกภาพได้

- **การบันทึกไฟล์ใหม่**

จะเหมือนกับการบันทึกไฟล์ที่มีชื่อ แต่จะใช้ในกรณีที่ไฟล์นั้นไม่เคยถูกบันทึกมาก่อน หรือต้องการเปลี่ยนแปลงชื่อไฟล์ นั่นก็คือไฟล์ยังไม่มีชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แผนภาพการบันทึกไฟล์ใหม่

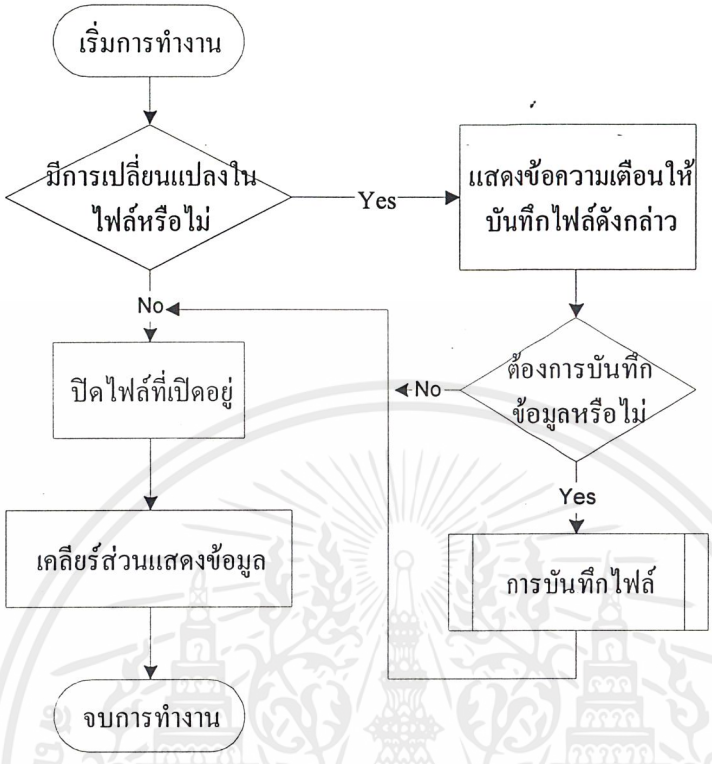
- **การปิดไฟล์**

เมื่อต้องการปิดไฟล์ที่กำลังใช้งานอยู่ ถ้าไฟล์นั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยหลังจากที่เปิด จะสามารถปิดไฟล์นั้นได้เลยโดยที่ไม่ต้องบันทึก แต่ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลหรือเกิดจากการปิดไฟล์หลังจากการสร้างไฟล์ใหม่ จะแสดงข้อความเตือนให้บันทึกไฟล์ก่อนที่จะปิด และยกเลิกการทำงานทั้งหมดเพื่อรอคำสั่งต่อไป

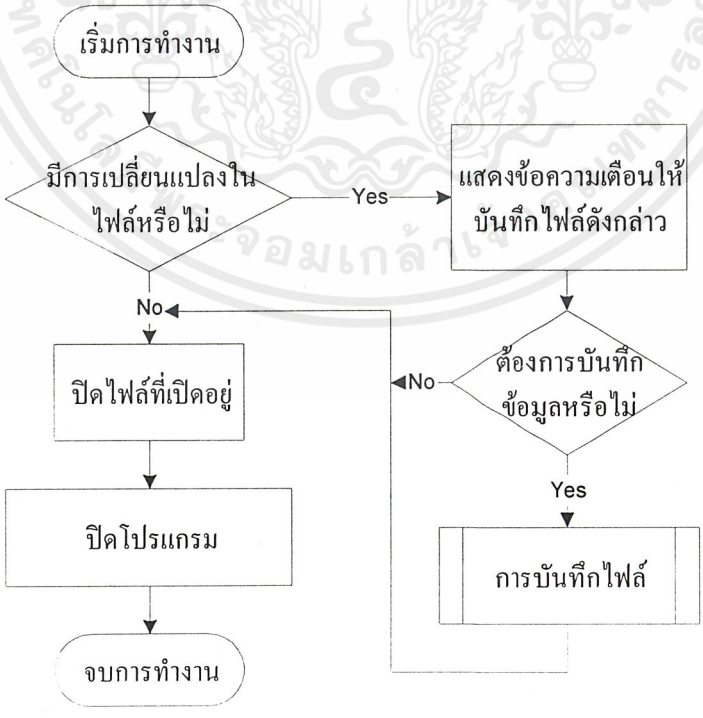
- **การปิดโปรแกรม**

เป็นการปิดหน้าจอการทำงานโดยการเขียนโปรแกรมรหัสจี เพื่อออกไปสู่หน้าจอการตั้งค่าขนาดของชิ้นงาน เพื่อไปทำการเลือกโหมดการทำงานใหม่หรือเพื่อหยุดการทำงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แผนภาพการปิดไฟล์



รูปที่ 4.14 แผนภาพการปิดโปรแกรม

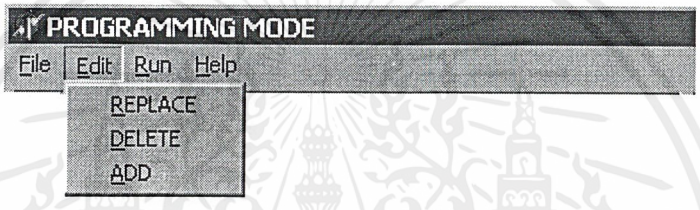
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การแปลงคำสั่งที่รับเป็นภาพ

เมื่อต้องการให้แสดงภาพเสมือนการกัดจริงสามารถทำได้ โดยกดปุ่ม SHOWPICTURE จะมีข้อความเตือนให้บันทึกไฟล์นั้นๆ ก่อน และจะแสดงภาพบนส่วนแสดงภาพ สามารถดูได้จากรูปที่ 4.3

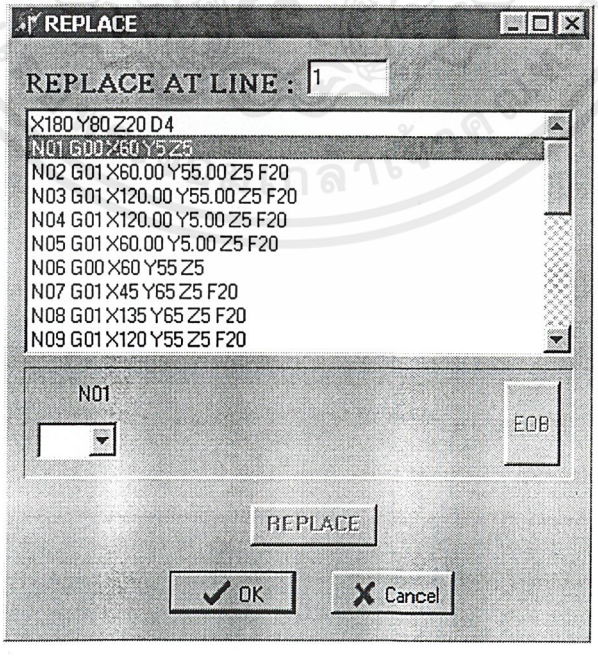
4.1.4 การแก้ไขไฟล์(Edit)

เมื่อต้องการแก้ไขไฟล์ที่ได้มีการบันทึกไฟล์ไว้แล้ว ทำได้โดยการเลือกเมนูการแก้ไขไฟล์ และสามารถเลือกการทำงานได้ 3 แบบ คือ



รูปที่ 4.15 เมนูการแก้ไขไฟล์ที่บันทึกไว้

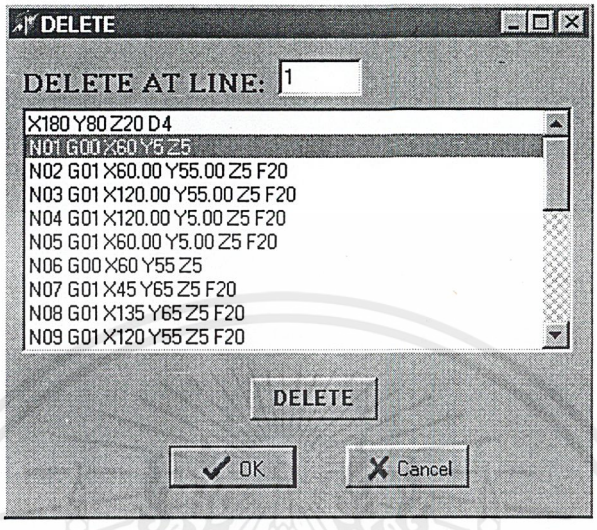
- **การแทนที่(Replace)**



รูปที่ 4.16 หน้าต่างการแทนที่

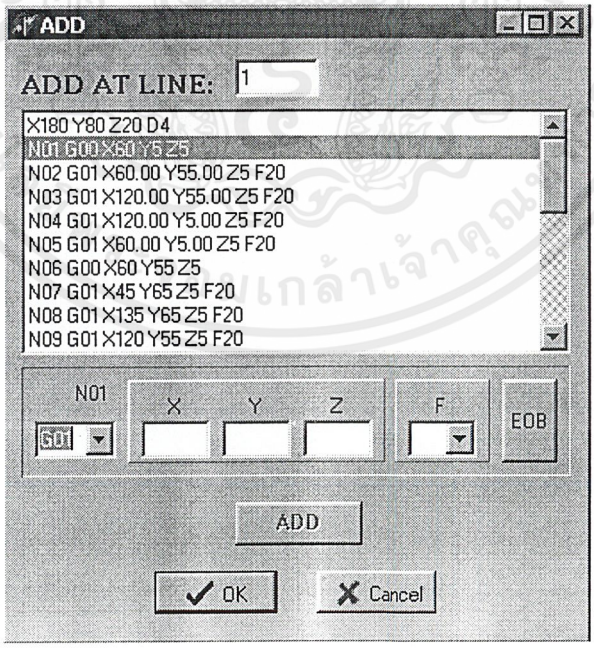
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การลบข้อมูล(Delete)**



รูปที่ 4.17 หน้าต่างการลบข้อมูล

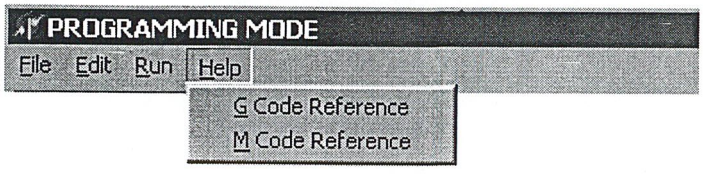
- **การเพิ่มข้อมูล(Add)**



รูปที่ 4.18 หน้าต่างการเพิ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การให้ข้อมูลช่วย(Help)

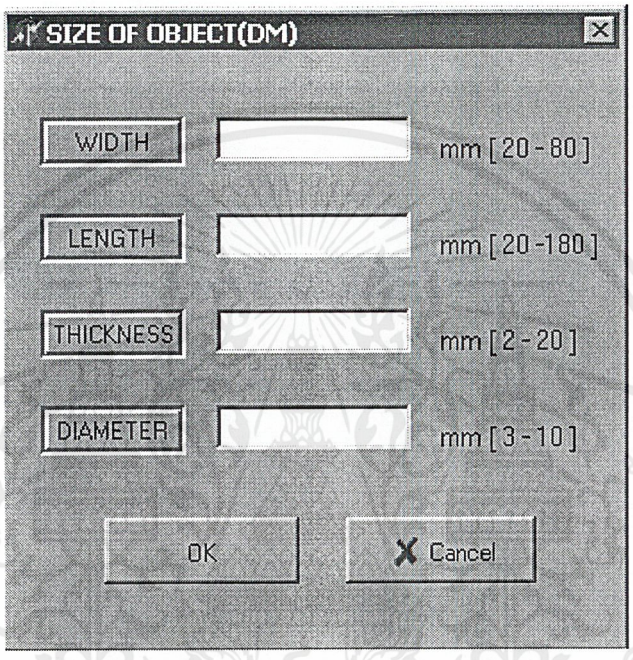


รูปที่ 4.19 เมนูการให้ข้อมูลช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 โหมดการวาดภาพชิ้นงาน(Drawing Mode)

เมื่อเลือกโหมดการวาดภาพชิ้นงานที่หน้าต่างโปรแกร์มหลัก จะเข้าส่วนของหน้าต่างการกำหนดขนาด



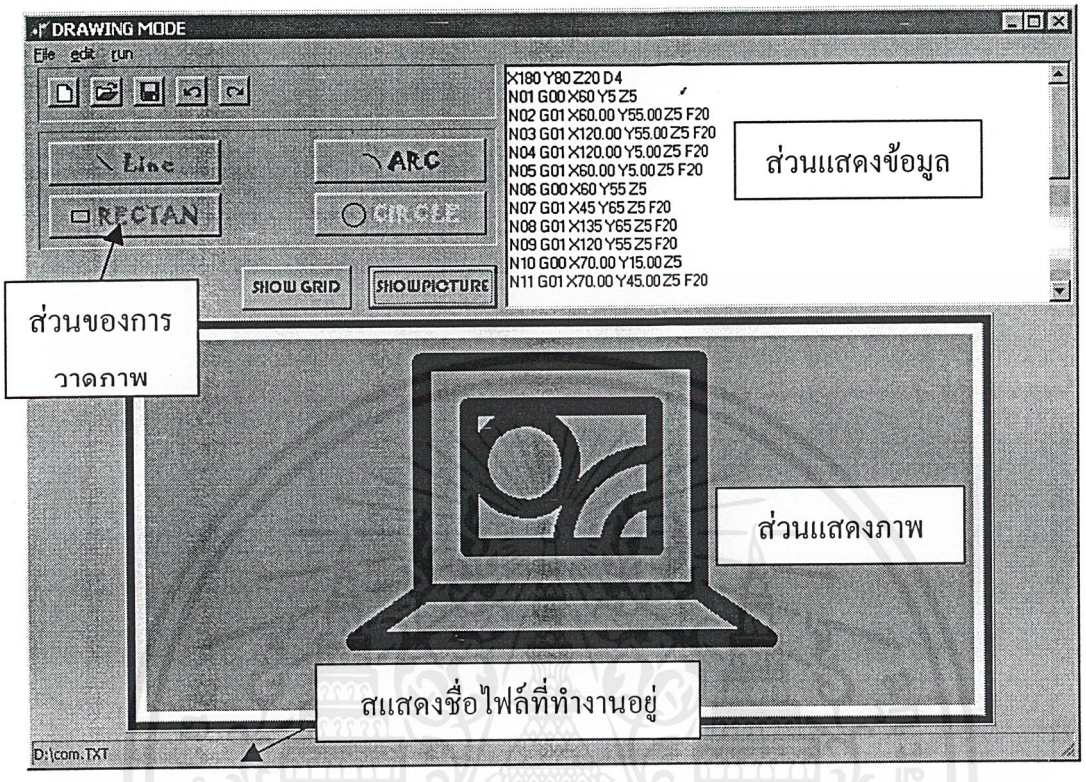
รูปที่ 4.20 หน้าต่างการกำหนดขนาดของโหมดการวาดภาพชิ้นงาน

เนื่องจากแท่นจับชิ้นงานของเครื่องกัดและอุปกรณ์อื่นๆมีขนาดที่จำกัดดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดขนาดของชิ้นงานเป็นดังต่อไปนี้ ความกว้างของวัตถุ 20-80 มิลลิเมตร ความยาวของวัตถุ 20-180 มิลลิเมตร ความหนา 2-20 มิลลิเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกกัด 4-10 มิลลิเมตร

หลังจากการกำหนดขนาด ก็จะเข้าส่วนการโปรแกรมคำสั่ง โดยจะแบ่งเป็น

- การรับข้อมูลการวาดภาพ
- การจัดการไฟล์ข้อมูล
- การแปลงคำสั่งที่รับเป็นภาพ เพื่อให้ทราบลักษณะของงาน
- การแก้ไขไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 หน้าต่างโหมดการวาดภาพชิ้นงาน

4.2.1 ส่วนของการรับข้อมูลการวาดภาพ

- **เส้นตรง**

การวาดเส้นตรงสามารถทำได้โดยกำหนดตำแหน่งเริ่มต้น,ตำแหน่งปลาย และอัตราป้อน

- **เส้นโค้ง**

การวาดเส้นโค้งสามารถทำได้โดยกำหนดลักษณะการหมุน,ตำแหน่งเริ่มต้น,ตำแหน่งปลาย และรัศมี

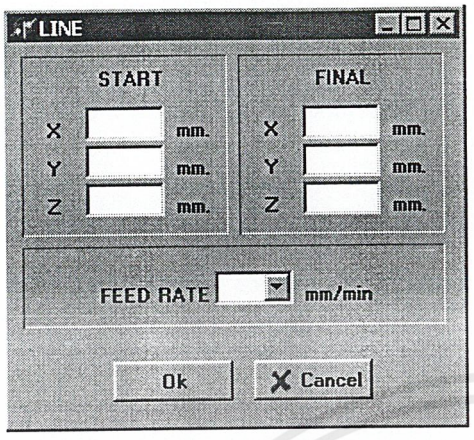
- **สี่เหลี่ยม**

การวาดสี่เหลี่ยมสามารถทำได้โดยกำหนดจุดศูนย์กลางของสี่เหลียม,ขนาดของสี่เหลี่ยม , ความลึก และอัตราป้อน

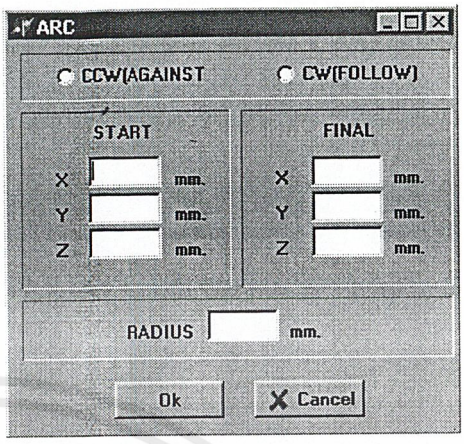
- **วงกลม**

การวาดวงกลมสามารถทำได้โดยกำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลม,รัศมี ,ความลึกและอัตราป้อน

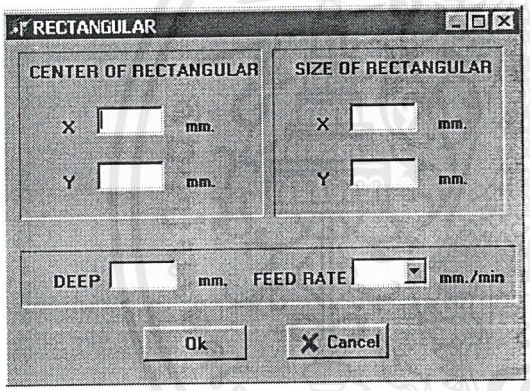
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



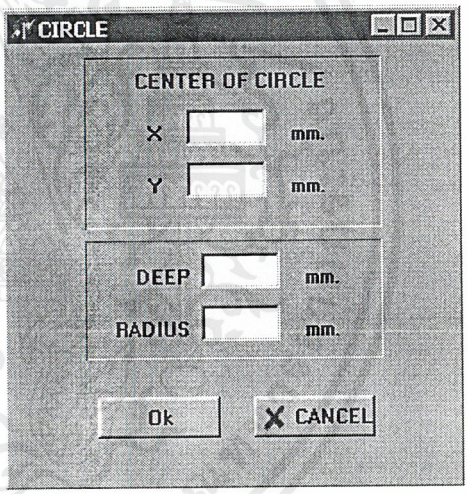
รูปที่ 4.22 หน้าต่างการวาดเส้นตรง



รูปที่ 4.23 หน้าต่างการวาดเส้นโค้ง



รูปที่ 4.25 หน้าต่างการวาดสี่เหลี่ยม



รูปที่ 4.25 หน้าต่างการวาดวงกลม

หลังจากการรับข้อมูลการวาดภาพแล้ว โปรแกรมจะนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงเป็นข้อความบนส่วนแสดงข้อมูล

4.2.1 การจัดการไฟล์ข้อมูล

การจัดการไฟล์ข้อมูลจะเหมือนกับการทำงานในโหมดการโปรแกรมรหัสจี

4.2.3 การแปลงคำสั่งที่รับเป็นภาพ

เมื่อต้องการให้แสดงภาพเสมือนการกัดจริงสามารถทำได้ โดยกดปุ่ม SHOWPICTURE จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีข้อความเตือนให้บันทึกไฟล์นั้นๆ ก่อน และจะแสดงภาพบนส่วนแสดงภาพ

4.2.2 การแก้ไขไฟล์

เมื่อต้องการแก้ไขไฟล์ ทำได้โดยการเลือกเมนูการแก้ไขไฟล์และสามารถเลือกการทำงานได้ 2 แบบ คือ

- **UNDO**

จะสามารถย้อนการทำงานกลับได้จนถึงคำสั่งแรกคือไม่สามารถแก้ไขขนาดของชิ้นงานได้

- **REDO**

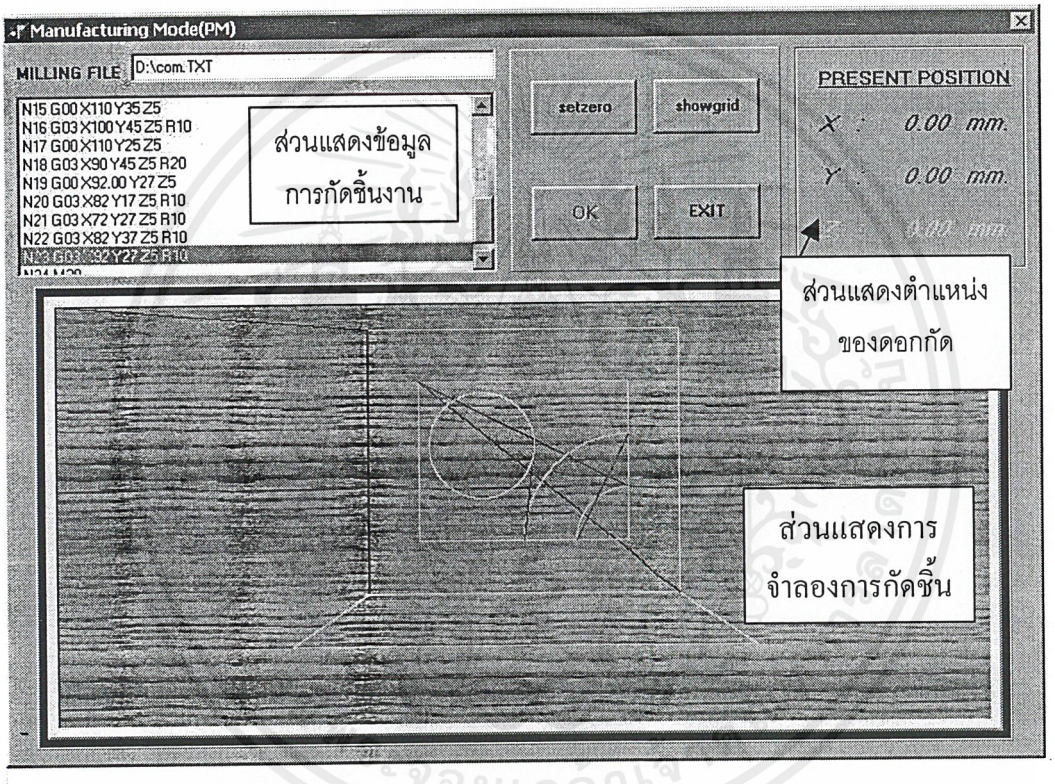
จะสามารถทำงานเดิมซ้ำหลังจากที่UNDO ไป

ในการแก้ไขไฟล์จะแก้ได้เฉพาะการวาดภาพที่กระทำอยู่ ไม่สามารถแก้ไขไฟล์ที่ได้ทำการบันทึกแล้วเปิดขึ้นมาใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 โหมดการกัดชิ้นงานตามแบบที่ออกแบบมา

เมื่อผู้ปฏิบัติการต้องการกัดชิ้นงานตามแบบที่ได้ออกแบบมาในโหมดโปรแกรมรหัสจีหรือโหมดการวาดภาพชิ้นงาน ก่อนที่จะเข้าสู่โหมดการกัดชิ้นงานนี้จำเป็นต้องมีข้อมูลที่มีชื่อไฟล์ นั่นคือไฟล์ที่สร้างขึ้นมาใหม่จะต้องทำการบันทึกข้อมูลก่อนที่จะเข้าสู่โหมดนี้ ซึ่งสามารถเลือกได้จากเมนูรัน(Run) ในโหมดโปรแกรมรหัสจีหรือโหมดการวาดภาพชิ้นงาน



รูปที่ 4.26 หน้าต่างโหมดการกัดชิ้นงานตามแบบที่ออกแบบมา

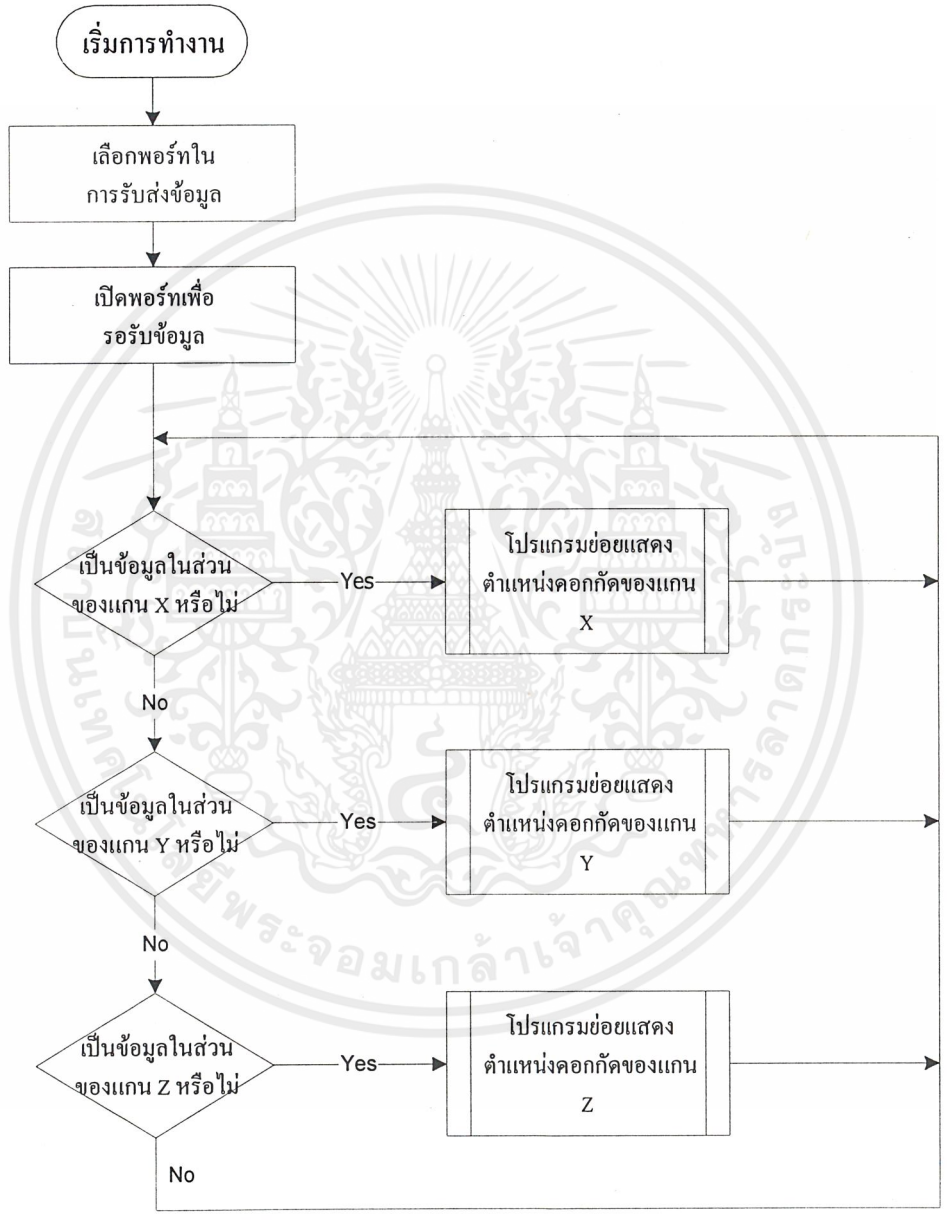
ในการกัดชิ้นงานจะเริ่มทำการแปลงข้อมูลรหัสจีแต่ละบรรทัดให้เป็นสัญญาณสำหรับส่งให้กับชุดขับเคลื่อนเพื่อกัดชิ้นงานให้เป็นรูปร่างตามที่ได้ออกแบบในบรรทัดนั้นๆ และจะวนทำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะสิ้นสุดโปรแกรม หรือจนกว่าจะเจอ M30 นั่นเอง การทำงานในโหมดนี้สามารถอธิบายได้ดังแผนภาพในรูปที่ 4.29

- **การแสดงตำแหน่งของดอกกัด (Positioning Presententation)**

ในโปรแกรมควบคุมเครื่องกัดในโครงงานนี้ได้ออกแบบมาให้ผู้ใช้สามารถรับรู้ตำแหน่งของดอกกัดเพื่อประโยชน์สูงสุดในการตรวจสอบการกัดชิ้นงานให้ถูกต้อง โปรแกรมการแสดงตำแหน่งของดอกกัดจะทำการเปิดพอร์ทของคอมพิวเตอร์ตามที่ผู้ปฏิบัติงานได้เลือกใช้ รับข้อมูล

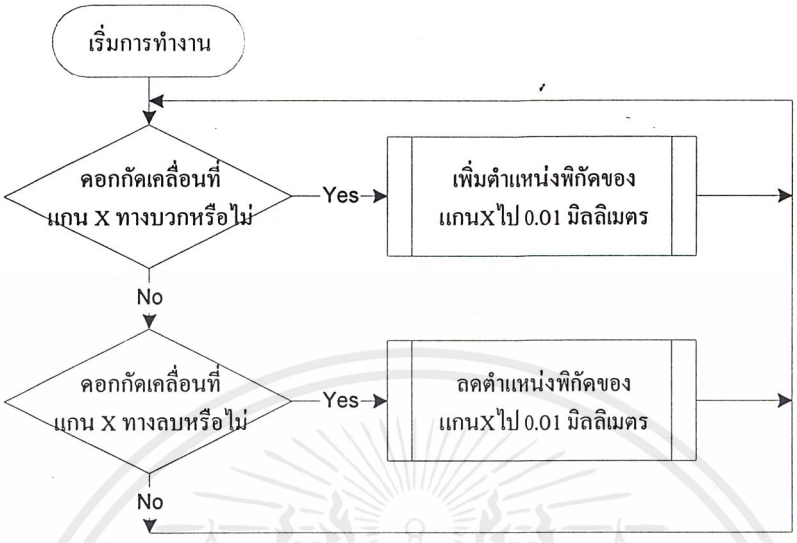
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของแกน X, Y และ Z จากคอนโทรลเลอร์ แล้วนำมาแสดงตำแหน่งพิกัด X, Y และ Z ของดอกกัดทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 แผนภาพการแสดงตำแหน่งของดอกกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



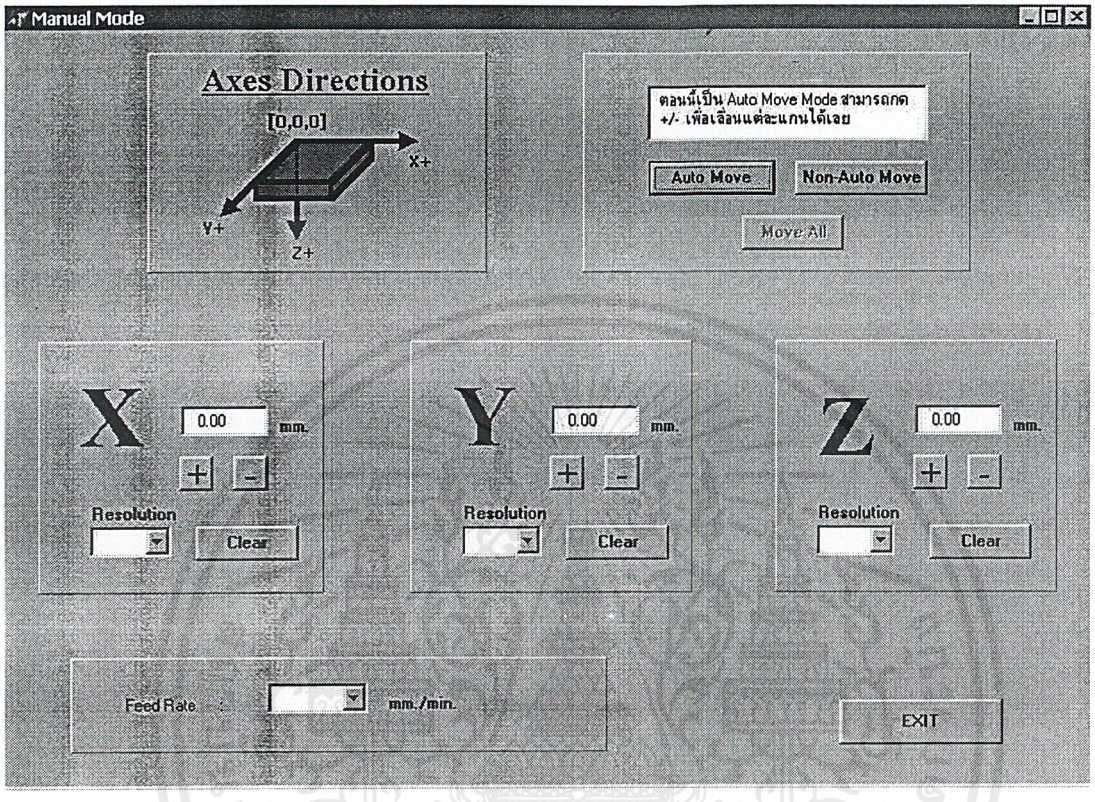
รูปที่ 4.28 แผนภาพแสดงโปรแกรมย่อยการแสดงตำแหน่งของแกนX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.29 แผนภาพแสดงการทำงานในโหมดการการกัดชิ้นงานตามแบบที่ออกแบบมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 โหมดการกัดชิ้นงานแบบกำหนดเอง



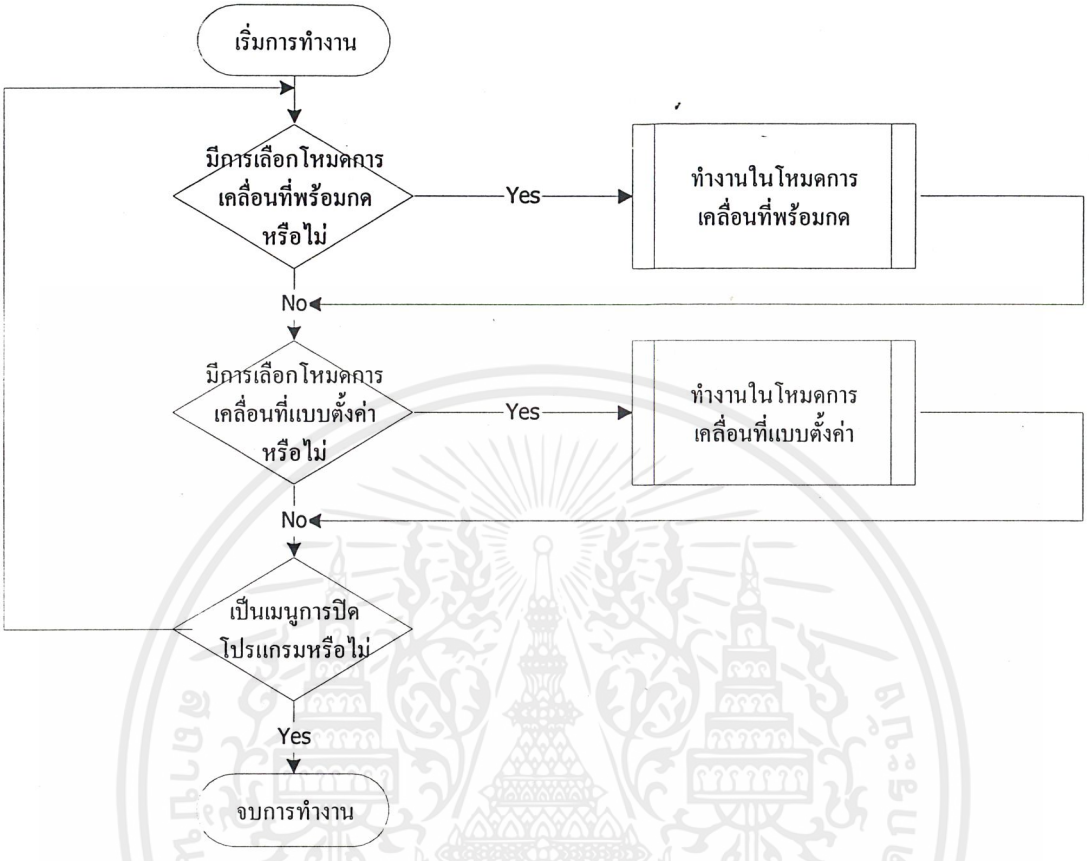
รูปที่ 4.30 หน้าต่างโหมดการกัดชิ้นงานแบบกำหนดเอง

โหมดการการกัดชิ้นงานแบบกำหนดเองนี้สามารถแบ่งได้อีก 2 โหมดย่อย ดังนี้

- **โหมดการกัดชิ้นงานพร้อมกด (Auto Move Mode)**
- **โหมดการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า (Non-Auto Move Mode)**

ก่อนเริ่มทำงานจะต้องทำการเลือกโหมดก่อนทุกครั้ง นอกจากนี้ยังสามารถทำงานสลับโหมดไปมาได้โดยการกดปุ่มเลือกโหมด สำหรับการทำงานของโหมดการกัดชิ้นงานแบบกำหนดเองและการเลือกโหมดย่อยสามารถอธิบายได้ดังแผนภาพในรูปที่ 4.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 แผนภาพการทำงานในโหมดการทำงานแบบกำหนดเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

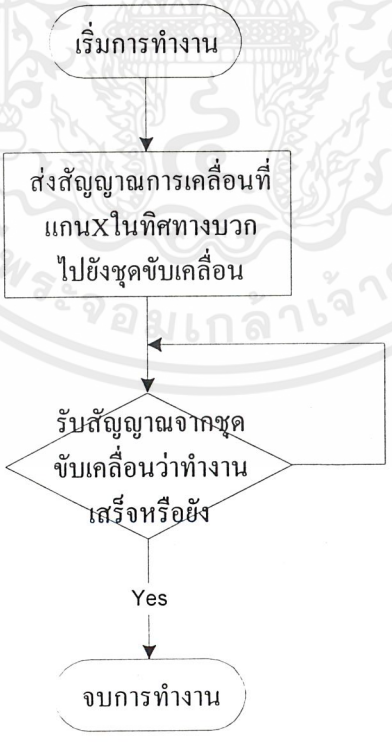
4.4.1 โหมดการกัดชิ้นงานพร้อมกด

เป็นการกัดชิ้นงานโดยการกดปุ่ม +, - ของแต่ละแกนซึ่งผู้ปฏิบัติการต้องกำหนดอัตราป้อน ซึ่งมีให้เลือกดังนี้ 15, 20, 25, 30 มิลลิเมตร/นาที และ ความละเอียดในการเคลื่อนที่ ซึ่งมีให้เลือกดังนี้ 0.01, 0.10, 1.00 มิลลิเมตร ก่อนทุกครั้ง

เมื่อกดปุ่มให้กัดชิ้นงานในแกน X ในทิศทางบวก โปรแกรมจะทำการส่งสัญญาณควบคุมออกไปสั่งให้มอเตอร์แกน X หมุนในทิศทางที่เป็นบวกเป็นระยะทางตามความละเอียดในการกดแต่ละครั้งและจะสามารถกดปุ่ม + หรือ – ได้ใหม่ ก็ต่อเมื่อได้ทำการตรวจสอบว่ามอเตอร์ได้หมุนไปเป็นระยะทางตามที่ได้กดปุ่มของครั้งก่อนแล้ว ซึ่งสามารถอธิบายการกัดชิ้นงานของแต่ละแกนได้ดังรูปที่ 4.32 และอธิบายการทำงานหลักของโหมดนี้ได้ดังรูปที่ 4.33

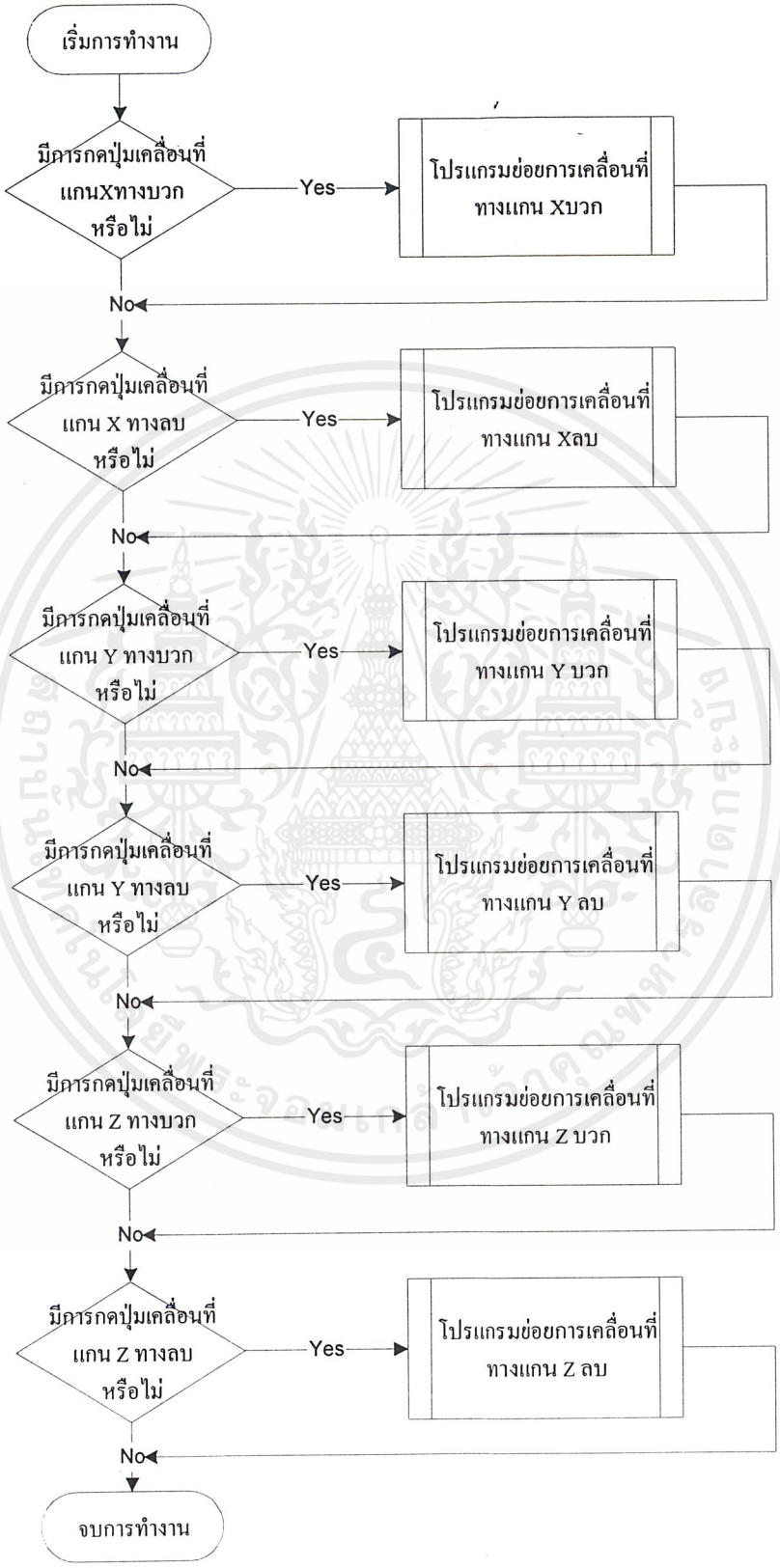
4.4.2 โหมดการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า

เป็นการกัดชิ้นงานตามพิกัดที่ได้รับจากการตั้งค่าของผู้ปฏิบัติการ ซึ่งผู้ปฏิบัติการสามารถกำหนดอัตราป้อนได้ เมื่อทำการตั้งค่าครบทุกแกนแล้วจึงกดปุ่มการเคลื่อนที่ทุกแกน (Move All) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 4.34



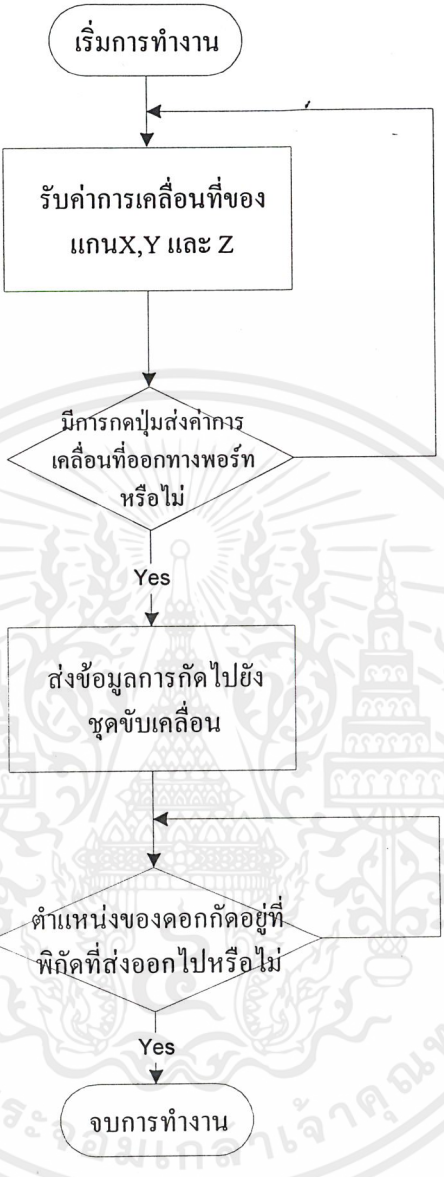
รูปที่ 4.32 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมย่อยการกัดชิ้นงานแกนXในทิศบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 แผนภาพการทำงานแบบกำหนดเองในโหมดการกัดชิ้นงานพร้อมกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 แผนภาพการกัดชิ้นงานแบบกำหนดเองในโหมดการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การออกแบบโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์

การทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซีจำเป็นต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานซึ่งต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆ ดังนี้

4.5.1 การทำงานหลักของวงจรควบคุม

เริ่มแรกไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งสัญญาณตรวจสอบการเชื่อมต่อกับอีก 2 แกนที่เหลือเมื่อตรวจพบสัญญาณตอบรับการเชื่อมต่อนี้ ก็จะตรวจสอบสัญญาณเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เมื่อมีสัญญาณการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะวนลูปเพื่อตรวจสอบข้อมูลโหมดการกัดชิ้นงานที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 โหมด คือ โหมดการกัดชิ้นงานพร้อมกด โหมดการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า และโหมดการกัดชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อตรวจพบว่าข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ตรงกับโหมดใดก็จะทำงานตามโปรแกรมย่อย ในโหมดนั้นๆ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.35

- การกัดชิ้นงานพร้อมกด

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะวนลูปเพื่อรอรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์และตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้รับเป็นคำสั่งให้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X ในทิศทางใด ถ้าเป็นคำสั่งให้เคลื่อนตามแนวแกน X ในทิศทางบวก จะส่งพัลซ์ไปขับมอเตอร์แกน X ในทิศทางบวก ถ้าให้เคลื่อนแกน X ในทิศทางลบ ก็จะส่งพัลซ์ไปขับมอเตอร์แกน X ในทิศทางลบ แต่ถ้าไม่ใช่ทั้ง 2 กรณีให้จบการทำงาน แสดงได้ดังรูปที่ 4.36

- การกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์และตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้รับตรงกับแกนของตัวเองหรือไม่ ถ้าตรงจะรอรับข้อมูลอัตราป้อน จำนวนพัลซ์และทิศทาง จากนั้นจะทำการขับเคลื่อนตามคำสั่งที่ได้คำนวณไว้ จึงจบการทำงาน แสดงได้ดังรูปที่ 4.37

- การกัดชิ้นงานตามแบบที่ได้ออกแบบไว้

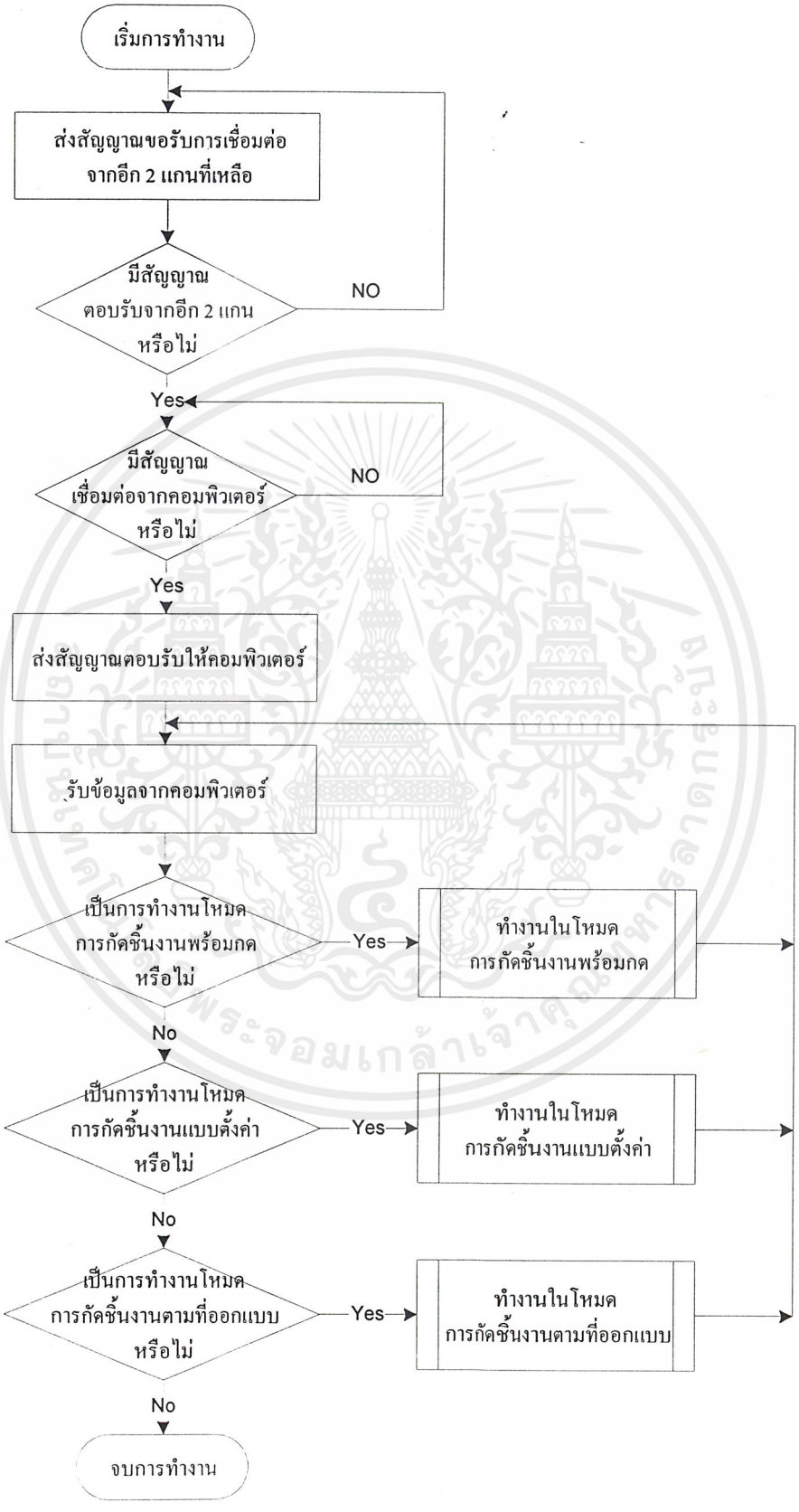
ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์และตรวจสอบว่าเป็นคำสั่งสิ้นสุดโปรแกรม (M30) หรือไม่ถ้าไม่ใช่ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะไปทำงานในโปรแกรมย่อยการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่าและวนลูปรับข้อมูลจนกว่าจะตรวจสอบพบคำสั่งสิ้นสุดโปรแกรมจึงจบการทำงาน แสดงได้ดังรูปที่ 4.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การแสดงตำแหน่งของแต่ละแกน

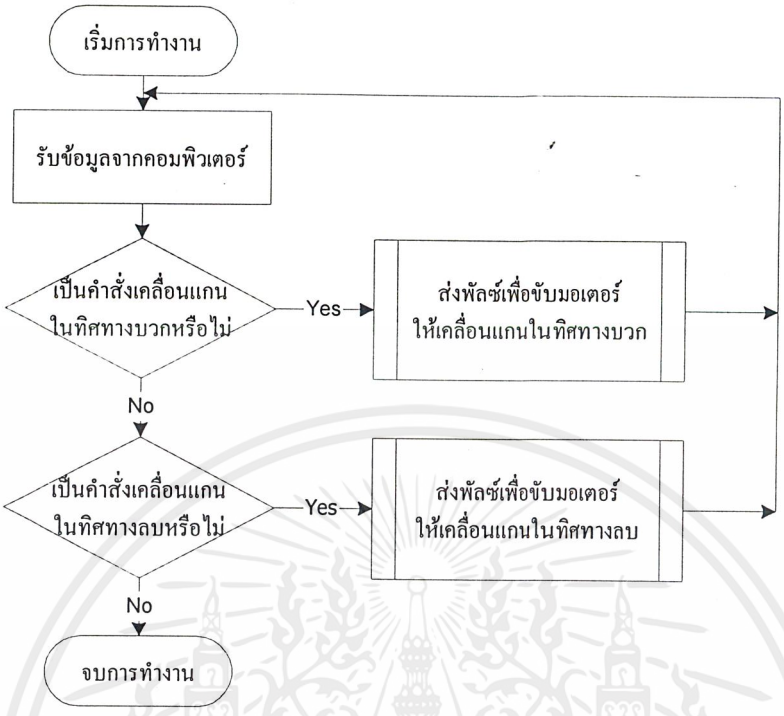
ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการคำนวณการเคลื่อนที่ทุกๆ 0.01 มิลลิเมตร จากจำนวนพัลซ์ที่ตรวจสอบได้ และตรวจสอบว่าเป็นการเคลื่อนที่ในทิศใด ถ้าเป็นทิศทางบวกจะส่งค่าเพื่อเพิ่มระยะทางขึ้นครั้งละ 0.01 มิลลิเมตร แต่ถ้าเป็นการเคลื่อนที่ในทิศทางลบจะส่งค่าเพื่อลดระยะทางลงครั้งละ 0.01 มิลลิเมตร เช่นกัน จึงจบการทำงาน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

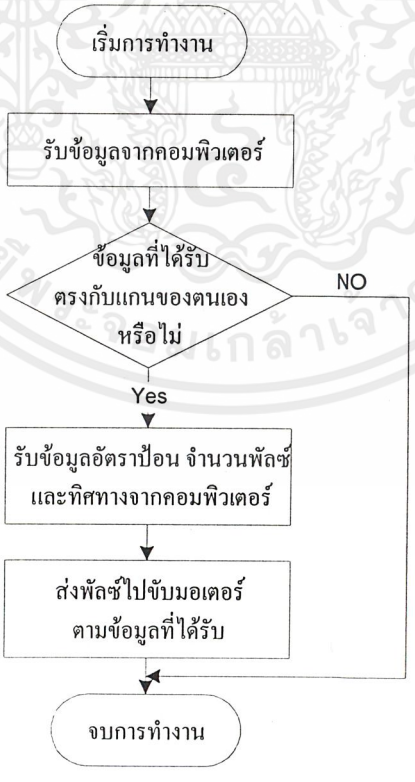


รูปที่ 4.35 แผนภาพการทำงานหลักของวงจรควบคุมการกัดชิ้นงานในไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นสิ่งที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

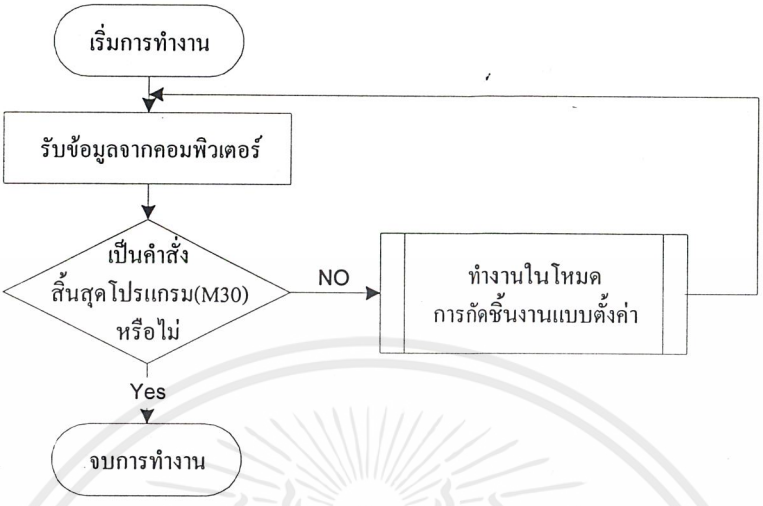


รูปที่ 4.36 แผนภาพการทำงานในโหมดการกัดชิ้นงานพร้อมกด

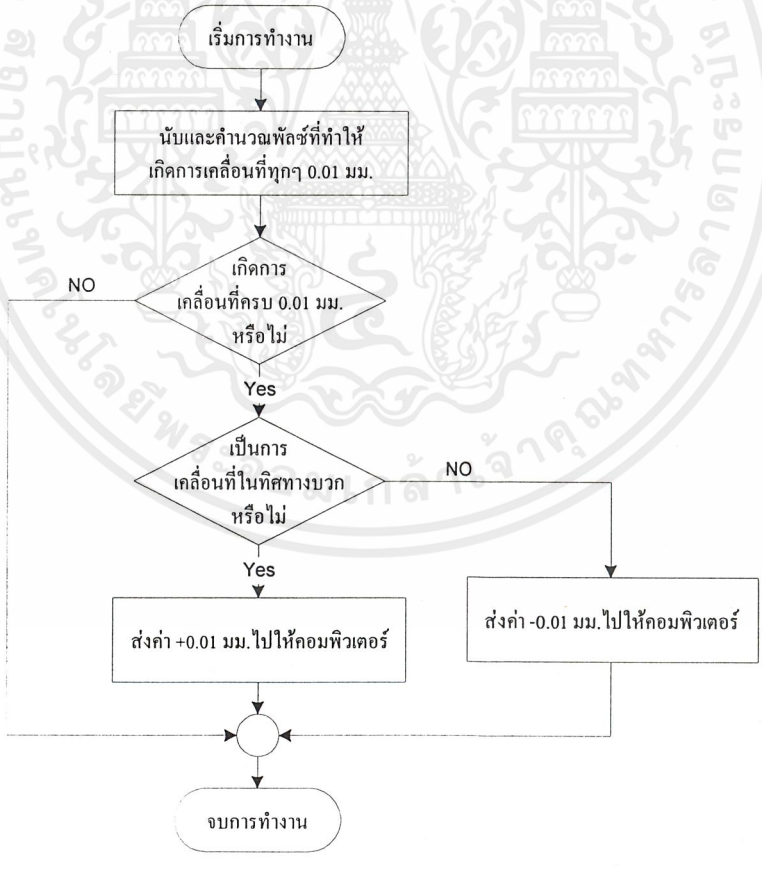


รูปที่ 4.37 แผนภาพการทำงานในโหมดการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 แผนภาพการทำงานในโหมดการกัดชิ้นงานตามแบบที่ได้ออกแบบไว้



รูปที่ 4.39 แผนภาพการทำงานโปรแกรมย่อยแสดงตำแหน่งในแต่ละแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการทดลอง

5.1 การทดลองเคลื่อนที่ในโหมดการเคลื่อนที่พร้อมกด

การทดลองครั้งที่ 1 ความละเอียด 1.0 มิลลิเมตร ต่อ การกด 1 ครั้ง

ครั้งที่	แกน	จำนวนครั้งที่กด	ระยะเคลื่อนที่ได้
1	Z	(-)3	3 มิลลิเมตร
2	Y	(-)2	2 มิลลิเมตร
3	X	(-)5	5 มิลลิเมตร
4	Y	(-)3	3 มิลลิเมตร
5	X	(-)4	4 มิลลิเมตร
6	Z	(+)3	3 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 2

ครั้งที่	แกน	จำนวนครั้งที่กด	ความละเอียด	ระยะเคลื่อนที่ได้
1	Z	(-)20	0.1	2 มิลลิเมตร
2	Y	(+)20	0.1	2 มิลลิเมตร
3	X	(+)23	0.1	2.3 มิลลิเมตร
4	Y	(+)10	0.01	0.1 มิลลิเมตร
5	X	(+)10	0.01	0.1 มิลลิเมตร
6	Z	(-)1	1.0	1 มิลลิเมตร
7	Z	(+)2	1.0	2 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การทดลองเคลื่อนที่ในโหมดการเคลื่อนที่แบบตั้งค่า

การทดลองครั้งที่ 3

คำสั่ง : กัดชิ้นงานโดยตั้งค่า X 40 Y 0 Z –4

แกน	ก่อนกัด	หลังกัด	
		คำนวณ	ผลที่ได้จริง
X	43.6	83.6	82.6
Y	14.4	14.4	14.4
Z	8.5	4.5	6.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 4

คำสั่ง : กัดชิ้นงานโดยตั้งค่า X -30 Y 0 Z-3.5

แกน	ก่อนกัด	หลังกัด	
		คำนวณ	ผลที่ได้จริง
X	82.6	52.6	52.8
Y	14.8	14.8	14.8
Z	12.5	9.0	10.8

คำสั่ง : กัดชิ้นงาน(ต่อ) X -30 Y 15 Z-3.5

แกน	ก่อนกัด	หลังกัด	
		คำนวณ	ผลที่ได้จริง
X	52.8	52.8	52.8
Y	14.8	29.8	29.5
Z	10.8	10.8	10.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่ 5

คำสั่ง : กัดชิ้นงานโดยตั้งค่า X 15 Y -15 Z 4.5

แกน	ก่อนกัด	หลังกัด	
		คำนวณ	ผลที่ได้จริง
X	52.8	97.8	97.8
Y	39.5	24.5	24.8
Z	9.1	4.6	6.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การทดลองโหมดการกำหนดรหัสจี

<u>การทดลองครั้งที่ 6</u>

คำสั่ง G00 X89.3 Y47.3 Z1

G01 X89.3 Y47.4 Z-2.5

G03 X99.3 Y57.4 Z-2.5 R10

แกน	ก่อนกัด	หลังกัด	
		คำนวณ	ผลที่ได้จริง
X	0	99.3	99.3
Y	0	57.4	57.4
Z	1	-1.5	-0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ปัญหาและแนวทางแก้ไข

6.1 ปัญหา

1. สเตปมอเตอร์ที่ใช้มีความละเอียดสูงมากและที่แท่นมีชุดเฟืองทดซึ่งทำให้ความละเอียดเพิ่มสูงขึ้นอีก ดังนั้นจึงทำให้การเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนมีความล่าช้า
2. มอเตอร์ส่วนขับสปินเดิลที่ใช้เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กกำลังต่ำ ทำให้ไม่สามารถกัดชิ้นงานที่มีความแข็งมากได้ และไม่สามารถกัดชิ้นงานให้มีความลึกมากๆได้
3. การขับเคลื่อนในแกน Z มีค่าคลาดเคลื่อนมากกว่าแกนอื่นเนื่องจากแกน Z ต้องรับโหลดที่เป็นแท่นจับชิ้นงาน ซึ่งมีน้ำหนักมาก
4. เนื่องจากผู้เขียนโปรแกรมเพิ่งจะเริ่มศึกษาโปรแกรมเดลไฟ จึงทำให้ไม่สามารถพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรได้

6.2 แนวทางแก้ไข

1 หาสเตปมอเตอร์ที่มีค่าองศาต่อสเตปของมอเตอร์ให้มากขึ้น หรือเปลี่ยนชุดเฟืองทดให้ทดน้อยลงเพื่อให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น

2 หามอเตอร์ส่วนขับสปินเดิลให้มีกำลังสูงขึ้น เพื่อให้สามารถกัดชิ้นงานที่มีความแข็งได้ อาจทำได้โดยการเปลี่ยนเป็นอินดักชั่นมอเตอร์ 1 เฟส ซึ่งจะให้ค่ากำลังมากกว่ามอเตอร์กระแสตรง

3 นำสปริงมาติดที่แกน Z ซึ่งจะช่วยส่งแรงขณะที่มอเตอร์แกน Z ขับเคลื่อนเพื่อทำให้ค่าผิดพลาดน้อยลง

4 ศึกษาการใช้โปรแกรมเดลไฟเพิ่มขึ้น เพื่อพัฒนาโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Datasheet MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET

89C51/89C52/89C54/89C58
80C51 8-bit microcontroller family
4K/8K/16K/32K Flash

Product specification

1999 Oct 27

Replaces Datasheets 89C51 of 1999 Apr 01 and 89C52/89C54/89C58 of 1999 Apr 01

Philips
Semiconductors

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80C51 8-bit microcontroller family 4K/8K/16K/32K Flash

89C51/89C52/89C54/89C58

DESCRIPTION

The 89C51/89C52/89C54/89C58 contain a non-volatile FLASH program memory that is parallel programmable. For devices that are serial programmable (In System Programmable (ISP) with a boot loader), see the 89C51RC+/89C51RD+ datasheet.

Both families are Single-Chip 8-bit Microcontrollers manufactured in advanced CMOS process and are derivatives of the 80C51 microcontroller family. All the devices have the same instruction set as the 80C51.

SELECTION TABLE FOR FLASH DEVICES

ROM/EPROM Memory Size (X by 8)	RAM Size (X by 8)	Programmable Timer Counter (PCA)	Hardware Watchdog Timer
Multi-Time Programmable (MTP) devices:			
89C51			
4 k	128	No	No
89C52/54/58			
8 k/16 k/32 k	256	No	No
Serial In-System Programmable devices:			
89C51RC+			
32 k	512	Yes	Yes
89C51RD+			
64 k	1024	Yes	Yes

FEATURES

- 80C51 Central Processing Unit
- On-chip FLASH Program Memory
- Speed up to 33 MHz
- Full static operation
- RAM expandable externally to 64 k bytes
- 4 level priority interrupt
- 6 interrupt sources
- Four 8-bit I/O ports
- Full-duplex enhanced UART
  - Framing error detection
  - Automatic address recognition
- Power control modes
  - Clock can be stopped and resumed
  - Idle mode
  - Power down mode
- Programmable clock out
- Second DPTR register
- Asynchronous port reset
- Low EMI (inhibit ALE)
- 3 16-bit timers
- Wake up from power down by an external interrupt

ORDERING INFORMATION

	MEMORY SIZE 4 k × 8	MEMORY SIZE 8 k × 8	MEMORY SIZE 16 k × 8	MEMORY SIZE 32 k × 8	TEMPERATURE RANGE °C AND PACKAGE	VOLTAGE RANGE	FREQ. (MHz)	DWG. #
FLASH	P89C51UBA A	P89C52UBA A	P89C54UBA A	P89C58UBA A	0 to +70, Plastic Leaded Chip Carrier	5 V	0 to 33	SOT187-2
FLASH	P89C51UBP N	P89C52UBP N	P89C54UBP N	P89C58UBP N	0 to +70, Plastic Dual In-line Package	5 V	0 to 33	SOT129-1
FLASH	P89C51UBB B	P89C52UBB B	P89C54UBB B	P89C58UBB B	0 to +70, Plastic Quad Flat Pack	5 V	0 to 33	QFP44[2]
FLASH	P89C51UFA A	P89C52UFA A	P89C54UFA A	P89C58UFA A[1]	–40 to +85, Plastic Leaded Chip Carrier	5 V	0 to 33	SOT187-2
FLASH	P89C51UFP N	P89C52UFP N	P89C54UFP N	P89C58UFP N[1]	–40 to +85, Plastic Dual In-line Package	5 V	0 to 33	SOT129-1
FLASH	P89C51UFB B	P89C52UFB B	P89C54UFB B	P89C58UFB B[1]	–40 to +85, Plastic Quad Flat Pack	5 V	0 to 33	QFP44[2]

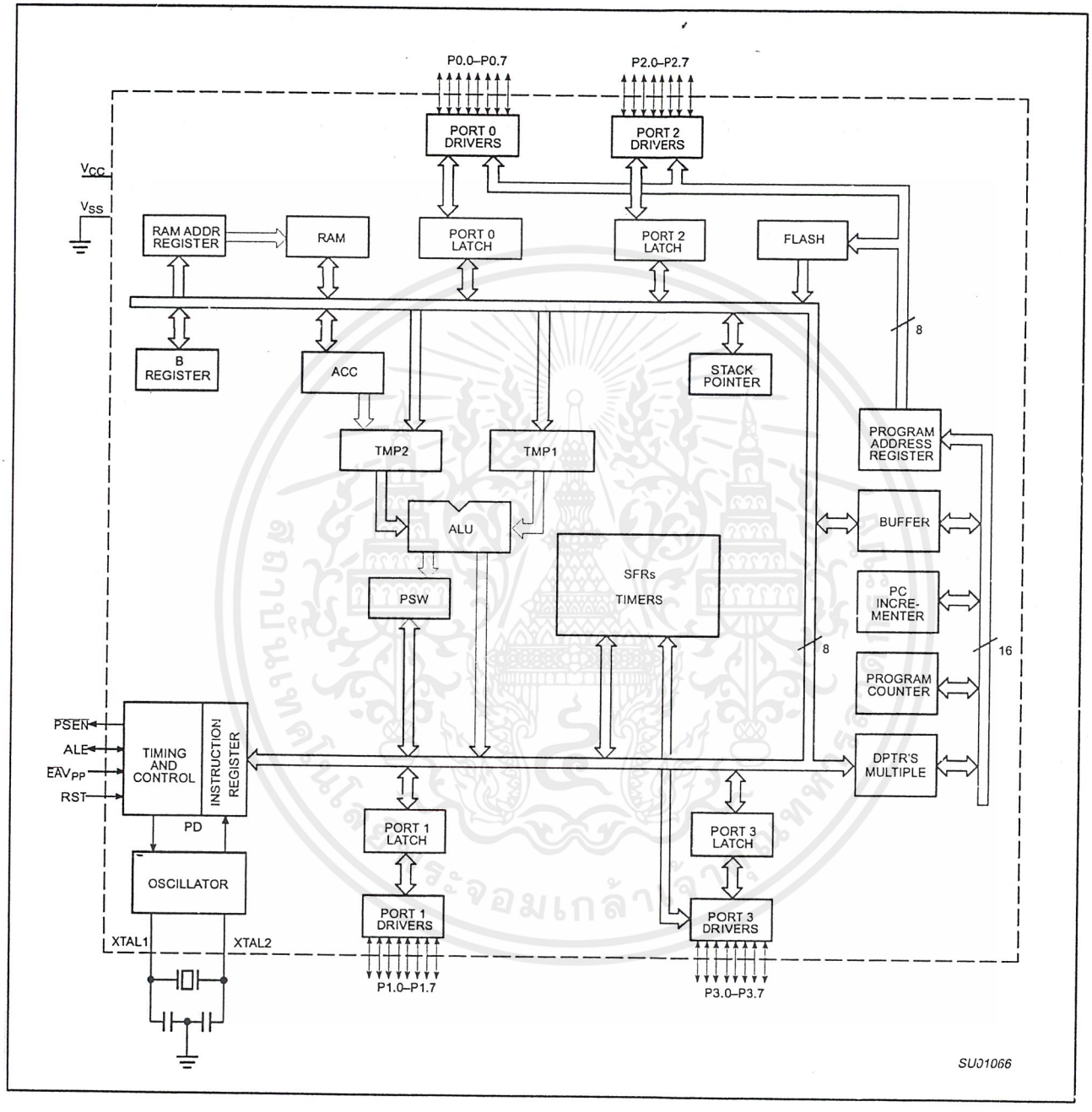
NOTES:
1. Contact Philips Sales for availability.
2. SOT not assigned for this package outline.

PART NUMBER DERIVATION

DEVICE NUMBER (P89CXX)	OPERATING FREQUENCY, MAX (V)	TEMPERATURE RANGE (B)	PACKAGE (AA, BB, PN)
P89C51 FLASH P89C52 FLASH P89C54 FLASH P89C58 FLASH	U = 33 MHz	B = 0°C to 70°C F = –40°C to 85°C	AA = PLCC BB = PQFP PN = PDIP

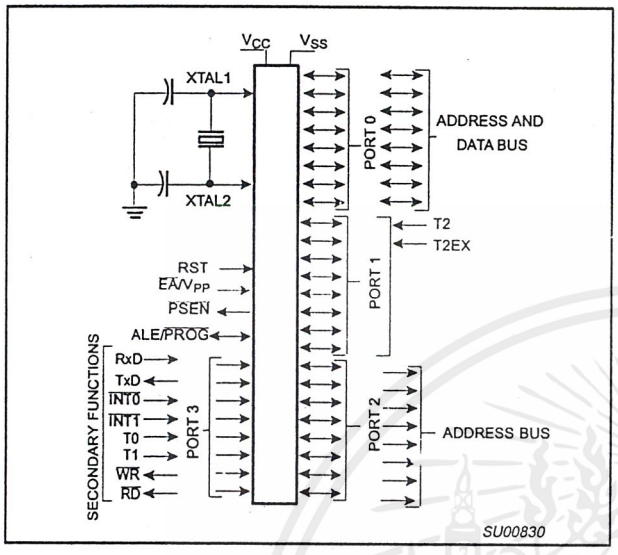
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOCK DIAGRAM

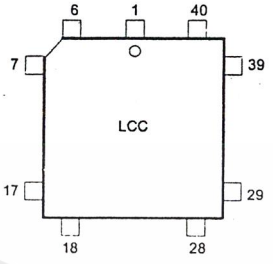


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC SYMBOL



Ceramic and Plastic Leaded Chip Carrier Pin Functions



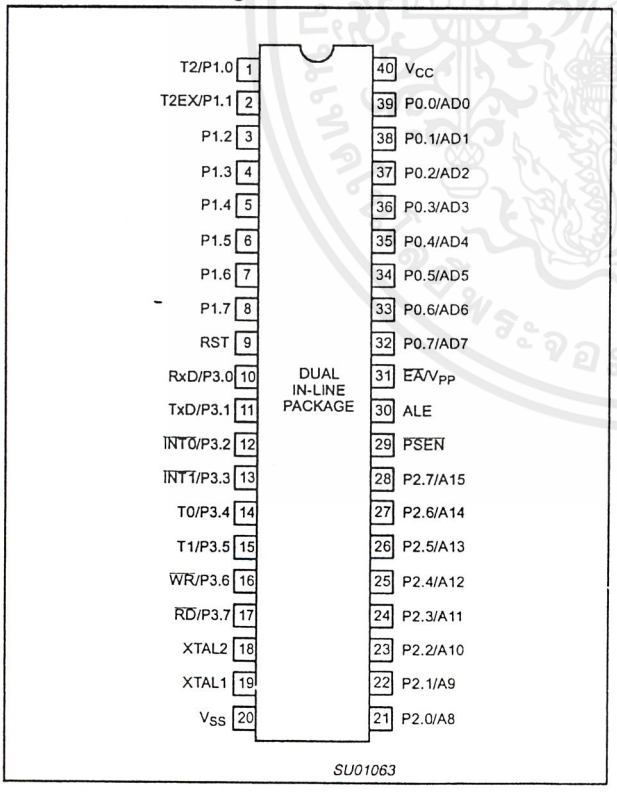
Pin	Function	Pin	Function	Pin	Function
1	NIC*	16	P3.4/T0	31	P2.7/A15
2	P1.0/T2	17	P3.5/T1	32	PSEN
3	P1.1/T2EX	18	P3.6/WR	33	ALE
4	P1.2	19	P3.7/RD	34	NIC*
5	P1.3	20	XTAL2	35	EA/VPP
6	P1.4	21	XTAL1	36	P0.7/AD7
7	P1.5	22	VSS	37	P0.6/AD6
8	P1.6	23	NIC*	38	P0.5/AD5
9	P1.7	24	P2.0/A8	39	P0.4/AD4
10	RST	25	P2.1/A9	40	P0.3/AD3
11	P3.0/RxD	26	P2.2/A10	41	P0.2/AD2
12	NIC*	27	P2.3/A11	42	P0.1/AD1
13	P3.1/TxD	28	P2.4/A12	43	P0.0/AD0
14	P3.2/INT0	29	P2.5/A13	44	VCC
15	P3.3/INT1	30	P2.6/A14		

* NO INTERNAL CONNECTION

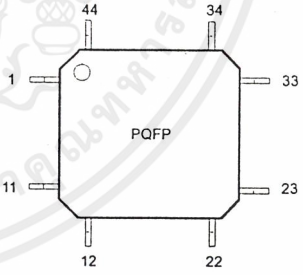
SU01062

PIN CONFIGURATIONS

Dual In-Line Package Pin Functions



Plastic Quad Flat Pack Pin Functions



Pin	Function	Pin	Function	Pin	Function
1	P1.5	16	VSS	31	P0.6/AD6
2	P1.6	17	NIC*	32	P0.5/AD5
3	P1.7	18	P2.0/A8	33	P0.4/AD4
4	RST	19	P2.1/A9	34	P0.3/AD3
5	P3.0/RxD	20	P2.2/A10	35	P0.2/AD2
6	NIC*	21	P2.3/A11	36	P0.1/AD1
7	P3.1/TxD	22	P2.4/A12	37	P0.0/AD0
8	P3.2/INT0	23	P2.5/A13	38	VCC
9	P3.3/INT1	24	P2.6/A14	39	NIC*
10	P3.4/T0	25	P2.7/A15	40	P1.0/T2
11	P3.5/T1	26	PSEN	41	P1.1/T2EX
12	P3.6/WR	27	ALE	42	P1.2
13	P3.7/RD	28	NIC*	43	P1.3
14	XTAL2	29	EA/VPP	44	P1.4
15	XTAL1	30	P0.7/AD7		

* NO INTERNAL CONNECTION

SU01064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTIONS

MNEMONIC	PIN NUMBER DIP	LCC	QFP	TYPE	NAME AND FUNCTION
V_{SS}	20	22	16	I	**Ground:** 0 V reference.
V_{CC}	40	44	38	I	**Power Supply:** This is the power supply voltage for normal, idle, and power-down operation.
P0.0–0.7	39–32	43–36	37–30	I/O	**Port 0:** Port 0 is an open-drain, bidirectional I/O port. Port 0 pins that have 1s written to them float and can be used as high-impedance inputs. Port 0 is also the multiplexed low-order address and data bus during accesses to external program and data memory. In this application, it uses strong internal pull-ups when emitting 1s.
P1.0–P1.7	1–8	2–9	40–44, 1–3	I/O	**Port 1:** Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. Port 1 pins that have 1s written to them are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, port 1 pins that are externally pulled low will source current because of the internal pull-ups. (See DC Electrical Characteristics: I_{IL}). Alternate function for Port 1:
	1	2	40	I/O	**T2 (P1.0):** Timer/Counter2 external count input/clockout (see Programmable Clock-Out).
	2	3	41	I	**T2EX (P1.1):** Timer/Counter2 reload/capture/direction control.
P2.0–P2.7	21–28	24–31	18–25	I/O	**Port 2:** Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. Port 2 pins that have 1s written to them are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, port 2 pins that are externally being pulled low will source current because of the internal pull-ups. (See DC Electrical Characteristics: I_{IL}). Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @DPTR). In this application, it uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOV @Ri), port 2 emits the contents of the P2 special function register.
P3.0–P3.7	10–17	11, 13–19	5, 7–13	I/O	**Port 3:** Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. Port 3 pins that have 1s written to them are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, port 3 pins that are externally being pulled low will source current because of the pull-ups. (See DC Electrical Characteristics: I_{IL}). Port 3 also serves the special features of the 89C51/89C52/89C54/89C58, as listed below:
	10	11	5	I	**RxD (P3.0):** Serial input port
	11	13	7	O	**TxD (P3.1):** Serial output port
	12	14	8	I	**$\overline{INT0}$ (P3.2):** External interrupt
	13	15	9	I	**$\overline{INT1}$ (P3.3):** External interrupt
	14	16	10	I	**T0 (P3.4):** Timer 0 external input
	15	17	11	I	**T1 (P3.5):** Timer 1 external input
	16	18	12	O	**$\overline{WR}$ (P3.6):** External data memory write strobe
	17	19	13	O	**$\overline{RD}$ (P3.7):** External data memory read strobe
RST	9	10	4	I	**Reset:** A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running, resets the device. An internal diffused resistor to V_{SS} permits a power-on reset using only an external capacitor to V_{CC}.
ALE	30	33	27	O	**Address Latch Enable:** Output pulse for latching the low byte of the address during an access to external memory. In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and can be used for external timing or clocking. Note that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory. ALE can be disabled by setting SFR auxiliary.0. With this bit set, ALE will be active only during a MOVX instruction.
$\overline{PSEN}$	29	32	26	O	**Program Store Enable:** The read strobe to external program memory. When executing code from the external program memory, $\overline{PSEN}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{PSEN}$ activations are skipped during each access to external data memory. $\overline{PSEN}$ is not activated during fetches from internal program memory.
$\overline{EA}/V_{PP}$	31	35	29	I	**External Access Enable/Programming Supply Voltage:** $\overline{EA}$ must be externally held low to enable the device to fetch code from external program memory locations 0000H to the maximum internal memory boundary. If $\overline{EA}$ is held high, the device executes from internal program memory unless the program counter contains an address greater than 0FFFH for 4 k devices, 1FFFH for 8 k devices, 3FFFH for 16 k devices, and 7FFFH for 32 k devices. The value on the $\overline{EA}$ pin is latched when RST is released and any subsequent changes have no effect. This pin also receives the 12.00 V programming supply voltage (V_{PP}) during FLASH programming.
XTAL1	19	21	15	I	**Crystal 1:** Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock generator circuits.
XTAL2	18	20	14	O	**Crystal 2:** Output from the inverting oscillator amplifier.

NOTE: To avoid "latch-up" effect at power-on, the voltage on any pin (other than V_{PP}) at any time must not be higher than V_{CC} + 0.5 V or V_{SS} – 0.5 V, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การใช้โปรแกรมเดลไฟ(Delphi)

ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมเดลไฟ(Delphi)

โปรแกรมเดลไฟเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบนวินโดว์โดยใช้ภาษาปาสคาลเป็นหลักในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งเป็นโครงสร้างภาษาที่เขียนง่าย และมีสิ่งอำนวยความสะดวกไว้ครบถ้วน โดยมีสภาพแวดล้อมในการทำงาน ที่ช่วยให้สามารถทำได้ทุกอย่างจากในเดลไฟเอง มีเครื่องมือทุกชนิดที่จำเป็นสำหรับการสร้างแอพพลิเคชั่นบนวินโดว์ ทั้งในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ การแสดงผลกราฟฟิก การติดต่อกับฐานข้อมูล การจัดการระบบ ตลอดจนการพัฒนาแอพพลิเคชั่นเพื่อทำงานบนอินเตอร์เน็ต และการพัฒนาแอพพลิเคชั่นด้วยเดลไฟเป็นสิ่งที่ทำได้ง่าย เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้อย่างมาก

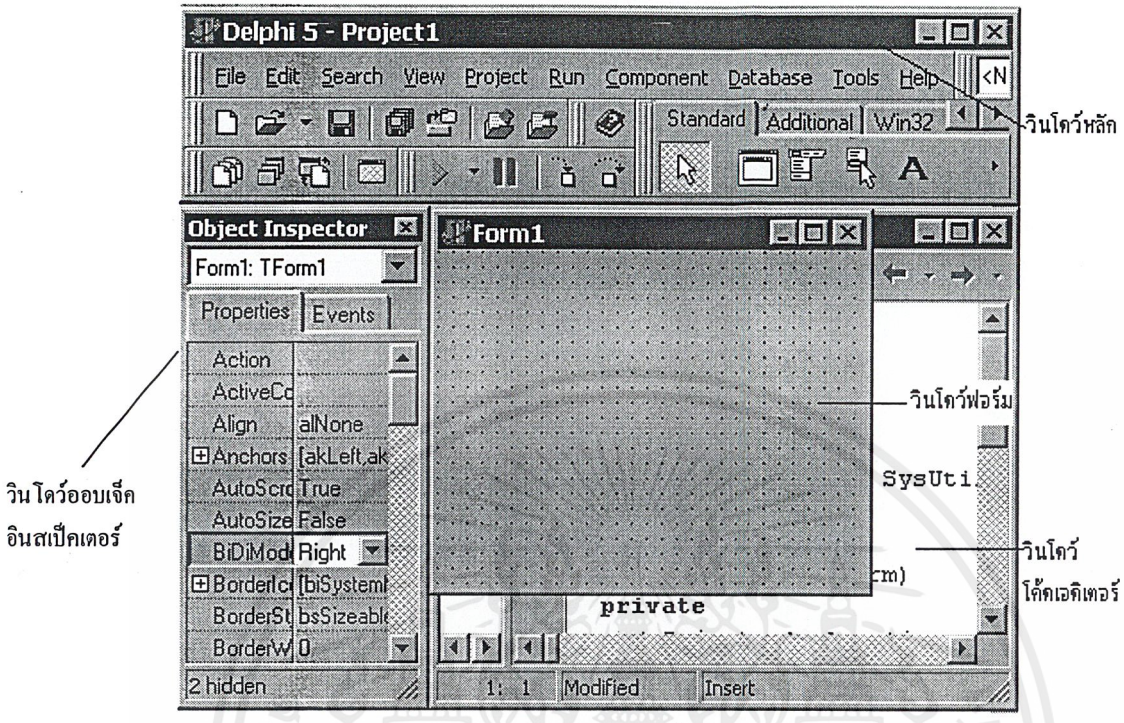
ขั้นตอนในการเดลไฟ

ซึ่งมีขั้นตอนหลักๆดังนี้

- **สร้างโปรเจ็คใหม่**

เมื่อเราสร้างแอพพลิเคชั่นใหม่ เดลไฟจะสร้างโปรเจ็คให้ 1 โปรเจ็ค ซึ่งประกอบด้วยฟอร์ม 1 ฟอร์ม(วินโดว์ฟอร์ม)และยูนิต 1 ยูนิต(วินโดว์โค้ดเอดิเตอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

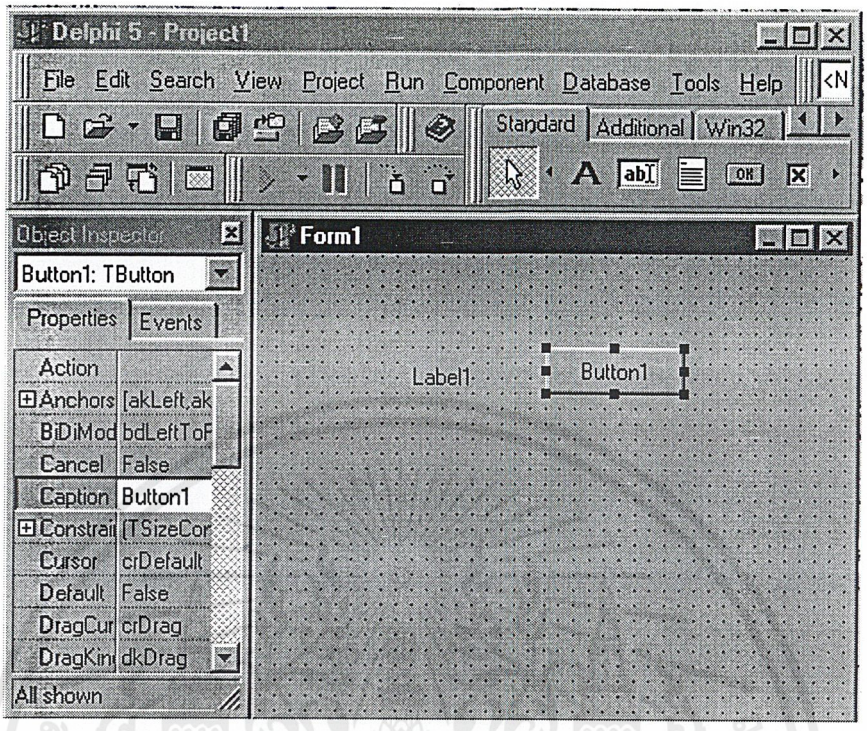


รูปที่ 1 หน้าต่างหลักของโปรแกรมเดลไฟ

- **วางคอมโพเนนต์ลงบนฟอร์ม**

หลังจากสร้างโปรเจ็คใหม่ขึ้นมาแล้ว ต่อมาก็จะมาสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยนำคอมโพเนนต์ที่ต้องการมาวางลงบนฟอร์ม

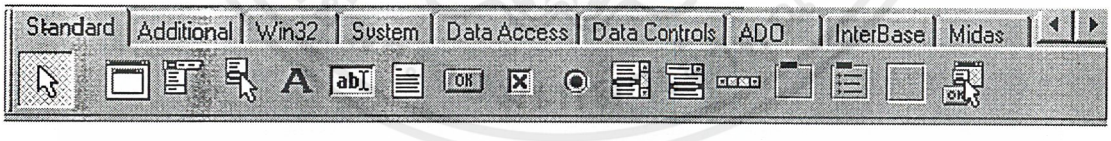
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แสดงการวางคอมโพเนนต์

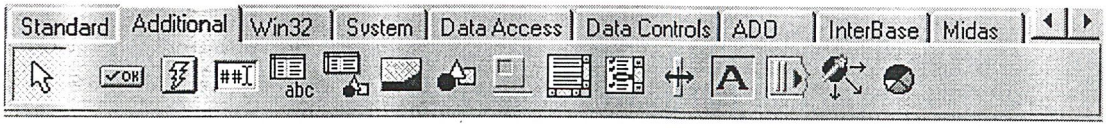
ซึ่งคอมโพเนนต์ต่างๆที่อยู่ในคอมโพเนนต์พาเล็ตจะถูกจัดแยกออกเป็นกลุ่มๆเพื่อให้สะดวกแก่การใช้งาน เช่น

Standard เป็นกลุ่มของคอมโพเนนต์มาตราฐาน ซึ่งใช้ในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนWindows ทั่วๆไป เช่น Button เป็นปุ่มสำหรับคลิก,Label ใช้ในการแสดงข้อมูล เป็นต้น



รูปที่ 3 แสดงกลุ่มคอมโพเนนต์ Standard

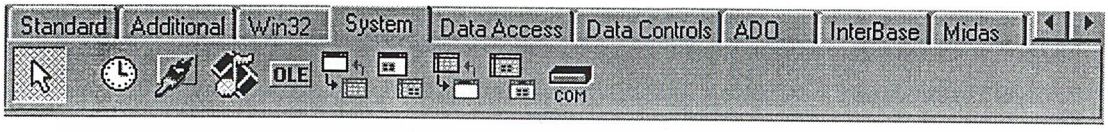
Additional เป็นกลุ่มของคอมโพเนนต์ที่เพิ่มเติมจากกลุ่ม Standard ซึ่งจะช่วยให้สร้างแอพพลิเคชั่นบนWindows ได้หลากหลายขึ้น เช่น BitBtn เป็นคอมโพเนนต์ที่คล้ายกับ Button แต่สามารถแสดงภาพบนปุ่มได้



รูปที่ 4 แสดงกลุ่มคอมโพเนนต์ Additional

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

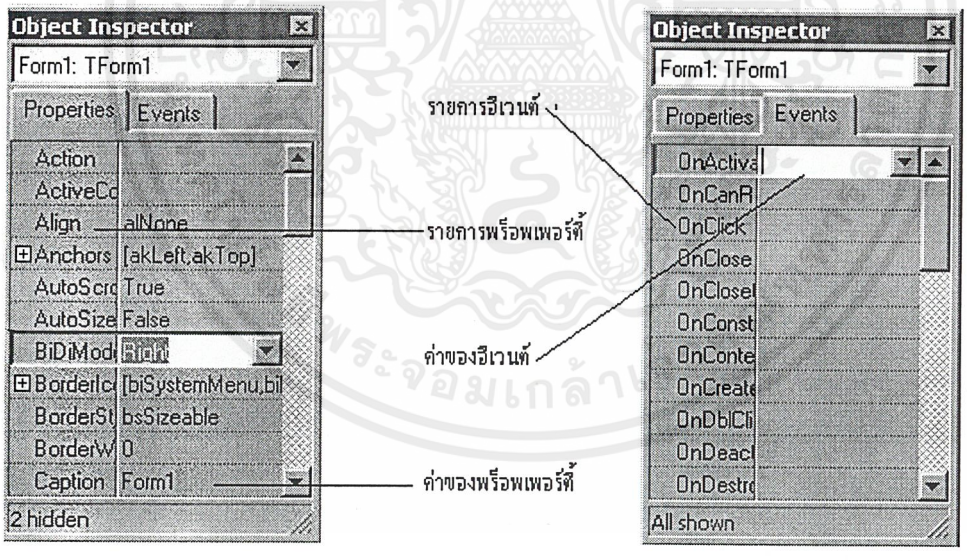
System เป็นกลุ่มของคอมโพเนนต์ที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานเกี่ยวกับระบบ เช่น Paintbox เป็นคอมโพเนนต์ที่ใช้สำหรับการวาดภาพ



รูปที่ 5 แสดงกลุ่มคอมโพเนนต์ System

- **กำหนดค่าพร็อพเพอร์ตี้**

หลังจากวางคอมโพเนนต์แล้ว ก็ต้องกำหนดคุณสมบัติให้กับคอมโพเนนต์แต่ละตัวเพื่อให้ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้สมบูรณ์ขึ้น ซึ่งก็คือการกำหนดค่าพร็อพเพอร์ตี้แก่ออบเจ็คซึ่งแสดงอยู่ในวินโดว์ออบเจ็คอินสเป็คเตอร์

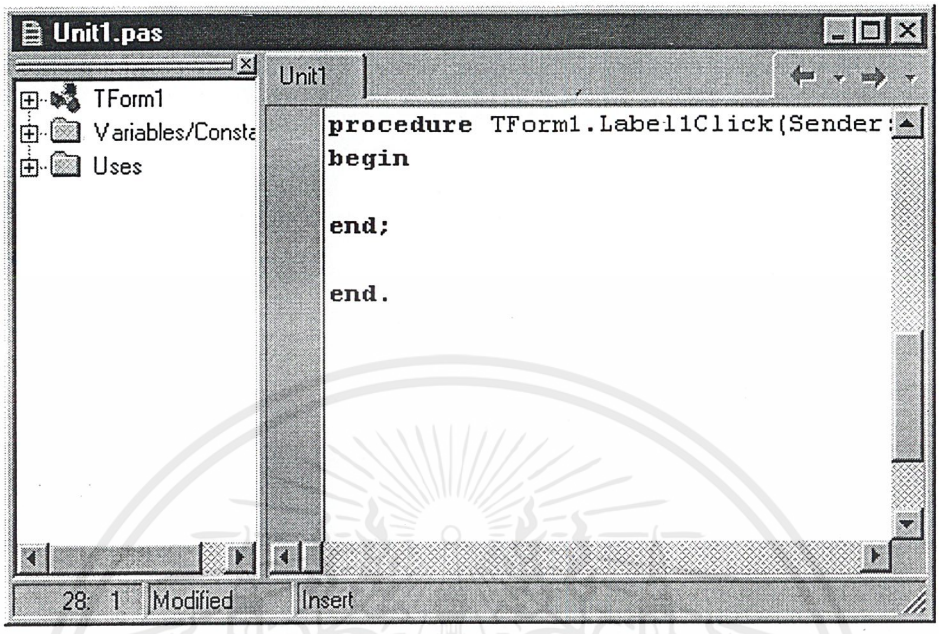


รูปที่ 6 แสดงวินโดว์ออบเจ็คอินสเป็คเตอร์

- **เขียนคำสั่งควบคุมการทำงาน**

เราสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้โดยการดับเบิลคลิกที่คอมโพเนนต์ที่ต้องการควบคุมการทำงาน แล้วก็จะแสดงหน้าจอยูนิต(วินโดว์โค้ดเอดิเตอร์) หรือดับเบิลคลิกที่ช่องว่างทางด้านขวาของอีเวนต์ ONCLICK ในรูปที่ 6

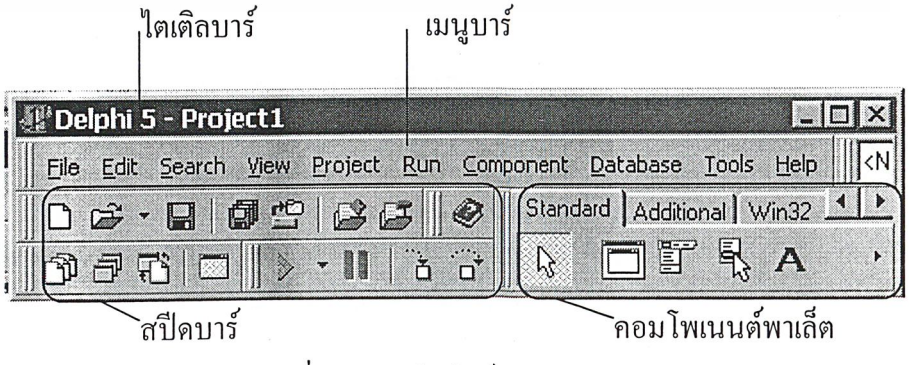
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 แสดงหน้าจอยูนิต(วินโดว์โค้ดเอดิเตอร์)

- **บันทึกโปรเจ็ค**

การบันทึกโปรเจ็คเป็นการจัดเก็บข้อมูลต่างๆที่เราสร้างขึ้นมาไว้ในแฟ้มข้อมูล ซึ่งควรจะบันทึกโปรเจ็คก่อนรันโปรแกรม เพราะถ้าเกิดข้อผิดพลาดที่ทำให้ไม่สามารถทำงานกับเดลไฟได้ต่อไปได้ ในขณะรันโปรแกรมเราจะไม่สามารถบันทึกโปรแกรมที่สร้างไว้ได้และจะต้องสร้างขึ้นใหม่ ในการจัดเก็บข้อมูลของโปรเจ็คหนึ่งๆ จะแบ่งออกเป็นหลายไฟล์ ซึ่งเดลไฟจะให้ผู้กำหนดใช้ไฟล์หลักคือ ชื่อยูนิต(.pas) สำหรับบันทึกข้อมูลในยูนิต และชื่อโปรเจ็ค(.dpr) สำหรับบันทึกรายละเอียดในโปรเจ็ค และสามารถบันทึกโปรเจ็คโดยคลิกปุ่ม Save All บนสปีดบาร์ ได้

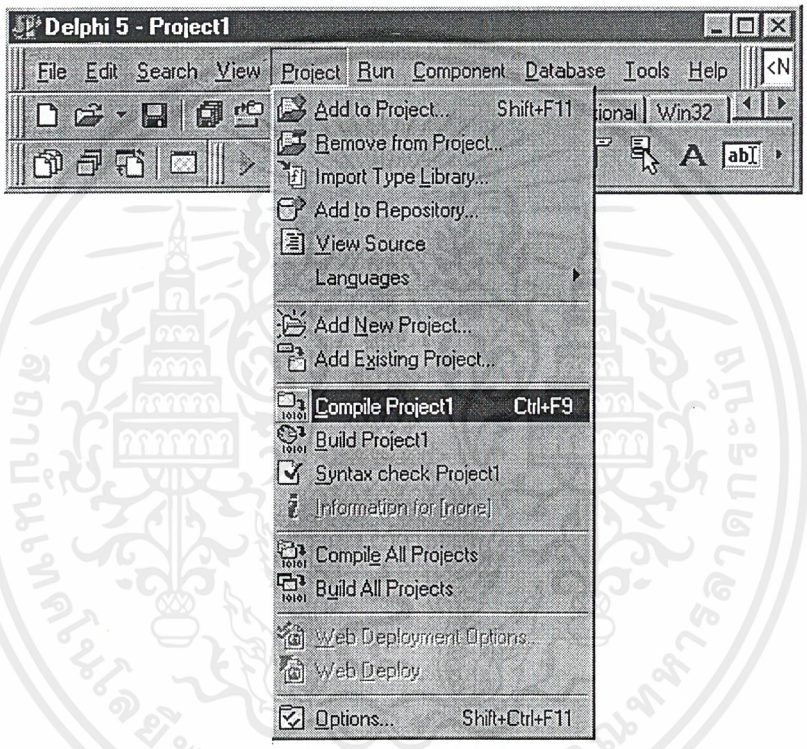


รูปที่ 8 แสดงวินโดว์หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **คอมไพล์และรันโปรแกรม**

การคอมไพล์เป็นการตรวจสอบว่าคำสั่งต่างๆที่เราเขียนขึ้นนั้นถูกต้องหรือไม่ และสร้างไบนารีไฟล์(.dcu)ขึ้นมา วิธีคอมไพล์โปรแกรมทำได้โดยการคลิกเมนู Project►Compile Pproject1 แต่ถ้าต้องการให้เดลไฟตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนคำสั่งในโปรแกรมเพียงอย่างเดียว โดยยังไม่ต้องสร้างไบนารีไฟล์ ก็สามารถทำได้โดยเลือกเมนู Project► Syntax check ซึ่งทำงานได้เร็วกว่าการคอมไพล์จริง

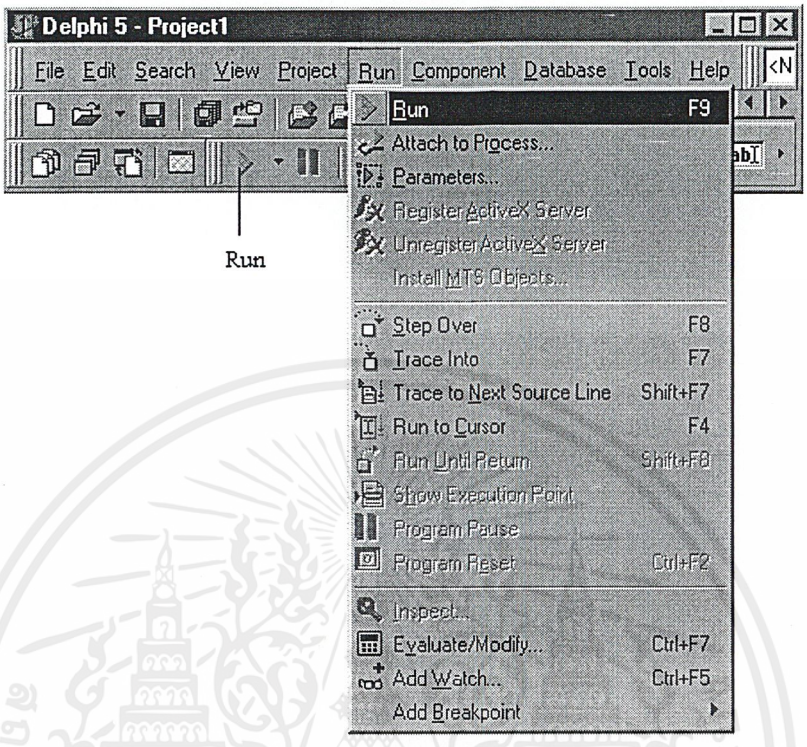


รูปที่ 9 แสดงเมนูการคอมไพล์

หลังจากคอมไพล์โปรแกรมและไม่พบข้อผิดพลาดใดๆ จะได้ไฟล์ .exe ที่มีชื่อเดียวกับชื่อโปรเจ็ค ซึ่งเราสามารถนำไฟล์ที่ได้ไปใช้งานได้เลยโดยไม่ต้องรันผ่านโปรแกรมเดลไฟอีก

การทดลองรันแอพพลิเคชั่นในเดลไฟทำได้โดย คลิกเมนู Run► Run หรืออาจคลิกปุ่มRun บนสปีดบาร์ หรืออาจกด F9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 แสดงเมนูการรัน

เราสามารถรวบขั้นตอนการคอมไพล์และรันโดยการสั่ง Run ได้ในทันทีที่ต้องการ เดลไฟจะคอมไพล์และสร้าง .exe ให้โดยอัตโนมัติและรันโปรแกรมในทันที

Windows Standard Serial Communications Library for Delphi (WSC4D) Version 2.4

Wsc4d เป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างแอพพลิเคชั่นคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางพอร์ทอนุกรมที่ดาว์โหลดมาจาก www.marshallsoft.com ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งกับ Visual Basic, C/C++, Delphi, Visual Basic for Applications (MS Access, MS Excel, MS Word), Visual FoxPro, Visual dBase, Power Builder,Fortran และ COBOL

ในส่วนของ Delphi Wsc4d จะประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นใช้งานทั้งหมด 27 ฟังก์ชั่น ฟังก์ชั่นในการควบคุม modem และ ASCII/XMODEM/YMODEM protocols

ฟังก์ชั่นที่สำคัญในการใช้งาน WSC4D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SioBaud	การกำหนดอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล (Baud rate)

SYNTAX function SioBaud(Port,BaudCode:Integer):Integer;

* Port : เป็นการเลือกพอร์ทที่ต้องการจะติดต่อด้วย *
* BaudCode : Baud rate *

SioDTR	การควบคุมบิต Data Terminal Ready (DTR).

SYNTAX function SioDTR(Port:Integer;Cmd:Char):Integer;

* Port : เป็นการเลือกพอร์ทที่ต้องการจะติดต่อด้วย *
* Cmd : คำสั่งของ DTR (command)*
'S' set DTR (ON)
'C' clear DTR (OFF)
'R' read DTR

SioGetc	การอ่านหรือรับค่าตัวอักษร (character) จากพอร์ทที่ต้องการจะติดต่อด้วย

SYNTAX function SioGetc(Port:Integer)

* Port : เป็นการเลือกพอร์ทที่ต้องการจะติดต่อด้วย *

SioParms	การกำหนด parity, stop bits, and word length.

SYNTAX function SioParms(Port,Parity,StopBits,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DataBits:Integer):Integer;

* Port : เป็นการเลือกพอร์ทที่ต้องการจะติดต่อด้วย *

* Parity : ใช้สำหรับกำหนดค่าที่ต้องการในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Parity code) *

* StopBits : Stop bits code. *

* DataBits : ใช้สำหรับกำหนดจำนวนบิตของข้อมูลที่จะทำการรับและส่ง (Word length code)*

| SioPutc | การส่งตัวอักษร (character)ไปยังพอร์ตอนุกรม |

SYNTAX function SioPutc(Port:Integer;Ch:Char):Integer;

* Port : เป็นการเลือกพอร์ทที่ต้องการจะติดต่อด้วย *

* Ch : ตัวอักษรที่ต้องการจะส่ง *

| SioReset | การกำหนดค่าเริ่มต้นของ serial port |

SYNTAX function SioReset(Port,RxQueSize,TxQueSize:Integer):Integer;

* Port : เป็นการเลือกพอร์ทที่ต้องการจะติดต่อด้วย *

* RxQueSize : ขนาดของคิวที่ใช้รับข้อมูล *

* TxQueSize : ขนาดของคิวที่ใช้ส่งข้อมูล *

| SioRTS | การควบคุมบิต Request to Send (RTS). |

SYNTAX function SioRTS(Port:Integer;Cmd:Integer):Integer;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* Port : เป็นการเลือกพอร์ทที่ต้องการจะติดต่อด้วย *

* Cmd : คำสั่งของ RTS (command) *

'S' set RTS (ON)

'C' clear RTS (OFF)

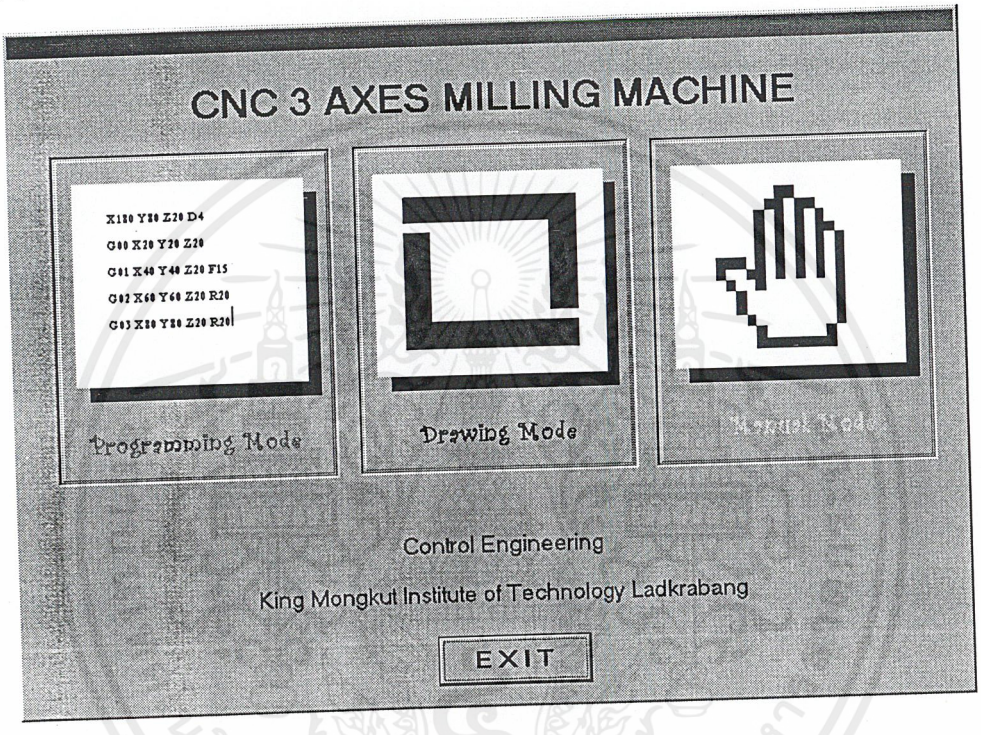
'R' read RTS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้โปรแกรมเครื่องกัดซีเอ็นซี 3 แกน

หลังจากรันโปรแกรมเดลไฟ จะเริ่มเข้าสู่การใช้งานโปรแกรม โดยจะปรากฏหน้าจอหลัก ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 หน้าจอหลัก

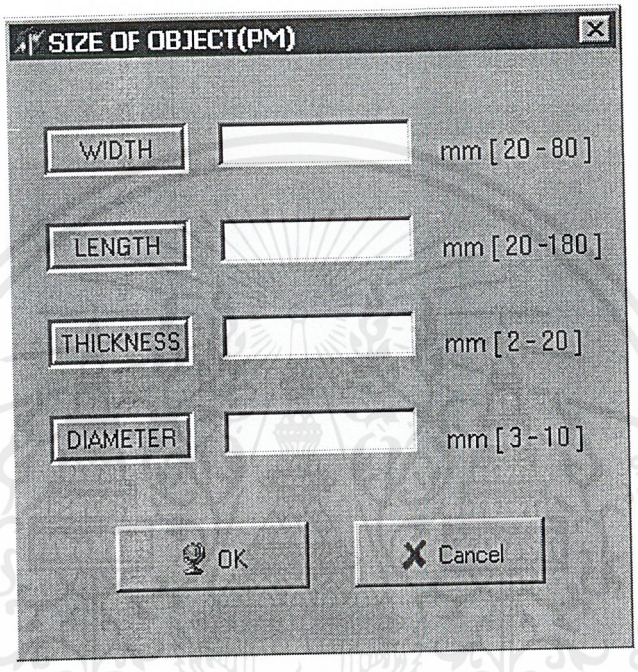
สามารถเลือกโหมดการทำงาน โดยการคลิกที่ปุ่มในรูป แบ่งเป็น

- **โหมดการโปรแกรมรหัสจี (Programming Mode)**
- **โหมดการวาดภาพชิ้นงาน(Drawing Mode)**
- **โหมดการเคลื่อนที่แบบกำหนดเอง (Manual Mode)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการโปรแกรมรหัสจี

เมื่อเลือกโหมดการโปรแกรมรหัสจีที่หน้าต่างโปรแกรมหลัก จะเข้าส่วนของหน้าต่างการกำหนดขนาด



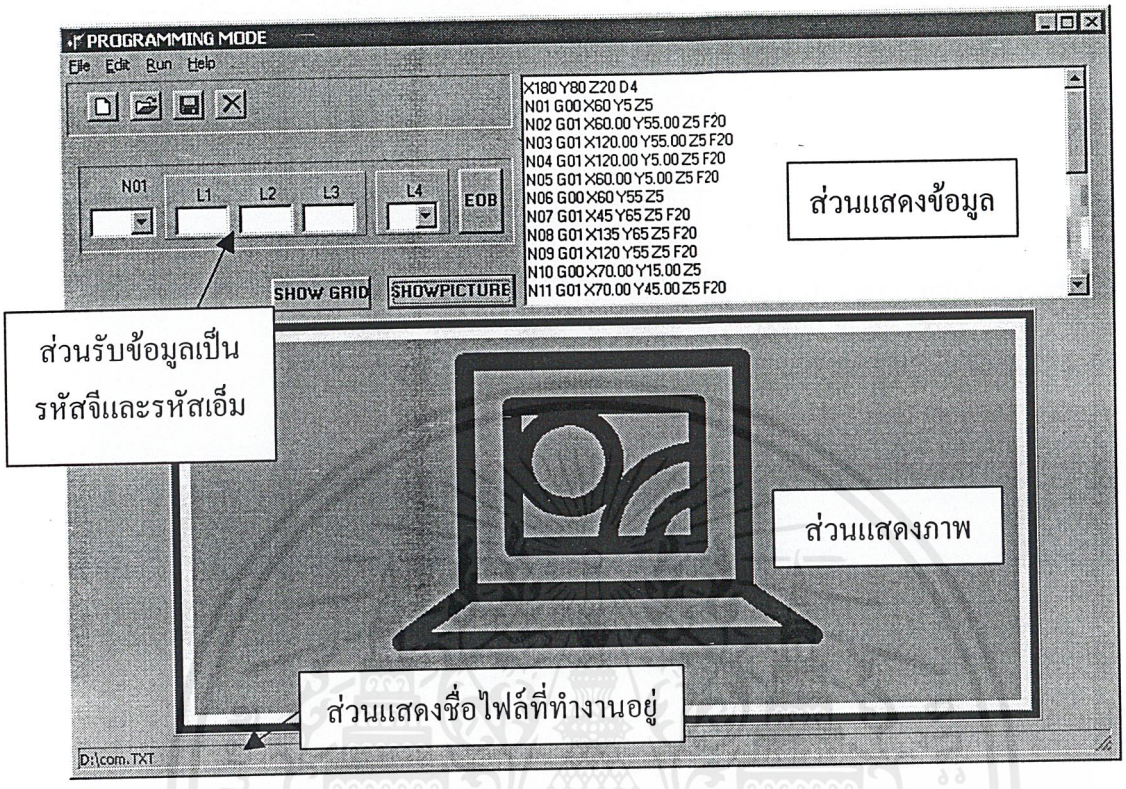
รูปที่ 2 หน้าต่างการกำหนดขนาดของโหมดการโปรแกรมรหัสจี

- เนื่องจากแท่นจับชิ้นงานของเครื่องกัดและอุปกรณ์อื่นๆมีขนาดที่จำกัดดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดขนาดของชิ้นงานเป็นดังต่อไปนี้ ความกว้างของวัตถุ 20-80 มิลลิเมตร ความยาวของวัตถุ 20-180 มิลลิเมตร ส่วนความหนา 2-20 มิลลิเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกกัด 4-10 มิลลิเมตร

หลังจากการกำหนดขนาด ก็จะเข้าส่วนการโปรแกรมคำสั่ง โดยจะแบ่งเป็น

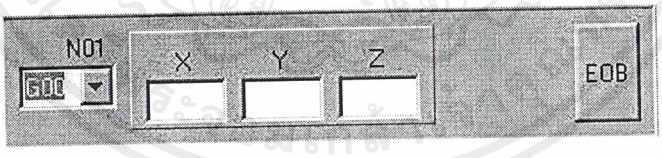
- การรับข้อมูลที่เป็นรหัสจี(G Code)และรหัสเอ็ม (M Code) ซึ่งเป็นรหัสมาตราฐานที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซี
- การจัดการไฟล์ข้อมูล(File)
- การแปลงคำสั่งที่รับเป็นภาพ เพื่อให้ทราบลักษณะของงาน
- การแก้ไขไฟล์(Edit)
- การให้ข้อมูลช่วย(Help)
- การสั่งให้กัดชิ้นงาน(Run)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 หน้าต่างโหมดการโปรแกรมรหัสจี

การรับข้อมูลที่เป็นรหัสจีและรหัสเอ็ม



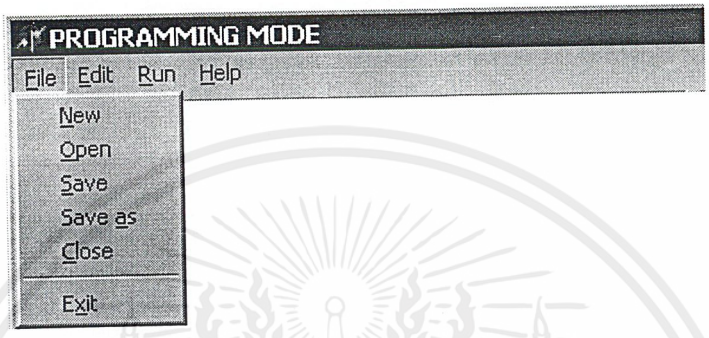
รูปที่ 4 ส่วนรับข้อมูลเป็นรหัสจีและรหัสเอ็ม

1. คลิกที่ลูกศรชี้ลงในส่วนการใส่รหัส จะมีรหัส G00 G01 G02 G03 และM30 ให้เลือก
2. เมื่อเลือกรหัสแล้ว ส่วนของการใส่ค่าจะปรากฏขึ้น
3. ใส่ค่าลงในช่องที่แสดงโดยมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร และสามารถใส่ได้ถึงจุดทศนิยม 2 ตำแหน่ง
4. กดปุ่ม EOB
5. ถ้าใส่ค่าเกินขอบเขตของชิ้นงานจะมีข้อความเตือนแสดงขึ้น
6. หลังจากนั้นได้ข้อมูลที่ถูกต้องแล้วค่าที่ได้จะไปปรากฏขึ้นที่ส่วนแสดงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการไฟล์ข้อมูล

ในโปรแกรมควบคุมเครื่องกัดได้ออกแบบการจัดการไฟล์ข้อมูล เพื่อให้ผู้ใช้สะดวกมากขึ้น การจัดการไฟล์นั้นทำได้เหมือนกับที่มีในโปรแกรมทั่วไป โดยไฟล์นั้นจะเป็นไฟล์ข้อความ(Text file) หรืออาจเรียกว่า .TXT



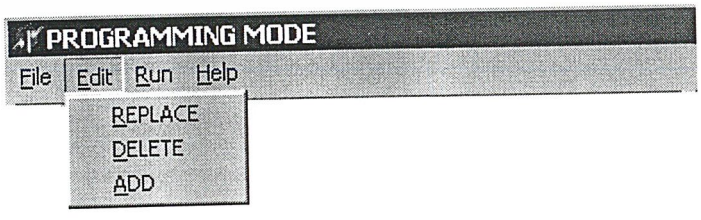
รูปที่ 5 แสดงเมนูการจัดการไฟล์ข้อมูล

การแปลงคำสั่งที่รับเป็นภาพ

เมื่อต้องการให้แสดงภาพเสมือนการกัดจริงสามารถทำได้ โดยกดปุ่ม SHOWPICTURE จะมีข้อความเตือนให้บันทึกไฟล์นั้นๆ ก่อน และจะแสดงภาพบนส่วนแสดงภาพโดยมีอัตราส่วนเป็นเป็น 3.5 Pixels ต่อ 1 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังสามารถดูสเกลได้โดยการคลิกปุ่ม SHOW GRID ซึ่งมีสเกล 2 มิลลิเมตร/ จุด

การแก้ไขไฟล์(Edit)

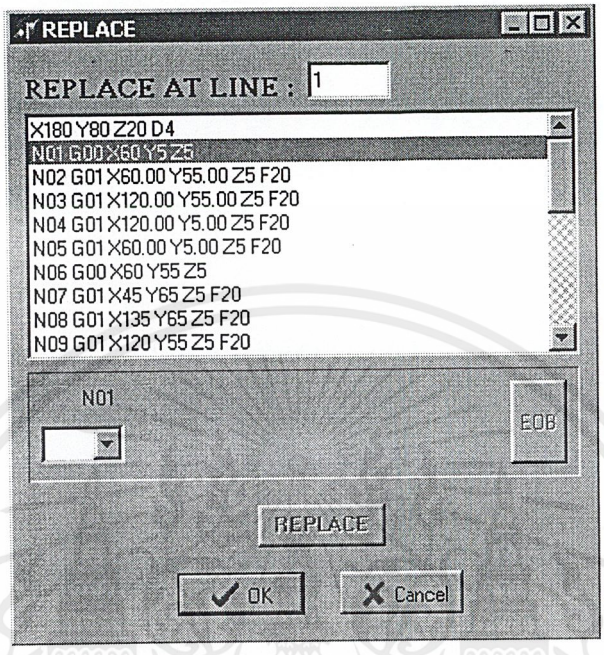
เมื่อต้องการแก้ไขไฟล์ที่ได้มีการบันทึกไฟล์ไว้แล้ว ทำได้โดยการเลือกเมนูการแก้ไขไฟล์ และสามารถเลือกการทำงานได้ 3 แบบ คือ



รูปที่ 6 เมนูการแก้ไขไฟล์ที่บันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การแทนที่(Replace)**



รูปที่ 7 หน้าต่างการแทนที่

การแทนที่สามารถทำได้โดย

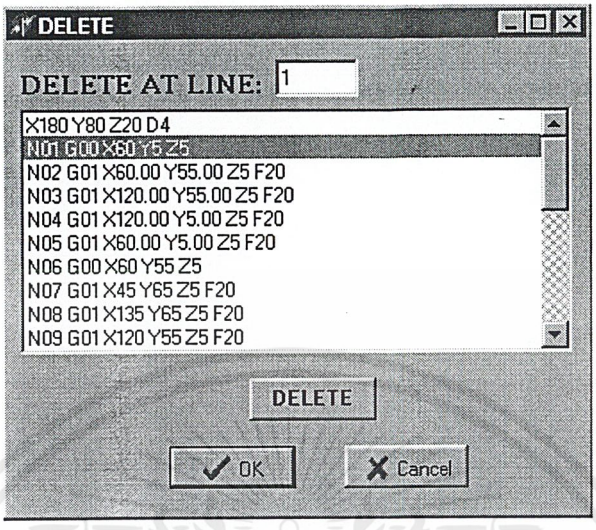
1. เลือกบรรทัดที่ต้องการแทนที่โดยการคลิกเลือกบรรทัดที่ ส่วนแสดงข้อมูล เลขที่ของบรรทัดจะไปแสดงที่ ช่องแสดงบรรทัด
2. ทำการป้อนข้อมูลที่ต้องการไปแทนที่ที่ส่วนป้อนข้อมูล
3. คลิกปุ่ม EOB เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลใส่ได้หรือไม่
4. ปุ่มREPLACEจะใช้งานได้หลังจากคลิกปุ่มนี้ข้อมูลใหม่จะไปแทนที่ข้อมูลเดิมตามต้องการ ลิกปุ่ม OK เพื่อกลับสู่หน้าต่างโหมดโปรแกรมรหัสจี

- **การลบข้อมูล(Delete)**

การลบข้อมูลสามารถทำได้โดย

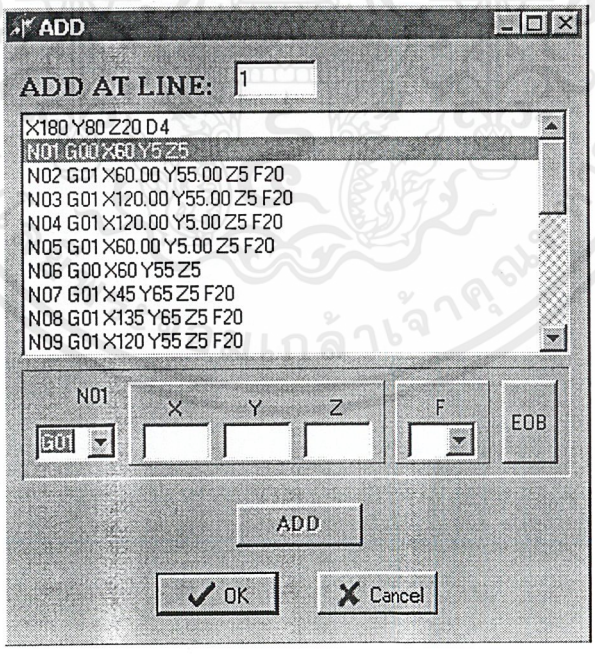
1. เลือกบรรทัดที่ต้องการลบโดยการคลิกเลือกบรรทัดที่ ส่วนแสดงข้อมูล เลขที่ของบรรทัดจะไปแสดงที่ ช่องแสดงบรรทัด
2. กดปุ่ม DELETE จะใช้งานได้ หลังจากคลิกปุ่มนี้ข้อมูลที่เลือกจะถูกลบ
3. คลิกปุ่ม OK เพื่อกลับสู่หน้าต่างโหมดโปรแกรมรหัสจี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 หน้าต่างการลบข้อมูล

- การเพิ่มข้อมูล(Add)



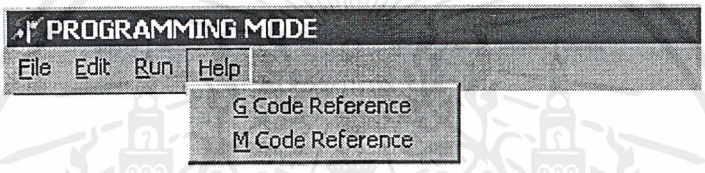
รูปที่ 9 หน้าต่างการเพิ่มข้อมูล

การเพิ่มข้อมูลสามารถทำได้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เลือกบรรทัดที่ต้องการเพิ่มโดยการคลิกเลือกบรรทัดที่ ส่วนแสดงข้อมูล เลขที่ของบรรทัดจะแสดงที่ ช่องแสดงบรรทัด
2. ทำการป้อนข้อมูลที่ต้องการไปแทนที่ที่ส่วนป้อนข้อมูล
3. คลิกปุ่ม EOB เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลใส่ได้หรือไม่
4. ปุ่มADDจะใช้งานได้หลังจากคลิกปุ่มนี้ข้อมูลใหม่จะไปเพิ่มที่บรรทัดที่ต้องการ
5. คลิกปุ่ม OK เพื่อกลับสู่หน้าต่างโหมดโปรแกรมรหัสจี

การให้ข้อมูลช่วย(Help)



รูปที่ 10 เมนูการให้ข้อมูลช่วย

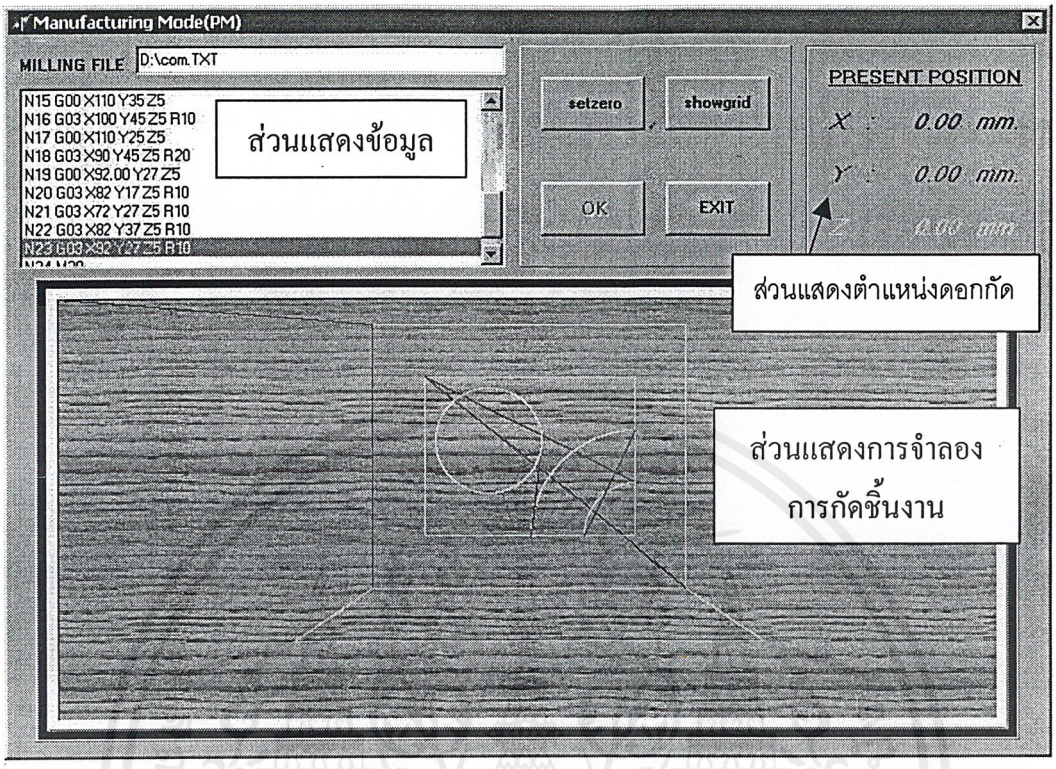
ในโปรแกรมนี้มีปุ่มที่กดเพื่อทำงานสะดวกขึ้นอีก 4 ปุ่มคือ สร้างไฟล์ใหม่ เปิดไฟล์ บันทึกไฟล์ และลบข้อมูล

การสั่งให้กัดชิ้นงาน(Run)

สามารถสั่งงานให้กัดชิ้นงานโดยกดเมนู Run และกด Maufacture หลังจากนั้นก็จะเข้าสู่โหมดการกัดชิ้นงานตามแบบที่ออกแบบมา ชื่อไฟล์และข้อมูลของไฟล์จะไปแสดงที่ส่วนแสดงข้อมูลการกัดชิ้นงาน และสามารถสั่งงานได้โดย

1. วางชิ้นงานลงบนแท่นและจับยึดชิ้นงานด้วยที่จับยึด
2. กดปุ่ม SET ZERO เพื่อให้ดอกกัดกลับไปที่จุดศูนย์ของเครื่อง
3. กดปุ่ม OK เพื่อเริ่มการทำงาน
4. ภาพของกัดชิ้นงานจะไปแสดงที่ส่วนแสดงการจำลองการกัดชิ้นงาน ในขณะที่รันโปรแกรมอยู่นั้นจะไม่สามารถกดคำสั่งอื่นๆได้จนกว่าจะทำการกัดเสร็จ
5. สามารถดูสเกลได้โดยการกดปุ่มSHOW GRID
6. จบการทำงานโดยกดปุ่ม EXIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 หน้าจอการกัดชิ้นงานตามที่ออกแบบมา

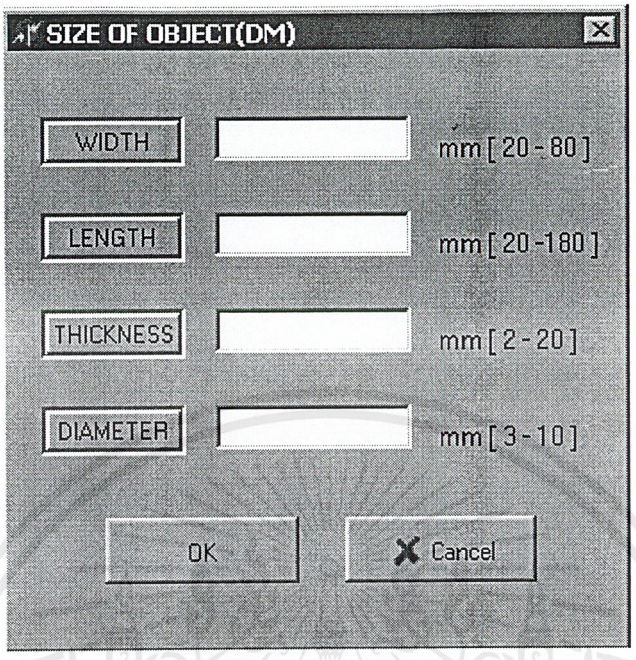
โหมดการวาดภาพชิ้นงาน

เมื่อเลือกโหมดการวาดภาพชิ้นงานที่หน้าต่างโปรแกรมหลัก จะเข้าส่วนของหน้าต่างการกำหนดขนาด เนื่องจากแท่นจับชิ้นงานของเครื่องกัดและอุปกรณ์อื่นๆมีขนาดที่จำกัดดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดขนาดของชิ้นงานเป็นดังต่อไปนี้ ความกว้างของวัตถุ 20-80 มิลลิเมตร ความยาวของวัตถุ 20-180 มิลลิเมตร ความหนา 2-20 มิลลิเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกกัด 4-10 มิลลิเมตร

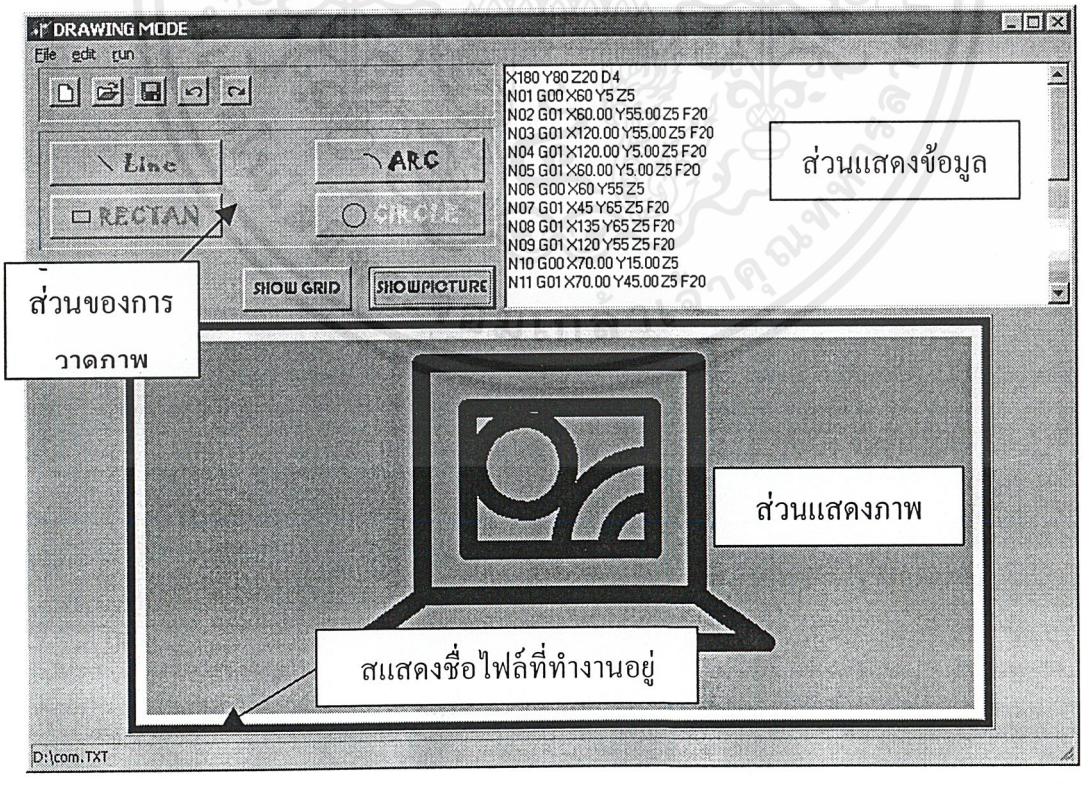
หลังจากการกำหนดขนาด ก็จะเข้าส่วนการโปรแกรมคำสั่ง โดยจะแบ่งเป็น

- การรับข้อมูลการวาดภาพ
- การจัดการไฟล์ข้อมูล
- การแปลงคำสั่งที่รับเป็นภาพ เพื่อให้ทราบลักษณะของงาน
- การแก้ไขไฟล์
- การสั่งให้กัดชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12 หน้าต่างการกำหนดขนาดของโหมดการโปรแกรมรหัสจี



รูปที่ 13 หน้าต่างโหมดการวาดภาพชิ้นงาน

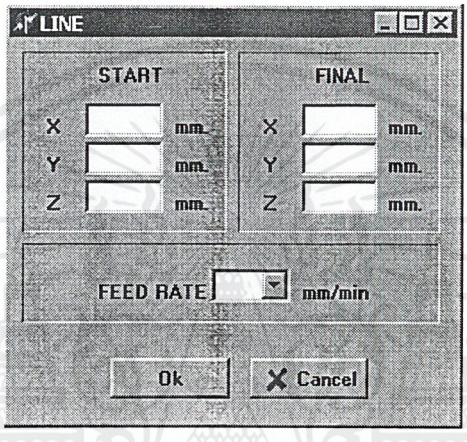
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของการรับข้อมูลการวาดภาพ

- **เส้นตรง**

การวาดเส้นตรงสามารถทำได้โดย

1. กำหนดตำแหน่งเริ่มต้น,ตำแหน่งปลาย และอัตราป้อน
2. คลิก Ok ข้อมูลที่ป้อนจะไปแสดงที่ส่วนแสดงข้อมูล

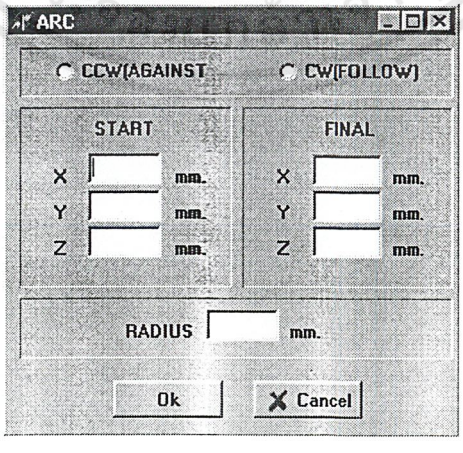


รูปที่ 14 หน้าต่างการวาดเส้นตรง

- **เส้นโค้ง**

การวาดเส้นโค้งสามารถทำได้โดย

1. กำหนดลักษณะการหมุน,ตำแหน่งเริ่มต้น,ตำแหน่งปลาย และรัศมี
2. คลิก Ok ข้อมูลที่ป้อนจะไปแสดงที่ส่วนแสดงข้อมูล



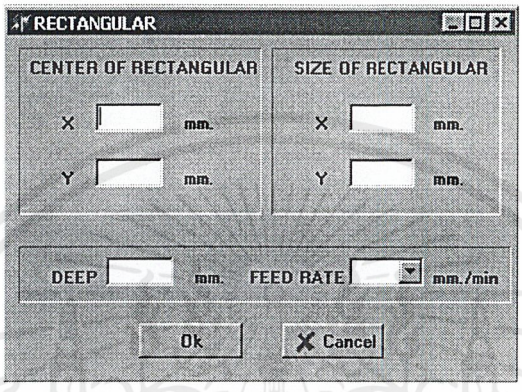
รูปที่ 15 หน้าต่างการวาดเส้นโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **สี่เหลี่ยม**

การวาดสี่เหลี่ยมสามารถทำได้โดย

1. กำหนดจุดศูนย์กลางของสี่เหลียม,ขนาดของสี่เหลี่ยม ,ความลึก และอัตราป้อน
2. คลิก Ok ข้อมูลที่ป้อนจะไปแสดงที่ส่วนแสดงข้อมูล

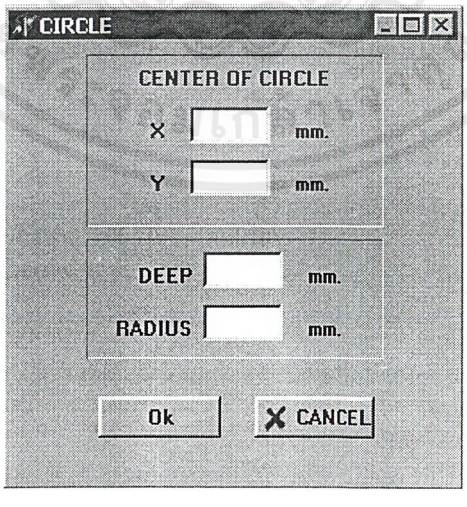


รูปที่ 16 หน้าต่างการวาดสี่เหลี่ยม

- **วงกลม**

การวาดวงกลมสามารถทำได้โดย

1. กำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลม,รัศมี ,ความลึกและอัตราป้อน
2. คลิก Ok ข้อมูลที่ป้อนจะไปแสดงที่ส่วนแสดงข้อมูล



รูปที่ 17 หน้าต่างการวาดวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการไฟล์ข้อมูล

การจัดการไฟล์ข้อมูลจะเหมือนกับการทำงานในโหมดการโปรแกรมรหัสจี

การแปลงคำสั่งที่รับเป็นภาพ

เมื่อต้องการให้แสดงภาพเสมือนการกัดจริงสามารถทำได้ โดยกดปุ่ม SHOWPICTURE จะมีข้อความเตือนให้บันทึกไฟล์นั้นๆ ก่อน และจะแสดงภาพบนส่วนแสดงภาพโดยมีอัตราส่วนเป็น 3.5 Pixels ต่อ 1 มิลลิเมตร และสามารถดูสเกลโดยกดปุ่ม SHOW GRID ซึ่ง 2 มิลลิเมตร ต่อ 1 จุด

การแก้ไขไฟล์

เมื่อต้องการแก้ไขไฟล์ ทำได้โดยการเลือกเมนูการแก้ไขไฟล์และสามารถเลือกการทำงานได้ 2 แบบ คือ

- UNDO

จะสามารถย้อนการทำงานกลับได้จนถึงคำสั่งแรกคือไม่สามารถแก้ไขขนาดของชิ้นงานได้ จะสามารถแก้ไขขนาดชิ้นงานได้โดยออกจากหน้าจอโหมดการวาดภาพชิ้นงาน ซึ่งจะปรากฏหน้าจอการกำหนดขนาด

- REDO

จะสามารถทำงานเดิมซ้ำหลังจากที่UNDO ไป

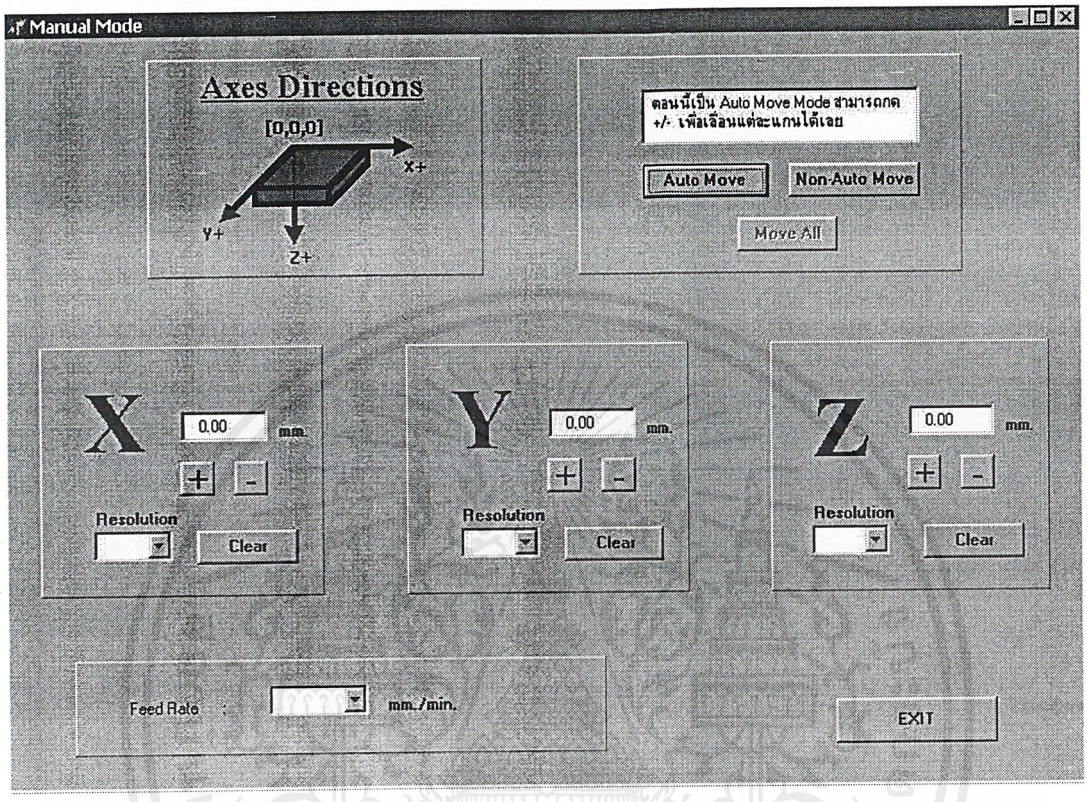
ในการแก้ไขไฟล์จะแก้ได้เฉพาะการวาดภาพที่กระทำอยู่ ไม่สามารถแก้ไขไฟล์ที่ได้ทำการบันทึกแล้วเปิดขึ้นมาใช้ได้

การสั่งให้กัดชิ้นงาน

จะเหมือนกับในโหมดการโปรแกรมรหัสจี

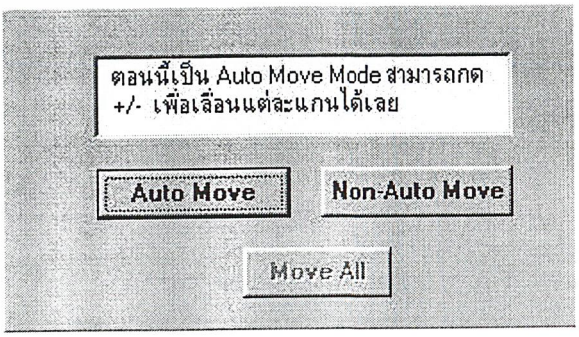
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการเคลื่อนที่แบบกำหนดเอง



รูปที่ 18 หน้าต่างโหมดการเคลื่อนที่แบบกำหนดเอง

- ในโหมดนี้ยังสามารถแบ่งการทำงานได้อีก 2 โหมดย่อยคือ โหมดการกัดชิ้นงานพร้อมกด และ โหมดการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า สามารถทำการเลือกโหมดได้โดยการกดปุ่ม Auto Move หรือ ปุ่ม Non Auto Move ดังรูปที่ 19



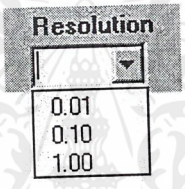
รูปที่ 19 แสดงปุ่มการเลือกโหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

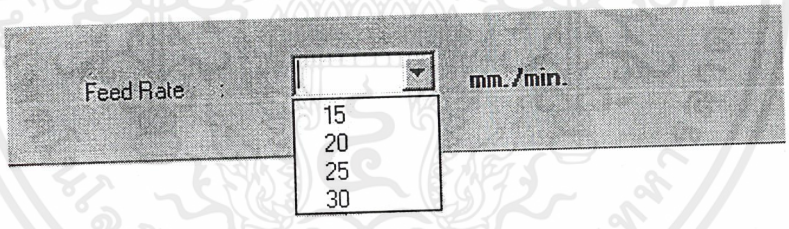
โหมดการกัดชิ้นงานพร้อมกด

โหมดนี้เป็นการสั่งกัดชิ้นงานได้เพียงทีละ 1 แกนเท่านั้น ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานดังนี้

1. วางชิ้นงานลงบนแท่น
2. ทำการเลือกค่าความละเอียดของการกัดชิ้นงานต่อการกดปุ่ม 1 ครั้ง ซึ่งมีให้เลือกดังนี้คือ 0.01, 0.10, 1.00 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 20
3. ทำการเลือกค่าอัตราป้อน ซึ่งมีให้เลือกดังนี้คือ 15, 20, 25, 30 มิลลิเมตร/นาทีดังแสดงในรูปที่ 21
4. กดปุ่ม + หรือ – เพื่อสั่งให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ไปในทิศที่ต้องการ



รูปที่ 20 แสดงการเลือกความละเอียด



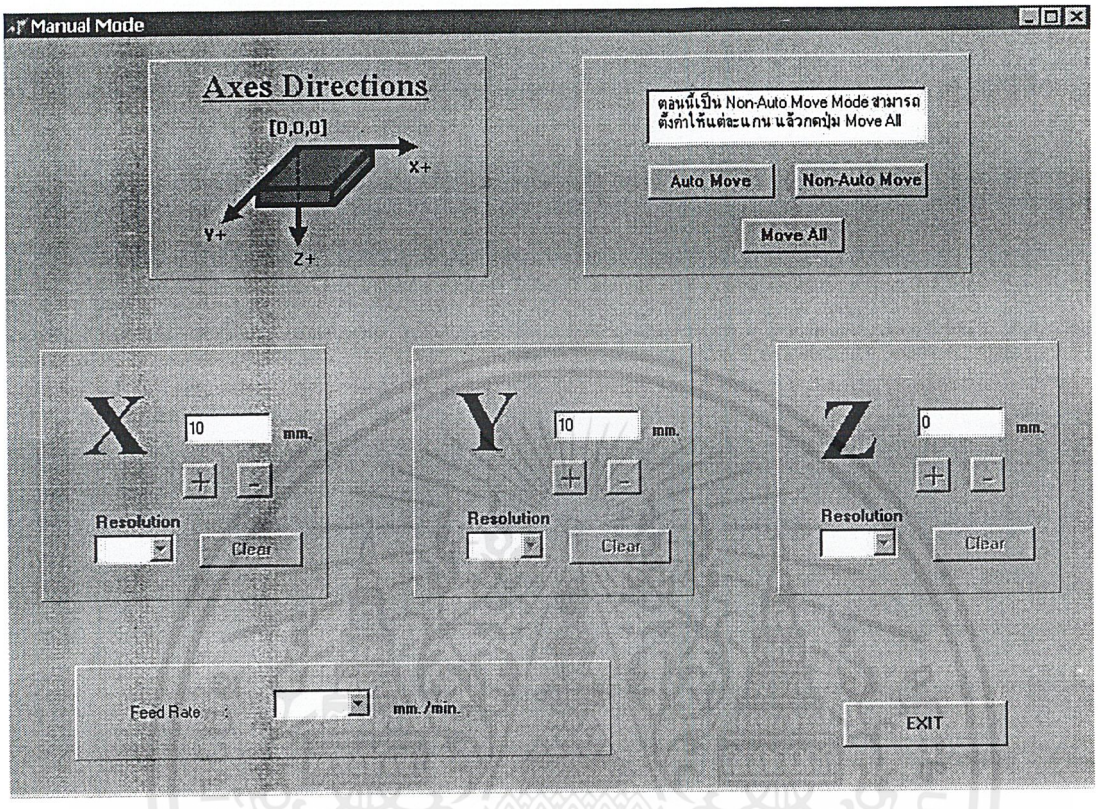
รูปที่ 21 แสดงการเลือกอัตราป้อน

โหมดการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า

สามารถทำงานได้โดย

1. วางชิ้นงานลงบนแท่น
2. ตั้งค่าพิกัดที่ต้องการให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ไป ให้ครบทั้ง 3 แกน ดังแสดงในรูปที่ 22
3. ทำการเลือกค่าอัตราป้อนเช่นเดียวกับในโหมดการกัดชิ้นงานพร้อมกด
4. กดปุ่ม Move All เพื่อให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ไปตามพิกัดที่ได้ตั้งค่าไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 22 หน้าต่างโหมดการกัดชิ้นงานแบบตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์เทพจิตร เชยโภคา ที่ให้คำปรึกษาและสนับสนุนด้านต่างๆตลอดจนช่วยจัดหาอุปกรณ์ต่างๆในการทำปริญญานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาระบบควบคุม ที่ให้คำแนะนำและชี้แนะตลอดเวลา

-อาจารย์สุมิตร สำหรับความช่วยเหลือทุกๆเรื่อง

-อาจารย์จงกล สำหรับการอินเตอร์โพเลชั่น

-อาจารย์เกียรติวรรณ สำหรับเรื่องการให้คำปรึกษาในการเขียนโปรแกรมAssembly

ขอขอบพระคุณป่าป๊า และม่าม๊าของพวกเราที่ให้กำเนิด และเลี้ยงดูจนเราสำเร็จการศึกษาทุกวันนี้

ขอขอบคุณพี่และเพื่อนๆ

-โน้ต,พี่โจ้และพี่จักรพงศ์ สำหรับการให้คำปรึกษาเรื่องการเขียนโปรแกรม

-เอกฮะ,บาสและเชษฐ์ สำหรับการให้คำปรึกษาเรื่องการเขียนโปรแกรม

-ติ๊ก,เกตุ สำหรับเรื่อง WSC4D

-หนุ่ม สำหรับความช่วยเหลือในการตรวจสอบวงจร

-ยุและต้าร์ สำหรับการ Burn Program

-เพื่อนๆภาคอิเล็กและวัตที่เป็นเอเย่น Comport

-เพื่อนๆทุกคนร่วมทุกข์ร่วมสุขด้วยกันตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กมลมาศ กำจรกิจการ, " คู่มือ Borland Delphi 5 ฉบับสมบูรณ์ ", โปรวิชั่น,520 หน้า,2543
2. นุกูล กระจาย, " การเขียนโปรแกรมแบบวิชวลด้วยDelphi 4 ",ซีเอ็ดยูเคชั่น,496 หน้า,2542
3. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร และ จักรพงษ์ สุขประเสริฐ, " คู่มือการสร้างแอพพลิเคชันด้วย Delphi 5.0 ฉบับสมบูรณ์ ",อินโฟรเพรส,546 หน้า,2543
4. วิมุติ วสะหลาย, " กลเม็ดเคล็ดลับสไตล์ Borland Delphi 4 ",คอมกราฟ,233 หน้า,2541
5. ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์ และ ปิยพงศ์ เผ่าวณิช " คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลอลอร์ MCS – 51" , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) , 380 หน้า , 2536
6. พิพัฒน์ เลาหสงคราม , "ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 48 MCS – 51 " , ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 299 หน้า
7. นายพิสุทธิ์ อภิชยกุล และ นายอนุรัตน์ ธนะโสธร, " การสร้างต้นแบบคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องกลึง " , ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุมคณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2539
8. จงกล งามวิวิทย์, "การควบคุมเชิงตัวเลข ",Japan International Cooperation Agency(JICA) , 203 หน้า,2533
9. ชาลี ตระกาลกูล, "เทคโนโลยีซีเอ็นซี",สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น),339 หน้า,2538

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้