การเชื่อมต่อเครื่องจักรอัตโนมัติ CNC เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

CONNECTING THE AUTOMATICAL MACHINE CNC WITH PERSONAL COMPUTER

โดย

นายครองพล จงตระกูล

นายเสถียรพงศ์ หุยะนันท์

นายเหล็ก ดาวเรือง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

007736

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2534

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การเชื่อมต่อเครื่องจักรอัตโนมัติ CNC เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

ผู้จัดทำ

1. นาย ครองพล จงตระกูล 31.1022

2. นาย เสถียรพงศ์ หุยะนันท์ 31.1381

3. นาย เหล็ก ดาวเรือง 31.1389

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ทวี เทศเจริญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อเครื่องจักรอัตโนมัติ CNC เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

(Connecting CNC machine with personal computer)

นาย ดรองพล จงตระกูล 31.1022
นาย เสถียรพงศ์ หุยะนันท์ 31.1381
นาย เหล็ก ดาวเรือง 31.1389
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ทวี เทศเจริญ
ปีการศึกษา 2534

บทคัดย่อ

Project นี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ในส่วนแรกจะศึกษาโปรแกรม และพื้นฐานวิธีการในการใช้เครื่อง CNC และในส่วนที่สองเป็นการศึกษา และทำการทดลองรับ-ส่งข้อมูลระหว่างเครื่อง CNC กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการทำโครงงานนี้เราจะใช้เครื่อง CNC VERTICAL MILLING MACHINE ซึ่งในการรับ-ส่งข้อมูลนั้น เราจะใช้วิธีการที่เรียกว่าการอินเตอร์เฟส โดยลักษณะ และรูปแบบในการอินเตอร์เฟสนั้นได้ถูกกำหนดไว้แล้วตามมาตราฐานของ EIA (The Electronics Industies Association) ซึ่งรายละเอียดต่าง ๆ จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป และจุดมุ่งหมายของโครงงานนี้ ก็เพื่อทดลองหาวิธีเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองเพื่อหาแนวทางในการพัฒนา และหาความรู้เกี่ยวกับเครื่อง CNC เพิ่มขึ้น โดยโครงงานนี้จะเน้นในด้านที่จะนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ปลายทาง (Peripheral) ในการเก็บรักษา แก้ไข เปลี่ยนแปลง หรือทำการเขียนโปรแกรมควบคุมของ CNC เพิ่มเติมได้ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความสะดวก และความง่ายในการใช้เครื่อง CNC ให้คล่องตัวขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONNECTING THE AUTOMATICAL MACHINE CNC WITH PERSONAL COMPUTER

KRONGPON CHONGTRAKLUN 31.1022
SATEANPONG HUYANAN 31.1381
LEK DOWNREUNG 31.1389
THAVEE TESCHAREON ADIVISOR

Abtract

This project is diviced into two part. First, studying about program basic method and how to use CNC machine. Second, is about data transfer between CNC and personal computer (PC). In this project, we introduce CNC VERTICAL MILLING MACHINE with interfacing tecgnique, which is specified by EIA (The Electronic Industries Association), all information will be described later. The purpose of this project is to fine linking method between equiments. From this result, we can develop and apply CNC more and more intelligentcy.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

		หน้า
บทนำ		1
บทที่ 1	PROGRAMING	3
	1.1 INTRODUCTION	3
	1.2 PREPARATORY FUNCTION	8
	1.3 MISCELLANECOUS FUNCTION	11
	1.4 PROGRAM CONFIGURATION	13
	1.5 COMPENSATION FUNCTION	17
	1.6 องค์ประกอบของโปรแกรมจากอุปกรณ์ภายนอก	18
บทที่ 2	OPERATION PANEL	20
	2.1 ฟังก์ชั่นหลักบนแผงควบคุม	21
	2.2 MDI และ CRT PANEL	29
บทที่ 3	การสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์	31
	3.1 การอินเตอร์เฟส	31
	3.2 การส่งข้อมูลแบบขนาน และแบบอนุกรม	31
	3.3 ทิศทางของการสื่อสารข้อมูล	32
	3.4 การซิงโครไนซ์อุปกรณ์	33
	3.5 ความเร็วของการสื่อสารข้อมูล	35
	3.6 มาตราฐาน RS-232-C	35
บทที่ 4	การทดลอง และผลการทดลอง	37
บทที่ 5	สรุป และวิจารณ์	48
กิตติกรรมประกาศ		49
บรรณานุกรม		50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

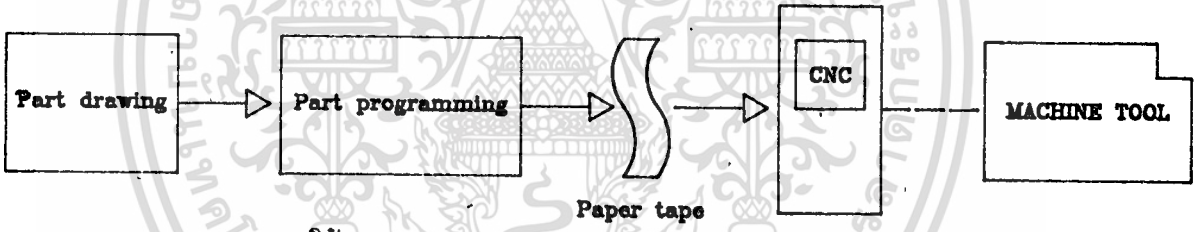
บทนำ

Computer Numerical Control หรือ CNC คือ เครื่องจักรที่สามารถที่จะทำงานต่าง ๆ ได้ ตามลักษณะของเครื่องจักรไม่ว่าจะเป็นเครื่องเจาะ เครื่องกัด เครื่องกลึง เป็นต้น โดยมีคอมพิวเตอร์เป็นส่วนควบคุมการทำงาน อันจะทำให้งานที่ได้มีความถูกต้อง และแม่นยำสูง อีกทั้งยังเพิ่มความสะดวกรวดเร็ว และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานอีกด้วย

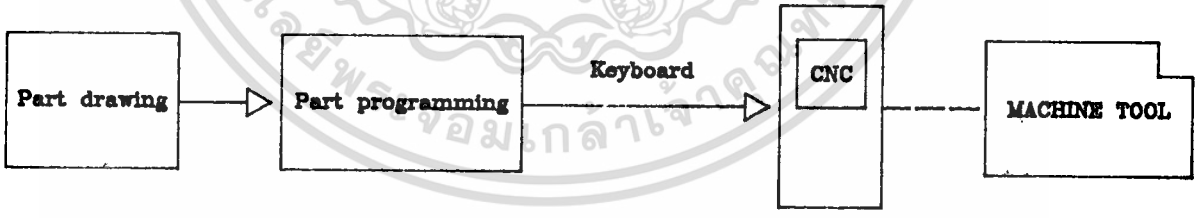
ปัจจุบันการขึ้นรูปงานได้มีการนำเครื่อง CNC (Computer Numerical Control) เข้ามาใช้งานซึ่งมีทั้งแบบที่ป้อนข้อมูลด้วยเทป อุปกรณ์ภายนอก และ keyboard ซึ่งเครื่อง CNC ในยุคแรกจะใช้เทปในการป้อนข้อมูล ต่อมาได้มีการใช้ keyboard ในการป้อนข้อมูล และในที่สุดก็ได้พัฒนาการป้อนข้อมูลโดยอาศัยการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยอาศัยมาตราฐานทางไฟฟ้าเป็นตัวกลาง

ลำดับขั้นตอนในการป้อนข้อมูลของเครื่อง CNC

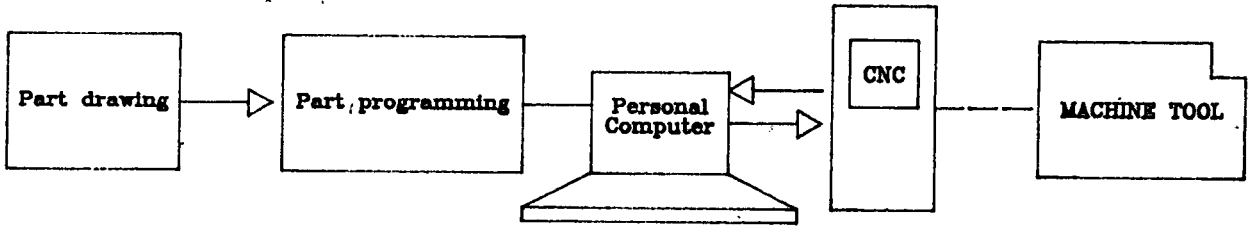
1. แบบการใช้เทป



2. แบบการใช้ keyboard



3. แบบการใช้คอมพิวเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำงานด้วยเครื่อง CNC นั้น ควรจะทำตารางดังต่อไปนี้ เพื่อความสะดวกในการเขียนโปรแกรมต่อไป

Cutting process / Cutting procedure	1 Face	2 Side	3 Hole
1. Cutting method : Rough : Semi : Finish			
2. Cutting tool : Tools			
3. Cutting condition : Feed Rate : Cutting : Depth			
4. Tool path			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

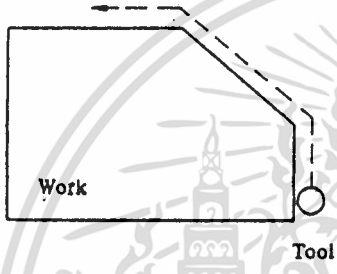
PROGRAMMING

ในส่วน Programming ของ CNC VERTICAL MILLING MACHINE สามารถอธิบายได้ดังนี้

1.1) Introduction

1.1.1) การเคลื่อนที่ของ Tool มีได้ทั้งแนวเส้นตรง และเส้นโค้งวงกลมดังนี้

- แนวเส้นตรง เช่น การใช้ G01 Y... ;

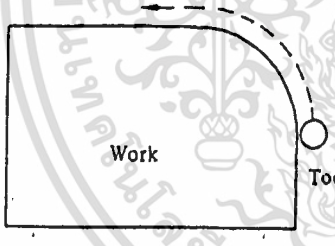


Program

G01 Y.....;

X .. Y.....;

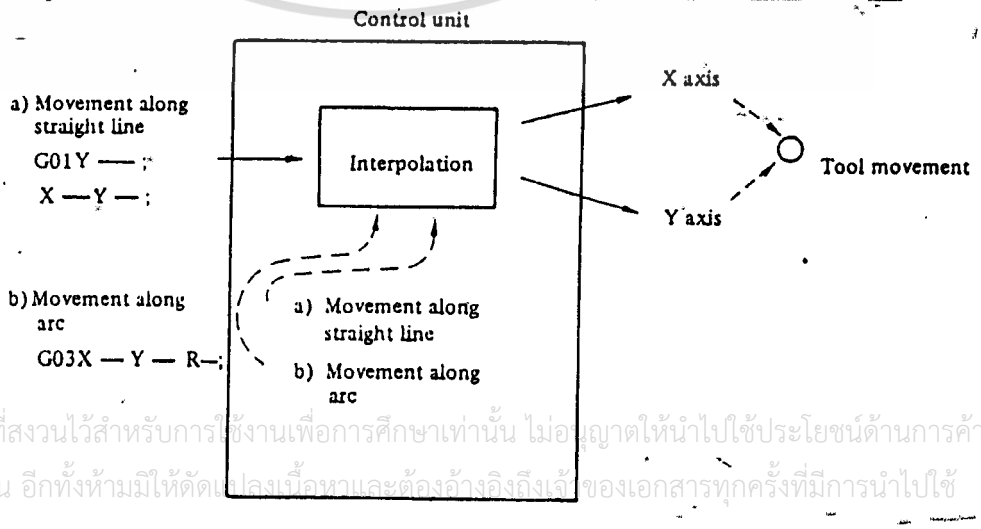
- แนวเส้นโค้งวงกลม เช่น การใช้ G03 X..... Y.....;



Program

G03 X..... Y.....;

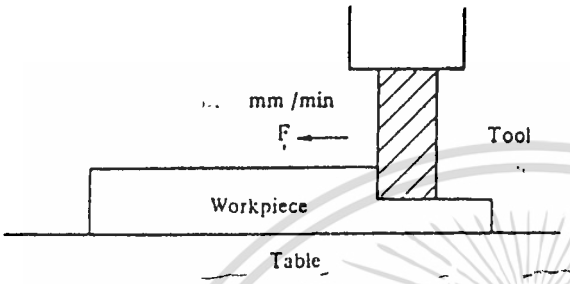
ฟังก์ชั่นที่ใช้ควบคุมการทำงานตามเส้นตรง หรือตามส่วนของเส้นโค้งวงกลม จะถูกเรียกว่า Interpolation



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการทำงานของฟังก์ชั่น G01 ,G02 , ... เรียกว่าฟังก์ชั่นเบื้องต้น (Preparatory Function) และจะเฉพาะสำหรับฟังก์ชั่นพวก Interpolation ที่ทำงานผ่าน Control Unit เท่านั้น

1.1.2) Feed——Feed Funtion

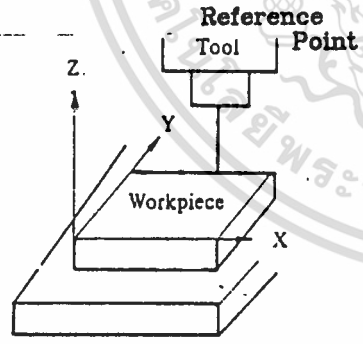


การเคลื่อนที่ของ Tool ในทางปฏิบัติจริงนั้นอาจจะมีแต่การเคลื่อนที่ของแท่น แต่จะพิจารณาที่ความสัมพันธ์ระหว่าง Tool กับ Workpiece

ตัวอย่างเช่น ใน Program F 150. หมายถึง การ Feed ด้วยอัตรา Feed Rate 150 mm/min

1.1.3) Part drawing and tool movement

- จุดอ้างอิง หรือ Reference point (Fixed position on machine) เป็นจุดที่ผู้ใช้กำหนดให้กับเครื่อง โดยการเคลื่อนที่ของ Tool ไปยังจุดอ้างอิงมี 2 วิธี คือ



Machine tool

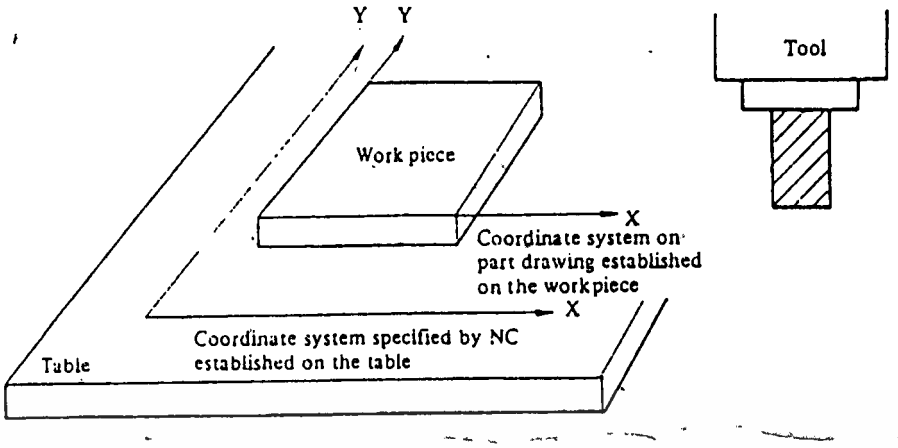
1. Manual referance point return โดยการควบคุมของสวิทช์ที่ control panel
2. Automatic referance point return โดยใช้คำสั่งให้กลับสู่จุดอ้างอิงโดยการเขียนโปรแกรม

ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว เมื่อเริ่มเปิดเครื่องควรจะทำตามวิธีที่ 1. ให้เครื่องอยู่ที่ตำแหน่งจุดอ้างอิงก่อน แล้วจึงดำเนินการต่อไป

- Coordinate system สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. Coordinate system on part drawing
2. Coordinate system specified by CNC

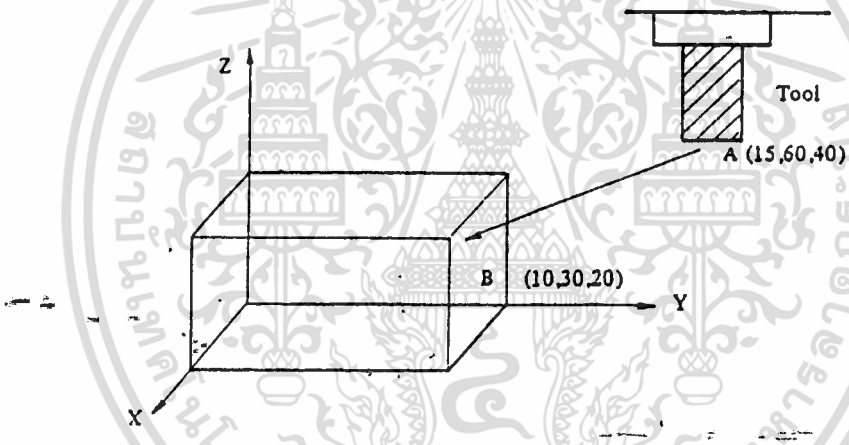
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- การกำหนดมิติของการเคลื่อนที่ของ Tool แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

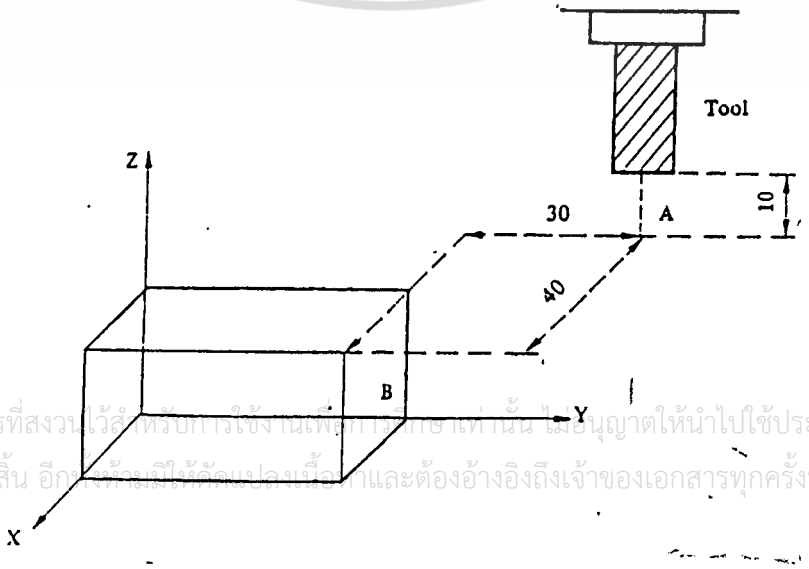
1. การกำหนดแบบ Absolute coordinate values (G90) เช่น

G90 X10. Y30. Z20.;



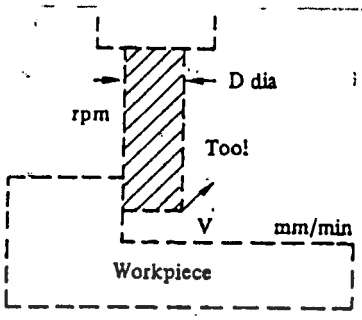
2. การกำหนดแบบ Incremental coordinate values (G91) เช่น

G91 X40. Y-30. Z-10. ;



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

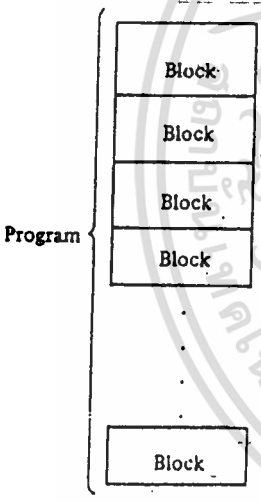
1.1.4) Cutting speed เป็นการกำหนดความเร็วการตัดของ Tool ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ spindle speed โดยใช้ S Code



ตัวอย่าง S250 หมายถึง spindle มีความเร็วรอบ = 250 rpm โดยสามารถหา Cutting speed จากสูตร $V = DS$

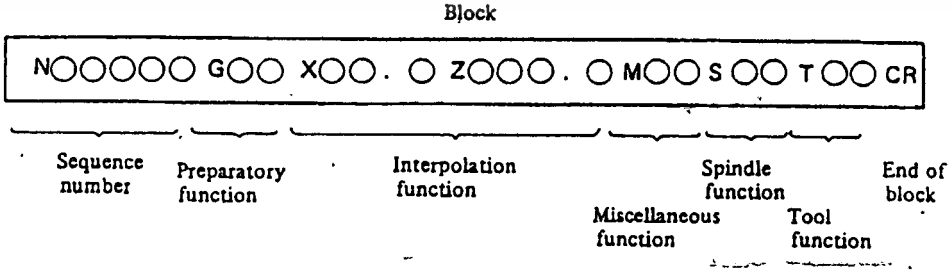
1.1.5) คำสั่งที่ใช้สำหรับการทำงานของเครื่องจักร ตัวอย่างเช่น M Code ;M03 คือ คำสั่งให้ Tool หมุนตามเข็มนาฬิกา (CW)

1.1.6) โครงสร้างของการเขียนโปรแกรม



โปรแกรม คือ กลุ่มของคำสั่งที่ป้อนเข้าสู่เครื่อง CNC เพื่อให้เครื่องทำงานตามลำดับของคำสั่งที่ได้รับ โดยกลุ่มคำสั่งที่สั่งให้เครื่องทำงานในแต่ละ step เรียกว่า block และในแต่ละ block จะมีเลขที่ใช้แยกความแตกต่างของแต่ละ block ซึ่งเรียกว่า Sequence Number และเช่นเดียวกันตัวเลขที่แยกความแตกต่างของแต่ละโปรแกรม เรียกว่า Program Number

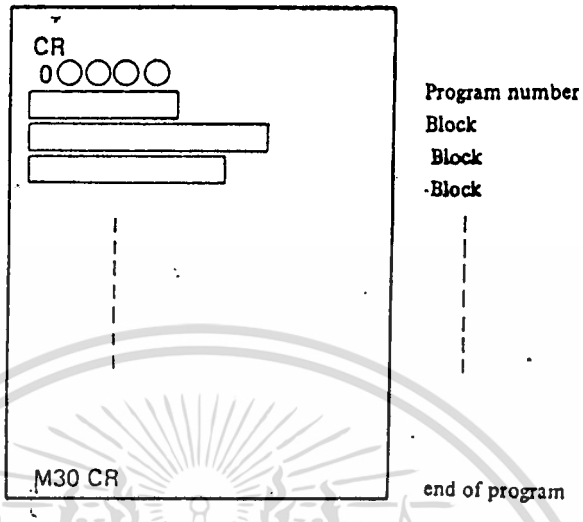
- Block



ในแต่ละ block จะประกอบไปด้วย กลุ่มของตัวเลขที่ชี้บอกลำดับการทำงานของเครื่อง CNC ที่ตอนต้น block และมี LF Code (Line Feed) แสดงที่ส่วนท้าย block

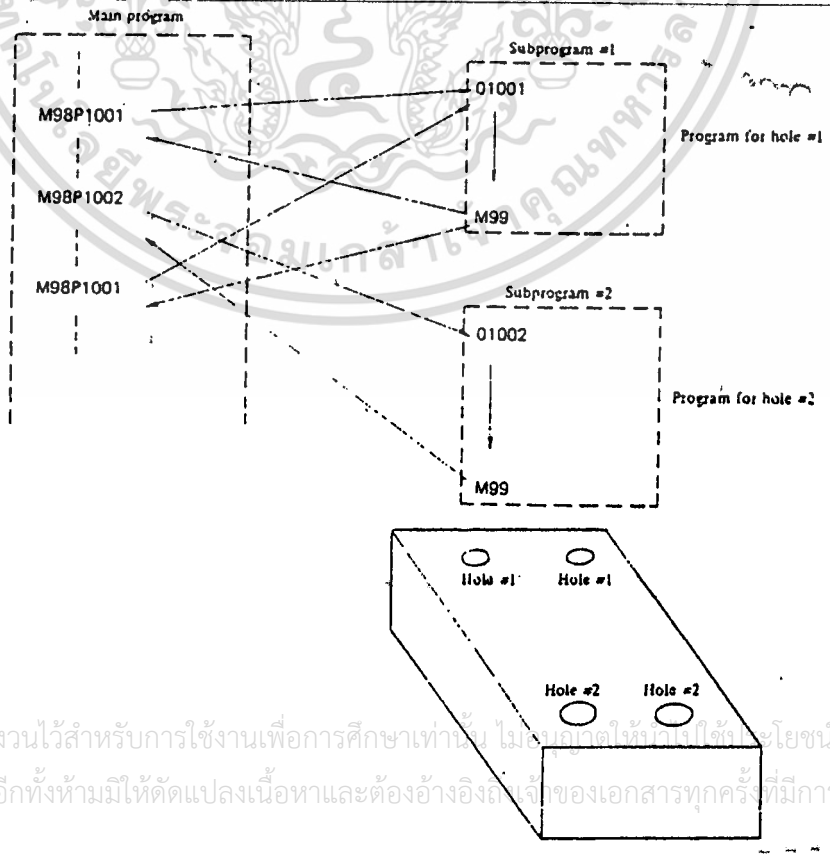
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Program



โดยทั่ว ๆไปแล้ว program number จะอยู่ถัดจาก LF Code ที่ตอนต้นของ block และมี M Code ;M30 หรือ M02 ที่ส่วนท้ายของโปรแกรม

- โปรแกรมหลัก และโปรแกรมย่อย (Main-program and Sub-program) ในระหว่างการทำงานของเครื่อง อาจจะมีการสั่งให้เครื่องทำงานที่ซ้ำซ้อนหลาย ๆ ครั้ง ดังนั้นจึงมีการสร้างรูปแบบของกลุ่มคำสั่งที่มีการซ้ำซ้อนขึ้น โดยเรียกว่า โปรแกรมย่อย (Sub-program) และส่วนของโปรแกรมดั้งเดิมที่สั่งให้เครื่องทำงานจะเรียกว่า โปรแกรมหลัก (Main-program)

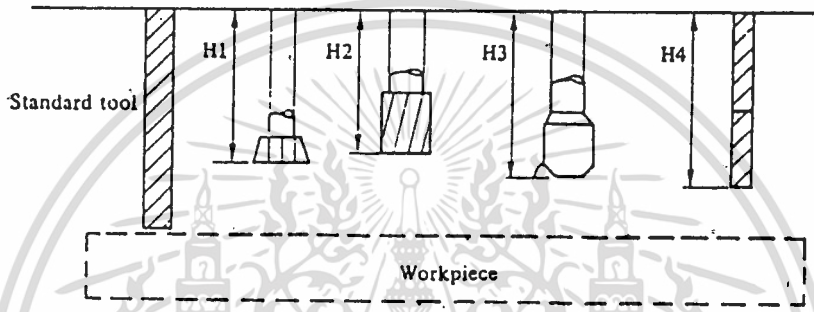


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

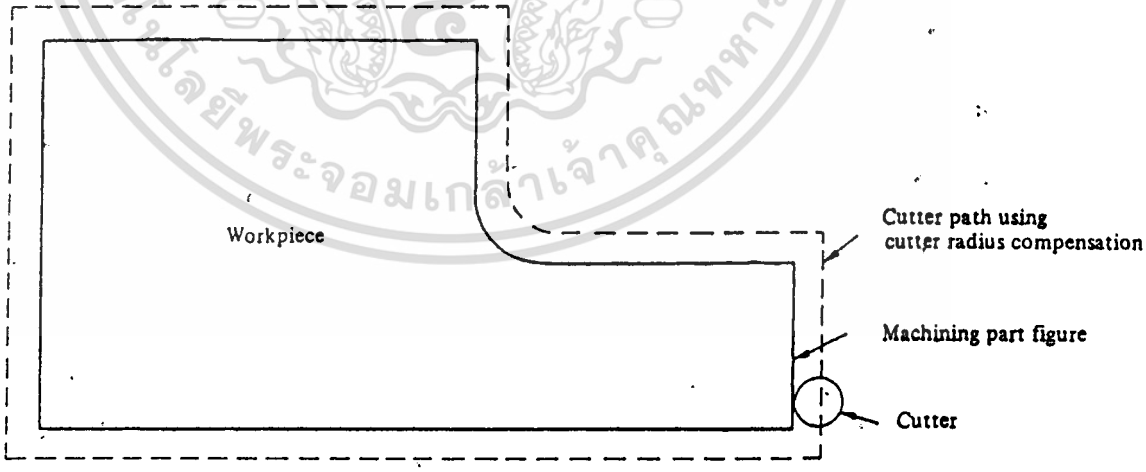
1.1.7) โครงสร้าง และวิธีการใช้งาน Tool

ในการใช้งานจริงของ Tool หรือ ดอกกัดแล้ว จะมีขนาดของรัศมีของดอกกัดเกิดขึ้น ซึ่งตำแหน่งที่กำหนดในโปรแกรมนั้น คือ ทางเดินของปลายดอกกัด และที่จุดศูนย์กลางของดอกกัด เพราะฉะนั้น ขณะใช้งานแล้วหากต้องการให้ชิ้นงานมีขนาดถูกต้องตามที่ต้องการแล้ว จะต้องมีการชดเชยค่ารัศมีนี้ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

- การชดเชยความยาว (Tool length compensation function) เพื่อให้ชิ้นงานได้ขนาดตามที่ต้องการดังรูป โดยค่าที่ต้องชดเชยคือค่า H



- การชดเชยรัศมี (Cutter radius compensation) เพื่อให้ชิ้นงานได้ขนาดที่ถูกต้อง โดยไม่มีผลจากค่ารัศมีของ Tool



1.2 ฟังก์ชั่นการทำงานเบื้องต้น (Perparatory Function :G Function)

จะถูกเขียนในรูปของหมายเลขแล้วตามด้วย address G ซึ่งก็คือ คำสั่ง 1 คำสั่ง สำหรับการควบคุม โดยคำสั่งเบื้องต้นเหล่านี้เรียกว่า G Codes ซึ่งได้แก่คำสั่งดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

007736

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

หมายเหตุ 1) เครื่องหมาย หมายถึง เป็น code ที่เกิดขึ้นทันทีที่มีการเปิดเครื่อง

2) Group 00 ไม่ใช่ Model G Code

3) ในแต่ละ block สามารถใช้ G Code ได้หลายแบบร่วมกัน แต่ถ้าเป็น code ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันแล้ว code ตัวสุดท้ายจะเป็นตัวทำงาน

4) ถ้านำ G Code ใน Group 01 ไปใช้ใน Group 09 แล้ว เครื่องจะถือว่ายกเลิก Group 09 เช่นเดียวกับการใช้ G80 (canned cycle cancle) แต่ถ้านำ Group 09 ไปใช้ใน Group 01 จะไม่มีผลเหมือนกรณีแรก

ซึ่ง G Code ยังสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังตารางต่อไปนี้ คือ

TYPE	ความหมาย
One-shot G Code	คำสั่งนี้จะมีผลเฉพาะใน Block นั้น ๆ
Model G Code	คำสั่งจะมีผลใน Block ต่อไปด้วย จนกว่าจะมีการเปลี่ยน code ในกลุ่มเดียวกันมาใช้

ตัวอย่างเช่น G00 และ G01 คือ code คำสั่งที่อยู่ในกลุ่มที่ 1

```
G01 X ... ;
    Z ... ;   ─ G01 จะมีผลในช่วงนี้
    X ... ;
G00 Z ... ;
    Y ... ;   ─ G00 จะมีผลที่เครื่องจะทำงานถัดไป
    X ... ;
```

1.3 MISCELLANECOUS FUNCTION (M Function)

โดยใช้หมายเลข 2 หลักตามหลัง address M แทนคำสั่งของ Miscellanecous Function ซึ่งสัญญาณนี้จะมีผลในการใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดย 1 คำสั่งของ M Code จะมีผลเฉพาะในแต่ละ block เท่านั้น และ M code ยังขึ้นอยู่กับเครื่องจักรด้วยว่าเป็นชนิดใด แบบใด ซึ่งสำหรับเครื่อง CNC VERTICLE MILLING MACHINE ที่ใช้ในโครงงานนี้นั้น ใช้คำฟังก์ชั่น M Code ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

1.4 PROGRAM CONFIGURATION

แบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- Program Number (หัวของโปรแกรม)
- ส่วนของตัวโปรแกรมที่แบ่งเป็น block
- End Program (ส่วนท้ายโปรแกรม)

เช่น O..... ; (Program Number)

N0001 ..... ;

N0002 ..... ;

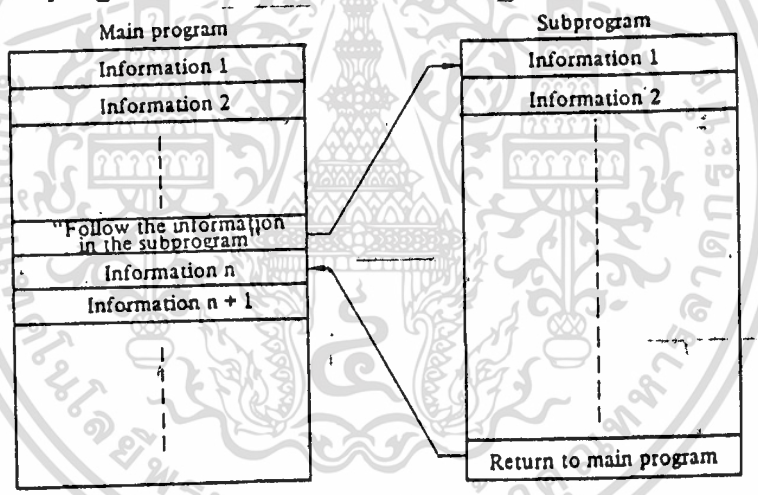
...

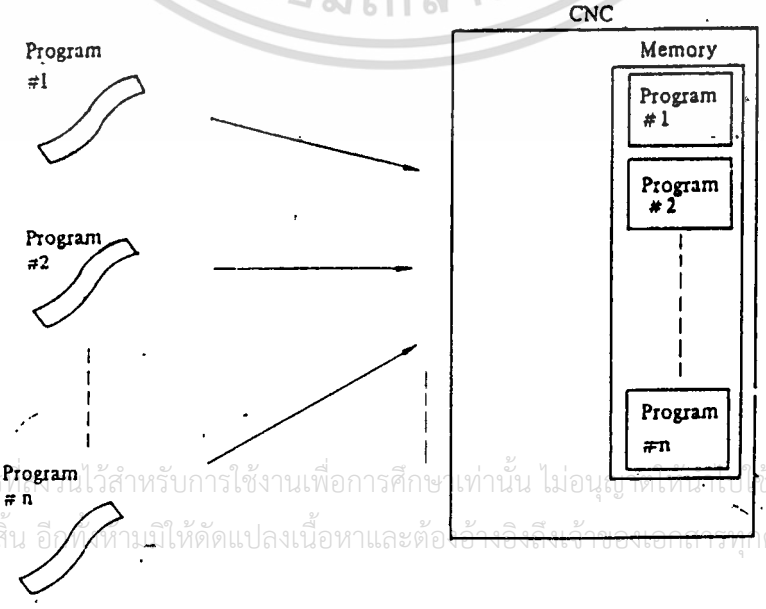
...

M30 ; (Program end)

1.4.1) Main-program และ Sub-program มีลักษณะดังรูป

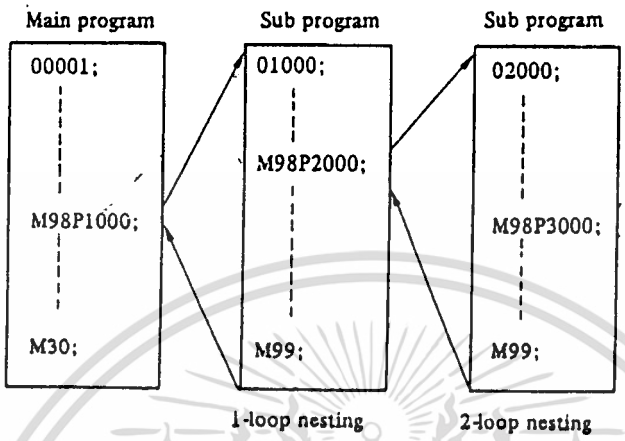
- Main-program





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Sub-program



สามารถทำการเรียกโปรแกรมย่อยได้ 999 ครั้ง

1) Preparation of sub-program number มีรูปแบบดังนี้

```
Oxxxx ; (Sub-program Number)
.....;
.....;
....
.....;
M99 ; (Sub-program End)
```

2) การทำงานของ sub-program ตัว sub-program จะทำงานเมื่อมีคำสั่งเรียกจากโปรแกรมหลัก ดังนี้

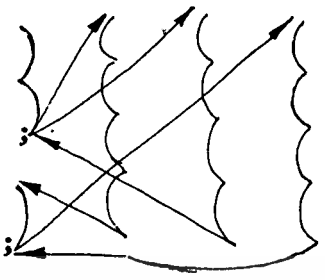
```
M98 Pxxxxoooo
        └── Sub-program Number
    └────── จำนวนครั้งที่จะทำของ Sub-program
```

ถ้าไม่ใส่จำนวนครั้งที่จะให้ทำแล้ว เครื่องจะถือว่าให้มีการทำงาน 1 ครั้ง ตัวอย่าง เช่น M98 P51002 หมายถึง เรียกโปรแกรมย่อยหมายเลข 1002 ให้ทำงานซ้ำกัน 5 ครั้ง และในblock นี้ยังสามารถใส่คำสั่งในการเคลื่อนที่ได้อีกด้วย เช่น X1000 M98 P1200 จะหมายถึงให้เคลื่อนที่ไปที่จุด X=1000 ก่อนแล้วจึงเรียกโปรแกรมย่อยหมายเลข 1200

ตัวอย่างการทำงานที่มีลำดับการทำงานซับซ้อน เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงความเป็นเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Main-program                                    Sub-program
O0001 ;                    2     1     3
N0010 ..... ;                                   O1010 ..... ;
N0020 ..... ;                                   N1020 ..... ;
N0030 M98 P21010 ;                              N1030 ..... ;
N0040 ..... ;                                   N1040 ..... ;
N0050 M98 P1010 ;                               N1050 M99 ;
N0060 ..... ;
```

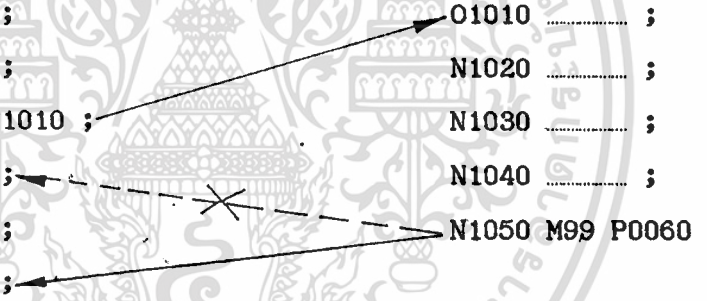


จากโปรแกรมหลักเมื่อทำงานถึง N0030 จะทำการเรียกโปรแกรมย่อย O1010 2 ครั้ง แล้วกลับมาที่โปรแกรมหลัก เมื่อทำงานถึง N0050 จะเรียกโปรแกรมย่อยอีกครั้ง แล้วกลับมาที่โปรแกรมหลักทำงานตามคำสั่งต่อไปอีกครั้ง

3) การควบคุมการทำงานของโปรแกรมย่อย

- เมื่อต้องการส่งกลับจากโปรแกรมย่อยไปที่จุดอื่นที่ไม่ใช่จุดเดิม ตัวอย่างเช่น

```
Main-program                                    Sub-program
N0010 ..... ;                                   O1010 ..... ;
N0020 ..... ;                                   N1020 ..... ;
N0030 M98 P21010 ;                              N1030 ..... ;
N0040 ..... ;                                   N1040 ..... ;
N0050 ..... ;                                   N1050 M99 P0060
N0060 ..... ;
```



จากตัวอย่างเมื่อจบโปรแกรมย่อยแล้ว จะส่งการทำงานกลับมาทำงานที่ block ที่ N0060 แทนที่จะกลับไปที่ N0050

- การทำงานในลักษณะป้อนกลับแบบมีทางเลือก ตัวอย่าง

จากตัวอย่างจะแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

- Skip OFF เครื่องจะไม่สนใจเครื่องหมาย /
- Skip ON เครื่องจะตัด block ที่มีเครื่องหมาย / ด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทำงานแบบเรียกตัวเอง (ทำซ้ำ) ตัวอย่าง

```
N0010 ..... ;
N0020 ..... ;
N0030 ..... ;
N0040 ..... ;
/N0050 M02 ;
N0060 M99 P0030 ;
```

1.4.2) Program number และ Program Name การตั้งชื่อโปรแกรมทำได้โดยใช้หมายเลขตามด้วย address O ดังนี้

```
Oxxxx
  |  |
  |  +---- Program number (1-9999)
  +------- Address O
```

1.4.2) Sequence number และ Block ทำได้โดยใช้หมายเลขตามด้วย address N ดังนี้

```
Nxxxx
  |  |
  |  +---- Sequence number (1-9999)
  +------- Address N
```

1.4.3) Optional block skip ทำได้โดยการใส่เครื่องหมาย / หน้า sequence number ที่ต้องการดังนี้

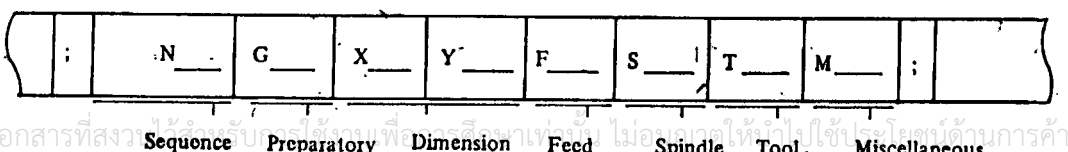
```
/Nxxxx ..... ;
```

1.4.5) Word และ Address

- Address คือ อักษรที่แสดงชนิดของฟังก์ชั่น เช่น G Code ,M Code ,Program No. เป็นต้น
- Word คือ กลุ่มของคำสั่งที่ประกอบไปด้วย address และค่าที่กำหนดแก่ฟังก์ชั่นต่าง ๆ

```
1 Word
X-1000
  |  |
  |  +---- ค่าที่ป้อนให้ทราบว่าต้องการเคลื่อนที่เท่าไร
  +------- Address
```

และ 1 block ก็จะประกอบไปด้วยหลาย ๆ word ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.6) Basic address และ command value range อธิบายดังตารางดังนี้

Function	Address	Input in mm	Input in inch
Program number	:(ISO) O(EIA)	1 - 9999	1 - 9999
Sequence number	N	1 - 9999	1 - 9999
Preparatory function	G	0 - 99	0 - 99
Dimension word	X, Y, Z, Q, R, I, J, K,	±9999.999 mm	±999.9999 inch
Feed per minute	F	1 - 15000 mm/min	0.01 - 600.00 inch/min
Spindle speed function	S	0 - 9999	0 - 9999
Tool functions	T	0 - 99	0 - 99
Miscellaneous functions	M	0 - 99	0 - 99
Dwell	X, P	0 - 9999.999 sec.	0 - 9999.999 sec.
Designation of sequence number, number of repetitions	P	1 - 9999999	1 - 9999999
Offset number	H	1 - 99	1 - 99
2nd miscellaneous function	B	0 - 999999	0 - 999999

1.5) COMPENSATION FUNCTION

1.5.1) Tool length offset :G43 ,G44 ,G49

รูปแบบ G43 / G44 H..... ;

G43 คือ การชดเชยค่าบวก

G44 คือ การชดเชยค่าลบ

ค่า H คือ ค่าที่เซตไว้ใน Offset Menu (00-99)

1.5.2) Cutter compensation :G39 ,G40 ,G41 ,G42

รูปแบบ G41 / G42 H..... ;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G41 คือ การชดเชยทางซ้าย

G42 คือ การชดเชยทางขวา

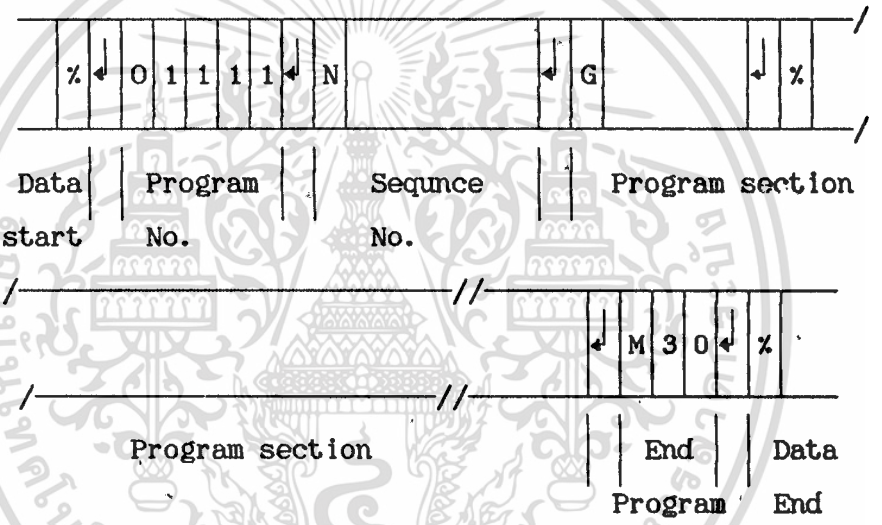
ค่า H ใช้ค่าใน Offset Menu เช่นเดียวกับ Tool lengtth compensation

1.6) องค์ประกอบของโปรแกรมจากอุปกรณ์ภายนอก จะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- Starting code คือ code ที่เป็นตัวบอกจุดเริ่มต้นของข้อมูล
- Data section คือ ส่วนของตัวข้อมูล
- Ending code คือ code ที่เป็นตัวบอกการสิ้นสุดของข้อมูล

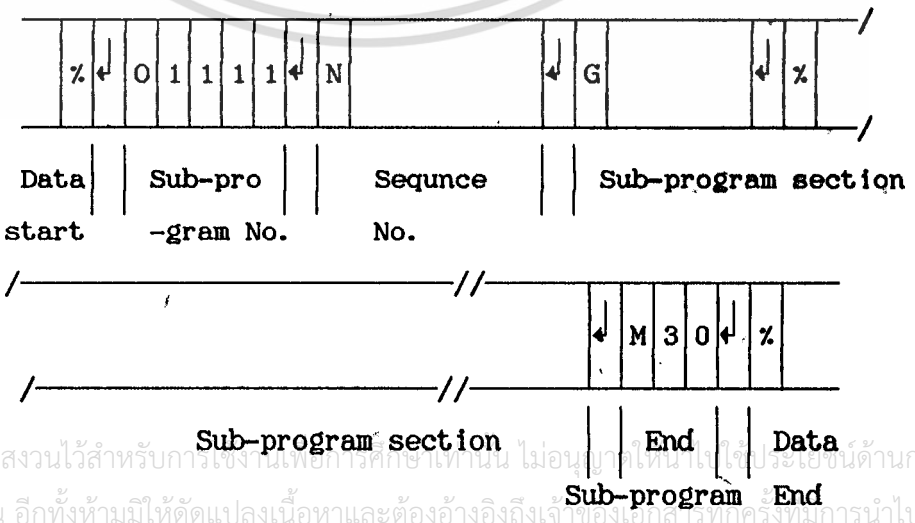
โดยที่ข้อมูลอาจจะเป็นโปรแกรมควบคุมเครื่อง หรือค่า parameter ต่าง ๆ ของเครื่องก็ได้ โดยจะมีลักษณะดังนี้

1.6.1) โปรแกรมหลักสำหรับ file ข้อมูลในคอมพิวเตอร์



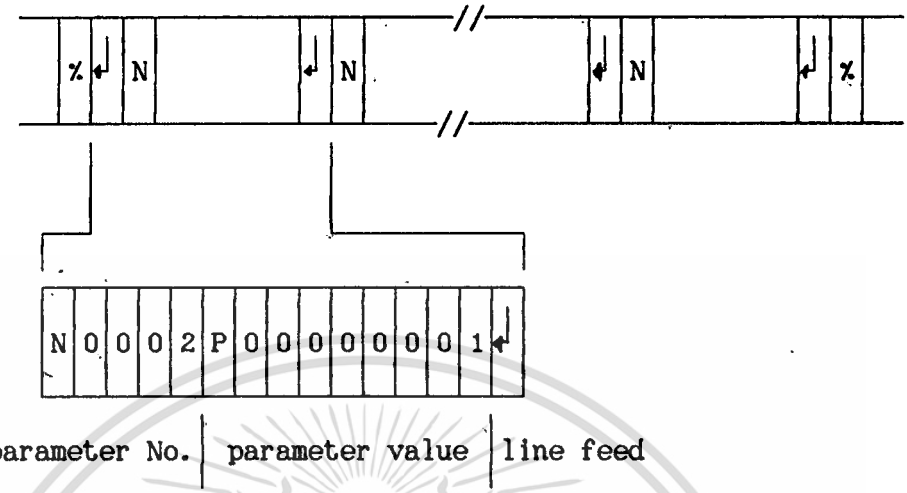
โดยที่คำสั่ง M02 สามารถใช้แทนกันได้กับคำสั่ง M30 ที่ใช้จบโปรแกรมหลัก และจะใช้เฉพาะ ISO Code เท่านั้น

1.6.2) ส่วนของโปรแกรมย่อยใน file ข้อมูลของคอมพิวเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.3) ส่วนของ parameter ใน file ข้อมูลของคอมพิวเตอร์



1.6.4) Starting code จะต้องใส่ไว้ในส่วนบนสุดของข้อมูลโดยใส่ code ดังนี้

EIA	ISO	Meaning
ER	%	Data start

สำหรับการโอนย้ายข้อมูลระหว่างเครื่อง CNC กับคอมพิวเตอร์นั้น เราจะใช้ ISO Code เท่านั้น

1.6.4) Data section จะมีลักษณะเช่นเดียวกับ program section ของ CNC ส่วนลักษณะของข้อมูลของ parameter นั้น ในแต่ละ word จะประกอบด้วย

1.6.5) Ending code ซึ่งจะต้องใส่ไว้ที่ส่วนท้ายของข้อมูล อันจะบอกถึงจุดสิ้นสุดข้อมูล โดยที่ ending code คือ

EIA	ISO	Meaning
ER	%	Data end

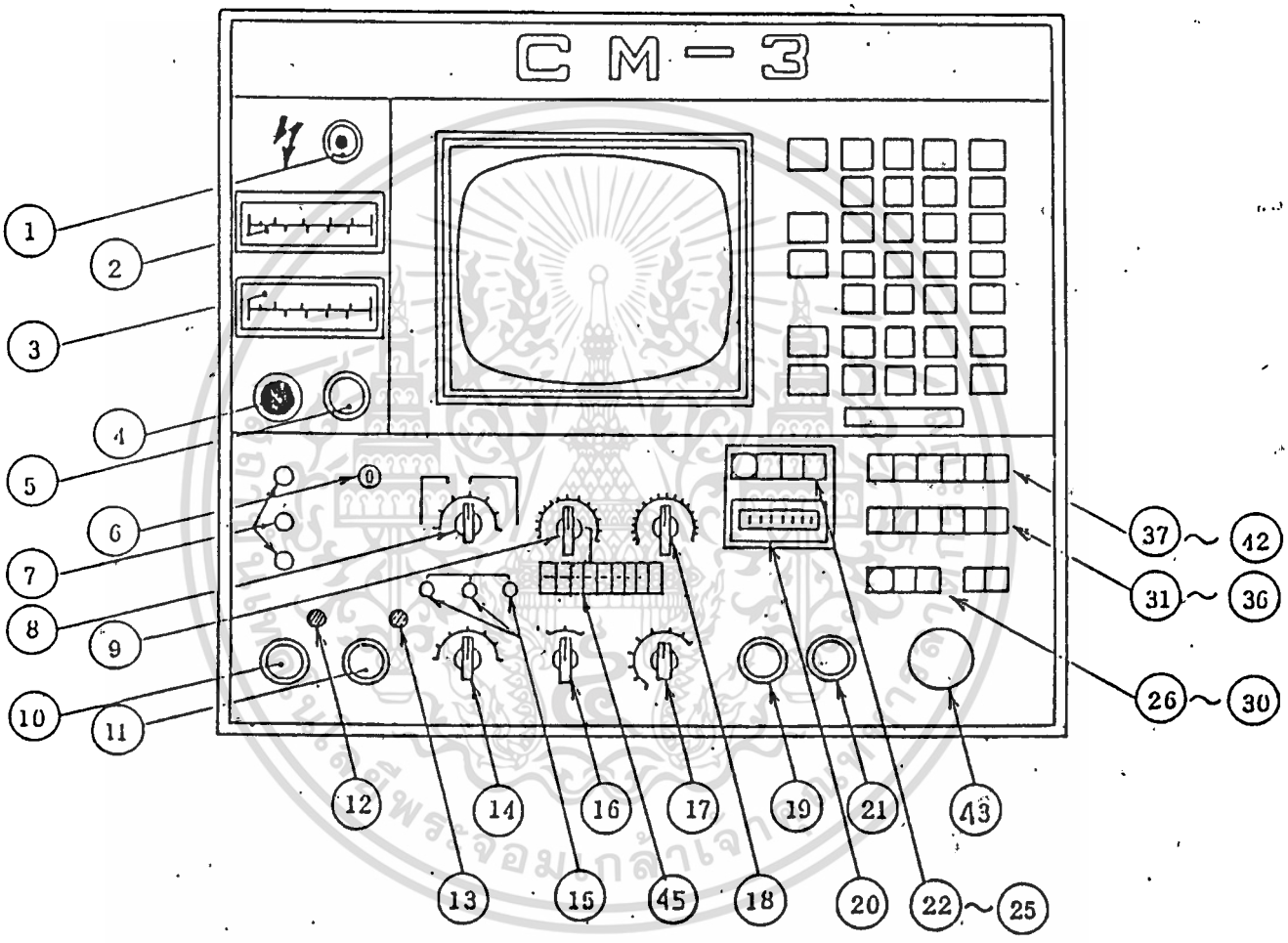
สำหรับการโอนย้ายข้อมูลระหว่างเครื่อง CNC กับคอมพิวเตอร์นั้น เราจะใช้ ISO Code เท่านั้น

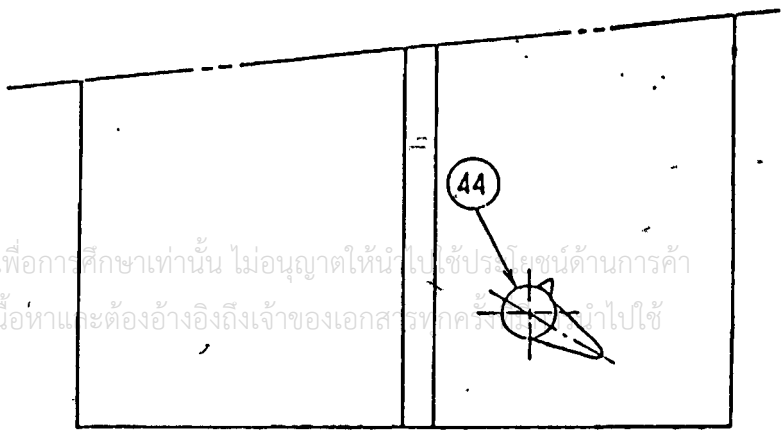
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

Operation panel

รูปแสดงรายละเอียดของแผงควบคุม (Operation panel) ของ FANUC SYSTEM OM รุ่น CM-3





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1) ฟังก์ชั่นหลักบนแผงควบคุม

(1) ไฟแสดง POWER โดยจะสว่างเมื่อทำการเปิด BREAKER (44)

(2) มิเตอร์แสดงความเร็วรอบของ Spindle โดยจะให้ค่าตามฟังก์ชั่น S

ช่วงความเร็วต่ำ : 50-1272 rpm

ช่วงความเร็วสูง : 1273-4000 rpm

(3) มิเตอร์แสดงภาระของ Spindle โดยจะแสดงเป็นเปอร์เซนต์เทียบกับ Output ของ Motor ขนาด 5.5 KW (7.3 HP)

(4) ปุ่ม POWER ON กดปุ่มนี้เมื่อทำการเปิดเครื่อง

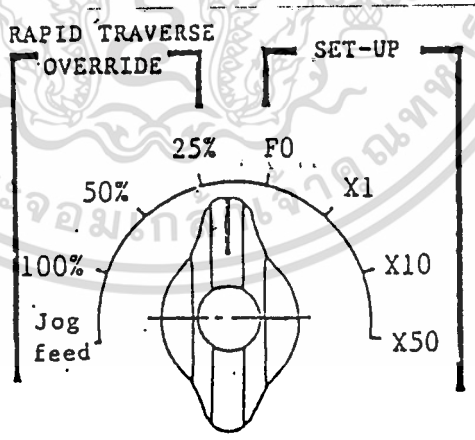
(5) ปุ่ม POWER OFF กดปุ่มนี้เมื่อทำการปิดเครื่อง

(6) PROGRAM PROTECT key switch เป็นกุญแจสำหรับป้องกันการลบ เขียน หรือแก้ไขโปรแกรมในหน่วยความจำ โดยเมื่ออยู่ที่ตำแหน่ง ON จะไม่สามารถ EDIT หรือแก้ไขโปรแกรมได้

(7) ไฟแสดงสภาวะของเครื่อง

- เมื่อไฟ "START OK" สว่าง แสดงว่าเครื่องพร้อมที่จะทำงาน
- เมื่อไฟ "ERROR" สว่าง แสดงว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นใน CNC Unit
- เมื่อไฟ "EMERGENCY STOP" สว่าง แสดงว่ามีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น เช่น การเกิด over heat การเคลื่อนที่เกินขอบเขต ฯลฯ หรือการกดปุ่ม EMERGENCY STOP

(8) Handle feed multiplier/Rapid traverse override switch



- Handle feed multiplier (SET-UP) ใช้สำหรับการป้อนด้วยมือ โดยแต่ละตัวจะมีตัวคูณดังนี้

X1 : 0.001 mm.(0.0001 in.) ต่อหนึ่งหน่วยของ handle

X10 : 0.01 mm. (0.001 in.) ต่อหนึ่งหน่วยของ handle

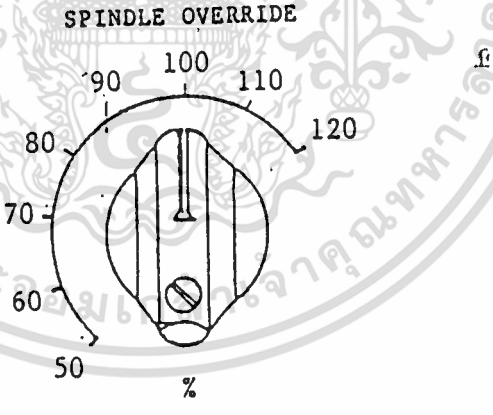
X20 : 0.02 mm. (0.002 in.) ต่อหนึ่งหน่วยของ handle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RAPID TRAVERSE OVERRIDE เมื่ออยู่ในโหมด "JOG FEED" แล้ว สวิทช์ (8) จะอยู่ที่ 100% 50% และ 25% จะเป็นการเคลื่อนที่แบบเร็ว แต่ถ้าอยู่ที่ Jog feed แล้ว จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ปรับตามสวิทช์ (17) โดยเลือกแกนของการเคลื่อนที่จากสวิทช์ (16) และทำการป้อนได้โดยกดปุ่ม (19) หรือ (21) ค่า rapid traverse จะมีความเร็วดังนี้

Override	Rapid traverse rate mm/min. (ipm)	
	X axis, Y axis	Z axis
100%	12,000 (472)	8,000 (315)
50%	6,000 (236)	4,000 (157)
25%	3,000 (118)	2,000 (79)
F0	400 (16)	400 (16)

(9) SPINDLE OVERRIDE SWITCH



ใช้สำหรับปรับความเร็วรอบจาก 50% ถึง 120% ของความเร็วรอบที่ตั้งไว้ ในการทำงานแบบอัตโนมัติ ควรตั้งไว้ที่ 100% ซึ่งจะเท่ากับความเร็วที่เรากำหนดไว้

(10) ปุ่ม CYCLE START ปุ่มนี้จะกดเมื่อต้องการให้เริ่มทำงานแบบอัตโนมัติ โดยจะมีไฟสีเขียว (12) สว่างบอกสถานะการทำงานอยู่

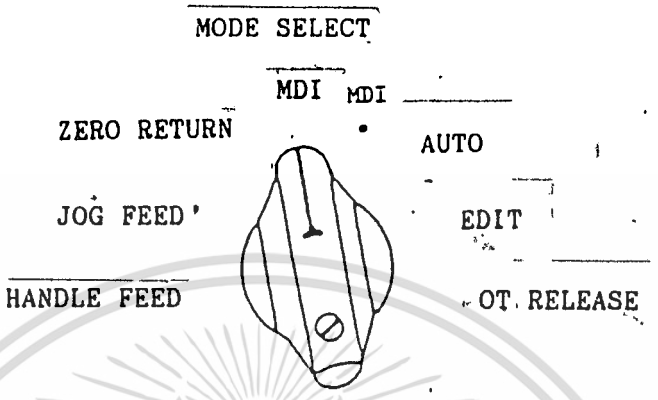
(11) ปุ่ม TEMPORARY STOP ปุ่มนี้จะกดเมื่อต้องการให้เครื่องหยุดการทำงานอัตโนมัติชั่วขณะ โดยจะมีไฟสีแดง (13) สว่างบอกสถานะอยู่ และหากต้องการทำงานต่อก็กดปุ่ม (10) อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(12) ไฟแสดง CYCLE OPERATION

(13) ไฟแสดง TEMPORARY STOP

(14) MODE SELECT switch ประกอบไปด้วย 7 โหมดหลักดังนี้



- โหมด HANDLE FEED เมื่อสวิทช์ (14) อยู่ในโหมดนี้ จะสามารถควบคุมการป้อนแกน X ,Y ,Z ได้โดยใช้มือหมุน handle และอัตราการป้อนจะปรับที่สวิทช์ (8)
- โหมด JOG FEED เมื่อสวิทช์ (14) อยู่ในโหมดนี้ จะสามารถควบคุมการป้อนแกนได้โดยใช้มือกดปุ่ม (19) หรือ (20) โดยเลือกแกนที่จะป้อนที่สวิทช์ (16) และปรับอัตราการป้อนที่สวิทช์ (8)
- โหมด ZERO RETURN ใช้สำหรับการกลับไปจุดอ้างอิงโดยกดปุ่ม (21) และเลือกแกนด้วยสวิทช์ (16) หลังจากที่เคลื่อนที่ถึงจุดอ้างอิงแล้ว ไฟ (15) จะสว่าง
- โหมด MDI (Manual Data Input) โหมดนี้จะใช้สำหรับให้เครื่องทำทีละคำสั่ง โดยเมื่อเลือกโหมดนี้แล้วกดปุ่ม PRGRAM จอจะแสดง G Code และ Address ต่าง ๆ แล้วใส่ข้อมูลลงไป กดปุ่ม INPUT ตามตัวอย่าง เมื่อป้อนข้อมูลเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม CYCLE START (10) ให้เครื่องทำงานตามคำสั่ง

ตัวอย่าง เมื่อต้องการเคลื่อนที่ไปตามแกน X = +100.0 ด้วย rapid traverse

การป้อนข้อมูล กดปุ่ม "G" — "0" — "0" — "INPUT"

กดปุ่ม "X" — "1" — "0" — "0" — "." — "INPUT"

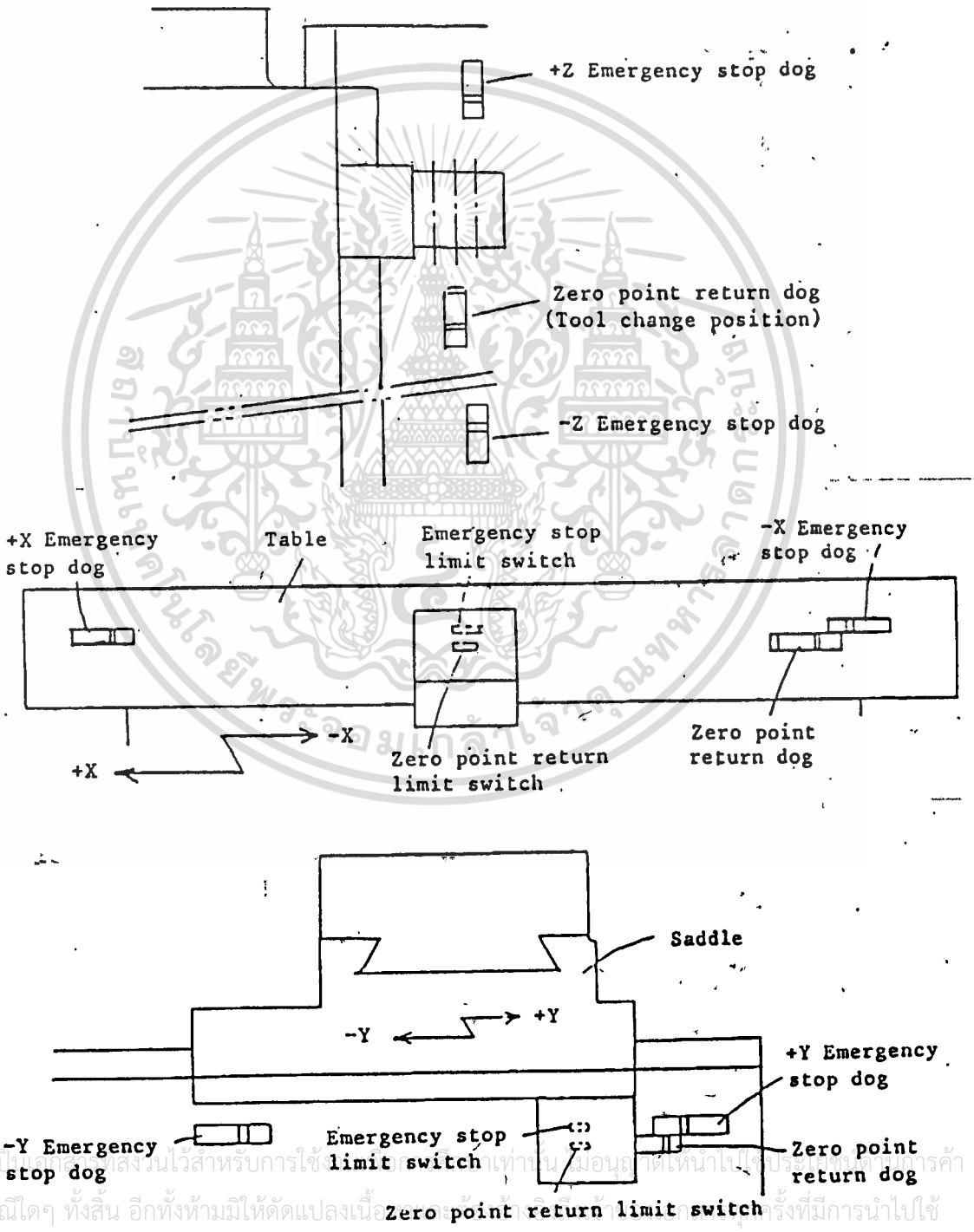
หมายเหตุ การเคลื่อนที่ในโหมด MDI จะเป็นแบบ increment

- โหมด AUTO เป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ สามารถทำงานตามโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำของ CNC เมื่อเลือกโหมดนี้ และเลือกโปรแกรมที่ต้องการได้แล้ว กดปุ่ม cycle start (10) เครื่องจะทำงานตามโปรแกรมโดยอัตโนมัติ
- โหมด EDIT ใช้สำหรับเพิ่มเติม แก้ไข และลบโปรแกรม และข้อมูลในหน่วยความจำ
- โหมด OT RELEASE (Stroke and release) เมื่อเกิด OT alarm (over

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

travel) ซึ่งเกิดจากการกด emergency stop limit switch แล้ว โหมดอื่นที่ไม่ใช่โหมดนี้จะไม่สามารถทำงานได้ สามารถแก้ไขได้โดยเลือกสวิทช์ (14) ไปที่ OT RELEASE แล้วใช้ handle หมุนแกนกลับเพื่อปลด limit switch กดปุ่ม Reset แล้ว เครื่องจะทำงานได้ตามปกติ แต่ถ้า overtravel ไม่ทำให้เกิดการกด emergency stop limit switch แล้ว สามารถใช้โหมด HANDLE FEED หรือ JOG FEED แก้ไขได้

รูปแสดงตำแหน่ง limit switch

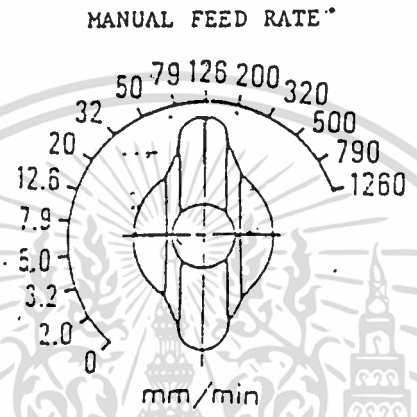


เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

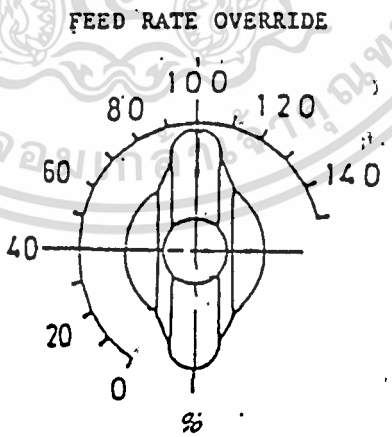
(15) ไฟแสดง ZERO RETURN จะสว่างเมื่อไปถึงจุด zero point

(16) สวิทช์เลือกแกน ใช้เลือกแกนเคลื่อนที่ในโหมด ZERO RETURN และ JOG FEED

(17) MANUAL FEEDRATE selector switch เลือกสวิทช์ (8) ไปที่ JOG FEED แล้วเลือกแกนที่สวิทช์ (16) ทำการป้อนโดยใช้สวิทช์ (19) หรือ (21) โดยที่อัตราการป้อนจะเป็นตามที่เซตไว้ที่สวิทช์ (17) ซึ่งมีอยู่ 15 step ตั้งแต่ความเร็ว 0-1260 mm/min ดังรูป



(18) FEEDRATE switch เป็นเปอร์เซ็นต์ของอัตราการป้อนที่เซตไว้ในโปรแกรมในช่วง 0% ถึง 150% ในการทำงานแบบอัตโนมัติ ควรปรับสวิทช์ (18) ไว้ที่ 100% ก่อนกดปุ่ม cycle start



(19) ปุ่ม Manal feed ในทิศทาง (-) ใช้สำหรับการเคลื่อนแกนในทิศทางลบ ในโหมด JOG FEED และ ZERO RETUEN

(20) Taper angle setting digital switch ใช้เลือกโหมด taper cutting โดยกดปุ่ม (24) ให้ ON และเซตสวิทช์ (20) ไว้สำหรับตั้งมุมในหน่วยที่เลือกไว้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิทช์ (22)

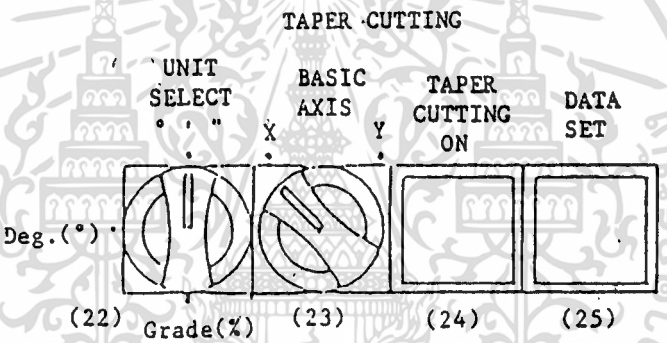
(21) ปุ่ม Manal feed ในทิศทาง (+) ใช้สำหรับการเคลื่อนแกนในทิศทางบวก ในโหมด JOG FEED และ ZERO RETUEN

(22) Taper srtting unit selector switch ใช้สำหรับเลือกหน่วยของมุม taper มี 3 หน่วยคือ Deg (....°) องศา ลิบดา ฟิลิบดา (....°,....',....") หรือ Grade (%)

(23) Basic axis selector switch ใช้สำหรับเลือกแกน X หรือ Y เป็นหลักในการทำ taper feed โดยถ้ามุมที่ใส่ไว้ที่ (20) มากกว่า 45° แกนหมุนจะเปลี่ยนแกนหลักไปอีกแกนหนึ่ง ในการใช้ taper cutting ให้กดปุ่ม (24) เมื่อไฟสว่างแสดงว่าเครื่องพร้อมทำงานในโหมด taper cutting แล้ว

(24) ปุ่ม Taper cutting ON จะสว่างเมื่อกด ON

(25) ปุ่ม Taper setting input ใช้เก็บค่ามุมที่ตั้งไว้ที่สวิทช์ (20) ลงหน่วยความจำ



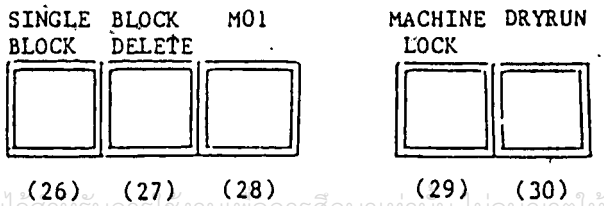
(26) ปุ่ม SINGLE BLOCK

(27) ปุ่ม BLOCK DELETE

(28) ปุ่ม M01 (operation stop)

(29) ปุ่ม MACHINE LOCK

(30) ปุ่ม DRYRUN



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม SINGLE BLOCK ในตำแหน่ง ON เวลาเริ่มโปรแกรม เครื่องจะทำการ execute ทีละ block ของโปรแกรม แล้วหยุดชั่วคราว โดยจะให้ทำงานต่อไปเมื่อกดปุ่ม cycle start (10) แต่ถ้าปุ่ม SINGLE BLOCK อยู่ที่ OFF แล้วเครื่องจะทำการ execute ต่อเนื่องกันจนจบโปรแกรม เมื่อกดปุ่ม BLOCK DELETE ในตำแหน่ง ON ในการ execute โปรแกรมจะทำการข้าม block มีการใส่เครื่องหมาย slach (/) แต่ถ้าอยู่ในตำแหน่ง OFF การ execute จะไม่สนใจเครื่องหมาย / เมื่อกดปุ่ม M01 ให้ ON เครื่องจะ execute คำสั่ง M01 ในโปรแกรม แต่ถ้า OFF ในการ execute จะไม่สนใจคำสั่งนี้ เมื่อกดปุ่ม MACHINE LOCK ให้ ON เครื่องจะทำงานตามโปรแกรมโดยไม่มีการเคลื่อนที่ แต่จอภาพยังแสดงตามปกติ ยกเว้นฟังก์ชั่น S ,M ,T จะทำงานตามปกติ เมื่อกดปุ่ม DRYRUN ให้ ON ค่า F (feed) ต่าง ๆ ในโปรแกรมจะยกเลิก แต่จะ feed ตามสวิทช์ MANUAL FEEDRATE (17) และคำสั่ง G00 ในโปรแกรมจะทำตามที่เซตไว้ในสวิทช์ (8)

(31) ปุ่ม Spindle start (CW)

(32) ปุ่ม Spindle stop

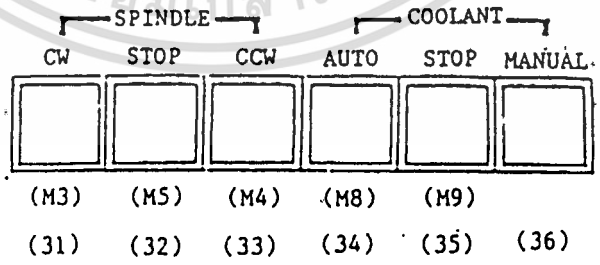
(33) ปุ่ม Spindle start (CCW)

ปุ่ม (31) กับ (33) เป็นปุ่มเริ่มการหมุนของ spindle ให้ตามเข็ม (CW) หรือทวนเข็ม (CCW) นาฬิกา โดยใช้กับโหมด HANDLE FEED และ JOG FEED โดยปุ่ม (32) ใช้สำหรับหยุดการหมุนของ spindle

(34) ปุ่ม Coolant automatic ON/OFF

(35) ปุ่ม Coolant stop

(36) ปุ่ม Coolant manual ON



ปุ่ม (34) (35) และ (36) ใช้สำหรับควบคุม coolant pump เมื่อกดปุ่ม (34) ON แล้ว pump จะทำงานโดยอัตโนมัติตามโปรแกรม เมื่อกดปุ่ม (35) pump จะหยุดทำงานทันที และเมื่อกดปุ่ม (36) ON แล้ว pump จะทำงานในทุกกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(37) ปุ่ม Zero point setting

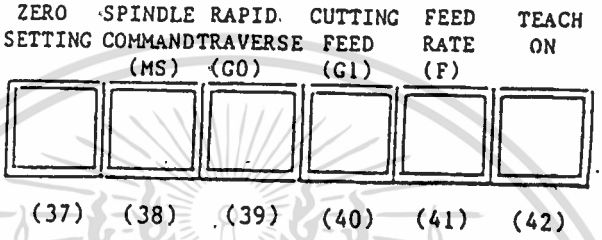
(38) ปุ่ม Spindle command (MS)

(39) ปุ่ม Rapid traverse (G0)

(40) ปุ่ม Cutting feed (G1)

(41) ปุ่ม Feedrate (F)

(42) ปุ่ม Teaching ON



ปุ่ม (37)-(42) ใช้สำหรับ extened playblack function วิธีเรียก คือ ปรับสวิทช์ (14) ไปที่ HANDLE FEED และบิดกุญแจ PROGRAM PROTECT (6) ให้อยู่ที่ OFF เมื่อกดสวิทช์ (37) จะมีไฟสว่างขึ้นเป็นการเซต zero point จากนั้นกดปุ่ม (38) จะมีไฟสว่างขึ้น กดปุ่ม spindle start (CW) ที่ (31) spindleจะหมุนด้วยความเร็วรอบตามที่เซตไว้ใน SPINDLE OVERRIDE (9) ถ้าต้องการให้หมุนทวนเข็ม (CCW) ก็ทำได้เช่นเดียวกัน แต่ใช้ปุ่ม (33) แทนปุ่ม (31) และสามารถสั่งให้หยุดได้โดยกดปุ่ม (32) เมื่อกดปุ่ม (34) แล้วตามด้วยปุ่ม Teach ON (42) จะเป็นการ input G00 โดยอัตโนมัติ ถ้าต้องการให้ input G01 ก็ทำได้โดยการกดปุ่ม (40) ตามด้วยปุ่ม (42) เมื่อกดปุ่ม (41) ตามด้วยปุ่ม (42) อัตราการป้อนจะเป็นตามสวิทช์ (18) เมื่อกดปุ่ม (42) coordinate X,Y,Z จะทำการ input โดยอัตโนมัติ

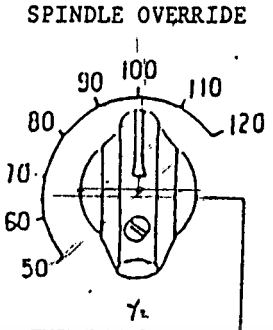
(43) ปุ่ม EMERGENCY STOP เมื่อกดปุ่มนี้เครื่องจะหยุดทำงานทันทีทุกกรณี ใช้เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินในการทำงานแบบอัตโนมัติ และปลดล็อคโดยการหมุนปุ่มนี้ไปทางขวา

(44) No-fuse breaker เป็นตัวควบคุม supply ให้กับเครื่อง เมื่อเปิดสวิทช์ไฟที่ (1) จะสว่างขึ้น จากนั้นกดปุ่ม POWER ON (4) เครื่องก็จะพร้อมทำงานได้

หมายเหตุ เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องรับรู้จุด reference point ของทุก ๆ แกนให้ทำ zero return ทุกครั้งที่เปิดเครื่อง

(45) SPINDLE OVERRIDE switch ใช้สำหรับ extented playblak function โดยตารางข้างล่างจะเป็นความเร็วรอบของหัวเจาะที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของสวิทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



%	50	60	70	80	90	100	110	120
rpm	100	150	200	300	450	650	930	1270

TEACHING SPINDLE SPEED

(46) Input/Output interface connector สำหรับการอินเตอร์เฟส RS-232-C

(47) Input/Output interface connector สำหรับการอินเตอร์เฟส ASR33/43

(48) Power connector ใช้สำหรับป้อน POWER ให้กับอุปกรณ์ภายนอก

หมายเหตุ การเซตค่า parameter จะต้องเปลี่ยนไปตามการอินเตอร์เฟสของอุปกรณ์ภายนอกที่นำมาต่อเชื่อม โดยดูรายละเอียดของการเซตค่า parameter ต่าง ๆ ให้ดูจาก FANUC OM-MODEL A OPERATOR'S MANUAL

2.2) MDI และ CRT panel

สำหรับ MDI และ CRT panel จะประกอบไปด้วย จอ CRT ขนาด 9" ใช้สำหรับแสดงรายละเอียดของการทำงานของเครื่อง และ MDI keyboard ที่ใช้สำหรับการป้อนข้อมูล โดยจะมีความหมายของฟังก์ชั่นต่าง ๆ ดังนี้

1) ปุ่ม RESET ใช้ในการยกเลิกต่าง ๆ เช่น เพื่อยกเลิก alarm error เป็นต้น

2) Data input key เป็นกลุ่มของ key ที่ประกอบไปด้วย address หรือ ตัวกำหนดฟังก์ชั่น และตัวเลข โดยเมื่อกด key ครั้งแรกจะเป็นการป้อน address และกดครั้งต่อไปจะเป็นการป้อนตัวเลข หรือสัญลักษณ์อื่น ๆ

3) ปุ่ม INPUT กดปุ่มนี้เมื่อต้องการรับข้อมูลไปเก็บไว้ใน offset register

4) ปุ่ม CAN (Cancel) กดปุ่มนี้เพื่อลบข้อมูล เมื่อมีการป้อนข้อมูลผิดพลาด แล้วใส่ค่าใหม่

5) ปุ่ม Cursor move มี 2 ปุ่มใช้สำหรับเลื่อน cursor ไปข้างหน้า และย้อยกลับ

6) ปุ่ม Page change มี 2 ปุ่มใช้สำหรับเลื่อน page ไปข้างหน้า และย้อยกลับ

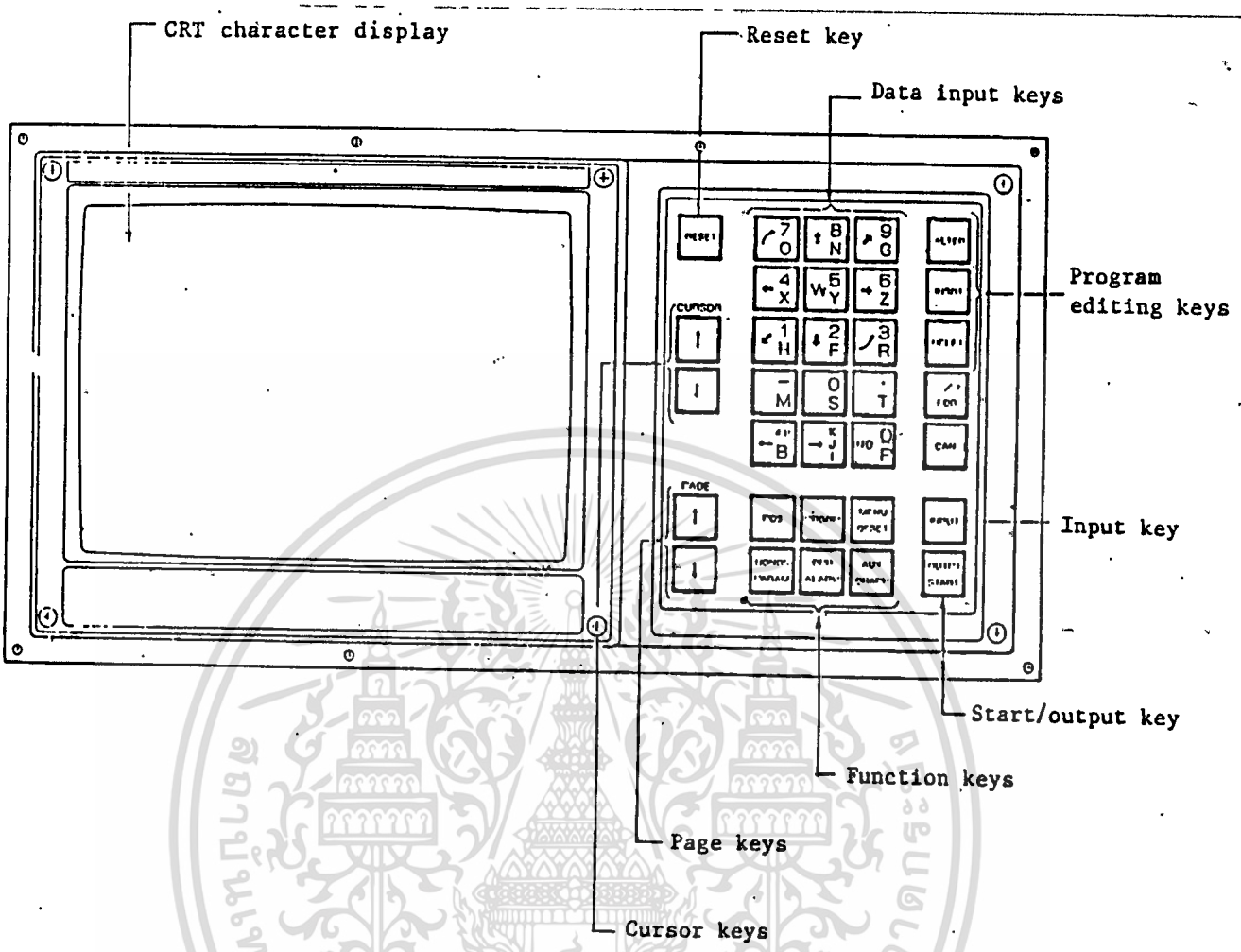
7) ปุ่ม Program edit

เมื่อกด ALTER : ค่าใน buffer จะแทนที่ค่าเดิมในตำแหน่งที่ cursor อยู่

เมื่อกด INSTR : ค่าใน buffer จะแทรกอยู่หลังตำแหน่งที่ cursor อยู่

เมื่อกด DELET : จะลบค่าในตำแหน่งที่ cursor อยู่ ลบโปรแกรม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



9) ปุ่ม Function ใช้เลือกฟังก์ชั่นต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ ดังนี้

POS : จอจะแสดง coordinate ต่าง ๆ

PRGRM : ในโหมด EDIT จะแสดงโปรแกรมต่าง ๆ ในหน่วยความจำ
ในโหมด MDI จะแสดง data ต่าง ๆ ใน MDI
ในโหมด AUTO จะแสดงคำสั่งที่กำลังทำงานอยู่

MENU : แสดง MENU Program

OFFSET แสดงค่าของ offset

DGNOS : แสดง diagonnostic data

PAGRM แสดงค่า parameter

OPR : แสดง alarm number

ALARM

AUX : สำหรับ graphic function

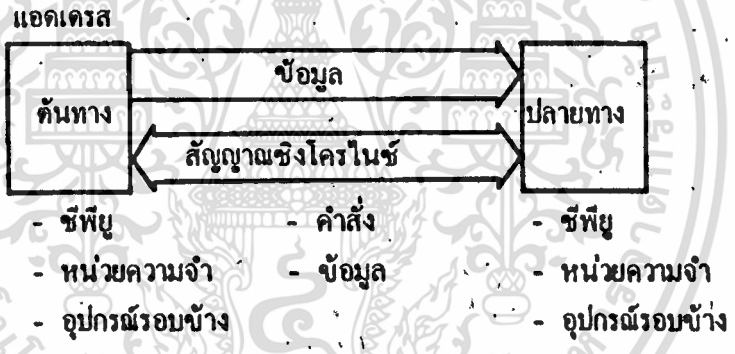
GRAPH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์

3.1) การอินเตอร์เฟส (Interface)

ดังที่ทราบมาแล้วว่าขบวนการทางคณิตศาสตร์ และลอจิกของระบบคอมพิวเตอร์เกิดจากการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit:CPU) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประเภทวงจรรวม (Integrated Circuit:IC) โดยที่ตัว CPU จะถูกติดตั้งอยู่บนแผ่นวงจรร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น หน่วยความจำ ROM (Read Only Memory) RAM (Random Accress Memory) ดังนั้นการอินเตอร์เฟสไมโครโปรเซสเซอร์ก็คือ การทำงานร่วมกันระหว่าง CPU กับอุปกรณ์อื่น ๆ ในการโอนย้ายข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ บนแผ่นวงจร และเช่นเดียวกัน การอินเตอร์เฟสคอมพิวเตอร์ก็คือ การทำงานร่วมกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ ในการโอนย้ายข้อมูลระหว่างกัน และกันนั้นเอง



รูปแสดงการอินเตอร์เฟสคอมพิวเตอร์

ข้อมูลที่ทำการโอนย้ายทุกตัวจะต้องมี แหล่งส่งข้อมูล (Data sourch) และแหล่งรับข้อมูล(Data sink) เสมอ ซึ่งจะมีหลักสำคัญว่า ข้อมูลนั้นจะเป็นอะไร เช่น เป็น address หรือเป็น data จะถูกส่งไปที่ใด และจะส่งเมื่อไหร่ โดยขบวนการเหล่านี้จะต้องมีสัญญาณในการตรวจสอบความพร้อมเสมอ เพื่อให้มีการใช้งาน หรือโอนย้ายข้อมูลอย่างถูกต้อง และเป็นระเบียบ โดยข้อมูลที่ทำการโอนย้ายจะอยู่ในรูปของเลขฐานสอง เพราะในทางไฟฟ้าแล้วสัญญาณพื้นฐานจะมีเพียง 2 สัญญาณเท่านั้น คือ เปิด หรือ 1 และ ปิด หรือ 0 ดังเช่น 10110100 ซึ่งเลขแต่ละตัวจะแทนด้วย 1 bit โดยข้อมูลอาจจะมีขนาดกี่ bit ก็ได้ขึ้นอยู่กับระบบของอุปกรณ์นั้น ๆ

3.2) การส่งข้อมูลแบบขนาน และแบบอนุกรม

โดยทั่วไปแล้วหลักสำคัญของการโอนย้ายข้อมูลในคอมพิวเตอร์ หรือระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก (peripheral) จะมีลักษณะของการส่งข้อมูล 2 แบบคือ การโอนย้ายแบบขนาน (parallel) และการโอนย้ายแบบอนุกรม (serial) โดยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การส่งข้อมูลแบบขนาน คือ การที่ข้อมูลทุก ๆ bit ถูกส่งออกไปพร้อมกันในการส่งครั้งเดียว หรืออาจจะกล่าวว่า จะเป็นการส่งข้อมูล 1 bit ต่อสายสัญญาณ 1 เส้นนั้นเอง
- การส่งข้อมูลแบบอนุกรม คือ การใช้สายสัญญาณ 1 เส้นในการส่งข้อมูล โดยจะทำการจัดส่งข้อมูลออกไปเป็นชุด ๆ ที่มีรูปแบบของข้อมูล

ซึ่งเราจะเปรียบเทียบข้อได้เปรียบเสียเปรียบระหว่างการส่งข้อมูลทั้ง 2 แบบได้ดังตาราง

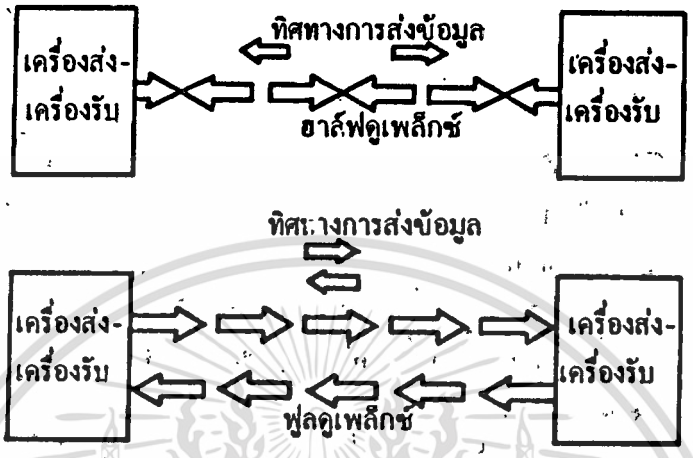
	แบบขนาน	แบบอนุกรม
1. ระยะทาง	ปกติจะน้อยกว่า 100 ฟุต	ส่งได้ตั้งแต่ระยะสั้นๆ จนถึงระยะทางเป็นไมล์
2. ความเร็ว	อัตราความเร็วสูงมากในระยะที่ไม่ไกลมากนัก กำหนดได้เป็นจำนวนบิทต่อวินาที	อัตราความเร็วของข้อมูลที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะอยู่ในช่วง Ø ถึง 2 ล้านบิทต่อวินาที
3. ระดับของสัญญาณ	ในการอินเตอร์เฟสจะใช้ระดับสัญญาณที่ใช้กับอุปกรณ์ TTL คือสัญญาณลอจิก 1 และ Ø จะแทนด้วยระดับแรงดัน+5V และ ØV ตามลำดับ	ใช้มาตรฐานของ EIA-RS 232C คือมีระดับสัญญาณไฟฟ้าขนาด 12 V หรืออาจจะใช้มาตรฐาน 20 mA current loop หรืออาจจะใช้ระดับสัญญาณของ TTL ก็ได้(ใช้กันน้อยมาก)
4. ความผิดพลาดของสัญญาณ	ถ้าส่งในระยะทางไกลๆ ความผิดพลาดของข้อมูลจะเกิดขึ้นง่าย	การผิดพลาดของสัญญาณจะมีน้อยลง
5. ค่าใช้จ่าย	ถ้าส่งในระยะทางไกลๆ จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก เพราะต้องใช้สายส่งสัญญาณหลายเส้น	สิ้นเปลืองน้อยกว่าหลายเท่า ถึงแม้ว่าจะใช้อุปกรณ์เปลี่ยนสัญญาณของข้อมูลจากแบบขนานไปเป็นแบบอนุกรม แล้วส่งผ่านสายส่งใช้อุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นแบบขนานอีก ก็ยังลงทุนน้อยกว่า

จากตารางสามารถบอกได้ว่า การส่งข้อมูลแบบขนานนั้นเหมาะสำหรับการโอนย้ายในระยะสั้น ๆ เท่านั้น เช่น ภายในคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ถึงแม้จะมีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงมากก็ตาม ส่วนการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น ถูกกำหนดมาเพื่อใช้แก้ไขข้อด้อยของการส่งข้อมูลแบบขนานในด้านของระยะทาง และจำนวนสายของข้อมูล ถึงแม้จะด้อยกว่าในด้านความเร็วในการส่งก็ตาม

3.3) ทิศทางของการสื่อสารข้อมูล

การอินเตอร์เฟสแบบซิมเพล็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงการสื่อสารทิศทางของข้อมูล

ในการสื่อสารข้อมูลนั้นสามารถแยกวิธีการในการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ได้เป็น 3 ลักษณะคือ การสื่อสารแบบทิศทางเดียว (simplex) โดยจะส่งจากอุปกรณ์ตัวหนึ่งไปอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งเท่านั้น เช่น การกระจายเสียงของวิทยุ เป็นต้น การสื่อสารแบบสองทิศทางแต่โต้ตอบกันไม่ได้ (half- duplex) โดยอุปกรณ์สองตัวที่ติดต่อกันอยู่จะทำการส่งข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกันไม่ได้เช่น ระบบวิทยุติดต่อ ระบบ ATM เป็นต้น และการสื่อสารแบบสองทิศทางโต้ตอบกันได้ (full-duplex) เช่น โทรศัพท์ การสื่อสารคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3.4) การซิงค์โครไนซ์อุปกรณ์

ระบบ 2 ระบบที่ติดต่อสื่อสารกันอยู่จะรับส่งข้อมูลที่อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า 2 ระดับ ก็คือ ระดับ 0 กับระดับ 1 ซึ่งเป็นระดับสัญญาณทางดิจิตอล ดังนั้นถ้าระบบ A ส่งระดับสัญญาณ 0 และ 1 ผ่านไปตามสาย และระบบ B จะสามารถรับสัญญาณได้โดยไม่คลาดเคลื่อนนั้น ทั้งสองระบบจะต้องมีเวลาในการรับ-ส่งข้อมูลที่สอดคล้องกันตลอดเวลา ในการสื่อสารข้อมูลระดับสัญญาณ 0 และ 1 จะแทนข้อมูลต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร สัญญลักษณ์ ตัวเลข และอื่น ๆ ในระบบคอมพิวเตอร์จะมีการนำเอารหัสต่าง ๆ มาใช้แทน เช่น รหัส ASCII ซึ่งในการสื่อสารข้อมูลระบบทั้งด้านรับและด้านส่งจะต้องใช้รหัสในมาตราฐานเดียวกันจึงจะสามารถติดต่อกันได้

3.4.1) การรับ-ส่งข้อมูลแบบซิงค์โครนัส ไม่ว่าการส่งข้อมูลจะเป็นแบบขนาน หรืออนุกรม การส่งข้อมูลแบบซิงค์โครนัสก็คือระบบการส่งข้อมูลที่แต่ละชุดถูกส่งออกไปในเวลาที่แน่นอน ซึ่งหมายถึงระยะเวลาที่ข้อมูลแต่ละชุดถูกส่งไปมีค่าแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2) การรับส่งข้อมูลแบบอะซิงค์โครนัส คือ ระบบการรับส่งข้อมูลที่แต่ละชุดข้อมูลถูกส่งออกไปอย่างไม่มีกำหนดแน่นอน นั่นคือระยะเวลาระหว่างข้อมูลแต่ละชุดที่ถูกส่งออกไปมีค่าไม่แน่นอน เช่น การส่งข้อมูลจาก keyboard นั้นผู้พิมพ์ไม่สามารถพิมพ์ด้วยอัตราเร็วคงที่ได้ แต่ละครั้งของการกดก็ไม่เท่ากัน ดังนั้นสิ่งที่กำหนดเวลาในการส่งข้อมูลก็ คือ ความพร้อมเพรียงของเครื่องรับ และเครื่องส่งข้อมูล

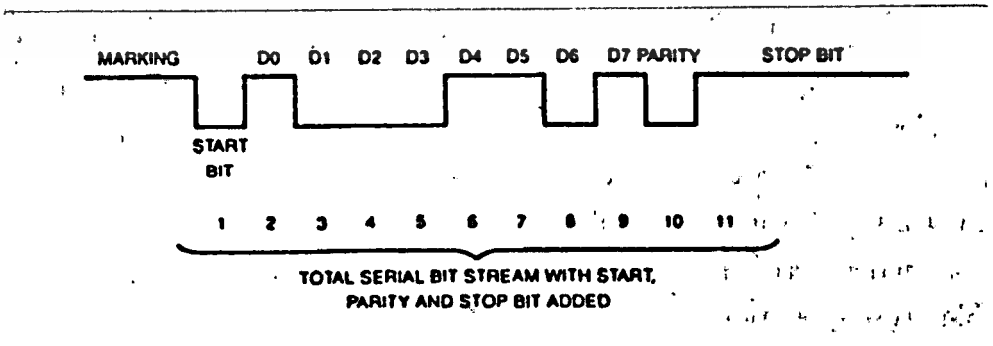
ในการส่งข้อมูลอนุกรมอะซิงค์โครนัสนั้น โครงสร้างของข้อมูลที่จะส่งจะมีลักษณะเป็น block โดยแต่ละ block จะประกอบไปด้วยบิทเริ่มต้น (start bit) ส่วนของข้อมูล (data bit) และบิทสิ้นสุดข้อมูล (stop bit) โดยที่

- บิทเริ่มต้นข้อมูล (start bit) มีหน้าที่เป็นตัวบอกว่าข้อมูลเริ่มต้นจากที่ใด และเมื่อใช้ร่วมกับบิทสิ้นสุดข้อมูล ก็จะทราบว่าข้อมูลสิ้นสุดที่ใด โดยที่ความกว้างของบิทเริ่มต้นนี้มีขนาดเท่ากับ 1 bit ข้อมูล

- บิทข้อมูล (data bit) หลังจากที่ด้านรับสามารถจับสัญญาณของบิทเริ่มต้นได้แล้ว ก็จะทำการเซตสถานะของชิฟรีจิสเตอร์ให้พร้อมที่จะรับข้อมูล โดยบิทข้อมูลจะมีจำนวนบิทเป็น 5 ,6 ,7 หรือ 8 bit ก็ได้ ขึ้นอยู่กับจำนวนคาร์แรกเตอร์ที่ใช้ โดยที่จำนวนคาร์แรกเตอร์จะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2^n เมื่อ n คือจำนวน bit ข้อมูล

- บิทพาริตี้ (parity bit) จะทำหน้าที่ในการบอกให้ส่วนรับข้อมูลทราบว่า ข้อมูลที่รับเข้ามามีความผิดพลาด หรือไม่ โดยบิทพาริตี้จะถูกส่งออกมาพร้อมกับบิทข้อมูล ซึ่งบิทนี้จะเป็น "0" หรือ "1" นั้นขึ้นอยู่กับว่าข้อมูลที่ถูกส่งออกมามีจำนวนบิทที่เป็น "1" เป็นคู่ หรือคี่ และยังขึ้นกับอุปกรณ์รับส่งข้อมูลด้วยว่าถูกออกแบบมาให้รับส่งบิทพาริตี้ในลักษณะของพาริตี้คู่ หรือคี่อีกด้วย

- บิทสิ้นสุดข้อมูล (stop bit) คือ บิทสุดท้ายที่เพิ่มเข้าไปเพื่อใช้ในการตรวจสอบจุดสิ้นสุดข้อมูล โดยจะอยู่หลังบิทพาริตี้ และถ้าอุปกรณ์ด้านรับข้อมูลตรวจไม่พบบิทนี้ ก็แสดงว่าเกิดการผิดพลาดขึ้น โดยที่บิทสิ้นสุดข้อมูลอาจจะมีจำนวน 1 ,1.5 หรือ 2 bit ก็ได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าข้อมูลที่ส่งออกมาจริง ๆ แล้วนั้น ไม่ใช่มีแต่ข้อมูลขนาด 8 bit เท่านั้น แต่อาจมีได้ถึง 12 bit หรือมากกว่าก็ได้ ดังรูป



รูปแบบของข้อมูลในแต่ละชุดข้อมูลในการรับ-ส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงค์โครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5) ความเร็วของการสื่อสารข้อมูล (Baud Rate และ bps)

ในการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมเรามีหน่วยวัดความเร็วเป็นจำนวนบิทต่อวินาที (bps) ซึ่งเครื่องที่ใช้รับ-ส่งกันจะต้องมีความเร็วเท่ากันจึงจะรับ-ส่งข้อมูลกันได้ อัตราความเร็วเป็นบิทต่อวินาทีนี้เป็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากระบบการสื่อสาร แต่เรายังมีหน่วยอีกหน่วยหนึ่งที่วัดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณใน 1 วินาที ซึ่งเรียกว่า Baud rate การเปลี่ยนแปลงสัญญาณ 1 ครั้งอาจจะหมายถึงการส่งข้อมูลได้หลายบิทก็ได้ ดังนั้น baud rate จึงเป็นตัวเลขที่ไม่เท่ากับ bps ก็ได้ และถ้าเขียนในรูปสมการแล้ว bps = baud rate x จำนวนบิทในการส่ง 1 ครั้ง

สำหรับความเร็วนั้น อัตราความเร็วที่ใช้กันมากได้แก่ 50 ,100 ,110 ,200 ,300 ,600 ,1200 ,2400 ,4800 และ 9600 Baud rate

3.6) มาตราฐาน RS-232-C

เนื่องจากการที่มีบริษัทหลายบริษัทผลิตอุปกรณ์การสื่อสารออกสู่ท้องตลาดอย่างมาก ดังนั้นเพื่อให้อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถทำงานร่วมกันได้ EIA (The Electronic Industrial Association) จึงได้กำหนดมาตราฐานที่ 232 และเรียกว่า Recommended Standard 232 หรือ RS-232 ขึ้นมา ซึ่งกำหนดคุณลักษณะทางไฟฟ้า และทางกลของอุปกรณ์สำหรับการสื่อสารแบบอนุกรมขึ้นมา โดยในที่นี้จะไม่กล่าวถึงคุณลักษณ์ทางไฟฟ้า แต่จะพูดถึงเฉพาะเรื่องของสัญญาณที่ออกมาจาก connector ของอุปกรณ์เท่านั้น

สำหรับการสื่อสารแบบอนุกรมที่ใช้มาตราฐาน RS-232-C นั้น จะเรียกอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการรับ-ส่งข้อมูลว่า Data Terminal Equipment หรือ DTE โดยวิธีการในการติดต่อที่ถูกกำหนดไว้จะเป็นดังนี้

- เมื่อเริ่มต้น DTE จะทำการส่งสัญญาณ DTR (Data Terminal Ready) ขา (20) ออกไปยังตัวรับแล้ว เมื่อตัวรับพร้อมที่จะทำงานจะทำการส่งสัญญาณ DSR (Data Set Ready) ขา (6) ไปยัง DTE
- เมื่อจะส่งข้อมูลใด ๆ DTE จะส่งสัญญาณ RTS (Request To Sent) ขา (4) ออกไปยังตัวรับ และเมื่อตัวรับพร้อมที่จะรับก็จะทำการส่งสัญญาณ CTS (Clear To Sent) ขา (5) มายัง DTE แล้ว DTE จะเริ่มทำการส่งข้อมูลออกทาง SD (Sent Data) ขา (2)
- ในขณะที่มีการส่งสัญญาณข้อมูลเข้ามา ตัวรับจะทำการส่งสัญญาณกลับไปยัง DTE คือ CD (Cerrier Detected) เมื่อรับสัญญาณจากฝ่ายตรงข้ามได้

3.6.1) คุณสมบัติทางกลของการอินเตอร์เฟส RS-232-C ในปัจจุบันมักจะใช้ connector แบบ DB-25

3.6.2) สัญญาณต่าง ๆ ของการอินเตอร์เฟส RS-232-C จะมีสัญญาณต่าง ๆ ดังที่แสดงไว้ในตาราง โดยสามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท คือ

1. กราวนด์ หรือ Common Return (A)
2. สัญญาณข้อมูล (B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สัญญาณควบคุม (C)

4. สัญญาณฐานเวลา หรือ Timing circuit (D)

5. สัญญาณสำหรับช่องที่ 2 (S)

จากตารางจะเห็นว่าตัวอักษรในวงเล็บที่อยู่ทางท้ายสัญญาณประเภทต่าง ๆ นั้นจะเป็นตัวอักษรตัวแรกของกลุ่มตัวอักษร (ประกอบด้วย 2-3 ตัว) ซึ่งใช้กันทั่วไปในการอธิบายสัญญาณการใช้งานของ RS-232-C ดังนี้

Interchange circuit	Connector pin assignment	Description	Gnd	Data		Control		Timing	
				From DCE	to DCE	From DCE	to DCE	From DCE	to DCE
AA	1	Protective Ground	X						
AB	7	Signal Ground/Common Return	X						
BA	2	Transmitted Data			X				
BB	3	Received Data		X					
	4	Request to Send					X		
	5	Clear to Send				X			
	6	Data Set Ready				X			
	20	Data Terminal Ready					X		
	22	Ring Indicator				X			
	8	Received Line Signal Detector				X			
	21	Signal Quality Detector				X			
	23	Data Signal Rate Selector (DTE)					X		
	23	Data Signal Rate Selector (DCE)				X			
DA	24	Transmitter Signal Element Timing (DTE)							X
DB	15	Transmitter Signal Element Timing (DCE)						X	
DD	17	Receiver Signal Element Timing (DCE)						X	
SBA	14	Secondary Transmitted Data			X				
SBB	16	Secondary Received Data		X					
SCA	19	Secondary Request to Send					X		
SCB	13	Secondary Clear to Send				X			
SCF	12	Secondary Received Line Signal Detector				X			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

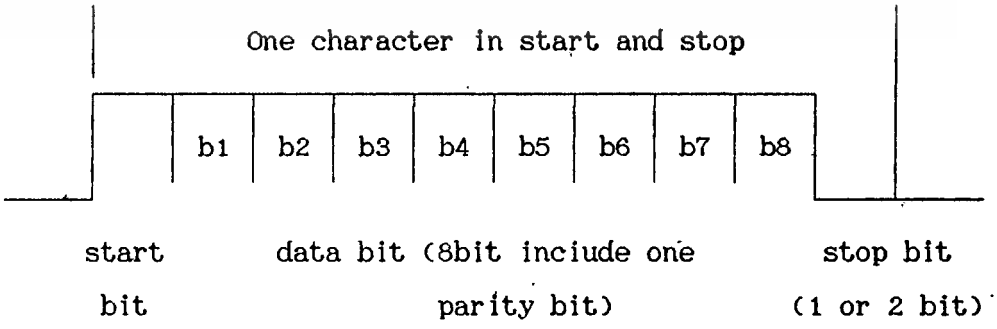
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับอุปกรณ์ปลายทางที่อยู่ภายนอก (Peripheral) นั้น เรียกว่าการอินเทอร์เฟส (Interface) ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการอินเทอร์เฟสได้เป็น 2 แบบ คือ การอินเทอร์เฟสแบบขนาน (Parallel Interface) และสองคือ การอินเทอร์เฟสแบบอนุกรม (Serial Interface) คือ การรับส่งข้อมูลทีละ data bit โดยสายสัญญาณเพียง 1 เส้น โดยจะจัดข้อมูลเป็นชุด ๆ ไว้ ซึ่งแต่ละชุดของ data bit จะถูกกำหนดลักษณะรูปแบบของสัญญาณไว้ตามมาตราฐานที่ได้กำหนดไว้โดย EIA (The Electronics Industries Association) อันว่าไว้ด้วยเรื่องของโปรโตคอล (Protocal) ได้แก่ ลักษณะทางกล ลักษณะทางกายภาพของสัญญาณ กฎเกณฑ์ และรูปแบบของการเชื่อมต่อสายสัญญาณ สำหรับมาตราฐานการอินเทอร์เฟสที่ใช้กับเครื่อง CNC ก็คือ มาตราฐาน RS-232-C และ RS-422 โดยในการเชื่อมต่อกันจะต้องประกอบไปด้วยตัวส่งข้อมูล (data source) และตัวรับข้อมูล (data sink) ซึ่งจะพิจารณาโดยดูว่าขณะนั้นด้านใดทำหน้าที่อะไร เป็นตัวรับหรือตัวส่งข้อมูล

สำหรับเครื่อง CNC Vertical Milling Machine เครื่องนี้ใช้ส่วนควบคุมระบบการทำงานของ FUNUC SYSTEM OM Series ซึ่งในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้กำหนดไว้ใน RS-232-C/RS-422 INTERFACE CONNECTING MANUAL ได้กำหนดการเชื่อมต่อสัญญาณตามมาตราฐาน RS-232-C ผ่าน connector M5 บน master PCB โดยเครื่องรุ่นนี้ไม่สามารถทำการเชื่อมต่อโดยใช้มาตราฐานตามแบบ RS-422 ได้ และกำหนดลักษณะทางกายภาพของสัญญาณ ดังนี้

1. โครงสร้างของข้อมูล เป็นข้อมูลที่ใช้รหัสในการส่งแบบ ANSI Code ซึ่งมี 2 แบบ คือ EIA Code และ ISO Code โดยมีองค์ประกอบของแต่ละชุดข้อมูลดังรูป และสำหรับเครื่อง CNC รุ่นนี้จะใช้รหัส ISO Code ในการอินเทอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์เท่านั้น



โดยที่ stop bit เราสามารถเลือกได้โดยการเซต parameter No. 0002 และ 0012

2. การเชื่อมต่อสายสัญญาณ โดยใช้ connector แบบ DB-25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะโครงสร้างของสัญญาณดังตารางที่ 3.2 ในหนังสือ RS-232-C/RS-422 INTERFACE CONNECTING MANUAL โดยที่ขาของ circuit ต่าง ๆ จะเป็นดังนี้

Pin Number	Circuit	CCIT ID	Direction	Description
1	AA	101	—	Protective ground (shield)
2	BA	103	Terminal to modem	Transmitted data
3	BB	104	Modem to terminal	Received data
4	CA	105	Terminal to modem	Request to send
5	CB	106	Modem to terminal	Clear to send
6	CC	107	Modem to terminal	Data set ready
7	AB	102		Signal ground (common return)
8	CF	109	Modem to terminal	Received line signal detector (carrier detected)
9	—	—	—	Reserved for testing
10	—	—	—	Reserved for testing
11	—	—	—	Unassigned
12	SCF	122	Modem to terminal	Secondary received line signal detector
13	SCB	121	Modem to terminal	Secondary clear to send
14	SBA	118	Terminal to modem	Secondary transmitted data
15	DB	114	Modem to terminal	Transmitter signal element timing (terminal transmitter clock)
16	SBB	119	Modem to terminal	Secondary received data
17	DD	115	Modem to terminal	Receiver signal element timing (modem receiver clock)
18	—	—	—	Unassigned
19	SCA	120	Terminal to modem	Secondary request to send
20	CD	108.2	Terminal to modem	Data terminal ready
21	CG	110	Modem to terminal	Signal quality detector
23	CH	111	Terminal to modem	Data signal rate selector, or
	CI	112	Modem to terminal	Data signal rate selector
24	DA	113	Terminal to modem	Transmitter signal element timing (terminal transmitter clock)
25	—	—	—	Unassigned

ในการเตรียมเครื่อง CNC ให้พร้อมสำหรับการรับ-ส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะทำการเซต parameter ดังนี้

1. เซตค่า PWE = 1 โดยเลือกโหมด MDI เพื่อที่จะสามารถแก้ไข parameter อื่น ๆ ได้โดย CNC จะแจ้งสัญญาณไฟ ERROR ออกมา

2. No. 0002 เซตเป็น 00000000 คือเป็นการบอกให้เครื่อง CNC ทราบว่าต้องการใช้การอินเทอร์เฟส RS-232-C ที่ I/O ช่อง 0 โดยลักษณะของข้อมูลกำหนดให้เป็น 1 stop bit ซึ่งมีลักษณะของโครงสร้างของบิทที่ต้องการเซตดังนี้

0	0	0	2

NFED					ASR33		STP2
Bit No.	7	6	5	4	3	2	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NFED 1: Feed is not output before and after program is output by using the reader/puncher interface. (Set "1" for FANUC cassette.)
0: Feed is output before and after program is output by using the reader/puncher interface. (Effective when the setting parameter I/O is 0.)

ARS33 1: The 20mA current interface is used as the reader/puncher interface.
0: FANUC PPR, FANUC cassette, or portable tape reader are used as the reader/punch interface. (Effective when the setting parameter I/O is 0.)

STP2 1: In the reader/puncher interface, the stop bit is set by 2 bits.
0: In the reader/puncher interface, the stop bit is set by 1 bit.
(Effective when the setting parameter I/O is 0.)

สำหรับ No. 0012 จะเซตเมื่อต้องการบอกให้เครื่อง CNC ทราบว่าต้องการใช้การอินเทอร์เฟส RS-232-C ที่ I/O ช่อง 1 โดยลักษณะของข้อมูลกำหนดให้เป็น 1 stop bit ซึ่งมีลักษณะของโครงสร้างของบิทที่ต้องการเซตดังนี้

	7	6	5	4	3	2	1	0
0 0 1 2	NFED					ASR33		STP2
Bit No.								

NFED 1: Feed is not output before and after the program is output by using the reader/puncher interface. (Set to "1" when FANUC cassette is used.)
0: Feed is output before and after the program is output by using the reader/puncher interface. (Effective when the setting parameter I/O is 1.)

ASR33 1: The 20mA current interface is used as the reader/puncher interface.
0: FANUC PRR, FANUC cassette, or portable tape reader are used as the reader/puncher interface. (Effective when the setting parameter I/O is 1.)

STP2 1: In the reader/puncher interface, the stop bit is set by 2 bits.
0: In the reader/puncher interface, the stop bit is set by 1 bit.
(Effective when the setting parameter I/O is 1.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. No. 0552 เซตเพื่อการกำหนดความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลของอุปกรณ์ภายนอก เมื่อใช้ I/O ช่อง 0 โดยให้มีความเร็วดังค่าในตารางด้านล่างนี้

4. No. 0553 เซตเพื่อการกำหนดความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลของอุปกรณ์ภายนอก เมื่อใช้ I/O ช่อง 1 โดยให้มีความเร็วดังค่าในตารางด้านล่างนี้

0	5	5	2

BRATE0
BRATE0

BRATE0 This sets the baud rate when the reader/puncher interface is used.
(Effective when the setting parameter I/O is 0.)

0	5	5	3

BRATE1
BRATE1

BRATE1 This sets the baud rate when the reader/puncher interface is used.
(Effective when the setting parameter I/O is 1.)

Relation between the setting value and the baud rate is as follows:

Setting value	Baud rate
1	50
2	100
3	110
4	150
5	200
6	300
7	500
8	1200
9	2400
10	4800
11	9600

5. เซต parameter ISO = 1 เพื่อกำหนดการใช้รหัส ISO Code เท่านั้น

6. เซต parameter I/O = 0 เพื่อกำหนดการใช้ I/O port 0 เท่านั้น เพราะ CNC รุ่นนี้มี port 0 ใช้ได้พอร์ทเดียว จากการตรวจสอบแผ่นวงจรควบคุมจากหนังสือ MAINTENANCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MANUAL

7. เซตค่า PWE = 0 กด EMERGENCY STOP แล้วหมุน Reset ปุ่ม EMERGENCY STOP เพื่อให้พร้อมทำงานตามปกติ

เมื่อทำการเซตค่า parameter ของ CNC แล้ว ก็ทำการเชื่อมต่อโดยใช้สายต่อเข้ากับ connector ของ CNC ด้านข้างของ control panal และที่พอร์ทอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ทางด้านหลัง ทำการเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ และเมื่อเครื่องพร้อมทำงานก็เริ่มเรียกโปรแกรมที่ต้องการทดสอบมาทดลองส่งข้อมูลซึ่งได้แก่ TELIX PROCOMM และใช้ฟังก์ชั่นของ DOS ได้ดังนี้

1. TELIX Program โดยเซตให้ใช้พอร์ท COM2 และกำหนดรูปแบบข้อมูลแบบ 7E1 คือ 7 data bit ,1 even parity bit และ 1 stop bit ที่ความเร็ว 4800 BAUD Rate โดยทำการรับข้อมูลจาก CNC ในลักษณะของ ASCII File และในการส่งก็กำหนดให้เป็นการส่งแบบ ASCII File

2. PROCOMM Program โดยเซตให้ใช้พอร์ท COM2 และกำหนดรูปแบบข้อมูลแบบ 7E1 คือ 7 data bit ,1 even parity bit และ 1 stop bit ที่ความเร็ว 4800 BAUD Rate โดยทำการรับข้อมูลจาก CNC ในลักษณะของ ASCII File และในการส่งก็กำหนดให้เป็นการส่งแบบ ASCII File

3. DOS Function โดยการใช้ฟังก์ชั่น mode com2:4800,e,7,1,P เพื่อเซตให้ใช้พอร์ทCOM2 รับ-ส่งข้อมูลแบบ 7 data bit ,1 even parity bit และ 1 stop bit ที่ความเร็ว 4800 BAUD Rate โดยการรับ-ส่งจะใช้คำสั่ง copy FileName >or< com2 (ใช้< เมื่อต้องการรับข้อมูล และใช้> เมื่อต้องการส่งข้อมูล)

วิธีการในการรับ-ส่งข้อมูล

1. การรับข้อมูล ในการรับข้อมูลเข้าของ CNC จะต้องทำดังนี้
- เลือกโหมด EDIT
- กดปุ่ม PRGRM
- เซต No. โปรแกรมโดยกด Address O - Numer Program (0000-9999)
- กดปุ่ม INPUT
- ส่ง File ที่มี No. Program เดียวกับที่เซตไว้ใน CNC

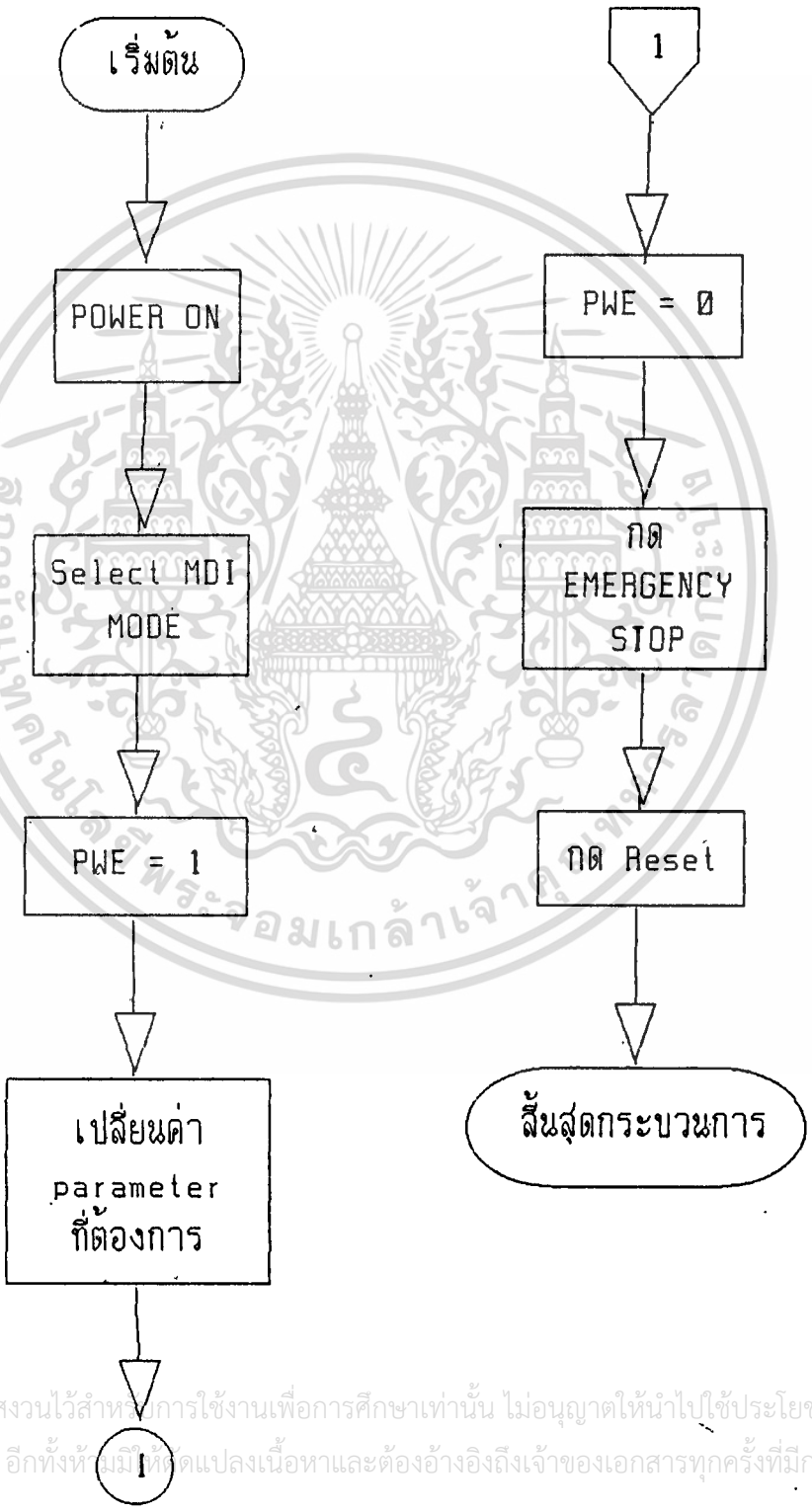
2. การส่งข้อมูล ในการส่งข้อมูลของ CNC จะต้องทำดังนี้
- เลือกโหมด EDIT
- กดปุ่ม PRGRM
- เซต No. โปรแกรมโดยกด Address O - Numer Program (0000-9999)
- กดปุ่ม OUTPUT
- รับ File โดยการตั้งชื่อให้ตรงกับ No. Program ที่เซตไว้ใน CNC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ในการรับส่งข้อมูลเราจะต้องทำขั้นตอนบน CNC ก่อนเสมอ เพราะเครื่อง CNC ไม่มี buffer memory สำหรับเก็บข้อมูลที่มีการโอนย้ายเก็บรอไว้เรียกอ่านทีหลัง แต่คอมพิวเตอร์สามารถตั้งค่านี้ให้มีมาก ๆ ได้

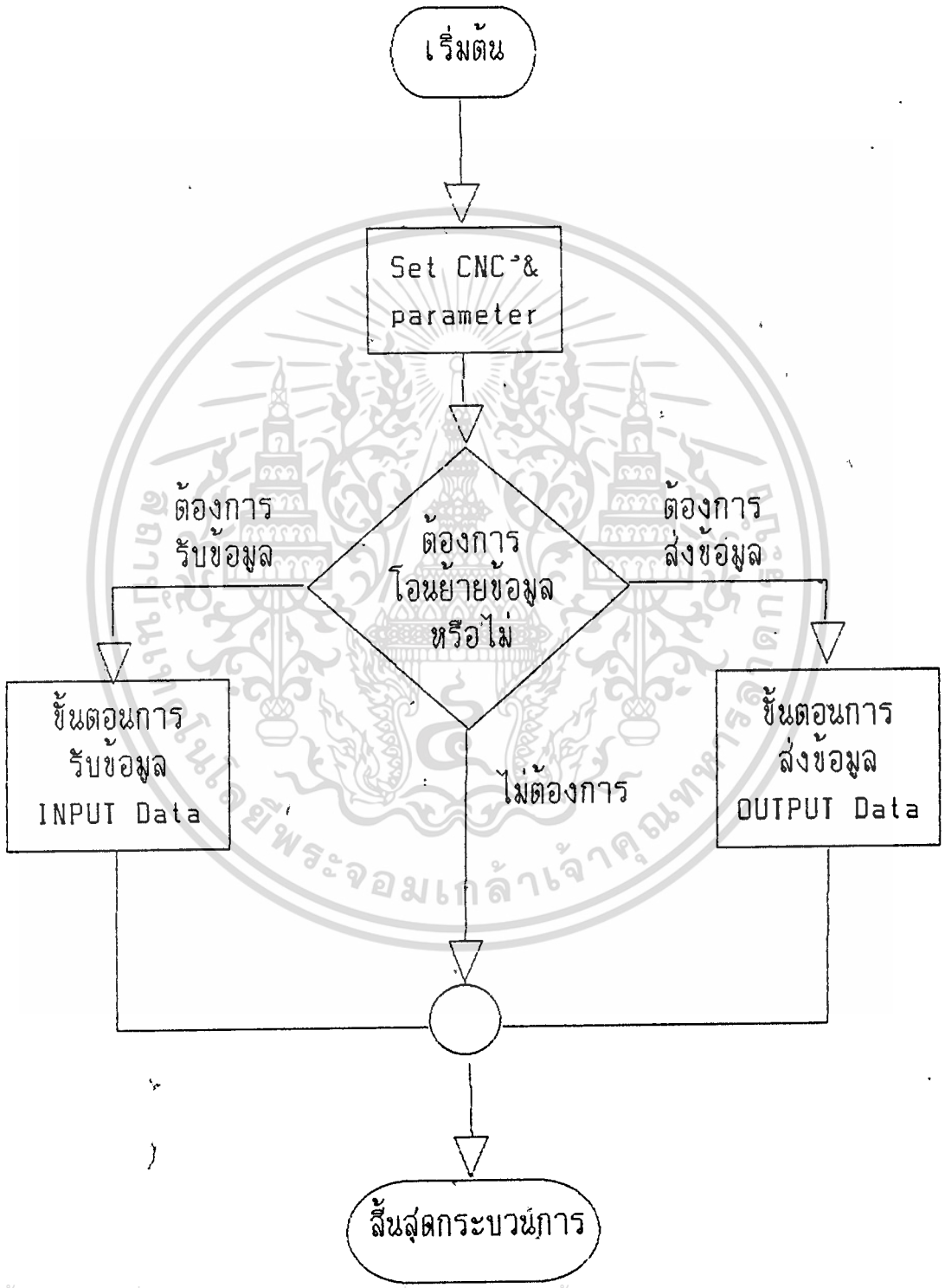
ซึ่งกระบวนการทั้งหมดเราสามารถเขียน flow chart ได้ดังรูปหน้าถัดไป

1) Flow chart ของการเซตค่า parameter



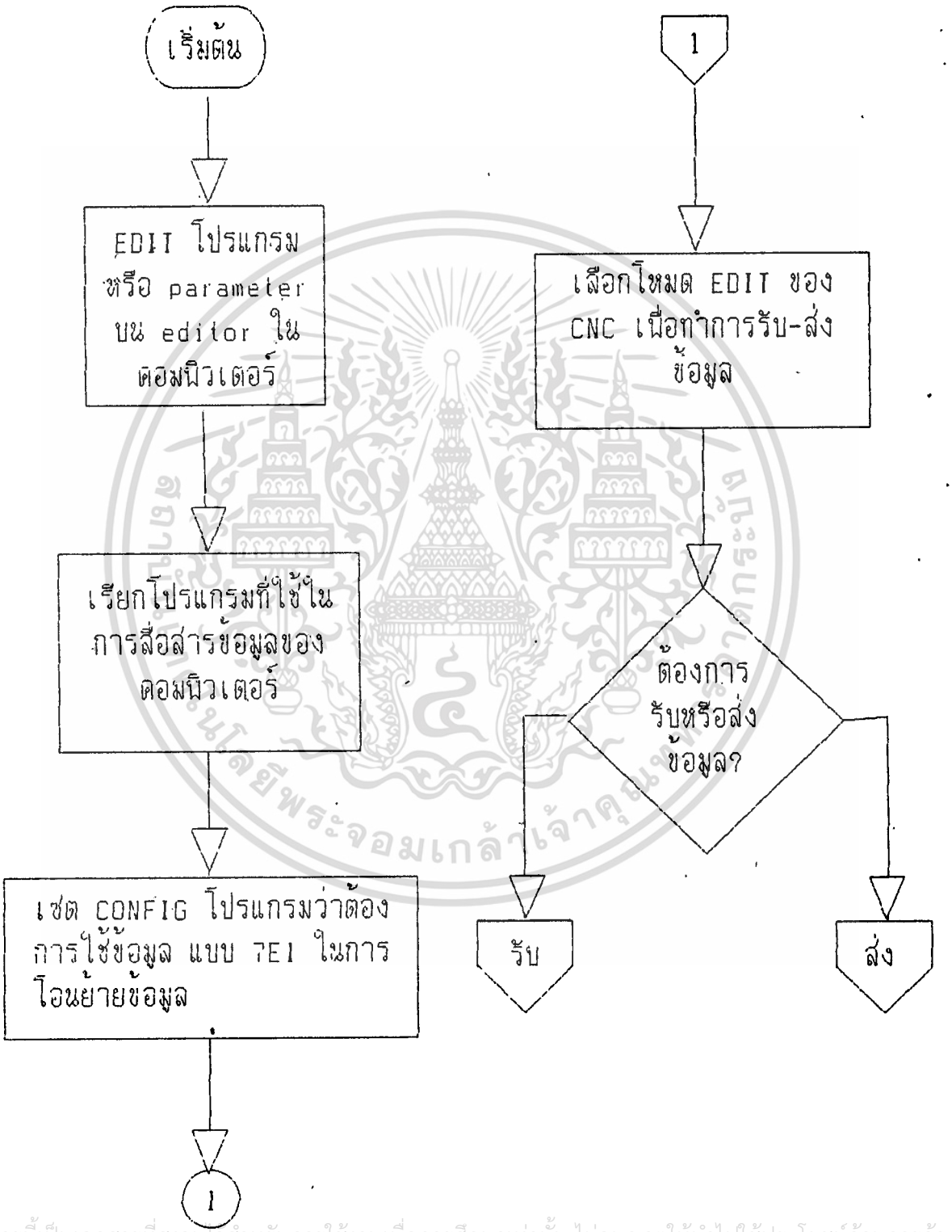
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Flow chart ของการจัดเตรียมการรับ-ส่งข้อมูล



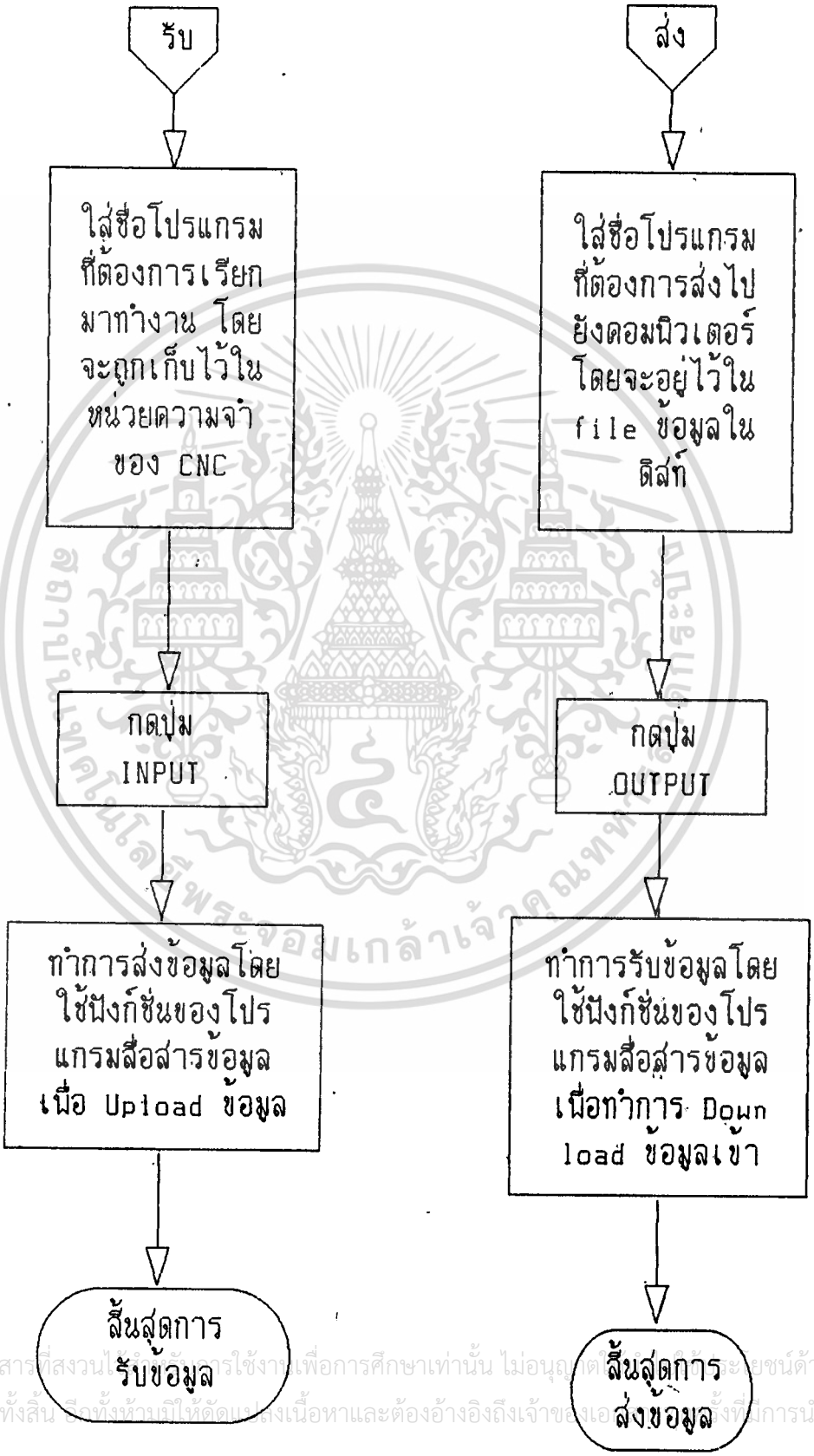
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Flow chart ขั้นตอนของการเตรียมรับ-ส่งข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Flow chart ขั้นตอนการรับ และการส่งข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสำหรับโปรแกรมการสื่อสารข้อมูลนั้น ขอกล่าวถึงเพียงการใช้โปรแกรม PROCOMM Plus เท่านั้น โดยเมื่อเริ่มเปิดเครื่องให้เราเรียกไปที่ sub-directory COMMU ซึ่งเป็น sub-directory ที่ทำการเก็บโปรแกรมสื่อสารข้อมูลไว้ แล้วเรียก sub-directory PROCOMM เพื่อเข้าไปยังที่เก็บโปรแกรม PROCOMM การเริ่มทำงานก็ให้ RUN โปรแกรม PCPLUS เครื่องจะขึ้นหน้าจอมาแล้วทำตามขั้นตอนดังที่หน้าจอแสดง สำหรับวิธีการใช้ให้กดปุ่ม ALT-Z สำหรับขอดู HELP menu ซึ่งในการส่งข้อมูล (UPLOAD) จะใช้ปุ่ม Page-Up และการรับข้อมูล (DOWNLOAD) จะใช้ปุ่ม Page-Down การเซตโปรโตรคอลของข้อมูลว่าเป็น 7E2 4800 Baud Rate ใช้ปุ่ม ALT-P ในการเซต และการออกจากโปรแกรมจะใช้ปุ่ม ALT-Z

สำหรับข้อมูลที่ทำการรับส่งได้นั้นนอกจากโปรแกรมทั่วไปแล้วยังมีการส่ง parameter ค่า offset ได้อีกด้วยโดยการจัดการดังนี้ คือ ใช้โหมด EDIT เซต PWE=1 ถ้าต้องการโอนย้ายค่า parameter ก็กดปุ่ม PARAM แต่ถ้าต้องการค่า offset ก็กดปุ่ม MANU OFSET แล้วกดปุ่ม INPUT หากต้องการรับข้อมูลเข้า และกดปุ่ม OUTPUT หากต้องการส่งข้อมูลออกไป

หากในการรับข้อมูลเราไม่ใส่ No. โปรแกรมก็จะทำการส่งเข้ามาให้ทำการแก้ไขโดยการแก้ชื่อ Program No. ใน file ข้อมูลให้ตรงแล้วทำการส่งกลับเข้ามา เครื่อง CNC จะแสดงการรับข้อมูลเข้าเสมอจนกว่าจะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แต่ถ้าเราทำการหยุดกระบวนการโดยการกด EMERGENCY STOP แล้วเครื่องจะแจ้งสัญญาณ ERROR code 004 ออกมา ให้ทำการแก้โดยทำการ POWER OFF แล้วทำการเปิด POWER ON พร้อมทั้งกดปุ่ม DELET เครื่องจะทำการเคลียร์ข้อมูลในหน่วยความจำออกทั้งหมด แล้วจึงจะสามารถทำงานต่อได้

สำหรับตัวอย่างของข้อมูลที่ส่งจาก CNC จะเห็นว่าจะมี code นำหน้าก่อนนั้น คาดว่าเป็น code ที่ใช้ในการควบคุมเครื่อง PUNCH TAPE และในตัว block ของโปรแกรมจะไม่มีเครื่องหมาย space bar (" ") เลย เพราะ CNC ไม่สนใจ code ตัวนี้ ดังเช่น

```
PROGRAM No. 4444
        &HE:% (เครื่องหมาย &HE: คาดว่าเป็น code ควบคุม และ % บอกจุดเริ่มข้อมูล)
        :4444 (: แทน Program No.)
        N1
        G40G49G80G90
        G92X200.Y50.Z391.
        G42G00Z100.X65.Y35.S1000M03
        G43Z-3.H01M08
        G02X50.Y20.R15.F300
        G02J40.
        G02X35.Y35.R15.
        G49G00Z100.M09
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
G40X200.Y50.Z391.M05
M02
% (% เป็นการบอกการสิ้นสุดข้อมูล)
```

ตัวอย่างข้อมูลที่ส่งไปยัง CNC สามารถเขียนโดยเลียนแบบข้อมูลที่ส่งมายังคอมพิวเตอร์ได้ โดยที่สามารถใส่ space bar ได้เพราะ CNC จะไม่สนใจเครื่องหมายนี้อยู่แล้วดังเช่น

```
% (% เป็นการบอกการเริ่มต้นของข้อมูล)
:4444 (บอกว่าโปรแกรมนี้มี Program No. 4444)
N1
G40 G49 G80 G90
G92 X200. Y50. Z391.
G42 G00 Z100. X65. Y35. S1000 M03
G43 Z-3. H01 M08
G02 X50. Y20. R15. F300
G02 J40.
G02 X35. Y35. R15.
G49 G00 Z100. M09
G40 X200. Y50. Z391. M05
M02
% (% บอกสิ้นสุดการส่งข้อมูล)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป และวิจารณ์

ในปัจจุบัน CNC (Computer Numerical Control) ได้มีการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้งานอย่างมาก ซึ่งปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมภายในแระเทศเริ่มมีการใช้เครื่อง CNC กันอย่างกว้างขวาง ด้วยเหตุที่ว่าชิ้นงาน หรือต้นแบบที่ได้จะมีความละเอียดถูกต้องสูง แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นยังต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ความสามารถในการใช้เครื่องเป็นอย่างดี ดังนั้นการพัฒนาขีดความสามารถ และความสะดวกในการใช้งานจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง

การพัฒนาขีดความสามารถในการใช้งานนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจถึงระบบการทำงานพื้นฐาน และขั้นตอนรายละเอียดของอุปกรณ์ เพื่อที่จะเข้าใจถึงข้อจำกัด และหนทางที่จะทำการพัฒนาต่อไป ซึ่งในโครงงานนี้เป็นการพัฒนาการใช้งานของเครื่อง CNC ในด้านของการอินเตอร์เฟส CNC เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะกล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์พอสังเขป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในขั้นตอนการรับ-ส่งข้อมูล ซึ่งผลการทดลอง และข้อมูลที่ได้มานั้นทำให้ทราบว่า เครื่อง CNC รุ่นนี้มีความจำกัดในด้านของการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมอย่างมาก ทำให้ผลของการเชื่อมต่อไม่สามารถที่จะพัฒนาความสะดวกในการใช้งานได้มากนัก ซึ่งจะทำได้เพียงการรับ-ส่งข้อมูล เช่น โปรแกรม ค่า parameter เป็นต้น เท่านั้น ซึ่งในการพัฒนาขั้นต่อไป คือ การเขียนโปรแกรม โดยที่ลักษณะของโปรแกรมนั้นควรจะมีรายละเอียดดังนี้

1) สามารถทำการ edit โปรแกรมบน Editor MENU ของโปรแกรมเองได้

2) สามารถทำการรับ-ส่งข้อมูล โดยทำเป็นฟังก์ชั่น หรือ MENU เฉพาะสำหรับการรับ-ส่งข้อมูลได้ในตัว โดยไม่ต้องอาศัยโปรแกรมประเภทการสื่อสารข้อมูลช่วย ซึ่งในการเขียนโปรแกรมนั้นขอแนะนำให้ใช้ Driver สำหรับการสื่อสารข้อมูล คือ X00 Driver ซึ่งมีการจัดคำสั่ง และฟังก์ชั่นสำคัญในการทำงานในการรับส่งข้อมูลอยู่แล้ว โดย driver ตัวนี้ทำการติดตั้งไว้ใน harddisk ของคอมพิวเตอร์แล้ว พร้อมคู่มือการใช้ในรูปของ file จุด DOC

3) อาจจะมีการเพิ่มความสามารถในด้านการแปลงภาพ drawing ให้เป็นโปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่อง CNC ได้

ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นเรื่องของการเขียนโปรแกรมเท่านั้น โดยขั้นตอนในการเชื่อมต่อและการจัดการในส่วนของเครื่อง CNC จะเป็นดังที่ใช้ในการทดลองของโครงงานนี้ แต่จะเป็นการพัฒนาเพิ่มความสามารถ ความสะดวกในด้านของการทำโปรแกรม การป้อนข้อมูลเข้าของคอมพิวเตอร์ให้สูงขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ต่อท่านอาจารย์ ทวี เทศเจริญ และ อาจารย์ ดำริห์ จันทร์แสงสุก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำการใช้เครื่อง

ขอขอบพระคุณ คุณ กิตติชัย เสริมสุวิทย์วงศ์ บริษัท CHAMPION MACHINE TOOLS (THAILAND) CO.,LTD. ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูล และรายละเอียดของข้อมูลในการทำโครงงาน

ขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ ภาควิชาเครื่องกล ที่คอยให้กำลังใจผลักดันงานจนลุล่วงสำเร็จไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. FANUC OM-MODEL A OPERATION MANUAL
2. FANUC 0 Mate series, FANUC 0 series, FANUC 00 series
MAINTENANCE MANUAL
3. ชูชัย ชนสารตั้งเจริญ และ ทินกร ดุ๊ก, การสื่อสารข้อมูล
4. บทความพิเศษ "การสื่อสารข้อมูล" วารสาร ไมโครคอมพิวเตอร์ ฉบับที่ 35

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้