ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การใช้คอมพิวเตอร์ออกแบบและควบคุมการทำงาน ของเครื่องมือกลอัตโนมัติ CAD/CAM CNC

โดย
นาย รองรักษ์ พนาปวุฒิกุล
นาย ชาคริต กีรติพิชญ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
032736

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2535

ภาควิชา วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง การใช้คอมพิวเตอร์ออกแบบและควบคุมการทำงาน
ของเครื่องมือกลอัตโนมัติ (CAD/CAM CNC)

ผู้จัดทำ

1. นาย รองรักษ์ พนาปวุฒิกุล เลขประจำตัว 32.1256
2. นาย ชาคริต กีรติพิชญ์ เลขประจำตัว 33.1003

อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ. สุเธียร เกียรติสุนทร)

อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ. ดร. จงกล งามวิวิทย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032736

โครงงาน CAD/CAM CNC

นาย รองรักษ์ พนาปวุฒิกุล
นาย ชาคริต กีรติพิชญ์

อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. สุเธียร เกียรติสุนทร
อ. จงกล งามวิวิทย์

ปีการศึกษา 2535

บทคัดย่อ

เครื่อง CNC จัดว่าเป็นเครื่องมือกลที่มีการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ และได้ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับโลหะต่าง ๆ สำหรับประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำเอาเครื่อง CNC มาใช้ ก็คือ สามารถลดการใช้แรงงานคนลงได้ ช่วยประหยัดเวลาที่ใช้ในการผลิต นอกจากนี้ยังสามารถช่วยผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะสลับซับซ้อนได้ง่ายขึ้น แต่ปัญหาใหญ่ที่จะพบก็คือเครื่อง CNC ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้กับโปรแกรมคำสั่ง G-Code ซึ่งจะเป็นการยากสำหรับผู้ปฏิบัติการที่ไม่มีความรู้เฉพาะทาง ดังนั้นโครงงานนี้จึงถือกำเนิดขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานของผู้ปฏิบัติการ โดยที่ผู้ปฏิบัติการเพียงแค่มีความรู้ทางด้านโปรแกรมที่ใช้สำหรับการออกแบบชิ้นงาน (โครงงานนี้จะอ้างอิงถึงโปรแกรมที่ใช้ในการวาดแบบคือ โปรแกรม AutoCAD) หลังจากที่ผู้ปฏิบัติการได้ออกแบบชิ้นงานแล้ว ก็จะสามารถเรียกใช้โปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแปลงข้อมูลของภาพชิ้นงานที่ออกแบบให้เป็นคำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่อง CNC นี้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะชิ้นงาน และสุดท้ายก็ทำการเรียกใช้โปรแกรมนี้อีกครั้งเพื่อทำการส่งผ่านข้อมูลคำสั่งที่ได้นี้ไปสู่เครื่อง CNC โดยผ่านทางพอร์ทอนุกรม RS-232 อันจะส่งผลให้เครื่อง CNC ทำการกลึงจนได้ชิ้นงานออกมาตามแบบที่วาดทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project "CAD/CAM CNC"

By : Rongrak Phanapavudhigul
Chakrit Keeratipish

Advisor : Suthian Kiatsunthorn
Jongkol Ngamwiwit

Academic Year : 1992

Abstract

CNC-machine is the one machine tool computerized controlling and widely used in many activities of steel industry. The profits that will get from using CNC-machine are decreasing human operations, saving the manufactering time and producing complicated workpieces easily. But the great problem in using CNC-machine is that the machine was designed for using with G-code command's program and these programming are so hard for the performers who haven't technical knowledge. For this purpose , our project was held in order to help the performers to operate expediently . By using this project , the performers only have knowledge about the program which uses for designing the workpieces (this project refers to program "AutoCAD" utilization in design workpieces). After the performers has designed workpiece already,he can use this project's program developed for transforming drawing data file of designed workpiece to be the command used for controlling the operation of CNC-machine correctly and suitable with workpiece's character. And finally,the performers must call this project's program again to transfer the command's data file getting from previous procedure out to CNC-machine through serial port RS-232. As the result,CNC-machine will turn the workpiece to similars to the drawing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถประสบความสำเร็จได้ก็ด้วยความเอาใจใส่ และให้คำปรึกษา รวมทั้งการแนะนำ สั่งสอนสิ่งต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อโครงงานจาก อาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 2 ท่าน คือ *อาจารย์ สุเธียร เกียรศิสุนทร* และ *อาจารย์ จงกล งามวิวิทย์* และ บุคคลผู้ซึ่งจะต้องขอขอบคุณเป็นพิเศษด้วย คือ *พี่ เทพจิตร์ เชยโภคา* ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยแนะนำและช่วยสอนวิธีการใช้เครื่อง "EMCODRAFT COMPACT 5 CNC" จนกระทั่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานและดัดแปลงปรับปรุงให้เหมาะสมกับโครงงานได้เป็นอย่างดี อันเป็นผลให้สามารถทำโครงงานนี้เสร็จสำเร็จลุล่วงได้ สำหรับท้ายที่สุดนี้ต้องขอขอบคุณ บิดา มารดา ครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ และต้องขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... i

Abstract..... ii

กิตติกรรมประกาศ..... iii

บทนำ..... 1

Part I : Introduction to AutoCAD..... 3

1. แนะนำ AutoCAD..... 4

2. เหตุผลสำคัญที่เลือกใช้ AutoCAD..... 4

3. การใช้แป้นพิมพ์ใน AutoCAD..... 5

4. การเริ่มต้นใช้งาน AutoCAD..... 6

5. การเข้าสู่ Drawing Editor..... 7

6. ระบบโคออร์ดิเนต (Coordinate)..... 8

7. การสร้าง Screen Menu ใหม่มาใช้งาน..... 11

- โปรแกรมการสร้าง Screen Menu ใหม่ : "PROJECT.MNU"... 13

8. การใช้ Menu File : "PROJECT.MNX"..... 18

- รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : "# MAIN #".. 19

- รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : "LINE"..... 24

- รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : "ARCS"..... 27

- รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : "CIRCLE".... 31

- รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : "DIMENS".... 34

- รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : "ZOOM"..... 37

- รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : "COLOR"..... 38

- รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : "DISPLAY"... 40

- รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : "TRANSFOR".. 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Part II : Introduction to CNC & COMPACT 5 CNC..... 47

1. CNC..... 48

2. แนะนำเครื่อง COMPACT 5 CNC..... 50

3. การเขียนโปรแกรมชิ้นงาน..... 53

Part III : Program EMCODRAFT CAD/CAM..... 58

1. โปรแกรม EMCODRAFT CAD/CAM..... 59

2. Utilities - CAD..... 65

3. Utilities - CAM..... 67

4. สรุปโครงสร้างของโปรแกรม EMCODRAFT CAD/CAM..... 70

Part IV : PROJECT'S PROGRAM..... 71

1. หลักการทำงานของโปรแกรม..... 72

2. วิธีการใช้งานโปรแกรม..... 90

3. การทดลอง สรุปผล และวิจารณ์..... 99

Reference : บรรณานุกรม..... 107

Appendix : ภาคผนวก..... 108

1. การเลือกค่าความเร็วตัดและความเร็วป้อน (Cutting Speed : V_s & Feed Rate : F)..... 109

2. Finding the Cutting Values..... 112

3. ระบบโคออร์ดิเนตบนเครื่อง NC..... 114

4. การวัดค่า off-set ของมีดตัด..... 116

5. สิ่งที่ควรทราบเพิ่มเติม..... 119

6. ขนาดและการประยุกต์ใช้งานมีดตัดชนิดต่าง ๆ..... 121

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

Part I : Introduction to AutoCAD

รูปที่ 5.1 Drawing Editor Screen 7

รูปที่ 6.1 แสดงตำแหน่งของแกน X และแกน Y ใน Drawing Editor 9

รูปที่ 6.2 การหมุนของมุมในระบบ Rectangular 9

รูปที่ 6.3 ระบบโคออร์ดิเนตแบบ Absolute 10

รูปที่ 6.4 ตัวอย่างการวาดรูปของ Relative Coordinate 10

รูปที่ 6.5 เพิ่มเติมจากรูปที่ 6.4 10

รูปที่ 6.6 ตัวอย่างการวาดรูปของ Polar Coordinate 11

รูปที่ 8.1 แสดงลักษณะเมนู "# MAIN #" ที่ได้สร้างขึ้น 18

รูปที่ 8.2 แสดงลักษณะเมนู "LINE" ที่ได้สร้างขึ้น 23

รูปที่ 8.3 แสดงลักษณะเมนู "ARCS" ที่ได้สร้างขึ้น 27

รูปที่ 8.4 แสดงการหมุนส่วนโค้งในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา 28

รูปที่ 8.5 แสดงการเขียนส่วนโค้งแบบ SCA 28

รูปที่ 8.6 แสดงการเขียนส่วนโค้งแบบ SER 29

รูปที่ 8.7 แสดงการเขียนส่วนโค้งแบบ SEA 29

รูปที่ 8.8 แสดงการเขียนส่วนโค้งแบบ SED 30

รูปที่ 8.9 แสดงลักษณะเมนู "CIRCLE" ที่ได้สร้างขึ้น 30

รูปที่ 8.10 แสดงการเขียนวงกลมด้วยวิธี CR 31

รูปที่ 8.11 แสดงการเขียนวงกลมด้วยวิธี CD 31

รูปที่ 8.12 แสดงการเขียนวงกลมด้วยวิธี 3P 32

รูปที่ 8.13 แสดงการเขียนวงกลมด้วยวิธี 2P 32

รูปที่ 8.14 แสดงลักษณะเมนู "DIMENS" ที่ได้สร้างขึ้น 33

รูปที่ 8.15 การบอกขนาดในแนวราบ 34

รูปที่ 8.16 การบอกขนาดในแนวดิ่ง 34

รูปที่ 8.17 การบอกขนาดที่ขนานกับแนวจุดกำเนิด 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.18 การบอกขนาดที่ออกจากเส้นฐาน 35
รูปที่ 8.19 การบอกขนาดแบบต่อเนื่องกันไป 35
รูปที่ 8.20 การบอกขนาดของมุมแบบส่วนโค้ง 35
รูปที่ 8.21 การบอกขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 35
รูปที่ 8.22 การบอกขนาดของเส้นรัศมี 36
รูปที่ 8.23 แสดงลักษณะเมนู "ZOOM" ที่ได้สร้างขึ้น 36
รูปที่ 8.24 แสดงลักษณะเมนู "COLOR" ที่ได้สร้างขึ้น 39
รูปที่ 8.25 แสดงลักษณะเมนู "DISPLAY" ที่ได้สร้างขึ้น 40
รูปที่ 8.26 แสดงลักษณะเมนู "TRANSFOR" ที่ได้สร้างขึ้น 43
รูปที่ 8.27 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง TRIM 44
รูปที่ 8.28 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง EXTEND 45
รูปที่ 8.29 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง FILLET 45
รูปที่ 8.30 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง CHAMFER 46

Part II : Introduction to CNC & COMPACT 5 CNC
รูปที่ 1.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบ NC 48
รูปที่ 1.2 บล็อคไดอะแกรมของระบบ CNC 49
รูปที่ 2.1 เครื่อง COMPACT 5 CNC 50
รูปที่ 2.2 รายละเอียดบนเครื่อง COMPACT 5 CNC 51
รูปที่ 2.3 แสดง Belt pulley drive 52

Part III : Program EMCODRAFT CAD/CAM
รูปที่ 1.1 EMCODRAFT "MAIN MENU" 60
รูปที่ 1.2 EMCODRAFT "HELP MENU" 60
รูปที่ 1.3 EMCODRAFT "CONFIGURATION" 61
รูปที่ 1.4 รูปแสดงผลต่อเนื่องจากรูปที่ 1.3 61
รูปที่ 1.5 เมนูของการวาดชิ้นงาน 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงหน้าจอ โปรแกรม Plot 65
รูปแสดงหน้าจอ โปรแกรม Symbol management 65
รูปแสดงหน้าจอ โปรแกรม dxformat 66
รูปแสดงหน้าจอ โปรแกรม Editool 67
รูปแสดงหน้าจอ โปรแกรม serin 68
รูปแสดงหน้าจอ โปรแกรม serout 68
รูปแสดงหน้าจอ โปรแกรม Postprocessor 69
รูปแสดง โครงสร้างของโปรแกรม EMCODRAFT CAD/CAM 70

Part IV : PROJECT'S PROGRAM

รูปที่ 1.1 flowchart แสดงขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 72
รูปที่ 1.2 flowchart แสดงลักษณะการทำงาน 74
รูปที่ 1.3 flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรม รูปแบบที่ 1 75-77
รูปที่ 1.4 flowchart แสดงการตรวจสอบลักษณะเส้น 79
รูปที่ 1.5 แสดงลักษณะเส้นโค้งแบบเว้าเข้า 80
รูปที่ 1.6 แสดงลักษณะเส้นโค้งแบบเว้าออก 80
รูปที่ 1.7 flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรม รูปแบบที่ 2 81-84
รูปที่ 1.8 แสดงรูปแบบการส่งข้อมูล 86
รูปที่ 1.9 flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรมการส่งข้อมูล 88
รูปที่ 2.1 flowchart ของ Main Program 92
รูปที่ 2.2 flowchart ของ Screen ของโปรแกรมการแปลง 93
รูปที่ 2.3 flowchart ของ Screen ของโปรแกรมการการส่งข้อมูล 94
รูปที่ 2.4 แสดง Screen ของ Main Menu 95
รูปที่ 2.5 แสดง Screen เลือก Pattern การ Transform 96
รูปที่ 2.6 แสดง Screen รับค่า off-set 96
รูปที่ 2.7 แสดง Screen รับค่า feed rate 97
รูปที่ 2.8 แสดง Screen รับชื่อไฟล์ที่จะทำการแปลง 97
รูปที่ 2.9 แสดง Screen Transfer Configuration 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 แสดง Screen รับชื่อไฟล์ที่ต้องการส่งไปที่เครื่อง CNC 98
รูปที่ 3.1 ชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองตอนที่ 1 99
รูปที่ 3.2 ชิ้นงานที่ได้ทำการ mark จุดแล้ว (ตอนที่ 1) 99
รูปที่ 3.3 ชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองตอนที่ 2 102
รูปที่ 3.4 ชิ้นงานที่ได้ทำการ mark จุดแล้ว (ตอนที่ 2) 102

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

Part II : Introduction to CNC & COMPACT 5 CNC

ตารางที่ 3.1 G-code 55-56

ตารางที่ 3.2 M-code 57

Part III : Program EMCODRAFT CAD/CAM

ตารางที่ 1.1 CAD MENU 63

ตารางที่ 1.2 CAM MENU 64

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ในปัจจุบันวิวัฒนาการทางคอมพิวเตอร์ได้พัฒนารุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว ประกอบกับคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลงจึงมีผู้หันมานิยมใช้คอมพิวเตอร์กันมากยิ่งขึ้น อีกทั้งคอมพิวเตอร์ยังถูกนำมาใช้งานทางวิศวกรรมกันอย่างมากมาย ซึ่งรวมไปถึงงานทางด้านวิศวกรรมการควบคุม (control engineering) ด้วย

คอมพิวเตอร์เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญในระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic control) เพราะมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการควบคุม และช่วยทำการประมวลผลการทำงานด้วย ดังนั้นเราจึงสามารถนำเอามาใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร NC (Numerical Control) ซึ่งเป็นเครื่องจักรเพื่อใช้ในการผลิตแบบอัตโนมัติ และยังมีความสามารถในการผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ โดยเราจะเรียกเครื่องจักร NC ที่มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการควบคุมระบบการทำงานนี้ว่า CNC (Computerized Numerical Control)

สำหรับในโครงงานนี้จะเป็นการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาเพื่อใช้ร่วมกับเครื่อง CNC ให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก และไม่ต้องยุ่งยากซับซ้อน โดยไม่ต้องอาศัยโปรแกรม software การทำงานของเครื่อง CNC ที่ให้มาพร้อมกับเครื่องนี้ เนื่องจากการเรียกใช้โปรแกรม software ชุดนี้จำเป็นต้องทำการติดตั้ง Hardlock เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานด้วย ซึ่งในโครงงานนี้จะเขียนโปรแกรมขึ้นมาเพื่อสนับสนุนการทำงานโดยที่ไม่ต้องอาศัย Hardlock เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานจะได้ไม่ต้องมีความกังวลใจเกี่ยวกับ Hardlock

ลักษณะการทำงานของโปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นมาเป็นดังนี้คือ เราสามารถใช้ Auto-CAD เพื่อออกแบบรูปร่างของชิ้นงานที่เราต้องการ turning แล้วทำการแปลงรหัสไฟล์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ที่จะนำไปใช้ในการเข้ารหัส (encoding) เป็นภาษา G-Code เพื่อใช้เป็นไฟล์ข้อมูลของโปรแกรมการทำงานให้แก่เครื่อง และนำไปผ่าน Post-Processor ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นเพื่อสร้างไฟล์ข้อมูลให้แก่ MCU ของเครื่อง CNC ก่อนที่จะส่งข้อมูลนี้ผ่านเข้าไปสู่เครื่อง CNC ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ในการทำโครงงาน

1. เพื่อศึกษาและเรียนรู้กระบวนการทำงานของเครื่อง CNC
2. เพื่อศึกษาโปรแกรมวาดแบบ AutoCAD และโปรแกรม EMCODRAFT CAD\CAM
3. เพื่อศึกษาถึงวิธีการเขียนโปรแกรมทั้งแบบ Hand Operation และการเขียนโปรแกรมแบบที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์
4. เพื่อศึกษาถึงการสื่อสารข้อมูลโดยผ่านพอร์ทอนุกรม

ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1. ทำการศึกษาการใช้งานโปรแกรมการออกแบบ AutoCAD
2. ทำการศึกษาการใช้โปรแกรม EMCODRAFT CAD/CAD
3. ทำการศึกษาการทำงานของเครื่อง CNC และภาษา G-Code ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่อง CNC
4. ทำการศึกษากระบวนการในการสื่อสารข้อมูล

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน

1. คอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลรุ่น 386 SX 1 เครื่อง
2. มีหน่วยความจำ 640 KB พร้อมทั้งติดตั้ง math co-processor 80387 ด้วย
3. ฮาร์ดดิสก์ (hard disk) ที่มีความจุขนาด 20 MB
4. เครื่องขับแผ่นดิสก์ (disk drive) ขนาด 1.2 MB
5. ระบบปฏิบัติการ (Disk Operation System : DOS) ตั้งแต่ version 3.0 ขึ้นไป
6. พอร์ทส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Port)
7. พอร์ทส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel Port)
8. ฮาร์ดล็อก (Hardlock)
9. สายส่งข้อมูลแบบอนุกรม RS-232
10. โปรแกรม software EMCODRAFT CAD/CAM
11. โปรแกรม software สำหรับออกแบบ AutoCAD Release 10 ขึ้นไป

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Part I

Introduction to AutoCAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แนะนำ AutoCAD

โดยทั่วไปแล้วงานออกแบบหรือเขียนแบบ (drawing) ที่ใช้คอมพิวเตอร์มักถูกเรียกว่า *Computer Aided Design* (CAD) ซึ่งสำหรับ AutoCAD แล้วก็คือ โปรแกรมที่มีขึ้นเพื่อใช้ในงานทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแบบโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ช่วย เพื่อให้ทำงานได้สะดวกรวดเร็วขึ้น และทำให้ได้แบบที่มีความประณีตขึ้น นอกจากนี้แล้ว เรายังสามารถใช้ AutoCAD เพื่อจัดทำรูปแบบ (model) ในลักษณะ 2 มิติ หรือ 3 มิติได้มากมายหลายรูปแบบ AutoCAD เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวาดเขียนแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเราสามารถที่จะปรับแต่งเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมกับความต้องการของเราได้ AutoCAD ช่วยเก็บรักษาแบบแปลนหรือรูปแบบที่เราได้วาดเขียนขึ้นมาไว้ในรูปของไฟล์ข้อมูล (data files) ซึ่งเราสามารถที่จะเรียกนำกลับคืนมาเพื่อทำการตรวจสอบ ทำการแก้ไข หรือทำการพล็อต (plotting)

2. เหตุผลสำคัญที่เลือกใช้ AutoCAD

เราสามารถใช้ AutoCAD เพื่อวาดเขียนแบบแปลนได้มากมายหลายแบบ ตามเท่าที่เราต้องการ โดยไฟล์ที่ได้จากการเขียนแบบด้วย AutoCAD จะอยู่ในรูปของฐานข้อมูล (data-base) ที่ประกอบไปด้วย ตำแหน่งบริเวณที่ระบุ, ขนาด, สี และคุณลักษณะต่าง ๆ ของแบบที่เราวาด ซึ่งเราสามารถนำออกมาใช้และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านี้ เพื่อนำไปประกอบในการจัดทำรายงาน, บิลของวัตถุดิบ, ศึกษาถึง cost-effectiveness , ข้อมูลการควบคุมเชิงตัวเลข และอื่น ๆ อีกมากมาย

แบบแปลนที่ถูกวาดใน AutoCAD สามารถที่จะวาดให้มีขนาดตามที่เป็นจริงของแบบแปลนได้ เราสามารถสร้างแบบที่จะใช้แทนสิ่งซึ่งมีขนาดใหญ่มาก ๆ (เช่น ระบบสุริยะ) หรือสิ่งที่มีขนาดเล็กมาก ๆ (เช่น โมเลกุลของไฮโดรเจน) ก็ได้ เราสามารถทำการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ (geometric) และลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งเหล่านี้ ซึ่งอาจจะเป็นวิถีทางที่ยากหรืออาจจะเป็นไปไม่ได้ ด้วยการใช้ระบบโคออร์ดิเนตแบบเรคแทนกูลาร์ (Rectangular Coordinate System) ซึ่งจะใช้เพื่อกำหนดการจัดวางตำแหน่งของวัตถุ (objects) ในฐานข้อมูล

เนื่องจากแบบแปลนหรือรูปเขียนจะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นแบบหรือรูป ซึ่งส่วนต่าง ๆ เหล่านี้เรียกกันว่า "ส่วนที่เป็นองค์ประกอบของภาพ (entity)" หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจเรียกง่าย ๆ ว่า "ส่วนของภาพ" โดยส่วนของภาพเหล่านี้จะมีปรากฏอยู่หลายรูปแบบ เช่น เส้นตรง (Line), วงกลม (Circle), ส่วนโค้งของวงกลม (Arc), แนวเส้น (Trace), วงรี (Ellipse), วงกลมแบบโดนัท (Doughnut หรือ Donut) ฯลฯ ซึ่ง AutoCAD สามารถตอบสนองการเขียนส่วนของภาพเหล่านี้ได้เป็นอย่างดี โดย AutoCAD จะใช้ชื่อส่วนของภาพเหล่านี้ไปทำเป็นคำสั่งขึ้นมา เช่น ถ้าจะเขียนเส้นตรงก็ต้องใช้คำสั่ง LINE ซึ่งจะมีคำถามว่าจากไหนและถึงไหนเป็นต้น และยังมีคำสั่งประกอบอื่น ๆ อีกมากมายใน AutoCAD เพื่อช่วยให้มีความสะดวกและรวดเร็วในการเขียนแบบ

3. การใช้แป้นพิมพ์ใน AutoCAD

การที่จะศึกษาถึงการเริ่มต้นใช้งาน AutoCAD อยากที่จะขอแนะนำให้รู้จักการใช้แป้นพิมพ์ (keyboard) ของคอมพิวเตอร์ในส่วนที่จะนำมาใช้งานโดยเฉพาะใน AutoCAD

- *กลุ่มฟังก์ชันคีย์*

  คีย์ F1 จอภาพจะเปลี่ยนไปมาระหว่าง Drawing Editor กับตัวอักษรที่แสดงคำสั่งหรือคำอธิบาย

  คีย์ F6 จะสลับไปมาระหว่างการให้แสดงโคออร์ดิเนตระหว่างการทำงาน หรือไม่ให้แสดง

  คีย์ F7 จะสลับไปมาระหว่างการให้แสดงเส้นกริด (Grid) บนจอภาพ หรือไม่ให้แสดง

  คีย์ F8 จะสลับไปมาระหว่างการบังคับให้เส้นที่เขียนอยู่ในแนวตั้งกับแนวนอน หรือไม่บังคับ

  คีย์ F9 จะสลับไปมาระหว่างจะให้มีการใช้ Snap หรือไม่ (Snap คือ การที่บังคับให้เส้นสายใย (Crosshair) เคลื่อนไปเป็นช่วง ๆ ตามระยะทางที่ได้กำหนดไว้)

  คีย์ F10 จะสลับไปมาระหว่างมีการใช้ Tablet หรือไม่

- *กลุ่มคีย์พิเศษ*

  คีย์ Ins จะเรียกให้ Cursor ปรากฏที่เมนูที่อยู่ทางขวาสุดของจอภาพ ใน Drawing Editor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คีย์ Home จะเรียกให้เส้นสายใยขึ้นมาปรากฏบนจอภาพ

คีย์ End จะลบเส้นสายใยออกจากจอภาพ

คีย์ จะเลื่อนเส้นสายใยขึ้น

คีย์ จะเลื่อนเส้นสายใยลง

คีย์ จะเลื่อนเส้นสายใยไปทางซ้าย

คีย์ จะเลื่อนเส้นสายใยไปทางขวา

คีย์ Pg Up จะให้การเลื่อนของเส้นสายใยเร็วขึ้น

คีย์ Pg Dn จะให้การเลื่อนของเส้นสายใยช้าลง

4. การเริ่มต้นใช้งาน AutoCAD

เมื่อได้ทำการติดตั้ง (Install) ไฟล์ข้อมูลทั้งหมดของโปรแกรมลงใน Harddisk แล้ว โดยสมมติว่าให้มีการติดตั้งไว้ที่ directory ของ Drive C ในส่วน subdirectory ที่มีชื่อว่า acad ซึ่งถ้าในขณะนี้เราอยู่ที่รากหลัก (directory root) บน Drive C ก็ให้พิมพ์คำสั่ง (Command) :

```
C:› cd\acad
C:› acad
```

หลังจากนั้นชั่วระยะหนึ่ง ก็จะปรากฏเมนูหลักของ AutoCAD ดังนี้

```
Main Menu
    0.  Exit AutoCAD
    1.  Begin a NEW drawing
    2.  Edit an EXISTING drawing
    3.  Plot a drawing
    4.  Printer Plot a drawing
    5.  Configure AutoCAD
    6.  File Utilities
    7.  Compile shape/font description file
    8.  Convert old drawing file
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Recover damaged drawing

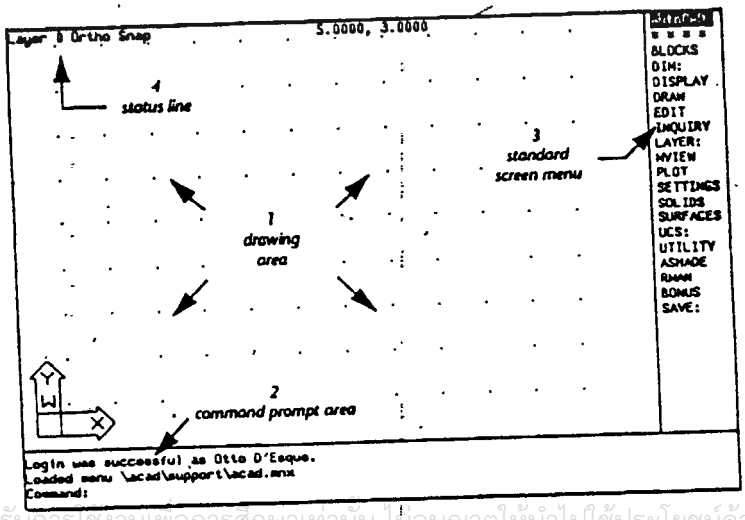
Enter selection:

5. การเข้าสู่ Drawing Editor

เมื่อปรากฏเมนูหลักของ AutoCAD แล้ว และ AutoCAD พร้อมที่จะรับการเลือก ซึ่งถ้าทำการเลือกเมนูรายการที่ 1 เพื่อเริ่มการสร้างแบบแปลนใหม่ (New Drawing) แล้ว จะเห็นว่า AutoCAD มีการถามชื่อของแบบแปลน โดยชื่อของแบบแปลนจะต้องยาวไม่เกิน 8 ตัวซึ่งอาจจะเป็นตัวอักษร ตัวเลข หรือตัวอักษรพิเศษ คือ $ และ _ หลังจากพิมพ์ชื่อของแบบแปลนลงไปแล้วให้กด ENIER ชื่อนี้จะเป็นชื่อของแบบแปลนซึ่งจะบันทึกไว้ใน disk ที่ใช้งานอยู่ในขณะนั้น และจะเป็นไฟล์แบบ ".DWG" โดยอัตโนมัติ แล้วก็จะเข้าสู่ส่วน Drawing Editor

ในกรณีที่เลือกเมนูรายการที่ 2 เพื่อตรวจแก้แบบแปลนที่มีอยู่ (Edit an Existing Drawing) ก็สามารถที่จะเข้าสู่ส่วน Drawing Editor ได้เหมือนกัน การเลือกในกรณีนี้จะเลือกเมื่อต้องการเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมแบบแปลนที่มีอยู่ หรือเพียงแต่เรียกแบบแปลนที่มีอยู่ขึ้นมาดูบนหน้าจอ โดยเมื่อทำการเลือกเมนูรายการนี้แล้ว เครื่องจะถามชื่อแบบแปลน ก็ให้ใส่ชื่อของแบบแปลนที่ต้องการลงไป (ชื่อที่ใส่ลงไปจะต้องมีไฟล์ข้อมูลเก็บไว้อยู่แล้ว) แล้วหลังจากนั้นก็จะเข้าสู่ส่วน Drawing Editor

เมื่อเข้าสู่ส่วน Drawing Editor แล้ว ก็จะมีรูปเป็นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 5.1 ปรากฏขึ้นบนหน้าจอ



รูปที่ 5.1
Drawing Editor Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน้าจอจะประกอบไปด้วยพื้นที่ที่สำคัญ 4 ส่วน คือ

1. ส่วนพื้นที่สร้างแบบแปลน (drawing area)

พื้นที่สร้างแบบแปลนนี้จะเป็นดังที่แสดงในรูปที่ 5.1 ซึ่งในที่นี้เรากำหนดให้ grid on ซึ่งจะเห็นได้จากเมตริกซ์ของจุดในพื้นที่ส่วนนี้

2. ส่วนรอรับคำสั่ง (command prompt area)

ในส่วนนี้จะเป็นพื้นที่ของข้อความ (text area) ซึ่งอาจจะมีหนึ่ง หรือสามบรรทัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการกำหนด configuration โดยส่วนนี้จะอยู่ที่ส่วนล่างของหน้าจอ และเมื่อเห็นคำว่า Command : ที่ข้างล่างของหน้าจอที่แสดง เราก็จะสามารถใส่คำสั่งของ AutoCAD ลงไปได้

3. ส่วน screen menu มาตรฐาน ของ AutoCAD (AutoCAD standard screen menu)

เมื่อเราเข้าสู่ drawing editor แล้ว หน้าแรกของ screen menu มาตรฐาน จะแสดงอยู่ทางด้านขอบขวาของหน้าจอ เมนูนี้ประกอบไปด้วย ชื่อของคำสั่ง และชื่อของหน้าอื่น ๆ ของ screen menu

4. ส่วนบรรทัดที่แสดงสถานะ (status line)

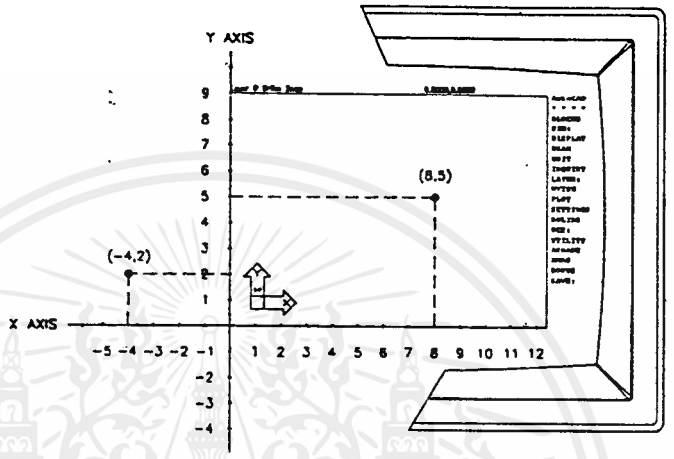
ส่วนนี้อยู่ที่บริเวณด้านบนของหน้าจอ บรรทัดที่แสดงสถานะนี้จะแสดงถึง (จากซ้ายมาขวา) ชื่อของ drawing layer ที่ใช้อยู่ปัจจุบัน (ในที่นี้เป็น 0) และค่า X,Y coordinates ของจุดที่เราได้ระบุเจาะจงลงไป (ในที่นี้เป็นค่า 5.0000,3.0000)

6. ระบบโคออร์ดิเนต (Coordinate System Overview)

ระบบโคออร์ดิเนตแบบเรคแทนกูลาร์ (Rectangular Coordinate System) ที่ถูกเรียกว่าเป็น World Coordinate System (WCS) จะถูกใช้เพื่อระบุตำแหน่งของวัตถุที่มีในแบบแปลนของเรา สำหรับระบบ WCS จะประกอบไปด้วยแกน X และแกน Y ที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน โดย X coordinate ระบุถึงระยะทางตามแนวนอน (horizontal distance) และ Y coordinate จะระบุถึงระยะทางตามแนวตั้ง (vertical distance) ดังนั้นคู่ของ X กับ Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

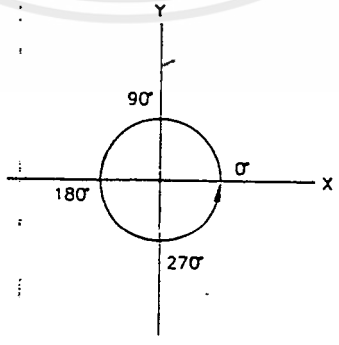
coordinate ที่มีรูปแบบเป็น (X,Y) สำหรับใช้ชี้ถึงตำแหน่งของจุดใด ๆ ใน 2 มิติ จุดกำเนิด (0,0) ได้แสดงถึงตำแหน่งซึ่งแกนทั้งสองตัดกัน และเป็นตำแหน่งที่อยู่ทางมุมล่างซ้ายของ drawing รูปที่ 6.1 จะแสดงถึงตำแหน่งของแกน X และ แกน Y เมื่อเราเข้าสู่ Drawing Editor



รูปที่ 6.1

- การวัดมุมในระบบโคออร์ดิเนตแบบเรคแทนกูลาร์ (Angular Measurement in a Rectangular Coordinate System)

ในระบบโคออร์ดิเนตแบบเรคแทนกูลาร์นั้น มุมจะถูกวัดในทิศทางที่ทวนเข็มนาฬิกา (counterclockwise direction) ซึ่งรูปที่ 6.2 จะแสดงถึง การหมุนของมุมในระบบนี้



รูปที่ 6.2

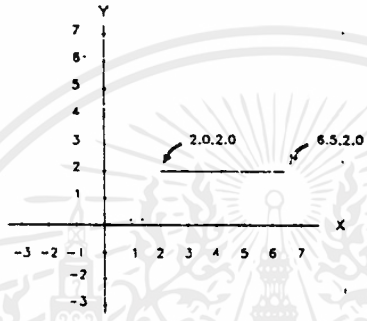
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032736

- โคออร์ดิเนตแบบแอบโซลูท (Absolute Coordinates)

เราสามารถระบุจุดที่แน่นอนลงไปได้ ด้วยการใส่ค่าของ X และ Y ของจุดนั้น ๆ และเวลาใส่ค่าให้แยกระหว่างค่าทั้งสองด้วย comma ซึ่งตัวอย่างของการระบุแบบนี้เป็นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 6.3

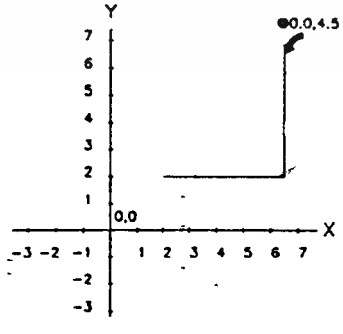
```
Command: line
From point: 2,2
To point: 6.5,2
To point. Press ↵ to exit the Line command.
Command:
```



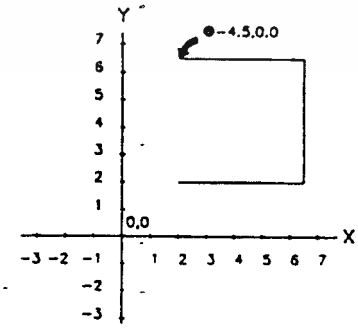
รูปที่ 6.3

- โคออร์ดิเนตแบบสัมพันธ์ (Relative Coordinate)

บางครั้งเราจำเป็นที่จะต้องเลือกจุดที่รู้เพียงแค่ระยะทางจากจุดสุดท้ายที่ได้ระบุไว้เท่านั้น เพื่อที่จะกระทำให้ได้จึงต้องใส่ @ แล้วตามด้วยค่า coordinate X และ Y ดังได้แสดงตัวอย่างไว้ในรูปที่ 6.4 และรูปที่ 6.5



รูปที่ 6.4

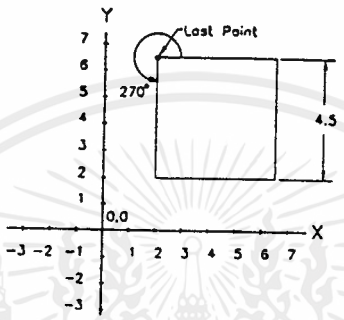


รูปที่ 6.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โคออร์ดิเนตแบบเชิงขั้ว (Polar Coordinates)

วิธีอีกวิธีหนึ่งที่สามารถใช้เพื่อระบุตำแหน่งของจุดได้ก็คือ แบบโคออร์ดิเนตเชิงขั้ว โคออร์ดิเนตชนิดนี้สามารถจะระบุจุดใด ๆ ได้ โดยการให้ระยะทางและมุมจากจุดก่อนหน้านั้น และรูปแบบของวิธีนี้ก็คือ *@distance<angle* เมื่อ *distance* คือ ระยะทางเชิงเส้นจากจุดก่อนหน้านั้น และ *angle* คือ มุมจากแกน +X ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6

7. การสร้าง Screen Menu ใหม่มาใช้งาน

หลังจากการที่เราได้เข้ามาสู่ Drawing Editor แล้ว จะสังเกตเห็นมี Screen Menu มาตรฐาน อยู่ทางด้านขวามือของหน้าจอ ซึ่งในโปรแกรม AutoCAD นี้มี Screen Menu อยู่ในไฟล์ ACAD.MNU หรือ ACAD.MNX ซึ่งไฟล์ ACAD.MNX นั้นได้มาจากการ compile ไฟล์ ACAD.MNU (ไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .MNU จะอยู่ในรูปของ Text File ธรรมดา) และโดยปกติเมื่อเข้าสู่ Drawing Editor AutoCAD จะทำการเรียกไฟล์ Screen Menu ACAD.MNX นี้ไปใช้งานก่อน จึงทำให้เราได้เห็น Screen Menu มาตรฐาน ปรากฏขึ้นมาบนหน้าจอ

ใน Screen Menu มาตรฐาน ของ AutoCAD นี้มีขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการเรียกใช้คำสั่งให้กับผู้ใช้งาน อันจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกนำเอามาใช้ได้อย่างสะดวก แต่เนื่องจากคำสั่งใน Screen Menu มาตรฐาน บางคำสั่ง เราไม่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างรูปโมเดลของแบบชิ้นงานที่เรากำลังทำการศึกษา อีกทั้งคำสั่งที่ใช้สำหรับทำการเขียนสร้างรูปนั้นไม่สะดวกรวดเร็วพอในการที่จะหยิบนำเอามาใช้ได้บ่อย ๆ ดังนั้นเราจึงต้องทำการสร้างเมนูใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับรูปแบบของงานตามที่เราต้องการ โดยในเมนูใหม่ที่เราได้ทำการสร้างขึ้นมานี้จะบรรจุไว้แต่เพียงคำสั่งที่คิดว่าจำเป็นต้องใช้งานเท่านั้น และจัดให้คำสั่งที่ใช้สำหรับสร้างรูปนั้น สามารถนำมาใช้ได้อย่างสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้นกว่าเดิมที่มีอยู่ใน Screen Menu มาตรฐาน

<u>การสร้าง Screen Menu ใหม่</u> นั้นจะต้องเก็บข้อมูล Menu File ให้อยู่ในรูปของ Text File โดยใช้ Text editor ต่าง ๆ เช่น Turbo, SIDEKICK, EDLIN,QEDIT ฯลฯ แต่ที่ค่อนข้างสะดวกคือ การใช้ SIDEKICK หรือ EDLIN หรืออาจใช้ QEDIT แบบ resident ได้ เพราะสามารถทดลองปรับปรุงแก้ไข Menu File ขณะที่อยู่ใน AutoCAD ได้เลย ส่วนหลักเกณฑ์ในการตั้งชื่อ Menu File มีอยู่ว่าจะต้องกำหนดให้นามสกุลของไฟล์เป็น .MNU เท่านั้น จะเป็นอย่างอื่นไม่ได้

<u>การเรียกใช้เมนูใหม่</u> เราสามารถเรียกเมนูใหม่ขึ้นมาใช้งานได้ 2 วิธี คือ

1. ใช้คำสั่ง MENU พิมพ์เข้าไปในขณะที่ Command:
2. เลือกจากเมนูด้านข้างขวาของจอโดยเลือก [UTILITY] และเลือก [MENU]

หลังจากนั้นเครื่องจะถามถึงชื่อของเมนูไฟล์ใหม่ ซึ่งเราจะต้องตอบไปตามชื่อของเมนูไฟล์ใหม่ที่เราได้ทำการสร้างเอาเก็บเอาไว้แล้ว คือ "PROJECT" โดยที่ไม่ต้องใส่นามสกุลของไฟล์ลงไป ซึ่งเมนูไฟล์นี้ได้ผ่านการ compile จาก PROJECT.MNU ให้เป็น PROJECT.MNX เรียบร้อยแล้ว และเครื่องก็จะทำการเรียกไฟล์ PROJECT.MNX เข้ามาใช้งาน พร้อมกับมีข้อความบอกดังนี้

```
Loaded menu C:\ACAD\PROJECT.MNX
```

<u>*ข้อควรระวัง*</u> หากเมนูไฟล์ไม่ได้อยู่ใน directory ที่ใช้งาน จะต้องกำหนด path ให้กับเมนูไฟล์ด้วย ในกรณีที่ AutoCAD หาเมนูไฟล์ไม่พบ อาจจะเนื่องจากกำหนด path ผิด หรือพิมพ์ชื่อไฟล์ผิด จะมีข้อความปรากฏบอกดังนี้

```
"PROJECT.MNU" Can't open file
     in C:\ACAD
Enter another menu file name (or RETURN for none) :
```

<u>รายละเอียดของโปรแกรม PROJECT.MNU</u> ซึ่งโปรแกรมที่ทำการ Screen Menu ใหม่จะมีเนื้อหารายละเอียดเป็นดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
***MENU FILE : PROJECT.MNU

***NEW SCREEN MENU


**main

[# MAIN #]^c$s=main

[********]

[POINT]^c^cSETVAR PDMODE;34;POINT

[LINE ]*^c^c$s=x $s=line_m

[ARCS ]*^c^c$s=x $s=arc_m

[CIRCLE]*^c^c$s=x $s=circle_m

[]

[DIM]*^c^c$s=x $s=dim_m

[ZOOM]*^c^c$s=x $s=zoom_m

[LAYERS]*^c^cLAYER

[COLOR]*^c^c$s=x $s=color_m

[DISPLAY]*^c^c$s=x $s=disp_m

[TRANSFOR]*^c^c$s=x $s=trans_m

[]

[UNDO]^c^cUNDO

[REDRAW]^c^cREDRAW

[SHELL]^c^cSHELL

[SAVE ]^c^cSAVE

[END  ]^c^cEND

[QUIT ]^c^cQUIT

[]

[*CANCEL*]^c^c
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
**x 14
[UNDO]^c^cU
[REDO]^c^cREDO
[ERASE]^c^cERASE W
[REDRAW]^c^cREDRAW
[]
[# MAIN #]^c$s=main
[]
[*CANCEL*]^c^c

**line_m
[]
[ LINE ]
[======]
[DASH]^c^cLAYER LTYPE DASHED;\;
[DASH2]^c^cLAYER LTYPE DASHED2;\;
[DASHDOT]^c^cLAYER LTYPE DASHDOT;\;
[DASHDOT2]^c^cLAYER LTYPE DASHDOT2;\;
[BORDER]^c^cLAYER LTYPE BORDER;\;
[DOT]^c^cLAYER LTYPE DOT;\;
[FULL]^c^cLAYER LTYPE CONTINUOUS;\;
[LTSCALE]^c^cLTSCALE
[LINE]^c^cLINE

**arc_m
[]
[ ARCS ]
[======]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
[3P:]^c^cARC \\\
[SCA:]^c^cARC \C;\A;\
[SER:]^c^cARC \E;\R;\
[SEA:]^c^cARC \E;\A;\
[SED:]^c^cARC \E;\D;\

**circle_m
[]
[CIRCLE]
[======]
[CR:]^c^cCIRCLE \\
[CD:]^c^cCIRCLE \D;\
[3P:]^c^cCIRCLE 3P;\\\
[2P:]^c^cCIRCLE 2P;\\
[C_DRAG]^c^cCIRCLE \DRAG
[C_TTR]^c^cCIRCLE TTR;\\\

**dim_m
[]
[DIMENS]
[======]
[HORIZ]^c^cDIM HOR
[VERTI]^c^cDIM VER
[ALIGH]^c^cDIM ALI
[BASEL]^c^cDIM BAS
[CONTI]^c^cDIM CON
[ANGLE]^c^cDIM ANG
[DIA]^c^cDIM DIA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
[RAD]^c^cDIM RAD
[CEN]^c^cDIM CEN

**zoom_m
[]
[ZOOM]
[====]
[SCALE]^c^cZOOM \
[ALL]^c^cZOOM A
[EXTENTS]^c^cZOOM E
[WINDOW]^c^cZOOM W;\\

**color_m
[]
[COLOR]
[=====]
[RED]^c^cLAYER COLOR;1;\
[YELLOW]^c^cLAYER COLOR;2;\
[GREEN]^c^cLAYER COLOR;3;\
[CYAN]^c^cLAYER COLOR;4;\
[BLUE]^c^cLAYER COLOR;5;\
[MAGENTA]^c^cLAYER COLOR;6;\
[WHITE]^c^cLAYER COLOR;7;\

**disp_m
[]
[DISPLAY]
[=======]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
[PAN]^c^cPAN
[VIEW]^c^cVIEW
[MOVE]^c^cMOVE W
[COPY]^c^cCOPY
[SCALE]^c^cSCALE
[MIRROR]^c^cMIRROR
[HATCH]^c^cHATCH U;\\\

**trans_m
[]
[TRANSFOR]
[========]
[BREAK]^c^cBREAK W
[TRIM]^c^cTRIM
[EXTEND]^c^cEXTEND
[FILLET]^c^cFILLET R
[CHAMFER]^c^cCHAMFER D


<END OF FILE>
```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การใช้ Menu File :"PROJECT.MNX"

เมื่อเราได้ทำการเปลี่ยน Screen Menu มาตรฐานมาเป็น Screen Menu ใหม่ที่สร้างขึ้นมาเองแล้ว จะเห็นว่าหน้าจอในส่วนที่เป็น Screen Menu เดิมที่มีชื่อว่า AutoCAD นั้นได้เปลี่ยนมาเป็น Screen Menu ใหม่ตามที่เราสร้างที่มีชื่อว่า "# MAIN #" และจะปรากฏคำสั่งต่าง ๆ ตามที่เรากำหนดไว้ใหม่ขึ้นมาแทนด้วย ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 8.1

รูปที่ 8.1 แสดงลักษณะเมนู "# MAIN #" ที่ได้สร้างขึ้นใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ Screen Menu ใหม่ตามที่ต้องการแล้ว ก่อนอื่นก็ควรที่จะทำการปรับระยะการเคลื่อนที่ของเส้นสายใย (crosshair) ให้มีระยะการเคลื่อนที่เป็นช่วง ๆ เท่ากันตามที่เราต้องการได้ ด้วยการใช้คำสั่ง SNAP (กดคีย์ F9) โดยรูปแบบของคำสั่ง SNAP มีดังนี้

Command : SNAP

On/Off/Value/Aspect/Rotate/Style : On

Value/Aspect<0.0000> : 0.05 (ตั้งใหม่)

หลังจากเรียกใช้คำสั่ง SNAP แล้วเครื่องจะมีการถาม ให้เราเลือกตอบว่า On ซึ่งจะเป็นการใช้ Snap และตัว Crosshair จะไปตามค่าความละเอียดที่ตั้งไว้เดิม แต่ถ้าค่าเดิมเป็น 0.00 โปรแกรมจะให้ตั้งค่าใหม่ ซึ่งในที่นี้เราตั้งค่าใหม่ให้มีค่าเป็น 0.05 และเมื่อต้องการเลิกใช้ก็ให้กดคีย์ F9 แล้วตอบ Off ลงไป

- *รายละเอียดของคำสั่งแต่ละคำสั่งที่อยู่ใน Screen Menu :"# MAIN #"* จะสามารถเป็นดังนี้ (ลักษณะของเมนูเป็นดังที่ปรากฏอยู่ในรูปที่ 8.1)

Screen Menu : "# MAIN #"

POINT จะเป็นการเขียนจุดในตำแหน่งที่กำหนดให้ โดยลักษณะของจุดที่ปรากฏขึ้นบนหน้าจอจะเป็นรูป " . " หลังจากที่เราเลือกคำสั่งนี้แล้ว เครื่องจะถามถึงตำแหน่งจุดโคออร์ดิเนตที่ต้องการเขียนจุดลงไป ก็ตอบจุดที่เราต้องการ

LINE เป็นการเลือกที่จะเขียนเส้นหรือลากเส้น ซึ่งเมื่อเลือกเมนูรายการนี้แล้วก็จะปรากฏ Screen Menu " LINE " ในหน้าจอถัดมา โดยในรายการนี้เรายังสามารถที่จะเลือกแบบของเส้นที่ต้องการลากได้ สำหรับรายละเอียดของเมนูรายการนี้เราจะอธิบายต่อในภายหลัง

ARCS เป็นการเลือกที่จะเขียนส่วนโค้งส่วนหนึ่งของวงกลม โดยในรายการนี้เราสามารถเลือกวิธีที่จะเขียนส่วนโค้งได้ 5 วิธี ซึ่งจะปรากฏเมนูรายการให้เลือกได้ในหน้าจอถัดไป สำหรับรายละเอียดจะกล่าวถึงภายหลัง

CIRCLE เป็นการเลือกที่จะเขียนรูปวงกลม โดยในรายการนี้เราสามารถเลือกวิธีที่จะเขียนวงกลมได้ 6 วิธี ซึ่งจะปรากฏเมนูรายการให้เลือกได้ในหน้าจอถัดไป สำหรับรายละเอียดจะมีการกล่าวถึงภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIM เป็นการเลือกที่จะเขียนเส้นบอกขนาด (Dimensioning) เมื่อเรามีความประสงค์ที่จะบอกขนาดในแบบแปลน และจะมีรายการอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการบอกขนาดให้เลือกในหน้าจอถัดไป และขออธิบายรายละเอียดในภายหลัง

ZOOM เป็นการเลือกที่จะขยายเพิ่มหรือลดขนาดสิ่งของที่เราดูอยู่บนหน้าจอได้ โดยที่ขนาดของรูปที่เราเขียนยังอยู่คงเดิม การ ZOOM มีหลายรูปแบบให้เลือกดังที่ปรากฏอยู่ในเมนูรายการของหน้าจอถัดมา ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดต่อในภายหลัง

LAYERS เป็นการเลือกที่จะกระทำการใด ๆ เกี่ยวกับชั้น ซึ่งชั้นเปรียบเสมือนกระดาษแก้วใสที่วางทับกันบนแบบแปลนเป็นชั้น ๆ เราจะกำหนดให้เขียนส่วนของภาพบนชั้นไหนก็ได้และชั้นจะมีกี่ชั้นก็ได้ แต่ควรจะรวมกันเป็นกลุ่มตามลักษณะของงาน ในขณะที่เขียนส่วนของภาพจะต้องมีชั้นหนึ่งที่ใช้งานขณะเขียน (Current Layer) ส่วนของภาพที่เขียนจะปรากฏในชั้นนั้น โดยเราสามารถเปลี่ยนชั้นที่ใช้อยู่นี้ได้ สำหรับในที่นี้การเลือกเมนูรายการนี้หมายความถึง ต้องการที่จะกำหนดชั้นขึ้นมาใหม่และให้ชั้นใหม่นี้เป็นชั้นที่ใช้งานเลย ซึ่งเมื่อเลือกเมนูในรายการนี้แล้ว เครื่องจะถามถึงชื่อของชั้นใหม่ที่ต้องการ ดังนี้

New layer name(s) :

ก็ให้ตอบชื่อของชั้นที่เราต้องการลงไป และจะได้ชั้นใหม่ขึ้นมาโดยชั้นใหม่ที่เกิดขึ้นมานี้ไม่ใช่เป็นชั้นที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน

COLOR เป็นการเลือกที่จะกำหนดสีของเส้นที่อยู่ในชั้นต่าง ๆ ให้มีสีตามที่เราต้องการปรากฏบนหน้าจอ โดยในเมนูรายการนี้จะมีรายการของสีให้เลือกใช้ด้วยในหน้าจอถัดมา

DISPLAY เป็นการเลือกเกี่ยวกับการควบคุมการแสดงภาพ และการจัดการเกี่ยวกับรูปภาพของแบบแปลน เช่น การแพนภาพ, การย้ายไปดูที่ส่วนอื่นของภาพ, การก๊อปปี้, การย้าย และการเขียนลวดลาย (แรเงา) เป็นต้น ซึ่งจะมีรายการเมนูให้เลือกในหน้าจอถัดมา ดังจะได้อธิบายรายละเอียดในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSFOR เป็นการเลือกที่จะทำเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรูป เช่น การลบเส้นตรงส่วนที่เกินออกมา, การตัดส่วนของภาพที่มีแนวตัดกัน, การต่อส่วนของเส้นที่ขาดอยู่ให้สมบูรณ์, การมนมุม และการตัดมุม เป็นต้น ซึ่งได้เมื่อเลือกเมนูรายการนี้แล้วก็จะมีรายการต่าง ๆ ให้เลือกที่จะกระทำในหน้าจอถัดไป โดยจะอธิบายรายละเอียดต่อในภายหลัง

UNDO เป็นการเลือกที่จะกระทำการยกเลิกคำสั่งที่แล้ว ๆ มาย้อนไปกี่ครั้งก็ได้ โดยคำสั่งนี้จะยกเลิกรูปจากคำสั่งที่เราได้ให้ไปแล้วครั้งสุดท้าย และสามารถใช้ได้ทีละหลาย ๆ รูปย้อนไป อีกทั้งยังใช้สำหรับหมายจุดไว้ว่าต่อไปนี้จะทำงานเสี่ยง เพื่อจะได้ย้อนกลับมาจุดนี้อีกเมื่อผิดพลาด แต่ในที่นี้จะใช้เพื่อกระทำการยกเลิกคำสั่งที่แล้ว ๆ ซึ่งเมื่อเลือกรายการคำสั่งนี้แล้ว เครื่องจะมีการถามถึงจำนวนครั้งที่ต้องการให้ยกเลิก ดังนี้

Command : UNDO

Auto/Back/Control/End/Group/Mark/<Number> :

ก็ให้ตอบจำนวนครั้งที่ต้องการยกเลิกคำสั่งลงไป แล้วเครื่องก็จะทำให้ตามที่เราต้องการ

REDRAW เมื่อเลือกคำสั่งนี้เป็นการเลือกที่จะทำการเขียนภาพบนหน้าจอใหม่ และลบกากบาท (Blip) ที่ทำเป็นเครื่องหมายไว้ในขณะเขียนภาพออกหมด

SHELL เป็นการที่จะไปใช้คำสั่งใน DOS ขณะที่กำลังใช้ AutoCAD อยู่ คือ อยู่ใน Drawing Editor เมื่อเลือกคำสั่งนี้ก็จะทำให้เราสามารถปฏิบัติคำสั่ง DOS ได้ครั้งละ 1 คำสั่ง เมื่อเสร็จแล้วก็จะกลับเข้ามาที่ AutoCAD ทันที โดยในหน้าจอจะปรากฏ เป็นดังข้างล่าง เมื่อได้เลือกใช้คำสั่งนี้

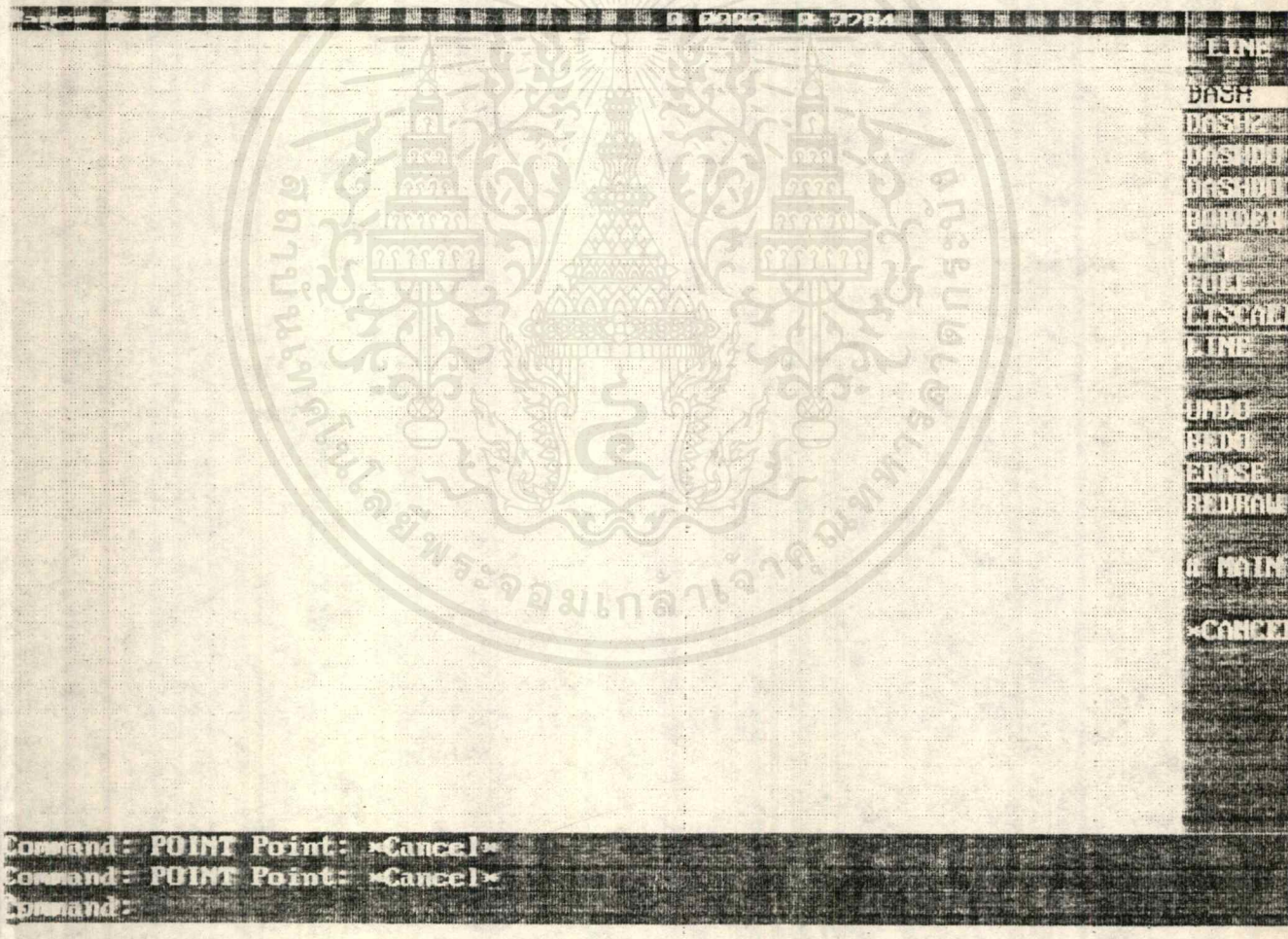
Dos Command :

และเราก็จะสามารถใส่คำสั่งของ DOS ที่เราต้องการกระทำได้ แต่ในกรณีที่เราต้องการปฏิบัติคำสั่งหรือโปรแกรมภายนอกติดกันหลาย ๆ ครั้งซึ่งไม่ต้องการพิมพ์ SHELL บ่อย ๆ ก็ให้กด ENTER ตอบลงไปแทน หลังจากนั้นหน้าจอจะปรากฏดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเราตอบ N หรือกด ENTER เครื่องก็จะยังไม่ออกไปจาก Drawing Editor แต่ถ้าเราตอบ Y และกด ENTER เครื่องก็จะออกจาก Drawing Editor เข้าสู่ Main Menu ต่อไป

CANCEL เมื่อเลือกคำสั่งนี้ ไม่ว่าเครื่องจะกระทำ Command ใดอยู่ หรือ อยู่ระหว่างรอรับคำตอบใด ๆ ก็ตาม เครื่องก็จะยกเลิกการทำงานทั้งหมด โดยเครื่องจะกลับมารอรับคำสั่ง Command ใหม่ต่อไป



รูปที่ 8.2 แสดงลักษณะเมนู " LINE " ที่ได้สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ***รายละเอียดของคำสั่งที่มีปรากฏอยู่ใน Screen Menu : " LINE "*** สำหรับคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu รายการนี้ ดังแสดงในรูปที่ 8.2 จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

Screen Menu : " LINE"

DASH เป็นการเลือกที่จะกำหนดรูปแบบของเส้นในชั้นใด ๆ ให้มีแบบของเส้นที่จะใช้ในชั้นนั้นเป็นแบบ DASH ซึ่งเมื่อเราเลือกรายการนี้แล้ว เครื่องจะมีการถามต่อว่า ต้องการจะให้เปลี่ยนแบบของเส้นในชั้นใด โดยจะมีลักษณะของรูปแบบที่ถามเป็นดังนี้

Layer name(s) for linetype DASH <ชื่อชั้นเดิม> :

ก็ให้บอกชื่อของชั้นที่เราต้องการเปลี่ยนเส้นให้เป็นแบบ DASH ลงไป แล้วเครื่องก็จะทำการเปลี่ยนแบบของเส้นที่มีอยู่ในชั้นนั้น และเมื่อเราวาดหรือลากเส้นใด ๆ ในชั้นนั้น เราก็จะได้เส้นออกมาเป็นแบบ DASH

DASH2 เมื่อเลือกคำสั่งนี้ ก็จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับที่เลือกใช้คำสั่ง DASH จะแตกต่างกันก็ตรงที่แบบของเส้นที่ได้ออกมานั้น จะเป็นอีกแบบหนึ่ง คือ แบบ DASH2 ซึ่งจะมีผลให้เส้นในชั้นที่เรากำหนดเป็นแบบ DASH2 ไป

DASHDOT เมื่อเลือกคำสั่งนี้ ก็จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับที่เลือกใช้คำสั่ง DASH จะแตกต่างกันก็ตรงที่แบบของเส้นที่ได้ออกมานั้น จะเป็นอีกในอีกแบบหนึ่ง คือ แบบ DASHDOT ซึ่งจะมีผลให้เส้นในชั้นที่เรากำหนดกลายเป็นแบบ DASHDOT

DASHDOT2 เมื่อเลือกคำสั่งนี้ ก็จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับที่เลือกใช้คำสั่ง DASH จะแตกต่างกันก็ตรงที่แบบของเส้นที่ได้ออกมานั้น จะเป็นอีกแบบหนึ่ง คือ แบบ DASHDOT2 ซึ่งจะมีผลให้เส้นในชั้นที่เรากำหนดกลายเป็นแบบ DASHDOT2

BORDER เมื่อเลือกคำสั่งนี้ ก็จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับที่เลือกใช้คำสั่ง DASH จะแตกต่างกันก็ตรงที่แบบของเส้นที่ได้ออกมานั้น จะเป็นอีกแบบหนึ่ง คือ แบบ BORDER ซึ่งจะมีผลให้เส้นในชั้นที่เรากำหนดเป็นแบบ BORDER ไป

DOT เมื่อเลือกคำสั่งนี้ ก็จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับที่เลือกใช้คำสั่ง DASH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแตกต่างกันก็ตรงที่แบบของเส้นที่ได้ออกมานั้น จะเป็นอีกในอีกแบบหนึ่ง คือ แบบ DOT ซึ่งจะมีผลให้เส้นในชั้นที่เรากำหนดนั้นกลายเป็นแบบ DOT หมด

FULL เมื่อเลือกคำสั่งนี้ ก็จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับที่เลือกใช้คำสั่ง DASH จะแตกต่างกันก็ตรงที่แบบของเส้นที่ได้ออกมานั้น จะกลับคืนมาสู่สภาพที่เป็นเส้นตรงทึบ (Solid Line) ในชั้นตามที่เรากำหนดให้กับเครื่อง

LTSCALE เมื่อเลือกคำสั่งนี้ จะเป็นการเลือกที่จะทำการปรับแต่งมาตราส่วนของภาพที่เขียน ให้มีมาตราส่วนเข้ากับรูปแบบโมเดลของชิ้นงาน ซึ่งหลังจากเรียกใช้คำสั่งนี้แล้ว เครื่องจะมีการถามต่อว่า

New scale factor <สเกลเดิม> :

ให้ตอบค่าของสเกลใหม่ที่เราต้องการลงไป โดยค่าสเกลที่ตอบลงไปต้องมีค่ามากกว่า 0 และเครื่องก็จะทำการ Regenerate ภาพบนหน้าจอ

LINE เป็นคำสั่งพื้นฐานสำหรับการลากเส้น ซึ่งในการนี้เราจะต้องบอกตำแหน่งของของจุดปลายทั้งสองของเส้นตรงที่เราต้องการลาก โดยค่าของโคออร์ดิเนตที่เราป้อนให้ From point : และ To point : นั้น อาจจะพิมพ์เป็นตัวเลขทางแป้นพิมพ์หรือใช้การเลื่อน Crosshair ด้วยแป้นพิมพ์ หรืออุปกรณ์อื่น เช่น Mouse หรือ Digitizer และเมื่อเลิกการเขียนเส้น ให้กดแป้นเว้นวรรค หรือ ENTER เป็นการบอกให้ยุติการเขียนเส้น

UNDO เมื่อเลือกคำสั่งนี้ก็จะมีการทำงานเกิดขึ้นเช่นเดียวกันกับที่ได้อธิบายไว้แล้วข้างต้น (คือคำสั่ง UNDO ที่อยู่ใน Screen Menu : "# MAIN #")

REDO เมื่อเลือกคำสั่งนี้จะเป็นการเลือกที่จะเขียนรูปที่หายไปเนื่องจากการใช้คำสั่ง UNDO ให้กลับคืนมาใหม่

ERASE เป็นการเลือกที่จะลบส่วนหนึ่ง ส่วนใดของภาพที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอในชั้นที่กำลังใช้งานอยู่ โดยจะวิธีที่ใช้ในการลบ จะเป็นการตีกรอบรอบส่วนที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลบ ซึ่งเราสามารถใช้คีย์ลูกศรเลื่อน Crosshair ไปยังมุมใดมุมหนึ่งที่เราคิดว่าจะตีกรอบล้อมรูปที่เราจะลบได้หมดแล้วกด ENTER หลังจากนั้นก็ใช้คีย์ลูกศรลาก Crosshair ซึ่งขณะนี้จะปรากฏเป็นกรอบ ลากให้ครอบคลุมรูปส่วนที่เราต้องการจะลบทั้งหมดแล้วกด ENTER รูปเดิมที่อยู่ภายในกรอบที่เราได้ล้อมกรอบไว้ก็จะกลายเป็นเส้นประ และให้เรากด ENTER อีกครั้ง รูปทั้งหมดในกรอบก็จะหายไป ทิ้งไว้แต่รอยกากบาทซึ่งเราสามารถลบได้โดยใช้คำสั่ง REDRAW

REDRAW จะมีการทำงานเช่นเดียวกันกับคำสั่ง REDRAW ที่ได้อธิบายไว้แล้วข้างต้น (ใน Screen Menu : "# MAIN #")

MAIN # เป็นการเลือกที่จะกลับไปสู่เมนูหลัก คือ Screen Menu : "# MAIN #"

CANCEL จะมีการทำงานเช่นเดียวกับที่ได้เคยอธิบายไว้แล้วข้างต้น

<u>หมายเหตุ</u> สำหรับแบบของเส้นที่มีให้เลือกใน Screen Menu นี้ จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

Linetypes defined in ACAD.LIN :

Name	Description
DASH	----------
DASH2	- - - - - - - - -
DASHDOT	_._._._._._._._._
DASHDOT2	_ . _ . _ . _ . _ .
BORDER	__.__.__.__.__.__.
DOT	.....
FULL	Continuous or Solid Line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

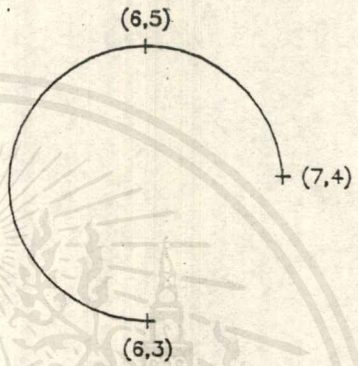
- *<u>รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : " ARCS "</u>* สำหรับคำสั่งต่าง ๆ ที่มีปรากฏอยู่ใน Screen Menu นี้ จะเป็นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 8.3 โดยคำสั่งที่มีอยู่นี้นั้นล้วนแต่เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเขียนส่วนโค้งของวงกลมหรือส่วนหนึ่งของวงกลม ในรูปแบบวิธีการเขียนวิธีต่าง ๆ และสามารถอธิบายวิธีแต่ละวิธีได้ดังต่อไปนี้

รูปที่ 8.3 แสดงลักษณะเมนู " ARCS " ที่ได้สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

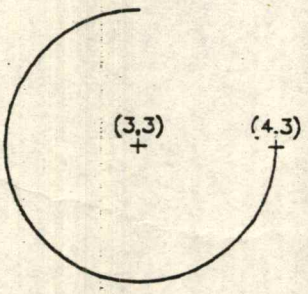
Screen Menu : " ARCS "

3P: เป็นการเลือกที่จะเขียนส่วนโค้งส่วนหนึ่งของวงกลมโดยการกำหนดจุด 3 จุด บนส่วนโค้ง และเครื่องจะมีการถามค่าโคออร์ดิเนตของจุด 3 จุด ซึ่งค่าแรกที่ตอบจะเป็นค่าของจุดแรกที่เป็นจุดตั้งต้น ค่าต่อมาที่ตอบก็จะเป็นค่าของจุดต่อไปที่เป็นจุดกลาง และค่าสุดท้ายที่ตอบจะเป็นค่าของจุดสิ้นสุด พึงสังเกตว่าส่วนโค้งจะหมุนไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ดังแสดงในรูปที่ 8.4



รูปที่ 8.4

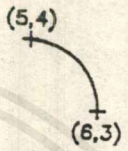
SCA: เป็นการเลือกที่จะเขียนส่วนโค้งส่วนหนึ่งของวงกลมโดยการกำหนด จุดตั้งต้น (Start point) จุดศูนย์กลาง (Center point) และ มุมภายในของส่วนโค้ง (Angle) โดยเครื่องจะมีการถามค่าของจุดตั้งต้นให้เราใส่ค่าลงไป ต่อมาก็จะเป็นค่าของจุดศูนย์กลาง และค่าสุดท้ายที่จะใส่ลงไปก็คือค่าของช่วงมุมที่เราต้องการ ตัวอย่างเช่น เลือกให้จุดตั้งต้นเป็น (4,3) และจุดศูนย์กลางเป็น (3,3) โดยมีค่าของมุมคือ -270 องศา ก็จะทำให้ได้รูปออกมาเป็นดังแสดงไว้ในรูปที่ 8.5



รูปที่ 8.5

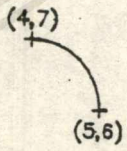
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SER: เป็นการเลือกที่จะเขียนส่วนโค้งส่วนหนึ่งของวงกลมโดยการกำหนด จุดตั้งต้น (Start point) จุดสิ้นสุด (End point) และรัศมี (Radius) ซึ่งเครื่องจะให้เราใส่ค่าต่าง ๆ ลงไปตามลำดับ คือ ค่าโคออร์ดิเนตของจุดตั้งต้นเป็นค่าแรก ค่าถัดมาเป็นค่าโคออร์ดิเนตของจุดสิ้นสุด และค่าสุดท้ายจะเป็นค่าของรัศมี ตัวอย่างเช่น เลือกให้มีจุดตั้งต้นเป็น (6,3) และมีค่าของจุดสิ้นสุดเป็น (5,4) โดยมีค่าของรัศมี คือ 1 หน่วย ก็จะทำให้ได้รูปออกมาเป็นดังแสดงไว้ในรูปที่ 8.6



รูปที่ 8.6

SEA: เป็นการเลือกที่จะเขียนส่วนโค้งส่วนหนึ่งของวงกลมโดยการกำหนด จุดตั้งต้น (Start point) จุดสิ้นสุด (End point) และมุมภายใน (Angle) ซึ่งเครื่องจะให้เราใส่ค่าต่าง ๆ ลงไปตามลำดับ คือ ค่าโคออร์ดิเนตของจุดตั้งต้นเป็นค่าแรก ค่าถัดมาเป็นค่าโคออร์ดิเนตของจุดสิ้นสุด และค่าสุดท้ายจะเป็นค่าของมุมภายใน ตัวอย่างเช่น เลือกให้มีจุดตั้งต้นเป็น (5,6) และมีค่าของจุดสิ้นสุดเป็น (4,7) โดยมีค่าของมุมภายใน คือ 90 องศา ก็จะทำให้ได้รูปออกมาเป็นดังแสดงไว้ในรูปที่ 8.7



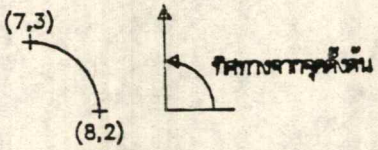
รูปที่ 8.7

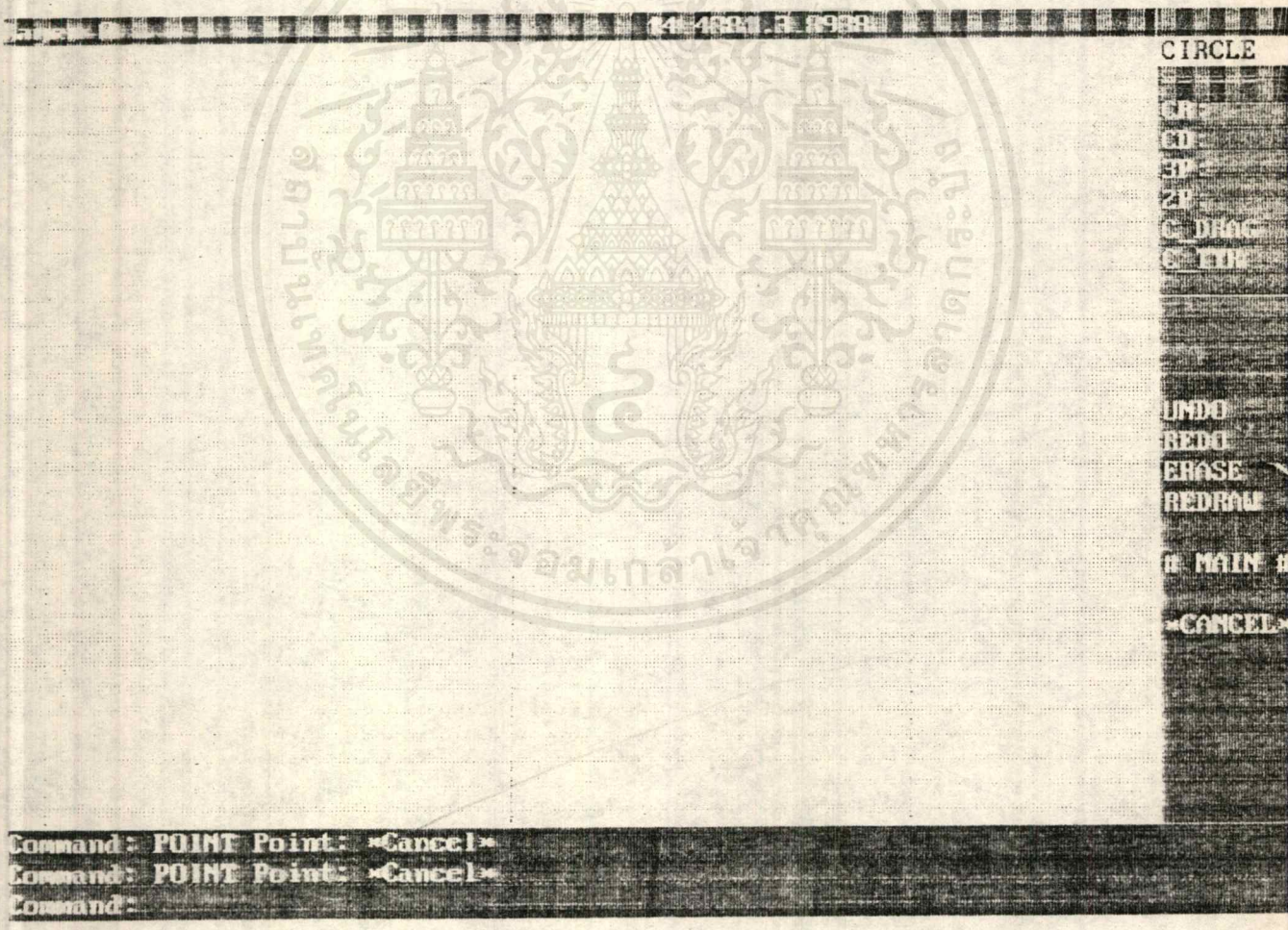
SED: เป็นการเลือกที่จะเขียนส่วนโค้งส่วนหนึ่งของวงกลมโดยการกำหนด จุดตั้งต้น (Start point) จุดสิ้นสุด (End point) และทิศทางเริ่มต้น (Direction) ซึ่งเครื่องจะให้เราใส่ค่าต่าง ๆ ลงไปตามลำดับ คือ ค่าโคออร์ดิเนตของจุดตั้งต้นเป็นค่าแรก ค่าถัดมาเป็นค่าโคออร์ดิเนตของจุดสิ้นสุด และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสุดท้ายจะเป็นค่าทิศทางจากจุดตั้งต้น ตัวอย่างเช่น เลือกให้มีจุดตั้งต้นเป็น (8,2) และมีค่าของจุดสิ้นสุดเป็น (7,3) โดยมีค่าของทิศทางจากจุดตั้งต้น คือ 90 องศา ก็จะทำให้ได้รูปออกมาดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 8.8

รูปที่ 8.8





รูปที่ 8.9 แสดงลักษณะเมนู " CIRCLE " ที่ได้สร้างขึ้น

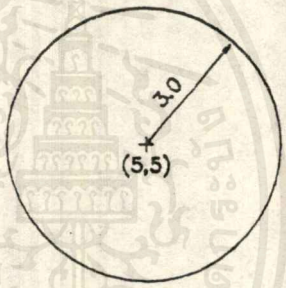
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ***รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : " CIRCLE "*** สำหรับคำสั่งต่าง ๆ ที่มีปรากฏอยู่ใน Screen Menu นี้จะเป็นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 8.9 โดยคำสั่งที่มีอยู่นี้ทั้งหมดล้วนแต่เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเขียนวงกลม ในรูปแบบวิธีการเขียนต่าง ๆ กัน และสามารถอธิบายรายละเอียดของแต่ละวิธีได้ดังต่อไปนี้

Screen Menu : " CIRCLE "

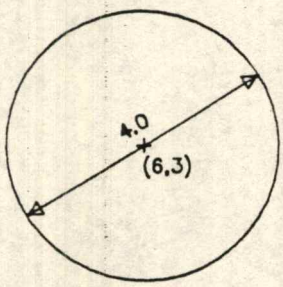
CR: เป็นการเลือกที่จะเขียนรูปวงกลม โดยการกำหนด จุดศูนย์กลาง (Center point) และรัศมีของวงกลม (Radius) ซึ่งเครื่องจะให้เราใส่ค่าต่าง ๆ ลงไปตามลำดับ คือ ค่าโคออร์ดิเนตของจุดศูนย์กลางเป็นค่าแรก ค่าถัดมาเป็นค่าของรัศมีวงกลมที่เราต้องการ ตัวอย่างเช่น เลือกให้มีจุดศูนย์กลางเป็น (5,5) และมีค่าของรัศมีเป็น 3 หน่วย ก็จะทำให้ได้เรารูปออกมาเป็นดังแสดงไว้ในรูปที่ 8.10

รูปที่ 8.10



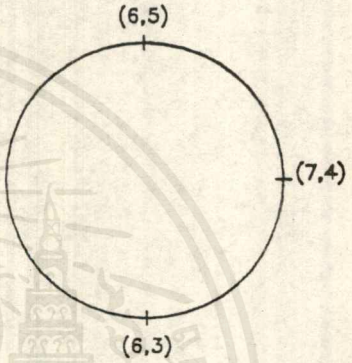
CD: เป็นการเลือกที่จะเขียนรูปวงกลม โดยการกำหนด จุดศูนย์กลาง (Center point) และเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม (Diameter) ซึ่งเครื่องจะให้เราใส่ค่าต่าง ๆ ลงไปตามลำดับ คือ ค่าโคออร์ดิเนตของจุดศูนย์กลางเป็นค่าแรก ค่าถัดมาเป็นค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมที่เราต้องการ ตัวอย่างเช่น เลือกให้มีจุดศูนย์กลางเป็น (6,3) และมีค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางคือ 4 หน่วย ก็จะทำให้ได้เรารูปออกมาเป็นดังแสดงไว้ในรูปที่ 8.11

รูปที่ 8.11



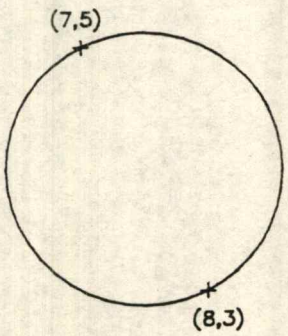
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3P: เป็นการเลือกที่จะเขียนรูปของวงกลมโดยการกำหนดจุด 3 จุด ที่อยู่บนเส้นรอบวงของวงกลม และเครื่องจะมีการถามค่าโคออร์ดิเนตของจุด 3 จุด ซึ่งค่าที่ตอบไปทั้ง 3 ค่าจะเป็นค่าของจุดบนเส้นรอบวงของวงกลม และเครื่องก็จะทำการเขียนวงกลมผ่านจุดทั้ง 3 จุดนี้ ตัวอย่างเช่น เลือกให้มีจุดโคออร์-ดิเนตของจุดแรกเป็น (6,5) จุดโคออร์ดิเนตของจุดที่สองเป็น (7,4) และจุดโคออร์ดิเนตของจุดที่สามเป็น (6,3) ทำให้ได้รูปออกมาเป็นดังที่แสดงในรูปที่ 8.12



รูปที่ 8.12

2P: เป็นการเลือกที่จะเขียนรูปของวงกลมโดยการกำหนดจุด 2 จุด ที่อยู่บนเส้นรอบวงของวงกลม และเครื่องจะมีการถามค่าโคออร์ดิเนตของจุด 2 จุด ซึ่งค่าที่ตอบไปทั้ง 2 ค่าจะเป็นค่าของจุดบนเส้นรอบวงของวงกลม และเครื่องก็จะทำการเขียนวงกลมผ่านจุดทั้ง 2 จุดนี้ ตัวอย่างเช่น เลือกให้มีจุดโคออร์-ดิเนตของจุดแรกเป็น (7,5) และ จุดโคออร์ดิเนตของจุดที่สองเป็น (8,3) จะทำให้เราได้รูปออกมาเป็นดังที่ให้เห็นแสดงในรูปที่ 8.13

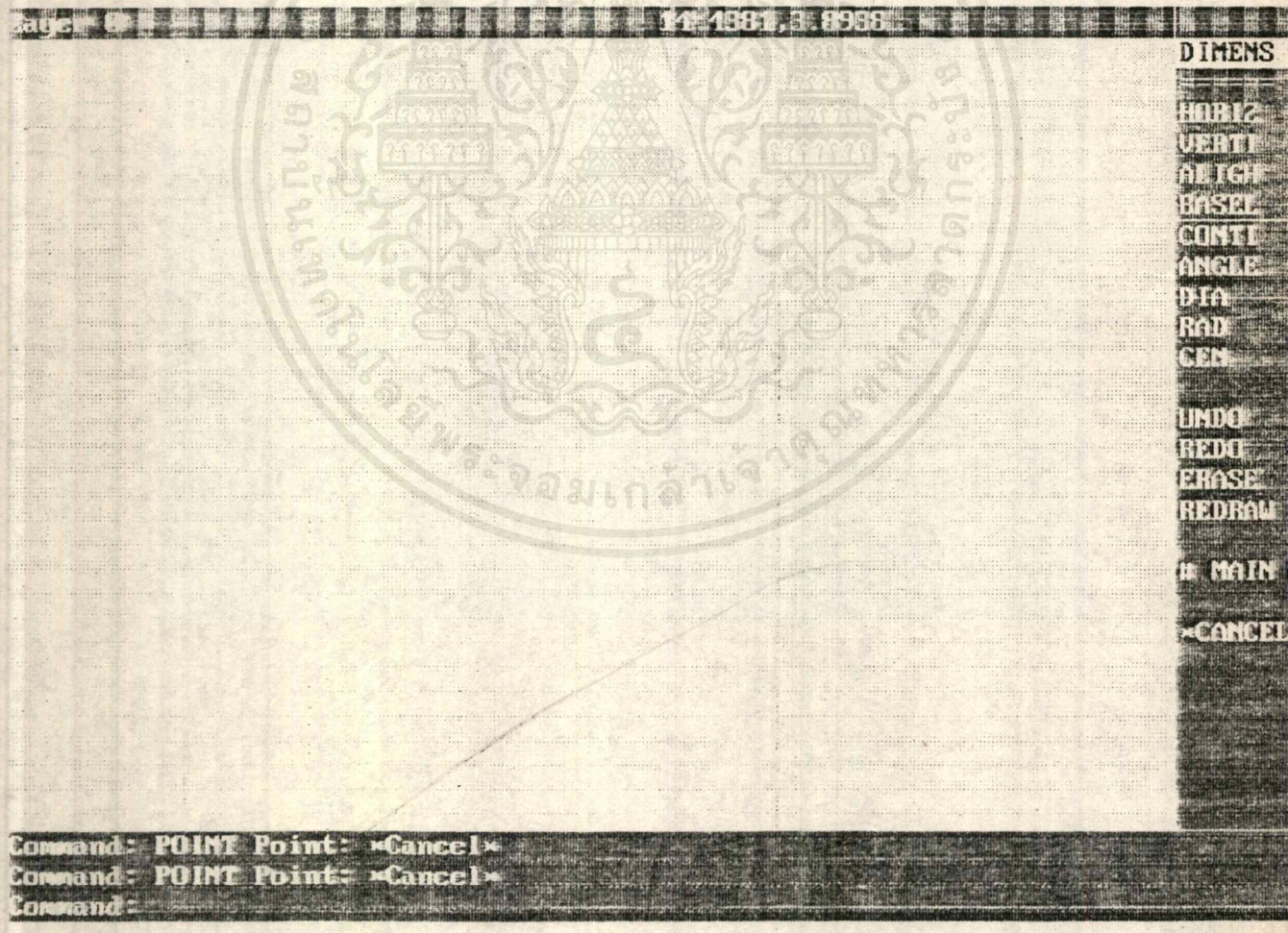


รูปที่ 8.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C_DRAG เป็นการเขียนรูปวงกลมอีกวิธีหนึ่ง โดยแทนที่เราจะกำหนดความยาวของรัศมี เราอาจใช้แป้นบังคับทิศทางหรือตัวชี้ลากให้วงกลมใหญ่-เล็กลงให้มีขนาดตามความพอใจของเราได้ แล้วกด ENTER ก็จะทำให้ได้วงกลมบนหน้าจอออกมาตามที่เราต้องการ

C_TTR เป็นการเขียนรูปวงกลมในอีกวิธีหนึ่ง โดยที่เราไม่ต้องกำหนดความยาวของรัศมี และจุดศูนย์กลางของวงกลม และวิธีนี้จะช่วยเราสามารถเขียนวงกลมให้เส้นรอบวงของวงกลมนั้นมีการสัมผัสกับเส้นตรง หรืออาจจะสัมผัสระหว่างวงกลมกับวงกลม หรือ เส้นตรงกับเส้นตรง (TTR : Tangent, Tangent, Radius) ก็ได้



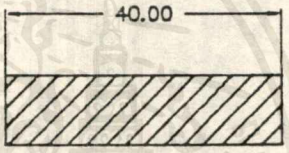
รูปที่ 8.14 แสดงลักษณะเมนู " DIMENS " ที่ได้สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *<u>รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : " DIMENS "</u>* สำหรับคำสั่งต่าง ๆ ที่มีปรากฏอยู่ใน Screen Menu นี้จะเป็นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 8.14 โดยคำสั่งที่มีอยู่นี้ทั้งหมดล้วนแต่เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเขียนเส้นบอกขนาด (Dimensioning) ซึ่งการเขียนเส้นบอกขนาดก็คือการที่ใช้เส้นเป็นเครื่องหมายบอก ความยาว ความกว้าง ความสูง ความหนา เส้นผ่านศูนย์กลาง ฯลฯ ของส่วนต่าง ๆ ในแบบแปลน เมื่อเราเลือกใช้คำสั่งนี้จะเข้ามาอยู่ใน Mode ของการใช้เส้นบอกขนาด สำหรับคำสั่งในการเขียนเส้นบอกขนาดแต่ละประเภทที่มีปรากฏอยู่ในจอ Screen Menu นั้นจะมีรายละเอียดของคำสั่งแต่ละคำสั่งดังต่อไปนี้

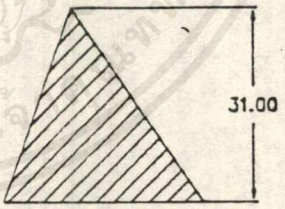
<u>Screen Menu : " DIMENS "</u>

HORIZ เป็นการเลือกที่จะเขียนเส้นบอกขนาดเป็นเส้นในแนวราบ (HORIZONTAL) ดังที่แสดงในรูปที่ 8.15



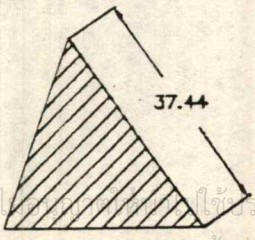
รูปที่ 8.15

VERTI เป็นการเลือกที่จะเขียนเส้นบอกขนาดเป็นเส้นในแนวดิ่ง (VERTICAL) ดังที่แสดงในรูปที่ 8.16



รูปที่ 8.16

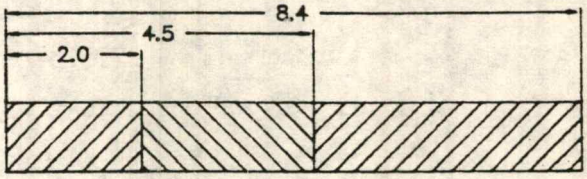
ALIGN เป็นการเลือกที่จะบอกขนาดเชิงเส้น ด้วยเส้นบอกขนาดที่ขนานกับแนวจุดกำเนิด (ALIGNED) ซึ่งหมุนไปตามรูปได้ ดังแสดงในรูปที่ 8.17



รูปที่ 8.17

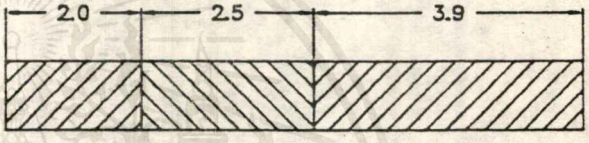
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BASEL เป็นการเลือกที่จะให้เส้นบอกขนาดออกจากเส้นฐาน (เส้นต่อเส้นแรก) เส้นเดียว (BASELINE) ดังในรูปที่ 8.18



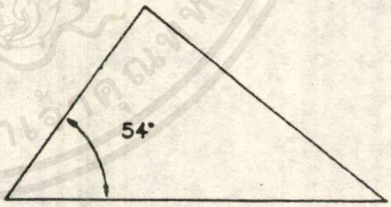
รูปที่ 8.18

CONTI เป็นการเลือกที่จะให้เส้นบอกขนาดต่อเนื่องกันไป (CONTINUOUS) ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 8.19



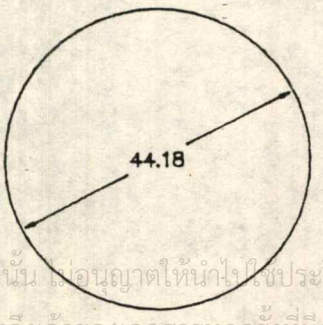
รูปที่ 8.19

ANGLE เป็นการให้ขนาดของมุมแบบส่วนโค้ง (ANGULAR) ซึ่งเราจะให้ส่วนโค้งเพื่อแสดงขนาดของมุมของเส้นที่ไม่ขนานกัน ดังในรูปที่ 8.20



รูปที่ 8.20

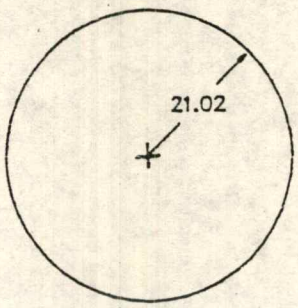
DIA เป็นการเลือกที่ให้เส้นบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (DIAMETER) ของวงกลมหรือส่วนโค้ง ดังในรูปที่ 8.21



รูปที่ 8.21

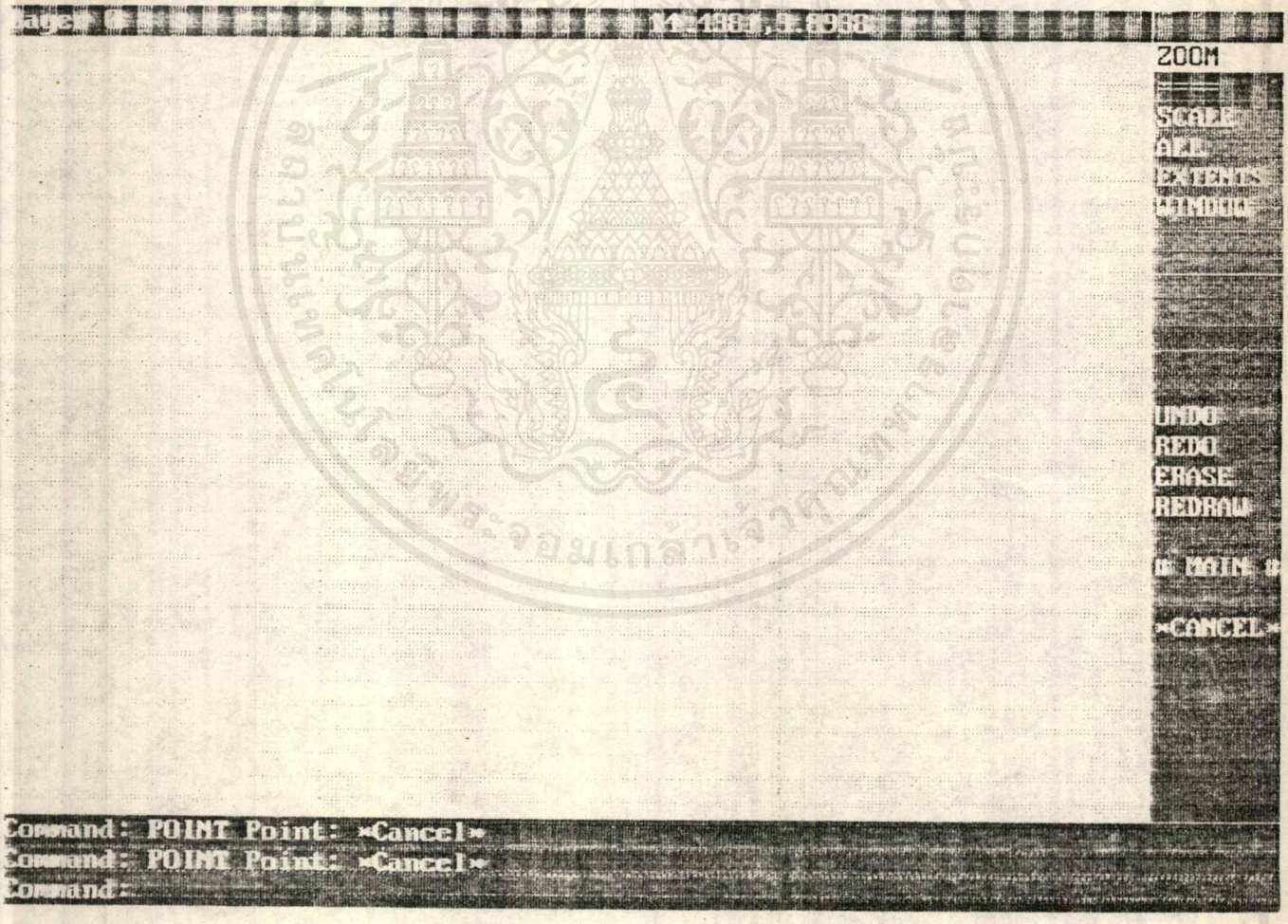
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RAD เป็นการเลือกที่ให้เส้นบอกขนาดของรัศมี (RADIUS) ของวงกลม หรือส่วนโค้ง ดังในรูปที่ 8.22



รูปที่ 8.22

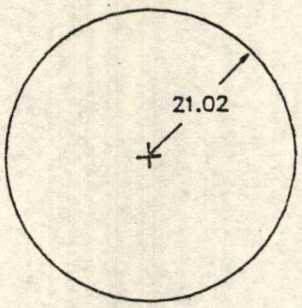
CEN เป็นการเลือกเขียนจุดหมายศูนย์กลางหรือเส้นหมายศูนย์กลาง (CENTER)



รูปที่ 8.23 แสดงลักษณะเมนู " ZOOM " ที่ได้สร้างขึ้น

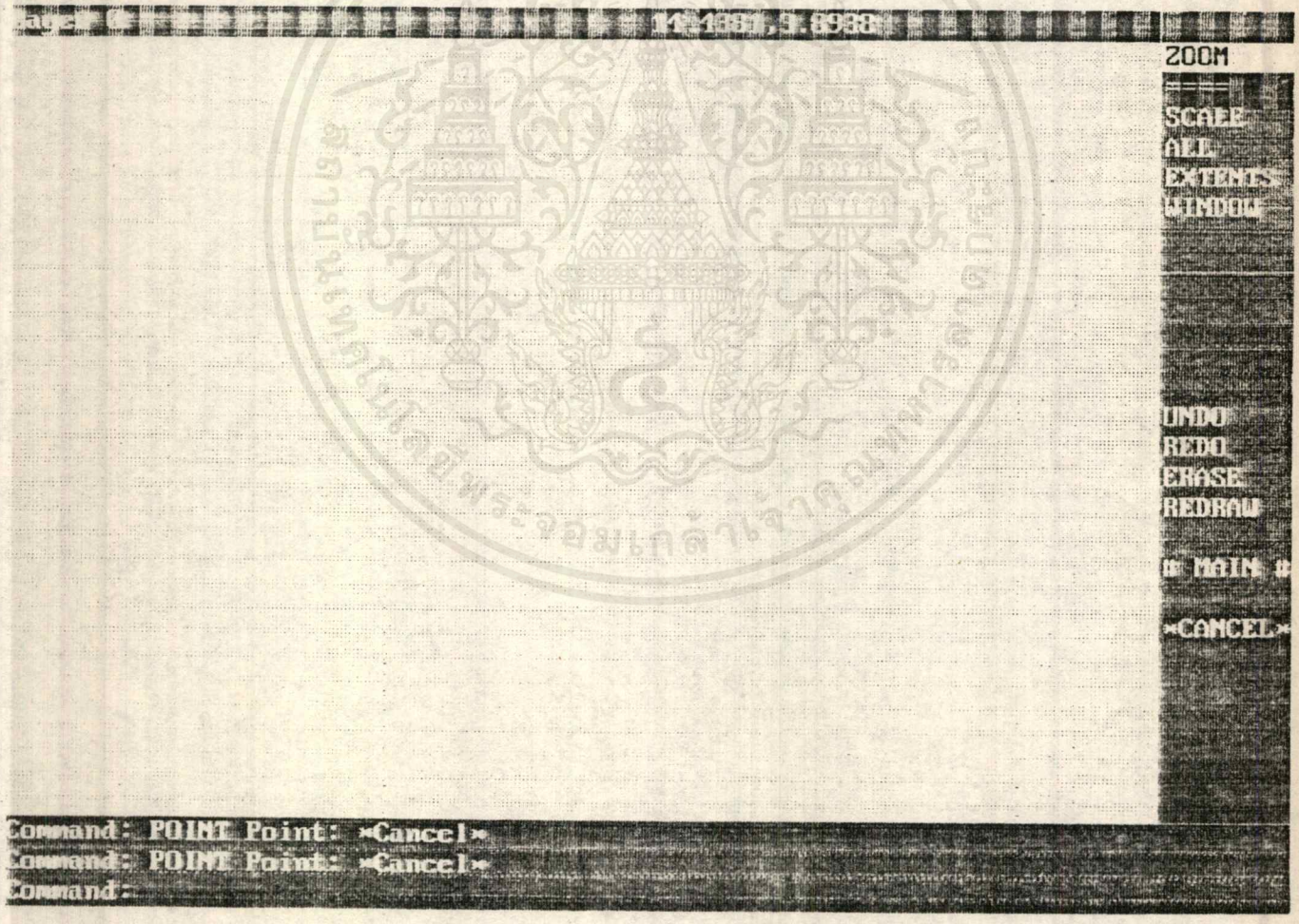
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RAD เป็นการเลือกที่ให้เส้นบอกขนาดของรัศมี (RADIUS) ของวงกลม หรือส่วนโค้ง ดังในรูปที่ 8.22



รูปที่ 8.22

CEN เป็นการเลือกเขียนจุดหมายศูนย์กลางหรือเส้นหมายศูนย์กลาง (CENTER)



รูปที่ 8.23 แสดงลักษณะเมนู " ZOOM " ที่ได้สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WINDOW เป็นการเลือกที่จะ ZOOM เฉพาะในส่วนที่เราต้องการ คือ บริเวณพื้นที่ที่เราได้ล้อมกรอบเอาไว้ ซึ่งเมื่อเราเลือกคำสั่งนี้แล้ว เครื่องก็จะให้เราทำการกำหนดพื้นที่ที่เรามีความประสงค์ที่จะดูด้วยการให้ข้อมูลของจุด 2 จุดที่อยู่ตรงกันข้ามกันเพื่อจะสร้างเป็นกรอบ โดยลักษณะของคำถามที่เครื่องถามจะเป็น

First point :

Second Point :

และเมื่อเราให้ค่าโคออร์ดิเนตทั้งสองแล้วเครื่องก็จะทำการสร้างเป็นกรอบ ภาพที่อยู่ในกรอบจะขยายออกเต็มหน้าจอภาพและศูนย์กลางของกรอบจะอยู่ตรงศูนย์กลางของจอภาพ

- *<u>รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : " COLOR "</u>* สำหรับคำสั่งต่าง ๆ ที่มีปรากฏอยู่ใน Screen Menu นี้จะเป็นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 8.24 โดยคำสั่งที่มีอยู่ทั้งหมดล้วนแต่เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเปลี่ยนสีส่วนของภาพที่เราเขียนให้มีสีตามที่เราต้องการ ซึ่งเมื่อเลือกใช้คำสั่งนี้ เครื่องก็จะทำการเปลี่ยนสีที่อยู่ในชั้นที่เรากำหนดให้มีสีใหม่ตามที่เราเลือกจาก Screen Menu สำหรับรายละเอียดของคำสั่งแต่ละคำสั่งจะเป็นดังนี้

<u>Screen Menu : " COLOR "</u>

RED เป็นการเลือกที่จะทำการเปลี่ยนให้ชั้นตามที่เรากำหนด แสดงสีส่วนของภาพออกมาบนหน้าจอเป็นสีแดง ซึ่งเมื่อเราเลือกใช้คำสั่งนี้แล้วเครื่องก็จะมีการถามถึงชั้นที่เราต้องการจะเปลี่ยนสี ดังนี้ คือ

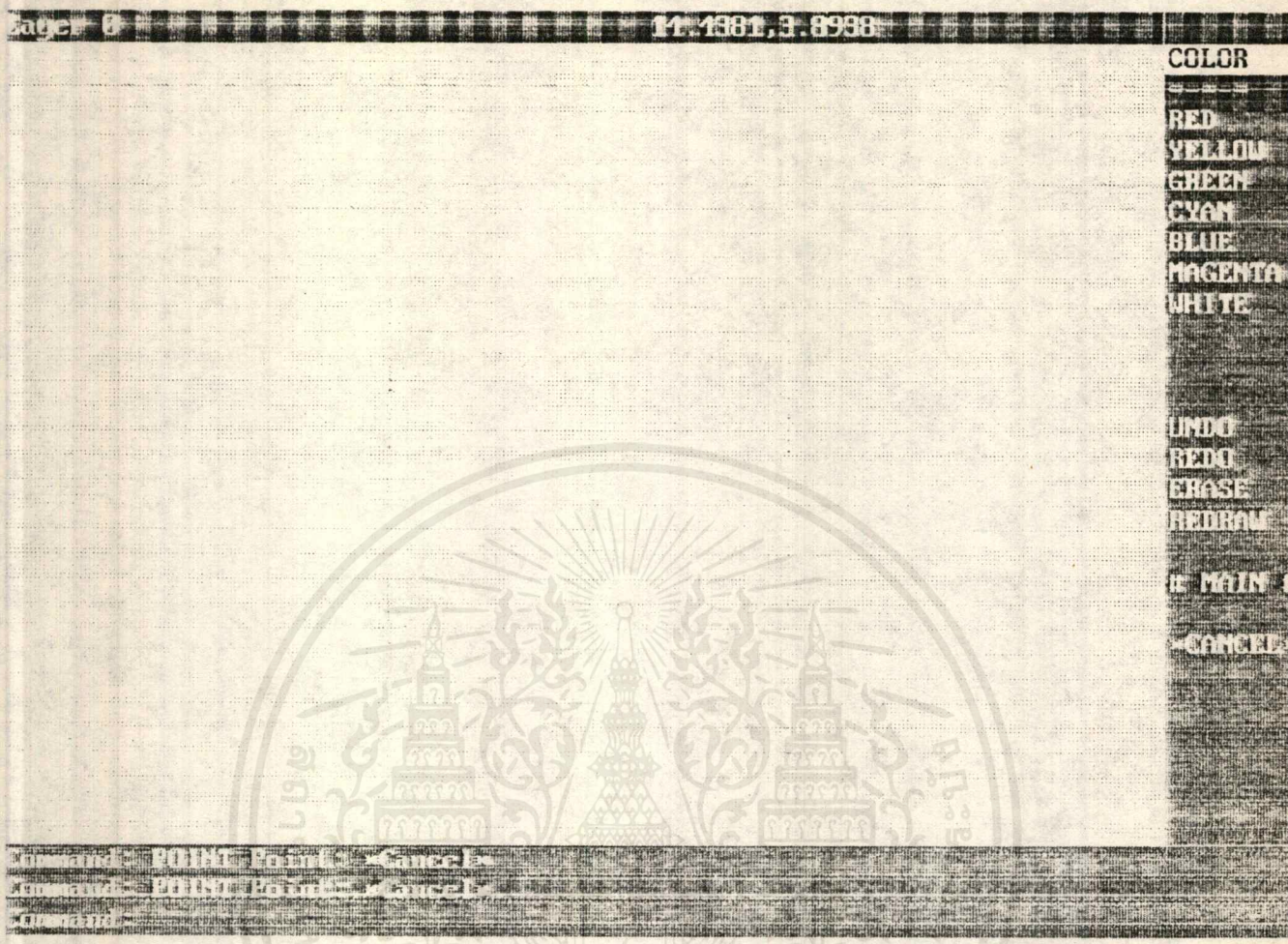
Layer name (s) for color 1 (red) ‹ชื่อของชั้นเดิม› :

เมื่อเราให้สีแก่ชั้นใดแล้ว ภาพที่เขียนในชั้นนั้นก็จะมีสีตามที่เรากำหนดไว้ตลอดไปซึ่งในที่นี้คือ สีแดง จนกว่าจะมีการเปลี่ยนสีของชั้นใหม่

YELLOW จะมีลักษณะการทำงานเหมือนกับที่เราเลือกคำสั่ง RED จะแตกต่างกันตรงที่สีส่วนของภาพในชั้นที่เราได้กำหนดลงไปจะเปลี่ยนเป็น สีเหลือง

GREEN จะมีลักษณะการทำงานเหมือนกับที่เราเลือกคำสั่ง RED จะแตกต่างกันตรงที่สีในส่วนของภาพของชั้นที่เราได้กำหนดลงไปจะเปลี่ยนเป็น สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.24 แสดงลักษณะเมนู " COLOR " ที่ได้สร้างขึ้น

CYAN สีของส่วนของภาพที่เขียนในชั้นที่กำหนดจะเป็นสี Cyan (สีระหว่างสีเขียวกับน้ำเงิน)

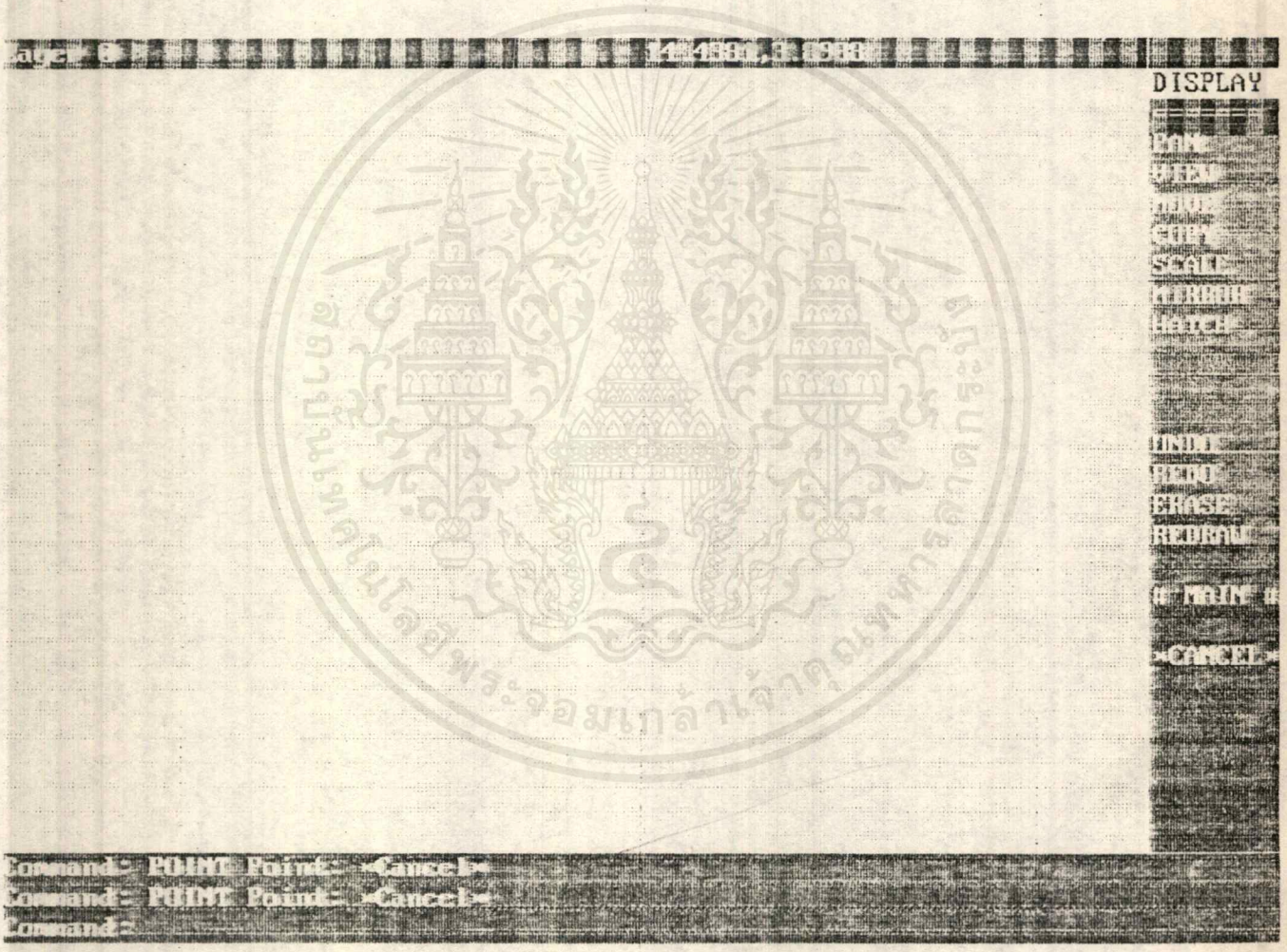
BLUE สีของส่วนของภาพที่เขียนในชั้นที่กำหนดจะเป็นสี น้ำเงิน

MAGENTA สีของส่วนของภาพที่เขียนในชั้นที่กำหนดจะเป็นสี ม่วง

WHITE สีของส่วนของภาพที่เขียนในชั้นที่กำหนดจะเป็นสี ขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *<u>รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : " DISPLAY "</u>* สำหรับคำสั่งต่าง ๆ ที่มีปรากฏอยู่ใน Screen Menu นี้จะเป็นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 8.25 โดยคำสั่งที่มีอยู่ทั้งหมดล้วนแต่เป็นคำสั่งที่ใช้จัดการรูปภาพของชิ้นงานหรือแบบแปลนที่อยู่บนหน้าจอ สำหรับรายละเอียดของการทำงานแต่ละคำสั่งที่ปรากฏอยู่ใน Screen Menu นี้ จะเป็นดังต่อไปนี้คือ



รูปที่ 8.25 แสดงลักษณะเมนู " DISPLAY " ที่ได้สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Screen Menu : " DISPLAY "

PAN เมื่อเลือกใช้คำสั่งนี้จะเป็นการเลือกที่จะดูส่วนต่าง ๆ ของรูปแบบแปลน หรือชิ้นงานในส่วนต่าง ๆ คำสั่งนี้จะช่วยให้เราสามารถเลื่อนเปลี่ยนหน้าจอไปดูส่วนต่าง ๆ ที่มีในแบบแปลนได้ โดยไม่ต้องขยายหรือหดภาพ เปรียบเสมือนว่าจอภาพเป็นช่องเล็ก ๆ ที่วางบนแบบแปลน แล้วเลื่อนแบบแปลนไปมาให้ส่วนต่าง ๆ ผ่านเข้ามาในช่องนั้นโดยช่องนั้นไม่เคลื่อนที่ ซึ่งการใช้คำสั่งนี้เราจะต้องบอกทิศทาง และระยะทางที่เราจะเคลื่อนที่ไป ที่เราเรียกว่า displacement หลังจากนั้นเครื่องจะมีการถามดังนี้

Displacement :

Second point :

โดยเราอาจจะตอบได้ 2 วิธี คือ

- วิธีแรก บอกเป็นโคออร์ดิเนตคู่หนึ่ง เช่น ให้คำตอบแรกมีค่าเป็น (-5,-3) และ อีกคำตอบหนึ่งไม่ตอบแต่กด ENTER แทน จะเป็นการบอกเครื่องว่าให้ เคลื่อนภาพบนหน้าจอไปทางซ้าย 5 หน่วย และลงมา 3 หน่วย

- วิธีที่สอง บอกเป็นคู่ของโคออร์ดิเนต 2 คู่ เช่น คำตอบแรกมีค่าเป็น (7,7) และมีค่าที่สองเป็น (2,4) เป็นการบอกว่า ให้เอาภาพที่มีโคออร์ดิเนต 7,7 ไปไว้ที่ 2,4 ทั้งสองวิธีนี้จะเหมือนกัน

VIEW เป็นคำสั่งอำนวยความสะดวกในการที่จะเลื่อนย้ายหน้าจอไปดูส่วนต่าง ๆ ของภาพที่เขียนกลับไปกลับมา ซึ่งคำสั่งนี้จะให้เราตั้งชื่อส่วนที่เรากำลังใช้งานไว้ และเมื่อย้ายไปดูที่อื่นจะกลับมาดูส่วนเดิม เพียงแค่เรียกชื่อที่ได้ตั้งเอาไว้แล้วเท่านั้นส่วนนั้นก็จะปรากฏบนหน้าจอทันที โดยในที่นี้คำสั่ง VIEW จะมีการทำงานคล้ายกับคำสั่ง ZOOM Window แต่จะแตกต่างกันตรงที่ภาพที่อยู่ในกรอบจะมีชื่อและสามารถเรียกกลับมาดูได้ในภายหลัง

MOVE เมื่อเลือกที่จะใช้คำสั่งนี้จะช่วยให้เราสามารถเคลื่อนย้ายส่วนของภาพจากตำแหน่งเดิมไปตำแหน่งใหม่ได้ โดยเราจะต้องทำการตีกรอบพื้นที่ในบริเวณที่จะย้ายแบบ Window หลังจากนั้นจึงบอกทิศทางของการเคลื่อนที่ว่าไปไกลเท่าใดและทิศใด ซึ่งเราอาจจะบอกด้วยการให้โคออร์ดิเนตของ จุดฐาน (Base

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

point) และต่อมาให้โคออร์ดิเนตของตำแหน่งใหม่ที่จุดฐานนั้นจะไปอยู่หรือจะใช้โคออร์ดิเนตชี้ตำแหน่งทั้งสองก็ได้

COPY เมื่อเลือกใช้คำสั่งนี้ จะช่วยให้เราทำสำเนาส่วนของภาพไปไว้ส่วนไหนของของภาพ คล้ายกับคำสั่ง MOVE เพียงแต่ว่าส่วนของภาพเดิมจะไม่หายไปไหน วิธีการใช้คำสั่งนี้เหมือนคำสั่ง MOVE ทุกประการ

SCALE เป็นคำสั่งที่ให้ขยายหรือย่อรูป ซึ่งเครื่องจะมีการถามดังนี้

Select objects : เลือกรูปที่จะขยายหรือหด

Base point : เลือกจุดที่เป็นหลัก

‹Scale factor›/Reference : ทำการเลือกขนาดโดยการบอกค่า Scale factor หรือใช้การเลื่อน Crosshair

MIRROR เมื่อเราเลือกใช้คำสั่งนี้ จะเป็นการกระทำ COPY รูปกลับหลัง คล้าย ๆ กับการมองในกระจกเงา แล้วเราสามารถเลือกที่จะลบภาพเดิมหรือไม่ก็ได้ ซึ่งเมื่อเราเลือกใช้คำสั่งนี้แล้ว เครื่องจะให้เราทำการตีกรอบล้อมรอบรูปที่จะทำการ MIRROR แบบ Window โดยเครื่องจะมีการถามดังนี้

First point of mirror line : ชี้จุดแรกที่จะเป็นแกน

Second point : ชี้จุดที่สอง

Delete old objects ? ‹N› ตอบ Y หรือ N ว่าจะลบภาพเดิมทิ้งหรือไม่

HATCH เป็นการเลือกที่จะระบายหรือเขียนลวดลายลงไปในพื้นที่ของรูปที่เราวาด ซึ่งในที่นี้จะระบายพื้นที่ด้วยเส้นขวาง สำหรับการเขียนเส้นเหล่านี้เราเรียกว่า Crosshatching การเขียนแรเงาในรูปของชิ้นงานที่วาดจะมีส่วนช่วยในการวาดภาพตัดขวางเพื่อสื่อให้ผู้ดูได้เข้าใจ และเมื่อเราเลือกใช้คำสั่งนี้แล้วเครื่องจะมีการถามดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Angle for crosshatch lines <มุมที่ตั้งไว้> : ตอบมุมที่เส้นกระทำ

Spacing between line <ระยะที่ตั้งไว้> : ตอบระยะห่างระหว่างเส้น

Double hatch area ? <ที่ตั้งไว้> : ตอบ Y หรือ N, Y หมายถึง มีเส้นอีกชุดหนึ่งลากมาตัดกันเป็นมุม 90 องศา

รูปที่ 8.26 แสดงลักษณะเมนู " TRANSFOR " ที่ได้สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *<u>รายละเอียดของคำสั่งที่มีอยู่ใน Screen Menu : " TRANSFOR "</u>* สำหรับคำสั่งต่าง ๆ ที่มีปรากฏอยู่ใน Screen Menu นี้จะเป็นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 8.26 โดยคำสั่งที่มีอยู่ทั้งหมดล้วนแต่เป็นคำสั่งที่ใช้จัดการตกแต่งรูปภาพของชิ้นงานหรือแบบแปลนที่อยู่บนหน้าจอ สำหรับรายละเอียดของการทำงานแต่ละคำสั่งที่ปรากฏอยู่ใน Screen Menu นี้ จะเป็นดังต่อไปนี้คือ

<u>Screen Menu : " TRANSFOR "</u>

BREAK คำสั่งนี้จะลบส่วนของเส้น Trace (ส่วนของเส้นที่มีความกว้าง) ของวงกลมหรือส่วนโค้ง หรืออาจจะใช้ในการตัดวัตถุออกเป็นสองส่วนก็ได้ เช่น ตัดเส้นตรงเส้นเดียวให้เป็นสองเส้น สำหรับการตัดหรือลบวัตถุให้ใช้คำสั่งนี้ แล้วเลือกวัตถุที่จะตัด จากนั้นชี้ไปที่ปลายสองปลายในส่วนที่จะตัดออก ซึ่งในการเลือก object นั้น เราจะเลือกด้วยการตีกรอบแบบ Window และเครื่องจะมีการถามดังนี้

Enter first point : ชี้ไปที่จุดแรกที่จะเริ่มตัด

Enter second point : ชี้ไปที่จุดปลายที่เราจะตัด

เครื่องก็จะทำการตัดส่วนของภาพระหว่างจุดแรกกับจุดปลายออก

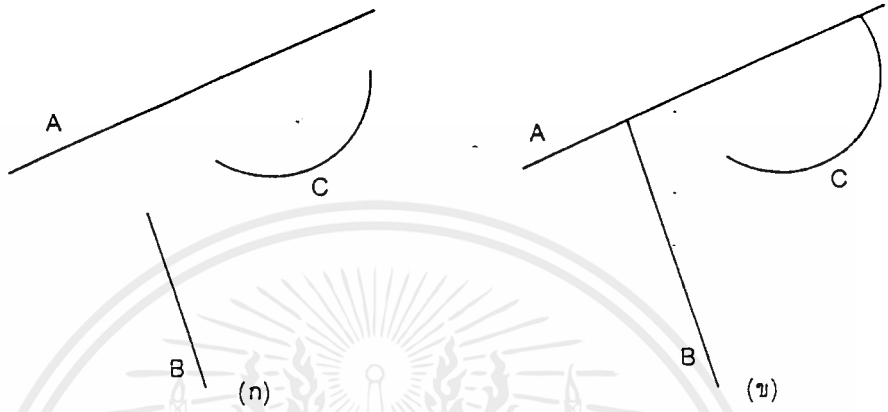
TRIM คำสั่งนี้จะมีการทำงานคล้าย ๆ กับการทำงานของคำสั่ง BREAK แต่เป็นการตัดส่วนของภาพที่มีแนวตัดกัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 8.27 (ก) และ 8.27 (ข) โดยรูปที่ 8.27 (ก) จะเป็นการเลือก Object to trim และรูปที่ 8.27 (ข) เป็นผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากการใช้คำสั่งนี้

(ก) *(ข)*

รูปที่ 8.27

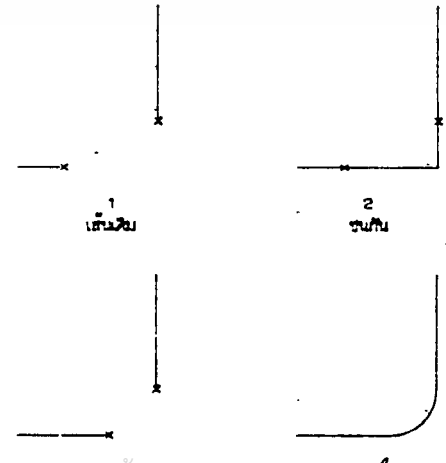
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXTEND เป็นคำสั่งที่มีไว้เพื่อใช้ใน การต่อเส้น ส่วนโค้ง และวงกลมให้ไปจรดกับขอบเขตที่กำหนด ซึ่งขอบเขตนี้อาจจะเป็นเส้น ส่วนโค้ง และวงกลมก็ได้ เช่น พิจารณาในรูปที่ 8.28 (ก) ซึ่งเรามีเส้นตรง 2 เส้น คือ A กับ B และมีส่วนโค้ง C โดยเรากำหนดให้เส้น A เป็นขอบเขต และต่อเส้น B และส่วนโค้ง C เข้ามาจรดเส้น A ดังในรูป 8.28 (ข)



รูปที่ 8.28

FILLET สำหรับคำสั่งนี้เป็นคำสั่งที่จะช่วยทำให้ มุมของเส้นตรงสองเส้นที่จะมาตัดกันเป็นรูปมน โดยจะสร้างส่วนโค้งให้สัมผัสกับเส้นทั้งสองและปรับระยะที่ปลายเส้นให้พอดีด้วย ซึ่งเราเรียกว่าเป็น "*การมนมุม*" เมื่อเราใช้คำสั่งนี้แล้ว เส้นสองเส้นจะยืดปลายออกมาชนกัน แล้วตัดออกด้วยระยะทางเท่า ๆ กัน จากจุดตัด จากนั้นก็เขียนส่วนโค้งแทนตามรัศมีที่เรากำหนดไป ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 8.29



รูปที่ 8.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในขณะที่เราใช้คำสั่งนี้เครื่องก็จะมีการถามรัศมีของการมน ดังนี้

Enter fillet radius <รัศมีครั้งสุดท้าย> :

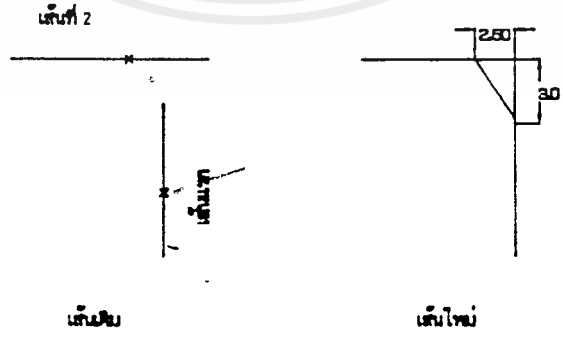
ซึ่งค่าที่อยู่ในวงเล็บเหลี่ยมก็คือค่ารัศมีที่ใช้ไปครั้งสุดท้าย และถ้าเราต้องการตั้งค่าใหม่ที่ไม่ใช่ค่าที่อยู่ในวงเล็บเหลี่ยม ก็ให้ใส่ค่าที่เราต้องการลงไปแทน โดยค่านี้จะถูกนำไปใช้ตลอดไปจนกว่าจะมีการเปลี่ยนค่าใหม่

CHAMFER เป็นคำสั่งที่ใช้ในการตัดมุมแทนที่จะทำการมนมุมเหมือนคำสั่ง FILLET โดยเมื่อเราเรียกใช้คำสั่งนี้แล้ว เครื่องจะให้เราทำการตั้งระยะของการตัดมุมซึ่งมี 2 ระยะเสียก่อน (ระยะแรกจะเป็นระยะที่จะตัดในส่วนของเส้นตรงเส้นแรก และระยะที่สองจะเป็นระยะที่จะตัดส่วนของเส้นตรงเส้นที่สอง) ซึ่งจะมีการถามระยะของการตัดมุมทั้งสองระยะ ดังนี้

Enter first chamfer distance <ค่าครั้งสุดท้าย> :

Enter second chamfer distance <ค่าครั้งสุดท้าย> :

ก็ให้ใส่ค่าที่เราต้องการลงไป และเมื่อตั้งเสร็จแล้วต้องทำการเรียกใช้คำสั่งนี้ (CHAMFER) อีกครั้งหนึ่ง ด้วยการกด ENTER เมื่อขึ้น Command: หลังจากนั้นเมื่อเครื่องมีการถามต่อ ก็ให้ใช้ Crosshair ชี้ไปที่เส้นแรก ต่อมาเมื่อเครื่องขึ้นคำถามอีกก็ให้ชี้ไปยังเส้นที่สองแล้วกด ENTER เครื่องก็จะทำการตัดมุมให้ตามระยะที่ได้ตั้งไว้แล้ว ดังตัวอย่างที่ได้แสดงในรูปที่ 8.30 ซึ่งเราเลือกให้มีระยะตัดของเส้นแรกเป็น 3 หน่วย และระยะตัดของเส้นที่สองเป็น 2.5 หน่วย ก็จะทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาดังในรูป



รูปที่ 8.30

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Part II

Introduction to

CNC

&

COMPACT 5 CNC

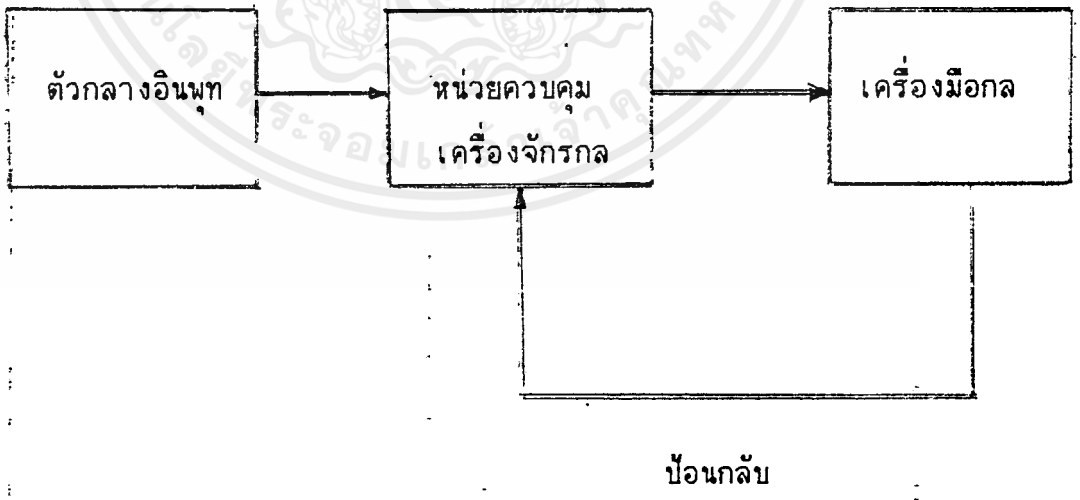
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.CNC (Computer numerical control)

เครื่อง CNC จัดเป็นเครื่องมือกลชนิดหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันนี้เป็นเครื่องมือที่นิยมอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตชิ้นส่วนทางด้านเครื่องมือกล สำหรับความหมายของ CNC นั้น ทางสมาคมอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิคส์ได้ให้นิยามไว้ดังนี้

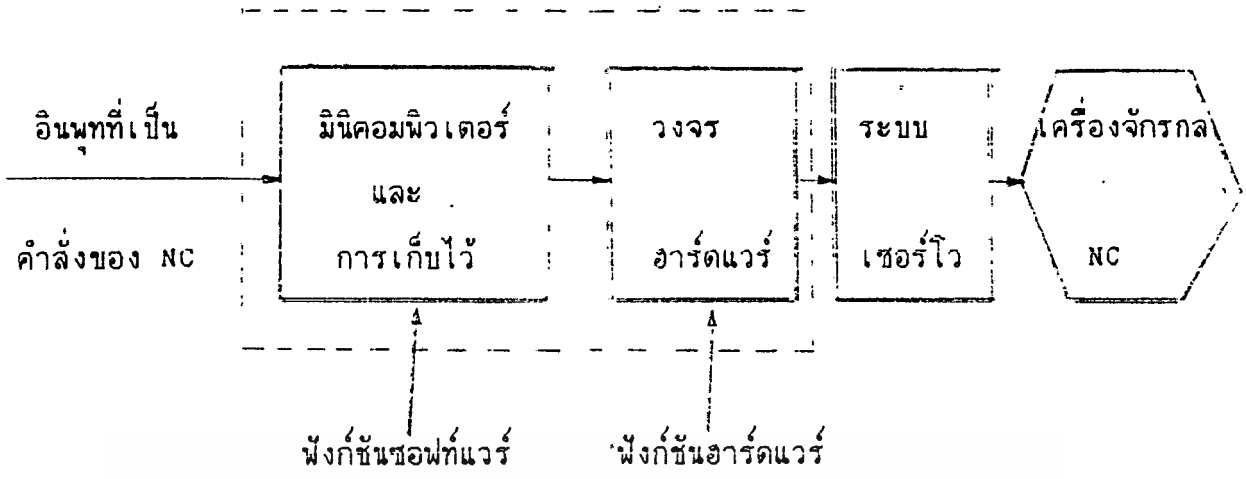
" CNC : ระบบควบคุมเชิงตัวเลขที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งเครื่อง เก็บโปรแกรม เพื่อให้ปฏิบัติงานฟังก์ชันควบคุมเชิงตัวเลขพื้นฐานบางส่วน หรือทั้งหมด โดยปฏิบัติตามโปรแกรมควบคุมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำที่ใช้อ่านและเขียนของคอมพิวเตอร์ "

สำหรับความแตกต่างระหว่าง CNC กับ NC(Numerical Control) ซึ่งเป็นการควบคุมเชิงตัวเลขแบบดั้งเดิม ก็คือ CNC ได้มีการเพิ่มไมโครโปรเซสเซอร์เข้าเป็นส่วนหนึ่งของตัวควบคุมเครื่องมือกล (พิจารณารูปแสดงความแตกต่างระหว่าง CNC กับ NC)



รูปที่ 1.1 *บล็อคไดอะแกรมของระบบ NC*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 *บล็อคไดอะแกรมของระบบ CNC*

ระบบ CNC ปัจจุบันนี้จะมีแป้นควบคุมที่สามารถป้อนโปรแกรมได้โดยตรงจากแป้นนี้ สำหรับแป้น CNC มีกลุ่มควบคุมดังต่อไปนี้

1. <u>ตัวเลือกโหมด</u> (mode selector) หน่วยนี้เป็นหน่วยที่ผู้ใช้สามารถเลือกให้ทำงานแบบ manual คือให้โปรแกรมทำงานเป็นขั้น ๆ ในระยะเวลาหนึ่ง ให้ทำงานครบวงจรอย่างสมบูรณ์ หรือทำงานเป็นอนุกรมต่อเนื่องของวงจรอัตโนมัติ นั่นคือ ทำการป้อนข้นของโปรแกรมใหม่หรือแก้ไขขั้นของโปรแกรมที่มีอยู่

2. <u>การควบคุม</u> หน่วยนี้จะเป็นหน่วยที่ผู้ใช้สามารถปฏิบัติการตามโหมดที่ได้เลือกไว้แล้ว

3. <u>คีย์บอร์ด</u> แป้น CNC จะต้องมีคีย์บอร์ดตัวเลขเพื่อป้อนข้อมูลตำแหน่งและค่าต่างๆ เช่น อัตราการส่ง(feed rate) เป็นต้น

4. <u>การแสดง</u> แป้น CNC จะต้องมีตัวกลางเพื่อแสดงคำสั่ง NC ในขณะนี้ ตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องมือ รหัสผิดพลาด และข้อมูลตัวเลขหรือตัวอักษรที่ได้เลือกไว้

โดยปกติทั่วไปแล้วเครื่อง CNC ที่ใช้กันในภาคอุตสาหกรรมจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. CNC สำหรับงานกลึง(CNC turning machine)

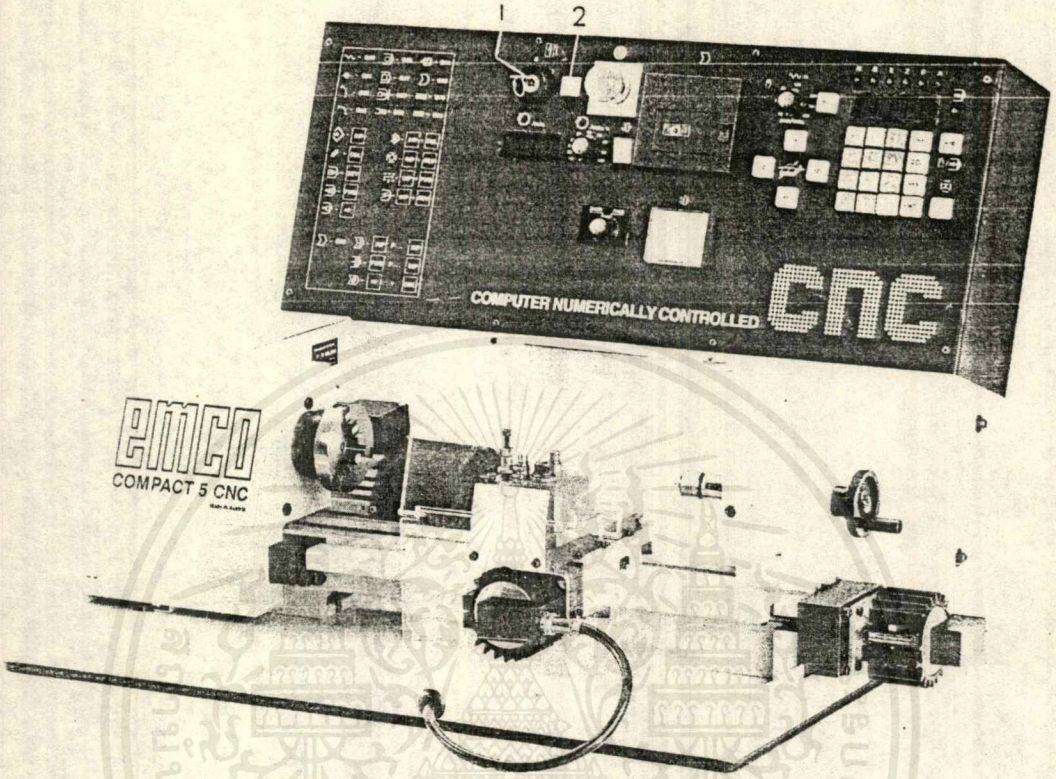
2. CNC สำหรับงานกัด (CNC milling machine)

สำหรับโครงงานนี้จะใช้ EMCO COMPACT 5 CNC ซึ่งเป็น CNC สำหรับงานกลึงเพียงอย่างเดียว โดยในที่นี้จะไม่ขอกล่าวถึง CNC สำหรับงานกัดเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แนะนำเครื่อง COMPACT 5 CNC

เครื่อง COMPACT 5 CNC เครื่องนี้เป็นเครื่อง CNC ที่ใช้สำหรับงานกลึงเท่านั้น โดยจะขอกล่าวถึงส่วนต่างๆ ของเครื่องดังนี้



รูปที่ 2.1 *COMPACT 5 CNC*

1. สวิตช์หลัก

   เมื่อทำการบิดกุญแจไปทางด้านขวา จะเป็นการ start การทำงานของเครื่อง CNC

2. CONTROL LAMP - main switch

   เมื่อสวิตช์หลักเปิดอยู่ control lamp ก็จะสว่าง

3. สวิตช์สำหรับขับสปินเดิลหลัก

4. ปุ่มสำหรับควบคุมความเร็วของสปินเดิลหลัก

5. ส่วนแสดงความเร็วของสปินเดิล

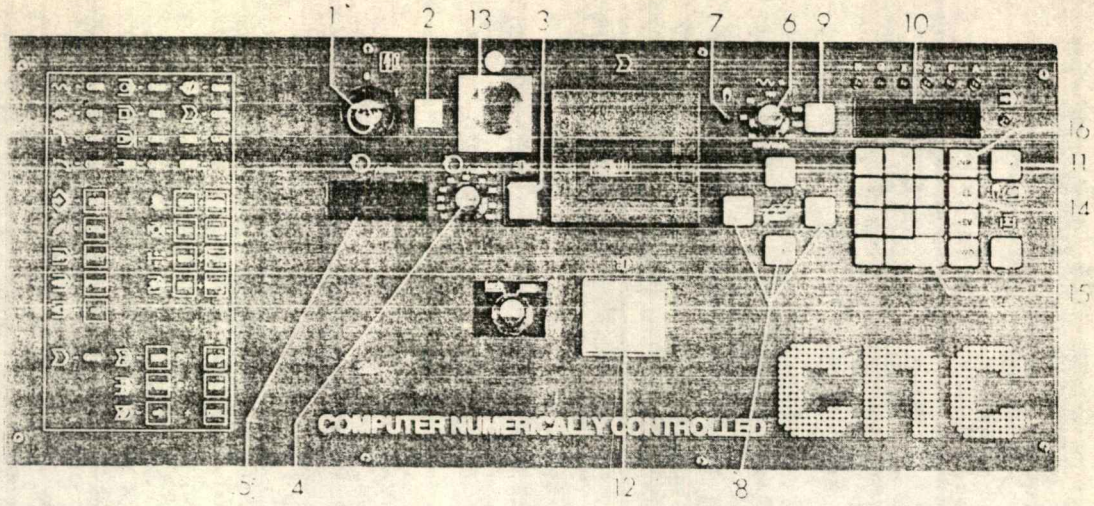
6. ปุ่มสำหรับปรับอัตราการป้อนมีดกลึง

   ปรับได้ทั้งทิศทางแกน Z (saddle) และทิศแกน X (cross slide) โดยสามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 10 - 400 mm/min

7. CONTROL LAMP - Hand operation

   เป็นไฟที่แสดงการทำงานในโหมด Hand-operated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 *แสดงในส่วนรายละเอียดของเครื่อง COMPACT 5 CNC*

8. <u>คีย์สำหรับการป้อนมีด</u>

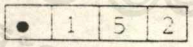
สามารถทำได้ทั้งในทิศทาง $\pm X$ และ $\pm Z$ ซึ่งจะมีสัญลักษณ์แสดงอยู่ที่คีย์บอร์ด

9. <u>คีย์สำหรับการเคลื่อนที่เร็ว</u>

ถ้าเรากดคีย์สำหรับการเคลื่อนที่เร็วพร้อมกับคีย์สำหรับการป้อนมีด จะทำให้มีดกลึงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วขึ้น

10. <u>ส่วนแสดงทางเดินของมีด</u>

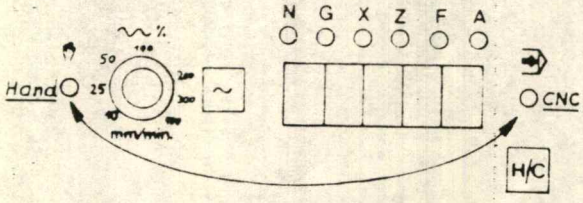
ส่วนแสดงผลนี้จะแสดงระยะ $\pm X$ และระยะ $\pm Z$ โดยแสดงเป็นค่าเท่ากับ 100 เท่าของมม. และเครื่องหมายลบจะแสดงให้เห็นเป็นจุดบน display



= - 1,52 mm

11. <u>ปุ่มเปลี่ยนโหมดการทำงาน</u>

ถ้ากดปุ่ม HAND/CNC ไฟจะเปลี่ยนจาก control lamp hand-operation ไปเป็น control lamp CNC-operation และถ้ากดปุ่มนี้อีกครั้งหนึ่งไฟ control lamp ก็จะกลับมาสว่าง ณ. ตำแหน่งเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. <u>แอมมิเตอร์แสดงกระแสที่ใช้ขับมอเตอร์ของสปินเดิลหลัก</u>

แอมมิเตอร์จะแสดงให้เห็นถึงการกินกระแสขณะขับมอเตอร์ เพื่อป้องกันมอเตอร์ไม่ให้เกิดการโอเวอร์โหลด กระแสที่จ่ายให้ต้องมีค่าไม่เกิน 2 Amperes ขณะทำงานต่อเนื่อง นอกจากนี้เรายังสามารถลดโหลดได้โดยการลดค่าความลึกในการกินชิ้นงานของมีด อัตราการป้อนมีด เป็นต้น

สำหรับระบบป้องกันการโอเวอร์โหลดของมอเตอร์ในกรณีที่กินกระแสสูงสุด มอเตอร์จะหยุดการทำงานเมื่อกระแสมีค่า 4 Amperes

13. <u>ปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉิน</u>

เมื่อกดปุ่มนี้ จะเกิดการตัดกระแสจากมอเตอร์หลัก (main motor), มอเตอร์ที่ใช้ป้อนมีด(feed motor),และส่วนการควบคุมทันที

14. <u>ปุ่ม DEL</u>

ทำหน้าที่ในการ clear ค่า X และ Z

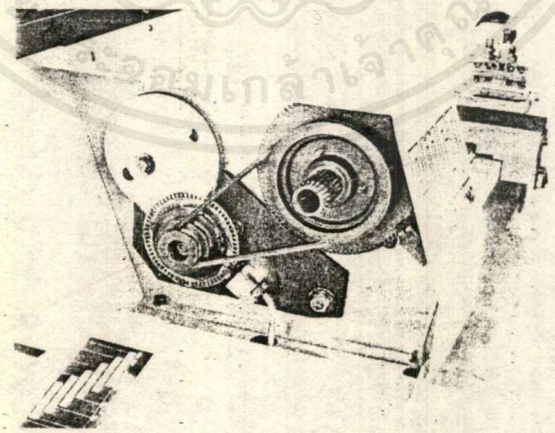
15. <u>The X/Z switch over key</u>

เมื่อกดปุ่มนี้ที่หน้าจอซึ่งแสดงระยะ X อยู่ จะถูกสวิตช์ไปแสดงค่า Z และในทำนองเดียวกัน ถ้าเป็นระยะ X อยู่ก็จะเปลี่ยนเป็น Z

16. <u>ปุ่ม Input</u>

จะใช้เมื่อต้องการป้อนข้อมูล

17. <u>Belt pulley drive</u>



รูปที่ 2.3 Belt pulley drive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเขียนโปรแกรมชิ้นงาน

ในการแปลงแบบชิ้นงานไปสู่การโปรแกรมชิ้นงานนั้น สามารถกระทำได้ด้วยมือ (Hand operation) หรือด้วยความช่วยเหลือของคอมพิวเตอร์ ทั้งสองกรณีผู้ที่จะเขียนโปรแกรมชิ้นงานจะต้องพิจารณาพารามิเตอร์ต่างๆ ของการทำชิ้นงาน เช่น ความเร็ว(speed) และอัตราการส่ง(feed rate) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะชิ้นงาน วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัด และข้อจำกัดต่างๆ ทางเครื่องมือกล ดังนั้นผู้เขียนโปรแกรมชิ้นงาน นอกจากต้องมีความรู้ทางด้านการกลึงชิ้นงานอย่างลึกซึ้งแล้ว ยังต้องทราบถึงสมรรถภาพของเครื่องมือกลอีกด้วย

สำหรับเครื่อง CNC ที่ใช้ในการทำโครงงานนี้ (EMCO COMPACT 5 CNC) สามารถป้อนโปรแกรมได้ 2 วิธีคือ

1. ป้อนโดยตรงบนเครื่อง (Hand operation)
2. ป้อนโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ทอนุกรม RS-232

1. ป้อนโดยตรงบนเครื่อง (Hand operation)

วิธีนี้ผู้ที่จะทำการกลึงชิ้นงานจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการใช้คำสั่ง ต้องรู้ถึงฟังก์ชันต่างๆ ต้องรู้ G-code , M-code ต้องรู้ว่าการ interpolate เส้นตรงใช้ G-code อะไร interpolate เส้นโค้งใช้ G-code อะไร และถึงแม้ว่าจะมีความรู้พื้นฐานอยู่บ้างแล้วก็ตาม แต่ถ้าชิ้นงานที่ต้องการมีความสลับซับซ้อนมาก โอกาสที่จะผิดพลาดก็ย่อมจะเกิดขึ้นได้ง่าย ดังนั้นวิธีนี้จึงเป็นวิธีที่ค่อนข้างยาก

2. ป้อนโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ทอนุกรม RS-232

สำหรับวิธีนี้ซึ่งเป็นวิธีที่จะนำมาใช้ในการทำโครงงานนี้ มีรายละเอียดดังนี้คือ ผู้ที่ต้องการกลึงชิ้นงานเพียงแต่มีความรู้พื้นฐานทางด้าน CAD/CAM ก็จะสามารถได้ชิ้นงานออกมาตามต้องการได้ ซึ่งกระบวนการทำคือ ทำการวาดชิ้นงานที่ต้องการในส่วนของ CAD ก่อน เมื่อได้ชิ้นงานแล้วก็เข้ามาในส่วนของ CAM แล้วทำการจำลองทางเดินของมีดกลึง จากนั้นให้ใช้ CAM Utilities คือ Post ทำการแปลงข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบที่เครื่อง EMCO COMPACT 5 CNC สามารถเข้าใจได้ ต่อไปก็ใช้โปรแกรม serout ส่งข้อมูลทั้งหมดผ่านพอร์ทอนุกรมเข้าสู่เครื่อง CNC เพื่อทำการกลึงชิ้นงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของโปรแกรมบนเครื่อง CNC จะมีลักษณะคล้ายๆกันทุกเครื่อง คือประกอบด้วยฟังก์ชันเพื่อการจัดเตรียม (preparatory functions) ซึ่งใช้เพื่อบรรยายชนิดของการเคลื่อนที่, ฟังก์ชันเพื่อการอื่น(miscellaneous functions) ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร , ข้อมูลเพื่อแสดงลำดับ, ความเร็วและอัตราการส่ง และรายละเอียดของเครื่องมือตัด โดยที่ข้อมูลทั้งหมดจะปรากฏอยู่ในบล็อค โดยเรียงกันเป็นลักษณะดังนี้

n g xyzab f s t m eob

โดยที่

n = ตัวเลขเพื่อแสดงลำดับ(sequence number)

g = ฟังก์ชันเพื่อการจัดเตรียม

xyzab = ข้อมูลสำหรับกำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่

f = ฟังก์ชันของอัตราการส่ง

s = ฟังก์ชันของความเร็ว

t = ฟังก์ชันของเครื่องมือตัด

m = ฟังก์ชันเพื่อการอื่น

eob = การจบชุดคำสั่งภายในบล็อค

รายละเอียดต่างๆเป็นดังนี้

1.ตัวเลขเพื่อแสดงลำดับการทำงาน(sequence number) n : ใช้ในการแสดงลำดับการทำงานจะประกอบด้วยสามดิจิต

2.ฟังก์ชันเพื่อการจัดเตรียม(preparatory functions) g : เป็นฟังก์ชันที่บอกถึงวิธีการเคลื่อนที่ของมีดกลึง ประกอบด้วยสองดิจิต รายละเอียดดังตารางที่ 3.1

3.ข้อมูลสำหรับกำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่ สามารถแบ่งได้ดังนี้

-การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง จะใช้อักษรแอดเดรสเป็น xyz

-การเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้ง จะใช้อักษรแอดเดรสเป็น ijk

4.ฟังก์ชันของอัตราการส่ง(feed rate) f : ใช้ในการกำหนดอัตราความเร็วในการส่งมีดกลึงจะแสดงค่าด้วยสามดิจิต

5.ฟังก์ชันของความเร็ว(speed) s : เป็นค่าที่กำหนดความเร็วสปินเดิล

6.ฟังก์ชันของเครื่องมือตัด(tool functions) t : ประกอบด้วยดิจิตสูงสุดไม่เกิน 5 ดิจิต

7.ฟังก์ชันเพื่อการอื่น m : ประกอบด้วย 2 ดิจิต รายละเอียดดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1

- ตาราง G code

G code	Group	Function	Δ: Optional
G00	01	Positioning (Rapid traverse)	
G01		Linear interpolation (Cutting feed)	
G02		Circular interpolation CW	
G03		Circular interpolation CCW	
G04	00	Dwell, Exact stop	
G10		Data setting	Δ
G17	02	XY plane selection	
G18		ZX plane selection	
G19		YZ plane selection	
G20	06	Input in inch	
G21		Input in mm	
G27	00	Reference point return check	
G28		Return to reference point	
G29		Return from reference point	
G30		Return to 2nd reference point	
G31		Skip function	
G39		Corner offset circular interpolation	
G40	07	Tool radius compensation cancel	
G41		Tool radius compensation, left	
G42		Tool radius compensation, right	
G43	08	Tool length compensation (+)	
G44		Tool length compensation (-)	
G49		Tool length compensation cancel	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ตาราง G CODE (ต่อ)

G code	Group	Function	Δ: Optional
G65	00	Custom macro command	Δ
G66	10	Custom macro modal call	Δ
G67		Custom macro modal call cancel	Δ
G73	09	Peck drilling cycle	
G74		Counter tapping cycle	
G76		Fine boring	
G80		Canned cycle cancel	
G81		Drilling cycle, spot boring	
G82		Drilling cycle, counter boring	
G83		Peck drilling cycle	
G84		Tapping cycle	
G85		Boring cycle	
G86		Boring cycle	
G87		Back boring cycle	
G88		Boring cycle	
G89		Boring cycle	
G90	03	Absolute programming	
G91		Incremental programming	
G92	00	Coordinate system setting	
G94	05	Feed per minute	
G95		Not used	
G98	04	Initial level return	
G99		R point level return	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2

- ตาราง M code

M	Function	Classification
00	PROGRAM STOP	B
01	OPTIONAL PROGRAM STOP	B
02	PROGRAM RESET	B
03	SPINDLE CW	B
04	SPINDLE CCW	B
05	SPINDLE STOP	B
08	COOLANT ON	B
09	COOLANT OFF	B
10	CHUCK CLAMP	O
11	CHUCK UNCLAMP	O
12		
19	SPINDLE ORIENTATION	O
20	AIR ON	O
21	AIR OFF	O
32	MIRROR IMAGE X ON	B
33	MIRROR IMAGE Y ON	B
35	MIRROR IMAGE OFF	B
36	OVERRIDE CANCEL ON	B
37	OVERRIDE CANCEL OFF	B
52	ADDITIONAL TABLE CLAMP ON	O
53	ADDITIONAL TABLE CLAMP OFF	O
81	INDEX TABLE I	O
82		
83		
98	SUB PROGRAM CALL	B
99	END OF SUB PROGRAM	B

Note: B: Basic (standard)
O: Optional

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Part III

Program

EMCODRAFT

CAD/CAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โปรแกรม EMCODRAFT CAD/CAM

โปรแกรม EMCODRAFT CAD/CAM เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปใช้สำหรับวาดชิ้นงานที่เกี่ยวกับเครื่องมือกลทุกชนิด นอกจากนี้ยังสามารถทำการจำลองการทำงานของมีดที่จะมากระทำบนชิ้นงาน(สามารถทำได้ทั้งการกลึง<turning> และการกัด<milling>) หลังจากนั้นเราก็จะใช้โปรแกรม POST ซึ่งเป็นโปรแกรมหนึ่งใน EMCODRAFT CAD/CAM ทำการแปลงข้อมูลที่ได้ให้เครื่อง CNC แต่ละชนิดตามแต่ที่ผู้ใช้งานจะประสงค์

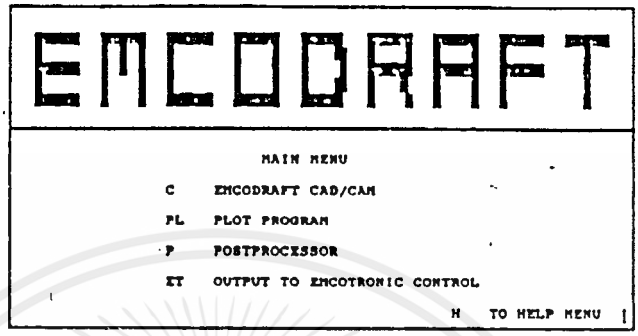
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน <เฉพาะในส่วนของ EMCODRAFT CAD/CAM>

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
   - Math co-processor
   - Disk drive อย่างน้อย 1 ตัว
   - Hard disk อย่างน้อย 20 MB
   - Serial port
   - parallel port
2. Hard lock <Software protection สำหรับ EMCODRAFT CAD/CAM>
3. สาย Cable สำหรับส่งผ่านข้อมูลระหว่างพอร์ท RS-232 กับ EMCO COMPACT 5 CNC
4. เครื่อง EMCO COMPACT 5 CNC
5. โปรแกรม EMCODRAFT CAD/CAM
   - แผ่น Install 1 แผ่น
   - แผ่น Help menu 3 แผ่น
   - แผ่นโปรแกรม 6 แผ่น
6. ชิ้นงานดิบ
   - อลูมิเนียม หรือ โลหะทรงกระบอก 4-5 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

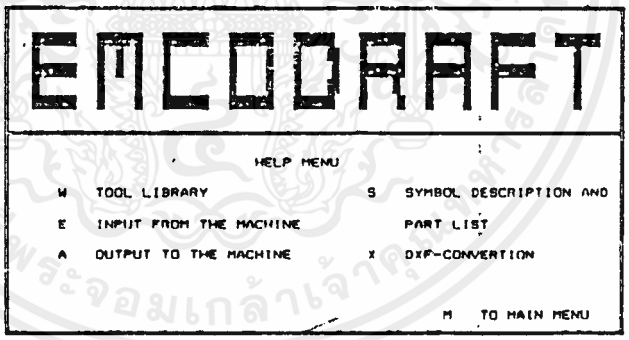
เมื่อทำการ install โปรแกรม EMCODRAFT CAD/CAM เสร็จเรียบร้อยแล้ว (โดยกด I<enter>) ให้กด ED<enter> ต่อไปจะปรากฏ main menu ดังรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1

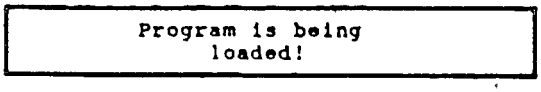


และถ้าทำการกด H<enter> เมนูช่วยก็จะปรากฏดังรูปที่ 1.2

รูปที่ 1.2

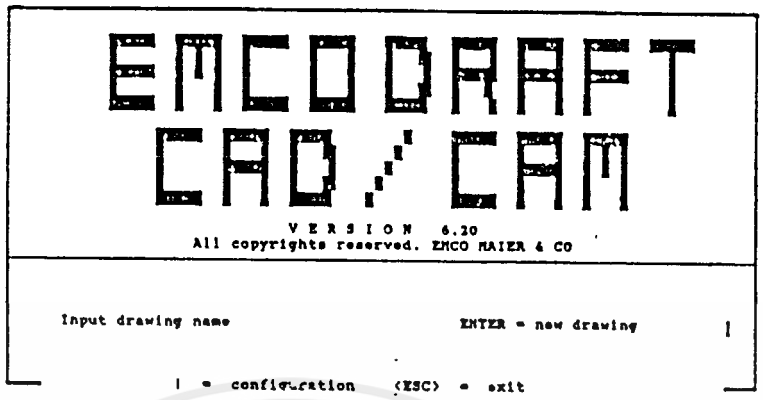


ถ้าต้องการวาดชิ้นงานก็ให้เข้าไปในส่วนของ CAD โดยกด C<enter> โปรแกรมก็จะถูกโหลดพร้อมทั้งปรากฏข้อความดังนี้



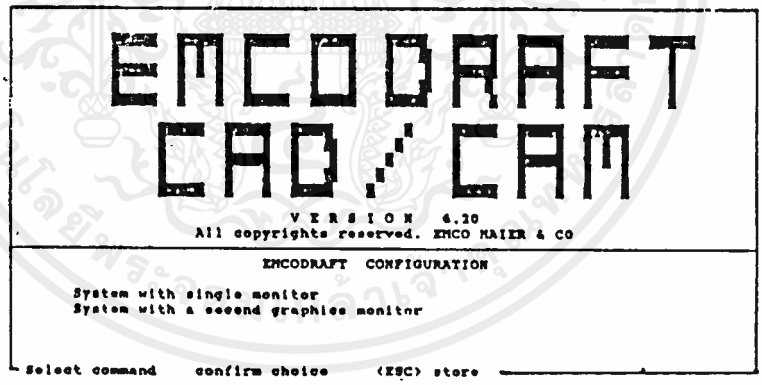
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อจากนั้นหน้าจอก็จะเปลี่ยนเป็นดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3

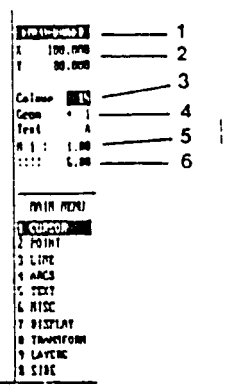
ถ้าต้องการกำหนด configuration เกี่ยวกับ Monitor, อุปกรณ์สนับสนุน ก็สามารถทำได้โดยการกด ! หน้าจอก็จะเปลี่ยนไปเป็นดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4

หลังจากนั้นก็จะเริ่มเข้าสู่โปรแกรมการวาดชิ้นงานจริงๆ ซึ่งต่อจากนี้เราก็จะสามารถวาดชิ้นงานได้ตามต้องการ โดยที่เมนูหลัก และรายละเอียดแต่ละส่วนจะแสดงดังรูปที่ 1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1 Program status
2 Cursor position
3 Drawing colour
4 Actual layer
5 Scale
6 Cursor step width
7 Graphic field
8 System reports

รูปที่ 1.5

ในเมนูย่อยแต่ละคำสั่งจะประกอบด้วยคำสั่งย่อยต่างๆอีก เช่น คำสั่ง LINE ก็ยังมีคำสั่งย่อยเป็น FULL, DASH, CHAIN เป็นต้น ซึ่งคำสั่งย่อยทั้งหมดจะเป็นดังตาราง CAD MENU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1

CAD MENU

01	MAIN MENU	Command	Chapter
1	CURSOR	→ 2	2
2	POINT	→ 4	3
3	LINE	→ 5	3
4	ARCS	→ 7	3
5	TEXT	→ 9	9
6	MISC	→ 10	
7	DISPLAY	→ 16	8
8	TRANSFORM	→ 17	5
9	LAYERS	→ 18	4
0	SIDE	→ 19	

02	CURSOR	Command	Chapter
1	CURSOR REL	↓→ 41	2.3.1
2	CURSOR ABS		48 2.2.1
3	CURSOR R, A	↓↑ 42	2.3.2
4	CURSOR X,A		90 2.3.3
5	CURSOR Y, A		91 2.3.4
6	CUR STEP	Pg	43 2.1.3
7	GOTO REF	End	40 2.2.2
8	MID SCREEN	Hom	10 2.1.5
9	GLOBAL		95 6.13
0	SIDE	→	3

03	CURSOR	Command	Chapter
1	FIND POINT	↓↑ 10	6.1
2	FIND LINE	↓↑ 31	6.2
3	FIND ARC	↓→ 32	6.3
4	INSECT L/L	51	6.9
5	INSECT L/A	50	6.10
6	INSECT A/A	52	6.11
7	MID LINE	78	6.7
8	MID ARC	79	6.8
9	INTERSECT	↓↑ 137	6.12
0	SIDE	→ 2	

04	POINT	Command	Chapter
1	START PT	↓↑ 1	2.5.1
2	END PT	↓→ 2	2.5.2
3	MIDDLE PT	↓→ 3	2.5.3
4	SEARCH	↓↑ 30	6.1
5	NEW REF PT	0	2.5.4
6	GOTO REF	End	40 2.2.2
7	CURSOR X,Y	↓→ 41	2.3.1
8			
9			
0			

05	LINE	Command	Chapter
1	FULL	↓→ 4	3.1.1
2	DASH	5	3.1.1
3	CHAIN	6	3.1.1
4	RUBBER LIN	122	3.1.9
5	SEARCH	↓↑ 31	6.2
6	SPLIT	88	3.1.10
7	ERASE	24	7.1
8	MID LINE	78	6.7
9	RECTANGLE	15	3.3.1
0	SIDE	→ 6	

06	LINE	Command	Chapter
1	PARALLEL	55	3.1.5
2	PERPENDICL	56	3.1.6
3	RADIAL	57	3.1.7
4	TANGNT P/A	53	3.1.4
5	TANGNT A/A	54	3.1.4
6	CHAMFER	↓↑ 59	3.1.8
7	PROJECTION	93	10.4.2
8	STRETCH PT	92	5.9
9			
0	SIDE	→ 5	

07	ARCS	Command	Chapter
1	FULL	7	3.2.2
2	DASH	8	3.2.2
3	CHAIN	9	3.2.2
4	CIRCLE	44	3.2.1
5	RUBBER ARC	124	3.2.8
6	RUBBER CIR	123	3.2.7
7	FIND ARC	32	6.3
8	SPLIT	89	3.2.9
9	ERASE	35	7.2
0	SIDE	→ 8	

08	ARCS	Command	Chapter
1	ARC 3 PTS	58	3.2.3
2	MID ARC	79	6.8
3	FILLET	↓→ 59	3.2.4
4	FIL 2 ELEM	112	3.2.5
5	FIL 3 ELEM	113	3.2.6
6	CURVE FIT	39	3.3.3
7			
8			
9			
0	SIDE	→ 7	

09	TEXT	Command	Chapter
1	INPUT	20	9.2
2	HEIGHT/ANG	21	9.1
3	SEARCH	↓↑ 33	6.4
4	ERASE	16	7.3
5	GLOBAL	129	6.14
6	TEXT/BOX	121	9.5
7	EDIT	125	9.6
8			
9			
0			

10	MISC	Command	Chapter
1	DIMENSION	→ 11	10
2	X-HATCH	29	3.3.5
3	SYMBOL	→ 11	11
4	PARAMETER	109	12.5
5	MAKRO	↓→ 130	13
6	TRIM CONTR	114	5.6
7	EXTEND	67	5.8
8	CORNR TRIM	138	5.7
9	CLIP WINDOW	111	5.12
0	SIDE	→ 14	

11	DIMENSION	Command	Chapter
1	AXIS PARA	80	10.3.2
2	PARALLEL	81	10.3.3
3	DIAMETER	83	10.3.6
4	RADIUS	82	10.3.7
5	ANGLE	84	10.3.4
6	LINEAR	86	10.4.2
7	SYMBOLIC	17	10.4.3
8	REF POINT	19	10.4.1
9	SETUP	85	10.3.1
0	SIDE	→ 12	

12	DIMENSION	Command	Chapter
1	LINE → >	11	10.2.1
2	LINE < →	12	10.2.1
3	LINE < → >	13	10.2.1
4	ARC → >	14	10.2.2
5	ARC < →	15	10.2.2
6	ARC < → >	16	10.2.2
7	ANGLE TLN	120	10.3.5
8			
9			
0	SIDE	→ 11	

13	SYMBOL	Command	Chapter
1	INPUT	70	11.3
2	FIT S/F PT	75	11.4
3	HEIGHT/ANG	71	11.2
4	FIND POINT	74	11.8
5	ERASE	73	11.9
6	AS GRAPHIC	76	11.6
7	STORE	119	11.1
8	LIBRARIES	131	11.10
9	SEARCH	72	11.7
0	SIDE	→ 10	

14	MISC	Command	Chapter
1	CALCULATE	→ 15	10
2	MIL/INCH	87	2.1.4
3	ELLIPSE	94	3.3.2
4	SPLINE	140	3.3.6
5	ERASE SPLN	141	3.3.6
6	ALTER SPLN	142	3.3.6
7	CURVE FIT	39	3.3.3
8	BORDERLINE	18	3.3.4
9	STRETCH PT	92	5.9
0	SIDE	10	

15	CALCULATE	Command	Chapter
1	CARTESIAN	46	10.1.2
2	POLAR	47	10.1.2
3	GEOM PROPS	49	10.1.1
4	INSECT L/L	51	6.9
5	INSECT L/A	50	6.10
6	INSECT A/A	52	6.11
7	INTERSECT	↓→ 137	6.12
8			
9		→ 10	
0	SIDE		

16	DISPLAY	Command	Chapter
1	COLOUR	↓↑ 63	8.5
2	REDRAW	↓→ 61	8.3
3	ZOOM	↓↑ 60	8.1
4	DISP LAYER	25	4.2.2
5	HIDE LAYER	23	4.2.3
6	INCLDE LAY	24	4.2.4
7	SCALE	62	8.2
8	GRID	↓→ 117	2.1.5
9			
0			

17	TRANSFORM	Command	Chapter
1	GEO/TEXT	143	5.1
2	MOVE/COPY	27	5.2
3	MIRROR	26	5.3
4	SCALE/ROT	28	5.4
5	CHNG COLOR	97	5.11
6	CHNG LINE	96	5.10
7	ERASE	98	7.6
8	ERASE ALL	99	7.7
9	SHIFT REF	64	8.4
0	STRETCH	110	5.13

18	LAYERS	Command	Chapter
1	CHANGE	22	4.2.1
2	STORE	65	4.3.1
3	RETRIEVE	66	4.3.2
4	ERASE	37	7.5
5			
6			
7			
8			
9			
0			

19	MAIN MENU	Command	Chapter
1	APPLICATN	→ 20	
2	TEMP STORE	68	1.9.1
3	END - STORE	69	1.9
4	DOS	38	1.8
5	DXF-OUT	135	1.9.2
6	PRINT	144	1.9.3
7			
8			
9			
0	SIDE	→ 1	

20	APPLICATN	Command	Chapter
1	TURNING	→ 21	CAM-Tu
2	MILLING	→ 30	CAM-Mi
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
0			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อวาดชิ้นงานในส่วนของ CAD เสร็จแล้ว ขั้นต่อไปให้เข้าไปในส่วนของ CAM เพื่อทำการจำลองทางเดินของมีดกลึง(จาก MAIN MENU กด F10 ต่อไปให้เลือก F1 APPLICAIN เพื่อเข้าสู่ MENU CAM) โดยการเรียกใช้คำสั่ง TURNING ซึ่งคำสั่งนี้ก็จะแยกออกเป็นคำสั่งย่อยต่างๆ อีก ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2

CAM MENU

200 TURNING	Command	Chapter
1 TOOL MOVES	→ 22	1
2 CYCLES	→ 23	2
3 EDIT	240	8
4 TOOL CHNGE	→ 24	4
5 SIMUL MODL	→ 25	5
6 CNC MODL	→ 26	5
7 PARAMETER	→ 27	3
8 SETUP	220	7
9 DISK UTIL	→ 28	6
0 CAD	→ 1	

201 TOOL MOVES	Command	Chapter
1 MOVE → CUR	202	1.1
2 ABS Z, X	201	1.2
3 INC Z, X	202	1.3
4 GOTO ELEMT	204	1.4
5 GOTO CORNR	205	1.5
6 RAPID	224	1.7
7 ERASE LAST	208	1.8
8 FOLLOW ELE	200	1.6
9		
0		

210 CYCLES	Command	Chapter
1 ROUGHING	245	2.4
2 CONTUR FOL	242	2.1
3 GROOVING	246	2.5
4 THREADING	247	2.6
5 DRILLING	243	2.2
6 MATH CURVE	249	2.7
7 SUB-ROUT	244	2.3
8		
9		
0		

220 TOOL CHNGE	Command	Chapter
1 TOOL CHNGE	209	4.2
2 DRAW TOOL	216	4.4
3 HIDE PATH	215	4.3
4		
5		
6		
7		
8		
9		
0		

230 SIMUL MODL	Command	Chapter
1 IN / OUT	212	5.8
2 < - - > HEAD	213	5.9
3 FRNT/FACE	214	5.10
4 DRAW TOOL	216	4.4
5 SPNDL STOP	218	5.7
6		
7		
8		
9		
0		

240 CNC MODL	Command	Chapter
1 HIDE PATHS	210	5.4
2 SPINDLE	221	5.6
3 COOLANT	222	5.5
4 INC / ABS	225	5.3
5 G94 / G95	226	5.1
6 G96 / G97	227	5.2
7 S/F IN LIB	229	3.8
8		
9		
0		

250 PARAMETER	Command	Chapter
1 F	233	3.6
2 S	235	3.7
3 ANGLE - DIST	232	3.4
4 OFFSET	236	3.5
5 DEP OF CUT	231	3.3
6 WORK-REF 0	239	3.1
7 TOOL CHG P	230	3.2
8 FREE M	219	3.9
9		
0		

260 DISK UTIL	Command	Chapter
1 CLEAR PROG	261	6.2
2 READ PROG	263	6.3
3 READ GEOM	264	6.4
4 CONT → NC	→ 29	6.6
5 END - STORE	69	CAD 1.9
6 SUB-R STRT	265	6.5.1
7 SUB-R END	267	6.5.2
8		
9		
0		

270 CONT → NC	Command	Chapter
1 CONTOUR	250	6.6.9
2 G40	251	6.6.1
3 G41	252	6.6.2
4 G42	253	6.6.3
5 G63	254	6.6.4
6 G64	255	6.6.5
7 G65	256	6.6.6
8 G66	257	6.6.7
9 G68	258	6.6.8
0 END CONTR	260	6.6.10

300 MILLING	Command	Chapter
1 TOOL MOVES	→ 31	1
2 CYCLES	→ 33	2
3 EDIT	240	8
4 TOOL CHNGE	→ 34	4
5 SIMUL MODL	→ 35	5
6 CNC MODL	→ 36	5
7 PARAMETER	→ 37	3
8 SETUP	270	7
9 DISK UTIL	→ 38	6
0 CAD	→ 1	

301 TOOL MOVES	Command	Chapter
1 MOVE → CUR	203	1.1
2 ABS X, Y	201	1.2
3 INC X, Y	202	1.3
4 GOTO ELMT	204	1.6
5 GOTO CORNR	205	1.7
6 ABS Z MOVE	206	1.4
7 INC Z MOVE	207	1.5
8 RAPID	224	1.10
9 ERASE LAST	208	1.11
0 SIDE	→ 32	

310 TOOL MOVES	Command	Chapter
1 GOTO A PT	270	2.8.1
2 NEAREST PT	271	2.8.2
3 BRIDGE	272	2.8.3
4 ALL POINTS	273	2.8.4
5 ERASE PTS	266	2.8.5
6 GOTO1 ELEM	200	1.8
7 ABS X, Y, Z	217	1.9
8		
9		
0 SIDE	→ 31	

315 CYCLES	Command	Chapter
1 CONTUR FOL	242	2.2
2 DRILLING	243	2.3
3 RECT POCKT	245	2.5
4 CIRC POCKT	246	2.6
5 FREE POCKT	248	2.8
6 MATH CURVE	249	2.7
7 SUB-ROUT	244	2.4
8 MILL TEXT	216	2.1
9		
0		

320 TOOL CHNGE	Command	Chapter
1 TOOL CHNGE	209	4.2
2 HIDE PATH	215	4.3
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
0		

325 SIMUL MODL	Command	Chapter
1 < - - - >	211	5.7
2 ABS X, Y, Z	217	1.9
3 SPNDL STOP	218	5.6
4 MILL TEXT	216	2.1
5		
6		
7		
8		
9		
0		

330 CNC MODL	Command	Chapter
1 HIDE PATHS	210	5.3
2 SPINDLE	221	5.5
3 COOLANT	222	5.4
4 INC / ABS	225	5.2
5 G94 / G95	226	5.1
6 S/F IN LIB	229	3.8
7		
8		
9		
0		

335 PARAMETER	Command	Chapter
1 F	233	3.6
2 S	235	3.7
3 RETRACT PL	232	3.4
4 OFFSET	236	3.5
5 I / MIN	231	3.3
6 WORK-REF 0	239	3.1
7 TOOL CHG.P	230	3.2
8 FREE M	219	3.9
9		
0		

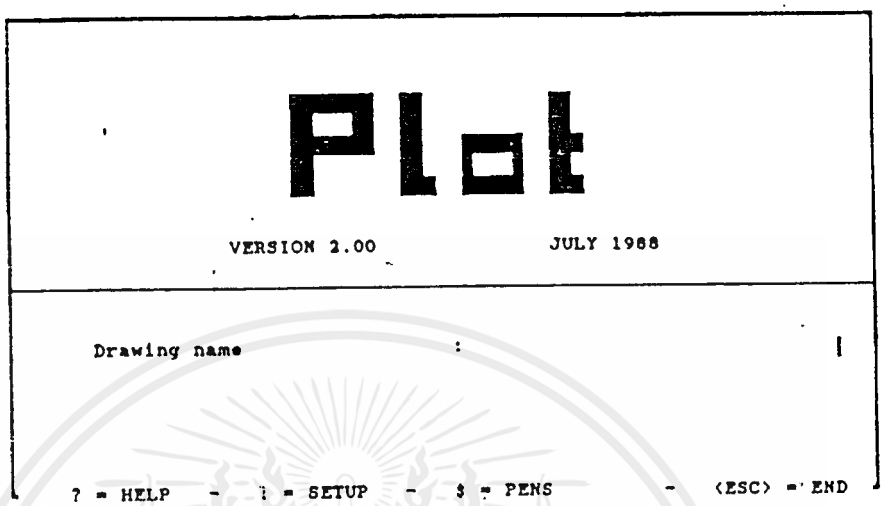
340 DISK UTIL	Command	Chapter
1 CLEAR PROG	261	6.2
2 READ PROG	263	6.3
3 READ GEOM	264	6.4
4 CONT → NC	→ 39	
5 END - STORE	69	CAD 1.9
6 SUB-R STRT	265	6.5.1
7 SUB-R END	267	6.5.2
8		
9		
0		

345 CONT → NC	Command	Chapter
1 CONTOUR	250	6.6.9
2 G40	251	6.6.1
3 G41	252	6.6.2
4 G42	253	6.6.3
5 G63	254	6.6.4
6 G64	255	6.6.5
7 G65	256	6.6.6
8 G66	257	6.6.7
9 G68	258	6.6.8
0 END CONTR	260	6.6.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Utilities - CAD

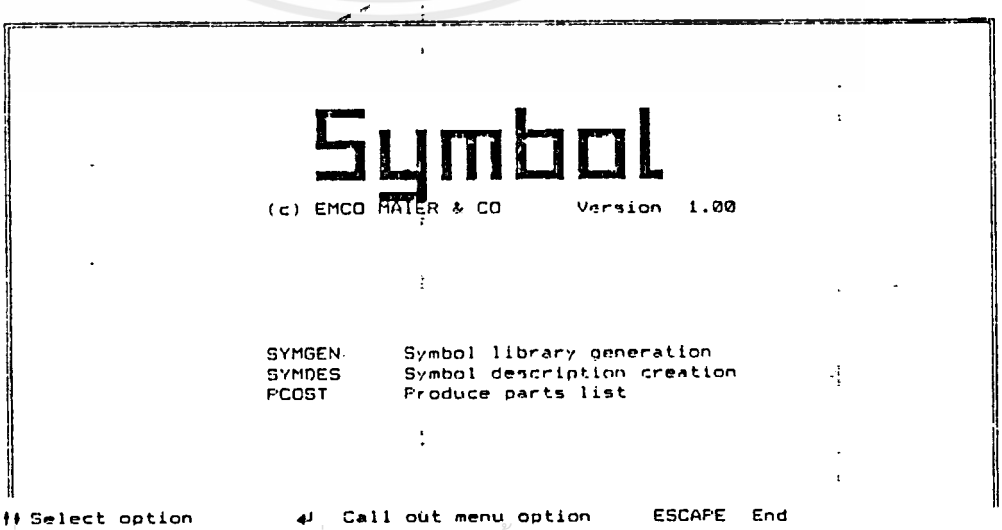
1. โปรแกรม PLOT



โปรแกรม PLOT จะทำหน้าที่ transfer รูปวาดจาก CAD บน EMCODRAFT ไปสู่ PLOTTER ซึ่งเราจะสามารถเข้าสู่โปรแกรมนี้ได้โดย กด PL<enter>

2. Symbol management

โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่ทำให้เราสามารถเขียน Symbol library ของเราเองได้ ตัวอย่าง libraries เช่น screws,nuts,switch signs เป็นต้น สำหรับการเข้าสู่โปรแกรมทำได้โดย กด S<enter>



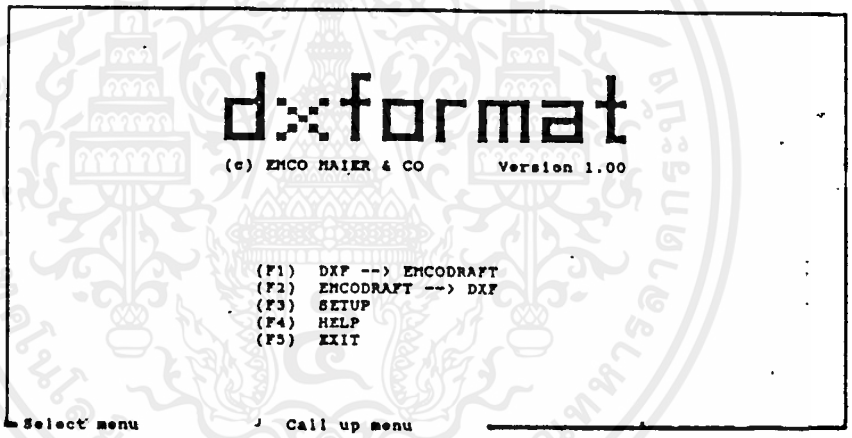
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. DXF transformation

โปรแกรม dxformat (เรียกใช้ได้โดยกด X<enter>) เป็นโปรแกรมอรรถประโยชน์ที่ทำหน้าที่ในการแปลงไฟล์รูปภาพ ระหว่าง AUTOCAD กับ EMCODRAFT CAD โดยมีทางเลือกดังนี้

F1 : เป็นการแปลงไฟล์ที่วาดโดย AUTOCAD ใน dxf format(FILENAME.DXF) ให้เป็นไฟล์ที่ใช้งานบน EMCODRAFT (FILENAME.SD*)

F2 : เป็นการแปลงไฟล์ที่วาดโดย EMCODRAFT (FILENAME.SD*) ให้เป็นไฟล์ที่ใช้งานบน AUTOCAD (FILENAME.DXF)

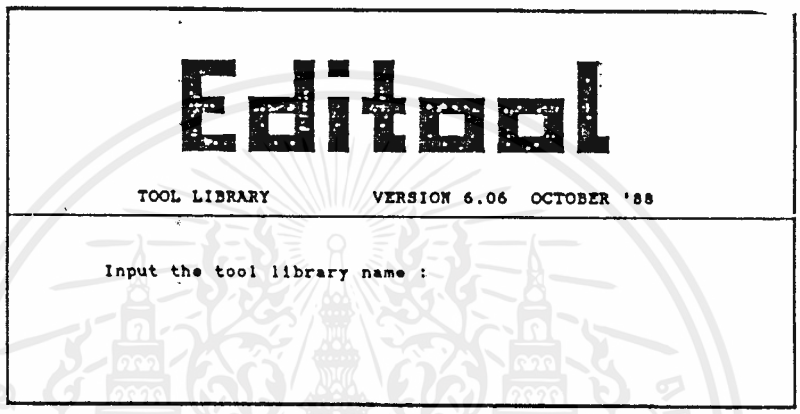


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Utilities - CAM

1. Tool management

เมื่อพิมพ์ W<enter> จะเป็นการเข้าสู่โปรแกรม EDITOOL ซึ่งเป็นโปรแกรมที่จัดการเกี่ยวกับ library ของเครื่องมือทั้งหมดที่ใช้ใน CAM (เช่นประเภทของมีด) นอกจากนี้เรายังสามารถเรียกดูข้อมูลของเครื่องมือต่างๆ ที่มีอยู่แล้วได้อีกด้วย



2. Data transfer from and to the CNC machines

สำหรับโปรแกรมอรรถประโยชน์ในส่วนนี้จะใช้ในการ transfer ข้อมูลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้าสู่เครื่อง CNC หรือจากเครื่อง CNC เข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ทอนุกรม RS-232 นอกจากนี้ในการส่งผ่านข้อมูลแต่ละครั้งจะต้องมีการกำหนด configuration ดังนี้

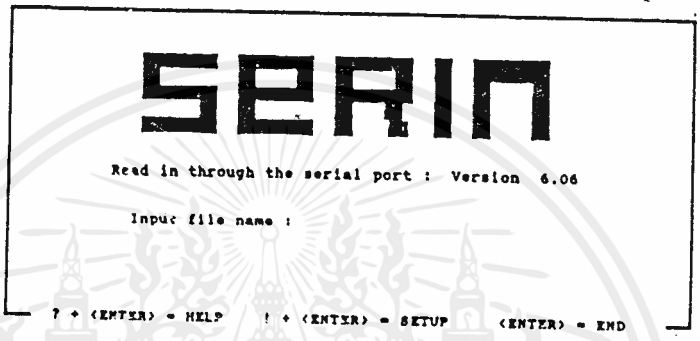
RS232 PORT	1
BAUDRATE	300
NUMBER OF STOP BITS	1
NUMBER OF DATA BITS	7
PARITY	EVEN
LEADING SPACES	0
TRAILING SPACES	0
FORMAT	ISO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ใช้งานจะมีดังนี้

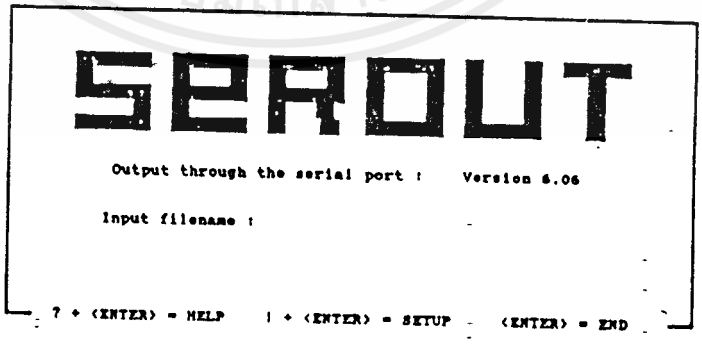
2.1 SERIN

เรียกใช้โดย E<enter>เป็นโปรแกรมที่ใช้เมื่อต้องการโหลดข้อมูลจากเครื่อง CNC (COMPACT 5 CNC/ F1-CNC/ SINUMERIK และ EMCOTRONIC) เข้าสู่คอมพิวเตอร์



2.2 SEROUT

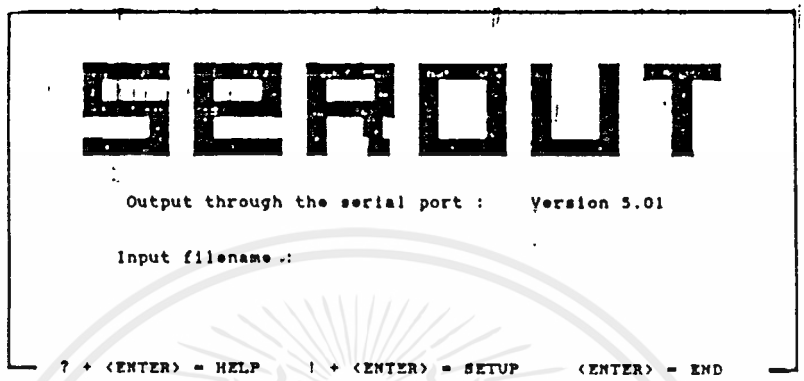
เรียกใช้โดย A<enter> เป็น การส่งข้อมูล (คือข้อมูลที่ได้จากการจำลองการทำงานของมีดกลึงและผ่านโปรแกรม POST แล้ว) เข้าสู่เครื่อง CNC (COMPACT 5 CNC/ F1-CNC/ SINUMERIK)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

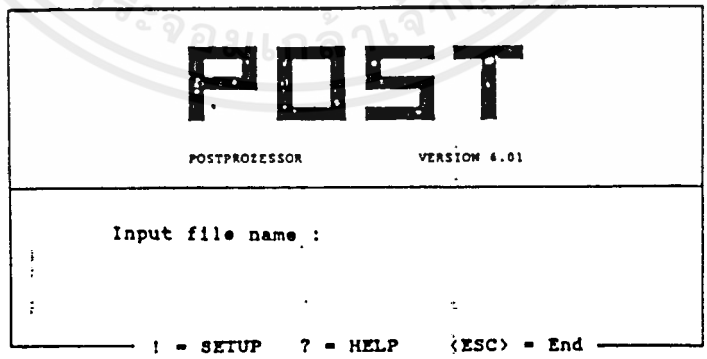
2.3 SEROUT(สำหรับ เครื่อง EMCOTRONIC ซึ่งเป็นเครื่องใหญ่เท่านั้น)

เรียกใช้โดย EI<enter> จะเป็นการส่งข้อมูลเข้าสู่เครื่อง CNC EMCOTRONIC ซึ่งจะแตกต่างกับโปรแกรม SEROUT ใน 2.2 เพียงเลข version เท่านั้น



3. POST PROCESSOR

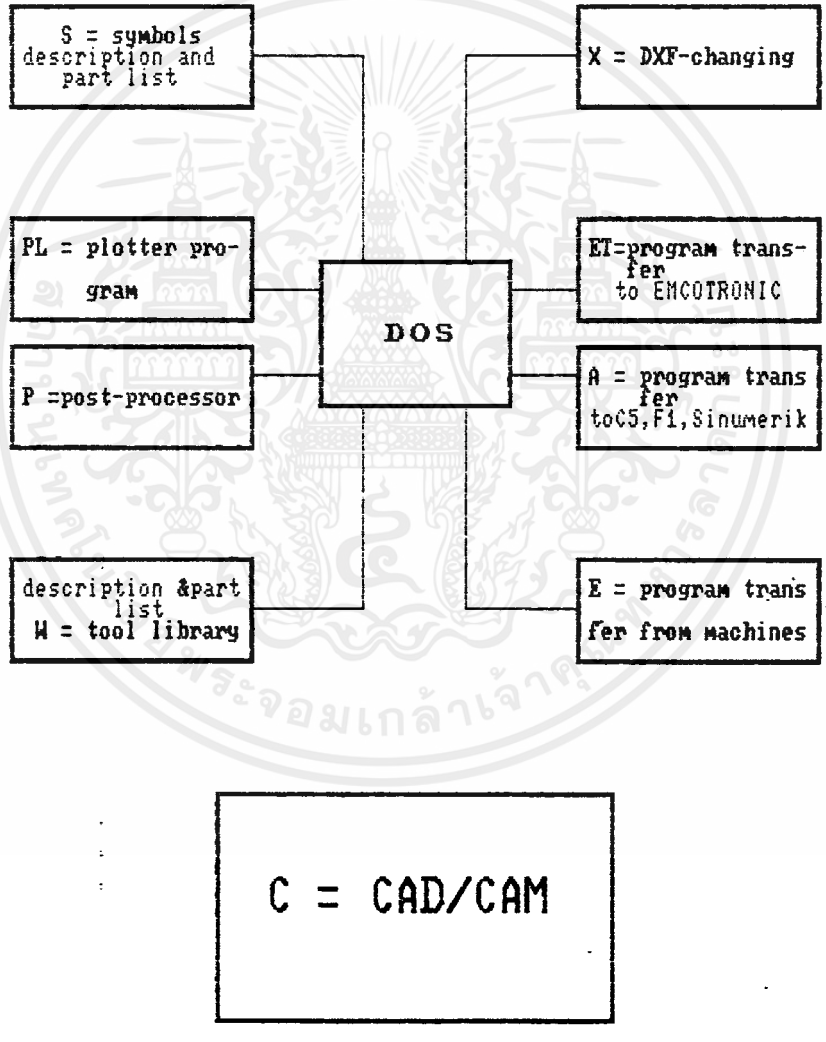
โปรแกรมนี้จะใช้สำหรับการแปลงโปรแกรมที่เกิดจากการจำลองทางเดินของมีดกลึงใน CAM ให้เป็นโปรแกรมที่เครื่อง CNC แต่ละเครื่องสามารถเข้าใจได้ โดยที่โปรแกรม POST จะมีทางเลือกว่าต้องการแปลงโปรแกรมให้เข้ากับเครื่อง CNC เครื่องใด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สรุปโครงสร้างของโปรแกรม EMCODRAFT CAD/CAM

Outline of ED programs:



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Part IV

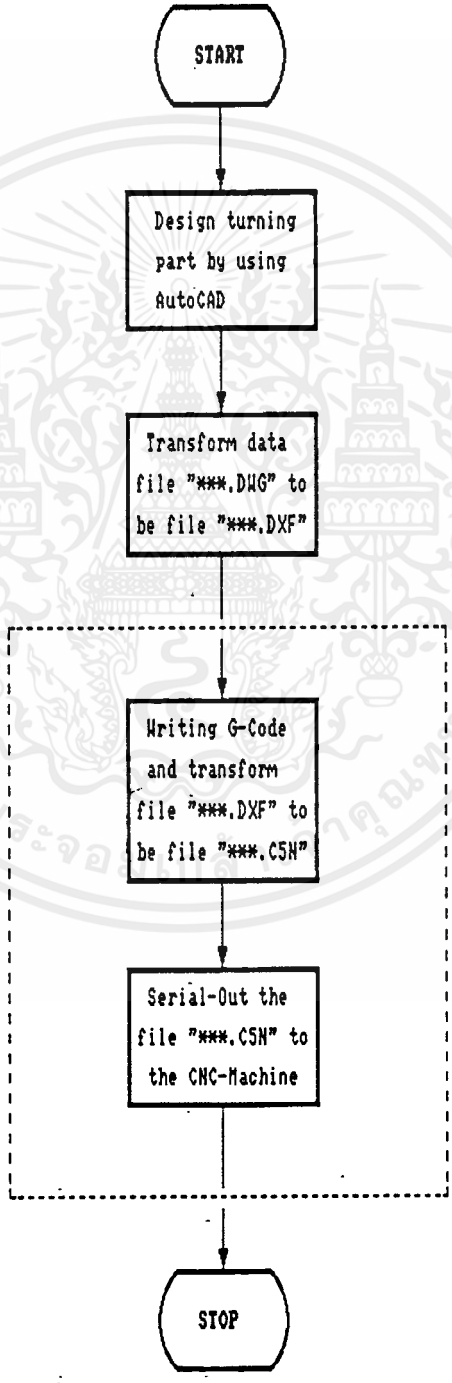
PROJECT'S

PROGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หลักการทำงานของโปรแกรม

ก่อนที่จะอธิบายถึงหลักการทำงานของโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น จะขออธิบายให้เห็นถึงลักษณะโครงสร้างของโครงงาน (Project) ที่ทำ ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนการทำงานให้เห็นได้ดัง flowchart รูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรายละเอียดของขั้นตอนแต่ละขั้นตอนที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.1 จะเป็นดังนี้คือ

ขั้นตอนที่ 1 ทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการกลึง (turning) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีชื่อว่า AutoCAD (CAD : Computer Aided Design) หลังจากที่เราออกแบบชิ้นงานที่ต้องการกลึงได้แล้ว ก็ต้องทำการระบุตำแหน่งจุด (mark point) ที่จะให้มีดตัดเคลื่อนที่ไป คือ สร้างเส้นทางการเดินให้กับมีดตัด เพื่อให้มีดตัดมีการกลึงอยู่ในช่วงที่ถูกต้องเหมาะสมกับชิ้นงาน

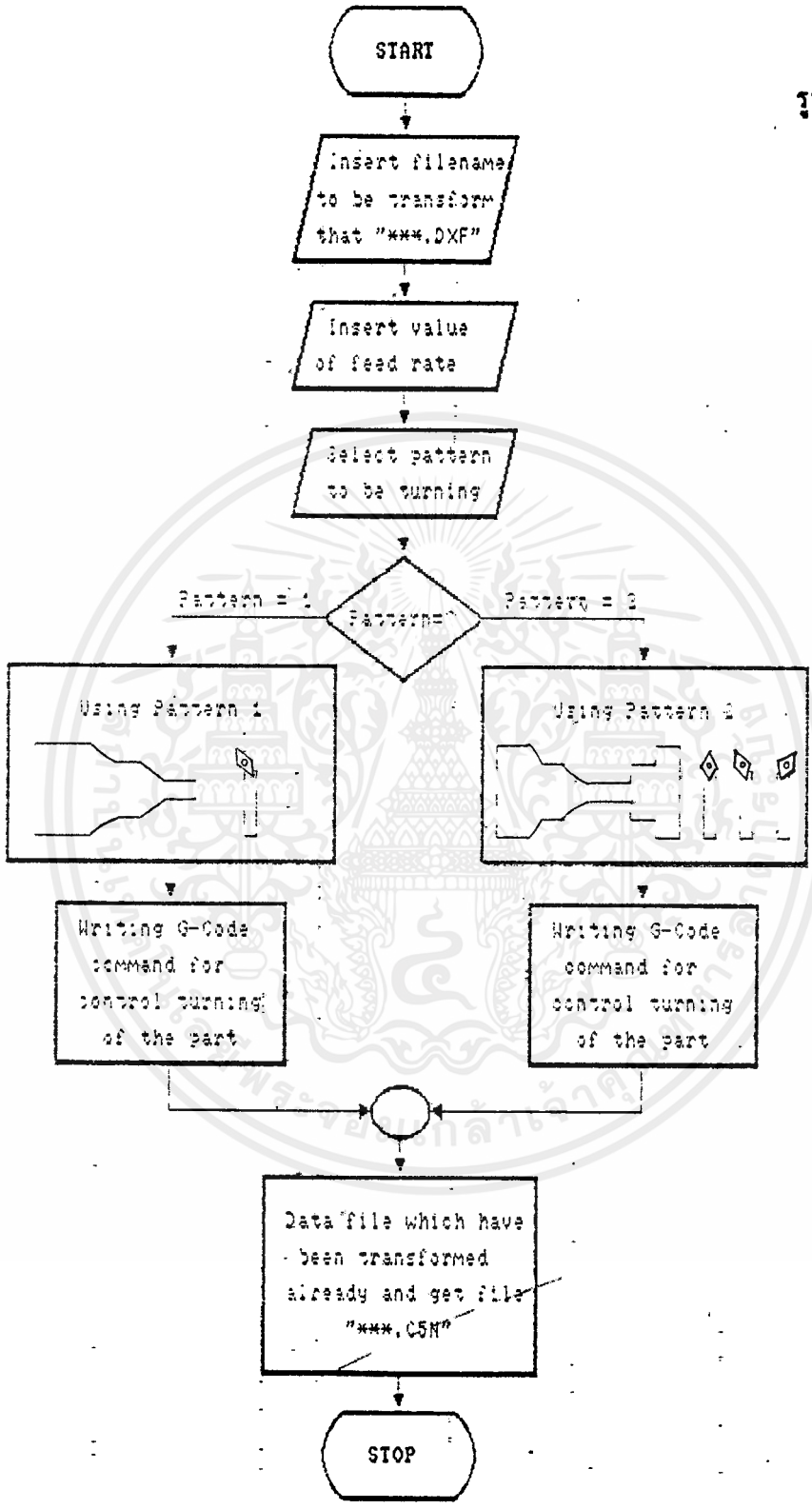
ขั้นตอนที่ 2 หลังจากที่ได้ออกแบบชิ้นงานและระบุตำแหน่งให้มีดตัดเคลื่อนที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะได้ไฟล์ข้อมูลรูปภาพ (drawing file) ของโปรแกรม AutoCAD ซึ่งเป็นไฟล์ข้อมูลที่อยู่ในรูป "***.DWG" แต่ไฟล์ข้อมูลที่ได้นี้ไม่สามารถนำไปใช้กับ software ชนิดอื่นได้ จึงต้องทำการสร้างไฟล์ข้อมูลให้มีรูปแบบที่เหมาะสม สามารถนำเอาไปประยุกต์ใช้งานต่อได้ นั่นคือการสร้าง Drawing Interchange Files โดยในที่นี้เราเลือกที่จะสร้างไฟล์เป็นแบบ DXF Files ด้วยการใช้คำสั่ง DXFOUT ที่มีพร้อมอยู่แล้วในโปรแกรม AutoCAD อันจะทำให้ได้ไฟล์ข้อมูลออกมาในรูป "***.DXF"

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากที่เราได้ไฟล์ข้อมูลที่อยู่ในรูป "***.DXF" แล้ว ก็จะสามารถนำเอาไปผ่านโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นเพื่อทำหน้าที่แปลงไฟล์ข้อมูล "***.DXF" ให้อยู่ในรูปไฟล์ข้อมูลของคำสั่ง G-Code เพื่อใช้ควบคุมเครื่อง CNC ให้มีการกลึงชิ้นงานออกมาในรูปแบบที่เราต้องการ ซึ่งเมื่อผ่านขั้นตอนนี้แล้วจะทำให้ได้ไฟล์ข้อมูลของคำสั่ง G-Code ที่อยู่ในรูปแบบไฟล์ "***.C5N"

ขั้นตอนที่ 4 ทำการส่งไฟล์ข้อมูลที่อยู่ในรูป "***.C5N" ไปยังเครื่อง CNC เพื่อให้เครื่อง CNC เริ่มทำการกลึงชิ้นงานให้มีรูปแบบออกมาตามที่เราต้องการ

สิ่งที่ได้อธิบายไปข้างต้นนี้ คงช่วยให้สามารถมองเห็นลักษณะคร่าว ๆ ของโครงงานที่ทำได้พอสมควร สำหรับในส่วนรายละเอียดของโครงงานที่ได้ทำนั้นจะอธิบายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะโครงสร้างของโปรแกรมที่ใช้สำหรับแปลงไฟล์ข้อมูล

สำหรับหลักการทำงานของโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้น เพื่อทำการแปลงไฟล์ข้อมูลที่อยู่ในรูปไฟล์ "***.DXF" ให้ออกมาเป็นไฟล์ข้อมูลที่อยู่ในรูปไฟล์ "***.C5N" นั้น จะสามารถอธิบายให้เห็นถึงลักษณะการทำงานได้จาก flowchart รูปที่ 1.2

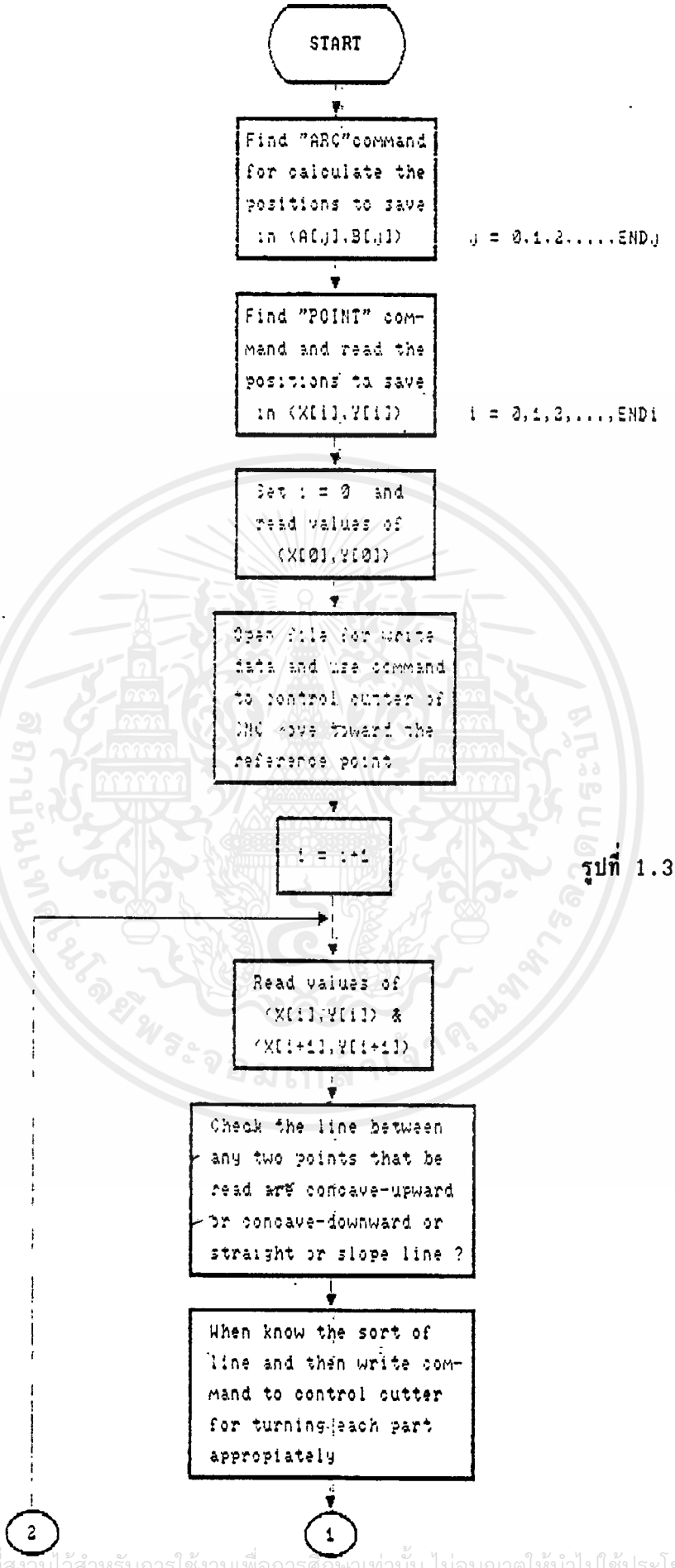
เมื่อพิจารณาจาก flowchart ที่ได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 1.2 จะพบว่าผู้ใช้จำเป็นที่จะต้องใส่ชื่อไฟล์ข้อมูลที่มีชื่อไฟล์เป็น "***.DXF" ซึ่งเมื่อผู้ใช้ได้ใส่ชื่อไฟล์เข้ามาแล้วโปรแกรมที่เขียนขึ้นนี้ก็จะทำการค้นหาไฟล์ที่ได้ระบุชื่อเพื่ออ่านข้อมูลเข้ามาประมวลผล หลังจากนั้นก็จะให้ผู้ใช้ระบุค่าของอัตราการป้อนส่ง (Feed rate : F) และผู้ใช้จำเป็นต้องระบุค่าอัตราการป้อนส่งนี้ให้สอดคล้องเหมาะสมกับชนิดของวัสดุที่ใช้ทำชิ้นงานและลักษณะของงานที่จะกลึง (สามารถศึกษารายละเอียดได้จากภาคผนวก) ต่อจากนั้นผู้ใช้ก็จะต้องเลือกรูปแบบในการกลึงชิ้นงานให้ถูกต้องตรงกับลักษณะชิ้นงานที่จะกลึง เมื่อเสร็จสิ้นขบวนการขั้นต้นนี้แล้วโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นก็จะทำการเขียนชุดคำสั่งควบคุมการทำงานในรูปของคำสั่ง G-Code โดยผู้ใช้จะได้ไฟล์ output ออกมาในรูปของไฟล์ที่มีชื่อเป็น "***.C5N"

- การทำงานของโปรแกรมเมื่อมีการเลือกใช้การกลึงแบบที่ 1

รายละเอียดของการทำงานของโปรแกรมเมื่อเลือกให้มีรูปแบบการกลึงเป็นแบบที่ 1 สามารถแสดงให้ได้ดัง flowchart รูปที่ 1.3

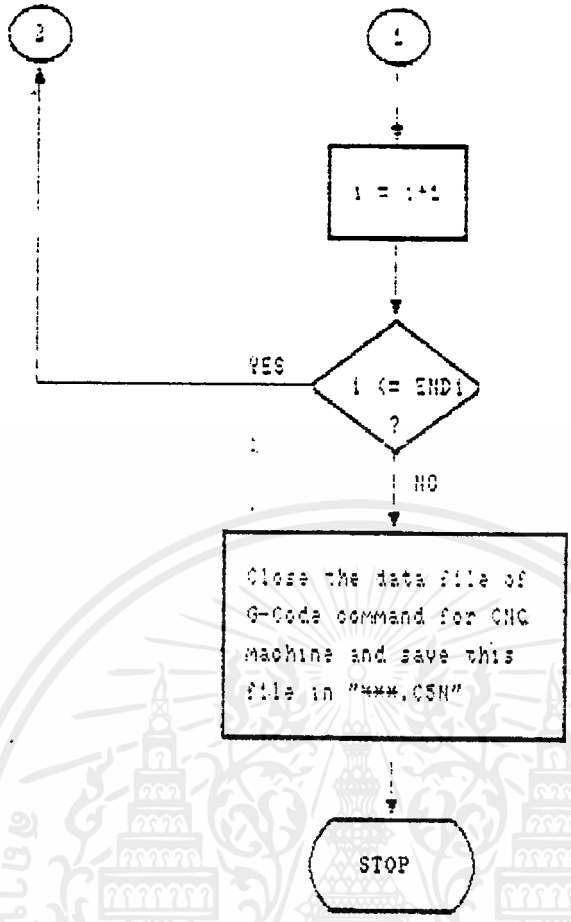
ในขั้นตอนแรกของโปรแกรมจะทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากไฟล์ข้อมูล "***.DXF" ที่ได้ระบุชื่อให้กับโปรแกรม คือจะทำการค้นหาคำสั่ง ARC เพื่อนำมาคำนวณหาค่าตำแหน่งต่าง ๆ ของรูปที่มีลักษณะเป็นส่วนโค้ง เก็บไว้ในตัวแปรคู่ลำดับ (A[j],B[j]) ใด ๆ เมื่อ j = 0,1,2,.., ENDj หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะทำการหาคำสั่ง POINI ที่ได้ระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของมีดตัดซึ่งโปรแกรมจะทำการอ่านค่าของคู่ลำดับ (X[i],Y[i]) เข้ามาเก็บไว้ ซึ่ง i = 0,1,2,..., ENDi ต่อจากนั้นโปรแกรมจะเริ่มทำการประมวลผลด้วยการอ่านค่าของคู่ลำดับคู่แรก คือ (X[0], Y[0]) เก็บเอาไว้เป็นจุดอ้างอิง (Reference) แล้วจึงทำการเปิดไฟล์ข้อมูลที่มีชื่อ "***.C5N"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.3 (ต่อ)

เพื่อเขียนชุดคำสั่งการทำงาน G-Code ลงไปในไฟล์ข้อมูลนี้ โดยโปรแกรมจะเขียนคำสั่ง G-Code กำหนดให้เครื่อง CNC มีการเคลื่อนมีดตัดไปยังจุดที่กำหนดให้เป็นจุดอ้างอิง เสร็จแล้วก็จะเพิ่มค่าของ i ขึ้นทีละ +1 แล้วจึงอ่านค่าของคู่ลำดับชุดถัดไปเข้ามา คือ อ่านค่าคู่ลำดับ (X[i], Y[i]) กับ (X[i+1],Y[i+1]) เข้ามาเพื่อทำการวิเคราะห์ว่าจะเขียนชุดคำสั่ง G-Code ที่มีความเหมาะสมกับชิ้นงานในช่วงนี้ ซึ่งโปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าชุดของคู่ลำดับที่อ่านเข้ามา 2 คู่ลำดับนี้ มีลักษณะของเส้นระหว่างคู่ลำดับทั้งสองคู่นี้เป็นอย่างไร กล่าวคือ เป็นเส้นตรงในแนวดิ่ง, เส้นตรงในแนวระดับ, เส้นเฉียง, เส้นโค้งที่เว้าเข้า (concave-downward) หรือ เส้นโค้งที่เว้าออก (concave-upward) อย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อเขียนชุดคำสั่ง G-Code ควบคุมให้เครื่อง CNC มีการทำงานที่สอดคล้องกับลักษณะเส้นที่ตรวจสอบได้ หลังจากนั้นก็จะเพิ่มค่าของ i ขึ้นอีก +1 แล้วจึงทำการตรวจสอบว่าได้อ่านข้อมูลของชุดคู่ลำดับชุดสุดท้ายเข้ามาทำการประมวลผลแล้วหรือไม่ ซึ่งถ้ายังอ่านข้อมูลของชุดคู่ลำดับเข้ามาประมวลผลยังไม่หมดโปรแกรมก็จะวนกลับไปทำการอ่านค่าข้อมูลชุดคู่ลำดับคู่ใหม่เข้ามาตรวจสอบและวิเคราะห์ต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะหมด และเมื่อได้อ่านข้อมูลของชุดคู่ลำดับเข้ามาประมวลผลจนหมดแล้ว โปรแกรมก็จะปิดไฟล์ข้อมูลของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

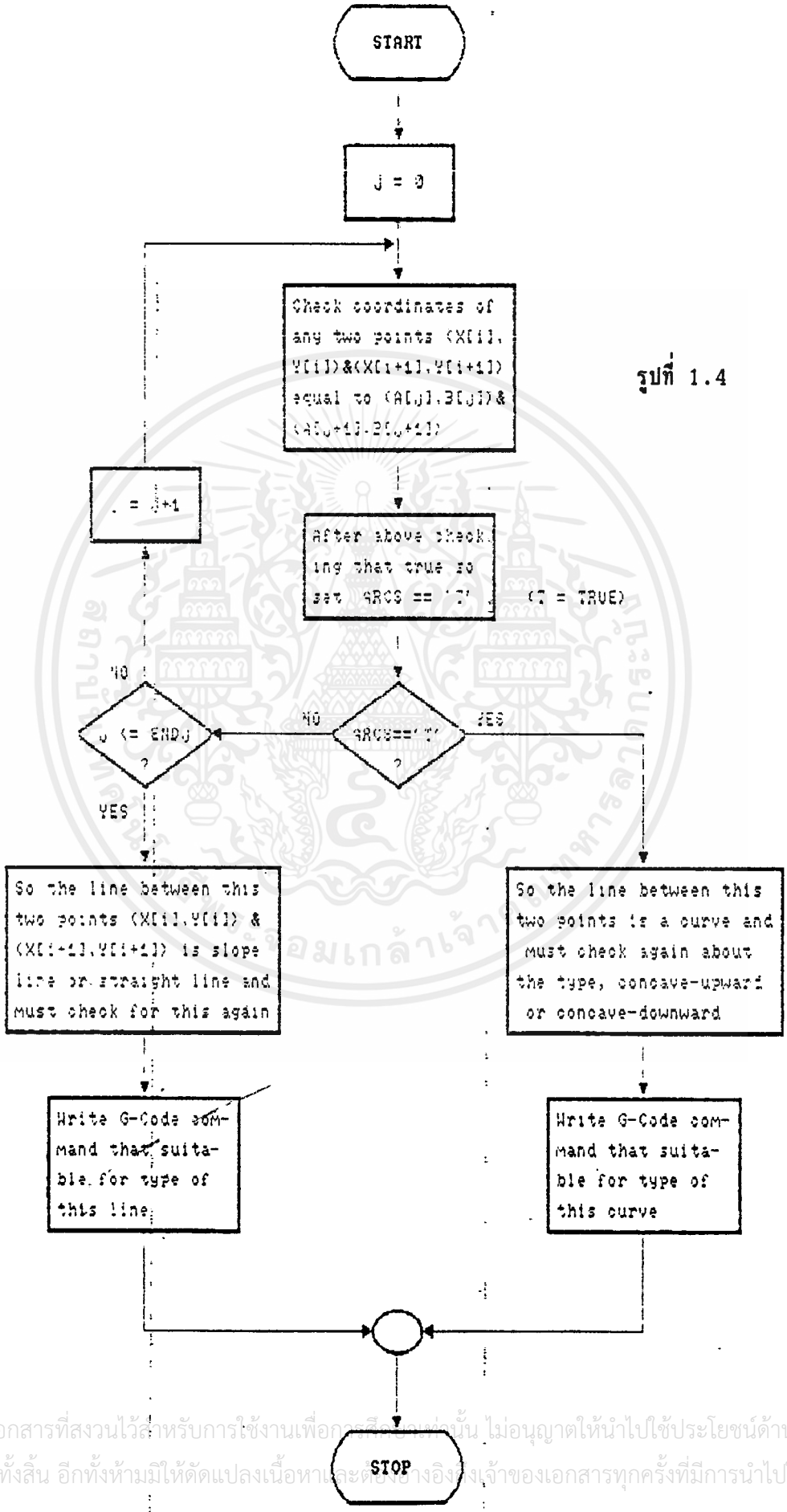
ชุดคำสั่ง G-Code ในที่สุดเราก็จะได้ไฟล์ข้อมูลใหม่ออกมาในรูปของไฟล์ชุดคำสั่ง G-Code ที่มีชื่อเป็น "***.C5N"

การตรวจสอบลักษณะเส้นระหว่างชุดคู่ลำดับสองคู่ลำดับใด ๆ ว่าเป็นประเภทใด

- *เส้นตรงในแนวดิ่ง*
- *เส้นตรงในแนวระดับ*
- *เส้นตรงเฉียง*
- *เส้นโค้งที่เว้าเข้า (concave-downward)*
- *เส้นโค้งที่เว้าออก (concave-upward)*

เราสามารถแสดงให้เห็นขั้นตอนของวิธีการตรวจสอบได้ดัง flowchart รูปที่ 1.4 และเมื่อพิจารณาจากรูปจะพบว่า ในขั้นตอนแรกจะเป็นการพิจารณาว่าเส้นที่อยู่ระหว่างชุดคู่ลำดับ 2 คู่ลำดับใด ๆ ที่กำลังถูกวิเคราะห์นั้นเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง โดยเมื่อเริ่มต้นจะ set ให้ตัวแปร j = 0 ก่อน แล้วจึงค่อยทำการตรวจสอบว่าชุดคู่ลำดับ 2 คู่ใด ๆ ที่กำลังพิจารณา คือ คู่ของ (X[i],Y[i]) กับ (X[i+1],Y[i+1]) เป็นชุดที่มีความสอดคล้องกับค่าของชุดคู่ลำดับ 2 คู่ คือ (A[j],B[j]) กับ (A[j+1],B[j+1]) หรือไม่ ซึ่งถ้าตรวจสอบพบว่ามีค่าที่ตรงกันจริง ก็จะสามารถสรุปได้ว่าชุดคู่ลำดับของ X,Y ที่กำลังพิจารณานั้นมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง โดยโปรแกรมก็จะมีการ set ให้ ตัวแปร ARCS (ตัวแปรตรรก (boolean variable) ที่ใช้ตรวจสอบการเป็นเส้นโค้ง) ว่าเป็น "TRUE : I" และโปรแกรมก็จะหลุดออกจาก loop ของการตรวจสอบนี้ แต่ถ้าชุดคู่ลำดับที่กำลังพิจารณาไม่มีความสอดคล้องกับค่าของคู่ลำดับ A,B ขณะนั้น โปรแกรมก็จะวนกลับไปตรวจสอบใหม่อีก และทำการเพิ่มค่าของ j ขึ้นทีละ +2 จนกว่าตัวแปร ARCS จะเป็น TRUE หรือ ค่าของ j = ENDj อย่างใดอย่างหนึ่งได้เกิดขึ้น ก็จะเป็นการเสร็จสิ้นการวน loop นี้ นั่นคือโปรแกรมจะหยุดการตรวจสอบความเป็นเส้นโค้งของชุดคู่ลำดับ X,Y ชุดนี้ โดยจะได้ข้อสรุปว่าเมื่อทำจนกระทั่งค่าของ j =ENDj แล้ว ก็แสดงว่า ลักษณะของเส้นที่อยู่ระหว่างชุดคู่ลำดับ X,Y ที่กำลังพิจารณานี้เป็นเส้นตรง หลังจากที่เราสามารถวิเคราะห์ลักษณะของเส้นที่อยู่ระหว่างชุดคู่ลำดับ 2 คู่ใด ๆ ได้แล้วว่าเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง ก็จำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงรายละเอียดว่าที่เป็นเส้นตรงนั้นเป็นเส้นตรงในลักษณะใด คือ เป็นเส้นตรงในแนวดิ่ง, เส้นตรงในแนวระดับ หรือเส้นเฉียง แล้วจึงทำการเขียนชุดคำสั่ง G-Code สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่อง CNC ให้เหมาะสมต่อไป แต่ในกรณีที่เราสามารถตรวจสอบออกมาได้ว่าลักษณะเส้นนั้น

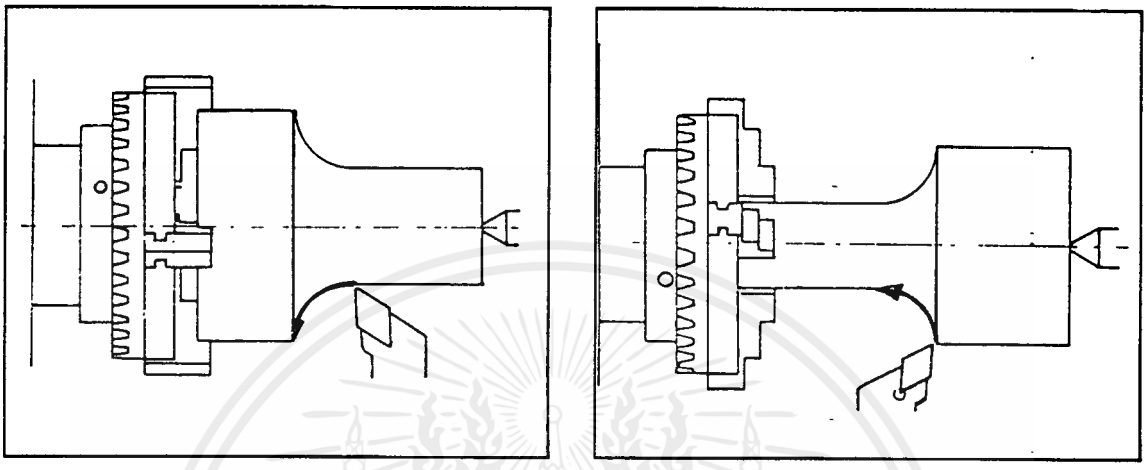
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



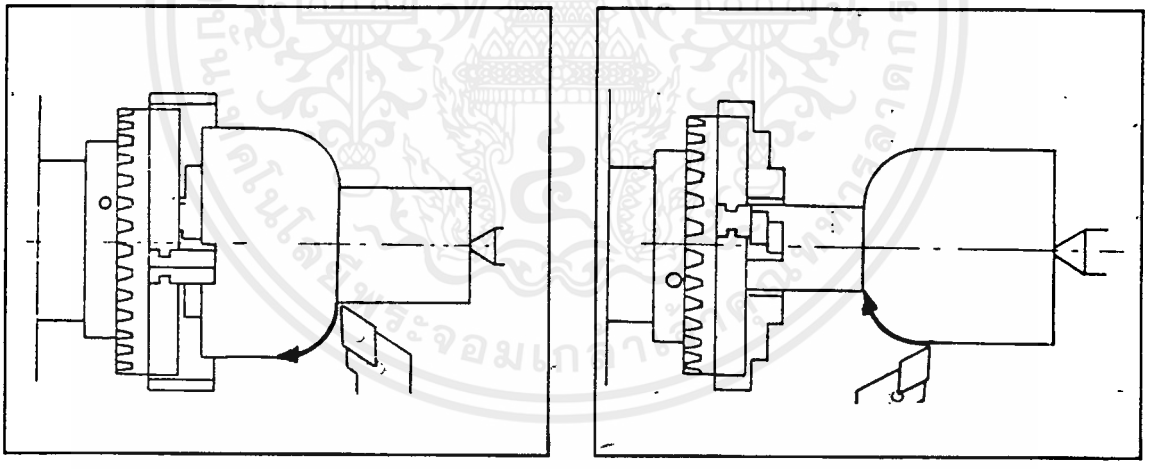
รูปที่ 1.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเส้นโค้งก็จะต้องทำการวิเคราะห์ว่าเส้นโค้งที่อยู่ระหว่างชุดของคู่ลำดับ X,Y ที่กำลังพิจารณานั้นเป็นเส้นโค้งแบบเว้าเข้า หรือเส้นโค้งแบบเว้าออก ดังที่ได้แสดงลักษณะของเส้นโค้งไว้ในรูปที่ 1.5 และรูปที่ 1.6



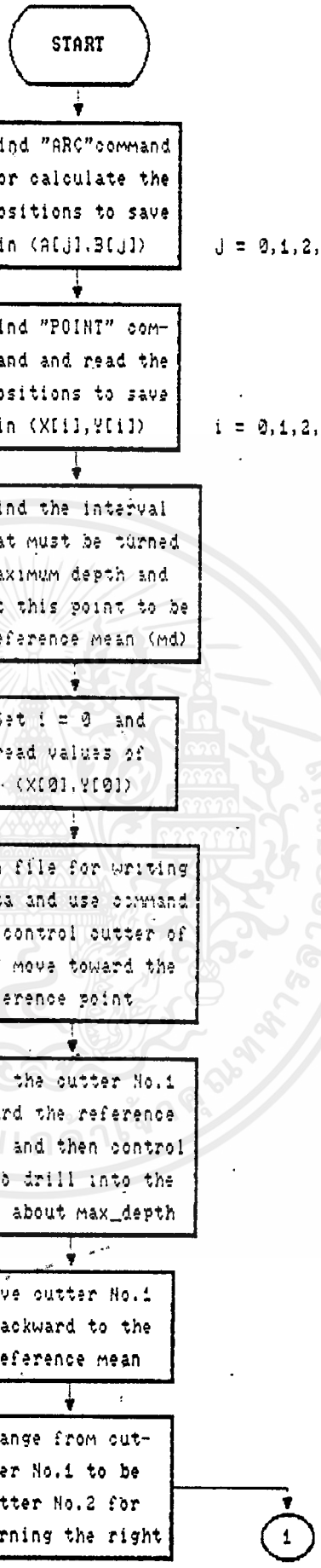
รูปที่ 1.5 *แสดงลักษณะเส้นโค้งแบบเว้าเข้า (concave-downward)*



รูปที่ 1.6 *แสดงลักษณะเส้นโค้งแบบเว้าออก (concave-upward)*

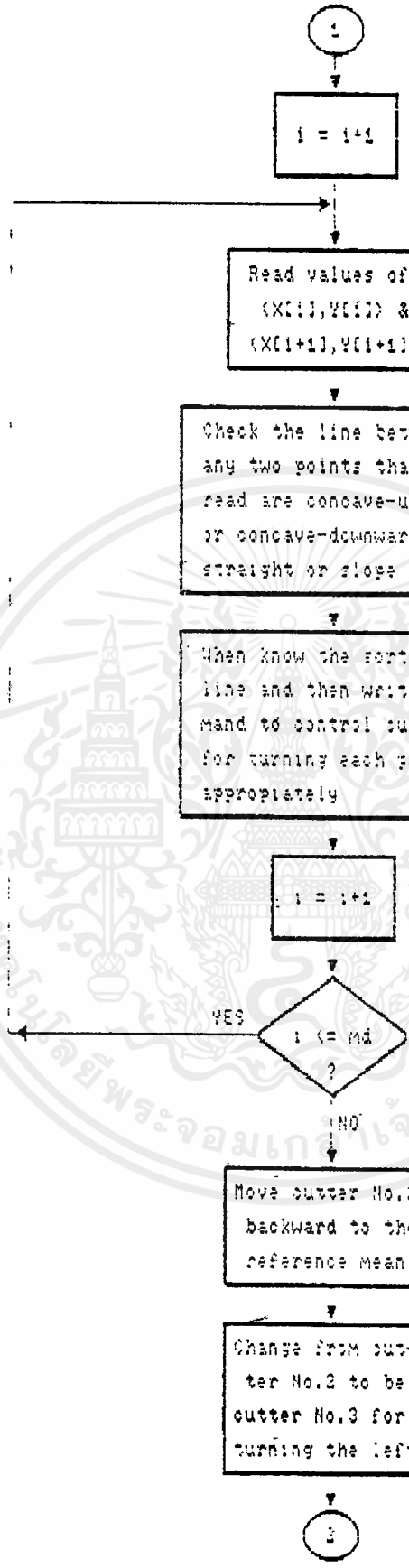
เมื่อสามารถตรวจสอบได้แล้วว่าเป็นเส้นโค้งในลักษณะใด จึงจะทำการเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งของ G-Code เพื่อควบคุมให้เครื่อง CNC มีการกลึงชิ้นงานได้ตรงกับรูปแบบลักษณะของเส้นโค้งนั้น ๆ สุดท้ายเมื่อสามารถเขียนชุดคำสั่ง G-Code เพื่อใช้ควบคุมให้เครื่อง CNC มีการกลึงชิ้นงานได้ถูกต้องตามแบบที่ได้ทำการออกแบบมาแล้ว ก็ถือว่าเป็นการสิ้นสุดการทำงานของขั้นตอนต่าง ๆ ใน flowchart ของรูปที่ 4 นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



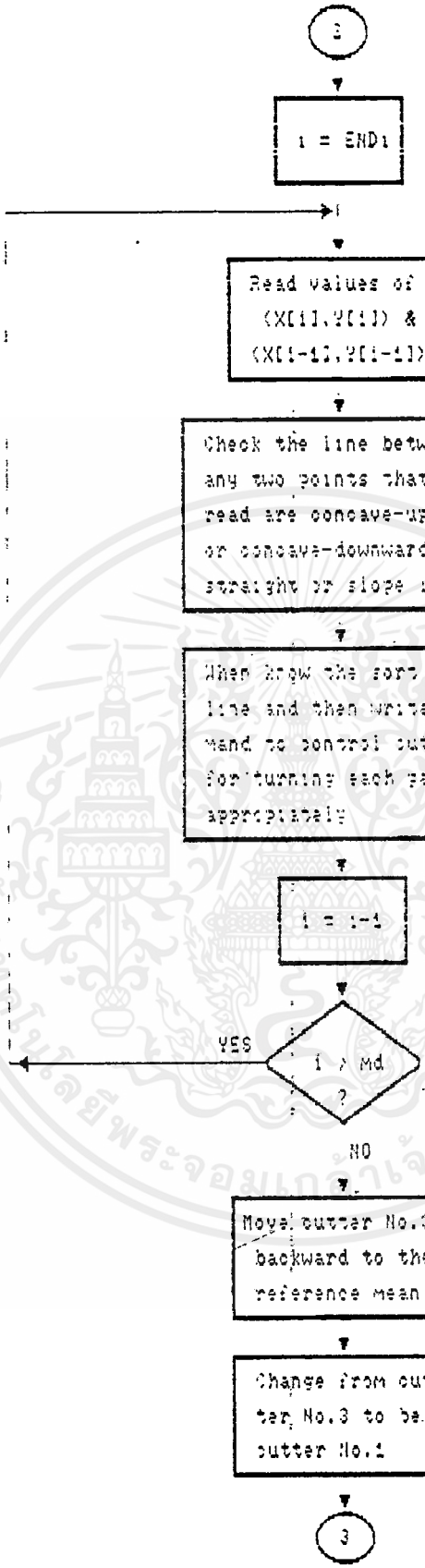
รูปที่ 1.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



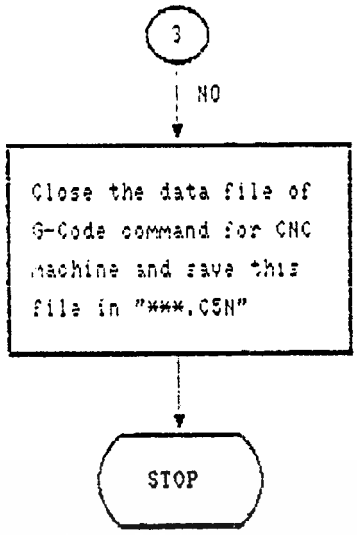
รูปที่ 1.7 (ต่อ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.7 (ต่อ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.7 (ต่อ 3)

- การทำงานของโปรแกรมเมื่อมีการเลือกใช้การกลึงแบบที่ 2

รายละเอียดของการทำงานของโปรแกรมเมื่อเลือกให้มีรูปแบบการกลึงเป็นแบบที่ 2 สามารถแสดงให้ได้ดัง flowchart รูปที่ 1.7

ในขั้นตอนแรกของโปรแกรม จะทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากไฟล์ข้อมูล "***.DXF" ที่ได้ระบุชื่อให้กับโปรแกรม ก็จะทำการค้นหาคำสั่ง ARC เพื่อนำมาคำนวณหาค่าตำแหน่งต่าง ๆ ของรูปที่มีลักษณะเป็นส่วนโค้ง เก็บไว้ในตัวแปรคู่ลำดับ (A[j],B[j]) ใด ๆ เมื่อ j = 0,1,2,.., ENDj หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะทำการหาคำสั่ง POINT ที่ได้ระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของมีดตัด ซึ่งโปรแกรมจะทำการอ่านค่าของคู่ลำดับ (X[i],Y[i]) เข้ามาเก็บไว้ ซึ่ง i = 0,1,2,..., ENDi และเมื่อโปรแกรมได้อ่านค่าของตำแหน่งจุดต่าง ๆ ที่ได้กำหนดเอาไว้ในแบบของชิ้นงานครบหมดแล้ว โปรแกรมจะทำการหาช่วงกลางของชิ้นงานที่ต้องถูกกลึงเข้าไปเป็นระยะที่ลึกที่สุด โดยการคำนวณหาช่วงที่ต้องถูกกลึงเป็นระยะที่ลึกที่สุดนี้ โปรแกรมจะทำการตรวจหาและ set ค่าตัวแปร md (ตัวแปร index) เพื่อระบุตำแหน่งที่จะต้องถูกกลึงเป็นระยะที่ลึกที่สุด และเมื่อผ่านขั้นตอนนี้แล้วจะได้ช่วงที่อยู่ระหว่างชุดคู่ลำดับ (X[md],Y[md]) กับ (X[md+1],Y[md+1]) เป็นช่วงของชิ้นงานที่จะต้องถูกกลึงเข้าไปเป็นระยะที่ลึกที่สุด เมื่อได้ช่วงที่จะต้องถูกกลึงลึกที่สุดแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าของ X และ Y ที่อยู่ตรงกึ่งกลางระหว่างช่วงนี้ และ set ค่าที่คำนวณได้นี้ให้กับตัวแปร xmd และ ymd ตามลำดับ (ซึ่งจุดตำแหน่งของ xmd นี้ เราจะใช้เป็นแนวแกนอ้างอิงเพื่อแบ่งด้านของการกลึง) ต่อมาโปรแกรมจะเริ่มทำการประมวลผลด้วยการอ่านค่าของคู่ลำดับคู่แรก คือ (X[0],Y[0]) เก็บเอาไว้เป็นจุดอ้างอิง (Reference) แล้วจึงทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปิดไฟล์ข้อมูลที่มีชื่อ "***.C5N" เพื่อเขียนชุดคำสั่งการทำงาน G-Code ลงไปในไฟล์ข้อมูลนี้ โดยโปรแกรมจะเขียนคำสั่ง G-Code กำหนดให้เครื่อง CNC มีการเคลื่อนมีดตัด No.1 ไปยังแนวแกนตำแหน่งกึ่งกลางของช่วงที่จะต้องถูกกลึงเป็นระยะที่ลึกที่สุด (คือ แนวแกน xmd) แล้วทำการเจาะเข้าไปในชิ้นงาน ณ ตำแหน่งนี้ด้วยมีดตัด No.1 โดยจะมีการเจาะลึกเข้าไปจนกระทั่งถึงตำแหน่งที่ Y มีค่าเท่ากับ ymd เมื่อเจาะเสร็จ โปรแกรมจะถอยมีดตัดนี้ออกมาให้อยู่ห่างจากผิวของตัวชิ้นงานพอสมควร เพื่อทำการเปลี่ยนมีดตัดจากมีดตัด No.1 เป็นมีดตัด No.2 ที่ใช้กลึงชิ้นงานทางด้านขวาของแนวแกนอ้างอิง (ในกรณีที่หัวมุมของมีดตัดทั้งสองมีระยะที่เยื้องกันก็จำเป็นที่จะต้องทำการ set ค่า off-set ของมีดตัดด้วย ซึ่งสามารถศึกษารายละเอียดการใช้ค่า off-set ได้จากภาคผนวก) เสร็จแล้วก็จะเพิ่มค่าของ i ขึ้นทีละ +1 เพื่ออ่านค่าของคู่ลำดับชุดถัดไปเข้ามา คือ อ่านค่าคู่ลำดับ (X[i],Y[i]) กับ (X[i+1],Y[i+1]) เข้ามาเพื่อทำการวิเคราะห์ให้มีการเขียนชุดคำสั่ง G-Code ที่มีความเหมาะสมกับชิ้นงานในช่วงนี้ ซึ่งโปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าชุดของคู่ลำดับที่อ่านเข้ามา 2 คู่ลำดับนี้ มีลักษณะของเส้นระหว่างคู่ลำดับทั้งสองคู่นี้เป็นอย่างไร กล่าวคือ เป็นเส้นตรงในแนวดิ่ง, เส้นตรงในแนวระดับ, เส้นเฉียง, เส้นโค้งที่เว้าเข้า (concave-downward) หรือเส้นโค้งที่เว้าออก (concave-upward) อย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อเขียนชุดคำสั่ง G-Code ควบคุมให้เครื่อง CNC มีการทำงานที่สอดคล้องกับลักษณะเส้นที่ตรวจสอบได้ หลังจากนั้นก็จะเพิ่มค่าของ i ขึ้นอีก +1 แล้วจึงทำการตรวจสอบว่าได้อ่านข้อมูลของชุดคู่ลำดับชุดสุดท้ายทางด้านขวาของแนวแกนอ้างอิง (คือ ที่ i มีค่าเท่ากับ md) เข้ามาทำการประมวลผลแล้วหรือไม่ ซึ่งถ้ายังอ่านข้อมูลของชุดคู่ลำดับทางด้านนี้เข้ามาประมวลผลไม่หมดโปรแกรมก็จะวนกลับไปทำการอ่านค่าข้อมูลชุดคู่ลำดับคู่ใหม่เข้ามาตรวจสอบ และวิเคราะห์ต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะหมด (คือ เมื่อ i = md) และเมื่อได้อ่านข้อมูลของชุดคู่ลำดับที่อยู่ทางด้านขวาเข้ามาประมวลผลจนหมดแล้ว โปรแกรมจะถอยมีดตัด No.2 ออกมาให้อยู่ห่างจากผิวของตัวชิ้นงานพอสมควร เพื่อทำการเปลี่ยนมีดตัดจากมีดตัด No.2 เป็นมีดตัด No.3 ที่ใช้กลึงชิ้นงานทางด้านซ้ายของแนวแกนอ้างอิง (การให้ค่าของ off-set จะเป็นเช่นเดียวกับที่ได้กล่าวถึงมาแล้ว) ต่อจากนั้นโปรแกรมจะทำการ set ให้ค่าของ i มีค่าเท่ากับ ENDi แล้วทำการอ่านค่าคู่ลำดับ (X[i],Y[i]) กับ (X[i-1],Y[i-1]) เข้ามา เพื่อวิเคราะห์ถึงการเขียนชุดคำสั่ง G-Code ให้มีความเหมาะสมกับชิ้นงานในช่วงนี้ ซึ่งโปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าชุดของคู่ลำดับที่อ่านเข้ามา 2 คู่ลำดับนี้ มีลักษณะของเส้นระหว่างคู่ลำดับทั้งสองคู่นี้เป็นอย่างไร กล่าวคือ เป็นเส้นตรงในแนวดิ่ง, เส้นตรงในแนวระดับ, เส้นเฉียง, เส้นโค้งที่เว้าเข้า (concave-downward) หรือเส้นโค้งที่เว้าออก (concave-upward) อย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อเขียนชุดคำสั่ง G-Code ควบ

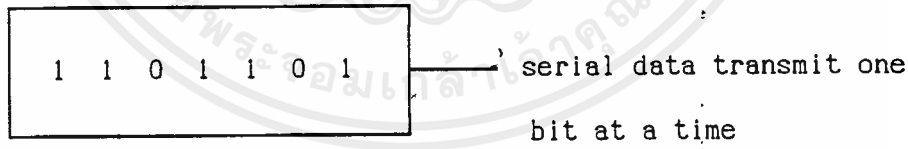
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุมให้เครื่อง CNC มีการทำงานที่สอดคล้องกับลักษณะเส้นที่ตรวจสอบได้ หลังจากนั้นก็จะลดค่าของ i ลงมา -1 แล้วจึงทำการตรวจสอบว่าได้อ่านข้อมูลของชุดคู่ลำดับชุดสุดท้ายทางด้านซ้ายของแนวแกนอ้างอิง (คือ ที่ i มีค่าเท่ากับ md+1) เข้ามาทำการประมวลผลแล้วหรือไม่ ซึ่งถ้ายังอ่านข้อมูลของชุดคู่ลำดับทางด้านนี้เข้ามาประมวลผลไม่หมด โปรแกรมก็จะวนกลับไปทำการอ่านค่าข้อมูลชุดคู่ลำดับคู่ใหม่เข้ามาตรวจสอบ และวิเคราะห์ต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะหมด (คือ เมื่อ i = md+1) และเมื่อได้อ่านข้อมูลของชุดคู่ลำดับที่อยู่ทางด้านซ้ายเข้ามาประมวลผลจนหมดแล้ว โปรแกรมจะถอยมีดตัด No.3 ออกมาให้อยู่ห่างจากผิวของตัวชิ้นงานพอสมควร เพื่อทำการเปลี่ยนมีดตัดจากมีดตัด No.3 เป็นมีดตัด No.1 อย่างเดิม แล้วโปรแกรมก็จะปิดไฟล์ข้อมูลของชุดคำสั่ง G-Code ในที่สุดเราก็จะได้ไฟล์ข้อมูลใหม่ออกมาในรูปของไฟล์ชุดคำสั่ง G-Code ที่มีชื่อเป็น "***.C5N" เป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนการทำงานทั้งหมดในกรณีนี้

หลักการของโปรแกรม TRANSFER FILE

โปรแกรม TRANSFER FILE เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่านพอร์ทอนุกรม RS-232 จากเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าสู่เครื่อง EMCO COMPACT 5 CNC สามารถแสดงรูปแบบการส่งได้ดังรูปที่ 1.8

รูปที่ 1.8



สำหรับหลักการเบื้องต้นของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ข้อมูลที่ถูกส่งออกผ่านทางพอร์ทอนุกรมจะถูกส่งโดยค่าคงที่ค่าหนึ่งเรียกว่า BAUD RATE (คือ อัตราการส่งข้อมูลเป็นจำนวนบิท ใน 1 วินาที) ซึ่งในโปรแกรมนี้พบว่าค่า BAUD RATE ที่เหมาะสมในการส่งคือ 300 (300 bits/sec) แต่ถ้าเพิ่มค่า BAUD RATE ขึ้นไป จะพบว่าการส่งข้อมูลเกิดการผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อมูลจะถูกส่งออกไปทีละบิท โดยให้จำนวนบิตข้อมูล = 7 บิตใน 1 ไบต์

3. ในขณะที่ยังไม่มีการส่งข้อมูลเข้าไปในสายส่ง สายส่งจะอยู่ในสภาวะ High

4. เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการส่งข้อมูล จึงมีการเพิ่มบิทต่าง ๆ ลงไปในแต่ละไบท์ของข้อมูล เพื่อช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่จะทำการส่งได้แก่ START BIT , STOP BIT และ PARITY BIT

4.1 START BIT เป็นบิทที่เพิ่มขึ้น เพื่อทำให้อุปกรณ์ที่จะรับข้อมูลรู้ว่าขณะนี้มีข้อมูลเริ่มต้นส่งเข้ามาแล้ว โดยทั่วไปจะมีลอจิกตรงข้ามกับสภาวะสายส่งในขณะนั้น

4.2 PARITY BIT สำหรับบิทนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลที่เครื่องได้รับเข้ามา

4.3 SIOP BIT คือ บิทที่ใช้ในการตรวจสอบจุดสิ้นสุดของข้อมูล

<u>- รายละเอียดการทำงานของโปรแกรม TRANSFER FILE</u>

สำหรับรายละเอียดของการทำงานของโปรแกรม ในการส่งผ่านข้อมูลจากไฟล์ที่เราได้ทำการแปลงเรียบร้อยแล้ว คือ ไฟล์ "***.C5N" สามารถแสดงให้เห็นได้ดังใน flowchart รูปที่ 1.9

ในการใช้งานพอร์ทอนุกรม ส่วนมากจะทำการเรียกใช้ผ่าน BIOS โดยการเรียกใช้ฟังก์ชั่นต่าง ๆ ในอินเตอร์รัพต์หมายเลข 14 ซึ่งจะอธิบายต่อไป

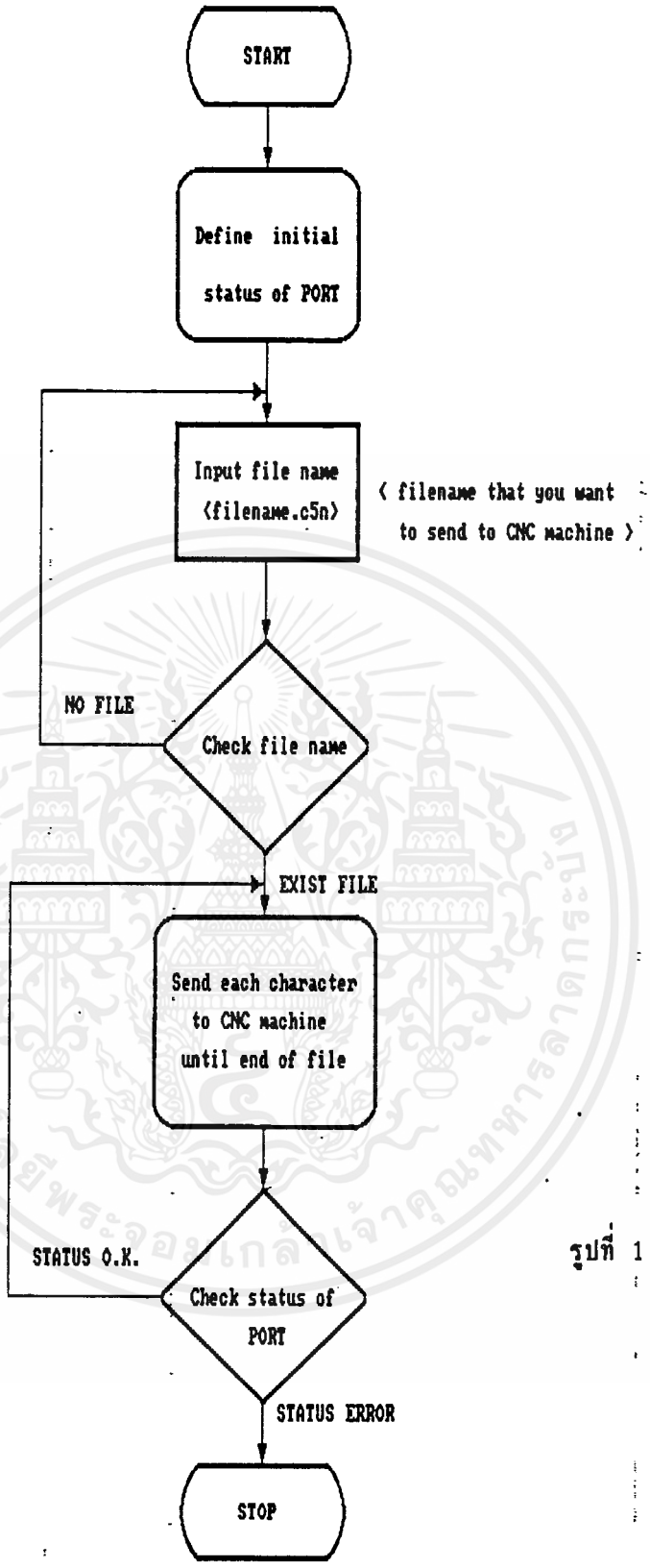
สำหรับการทำงานของโปรแกรมจะเริ่มขึ้นโดยการกำหนดสถานะเริ่มต้นให้กับพอร์ตอนุกรมซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ใช้คำสั่ง bioscom(int cmd,char byte,int port)

2. เรียกใช้ผ่าน Bios โดยใช้อินเตอร์รัพต์หมายเลข 14 ฟังก์ชันหมายเลข 0

ซึ่งในโปรแกรมนี้จะกำหนดโดยวิธีแรก ให้ cmd = 0 byte = 74 port = 0 (ในแต่ละบิทของไบท์ จะแสดงถึงรายละเอียดต่าง ๆ คือ บิทที่ 7 6 5 : กำหนดค่าของ Baud rate , บิทที่ 4 3 : กำหนดค่า Parity , บิทที่ 2 : แสดงจำนวนของ stop bit และใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิทที่ 1 0 : แสดงจำนวน data bit)

เมื่อกำหนดสถานะเริ่มต้นแล้ว ขั้นต่อไปจะทำการรับชื่อไฟล์ (filename.c5n) ซึ่งเป็นไฟล์ที่ต้องการส่งผ่านให้กับเครื่อง CNC แล้วจะทำการตรวจสอบไฟล์นั้นว่ามีอยู่หรือไม่ ถ้าไม่พบโปรแกรมก็จะให้ผู้ใช้ป้อนใหม่ เมื่อพบแล้วก็จะเริ่มทำการส่งข้อมูลเข้าสู่เครื่อง CNC โดยการใช้อินเตอร์รัพต์หมายเลข 14 ฟังก์ชันหมายเลข 1 ของ Bios หมายเลขของพอร์ทอนุกรมที่จะทำการส่งข้อมูลกำหนดโดยผ่านรีจิสเตอร์ DX และข้อมูลที่จะทำการส่งจะอยู่ในรีจิสเตอร์ AL การส่งจะดำเนินไปจนกว่าจะถึงจุดสิ้นสุดของไฟล์ (End Of File) โดยที่ในระหว่างการส่งนั้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบสถานะของพอร์ทไปด้วย โดยใช้อินเตอร์รัพต์หมายเลข 14 ฟังก์ชันหมายเลข 3 ของ Bios ทำการตรวจสอบ ถ้าพบข้อผิดพลาดเกิดขึ้นโปรแกรมก็จะหยุดทำงานทันที

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการใช้งานโปรแกรม

โปรแกรมของโครงงานนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลักคือ

1. TRANSFORM FILE
2. TRANSFER FILE

ในส่วนแรก TRANSFORM FILE เป็น โปรแกรมที่ใช้สำหรับแปลงไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวาดแบบบน AutoCAD (filename.DXF) ให้เป็นไฟล์ข้อมูลที่เครื่อง EMCO COMPACT 5 CNC สามารถเข้าใจได้ (filename.C5N) ซึ่งโปรแกรมนี้ยังแบ่งย่อยออกเป็น 2 ส่วนย่อยอีกได้แก่

1.1 โปรแกรม TRANSFORM ที่ใช้กับชิ้นงานที่มีรูปแบบง่ายๆ สามารถกลึงได้โดยใช้มีดกลึงเพียงอันเดียว (ชิ้นงาน Pattern I)

1.2 โปรแกรม TRANSFORM ที่ใช้กับชิ้นงานที่มีรูปแบบที่ซับซ้อนขึ้น โดยที่ต้องใช้มีดเพื่อช่วยในการกลึงถึง 3 แบบ (ชิ้นงาน Pattern II)

สำหรับโปรแกรมส่วนต่อไป TRANSFER FILE เป็น โปรแกรมที่ใช้สำหรับส่งผ่านไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการใช้โปรแกรม TRANSFORM FILE ส่งเข้าสู่เครื่อง CNC เมื่อเข้าสู่โปรแกรมในแต่ละส่วนแล้ว บนหน้าจอจะแสดง screen ในแต่ละขั้นดังนี้

<u>โปรแกรม TRANSFORM FILE</u>

- screen เลือก Pattern ของชิ้นงาน

ใน screen นี้จะแสดงตัวอย่างของ Pattern ชิ้นงานทั้ง 2 รูปแบบ และชนิดของมีดกลึงที่ต้องใช้ในการกลึง โดยให้ผู้ใช้พิจารณาว่าชิ้นงานที่ต้องการกลึงมีลักษณะใกล้เคียงกับรูปแบบใด ซึ่งถ้าผู้ใช้เลือก Pattern II จะมีการให้ผู้ใช้ใส่ค่า off-set ของมีดด้วย โดยที่ค่า off-set เกิดจากความคลาดเคลื่อนระหว่างมีดกลึงแต่ละอัน ซึ่งอาจเกิดจากการสึกหรอของมีดก็ได้ สำหรับ screen อื่น ๆ จะเหมือนกันทั้ง Pattern I และ Pattern II ยกเว้นในขั้นตอนสุดท้าย คือ โปรแกรมที่ใช้สำหรับแปลงไฟล์เท่านั้น รายละเอียดของ screen ต่อมาแต่ละ screen เป็น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- screen ป้อนค่า feed rate

screen นี้จะรอให้ผู้ใช้ป้อน feed rate ของมีดกลึง โดยสามารถป้อนค่าได้ตั้งแต่ 20 ถึง 199 โดยกำหนด default (เมื่อกด Enter) เท่ากับ 50

- screen รับชื่อไฟล์

screen นี้โปรแกรมจะให้ป้อนชื่อ ไฟล์.DXF ที่ต้องการแปลงให้เป็น ไฟล์.C5N โดยการใส่เฉพาะชื่อไฟล์ หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบชื่อไฟล์ ถ้าตรวจพบไฟล์ดังกล่าวก็จะทำการแปลงไฟล์นั้นทันที แต่ถ้าไม่สามารถตรวจพบโปรแกรมก็จะเข้าสู่ screen ต่อไป โดยโปรแกรมจะให้เลือกว่าต้องการป้อนชื่อไฟล์อีกครั้งหรือไม่ ถ้า "Yes" ก็ให้ทำการป้อนชื่อไฟล์ใหม่ แต่ถ้า "No" ก็จะออกจากโปรแกรม

<u>โปรแกรม TRANSFER FILE</u>

- screen แสดงการตั้ง transfer configuration

screen นี้จะแสดงรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับการตั้ง configuration สำหรับการส่งข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรม RS-232 เช่น ค่า Baud rate (300) จำนวน Parity bit เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วเราสามารถกำหนดค่า Baud rate ได้เป็น 300, 1200, 2400 หรือ 9600 แต่สำหรับเครื่อง CNC ที่ใช้ทดลองจะไม่สามารถรับข้อมูลได้อย่างถูกต้องถ้ากำหนดให้ Baud rate มีค่ามากกว่า 300

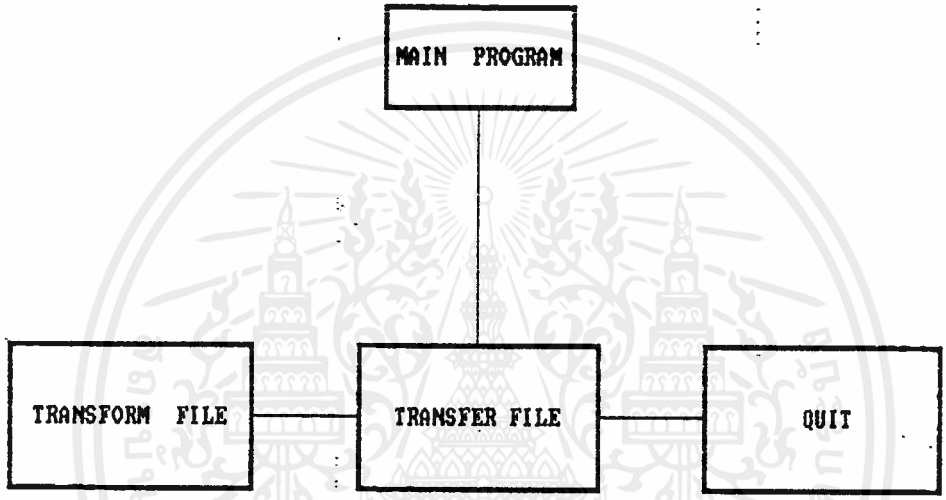
- screen รับชื่อไฟล์

screen นี้โปรแกรมจะให้ป้อนชื่อไฟล์.C5N ที่ต้องการส่งไปให้แก่เครื่อง CNC หลังจากนั้น โปรแกรมจะทำการตรวจสอบชื่อไฟล์ ถ้าตรวจพบไฟล์ดังกล่าวก็จะเริ่มทำการส่งข้อมูล (โดยก่อนหน้านั้นจะต้อง set ที่เครื่อง CNC ให้เตรียมพร้อมรับข้อมูลก่อนโดยใช้คำสั่ง G66) และในขณะที่ส่งข้อมูลผ่านเข้าสู่เครื่อง CNC นั้นจะมีการแสดงตัวอักษรที่ถูกส่งในขณะนั้นด้วย แต่ถ้าไม่สามารถตรวจพบโปรแกรมก็จะเข้าสู่ screen ต่อไป โดยโปรแกรมจะให้เลือกว่าต้องการป้อนชื่อไฟล์อีกครั้ง หรือไม่ ถ้า "Yes" ก็ให้ทำการป้อนชื่อไฟล์ใหม่ แต่ถ้า "No" ก็จะออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รูปแสดง screen ในโปรแกรม</u>

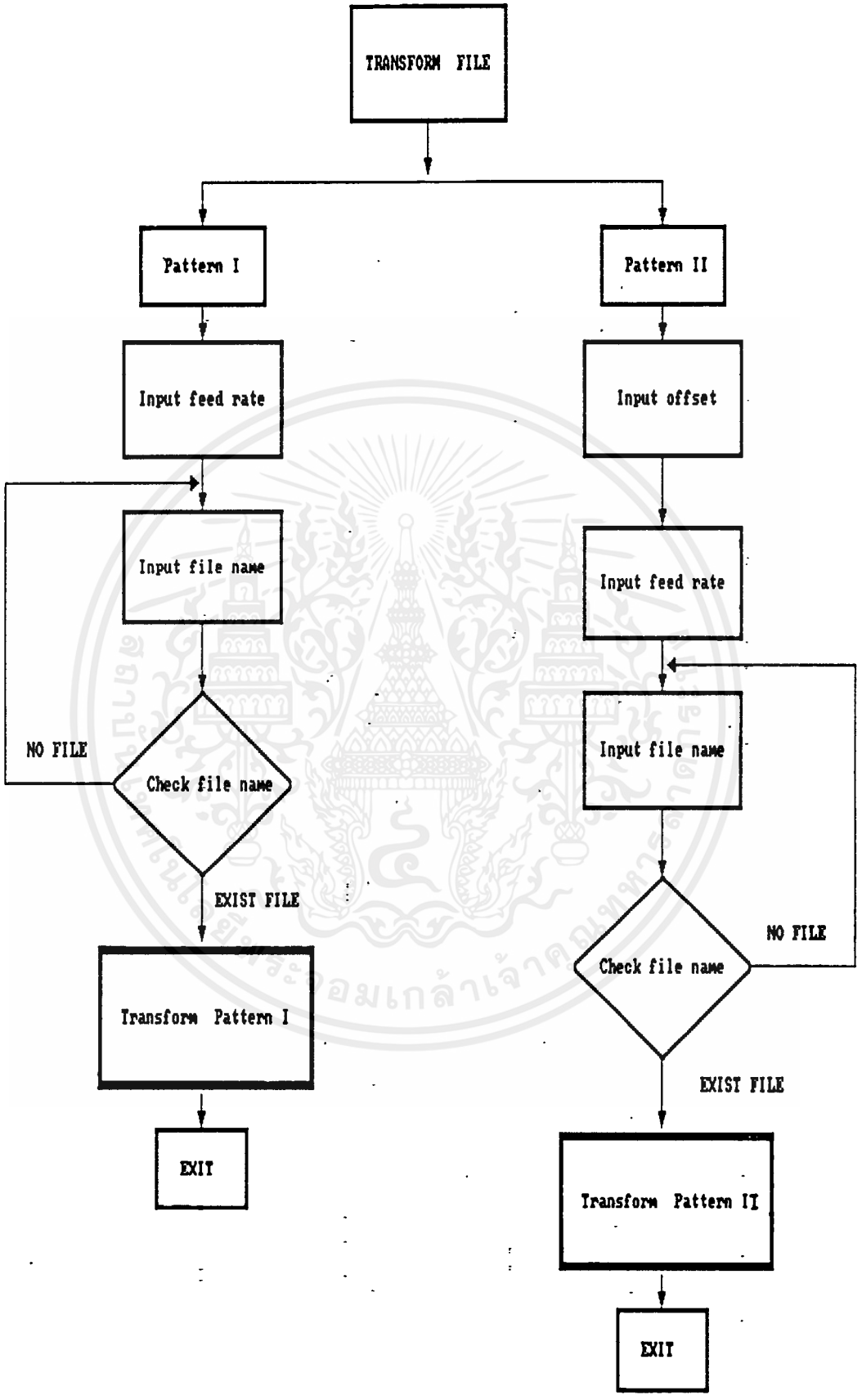
สามารถแสดงรายละเอียดโดย flow chart ได้ดังนี้



รูปที่ 2.1 *FLOWCHART ของ MAIN PROGRAM*

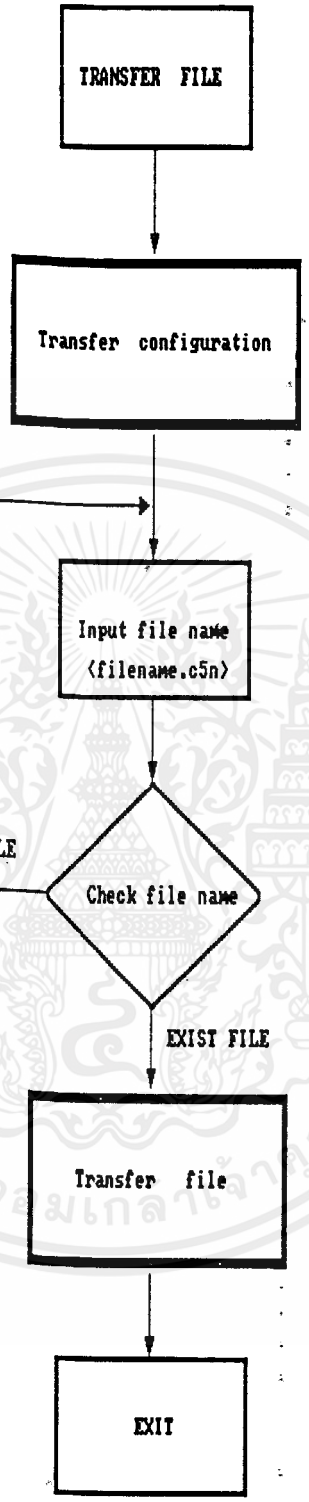
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 *FLOWCHART OF SCREEN* ของ โปรแกรม *TRANSFORM FILE*



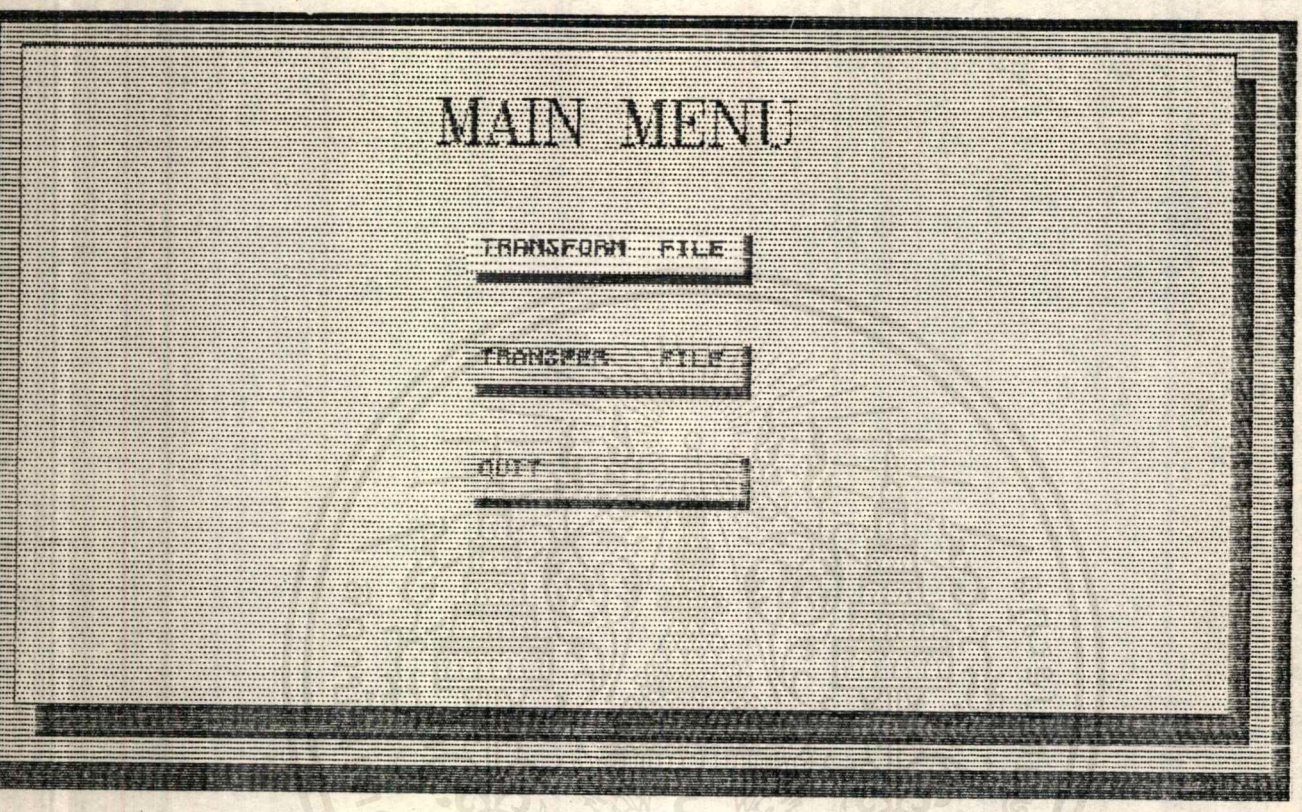
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 *FLOWCHART OF SCREEN* ของ โปรแกรม *TRANSFER FILE*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

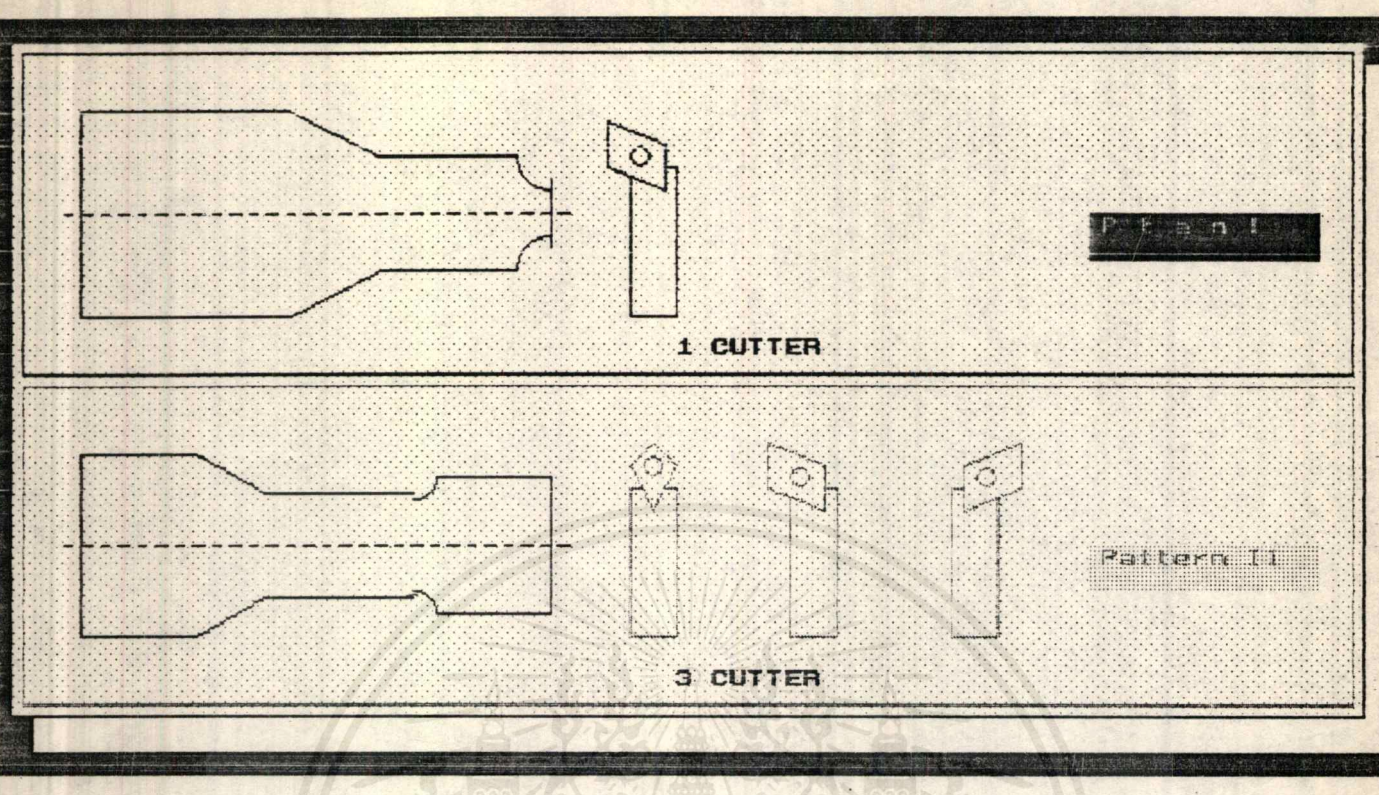
SCREEN ของ MAIN MENU



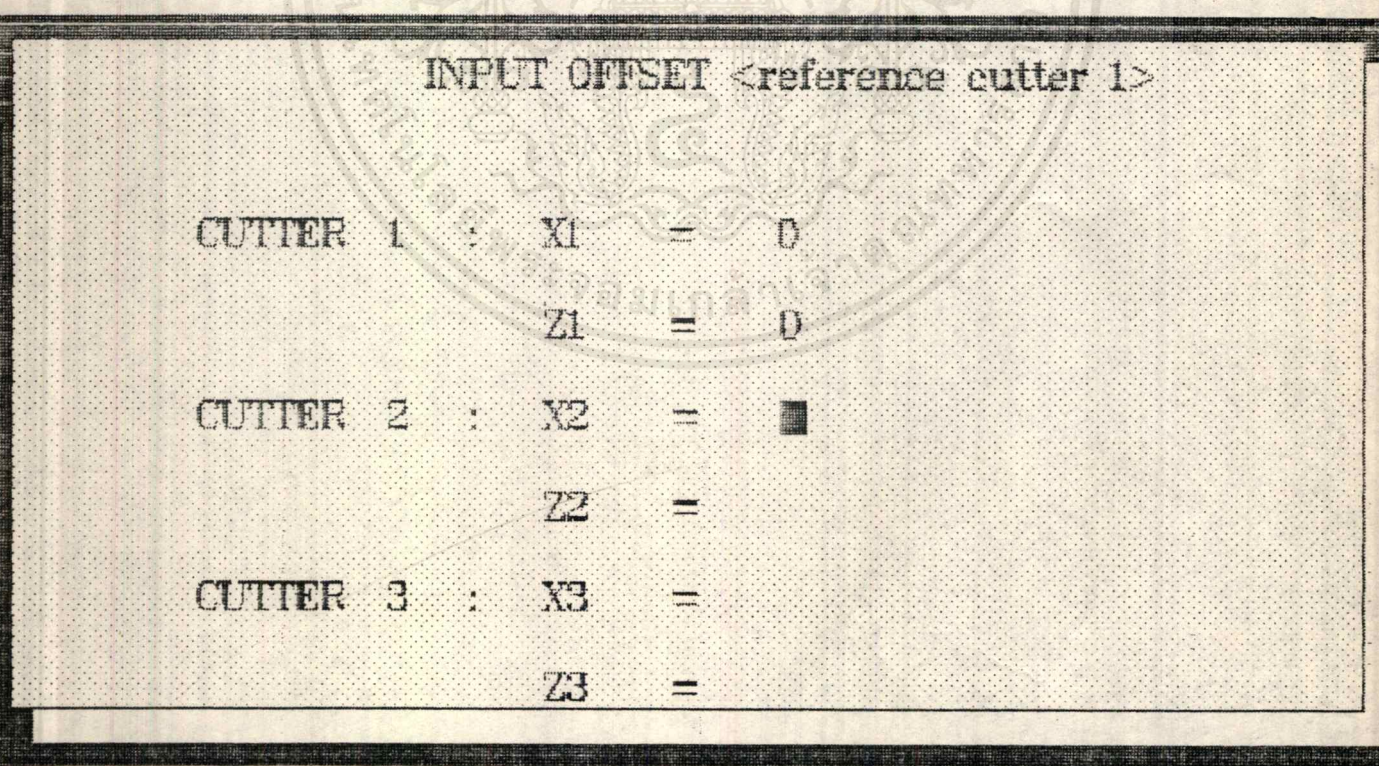
รูปที่ 2.4 *SCREEN แสดง MAIN MENU*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCREEN ของ โปรแกรม TRANSFORM FILE

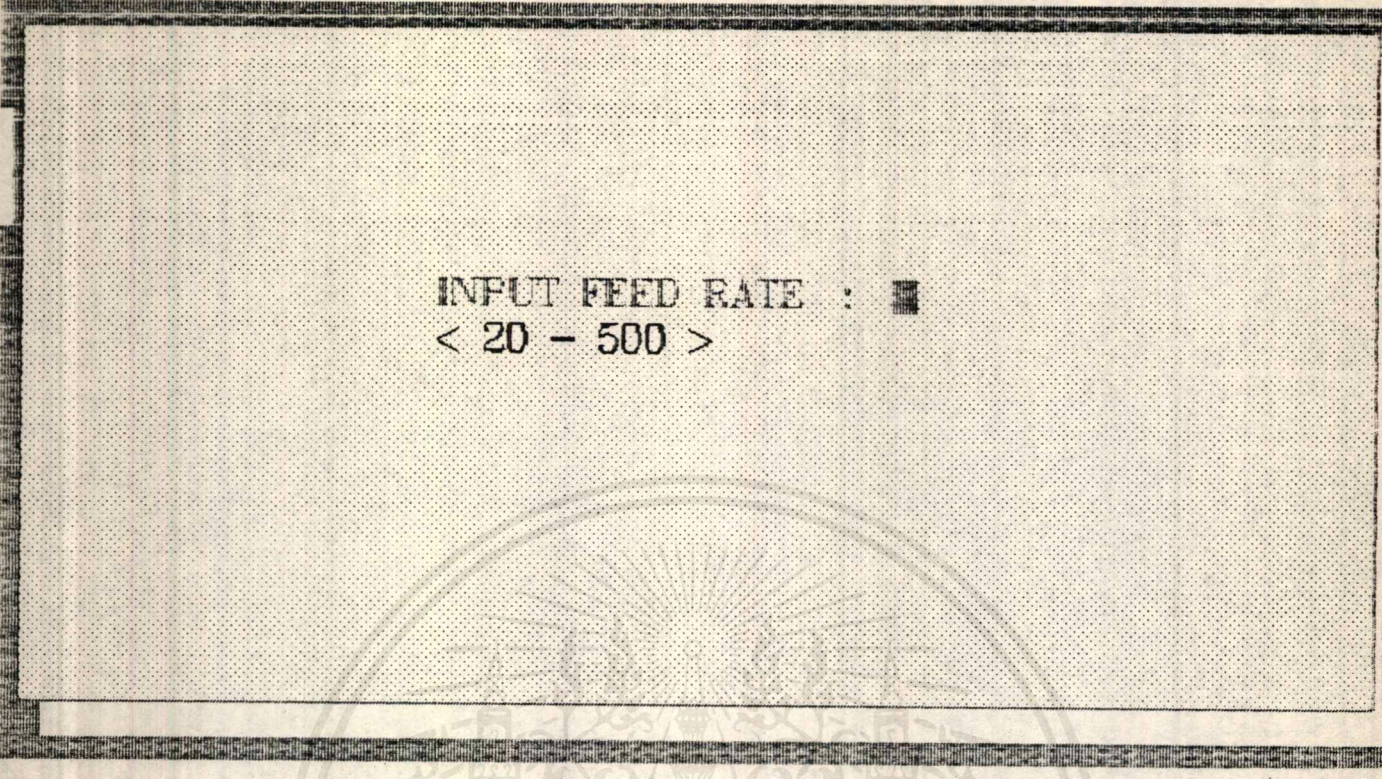


รูปที่ 2.5 *SCREEN เลือก PATTERN การ TRANSFORM*

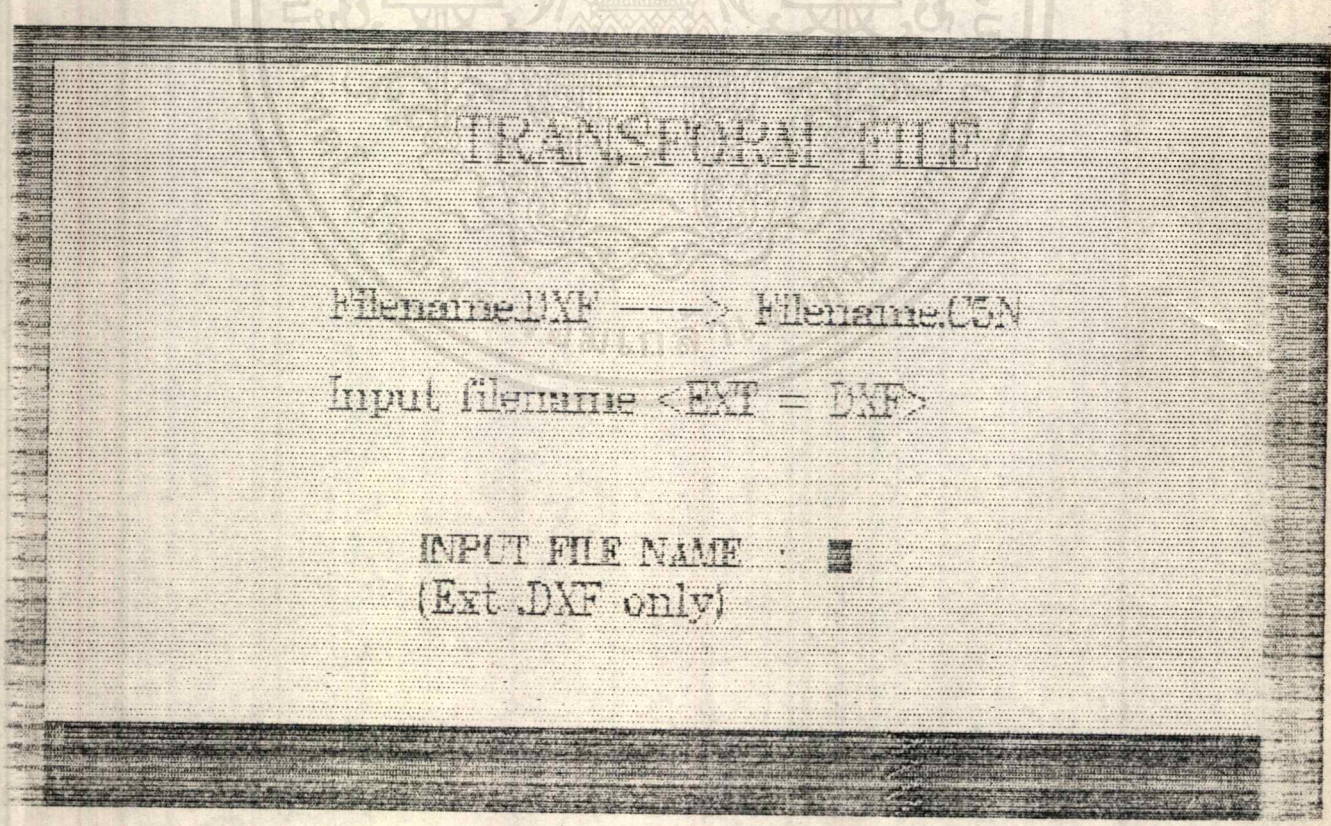


รูปที่ 2.6 *SCREEN รับค่า OFFSET*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



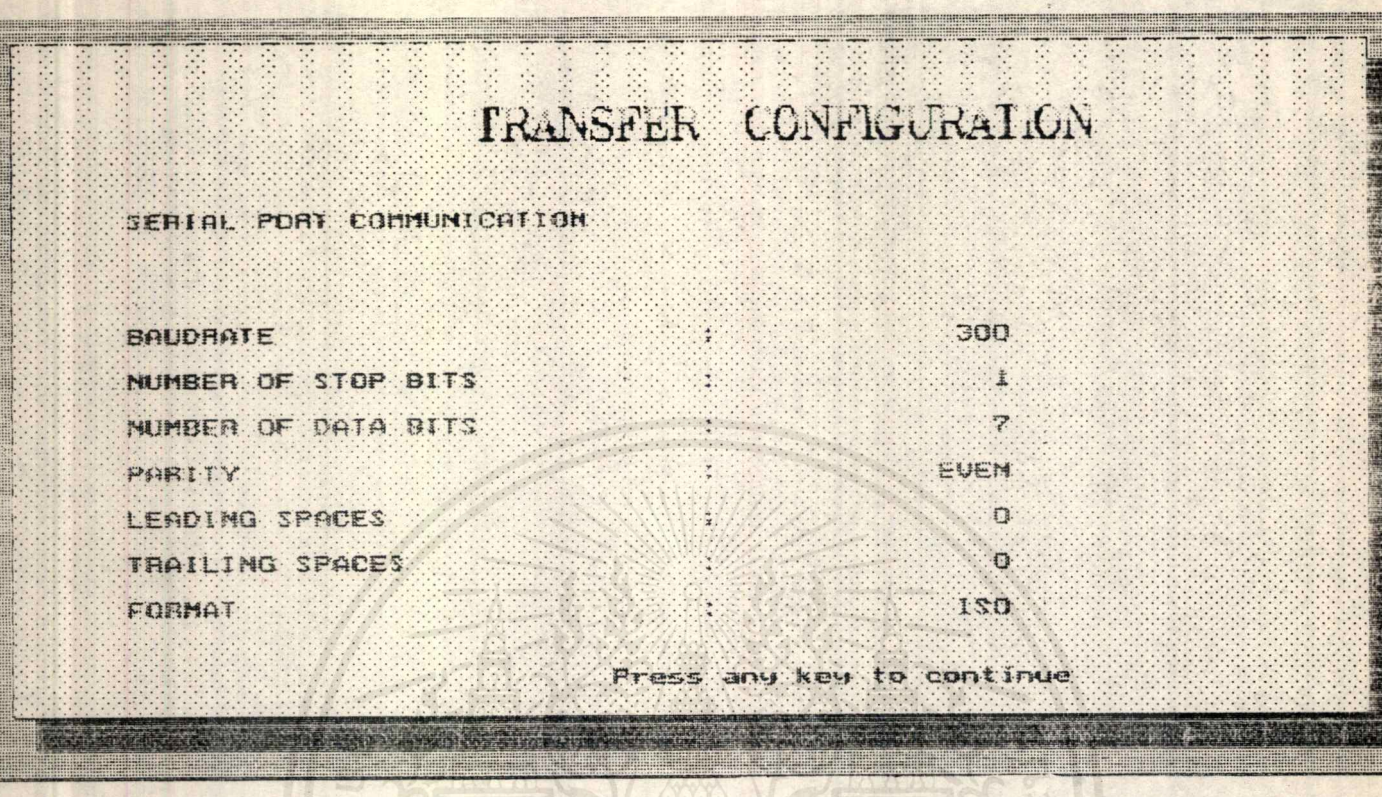
รูปที่ 2.7 *SCREEN รับค่า FEED RATE*



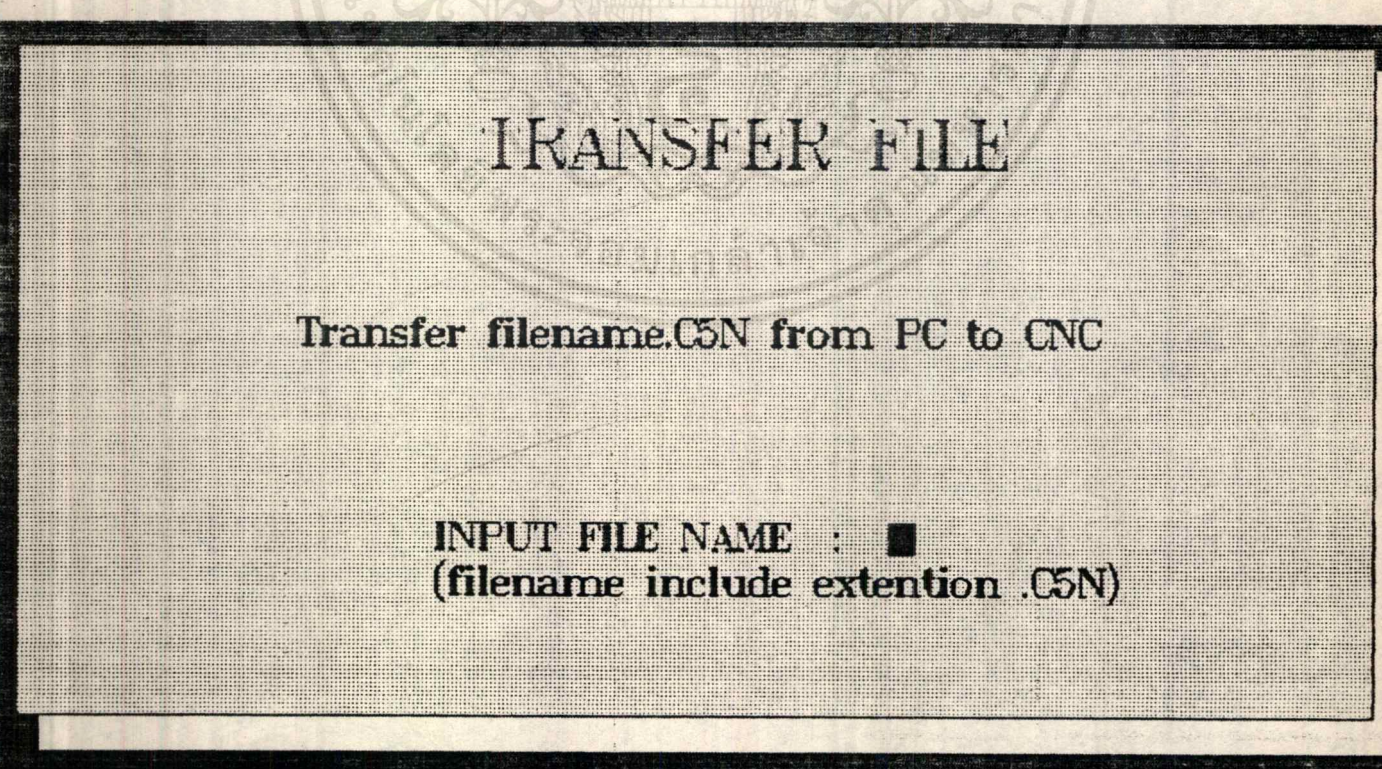
รูปที่ 2.8 *SCREEN รับชื่อไฟล์ที่จะทำการแปลง*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCREEN ของ โปรแกรม TRANSFER FILE



รูปที่ 2.9 *SCREEN แสดง TRANSFER CONFIGURATION*



รูปที่ 2.10 *SCREEN รับชื่อไฟล์ที่ต้องการส่งเข้าสู่เครื่อง CNC*

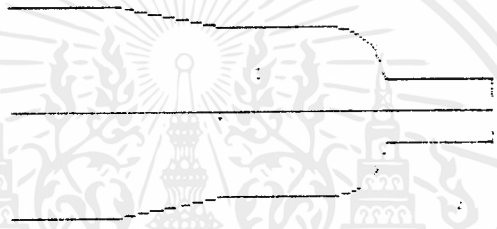
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดลอง สรุป และวิจารณ์

การทดลอง

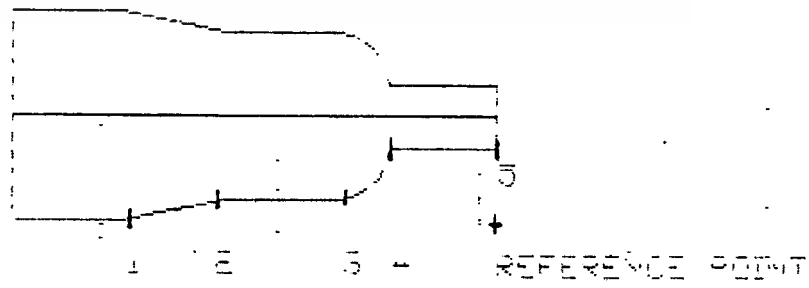
ตอนที่ 1

1. วาดแบบของชิ้นงานที่ต้องการกลึง โดยที่ชิ้นงานสำหรับการทดลองในตอนที่ 1 นี้ จะเป็นชิ้นงานที่มีรูปร่างธรรมดาซึ่งสามารถทำการกลึงได้โดยใช้มีดกลึงเพียงอันเดียว (มีดกลึงซ้าย) ดังนั้นแบบของชิ้นงานจะประกอบด้วย เส้นตรง เส้นเอียง เส้นโค้งเข้า (โค้งออก) ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 *ชิ้นงานที่ใช้ทดลองในตอนที่ 1*

2. ทำการ Mark จุดเพื่อกำหนดขอบเขตที่จะทำการกลึง โดยขั้นแรกต้องทำการกำหนดที่จุด reference ของชิ้นงาน ต่อไปก็เริ่มทำการ Mark จุดทางครึ่งล่างของชิ้นงานโดยเริ่มจากทางด้านซ้ายไปขวา



รูปที่ 3.2 *ชิ้นงานที่ทำการ Mark จุดแล้ว*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เก็บไฟล์ข้อมูลให้อยู่ในรูปไฟล์มาตรฐาน filename.DXF
4. เรียกใช้โปรแกรม TRANSFORM โดยเลือกชิ้นงาน PATTERN I
5. ป้อนชื่อไฟล์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3
6. ใส่ค่า FEED RATE ซึ่งจะมีค่าเท่าใดนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่จะนำมากลึง
7. เมื่อถึงขั้นตอนนี้แล้ว จะได้ไฟล์ข้อมูลใหม่คือ filename.C5N
8. เรียกใช้โปรแกรม TRANSFER
9. ป้อนชื่อไฟล์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 7 (filename.C5N)

‹ โดยการกำหนด configuration สำหรับการส่งเป็น

BAUDRATE	:	300
NUMBER OF STOP BIT	:	1
NUMBER OF DATA BIT	:	7
PARITY BIT	:	EVEN ›

10. SET ที่เครื่อง COMPACT 5 CNC ให้เตรียมรับข้อมูลโดยใช้คำสั่ง G66
11. เริ่มทำการส่งข้อมูลจนกระทั่งถึง EOF ‹End Of File›
12. ขั้นตอนสุดท้าย คือ START เครื่อง CNC และเมื่อทำการกลึงเสร็จแล้วก็จะได้ชิ้นงานตามแบบที่วาดไว้ทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

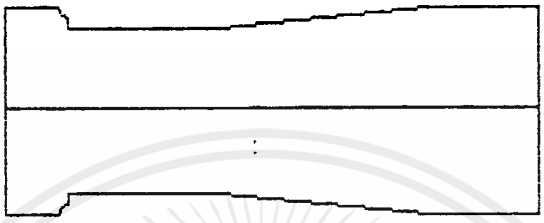
ไฟล์ที่ได้จากการแปลง FILENAME.DXF ให้เป็น FILENAME.CSV <'การทดลอง ตอนที่

```
%!*
 N` G`    X `     Z `   F`   H !*
003M03                        !*
004 00 -0500 -00500           !*
005 84 -0050 -03250 100   50!*
006 00 -0050 000000           !*
007 84 -0050 -03000 100   50!*
008 00 -0050 000000           !*
009 84 -0050 -02750 100   50!*
010 00 -0050 000000           !*
011 84 -0050 -02500 100   50!*
012 00 -0050 000000           !*
013 00 00000 -02500           !*
014 01 00200 -01000 100       !*
015 00 -0200 003500           !*
016 84 -0050 -01200 100   50!*
017 00 -0050 000000           !*
018 84 -0050 -01150 100   50!*
019 00 -0050 000000           !*
020 84 -0050 -01100 100   50!*
021 00 -0050 000000           !*
022 84 -0050 -01050 100   50!*
023 00 -0050 000000           !*
024 84 -0050 -01000 100   50!*
025 00 -0050 000000           !*
026 84 -0250 -01000 100   50!*
027 00 -0250 -01000           !*
028 03 00500 -00500 100       !*
029 00 -0500 001500           !*
030 00 01200 001500           !*
031M30                        !*
M
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

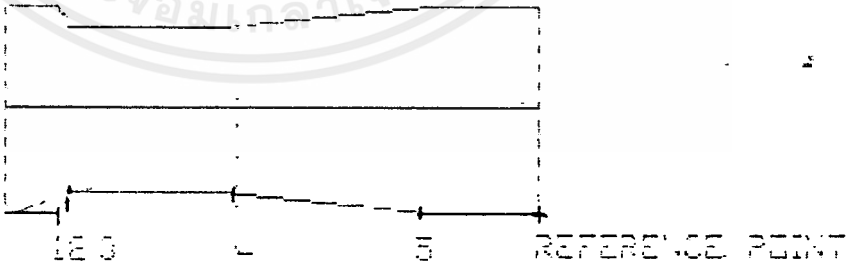
ตอนที่ 2

1. วาดแบบของชิ้นงานที่ต้องการกลึง โดยที่ชิ้นงานสำหรับการทดลองในตอนที่ 2 นี้ จะเป็นงานที่มีรูปร่างสลับซับซ้อนขึ้น ซึ่งไม่สามารถทำการกลึงได้โดยใช้มีดกลึงเพียงอันเดียว แต่จะต้องใช้มีดในการกลึงถึง 3 อัน คือ มีดกลึงตรง มีดกลึงขวา และมีดกลึงซ้าย



รูปที่ 3.3 *ชิ้นงานที่ใช้ทดลองในตอนที่ 2*

2. ทำการ Mark จุดเพื่อกำหนดขอบเขตที่จะทำการกลึง โดยขั้นแรกต้องทำการกำหนดที่จุด reference ของชิ้นงาน ต่อไปก็เริ่มทำการ Mark จุดทางครึ่งล่างของชิ้นงานโดยเริ่มจากทางด้านซ้ายไปขวา



รูปที่ 3.4 *ชิ้นงานที่ทำการ Mark จุดแล้ว*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เก็บไฟล์ข้อมูลให้อยู่ในรูปไฟล์มาตรฐาน filename.DXF
4. เรียกใช้โปรแกรม TRANSFORM โดยเลือกชิ้นงาน PATTERN II
5. ป้อนชื่อไฟล์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3
6. ใส่ค่า FEED RATE ซึ่งจะมีค่าเท่าใดนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่จะนำมากลึง
7. ใส่ค่า OFFSET ของมีดกลึง (เพื่อให้ขนาดของชิ้นงานมีความถูกต้อง)
8. เมื่อถึงขั้นตอนนี้แล้ว จะได้ไฟล์ข้อมูลใหม่คือ filename.C5N
9. เรียกใช้โปรแกรม TRANSFER
10. ป้อนชื่อไฟล์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 7 (filename.C5N)

‹ โดยการกำหนด configuration สำหรับการส่งเป็น

BAUDRATE	:	300
NUMBER OF STOP BIT	:	1
NUMBER OF DATA BIT	:	7
PARITY BIT	:	EVEN ›

11. SET ที่เครื่อง COMPACT 5 CNC ให้เตรียมรับข้อมูลโดยใช้คำสั่ง G66
12. เริ่มทำการส่งข้อมูลจนกระทั่งถึง EOF ‹End Of File›
13. ขั้นตอนสุดท้าย คือ START เครื่อง CNC และเมื่อทำการกลึงเสร็จแล้ว ก็จะได้ชิ้นงานตามแบบที่วาดไว้ทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟล์ที่ได้จากการแปลง FILENAME.DXF เป็น FILENAME.C5M <การทดลอง ตอนที่ 2>

```
%!*
   N` G`    X `     Z `   F`   H !*
003M03                          !*
004 00 -0500 -04200             !*
005 01 -0200 000000 100         !*
006 00 00700 000000             !*
007M06 00000 000000 T02         !*
008 00 -0500 000000             !*
009 00 00057 001043             !*
010 84 -0050 -00750 100   50!*
011 00 -0050 000000             !*
012 84 -0050 -00700 100   50!*
013 00 -0050 000000             !*
014 00 00000 -00700             !*
015 02 00100 -00100 100         !*
016 00 -0100 000800             !*
017 84 -0100 -00700 100   50!*
018 00 -0100 000000             !*
019 00 00700 000000             !*
020 00 -0057 -01043             !*
021M06 00000 000000 T02         !*
022 00 -0500 000000             !*
023 00 -0031 -00593             !*
024 84 -0050 002200 100   50!*
025 00 -0050 000000             !*
026 84 -0050 001700 100   50!*
027 00 -0050 000000             !*
028 84 -0050 001200 100   50!*
029 00 -0050 000000             !*
030 84 -0050 000700 100   50!*
031 00 -0050 000000             !*
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
032 00 00000 000700          !*
033 01 00200 002000 100      !*
034 00 -0200 -02700          !*
035 00 00700 000000          !*
036 00 00031 000593          !*
037M06 00000 000000 T02      !*
038 00 00000 004200          !*
039M30                       !*
M
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลและวิจารณ์

โครงงาน CAD/CAM CNC ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมขึ้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อทำการกลึงชิ้นงาน ทั้งที่มีรูปแบบธรรมดา คือ ชิ้นงานที่ประกอบขึ้นด้วยเส้นตรง เส้นเอียง เส้นโค้ง เว้าเข้า/ออก (ซึ่งสามารถกลึงได้โดยใช้มีดกลึงเพียงอันเดียว) และยังสามารถกลึงชิ้นงานที่มีรูปแบบซับซ้อนขึ้น คือ ชิ้นงานที่ประกอบด้วย เส้นตรง เส้นเอียง เส้นโค้งที่ไม่สามารถกลึงได้โดยใช้มีดกลึงเพียงอันเดียว สำหรับการทดสอบโปรแกรมก็เริ่มจากการวาดแบบชิ้นงานตามที่ต้องการโดยเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลมาตรฐาน (.DXF) แล้วเรียกใช้โปรแกรมแปลงให้เป็นไฟล์ข้อมูลที่เครื่องกลึงสามารถเข้าใจได้ ต่อไปก็ทำการส่งข้อมูลให้แก่เครื่อง CNC เพื่อทำการกลึง ซึ่งผลการทดสอบที่ได้อยู่ในระดับที่น่าพอใจมาก สามารถกลึงชิ้นงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความผิดพลาดทางขนาดเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย และเนื่องจากโครงงานชิ้นนี้พัฒนาขึ้นมา เพื่อใช้งานแทนโปรแกรม EMCODRAFT CAD/CAM ซึ่งจะค่อนข้างยากสำหรับผู้ใช้งาน ดังนั้นเมื่อทำการเปรียบเทียบดูจะพบว่าโปรแกรมการทำงานหลัก ๆ ของ EMCODRAFT CAD/CAM สามารถใช้โปรแกรมจากโครงงานนี้แทนได้

สำหรับแนวทางการพัฒนาโปรแกรมต่อไปก็ คือ โปรแกรมสามารถเรียกใช้มีดได้ทุกประเภท เช่น มีดที่ใช้สำหรับทำเกลียว มีดที่ใช้เพื่อเจาะรู เป็นต้น นอกจากนี้ยังอาจพัฒนาให้โปรแกรมสามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้นโดยการให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าต้องการกลึงชิ้นงานบนเครื่องรุ่นใด ซึ่งถ้าสามารถทำงานได้ถึงระดับนี้ก็จะเรียกได้ว่าเป็นโปรแกรมที่สมบูรณ์ทุกประการ

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. พ.ต.ประพัฒน์ อุทโยภาส, คู่มือการใช้โปรแกรม AutoCAD, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

2. บุญเลิศ เอี่ยมทัศนา, โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภาษาซี, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

3. จงกล งามวิวิทย์, การควบคุมเชิงตัวเลข, พิมพ์ครั้งที่ 1, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

4. Yong Fong, AutoCAD Development System Programmer's Reference.

5. Manual of Emco Compact 5 CNC.

6. Manual of EMCODRAFT V6 CAD/CAM.

7. Handbook EMCO Compact 5 CNC.

8. Kent Porter, STRETCHING TURBO C, Prentice Hall, New York.

9. Herbert Schildt, TURBO C/C++ the Complete Reference, McGraw Hill, Singapore.

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

Appendix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเลือกค่าความเร็วตัด และความเร็วป้อน (Cutting Speed: V_s & Feed RATE: F)

เนื่องจากหัวแท่นเครื่องกลึงสร้างขึ้นเพื่อให้มี การเปลี่ยนความเร็วรอบเพลาเครื่องกลึง ซึ่งมีทั้งที่ใช้มู่เล่ขับสายพานหรือชุดเฟืองทดขับชิ้นส่วนเครื่องมือกล การเปลี่ยนความเร็วบนมู่เล่ซ้อนขับสายพานจะทำได้โดยการย้ายสายพานไปตามขั้นต่าง ๆ บนมู่เล่และความเร็วช้าสุดจะทำได้ด้วยการเข้าเฟืองหลัง ส่วนชนิดชุดเฟืองทดจะเปลี่ยนความเร็วด้วยการย้ายตำแหน่งการขบเฟืองในหัวแท่น

ชิ้นส่วนเครื่องมือกลสำหรับเครื่องกลของความเร็วป้อน (feed rate) จะมีกำลังและเคลื่อนที่ได้นั้น จะถูกส่งมาจากหัวแท่นมายังแท่นเลื่อนเป็นอัตราทดของเฟืองต่าง ๆ ที่จะเลือกความเร็วป้อนได้ตามความประสงค์

ความเร็วตัดของโลหะจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นค่าคงที่ แต่ความเร็วรอบต่อนาทีหรือความเร็วรอบของเพลาเครื่องกลึงอาจจะเป็นไปได้ทั้งเพิ่มขึ้นหรือลดลงนั้น ขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางของงานที่จะทำการกลึง ความเร็วตัดจะกำหนดขึ้นได้ด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ คือ ชนิดและความแข็งของโลหะ, เส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน, ชนิดของวัสดุ, รูปร่างของมีดกลึง และความลึกกลึงออก เป็นต้น

ความเร็วป้อนจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของการจับชิ้นงานและวิธีการยึดจับชิ้นงานบนเครื่องกลึง, รูปร่างของมีดกลึง และความเร็วตัด

ความเร็วในการป้อนกลึงหยาบจะใช้ความเร็วช้า ๆ อันเป็นข้อเสนอแนะที่ใช้สำหรับการกลึงหยาบเพื่อป้องกันไม่ให้คมตัดของมีดสึกหรอเร็วและลดเวลาในการกลึง ส่วนความเร็วรอบของเพลาเครื่องกลึงตามปกติเมื่อกลึงละเอียดความเร็วรอบจะเพิ่มขึ้น และความเร็วป้อนจะลดลง

1.1 ความเร็วตัด (Cutting speed : V_s)

$$V_S \text{ (m/min)} = \frac{d(mm) \times \pi \times S(U/min)}{1000}$$

V_s = Cutting speed

d = Diameter of workpiece

s = Speed of main spindle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเร็วตัดสูงสุดที่ยอมรับได้ (maximum acceptable cutting speed) จะขึ้นอยู่กับ :-

- ชนิดวัสดุของชิ้นงาน (material of workpiece) :

ถ้ายิ่งวัสดุที่ใช้มีค่าของ strength สูงขึ้นเท่าใดก็จะยิ่งทำให้ต้องใช้ค่าความเร็วตัดที่ต่ำลงเท่านั้น

- ชนิดวัสดุของเครื่องมือ (material of tool) :

ถ้าเครื่องมือที่ใช้ทำมาจาก Carbides ก็จะช่วยให้สามารถใช้ค่าความเร็วตัดที่สูงกว่าในกรณีที่ทำมาจาก HSS

- การป้อน (Feed) :

ถ้ายิ่งป้อนด้วยอัตราที่สูงก็จะต้องใช้ค่าความเร็วตัดที่ต่ำ

- ความลึกของการตัด (depth of cut) :

ถ้าค่าของความลึกในการตัดยิ่งมากก็จะต้องใช้ค่าความเร็วตัดที่ต่ำลง

ข้อมูลสำหรับความเร็วตัดและอัตราการป้อนสามารถที่จะหาได้จากคู่มือของเครื่องมือชนิดต่าง ๆ ที่ผู้ผลิตให้มา ข้อมูลเหล่านี้เป็นเทคนิคพื้นฐานสำหรับการโปรแกรม

สำหรับความเร็วตัดที่นิยมใช้กับเครื่อง Compact 5 CNC นี้ ก็คือ ถ้าวัสดุที่ใช้ทำชิ้นงานเป็น automatic aluminium และมีเครื่องมือเป็น carbide tips จะได้ความเร็วตัดสำหรับการกลึง (turning) เป็น 150-200 m/min โดยมีขนาดอัตราการป้อนสำหรับการกลึงเป็น 0.02-0.1 mm/rev.

1.2 การคำนวณความเร็วของเพลา (Spindle speed : S)

เมื่อรู้ถึงความเร็วตัด และเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานแล้ว ก็จะช่วยให้สามารถคำนวณหา ความเร็วของเพลาหลักได้ (the speed of tha main spindle) ดังนี้

$$S\ (\text{rev/min}) = \frac{V_s\ (\text{mm/min}) \times 1000}{d\ (\text{mm}) \times \pi}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การคำนวณหาอัตราการป้อน (Feed : F)

ในการใช้เครื่อง Compact 5 CNC เราสามารถที่จะโปรแกรมอัตราการป้อนที่มีมีหน่วยเป็น mm/min ได้ ดังสูตรข้างล่างนี้

$$F\ (mm/min) = S\ (rev/min) \times F\ (mm/rev)$$

F (mm/min) = Feed in mm per minute

S (rev/min) = Speed of main spindle

F (mm/rev) = Feed in mm per revolution

****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Finding the Cutting Values

2.1 การหาค่า R.P.M. (Finding the R.P.M.)

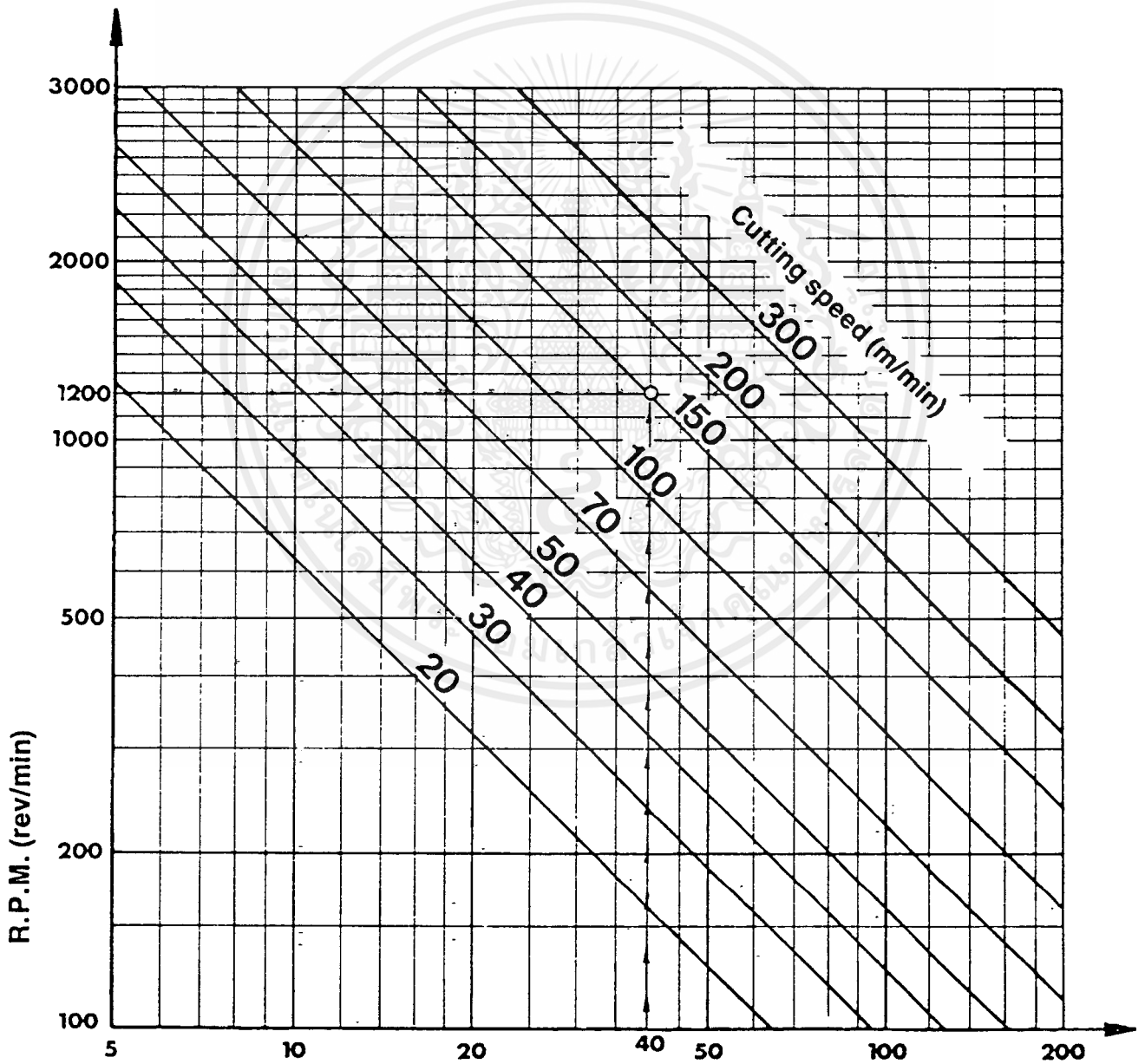
ในกรณีนี้เราจำเป็นต้องรู้ - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน

- สมมติค่าของความเร็วตัด

จาก chart ข้างล่างจะช่วยให้เราสามารถเลือกค่า r.p.m. ได้

ตัวอย่าง : เส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน : 40 mm และมี ความเร็วตัด : 150 m/min

ดังนั้นจะได้ r.p.m. : 1200 rpm.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การหาค่าความเร็วป้อน (Finding the feed speed in mm/min)

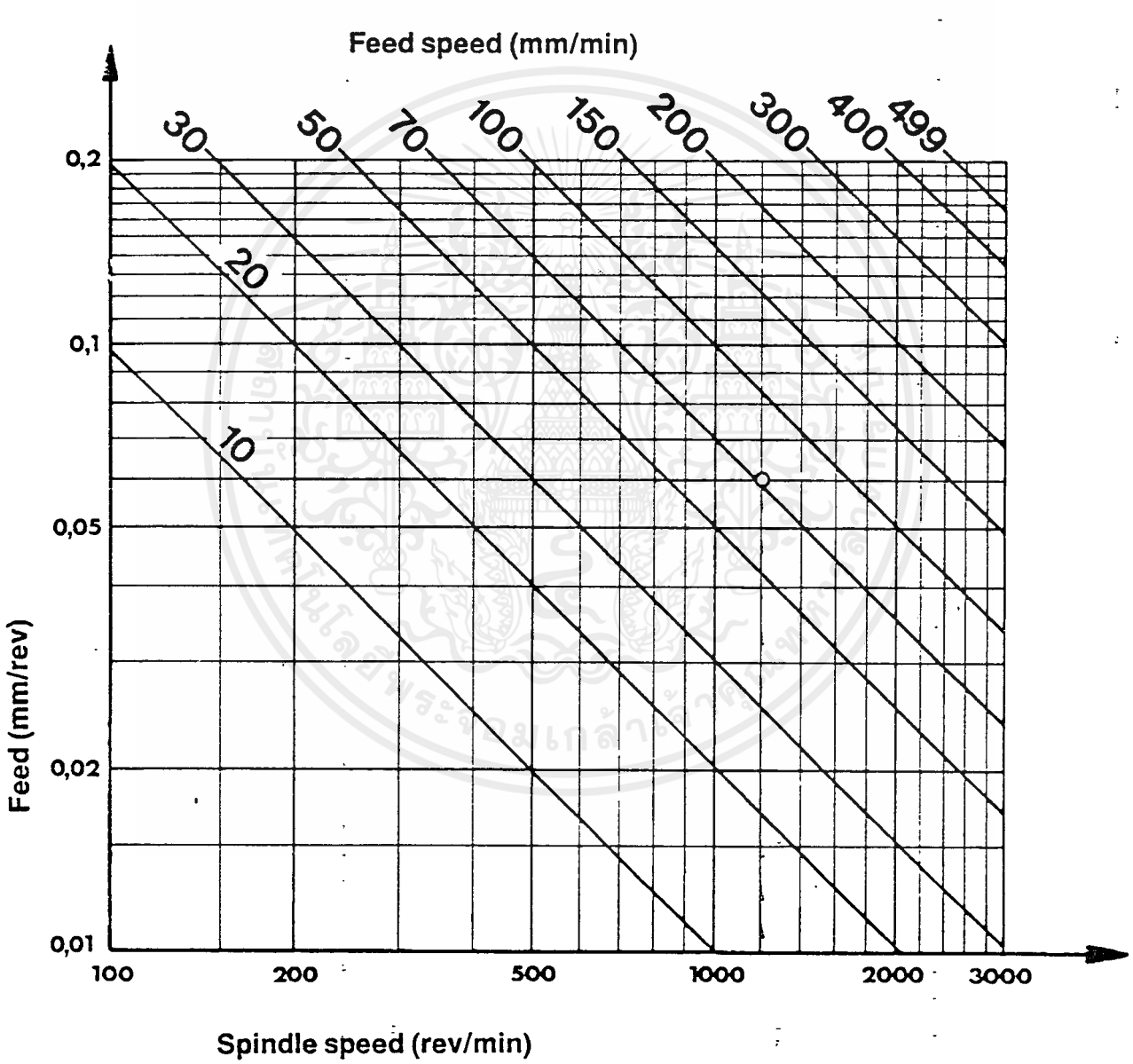
ในกรณีนี้เราจำเป็นต้องรู้ - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน

- ขนาดอัตราป้อนในหน่วย rpm.

จาก chart เราจะสามารถเลือกอัตราการป้อนได้ในหน่วย mm/min

ตัวอย่าง : Spindle speed : 1200 rpm. และ Feed : 0.06 mm/rev.

ดังนั้นจะได้อัตราการป้อน : 70 mm/min

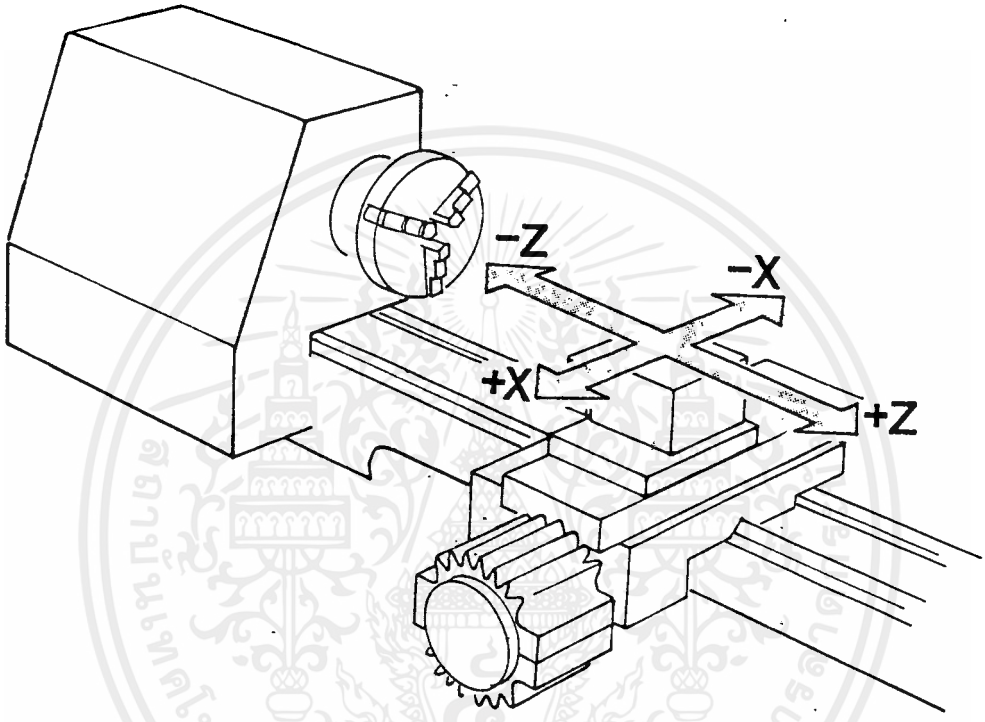


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระบบโคออร์ดิเนตบนเครื่อง NC

สำหรับระบบโคออร์ดิเนต (the coordinate system) บนเครื่อง NC (NC-machine) นี่สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปข้างล่าง

Coordinate system on lathes



รูปแสดง *ระบบโคออร์ดิเนตบนเครื่องกลึง*

Z-axis = แกนที่ขนานกับแกนของการกลึง (the turning axis)

X-axis = แกนที่ตั้งฉากกับแกนของการกลึง (the turning axis)

-Z movement = การเคลื่อนที่ตามแนวยาวในทิศทางของหัวแท่น (headstock)

+Z movement = การเคลื่อนที่ตามแนวยาวห่างออกไปจากหัวแท่น (headstock)

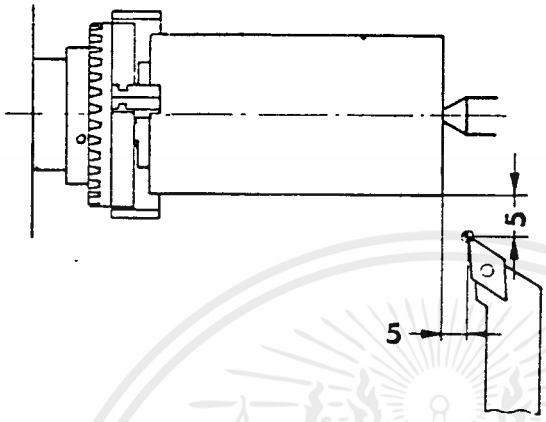
-X movement = ดูจากรูปข้างต้น

+X movement = ดูจากรูปข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Positioning the tool bit to program start position

จุดอ้างอิง (reference point) / จุดเริ่มต้น (starting point) สำหรับการใช้งานโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นผู้ใช้จำเป็นที่จะต้อง กำหนดตำแหน่งของมีดตัดให้อยู่ในลักษณะดังที่ได้แสดงในรูปข้างล่าง



รูปแสดง *ตำแหน่งอ้างอิงของมีดตัด*

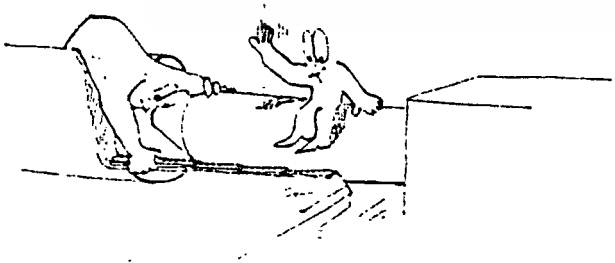
และเพื่อให้ได้ลักษณะข้างต้นก็ต้องทำการเลื่อนตัวมีดตัดจากส่วนมุมล่างของชิ้นงานในทิศทางดังนี้

ก. เคลื่อน tool bit มาเป็นระยะ 5 mm ในทิศทาง +X (+X-direction)

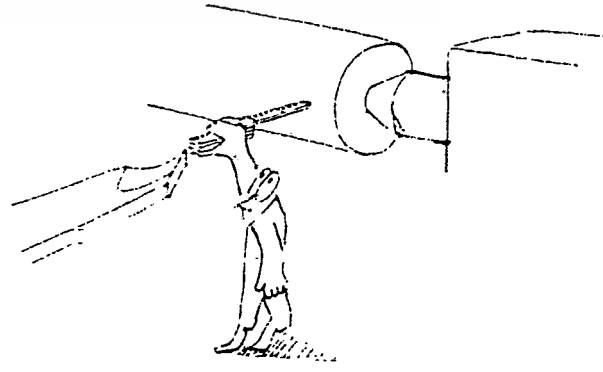
ข. เคลื่อน tool bit มาเป็นระยะ 5 mm ในทิศทาง +Z (+Z-direction)

สำหรับการวัดค่าของ X (X-value) และค่าของ Z (Z-value) สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปข้างล่าง

Z-value



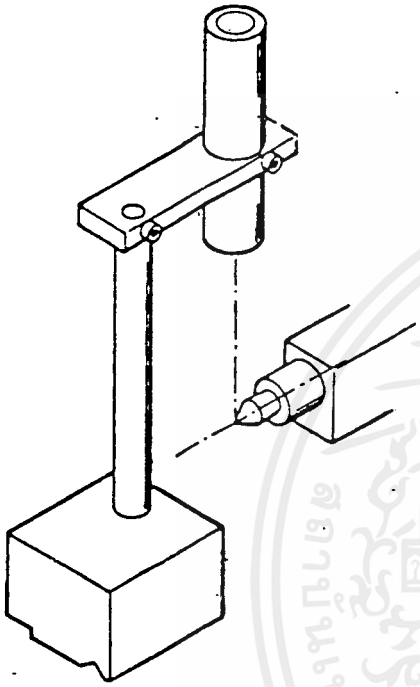
X-value



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

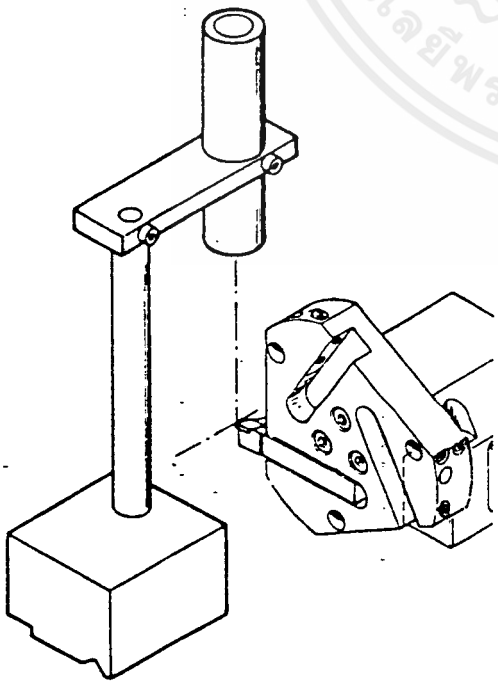
4. การวัดค่า Off-set ของมีดตัด

สำหรับวิธีการวัดค่า off-set ของมีดตัด No.2 เทียบกับมีดตัด No.1 และวัดค่า off-set ของมีดตัด No.3 เทียบกับมีดตัด No.1 สามารถวัดได้ด้วยการใช้ optical pre-seting device ซึ่งจะต้องทำการวัดก่อนการเริ่มต้นกลึงชิ้นงาน โดยมีขั้นตอนดังนี้



1. จัดการวางอุปกรณ์ optical pre-setting device นี้ลงบน machine bed

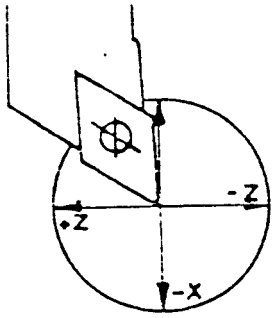
เมื่อได้จัดการวางอุปกรณ์นี้เรียบร้อยแล้ว จึงทำการปรับให้อยู่ที่ศูนย์กลางแกน โดยทำการปรับความสูงของท่อจนกระทั่ง tailstock center ปรากฏให้เห็นอย่างคมชัด ดังรูปข้าง ๆ



2. จัดการเก็บข้อมูล (collecting of tool data)

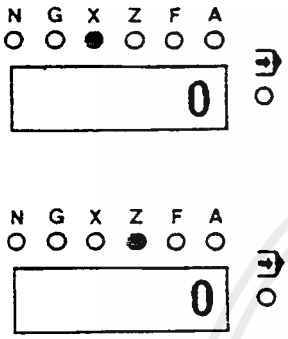
วางอุปกรณ์ optical-presetting นี้ข้างหน้าป้อมมีด (turret) ทำการ set ให้มีดตัด No.1 อยู่ในตำแหน่งเริ่มต้นพอดี แล้วทำการหมุนป้อมมีดเพื่อ set ค่า off-set ของมีดตัด No.2 จัดการปรับเลื่อนให้มุมของมีดตัดนี้อยู่ที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของการมอง ดังแสดงให้เห็นในรูปข้าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



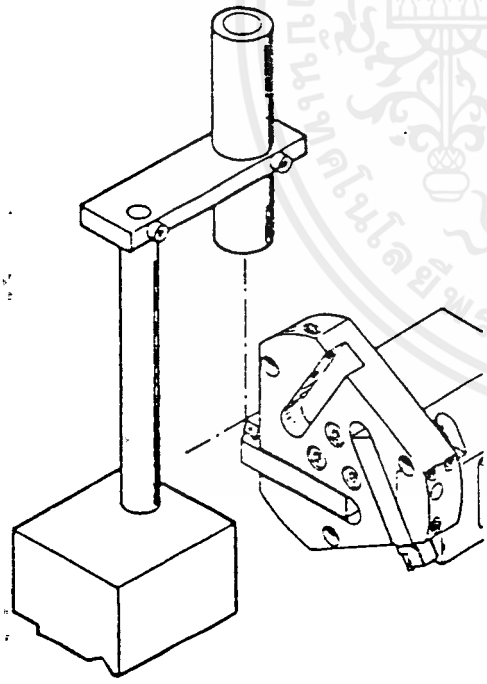
Right hand side tool
in cross wire

ตัวอย่าง : ถ้าในกรณีที่ให้มีดที่ตัดทางด้านขวา (No.2) เป็นมีดตัดอ้างอิง (reference tool) จะได้ผลออกมาดังรูปด้านข้าง โดยค่าของ X และ Z ที่แสดงออกมาที่หน้าจอของเครื่องจะถูก set เป็น 0 แล้วจึงบันทึกลงใน tool chart ดังรูปข้างล่าง



TOOL CHART

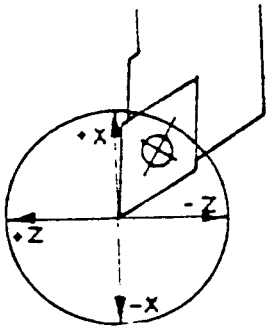
Tool	Position in turret	X-value	Z-value
R.H. Tool T01	1	0	0



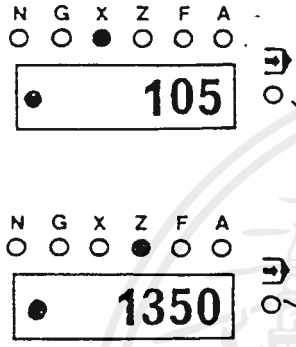
3. กรณีทำการปรับ set มีดตัด No.3

หลังจากที่ได้ปรับแต่งมีดตัด No.2 แล้วก็ให้เคลื่อนตัวมีดกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเดิมก่อนการปรับ set แล้วจึงหมุนป้อมมีดเปลี่ยนเป็นมีดตัด No.3 แล้วจึงทำการปรับ set ให้หัวมุมของมีดตัดอยู่ที่ จุดศูนย์กลางของการมอง ใส่ค่าของ X และค่าของ Z ที่อ่านได้แต่เปลี่ยนเครื่องหมายให้เป็นตรงกันข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



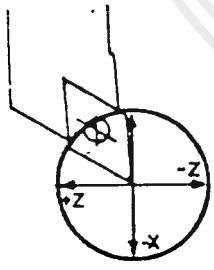
<u>ตัวอย่าง :</u> เป็นการปรับ set หาค่า off-set ของมีดตัดที่ตัดทางด้านซ้าย (No.3) ดังแสดงในรูปข้าง ๆ แล้วบันทึกค่าที่ได้ลงใน tool chart ดังรูปข้างล่าง



Werkzeug	Position im Werkzeugrevolver	X-Wert	Z-Wert
Right Hand Side Tool	1	0	0
Left Hand Side Tool	3	- 105	-1350

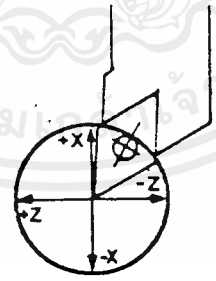
<u>รูปแสดงภาพสะท้อนที่มองเห็นจากอุปกรณ์ optical pre-setting (Reflected Images Seen Through the Optical Pre-Setting Device)</u>

Right hand side tool



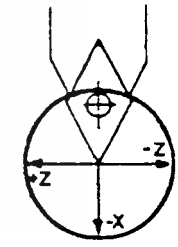
มีดตัด No.1

Left hand side tool



มีดตัด No.2

Neutral side tool



มีดตัด No.3

****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สิ่งที่ควรทราบ

Alarm signs

CNC-Operation

A00 Wrong G-instruction

A01 Wrong radius input

Possible radii: 25/50/100/150/250/..../5900

A02 Wrong X-value

X= 0 to X= ±5900 possible

A03 Wrong F-value

F= 1 to F= 499 possible

A04 Wrong Z-value

Z= 0 to Z= ±39999 possible

A05 No G22-instruction programmed

A06 Main spindle speed too high for threading

A07 Wrong taper

Tapers X:Z = (1-39) : (1-39) possible

Inputs

Plus-Minus inputs of X,Z-values

Plus inputs : ใส่ค่า figures โดยไม่ต้องใส่เครื่องหมาย

Minus inputs : หลังจากที่ใส่ค่า figures แล้วจึงกดคีย์ [-]

Input of figure

ค่าของ X,Z จะอยู่ในหน่วย hundredth of mm

ค่าของ F (F-values) จะอยู่ในหน่วย mm/min

ค่าของ thread pitches จะอยู่ในหน่วย hundredth of mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Maximum input sizes

X-values :

ค่าของ X ที่ใช้ได้คือ X= 0 ถึง X= ± 2999 (1/1000 inch) มิฉะนั้นจะมีสัญญาณเตือน A02

Z-values :

ค่าของ Z ที่ใช้ได้คือ Z= 0 ถึง Z= ± 2999 (1/1000 inch) มิฉะนั้นจะมีสัญญาณเตือน A04

Feeds :

ค่าของ F ที่ใช้ได้คือ F= 0 ถึง F= 199 (ใน 1/10 inch per minute) มิฉะนั้นจะมีสัญญาณเตือน A03

Radii :

ค่าของ R ที่ใช้ได้คือ R = 50,100,150,200,...,2950 (1/1000 inch) มิฉะนั้นจะมีสัญญาณเตือน A01

Raw material of workpiece

สำหรับชนิดของวัสดุที่ใช้ทำชิ้นงานนั้นถ้าเป็นไปได้ควรที่จะเลือกใช้ชนิด automatic aluminium ซึ่งวัสดุชนิดนี้เครื่องจะสามารถกลึงได้ง่าย และมี chip information ที่ดีทีเดียว โดยอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ นั้นส่วนใหญ่แล้วเครื่องจะกลึงได้ยาก อันอาจทำให้เกิดรอยบิ่น หรือรอยถากที่ยาว ซึ่งจัดว่าเป็นอันตรายต่อชิ้นงาน

DIN-definition of automatic aluminium :

Al Cu Mg Pb F 38; Material number 3.1645.51 according to DIN 1725/1747

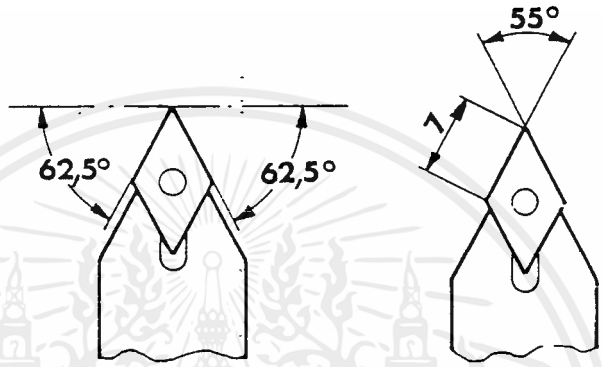
****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๖. ขนาดและการประยุกต์ใช้งานมีดตัดชนิดต่าง ๆ

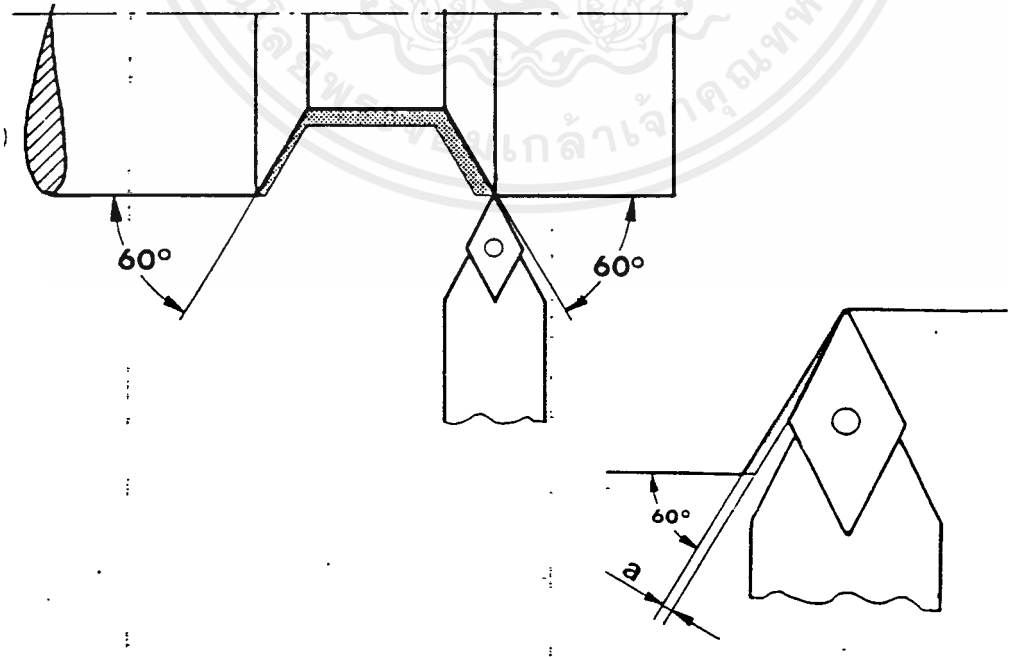
6.1 The Neutral Tool (Cutter No.1)

สำหรับขนาดและลักษณะของมีดตัดชนิดนี้สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปข้างล่าง



ตัวอย่างการนำไปประยุกต์ใช้งานด้วยค่า clearance angle : $\alpha = 90^\circ$

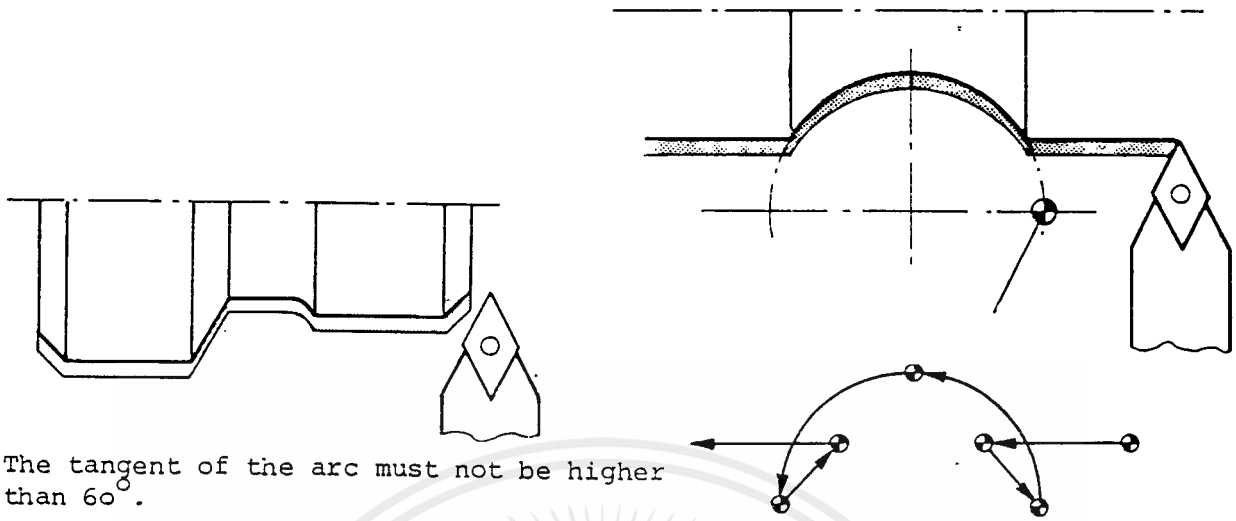
a. Longitutional and angle turning :



The max. depth of cut (a) when turning outwards must not be bigger than 0,3 mm with a turning angle of 60°.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

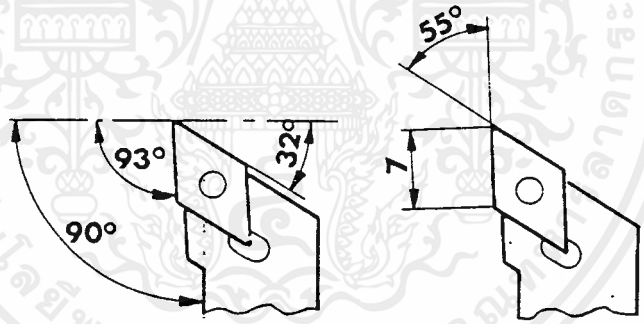
b. Turning of partial radii :



The tangent of the arc must not be higher than 60°.

6.2 The Right Hand Side Tool (Cutter No.2)

สำหรับขนาดและลักษณะของมีดตัดชนิดนี้สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปข้างล่าง



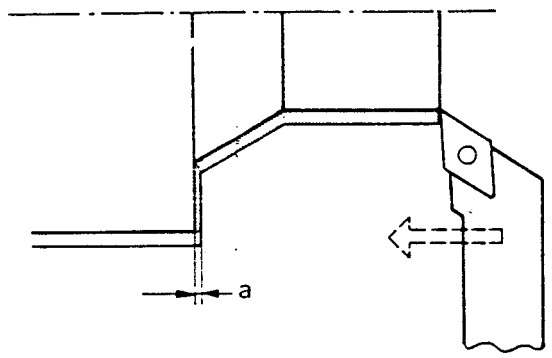
ตัวอย่างการนำไปประยุกต์ใช้งานด้วยค่า clearance angle : α = 93°

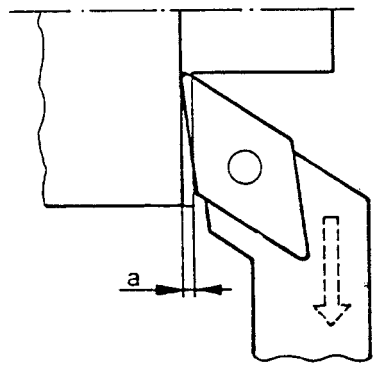
a. Longitutional, facing and angle turning :

ด้วยค่า α = max. 90°

ความลึกของการตัดขนาดเท่ากับ "a" จากพื้นผิวหน้า ต้องไม่มากกว่า 0.3 mm มิฉะนั้น chip flow จะไม่ดี ดังแสดงให้เห็นในรูปหน้าถัดไป

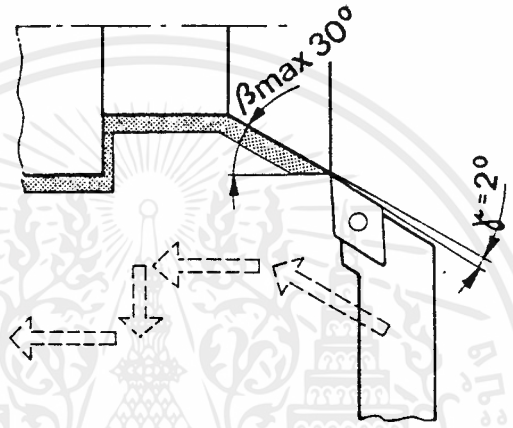
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



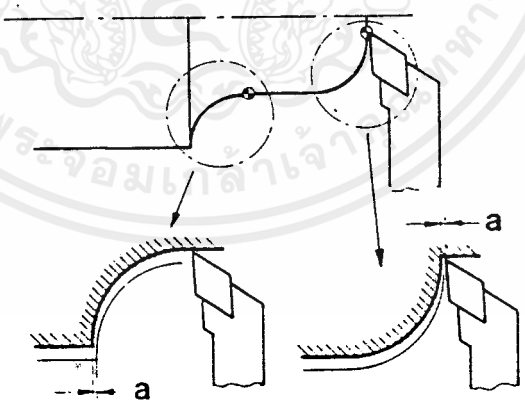


b. Shape turning :

ค่าของ β จะต้องไม่มากกว่า 30° มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาค่าของ clearance angle ไม่พอ



c. Radii :



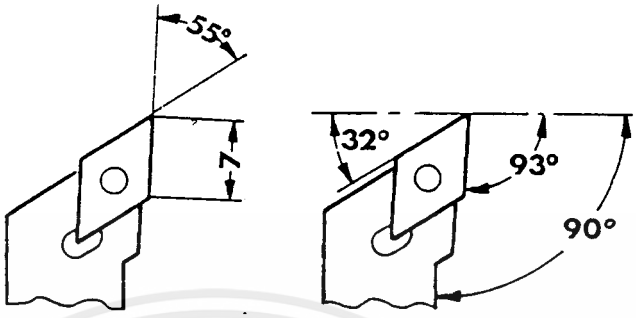
Depth of cut at the end of the 4th part of circumference max. 0,3 mm

Depth of cut at the start of the 4th part of circumference max. 0,3 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 The Left Hand Side Tool (Cutter No.3)

สำหรับขนาดและลักษณะของมีดตัดชนิดนี้สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปข้างล่าง

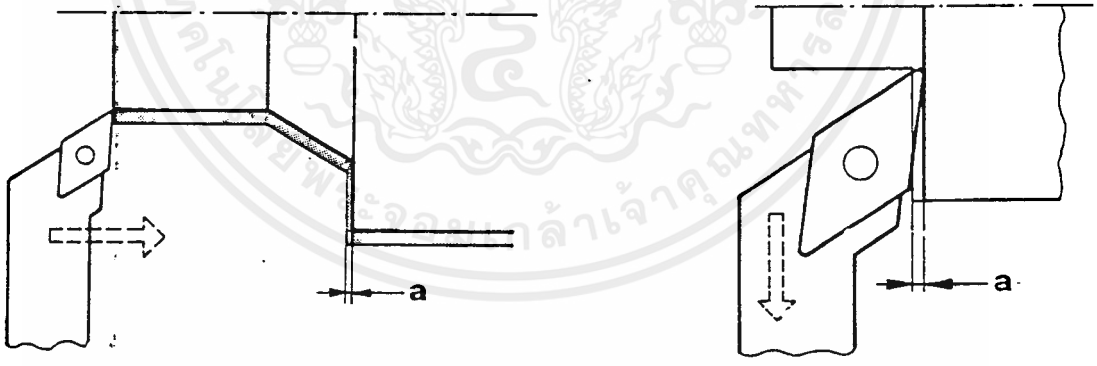


ตัวอย่างการนำไปประยุกต์ใช้งานด้วยค่า clearance angle : = 93°

a. Longitutional, facing and angle turning :

ด้วยค่า α = 93°

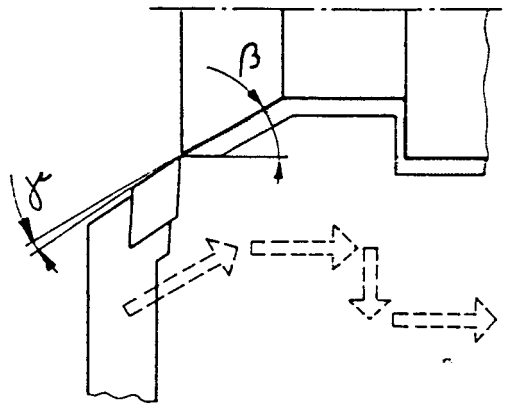
ความลึกของการตัดขนาดเท่ากับ "a" จากพื้นผิวหน้า ต้องไม่มากกว่า 0.3 mm เมื่อขอบ (edge) ของชิ้นงานจะไม่ถูกตัดไปอีก



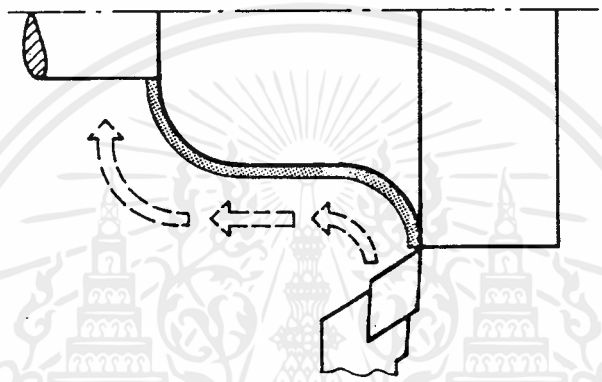
b. Shape turning :

ค่าของ γ จะต้องไม่น้อยกว่า 2° และมีค่า β max. 30° ดังที่ได้แสดงให้เห็นในรูปหน้าถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



c. Radii :



****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้