สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องกลึงซีเอ็นซีสองแกน

TWO-AXES CNC TURNING MACHINE

T042484

โดย

นายสุทธิพงษ์ วชิรพงศ์

นายอาณัติกานต์ อาชวาคม

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....42484
วัน, เดือน, ปี.....24 พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชา วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องกลึงซีเอ็นซี 2 แกน

2 AXES CNC TURNING MACHINE

ผู้จัดทำ

1. นาย สุทธิพงษ์ วชิรพงศ์ รหัสประจำตัว 40010879
2. นาย อาณัติกานต์ อาชวาคม รหัสประจำตัว 40010993

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกลึงซีเอ็นซี 2 แกน

นายสุทธิพงษ์ วชิรพงศ์
นายอาณัติกานต์ อาชวาคม
อาจารย์เทพจิตร เชยโภคา อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการทำงานของเครื่องกลึงซีเอ็นซี 2 แกน โดยการคำนวณและออกแบบโครงสร้างของเครื่องกลึงซีเอ็นซี วงจรขับมอเตอร์กระแสตรงเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ของแท่นกลึง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน ซึ่งจะทำงานในรูปแบบของระบบควบคุมวงปิด และได้ทำการทดลองวาดรูปชิ้นงานเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและสร้างเครื่องกลึงที่สามารถทำการกลึงชิ้นงานจริงได้ต่อไป

Abstract

This thesis presents the study of 2-axes CNC turning machine. By calculating and designing the structure of CNC turning machine. The DC motor driving circuit is designed and fabricate for CNC turning base moving. The operation is directly controlled by microcontroller that is in close-loop control. The result of the experiment is the drawing of the object that can develop for creating 2-axes CNC turning machine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน CNC Turning	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี	3
2.1.1 พัฒนาการของเครื่องจักรกลเอ็นซี และซีเอ็นซี	3
2.1.2 เครื่องจักรกลเอ็นซี และซีเอ็นซี	5
2.1.3 ระบบควบคุมเครื่องจักรกลด้วยตัวเลข	7
2.1.4 ระบบควบคุมซีเอ็นซี (CNC Control System)	16
2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	18
2.2.1 โครงสร้างของของ MCS-51	18
2.2.2 การจัดขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	19
2.2.3 โครงสร้างหน่วยความจำ(Special Function Register)	22
2.2.4 รีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ	24
2.2.5 รีจีสเตอร์ควบคุมไทม์เมอร์ (Timer Control Register)	26
บทที่ 3 การคำนวณและการออกแบบ	28
3.1 การคำนวณโครงสร้าง	28
3.2 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	32
3.2.1 วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง	32
3.2.2 วงจรเอ็นโคดเดอร์ (Encoder)	34
3.2.3 วงจรเซเวนเซกเมนต์ (Seven Segment)	34
3.3 การออกแบบโปรแกรม	37
3.3.1 ตั้งค่าเริ่มต้น	39
3.2.2 ส่วนรับข้อมูลทางคีบอร์ด และนำมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ	40
3.3.3 ส่วนการเปรียบเทียบค่า	42
3.3.4 ส่วนการคำนวนค่าอัตราทด	44
3.3.5. ส่วนการเคลื่อนที่	44
3.3.6 การทำงานในแบบรหัสจี (G-Code)	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 49

4.1 การทดลองหาความเร็วในเคลื่อนที่พร้อมกับวาดภาพ 49

4.2 การทดลองหาค่าผิดพลาดในแต่ละแกน 49

4.3 การวัดค่าผิดพลาดที่เกิดจากแรงเฉื่อยของมอเตอร์กระแสตรง 50

4.4 การทดลองวาดภาพจริงจากแบบที่กำหนดไว้ 51

บทที่ 5 วิจารณ์และบทสรุป

5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงานและการทดลอง 55

5.2 แนวทางการแก้ปัญหาและการพัฒนา 55

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

รูปที่ 2.1 เครื่องกลึง NC แบบ 2 แนวแกน และแบบ 3 แนวแกน 6

รูปที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบของเครื่องจักรกล CNC 7

รูปที่ 2.3 แสดงเครื่องกลึง NC 8

รูปที่ 2.4 แสดงเครื่องกลึง CNC แบบ 2 แนวแกน 9

รูปที่ 2.5 การเคลื่อนที่ตัดเฉือนของเครื่องมือ 9

รูปที่ 2.6 แสดง Diagram ระบบขับป้อน 10

รูปที่ 2.7 การวัดตำแหน่งโดยตรง 11

รูปที่ 2.8 การวัดตำแหน่งโดยอ้อม 11

รูปที่ 2.9 แสดงการวัดแบบสัมบูรณ์ 12

รูปที่ 2.10 การวัดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง 13

รูปที่ 2.11 เพลางานของเครื่องกลึง 13

รูปที่ 2.12 หัวจับงานกลึง 14

รูปที่ 2.13 ชุดยันศูนย์ท้ายแท่น และแท่นประคองงานกลึง 14

รูปที่ 2.14 องค์ประกอบของเครื่องมือที่ใช้ในงานกลึง 15

รูปที่ 2.15 อินเสิร์ตแบบถอดเปลี่ยนได้รูปแบบต่างๆ 15

รูปที่ 2.16 แสดงโครงสร้างภายในของ MCS-51 19

รูปที่ 2.17 แสดงขาต่างๆของ MCS-51 20

รูปที่ 2.18 ขาของ MCS-51 ที่ใช้ต่อกับ XTAL 22

รูปที่ 2.19 แสดงตำแหน่งของหน่วยความจำทั้งแบบไบต์และแบบบิต 23

รูปที่ 2.20 แสดงรายละเอียดในรีจีสเตอร์ TMOD 26

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง

รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของเครื่องกลึงซีเอ็นซี 28

รูปที่ 3.2 แสดงชุดเฟืองทดรอบ 30

รูปที่ 3.3 การเคลื่อนที่ของแท่นกลึง 31

รูปที่ 3.4 แสดงวงจรขยายสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์สู่ส่วนขับมอเตอร์ 32

รูปที่ 3.5 แสดงวงจรขับมอเตอร์กระแสตรง 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.6 แสดงวงจรเอ็นโคดเดอร์ 34
รูปที่ 3.7 การเรียงของเซเวนเซกเมนต์ 35
รูปที่ 3.8 การเรียงตัวเลขของคีบอร์ด 35
รูปที่ 3.9 การต่อวงจรเซเวนเซกเมนต์ และคีบอร์ด 36
รูปที่ 3.10 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม 38
รูปที่ 3.11 แผนภาพการทำงานของการกำหนดจุดศูนย์ 39
รูปที่ 3.12 การทำงานของส่วนการรับข้อมูลและเก็บข้อมูล 40
รูปที่ 3.13 แผนภูมิการทำงานของโปรแกรมย่อยการรับค่าจากคีบอร์ด 41
รูปที่ 3.14 แผนการทำงานของส่วนรับข้อมูลและเรียงเก็บข้อมูล 42
รูปที่ 3.15 แผนภาพการเปรียบเทียบข้อมูล 43
รูปที่ 3.16 แสดงการคำนวณการเคลื่อนที่แบบเฉียง 46
รูปที่ 3.17 แสดงการหารจำนวนพัลส์ 47
รูปที่ 3.18 แสดงการคำนวณการเคลื่อนที่แบบเส้นโค้ง 48
รูปที่ 3.19 แสดงตัวอย่างการคำนวณการเคลื่อนที่แบบเส้นโค้ง 48
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง
รูปที่ 4.1 แสดงรูปวัตถุที่ต้องการกลึง 51
รูปที่ 4.2 แสดงการทดลองวาดรูปของชิ้นงาน 52
รูปที่ 4.3 รูปชิ้นงานที่ต้องการกลึง 52
รูปที่ 4.4 แสดงการทดลองวาดรูปของชิ้นงานในลักษณะเส้นเฉียง 53
รูปที่ 4.5 รูปชิ้นงานที่ต้องการกลึง 53
รูปที่ 4.6 แสดงการทดลองวาดรูปของชิ้นงานในลักษณะเส้นโค้ง 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องจักรกลทั่วไปกับเครื่องจักรกลเอ็นซี 4

ตารางที่ 2.2 แสดงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ 18

ตารางที่ 2.3 แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆของพอร์ท3 20

ตารางที่ 2.4 แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆใน PSW 24

ตารางที่ 2.5 แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆใน PSW 25

ตารางที่ 2.6 แสดงการเลือกโหมด Timer/Counter 26

ตารางที่ 2.7 แสดงความหมายของแต่ละบิตของรีจีสเตอร์ TCON 27

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง

ตารางที่ 3.1 แสดงสถานะของมอเตอร์ 33

ตารางที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแถวและหลักของคีบอร์ด 36

ตารางที่ 3.3 แสดงลักษณะการทำงานของ G01 45

ตารางที่ 3.4 แสดงการคำนวณการเคลื่อนที่แบบเส้นโค้ง 48

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาและระยะทางสูงสุดที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในแต่ละแกน 49

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าผิดพลาดจากการเคลื่อนที่ในแต่ละแกน 50

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองวัดค่าผิดพลาดของมอเตอร์กระแสตรง 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

ปัจจุบันวงการอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้เจริญเติบโต ไปเป็นอย่างมาก เครื่องจักรที่ มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆจากใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ต่างประเทศเข้ามาใช้อย่างกว้างขวาง ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้มีราคาค่อนข้างสูง โรงงานที่มีขนาดไม่ใหญ่มากมีเงินทุนไม่สูงมากนัก อาจไม่สามารถนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้งานได้ ดังนั้นจึงมีผู้ที่พยายามพัฒนาเทคโนโลยีให้ทัดเทียมกับต่างประเทศ ผสมผสานไปกับการลดต้นทุนเพื่อให้สามารถใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นได้อย่างแพร่หลาย

เครื่องกลึงในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อม ในปัจจุบันยังใช้คนควบคุมอยู่ ซึ่งทำให้เกิดข้อผิดพลาด ล่าช้า และผลิตได้จำนวนที่ไม่มากเพียงพอกับการเติบโตของอุตสาหกรรมด้านนี้

ในการกลึงชิ้นงานด้วยเครื่องจักรกลทั่วไป ช่างควบคุมเครื่องจะใช้มือหมุนเพื่อควบคุมแท่นจับยึดชิ้นงานเข้าหาใบมีด เพื่อกลึงให้เป็นรูปที่ต้องการ ลักษณะเช่นนี้ช่างควบคุมจะต้องคอยเฝ้าดูชิ้นงาน,ตำแหน่งและความลึกของใบมีดตลอดเวลา การทำงานช่างควบคุมจะต้องเลื่อนแท่นขึ้นลงตลอดเวลา เพื่อตรวจสอบรูปทรงของชิ้นงาน เมื่อได้รูปทรงที่ต้องการแล้ว ช่างจะหยุดหมุนมือหมุน แท่นวัตถุก็จะหยุดหมุนเคลื่อนที่ ในภาษาทางเทคนิคเรียกการควบคุมเหล่านี้ว่าการควบคุม(Control) และตำแหน่งของแท่นจับยึดชิ้นงานก็จะถูกควบคุม

นอกเหนือจากการควบคุมตำแหน่งจับยึดชิ้นงานแล้ว ช่างควบคุมยังต้องควบคุมอัตราการป้อน และความเร็วรอบของมีดกลึง ซึ่งขึ้นกับชนิดของชิ้นงาน ขนาดของชิ้นงาน ขนาดของใบมีด และลักษณะงานที่ต้องการ เพื่อให้ได้รูปร่างงานอย่างแท้จริง

เมื่อการควบคุมเกิดปัญหาและความยุ่งยากมากมายเช่นนี้ จึงมีการเปลี่ยนมาใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC) ซึ่งเป็นเครื่องจักรกลสมัยใหม่ ที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูง แต่ในขณะเดียวกันก็มีราคาสูงตามไปด้วย

ในปี ค.ศ. 1948 นักวิยาศาสตร์ขิงสถาบัน MIT (Massachusetts Institute of Technology) ได้ริเริ่มพัฒนาเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ขึ้นมา โดยได้รับการสนับสนุนจากกองทัพอากาศของสหรัฐอเมริกา

เครื่องจักรซีเอ็นซีเครื่องแรกคือ Cincinnatic Hydrotel Verical-Spindle machine และนำออกมาใช้งานในปี ค.ศ. 1957

สำหรับประเทศไทยนั้นเริ่มนำเอาเครื่องจักรเก่าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาค่อนข้างต่ำเพื่อเริ่มต้นนำมาศึกษาถึงความสามารถของเครื่องจักรนั้น เครื่องจักรส่วนใหญ่ที่นำเข้าจะเป็นเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใช้ระบบเอ็นซี ดังนั้นจึงเริ่มมีความสนใจในการประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆให้เทียบเท่ากับระบบซีเอ็นซี

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2 Axes CNC Turning Machine

1. สร้างตัวควบคุมการทำงานของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ชนิด 2 แกน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดยทำการวาดรูปขอบของชิ้นงานเพื่อดูการทำงานของตัวควบคุม
2. สามารถนำตัวควบคุมจากโครงงานไปประกอบการเรียนการสอนในเรื่องเครื่องจักรกลซีเอ็นซีได้
3. สามารถนำโปรแกรมและหลักการไปประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรกลที่มีอยู่แล้วให้ทัดเทียมกับเครื่องจักกลซีเอ็นซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.1.1 พัฒนาการของเครื่องจักรกลเอ็นซี และซีเอ็นซี

ความหมายของเครื่องจักรกลเอ็นซี และซีเอ็นซี

เอ็นซี (NC) ย่อมาจากคำว่า Numeric Control หมายถึง การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยระบบตัวเลขและตัวอักษร ซึ่งคำจำกัดความนี้ได้มาจากประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวคือ การเคลื่อนที่ต่างๆตลอดจนการทำงานอื่นๆ ของเครื่องจักรกล จะถูกควบคุมโดยรหัสคำสั่งที่ประกอบด้วยตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่นๆ ซึ่งจะถูกแปลงเป็นสัญญาณของกระแสไฟฟ้า หรือสัญญาณอื่นๆ ที่จะไปกระตุ้นมอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้เครื่องจักรกลทำงานตามขั้นตอนที่ต้องการ

ซีเอ็นซี (CNC) ซึ่งย่อมาจากคำว่า Computerize Numeric Control หมายถึง ระบบควบคุมเอ็นซีที่เพิ่มคอมพิวเตอร์เข้าไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณ ทำให้สามารถจัดการประมวลผลข้อมูล เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล

ความแตกต่างของเครื่องจักรกลเอ็นซี กับเครื่องจักรกลทั่วไป

ความแตกต่างในการใช้เครื่องจักรเอ็นซี เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจักรกลทั่วไป ก็คือ การตัดสินใจในการกำหนดขั้นตอนในการทำงานต่างๆ จะกระทำเพียงครั้งเดียว กล่าวคือจะกระทำในขั้นตอนการวางแผน และสร้างโปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องจักรกลเท่านั้น ต่อจากนั้นโปรแกรมก็จะถูกนำไปใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล สำหรับการผลิตชิ้นงานที่ต้องการ โดยสามารถทำการผลิตซ้ำกันกี่ครั้งก็ได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	รายละเอียด	เครื่องจักรกลทั่วไป	เครื่องจักรกลซีเอ็นซี
1	การป้อนโปรแกรม	ไม่มี	มี
2	การยึดจับชิ้นงาน	มือ	มือ
3	การยึดจับเครื่องมือตัด	มือ	มือ หรือชุดควบคุม
4	การตั้งจุดอ้างอิง	มือ	มือ
5	การตั้งความเร็วรอบ	มือ	ระบบควบคุม
6	การเลื่อนแท่นเลื่อน	มือหมุน	ระบบควบคุม
7	การเปรียบเทียบระยะทาง	สายตา	ระบบควบคุม
8	การตรวจสอบขนาด	เครื่องมือวัด	ใช้เวลาน้อยกว่า

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องจักรกลทั่วไปกับเครื่องจักรกลเอ็นซี

ระบบซีเอ็นซีเป็นระบบที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากระบบเอ็นซี ดังนั้นความแตกต่างระหว่างระบบเอ็นซีกับระบบซีเอ็นซี ก็จะอยู่ที่ความสามารถของระบบควบคุมนั่นคือคอมพิวเตอร์ เมื่อนำระบบซีเอ็นซีไปควบคุมเครื่องจักรกล ความสามารถในการทำงานต่างๆก็จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องเอ็นซีดังนี้

1. การแสดงภาพจำลอง (Simulation) การทำงานตามโปรแกรมที่ป้อนเข้าในระบบทางจอภาพ
2. ความจุของหน่วยความจำเพิ่มมากขึ้น สามารถเก็บข้อมูลโปรแกรมได้มาก
3. การแก้ไขและลบโปรแกรมสามารถกระทำได้ที่เครื่องจักรโดยตรง
4. สามารถส่งข้อมูลไปเก็บไว้ยังหน่วยความจำภายนอกได้
5. ระบบความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น
6. มีการชดเชยความผิดพลาด ที่เกิดจากการวัดและส่งกำลัง
7. มีโปรแกรมสำเร็จสำหรับการคำนวณต่างๆ เช่น ความเร็วรอบ อัตราป้อน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีและข้อเสียของเครื่องจักรซีเอ็นซี

ข้อดีของเครื่องจักรกล CNC เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจักรกลอัตโนมัติประเภทอื่นๆ พอจะสรุปได้ดังนี้

1. มีความยืดหยุ่นสูง การจะแก้ไขเปลี่ยนแปลงงานใหม่ ก็สามารถเพียงเปลี่ยนโปรแกรมเท่านั้น
2. ความเที่ยงตรง (Accuracy) จะอยู่ระดับเดียวกันตลอดช่วงความเร็วรอบและอัตราป้อนที่ใช้ในการผลิต
3. เวลาที่ใช้ในการผลิต (Production Time) สั้นกว่า
4. สามารถใช้ผลิตชิ้นงานที่มีความซับซ้อนได้มากกว่า
5. การปรับแต่งขึ้นงานทำได้ง่ายกว่า ใช้เวลาน้อย
6. หลีกเลี่ยงความจำเป็นที่ต้องใช้ช่างควบคุมที่มีทักษะประสบการณ์สูง
7. ช่างควบคุมเครื่องอาจมีเวลาว่างจากการควบคุมเครื่อง สามารถที่จะจัดเตรียมงานอื่นๆล่างหน้าได้
8. การตรวจสอบคุณภาพ ไม่จำเป็นต้องกระทำทุกขั้นตอนและทุกชิ้น

2.1.2 เครื่องจักรกลเอ็นซี และซีเอ็นซี

การทำงานของเครื่องจักรกลเอ็นซี

หลักการทำงานของเครื่องเอ็นซี หรือซีเอ็นซี จะคล้ายคลึงกันกับเครื่องจักรกลทั่วไป กล่าวคือโดยพื้นฐานแล้วเครื่องจักรกลเอ็นซี จะทำการผลิตชิ้นงานเหมือนกับเครื่องจักรกลทั่วไปเช่น เครื่องกลึงเอ็นซี ก็จะทำงานเหมือนกับเครื่องจักรทั่วไป เพียงแต่ว่าระบบควบคุมเอ็นซีของเครื่องจะทำงานในขั้นตอนต่างๆ แทนช่างควบคุมเครื่อง อย่างไรก็ตามก็จำเป็นต้องมีการบอกกล่าวหรือป้อนโปรแกรมเสียก่อนว่าจะให้ทำอะไร และจะต้องบอกเป็นภาษาที่ระบบควบคุมเข้าใจ นั่นคือ จะต้องป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องผ่านแป้นพิมพ์ (Key board) หรือเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) ก็ได้

เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปแล้ว ก็จะนำไปควบคุมเครื่องจักรกลให้ทำงาน แต่เนื่องจากเครื่องจักรกลจะมีการเคลื่อนที่ 2 แนวแกน ก็จะต้องมีมอเตอร์ป้อน 2 ตัว

เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมแล้ว ก็จะประมวลผลทำให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน แต่เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากระบบควบคุมมีกำลังน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

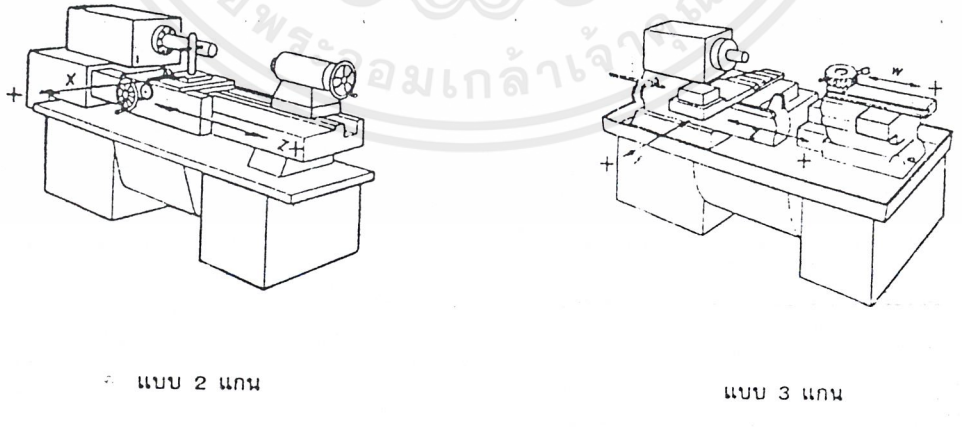
ไม่สามารถไปหมุนมอเตอร์ให้ทำงานได้ ดังนั้น จึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive Amplified) และส่งต่อไปยังมอเตอร์ของแนวแกนที่ต้องการเคลื่อนที่

ความเร็วและระยะทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน จะต้องกำหนดให้ระบบควบคุมรู้ ช่างควบคุมเครื่องอาศัยสายตามองดูตำแหน่งของคมตัดกับชิ้นงาน ก็จะรู้ว่าจะต้องเคลื่อนที่ไปอีกเป็นระทางเท่าใด แต่ระบบควบคุมซีเอ็นซีมองไม่ได้ ดังนั้น จึงต้องออก์แบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จะสามารถบอกตำแหน่งของแท่นเลื่อนกลึงได้ อุปกรณ์ชนิดนี้เรียกว่า ระบบวัดขนาด (Measuring System) ซึ่งประกอบด้วยสเกลแนวตรง (Linear Scale) มีจำนวนมากเท่ากับจำนวนแนวแกนในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระยะทางที่แท่นสื่อเคลื่อนที่กลับไปยังระบบควบคุม ทำให้รู้ว่าแท่นเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่าใดแล้ว

หลังจากการควบคุมการทำงานดังกล่าว ทำให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีสามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปทรงและขนาดที่ต้องการได้ จากลักษณะสร้างและการทำงานที่เหนือกว่าเครื่องจักรกลทั่วไปทำให้เครื่องจักรกลเอ็นซี และซีเอ็นซี เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมอัตโนมัติ และก็มีปริมาณความต้องการมากขึ้นเรื่อยๆ

เครื่องกลึงเอ็นซี (NC Latch Machines)

เครื่องกลึงเอ็นซีส่วนใหญ่จะมาแนวการเคลื่อนที่อยู่ 2 แนวแกนเท่านั้น ลักษณะการออกแบบส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องกลึง ดังแสดงในรูปข้างล่างนี้



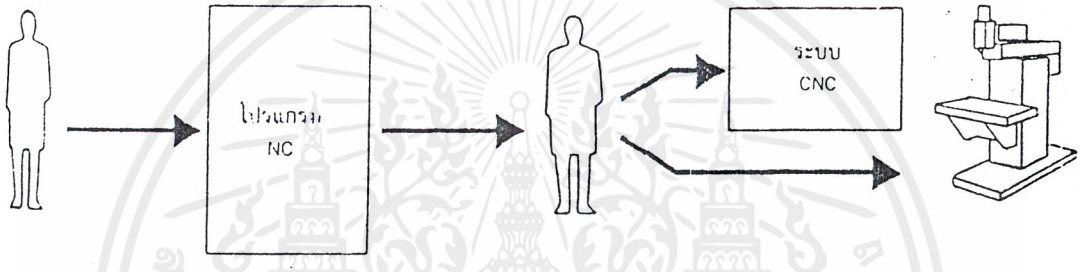
รูปที่ 2.1 เครื่องกลึง NC แบบ 2 แนวแกน และแบบ 3 แนวแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ระบบควบคุมเครื่องจักรกลด้วยตัวเลข

เครื่องจักรกลเอ็นซีจะประกอบด้วยองค์ประกอบใหญ่อยู่ 2 ส่วน คือ

1. **เครื่องจักรกล** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตัดเฉือนชิ้นงานตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไว้
2. **ระบบเอ็นซี** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมขั้นตอนการตัดเฉือนทั้งหมด



องค์ประกอบของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

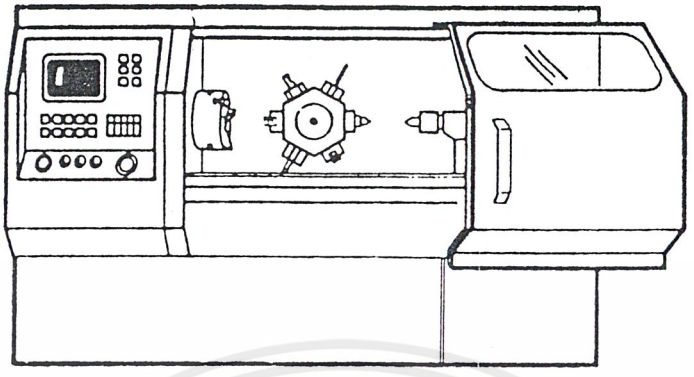
รูปที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบของเครื่องจักรกล CNC

ข้อมูลเดิมที่อธิบายรายละเอียดของขั้นตอนที่ใช้ในการเฉือนชิ้นงาน จะถูกป้อนเข้าไปในระบบควบคุมเครื่องจักรกลก่อน ในรูปแบบของโปรแกรมเอ็นซี ซึ่งถูกจัดเตรียมโดยช่างเขียนโปรแกรม ช่างควบคุมเครื่องอาจเป็นผู้ป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุม ซึ่งอาจจะป้อนด้วยมือผ่านแป้นพิมพ์โดยตรง หรือใช้กระดาษเจาะรู (Punch Tape) ก็ได้ หลังจากนั้นก็จะเดินเครื่องทดลองโปรแกรม และสังเกตภาวะการตัดเฉือนชิ้นงานในแต่ละขั้นตอน บ่อยครั้งที่ช่างควบคุมเครื่องจะต้องจัดเตรียมโปรแกรม หรือเขียนโปรแกรมด้วยตัวเอง หรือแก้ไขปรับปรุงโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพในการตัดเฉือนสูงสุด ดังนั้น จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่างควบคุมเครื่องจะต้องมีความรู้ทั้งระบบควบคุมของเครื่องจักรกล และการเขียนโปรแกรมเอ็นซีด้วย

องค์ประกอบของเครื่องจักรกลที่ควบคุมได้

องค์ประกอบหรือชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล ที่ทำหน้าที่เคลื่อนที่เข้าตัดชิ้นงานและองประกอบอื่นๆ ที่ช่วยเสริมการทำงานตัดเฉือนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จะถูกควบคุมโดยโปรแกรมด้วยวิธีการควบคุมแบบต่างๆกัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงเครื่องกลึง NC

ช่างชำนาญงานที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลเอ็นซี หรือซีเอ็นซี จะต้องมีความคุ้นเคยกับการทำงานและขีดจำกัดในการทำงานของเครื่องจักรกลนั้นเป็นอย่างดี ช่างจะใช้วิธีการทำงานแบบต่างๆ โดยการจับยึดงานเข้ากับโต๊ะงานและคาดว่าจะใช้วิธีการตัดเฉือนที่ดีที่สุดไม่ได้ ในทางตรงกันข้ามช่างต้องรู้องค์ประกอบส่วนใดของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีที่สามารถควบคุมได้ และมีวิธีการควบคุมอย่างไร องค์ประกอบของเครื่องจักรกลเอ็นซี และซีเอ็นซีที่สามารถควบคุมได้ และจะกล่าวในที่นี้ได้แก่

-แนวแกนป้อน (Feed Axes)

-การขับป้อน (Feed Drive)

-อุปกรณ์วัดขนาด (Measuring Devices)

-เพลางาน (Work Spindle)

-อุปกรณ์จับงาน (Working Holding Devices)

1) แนวแกนป้อน (Feed Axes)

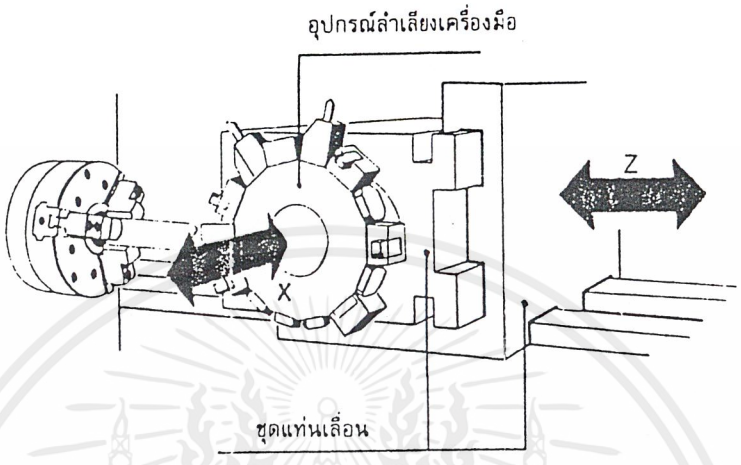
ในการกล่าวถึงเครื่องจักรกลเอ็นซีบ่อยครั้งที่เราจะได้ยินคำว่าแนวแกน (Axes) ซึ่งหมายถึงแนวแกนการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบของเครื่องจักรกล เช่น โต๊ะงาน เพลา อุปกรณ์ลำเลียงเครื่องมือ (Tool Carries) เป็นต้น

สำหรับเครื่องจักรกลทั่วไป การเคลื่อนที่ในแนวแกนต่างๆ จะเกิดจากการหมุนหรือยกป้อนอัตโนมัติ (Feed Levers)

เครื่องจักรกลซีเอ็นซีมีแนวแกนป้อนรวมกันอยู่หลายแนวแกนทำให้สามารถตัดเฉือนชิ้นงานให้เป็นรูปทรงต่างๆได้ การกำหนดแนวแกนต่างๆของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตราฐานสากลภายใต้หัวเรื่อง Coordinate Axes and Direction of Movement for Numerically Controlled Machinery ซึ่งจะกำหนดแนวแกนเหล่านี้โดยใช้ตัวอักษร X , Y และ Z ดังแสดงในรูป

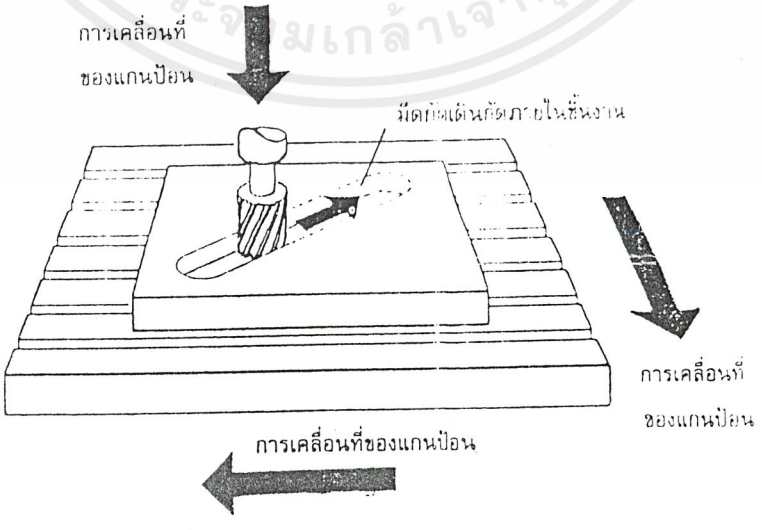


รูปที่ 2.4 แสดงเครื่องกลึง CNC แบบ 2 แนวแกน

เครื่องกลึงจะมีแนวการป้อนอยู่ 2 แนวแกน คือ แกน X และแกน Z ทั้งสองแนวแกนจะอยู่ที่ชุดแท่งเลื่อน (Compound Slide) ซึ่งมีอุปกรณ์ลำเลียงเครื่องมือ (Tool Carrier) ติดตั้งอยู่ ลักษณะนี้ทำให้สามารถกลึงชิ้นงานที่มีรูปต่างๆกันได้ตามต้องการ

2) การขับป้อน (Feed Drive)

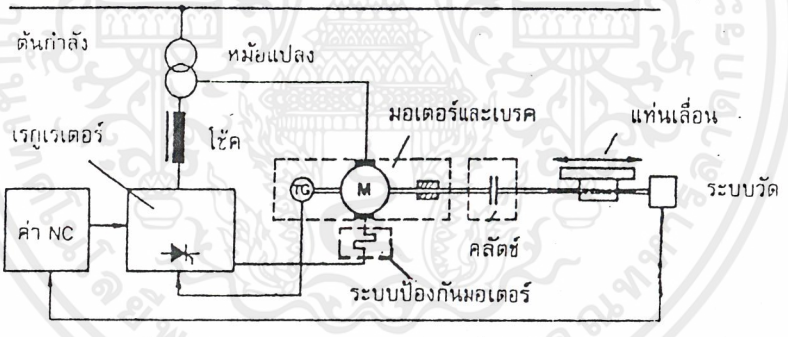
การเคลื่อนที่เรียงตามลำดับกันหรือพร้อมๆกันอย่างต่อเนื่องของแนวแกนป้อน จะทำให้เกิดการตัดเฉือนของเครื่องมือในชิ้นงาน



รูปที่ 2.5 การเคลื่อนที่ตัดเฉือนของเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขับป้อนจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแท่นเคลื่อน ในขณะตัดเฉือนแท่นเคลื่อนอาจพาให้ชิ้นงานเคลื่อนที่หรือคมตัดเคลื่อนที่ได้ ระบบขับป้อนโดยทั่วไปจะใช้มอเตอร์กระแสตรงในการหมุนขับและควบคุมการทำงาน ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอก มอเตอร์ชนิดนี้จะสามารถหมุนและเบรกให้หยุดได้ทั้ง 2 ทิศทางขณะตัดเฉือนงาน การเคลื่อนที่ป้อนจะต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและสามารถต้านแรงกระทำจากภายนอกได้ เช่น แรงตัดเฉือน เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ระบบขับป้อนจึงต้องออกแบบให้มีความแข็งแกร่งสูง การเคลื่อนที่คงที่สม่ำเสมอ สามารถตอบสนองต่ออัตราป้อนได้อย่างรวดเร็วนอกจากนี้ในการทำงาน คมตัดอาจทื่อหรือการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนอาจถูกกีดขวาง หรือเร่งอัตราป้อนให้เคลื่อนที่เร็วและหยุดโดยทันทีทันใด สาเหตุเหล่านี้ทำให้มอเตอร์รับภาระมากเกินไป (Over Loading) ซึ่งอาจทำให้มอเตอร์เสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องมีการป้องกันอุบัติเหตุเหล่านี้ โดยทั่วไปแล้วจะใช้คลัตส์แบบลูกกลิ้ง (Over Running Clutch) ร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้ระบบขับป้อนสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพก็คือ การเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบขับป้อนให้เหมาะสมกับการใช้งานของเครื่องจักร และการออกแบบวงจรควบคุมการทำงานที่มีประสิทธิภาพดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.6 แสดง Diagram ระบบขับป้อน

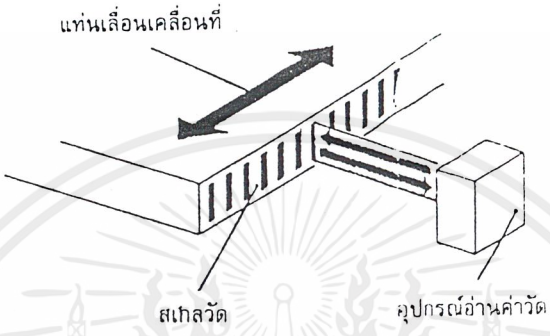
3) **ระบบวัดขนาด (Measuring System)**

การเคลื่อนที่ยังตำแหน่งต่างๆ ในแต่ละแนวแกนของแท่นเคลื่อน จะถูกส่งไปยังระบบควบคุมโดยระบบการวัดขนาด การวัดตำแหน่งของแท่งเคลื่อนสามารถที่จะวัดได้ทั้งโดยตรง (Direct Measurement) และโดยทางอ้อม (Indirect Measurement)

การวัดตำแหน่งโดยตรง วิธีนี้จะใช้สเกลวัด (Measuring Scale) ยึดติดกับแท่นเลื่อน หรือโต๊ะงานโดยตรงดังแสดงในรูป ข้อดีของวิธีวัดแบบนี้คือ ความไม่เที่ยงตรงของสกรูนำเลื่อน (Lead screw) ระบบขับจะไม่มีผลกระทบต่อค่าที่อ่านได้ อุปกรณ์อ่านค่าวัด (Measuring

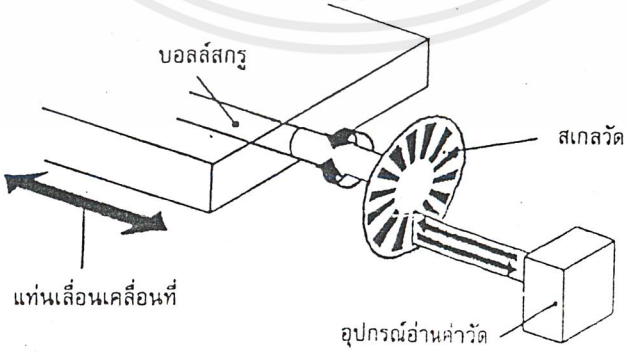
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

value resolver) จะอ่านข้อมูลในการวัดจากขีดสเกลวัด (Measuring scale grid) และแปลงข้อมูลนี้เป็นสัญญาณไฟฟ้า และส่งกลับไปยังระบบควบคุม



รูปที่ 2.7 การวัดตำแหน่งโดยตรง

การวัดตำแหน่งโดยอ้อม การเคลื่อนที่ของแท่นจะได้รับกำลังขับมาจากการหมุนของบอลสกรู อุปกรณ์เปลี่ยนวัดค่า (Resolver) จะบันทึกการเคลื่อนที่หมุนของแผ่นจานสัญญาณ (Pulse Disk) ที่ต่ออยู่กับบอลสกรู และส่งต่อไปยังระบบควบคุมของเครื่อง ระบบควบคุมก็จะใช้สัญญาณที่ได้รับนี้ไปคำนวณหาระยะทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจากสัญญาณการหมุน (Rotation Pulses) ของจานแผ่นสัญญาณ ดังแสดงในรูป



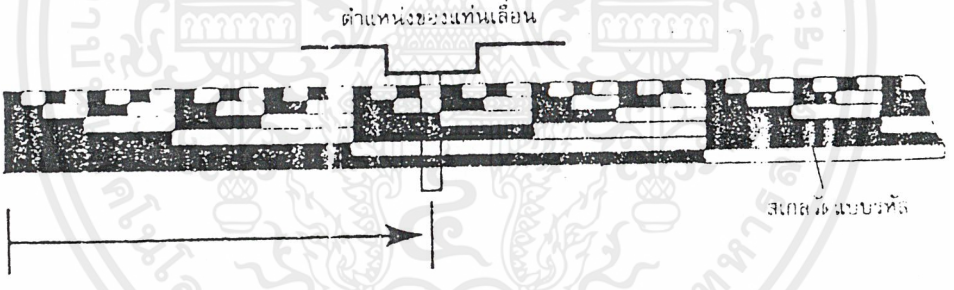
รูปที่ 2.8 การวัดตำแหน่งโดยอ้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการวัดตำแหน่งทางตรงและทางอ้อมแล้ว ในระบบการวัดขนาดของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีที่ต้องการให้การวัดตำแหน่งมีความเที่ยงตรงตลอดแนวการป้อน จะต้องต่อระบบขับป้อนเข้ากับอุปกรณ์ที่เหมาะสม อุปกรณ์วัดโดยทั่วไปจะประกอบด้วยสเกลกับอุปกรณ์อ่านค่าที่สามารถอ่านสเกลได้ สเกลที่ใช้ในอุปกรณ์วัดมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ การวัดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ กับการวัดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง หรือแบบลูกโซ่ ซึ่งมีความแตกต่างกันดังรายละเอียดต่อไปนี้

การวัดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ หมายความว่า ค่าตำแหน่งต่างๆที่สามารถวัดได้ตลอดเวลา และเป็นอิสระจากสถานะของเครื่อง และระบบควบคุม ทั้งนี้เพราะค่าต่างๆ เหล่านี้จะวัดอ้างอิงจากจุดศูนย์ (Fixed Zero Datum) เสมอ

การวัดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ ดังแสดงในรูปถัดไป จะใช้สเกลวัดแบบรหัส (Coded Measuring Scale) ซึ่งจะได้ตำแหน่งที่ถูกต้องของแท่นเลื่อนตลอดเวลา โดยจุดอ้างอิงจากตำแหน่งจุดศูนย์ของเครื่อง (Machine Zero Point) ซึ่งเป็นตำแหน่งศูนย์ที่มีจุดอ้างอิงที่แน่นอนและถาวรของเครื่องจักรซีเอ็นซี



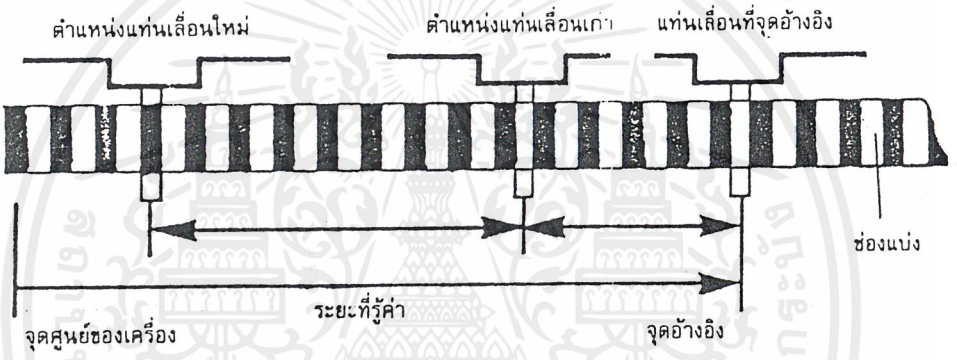
รูปที่ 2.9 แสดงการวัดแบบสัมบูรณ์

ข้อสำคัญในการวัดตำแหน่งแบบนี้ก็คือ ความยาวของช่วงอ่านวัดค่าของสเกลต้องยาวกว่าระยะเลื่อนทำงานของแท่นเลื่อนเพื่อให้ระบบควบคุมของเครื่องสามารถอ่านค่าวัดได้ทุกตำแหน่งสเกลนี้จะรหัสเป็นตัวเลขฐานสอง (Binary System)

การวัดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง คำว่าต่อเนื่อง (Incremental) แปลว่า ระยะเลื่อนสั้นๆ ตามความยาวที่กำหนด ดังนั้นในการวัดตำแหน่งอาจจะเป็นการเพิ่มหรือลดขนาดตามความยาวในการเคลื่อนที่ที่วัดอยู่ก็ได้ ในระหว่างการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนระบบควบคุมจะทำการวัดนับจำนวนส่วนแบ่ง (Division) ที่ตำแหน่งใหม่แตกต่างจากตำแหน่งก่อนหน้านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

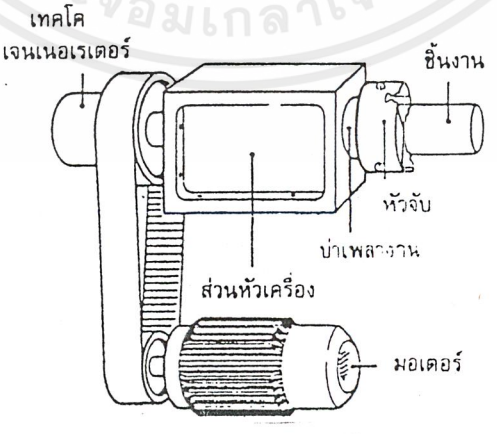
วิธีวัดตำแหน่งแบบต่อเนื่องที่แสดงในรูปต่อไปนี้ สเกลวัดจะแบ่งเป็นช่อง (Grid) แบบง่ายๆ โดยที่แต่ละช่องจะมีพื้นที่ส่วนสว่างและมืดสลับกันไป เมื่อแท่นเคลื่อนที่ ช่องนี้ก็จะวิ่งผ่านอุปกรณ์วัด (Resolver) ซึ่งจะทำหน้าที่นับจำนวนช่องพื้นที่สว่างและมืด จากนั้นก็จะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังระบบควบคุมของเครื่อง ระบบควบคุมก็จะนำสัญญาณนี้มาคำนวณหาตำแหน่งสุดท้ายของแท่นเลื่อนที่แตกต่างจากตำแหน่งก่อนหน้านี้ ในทางปฏิบัติที่ต้องการให้วิธีการวัดแบบนี้ทำงานได้ถูกต้อง เมื่อเริ่มเปิดสวิตระบบควบคุมของเครื่องควรจะเลื่อนไปยังจุดที่ทราบค่าระยะห่างจากจุดศูนย์ของเครื่อง จุดนี้เรียกว่าจุดอ้างอิง (Reference Point) หลังจากที่แท่นเลื่อนในแนวแกนต่างๆได้เลื่อนไปยังจุดอ้างอิงแล้ว อุปกรณ์วัดค่าก็จะสามารถทำหน้าที่วัดตำแหน่งช่องสเกลได้



รูปที่ 2.10 การวัดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง

4) เพลางาน (Work Spindle)

เพลางานเป็นชิ้นส่วน หรือองค์ประกอบของเครื่องจักรกลที่มีความสำคัญมาก มีหน้าที่ในการทำงาน คือจะทำหน้าที่ขับพาเครื่องมือ เช่น มีดกลึง ดอกสว่าน เป็นต้น



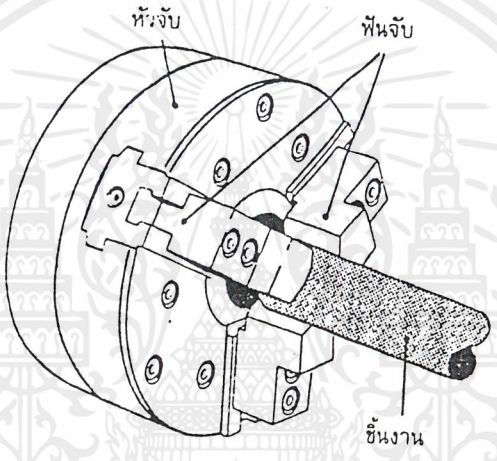
รูปที่ 2.11 เพลางานของเครื่องกลึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

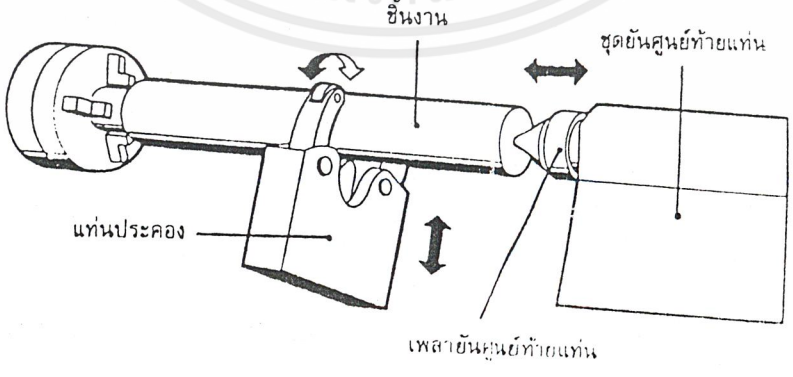
5) อุปกรณ์จับชิ้นงาน (Workpiece holding device)

อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานจะจัดเตรียมไว้สำหรับยึดชิ้นงานเข้ากับเพลาในงานกลึง (Latch) สามารถเลือกใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานต่างๆกันได้หลายชนิด เช่น

- หัวจับแบบ 2 , 3 หรือ 4 ฟันจับ
- หน้าจานจับ สำหรับจับยึดชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตร
- ยันศูนย์สำหรับเพลางาน และเพลาของชุดยันศูนย์ท้ายแท่น
- แท่นประคอง



รูปที่ 2.12 หัวจับงานกลึง



รูปที่ 2.13 ชุดยันศูนย์ท้ายแท่น และแท่นประคองงานกลึง

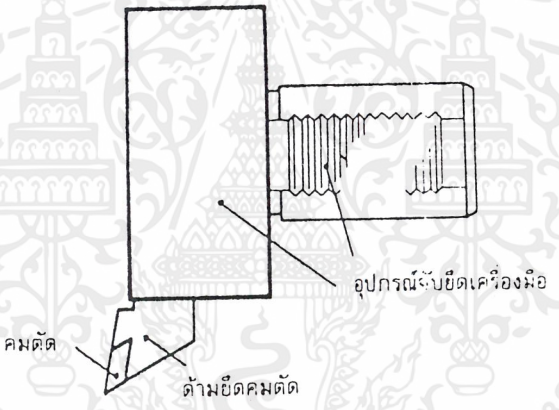
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) เครื่องมือ (Tools)

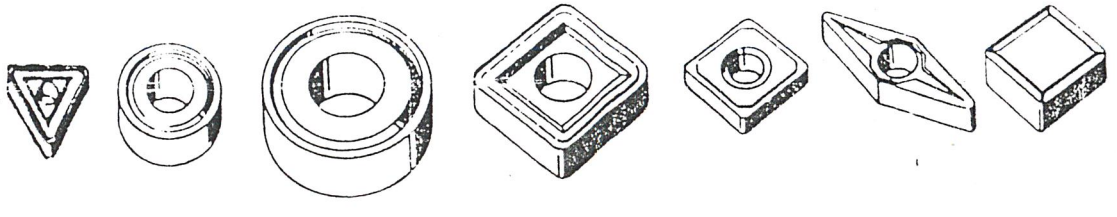
การทำงานของเครื่องจักรกลโดยทั่วไปจะต้องทำงานควบคู่กับเครื่องมือ (Tools) ซึ่งได้แก่ มีดกลึง ดอกสว่าน เป็นต้น เครื่องมือที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง และเป็นการช่วยเสริมการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีให้สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพสูงสุด

องค์ประกอบของเครื่องมือที่สมบูรณ์สำหรับเครื่องมือซีเอ็นซี ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือ (Tool Holders)
- ด้ามยึดตัดคม (Tool Tip Carrier)
- คมตัด (Insert)



รูปที่ 2.14 องค์ประกอบของเครื่องมือที่ใช้ในงานกลึง



รูปที่ 2.15 อินเสิร์ตแบบถอดเปลี่ยนได้รูปแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ระบบควบคุมซีเอ็นซี (CNC Control System)

ชนิดของการควบคุม

ลักษณะการควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนต่างๆในเครื่องจักรกลเอ็นซี· และซีเอ็นซี จะมีการเคลื่อนที่อยู่ 2 ลักษณะคือ

การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear Interpolation หรือ Straight Line Interpolation) การเคลื่อนที่นี้ ระบบซีเอ็นซีจะคำนวณหาตำแหน่งต่างๆที่ต่อๆกันเป็นลูกโซ่ในแนวเส้นตรงระหว่างตำแหน่งของเครื่องมือ 2 ตำแหน่ง ในขณะที่เครื่องมือเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งนั้น ระบบควบคุมซีเอ็นซีจะตรวจสอบและแก้ไขแนวแกนในการเคลื่อนที่ให้ถูกต้องอยู่ตลอดเวลา ทำให้การเคลื่อนที่ของเครื่องมือไม่ผิดพลาด หรือคลาดเคลื่อนออกจากจุดต่อของเส้นตรงมากกว่าค่าพิกัดความเผื่อของเครื่องที่กำหนดไว้

การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง (Circular Interpolation) ระบบควบคุมซีเอ็นซี จะคำนวณหาค่าตำแหน่งต่างๆเป็นเส้นโค้งตามรัศมีที่กำหนด ระหว่างตำแหน่งของเครื่องมือที่กำหนดไว้ 2 ตำแหน่ง ระบบควบคุมจะอาศัยจุดเหล่านี้ในการตรวจสอบ และแก้ไขแนวการเคลื่อนที่ให้ถูกต้องและอยู่ภายในพิกัดความเผื่อของเครื่องจักรกลที่กำหนด

ในระบบควบคุมซีเอ็นซีจะแบ่งการควบคุมการเคลื่อนที่ทั้งสองลักษณะตามลักษณะการเคลื่อนที่ป้อนออกเป็น 3 ชนิดคือ

1) **การควบคุมจุดต่อจุด (Point to Point Control)** การควบคุมแบบนี้ จะควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือระหว่างจุดสองจุดที่โปรแกรมไว้ในลักษณะการเคลื่อนที่เร็ว (Rapid Traverse) โดยที่เครื่องมือจะต้องไม่สัมผัสชิ้นงาน

แนวแกนในการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับชนิดของระบบควบคุม กล่าวคือมอเตอร์ขับของระบบป้อน อาจจะเริ่มทำงานหลายๆแนวแกนหร้อมๆกัน หรือทำงานทีละแนวแกน จนกว่าจะเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งของเครื่องมือที่โปรแกรมไว้ ทำให้ไม่สามารถควบคุมทางเดินของเครื่องมือ (Tool Path) ได้ การควบคุมแบบจุดต่อจุดมักจะใช้กับเครื่องเจาะ (Drilling Machine) เครื่องเชื่อมจุด (Spot Machine) เป็นต้น

2) **การควบคุมการตัดเฉือนแนวตรง (Straight-Cut Control)** การควบคุมชนิดนี้นอกจากจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือแบบเคลื่อนที่ได้เร็วแล้ว ยังสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือในแนวแกนขนานกันแนวแกนของเครื่องจักรกลตามค่าอัตราป้อนที่ต้องการได้อีกด้วย แต่จะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้ครั้งละ 1 แนวแกนเท่านั้น การเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ของเครื่องมืออาจจะถูกควบคุมด้วยอัตราป้อน และความยาวในการเคลื่อนที่ ระบบการควบคุมการตัดเฉือนแนวเส้นตรงชนิดนี้จะใช้กับเครื่องกัดและเครื่องกลึงแบบง่าย

3) **การควบคุมดามเส้นกรอบรูป (Contouring Control)** การควบคุมแบบนี้สามารถจะควบคุมการเคลื่อนที่ทำงานได้ดังนี้

- ควบคุมเครื่องมือให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการแบบเคลื่อนที่เร็วได้
- ควบคุมเครื่องมือให้เคลื่อนที่ขนานไปกับแนวแกนไปยังตำแหน่งที่ต้องการตามค่าอัตราที่ป้อนได้
- ควบคุมเครื่องมือให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆบนชิ้นงานที่กำหนดในแนวเส้นตรงและเส้นโค้งตามค่าอัตราป้อนได้

การควบคุมหน้าที่การทำงานของเครื่องจักรกล (Control of Machine Function) ระบบควบคุมซีเอ็นซีนอกจากจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตามรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นงานแล้ว ยังสามารถควบคุมหน้าที่การทำงานอื่นๆที่ช่วยเสริมการทำงานตัดเฉือนของเครื่องจักรกลให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานนั้นได้อีกด้วย จำนวนหน้าที่การทำงานและวิธีการควบคุมจะไม่ขึ้นอยู่กับตัวเครื่องจักรกลเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับชนิดของระบบควบคุมอีกด้วย

เครื่องจักรกลซีเอ็นซีที่สามารถใช้ระบบควบคุมสั่งการทำงานในหน้าที่ต่างๆได้ยิ่งมากเท่าใดก็จะเป็นระบบที่มีความเหมาะสมสำหรับการควบคุมแบบอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42484

2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.2.1 โครงสร้างของของ MCS-51

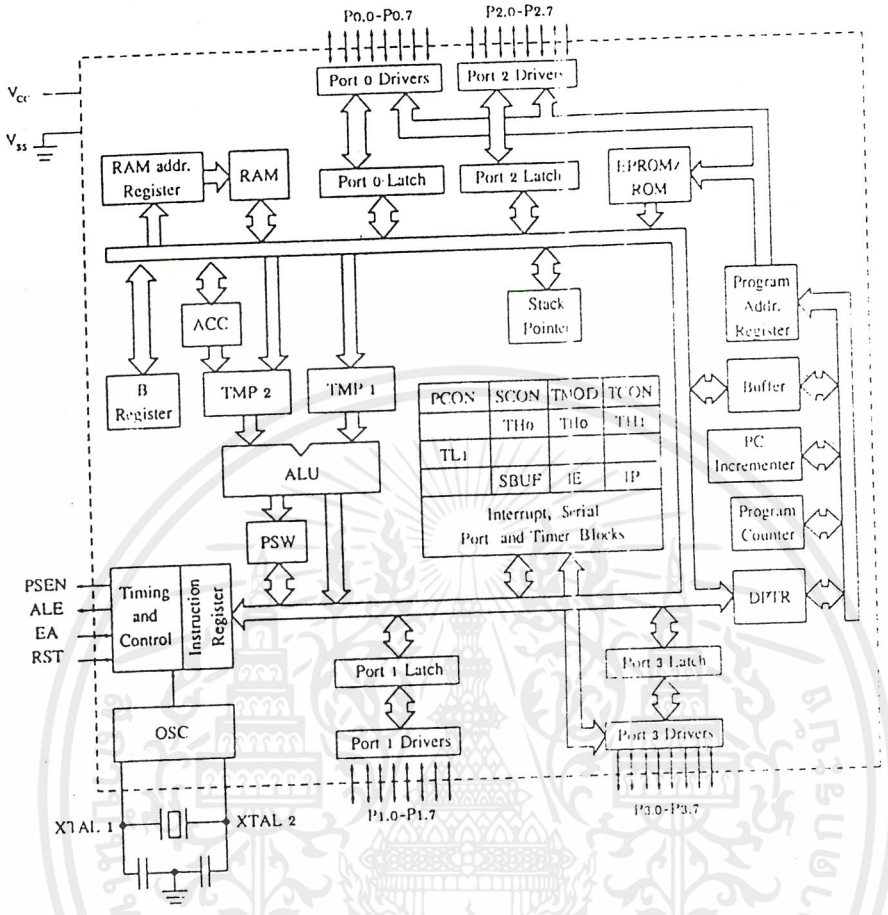
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นกับโครงสร้างภายในของมัน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบ ROM บางเบอร์เป็นแบบ EPROM บางเบอร์มี RAM ภายในไบต์ บางเบอร์มี 256 ไบต์ เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดจะศึกษาได้จากคู่มือได้โดยตรง และลักษณะของขาต่างๆจะเหมือนกัน คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51 มีดังนี้

- มีหน่วยความจำ ROM 4K ไบต์
- มีหน่วยความจำ RAM 128 ไบต์
- มีพอร์ท I/O ขนาด 8 บิต 4 พอร์ท
- มี Timer 16 บิต 2 ตัว
- สามารถอินเทอร์รัพท์ได้ 5 แหล่ง
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรนาฬิกาบนชิพ
- มีพอร์ทอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ความเร็วสูง
- อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64K
- อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64K
- สามารถประมวลผลทีละบิตได้
- สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้
- หนึ่งไซเคิลคำสั่งกินเวลาประมาณ 1 ไมโครวินาที(ทำงานด้วย Clock 12 MHz)

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมบนชิพ	หน่วยความจำข้อมูลบนชิพ	TIMER
8051	4K ROM	128 ไบต์	2
8031	-	128 ไบต์	2
8751	4K EPROM	128 ไบต์	2
8052	8K ROM	256 ไบต์	3
8032	-	256 ไบต์	3
8752	8K EPROM	256 ไบต์	3

ตารางที่ 2.2 แสดงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงโครงสร้างภายในของ MCS-51

2.2.2 การจัดขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 โครงสร้างมีขาทั้งหมด 40 ขา โดยขาต่างๆ จะใช้เป็นขาพอร์ท อินพุท, เอาท์พุท, ขาสัญญาณควบคุม, ขาตำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูล ความหมายของขาต่างๆ มีดังนี้

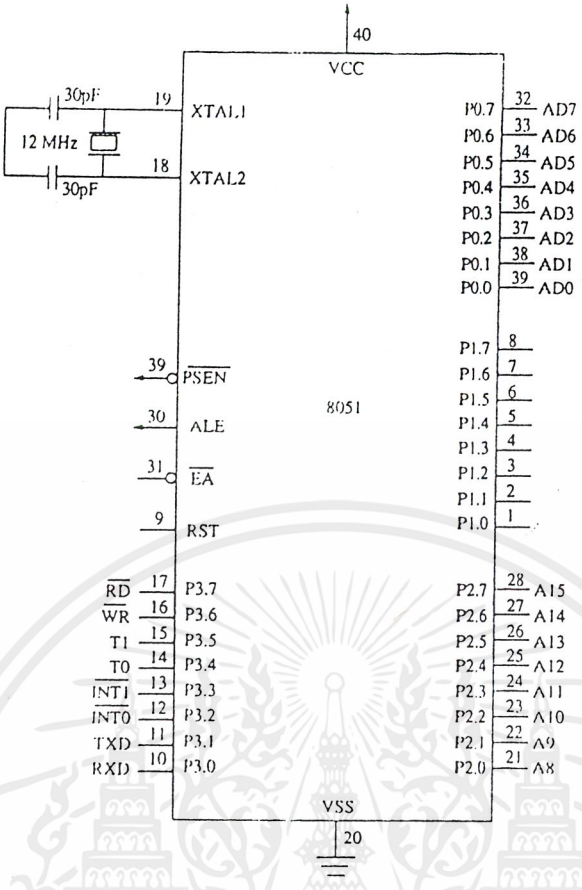
พอร์ท 0 ได้แก่ขาที่ 32-39 ของ MCS-51 สามารถใช้เป็นใช้เป็นอินพุทเอาท์พุทได้นอกจากนี้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกยังใช้เป็นขา Address Bus และ Data Bus อีกด้วย

พอร์ท 1 ได้แก่ขาที่ 1-8 เป็นพอร์ท 8 บิต สามารถอ้างทีละบิตได้ คือ P1.0, P1.1,...etc

พอร์ท 2 ได้แก่ขาที่ 21-28 จะใช้งาน 2 หน้าที่ คือใช้เป็นพอร์ท 8 บิต กับใช้เป็นขาแอดเดรส 8 บิต ในการอ้างหน่วยความจำภายนอก

พอร์ท 3 ได้แก่ขาที่ 10-17 จะใช้งาน 2 หน้าที่คือ เป็นพอร์ทอินพุทและเอาท์พุท และยังใช้เป็นขาควบคุมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดงขาต่างๆของ MCS-51

บิต	ชื่อ	หน้าที่พิเศษ
P1.0	RXD	ใช้รับข้อมูลทางพอร์ทอนุกรม
P3.1	TXD	ใช้ส่งข้อมูลทางพอร์ทอนุกรม
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$	อินเทอร์รัพท์ภายนอกหมายเลข 0
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$	อินเทอร์รัพท์ภายนอกหมายเลข 1
P3.4	T0	ตัวจับเวลา / ตัวนับ ตัวที่0
P3.5	T1	ตัวจับเวลา / ตัวนับ ตัวที่1
P3.6	$\overline{\text{WR}}$	สัญญาณเขียนข้อมูลหน่วยความจำภายนอก
P3.7	$\overline{\text{RD}}$	สัญญาณอ่านข้อมูลหน่วยความจำภายนอก

ตารางที่ 2.3 แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆของพอร์ท3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\overline{\text{PSEN}}$ (Programmable Store Enable) เป็นขาที่ส่งสัญญาณออก เป็นขาที่ 29 ขานี้จะแอคทีฟเมื่อ MCS-51 ต้องการอ่านโปรแกรมภายนอก โดยปกติหน่วยความจำภายนอกเป็น EPROM ขา $\overline{\text{PSEN}}$ จะต่อกับขา Output Enable ของ EPROM

ALE (Address Latch Enable) เนื่องจากพอร์ท 0 สามารถใช้เป็นขาอ้างตำแหน่ง และขาข้อมูล MCS-51 จะมีขา ALE ได้แก่ขา 30 ขานี้จะใช้ Multiplex สัญญาณ Address Bus ของพอร์ท 0 ในการใช้งานระบบ MCS-51 นั้นจะต้องมีอุปกรณ์มาต่อกับพอร์ท0 ที่ทำหน้าที่ Latch สัญญาณ Address Bus เมื่อ MCS-51 ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก MCS-51 จะส่งสัญญาณ Address Bus ออกมาทาง พอร์ท 0 จากนั้นจะส่งสัญญาณ ALE มา Latch อุปกรณ์ภายนอก ให้เก็บค่า Address Bus ของ พอร์ท 0 ไว้เพื่อใช้ พอร์ท 0 เป็น Data Bus ต่อไป

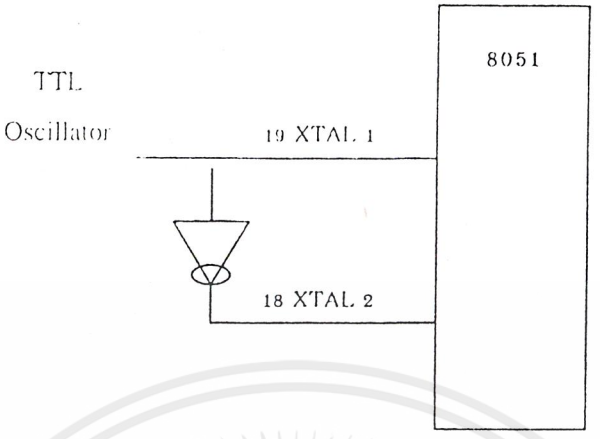
$\overline{\text{EA}}$ (External Access) ได้แก่ขาที่ 31 ถ้าขานี้เป็นลอจิก "1" จะใช้กับเบอร์ 8051/8052 เพื่อบอกว่าให้โปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายใน แต่ถ้าเป็นลอจิก "0" จะบอกว่าให้ MCS-51 ทำโปรแกรมโดยอ่านจากหน่วยความจำภายนอก ถ้าหากเป็นเบอร์ 8031/8032 ขา $\overline{\text{EA}}$ จะเป็น "0" เสมอ เพราะว่าไม่มีโปรแกรมในหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าใช้เบอร์ 8051/8052 ซึ่งมีหน่วยความจำโปรแกรมภายในและให้ขา $\overline{\text{EA}}$ เป็น "0"ซึ่งจะ Disable ROM ภายในและจะอ่านโปรแกรมจาก EPROM แทน

RST (Reset) ขา RST ได้แก่ขาที่ 9 จะใช้ในการรีเซต MCS-51 โดยจะให้ขานี้ลอจิกเป็น "1" อย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล จึงจะรีเซตระบบได้

การต่อกับแหล่งจ่ายไฟ ใน MCS-51 จะใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 V ต่อเข้ากับขา Vcc ขา 40 ส่วนขา Vss ขา 20 จะต่อลง Ground

ความถี่สัญญาณนาฬิกาบนชิพ เป็นวงจร Oscillator บนชิพ ได้แก่ขา 18-19 โดยต่อ Crystal เข้ากับขานี้ โดยปกติมักใช้ Crystal ความถี่ 12 MHz กับตัวเก็บประจุหรืออาจจะใช้สัญญาณนาฬิกาจาก TTL Clock Source ต่อกับ XTAL1 และ XTAL2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 ขาของ MCS-51 ที่ใช้ต่อกับ XTAL

2.2.3 โครงสร้างหน่วยความจำ

หน่วยความจำสำหรับ MCS-51 จะมี 2 ชนิดคือ หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรม (ROM) กับหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลในการประมวลผล (RAM) MCS-51 บางเบอร์เช่น 8051,8052 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมภายในชิพ ส่วนเบอร์ 8031,8032 จะไม่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในชิพ และ MCS-51 ทุกเบอร์สามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้มากที่สุด 64K และอ้างข้อมูลจากภายนอกได้มากที่สุด 64K สำหรับหน่วยความจำข้อมูลภายใน จะประกอบไปด้วยพื้นที่ใช้งานทั่วไป, รีจีสเตอร์แบงค์, พื้นที่ใช้งานระดับบิต และรีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Register)

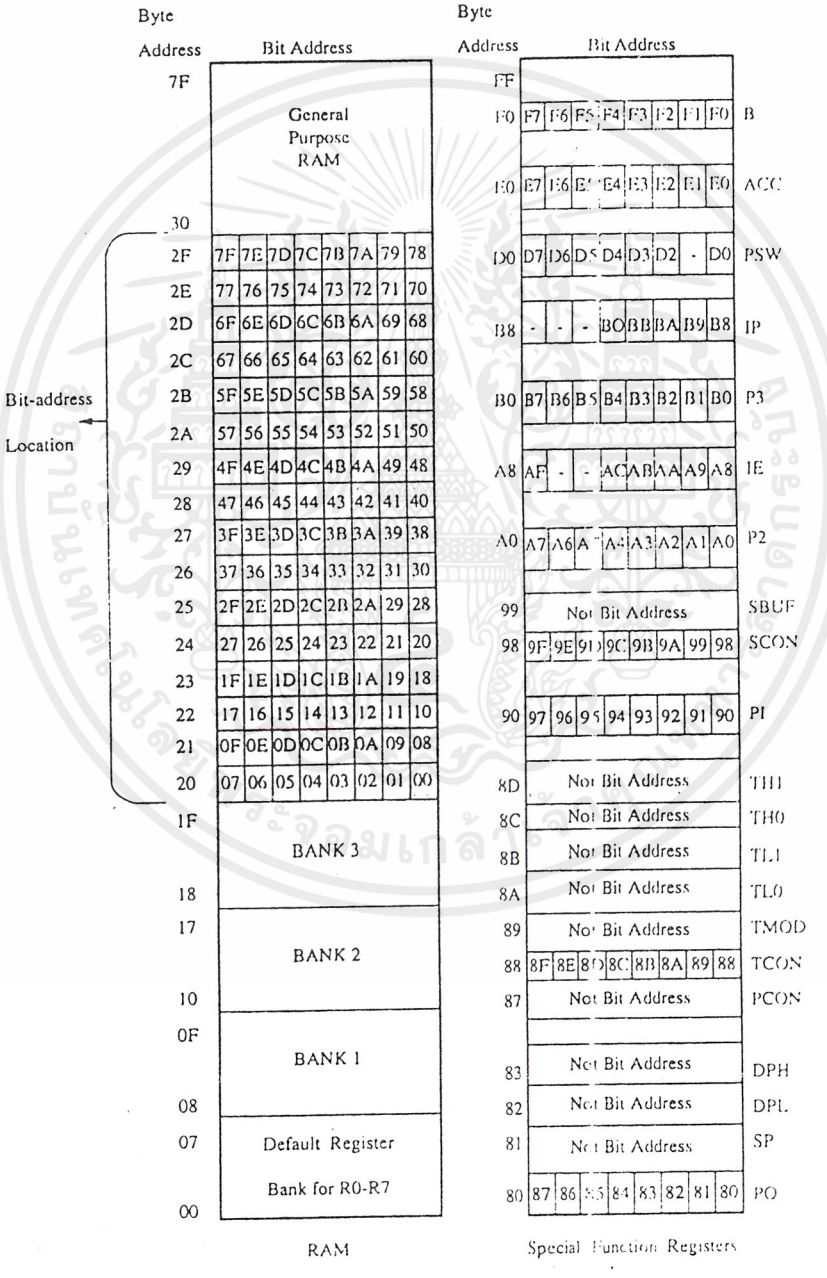
ใน 8031 จะมีหน่วยความจำภายในตั้งแต่ตำแหน่ง 00H ถึง FFH และสามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64K ตำแหน่ง ถ้าอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมขา $\overline{\text{PSEN}}$ จะแอคทีฟ นอกจากนี้ 8031 สามารถอ้างหน้วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64K ตำแหน่ง โดยการติดต่อกับหน่วยความจำนี้ขา $\overline{\text{RD}}$ และขา $\overline{\text{WR}}$ จะแอคทีฟ สำหรับหน่วยความจำข้อมูลภายในนั้นจะแบ่งได้ดังนี้

- ชุดรีจีสเตอร์ 4 ชุดแต่ละชุดเรียกว่ารีจีสเตอร์แบงค์ ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 1FH โดยแต่ละชุดประกอบด้วยรีจีสเตอร์ R0-R7
- หน่วยความจำที่สามารถเข้าถึงระดับบิตได้ ตำแหน่ง 20H-2FH
- หน่วยความจำใช้งานทั่วไปตำแหน่ง 30H-7FH
- รีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษตำแหน่ง 80H-FFH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขตำแหน่งด้านนอก) หรือการอ้างไปที่ตำแหน่งของบิต (เขียนหมายเลขตำแหน่งด้านใน) โดยตำแหน่งของหน่วยความจำที่อ้างเป็นแบบบิตได้จะมีตำแหน่งตำแหน่งบิตที่แน่นอน

จากรูปที่ 2.19 จะเห็นว่าใน 8031 จะมีหน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป จำนวน 80 ไบต์ตั้งแต่ตำแหน่ง 30H-7FH ตำแหน่งเหล่านี้สามารถอ้างอิงแบบโดยตรง (Direct Addressing Mode) หรือแบบโดยอ้อม (Indirect Addressing Mode) ได้



รูปที่ 2.19 แสดงตำแหน่งของหน่วยความจำทั้งแบบไบต์และแบบบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 รีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ(Special Function Register : SFR)

ใน MCS-51 รีจีสเตอร์จะใช้หน่วยความจำข้อมูลภายในชิพ โดยส่วนหนึ่งเป็น รีจีสเตอร์พิเศษ ซึ่งมีทั้งหมด 21 ตัว โดยรีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษต่างๆ จะเริ่มที่หน่วยความจำตั้งแต่ 80H-FFH ซึ่งมีทั้งหมด 128 ตำแหน่ง แต่จะเป็นรีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษเพียง 21 ตำแหน่ง แต่ถ้าเป็นเบอร์ 8032 จะมีรีจีสเตอร์พิเศษ 26 ตัว

1. โปรแกรมสเตตัสเวิร์ด(Program Status Word)

เรียกรีจีสเตอร์นี้ย่อๆว่า PSW จะอยู่ที่ตำแหน่ง D0H ซึ่งสามารถเข้าข้อมูลระดับบิตได้โดยรีจีสเตอร์นี้จะเป็นตัวบอกสภาวะต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์

CY	AC	F0	RS1	RS2	OV	-	P

ตารางที่ 2.4 แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆใน PSW

แฟลกตัวทด Carry Flag (CY) บิตนี้เป็นบิตที่ 7 ของ PSW บิตนี้จะมีความสำคัญหากมีการกระทำทางคณิตศาสตร์โดยบิตนี้จะเซต เมื่อเกิดการทดของบิตที่ 7 ขณะทำการบวกเลข หรือเซตเมื่อเกิดการยืมบิตที่ 7 เมื่อเกิดการลบเลข

แฟลกตัวช่วยทด Auxiliary Carry Flag (AC) เมื่อมีการบวกแบบ Binary-Code-Decimal (BCD) บิต AC หรือบิตตัวช่วยทดจะถูกเซต เมื่อมีการทดจากบิตที่ 3 ไปบิตที่ 4

แฟลกศูนย์ Flag 0 (F0) ผู้ใช้สามารถใช้งานทั่วไปได้

บิตเลือกรีจีสเตอร์แบงค์ Register Bank Select Bits MCS-51 จะมีรีจีสเตอร์อยู่ 4 ชุด ถ้าจะเลือกให้ชุดใดแอคทีฟจะกำหนดได้ในบิต RS1 และ RS2 ของ PSW และจะเคลียร์ตัวเองเมื่อระบบถูกรีเซต

แฟลกโอเวอร์โฟลว์ Overflow Flag (OV) แฟลก OV จะถูกเซตหลังจากการกระทำทางคณิตศาสตร์แล้วเกิดโอเวอร์โฟลว์ คือ จำนวนที่เกิดการบวกการลบ มีค่าเกินกว่าที่จำนวนไบต์จะเป็นไปได้คือ มากกว่า +128 หรือน้อยกว่า –128

บิตพาริตี้ Parity Bit (P) เป็นบิตที่บอกค่าพาริตี้ของรีจีสเตอร์ Accumulator ซึ่งอาจเป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ โดยจะเซตหรือเคลียร์ขึ้นกับผลที่เกิดขึ้นกับแอคคิวมิวเลเตอร์ (Accumulator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	ชื่อบิต	ตำแหน่ง	ความหมาย
PSW.7	CY	D7H	Carry Flag
PSW.6	AC	D6H	Auxiliary Carry Flag
PSW.5	F0	D5H	Flag 0
PSW.4	RS1	D4H	บิตสำหรับเลือกรีจีสเตอร์แบงค์ 1
PSW.3	RS0	D3H	บิตสำหรับเลือกรีจีสเตอร์แบงค์ 0
			00 = Bank 0; Address 00H-07H 01 = Bank 1; Address 08H-0FH 10 = Bank 2; Address 10H-17H 11 = Bank 3; Address 18H-1FH
PSW.2	OV	D2H	Overflow Flag
PSW.1	-	D1H	Reserved
PSW.0	P	D0H	Even Parity Flag

ตารางที่ 2.5 แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆใน PSW

2. ตัวชี้สแตค (Stack Pointer)

Stack Pointer (SP) เป็นรีจีสเตอร์ขนาด 8 บิตอยู่ที่ตำแหน่ง 81H การเขียนค่าเข้าไปตำแหน่งที่ SP อยู่นี้เรียกว่า "Pushing" สำหรับการอ่านค่าที่ SP ชี้อยู่นี้เรียกว่า "Popping" ค่าของ SP จะเพิ่มขึ้นหนึ่งก่อนที่จะเขียนข้อมูลลงไป และจะลดลงหนึ่งเมื่ออ่านข้อมูลออกมาแล้ว หากโปรแกรมทำคำสั่ง Call จะใช้รีจีสเตอร์ตำแหน่งนี้เก็บค่าตำแหน่งเดิมของโปรแกรมก่อนที่จะทำโปรแกรมย่อยและเมื่อทำโปรแกรมย่อยเสร็จจะคืนค่าในสแตคให้ตามเดิม

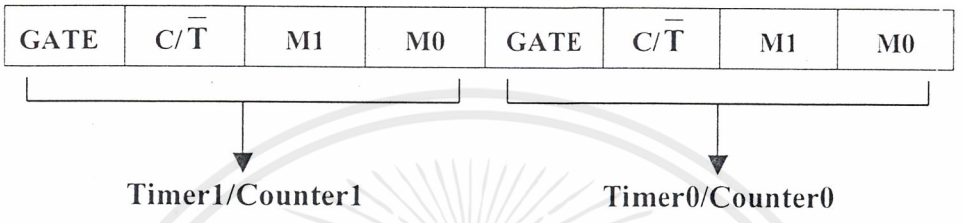
3. รีจีสเตอร์ Data Pointer (DPTR)

รีจีสเตอร์นี้ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งรหัสโปรแกรมหรือข้อมูลในหน่วยความจำ โดยรีจีสเตอร์ขนาดที่มีขนาด 16บิต ซึ่งประกอบไปด้วยรีจีสเตอร์ 2 ตัว คือ DPL ตำแหน่งที่ 82H โดยจะเก็บค่า 8 บิตต่ำ และ DPH ตำแหน่งที่ 83H โดยจะเก็บค่า 8 บิตสูง รีจีสเตอร์ทั้ง 2 ตัวนี้รวมกันกลายเป็นรีจีสเตอร์ขนาด 16 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Timer/Counter Mode Control Register (TMOD)

เป็นรีจีสเตอร์อยู่ที่ตำแหน่ง 89H ที่ใช้เลือกโหมดการทำงานเลือกได้ทั้งหมด 4 โหมด โดยเลือกบิตที่ M0 และ M1 ส่วนบิต Gate เป็นบิตที่ใช้เลือกสตาร์ท Timer/Counter โดยควบคุมร่วมกับ TRx ใน TCON ส่วนบิต C/$\overline{T}$ ใช้เลือก Timer หรือ Counter



รูปที่ 2.20 แสดงรายละเอียดในรีจีสเตอร์ TMOD

M1	M2	Operating Mode
0	0	0 13-bit Timer/Counter
0	1	1 16-bit Timer/Counter
1	0	2 8-bit Auto-Reload Timer/Counter
1	1	3 (Timer0) TL0 is an 8-bit Timer/Counter controlled by the standard Timer 0 control bits; TH0 is 8-bit Timer and is controlled by Timer 1 control bits. (Timer1) Timer/Counter 1 stopped

ตารางที่ 2.6 แสดงการเลือกโหมด Timer/Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Timer Control Register (TCON)

รีจีสเตอร์ TCON เป็นรีจีสเตอร์บอกสถานะและควบคุมบิตให้ Timer/Counter เริ่มนับโดยเซ็ทที่บิต TRx (TR0 หรือ TR1) อีกหน้าที่หนึ่ง ใช้แสดงการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของ Timer/Counter โดยจะแสดงที่บิต TRx และอีกหน้าที่หนึ่งคือแสดงสถานะเมื่อเกิดการอินเตอร์รัพต์จากภายนอก โดยแสดงที่บิต IE0 หรือ IE1 หน้าที่สุดท้ายคือบิตเลือกสัญญาณอินเตอร์รัพต์ว่าจะใช้แบบ Trig ที่ขอบขาลงหรือ Trig ที่ระดับศูนย์

TF1	TR1	TF0	TF0	IE0	IT1	IE0	IT0

บิต	ชื่อ	ตำแหน่งบิต	ความหมาย
TCON 7	TF1	8FH	บิตแฟลกแสดงการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer1/Counter1 จะเซตโดย Hardware และเคลียร์โดย Software
TCON 6	TR1	8EH	บิตควบคุมการเปิด-ปิด Timer1/Counter1 เซตและเคลียร์โดย Software
TCON 5	TF0	8DH	แฟลกแสดงการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของ Timer0/Counter0
TCON 6	TR0	8CH	บิตแสดงการควบคุมเปิด-ปิด Timer0/Counter0
TCON	TF1	8FH	บิตแฟลกแสดงการอินเตอร์รัพต์จาก INT1 จะเซตโดย Hardware และสามารถเคลียร์ได้ด้วย Software
TCON 6	TR1	8EH	บิตเลือกชนิดของสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอก INT1 สามารถเซตและเคลียร์ ได้ด้วย Software
TCON 5	TF0	8DH	บิตแฟลกแสดงการอินเตอร์รัพต์จาก INT1
TCON 5	TF0	8DH	บิตเลือกชนิดสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอก INT1

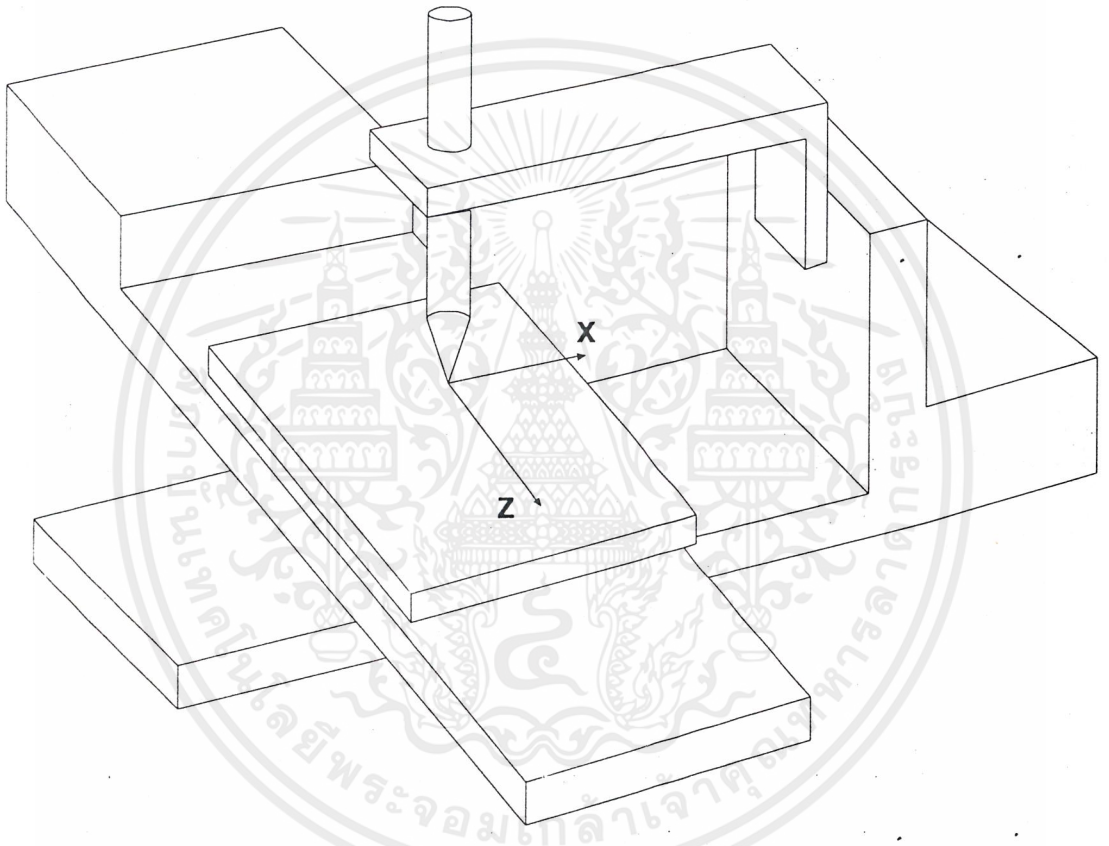
ตารางที่ 2.7 แสดงความหมายของแต่ละบิตของรีจีสเตอร์ TCON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

การคำนวณและออกแบบ

3.1 การคำนวณโครงสร้าง



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของเครื่องกลึงจำลองซีเอ็นซี

เครื่องกลึงจำลองนี้ประกอบด้วยชุดเพลาสำหรับการเคลื่อนที่ 2 แนวแกนคือ ในแนวแกน X และ Z โดยจะประกอบด้วยเพลา 2 ชุด และมอเตอร์ขับ 2 ตัว ขนาด 8 โวลต์ โดยจะทำการวาดเส้นขอบของชิ้นงานแทนการกลึงชิ้นงานจริง (เสมือนให้ปลายดินสอคือตำแหน่งของปลายมีดกลึง และ ชิ้นงานกำลังหมุนโดยติดกับหัวจับงานกลึง) เพื่อตรวจสอบการทำงานของตัวคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทางการเคลื่อนที่ของแกน X สามารถเคลื่อนที่ได้มากที่สุด 100 มิลลิเมตร ในทิศทาง +X และ –X

ระยะทางการเคลื่อนที่ของแกน Z สามารถเคลื่อนที่ได้มากที่สุด 100 มิลลิเมตร ในทิศทาง –Z

ทั้งในแนวแกน X และ Z จะมีชุดเฟืองทดซึ่งจะมีลักษณะดังรูป จะเห็นว่ามีการทดเฟืองหลายช่วง โดยส่งกำลังจากมอเตอร์กระแสตรง จะทำให้แรงบิดหลังจากที่ผ่านชุดเฟืองทดแล้วนั้นสูงขึ้นมากตามความสัมพันธ์ดังนี้

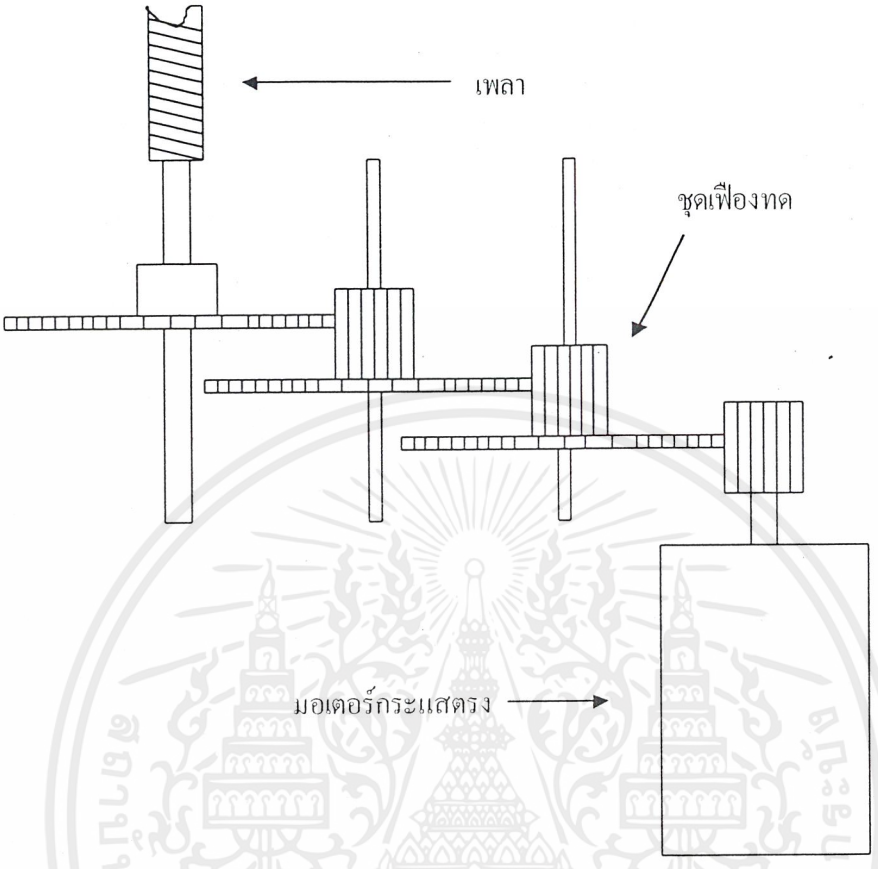
$$T_2 = T_1 \times \text{อัตราส่วนจำนวนฟันเฟือง } 2:1$$

โดย T_1 คือ แรงบิดที่มอเตอร์ หรือ เฟืองต้นกำลัง

T_2 คือ แรงบิดที่แกนเกลียว หรือ เฟืองปลายกำลัง

อัตราส่วนจำนวนฟันเฟือง 2:1 คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนฟันเฟืองชุดที่ 2 ต่อจำนวนฟันเฟืองชุดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงชุดเฟืองทดรอบ

ถ้าเฟืองตัวที่ 1 มีจำนวน N_1 ซี่ แล้วเฟืองตัวที่ 2 มีจำนวน N_2 ซี่ เมื่อเฟืองตัวที่ 1 หมุนไป 1 รอบ จะทำให้เฟืองตัวที่ 2 จะหมุนไป N_1/N_2 รอบ เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$S_2 = S_1 \, x \text{ อัตราส่วนจำนวนฟันเฟือง } 1{:}2$$

โดย S_1 คือ จำนวนรอบของฟันเฟืองต้นกำลัง หรือ จำนวนรอบของมอเตอร์

S_2 คือ จำนวนรอบของฟันเฟืองปลายกำลัง หรือ จำนวนรอบของแกนเกลียว

อัตราส่วนจำนวนฟันเฟือง 2:1 คือ อัตราส่วนของจำนวนฟันเฟืองตัวที่ 1 ต่อจำนวนฟันเฟืองตัวที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

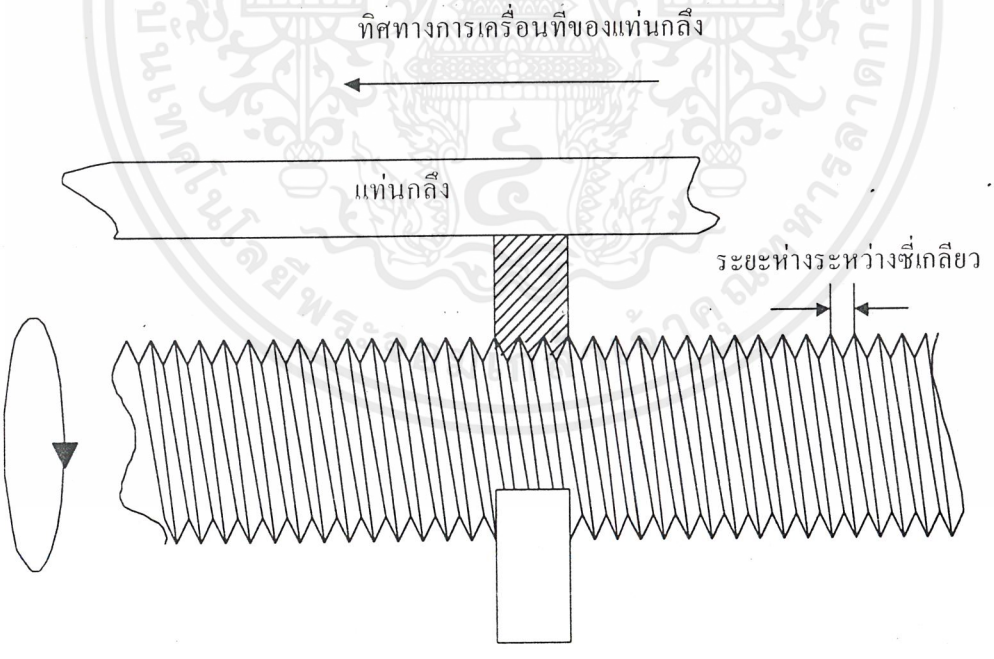
ขณะที่แกนเกลียวหมุนไป 1 รอบจะทำให้ แท่นกลึงเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่ากับระยะห่างระหว่างซี่เกลียว ดังรูปซึ่งจะสามารถหาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ระหว่างแกนเกลียวกับแท่นกลึงได้ดังนี้

$$D = N \times d$$

โดย D คือ ระยะทางที่แท่นกลึงเคลื่อนที่ไปได้

d คือ ระยะห่างระหว่างซี่เกลียว

N คือ จำนวนรอบการหมุนของแกนเกลียว



รูปที่ 3.3 การเคลื่อนที่ของแท่นกลึง

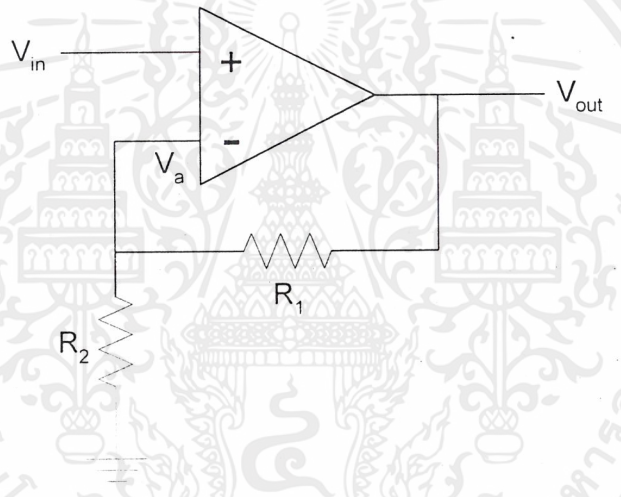
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.2.1 วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง

วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง ประกอบด้วย ส่วนขยายสัญญาณ และส่วนขับมอเตอร์

ส่วนขยายสัญญาณ เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่า 5 โวลต์ซึ่งไม่เพียงพอในการใช้เป็นสัญญาณในวงจรขับมอเตอร์(10 โวลต์) จึงต้องใช้ออบแอมป์เข้ามาขยายสัญญาณ พิจารณาวงจร



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรขยายสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์สู่ส่วนขับมอเตอร์

เนื่องจาก $V_a=V_{in}$ และ กระแสที่ไหลผ่าน R_1 มีค่าเท่ากับ กระแสที่ไหลผ่าน R_2

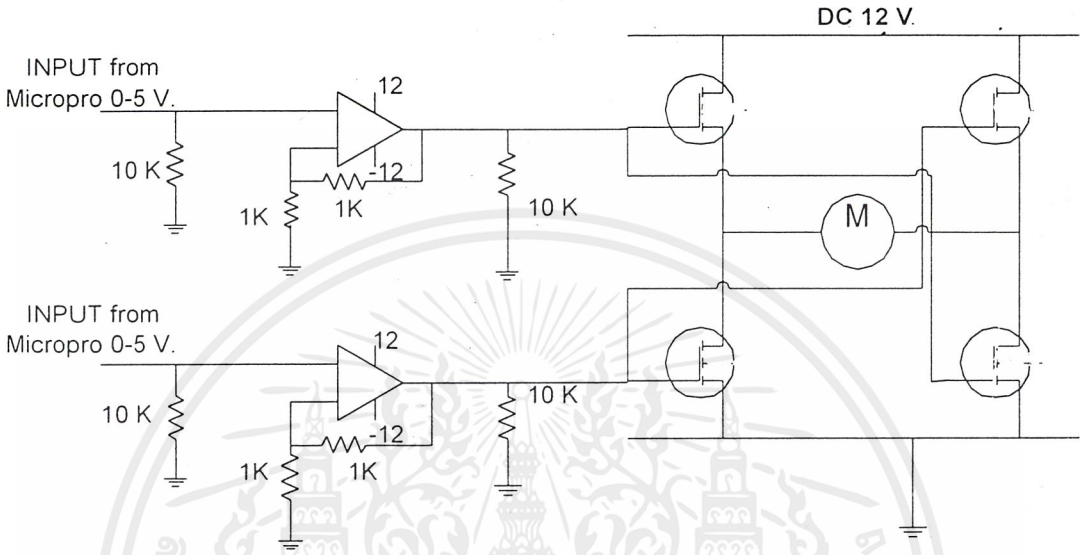
$$\frac{V_{in}}{R_2} = \frac{V_{out}-V_{in}}{R_1}$$

$$V_{out} = \left(\frac{R_1}{R_2} + 1\right) V_{in}$$

$$R_1 = R_2 = 1K \qquad V_{out} = 2\,V_{in}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนขับมอเตอร์ ทำงานโดยใช้มอสเฟต (MOSFETs) ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ โดยต่อวงจรไบโพลาดังรูป



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรขับมอเตอร์กระแสตรง

วงจรนี้จะรับสัญญาณอินพุทจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 สัญญาณ ซึ่งมีผลต่อมอเตอร์ดังนี้

สถานะของสัญญาณที่ 1	สถานะของสัญญาณที่ 2	สถานะของมอเตอร์
0	0	ไม่หมุน
0	1	หมุนตามเข็มนาฬิกา
1	0	หมุนทวนเข็มนาฬิกา
1	1	ไม่ใช้งาน

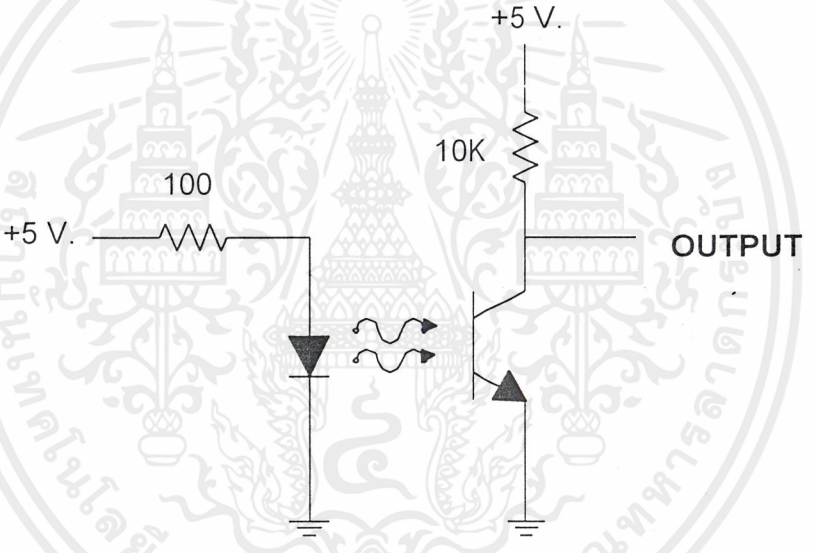
ตารางที่ 3.1 แสดงสถานะของมอเตอร์

หมายเหตุ สถานะ 1,1 จะไม่นำมาใช้งาน เพราะจะทำให้มอสเฟตส์ (MOSFETs) ทั้ง 4 ตัวทำงานพร้อมกัน ซึ่งทำให้กระแสจำนวนมากไหลผ่านมอสเฟตส์ ลงกราวด์ อาจเป็นเหตุให้มอสเฟตส์เกิดการเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจรเอ็นโคดเดอร์ (Encoder)

วงจรเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) สำหรับวัดจำนวนรอบของมอเตอร์ / โดยส่งให้เคาน์เตอร์ในไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวนับเพื่อคำนวณหาระยะทางที่แท่นกลึงเคลื่อนที่ไป วงจรนี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนปล่อยแสง (LED) และส่วนรับแสง (Photo transister) ซึ่งจะมีใบพัดที่ติดกับแกนของมอเตอร์มาตัดแสงระหว่างส่วนปล่อยแสงและส่วนรับแสง โดยถ้ามีใบพัดมาตัดแสงจะให้สัญญาณเอาท์พุทเท่ากับ 5 โวลต์ แต่ถ้าไม่มีใบพัดมาตัดแสงจะให้สัญญาณเอาท์พุทเท่ากับ 0 โวลต์ ทำให้สัญญาณที่ออกมามีลักษณะเป็นพัลส์ขนาด 0-5 โวลต์ รูปแสดงวงจรเอ็นโคดเดอร์ดังนี้



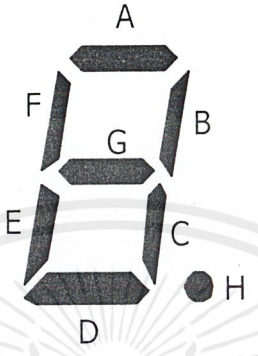
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรเอ็นโคดเดอร์

3.2.3 วงจรเซเวนเซกเมนต์ (Seven Segment)

วงจรเซเวนเซกเมนต์ (Seven Segment) เป็นวงจรที่นำหลอดแอลซีดี (LCD) 7 หลอดมาเรียงกันเพื่อแสดงผลในลักษณะตัวเลข(B0-B7 = A-H) ดังรูป เพื่อที่จะได้สามารถแสดงผลออกมาจากตัวคอนโทรลเลอร์ได้ วงจรจะประกอบด้วย 74LS145 ทำหน้าที่ในการเข้ารหัสโดยหากนำบิท C0 และ C1 ไปเข้ารหัสจะได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันทั้งหมด 4 แบบ สามารถนำสัญญาณนี้ไปเลือกให้เซเวนเซกเมนต์ทำงานได้ 4 ตัว อย่างไรก็ตาม ณ ช่วงเวลาในเวลาหนึ่งค่าของ C0 และ C1 สามารถมีได้เพียงค่าเดียวจึงทำให้เซเวนเซกเมนต์ทั้ง4ตัวนี้ไม่สามารถทำงานพร้อมกันได้ แต่หากให้ทั้ง4ตัวนี้ทำงานต่อๆกันอย่างรวดเร็ว จะสามารถทำให้ดูเหมือนเซเวนเซกเมนต์นี้ทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมกัน โดนส่งค่าตัวเลขที่ต้องการแสดงผลเข้าทางพอร์ตบี (B0-B7) ให้สอดคล้องกับสัญญาณเลือก



รูปที่ 3.7 การเรียงของเซเวนเซกเมนต์

คีบอร์ด (Key Board) เป็นอุปกรณ์สำหรับป้อนข้อมูลให้กับตัวคอนโทรลเลอร์ โดยมีการต่อกันแบบแมทริก (Matrix) จะมี 4 แถวและ 3 หลักโดยมีหน้าสัมผัสเป็นปุ่มคีบอร์ด เมื่อมีการกดคีบอร์ดจะทำให้แถวและหลักนั้นเชื่อมถึงกัน สามารถทำการตรวจสอบหน้าสัมผัสว่ากำลังสัมผัสกันหรือไม่ได้โดย กำหนดให้มีการเลือกทีละหลัก แล้วตรวจสอบดูว่ามีแถวใดเป็น 1 (5 โวลต์)หรือไม่ โดยจะเขียนเป็นตารางความสัมพันธ์ได้ดังนี้

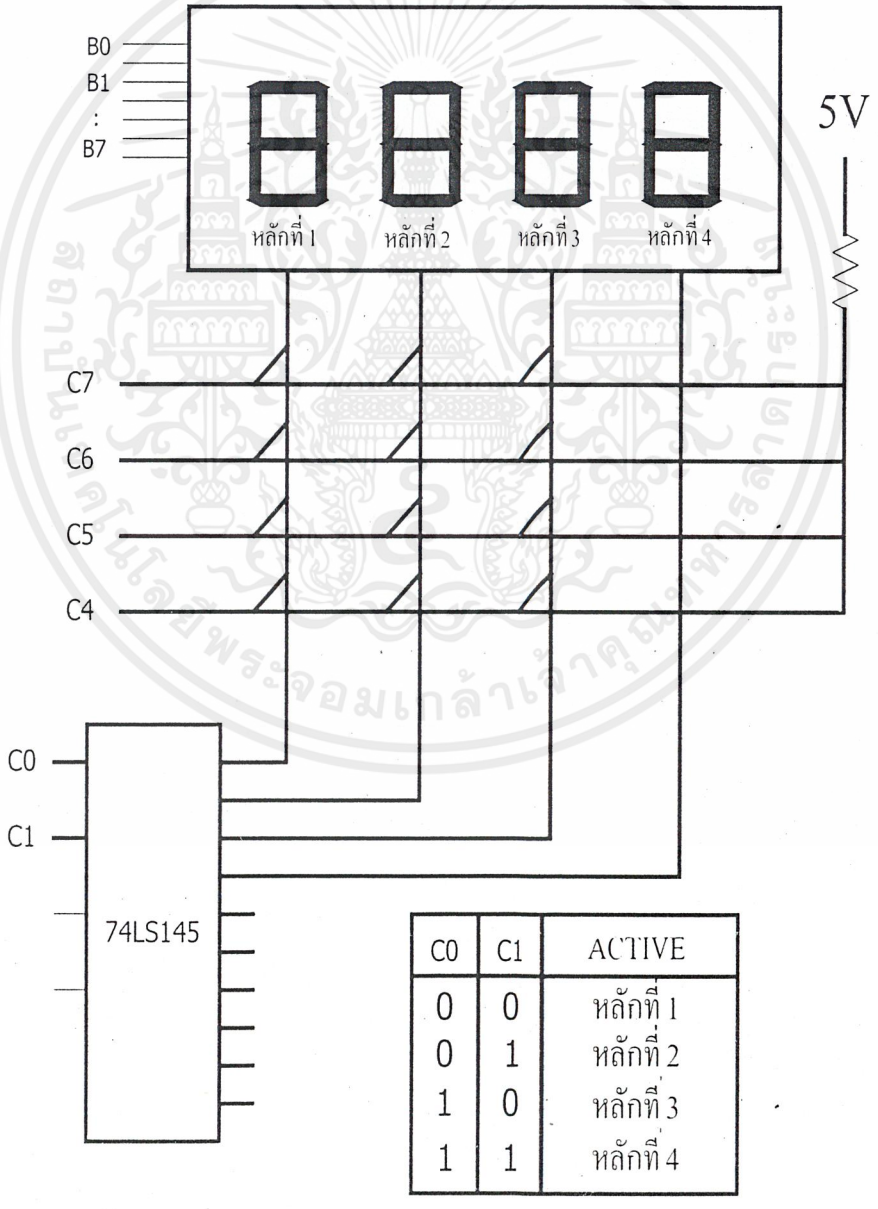
แถวที่ 1	**1**	**2**	**3**
แถวที่ 2	**4**	**5**	**6**
แถวที่ 3	**7**	**8**	**9**
แถวที่ 4	**Ent**	**0**	**#**
หลักที่	**1**	**2**	**3**

รูปที่ 3.8 การเรียงตัวเลขของคีบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	แถวที่1 = 0 โวลต์	แถวที่2 = 0 โวลต์	แถวที่3 = 0 โวลต์	แถวที่4 = 0 โวลต์
เลือกหลักที่ 1	1 ถูกกด	4 ถูกกด	7 ถูกกด	# ถูกกด
เลือกหลักที่ 2	2 ถูกกด	5 ถูกกด	8 ถูกกด	0 ถูกกด
เลือกหลักที่ 3	3 ถูกกด	6 ถูกกด	9 ถูกกด	Ent ถูกกด

ตารางที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแถวและหลักของคีบอร์ด



C0	C1	ACTIVE
0	0	หลักที่ 1
0	1	หลักที่ 2
1	0	หลักที่ 3
1	1	หลักที่ 4

รูปที่3.9 การต่อวงจรเซเวนเซกเมนต์ และคีบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบโปรแกรม

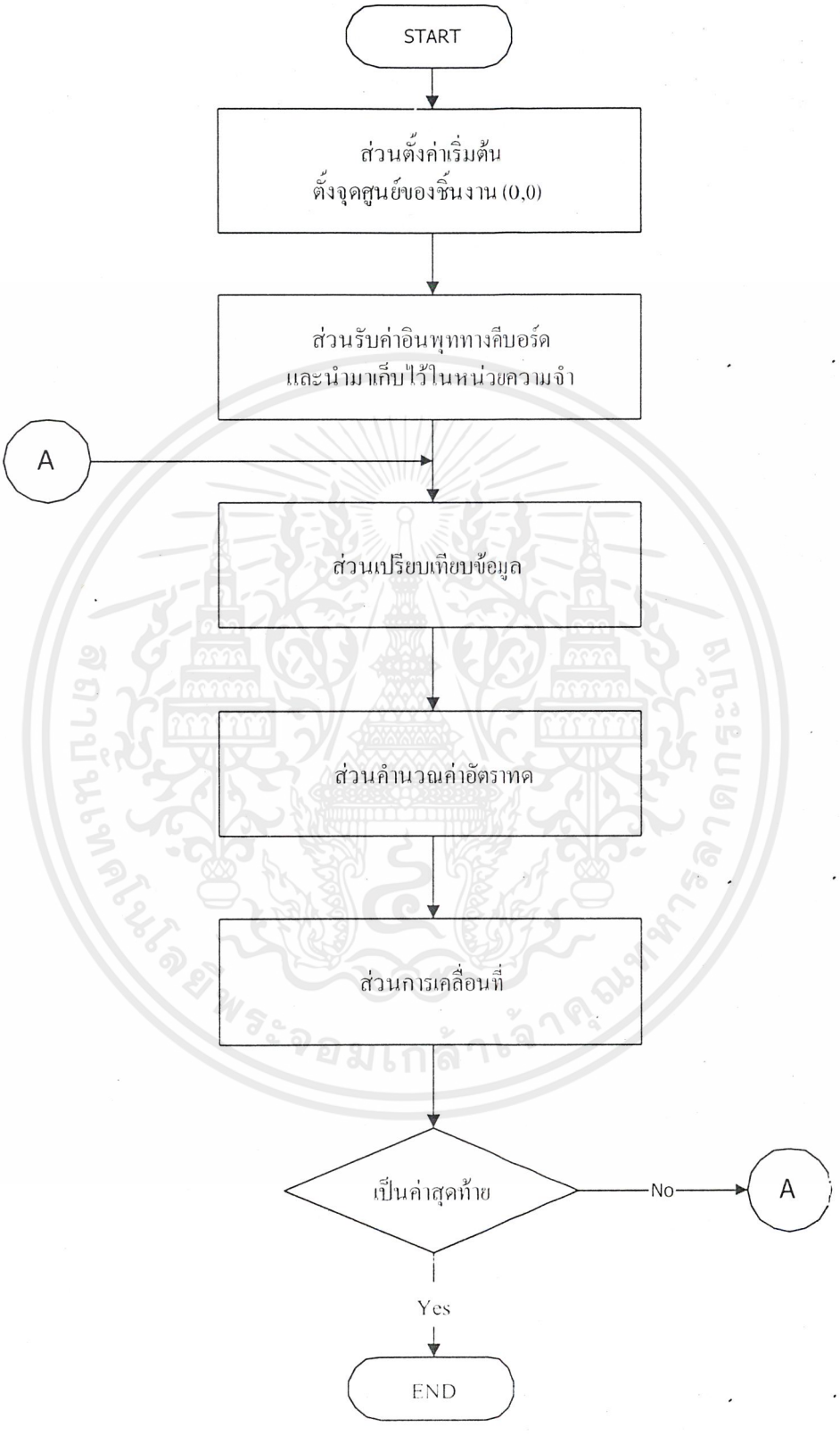
เนื่องจากการกลึงในโครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน จึงใช้ภาษาแอสเซมบรี (Assembly) ในการเขียนโปรแกรม เพราะระบบที่ต้องการควบคุมไม่ค่อยมีความซับซ้อนมากนัก อีกทั้งยังเป็นตัวคอนโทรลเลอร์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย มีขนาดเล็กกระทัดรัด มีพอร์ตที่สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ โดยไฟล์ที่เขียนออกมานั้นจะมีนามสกุลเป็น .asm ซึ่งภาษานี้ยังไม่สามารถส่งไปควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทันที จะต้องทำการแปลงให้เป็นภาษาเฮ้ก-อีนแทล (Hex-Intel) เสียก่อนโดยใช้ตัวคอมไพล์เลอร์เอสเอ็กเอ51 (SXA51) แปลง ทำให้ได้ไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .hex แล้วจึงสามารถทำการโหลดต่อไป

ในการเขียนโปรแกรมนั้นได้มีการนำบอร์ดแอนท์-32 (ANT-32) และ อาร์อีเอ็ม-31 (REM-31) มาช่วยใช้งานด้วย เนื่องจากในการเขียนโปรแกรมนั้นจำเป็นต้องมีการโหลดโปรแกรมย่อยเพื่อทดสอบการทำงาน โดยปกติแล้วการโหลดโปรแกรมจะต้องนำตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือรอม (ROM) ไปโหลดที่เครื่องโหลด (BURN) โปรแกรม ซึ่งจะทำให้เกิดความไม่สะดวกในการเขียนโปรแกรม และเสี่ยงต่อความเสียหายต่อตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือรอมนั้นๆ โดยบอร์ดแอนท์-32 และอาร์อีเอ็ม-31 นี้จะช่วยในการโหลดข้อมูล คือจะสามารถโหลดข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port) โดยใช้โปรแกรมติดต่อสื่อสารเอ็กทอล์ก (Xtalk)

การทำงานของโปรแกรมที่ 1 จะรับข้อมูลเข้ามาทางคีบอร์ด โดยจะรับเป็นค่าเส้นรัศมีของชิ้นงาน ทุกๆ 1 มิลลิเมตร โดยจะแบ่งการทำงานทั้งหมดออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ

1. ส่วนการตั้งค่าเริ่มต้น
2. ส่วนการรับข้อมูลทางคีบอร์ดและนำมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ
3. ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูล
4. ส่วนการคำนวณค่าอัตราทด
5. ส่วนการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

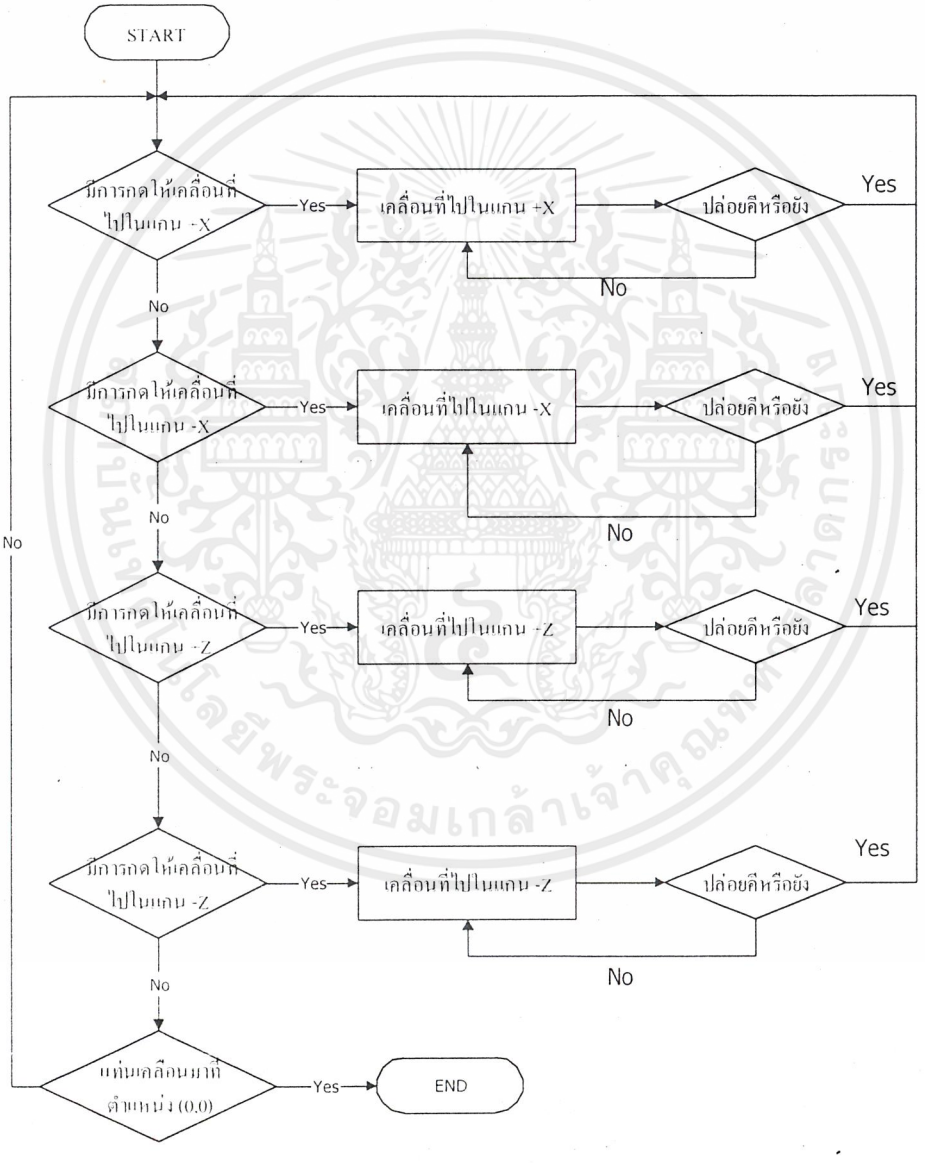


รูปที่ 3.10 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 ตั้งค่าเริ่มต้น

ในตอนเริ่มต้นของโปรแกรมทุกครั้งจำเป็นต้องมีการตั้งค่าเริ่มต้นของโปรแกรมเสมอเพื่อเป็นการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้น (0,0) ของการกลึง การตั้งค่าเริ่มต้นนี้ทำได้โดยการกดคีบอร์ดด้วยมือทำให้ตัวแท่นเคลื่อนที่ไปยังจุดศูนย์ที่เราต้องการ โดยมีกระบวนการทำงานของโปรแกรมดังนี้



รูปที่ 3.11 แผนภาพการทำงานของการกำหนดจุดศูนย์

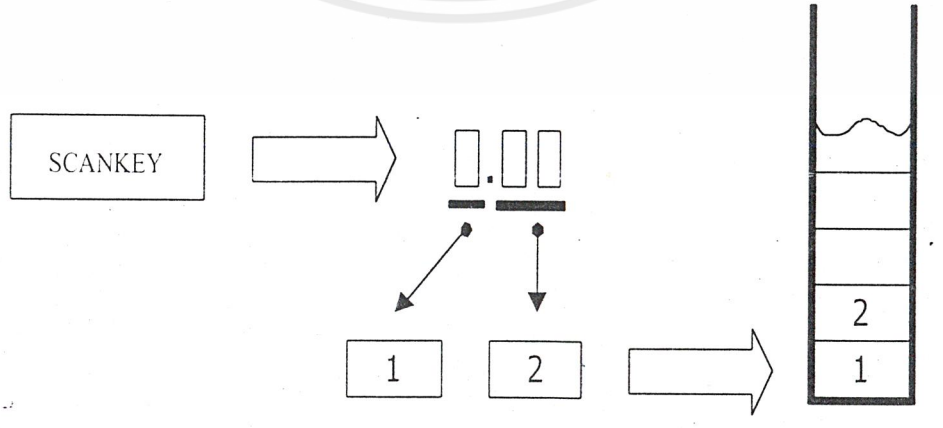
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ส่านรับข้อมูลทางคีบอร์ด และนำมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ

ค่าที่ป้อนเข้ามานี้เป็นเป็นความยาวของรัศมีของชิ้นงานทุกๆ 1 มิลลิเมตร โดยมีหน่วยเป็นเซนติเมตร และมีความละเอียดเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง เนื่องจากระยะการเคลื่อนที่ของแท่นกลึงมีขอบเขตเท่ากับ 10.00 เซนติเมตร หากจะนำไปเก็บในหน่วยความจำ จะต้องใช้หน่วยความจำขนาดมากกว่า 1000 และ 1 ไบท์มี 8 บิท ดังนั้นจะสามารถเก็บข้อมูลได้เพียง $2^8 = 256$ จึงจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลใน 2 ไบท์ โดยกำหนดให้เก็บข้อมูลที่เป็นจำนวนเต็มไว้ในไบท์ที่ 1 และนำข้อมูลที่อยู่หลังจุดทศนิยมไปเก็บไว้ที่ไบท์ที่ 2 โดยการอ่านค่าจากคีบอร์ดค่าของรัศมี 1 ค่าต้องอ่านตัวเลขมา 3 ครั้งคือ ตัวเลขจำนวนเต็ม และตัวเลขหลังจุดทศนิยมอีก 2 ตัว (ในกรณีค่าที่มากที่สุดที่สามารถรับเข้ามาได้คือ 9.99) นำตัวเลขที่อ่านมาค่าแรกไปเก็บไว้ในหน่วยความจะก่อน แล้วหลังจากนั้นก็นำตัวเลขที่อ่านมาลำดับ2 มาคูณด้วย10 แล้วมาบวกกับตัวเลขที่อ่านมาลำดับที่3 จากนั้นจึงนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำตำแหน่งถัดไป

ในขณะที่มีการรอรับค่าจากคีบอร์ด หรือหลังจากรับค่าทางคีบอร์ดไปแล้วนั้นจำเป็นต้องมีการแสดงค่าออกทาง 7 เซกเมนต์ (Seven Segment) ด้วย เพื่อที่คนกดคีบอร์ดจะได้สามารถตรวจดูว่าได้กดไปถูกต้องหรือไม่

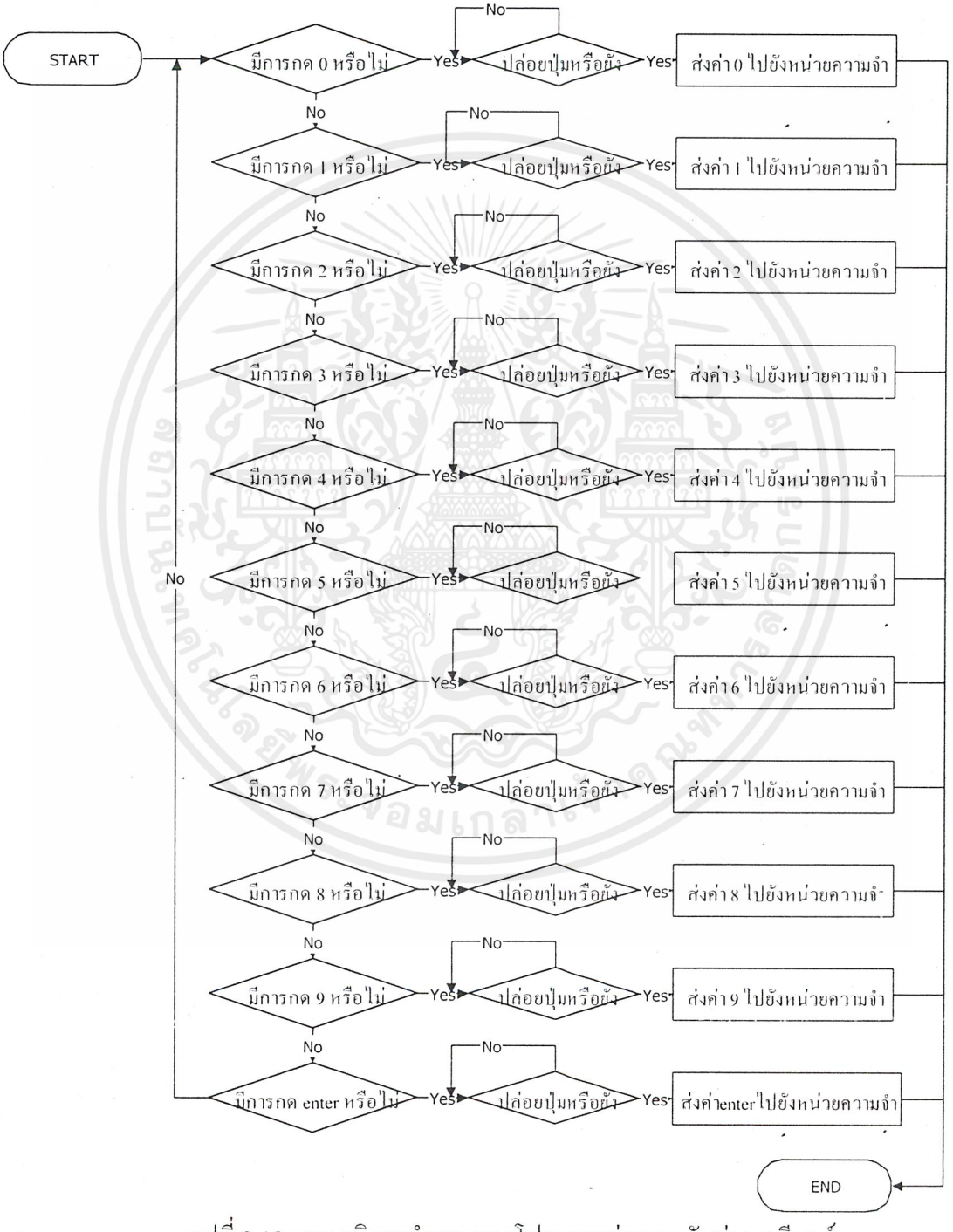
การนำข้อมูลไปเก็บในแรม (RAM) นั้นจะทำการเก็บเรียงกันไปเรื่อยๆในหน่วยความจำคือ เรียงจำนวนเต็มของค่าที่ 1 แล้วต่อด้วยค่าหลังจุดทศนิยมของค่าที่ 1 แล้วต่อด้วยค่าจำนวนเต็มของค่าที่ 2 แล้วต่อด้วยค่าหลังจุดทศนิยมของตำแหน่งที่ 2 เช่นนี้ไปเรื่อยๆ การจะทำเช่นนี้ได้จำเป็นต้องมีการอ้างแอดเดรสแบบอินไดเรก หรือมีพ้อยเตอร์ (Pointer) ทำการชี้แอดเดรส



รูปที่ 3.12 การทำงานของส่วนการรับข้อมูลและเก็บข้อมูล

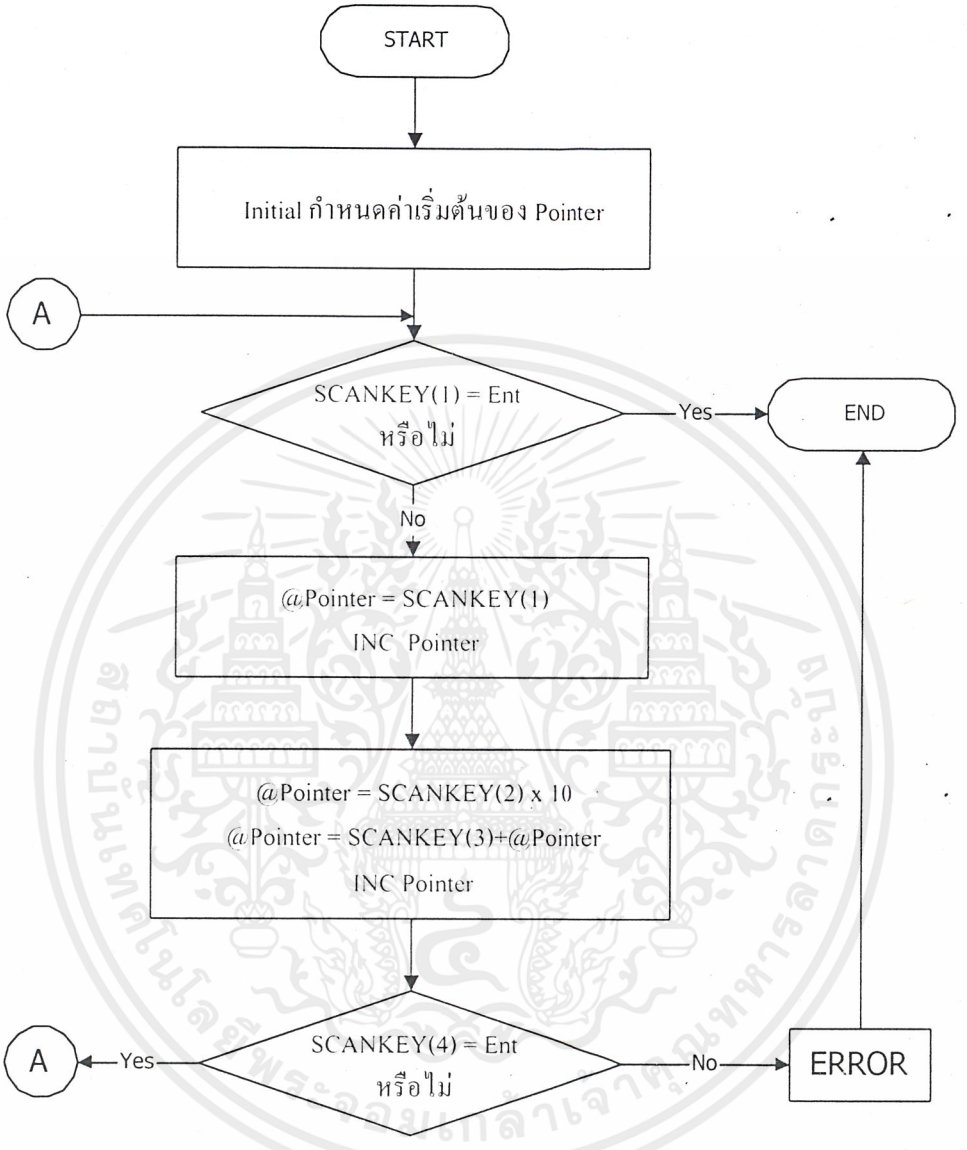
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการอ่านค่าจากคีบอร์ดนั้นจะทำการวนรอบตรวจสอบว่ามีการกดคีใดๆหรือไม่ ซึ่งมักจะมีการอ่านข้อมูลจากคีบอร์ดอยู่บ่อยๆ จึงทำการสร้างโปรแกรมย่อยสำหรับเรียกใช้ได้ทันที เพื่อความสะดวก โดยมีแผนภาพการทำงานดังรูป



รูปที่ 3.13 แผนภูมิการทำงานของโปรแกรมย่อยการรับค่าจากคีบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

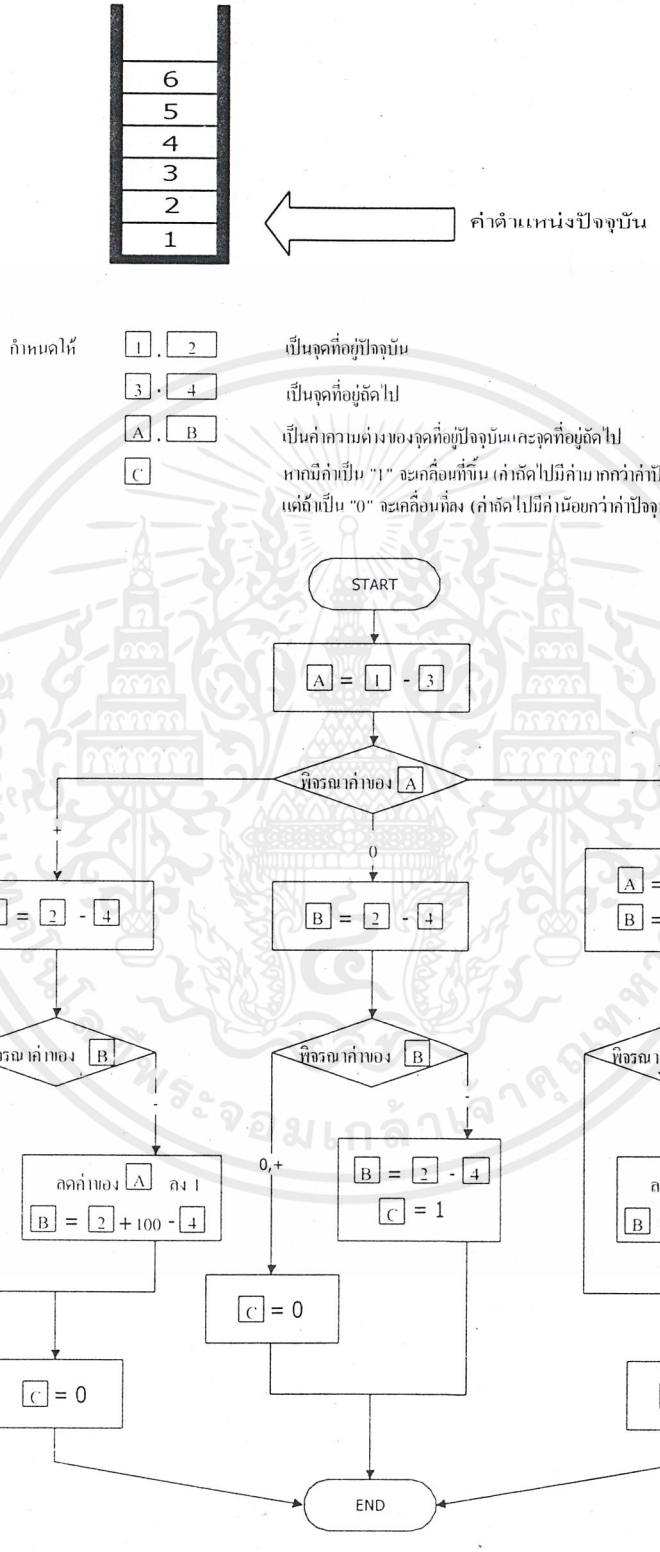


รูปที่ 3.14 แผนการทำงานของส่วนรับข้อมูลและเรียงเก็บข้อมูล

3.3.3 ส่วนการเปรียบเทียบค่า

หลังจากที่รับข้อมูลทั้งหมดมาเรียบร้อยแล้วก็ระทำการเปรียบคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างจุดที่อยู่ปัจจุบันกับจุดที่อยู่ถัดไป และทิศทางการเคลื่อนที่ โดยถ้าหากค่าตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันมีค่ามากกว่าค่าตำแหน่งที่อยู่ถัดไปก็ให้เคลื่อนที่แท่นกลึงไปในทิศทาง –X แต่ถ้าหากค่าตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันมีค่าน้อยกว่าค่าตำแหน่งที่อยู่ถัดไปก็ให้แท่นกลึงเคลื่อนที่ไปในแนวแกน+X ตามค่าระยะห่างระหว่าง 2 จุดนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แผนภาพการเปรียบเทียบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 ส่วนการคำนวณค่าอัตราทด

อัตราทดที่คำนวณได้มาจากการหาค่าเฉลี่ยวัดค่าที่เคาเตอร์นับจำนวนพัลส์ (Pulse) ที่ออกมาจากเอ็นโคดเดอร์ในการเคลื่อนที่ของแท่นกลึง 1 เซนติเมตรจำนวน 10 ค่าตลอดช่วงการเคลื่อนที่ ได้อัตราทดในแนวแกน X คือ 1380 พัลส์ต่อเซนติเมตร และอัตราการทดในแกน Z คือ 1200 พัลส์ต่อเซนติเมตร

หลังจากที่ได้ทำการคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างค่าตำแหน่งปัจจุบันและค่าตำแหน่งถัดไปแล้ว ก็นำค่านั้นมาคำนวณเป็นจำนวนพัลส์เพื่อเตรียมการเคลื่อนที่ต่อไป

$$[A].[B1][B2] \times \text{ค่าอัตราทด} = [A] \times \text{ค่าอัตราทด} + [B1][B2] \times \frac{\text{ค่าอัตราทด}}{100}$$

$$= [B][Acc] + [B][Acc]$$

$$= [B][Acc]$$

โดย [A] คือ ค่าหน้าจุดทศนิยมของระยะห่างระหว่างจุดทั้ง2

[B1][B2] คือ ค่าหลังจุดทศนิยมของระยะห่างระหว่างจุดทั้ง2

[B] คือ ค่าในรีจิสเตอร์บี

[Acc] คือ ค่าในรีจิสเตอร์แอคคูมูเลเตอร์

3.3.5. ส่วนการเคลื่อนที่

การขับป้อนด้วยมอเตอร์กระแสตรงนั้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับค่าผิดพลาดของการเคลื่อนที่เนื่องจากหลังจากที่หยุดจ่ายไฟให้มอเตอร์กระแสตรงแล้วมอเตอร์ระมีความเฉื่อยเคลื่อนที่ต่อไปได้อีกระยะหนึ่ง ซึ่งจะสามารถแก้ปัญญานี้โดยการขับมอเตอร์ด้วยความเร็ว 2 ค่า คือ ความเร็วสูงสุด และ ความเร็วที่จะไม่เกิดการหมุนหลังการหยุดจ่ายไฟ (หรือเกิดน้อยที่สุด) โดยการใช้สัญญาณที่มีดูตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ที่ต่างกัน

ในการเคลื่อนที่ของแท่นกลึงในตอนแรกจะขับด้วยความเร็วสูงสุดและเมื่อถึงระยะหนึ่งก็จะขับมอเตอร์ด้วยความเร็วที่ไม่เกิดการหมุนหลังจากการจ่ายไฟ ซึ่งระยะนี้สามารถคำนวณหาได้จากการทดลองขับให้มอเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุด แล้วหยุดจ่ายไฟและทันทีที่หยุดจ่ายไฟก็ให้เคาเตอร์ทำการนับจำนวนรอบที่มอเตอร์ ที่หมุนเกินมาไปด้วย

ส่วนค่าความเร็วที่ไม่ทำให้เกิดการหมุนหลังจากหยุดจ่ายไฟสามารถหาได้จากการทดลองส่งสัญญาณที่มีดูตี้ไซเคิลที่แตกต่างกันแล้วหาสัญญาณที่มีดูตี้ไซเคิลที่มากที่สุดที่ไม่เกิดการหมุนหลังจากหยุดจ่ายไฟให้มอเตอร์หรือเกิดน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6. การทำงานในแบบรหัสจี (G-Code)

จากการทำงานที่รับข้อมูลเข้าเป็นแบบเส้นผ่านศูนย์กลางนั้นจะต้องใช้เวลาในการคำนวณรูปของชิ้นงาน และพิมพ์ข้อมูลเหล่านั้นลงไปทางคีบอร์ดค่อนข้างมาก จึงได้ทำการออกแบบโปรแกรมที่สามารถรับข้อมูลเข้าเป็นรหัสจีได้ ซึ่งในโครงงานนี้จะมีรหัสจีทั้งหมด 3 รหัสคือ

G01 X.... Z.... เป็นการสั่งการทำงานให้เคลื่อนที่แบบจุดถึงจุดในแนวเส้นตรง เพื่อแสดงการทำงานแบบตำแหน่ง โดยจะเคลื่อนที่จากจุดตำแหน่งปัจจุบันไปยังตำแหน่งที่อยู่ที่รับเข้ามา

G02 X.... Z.... R.... เป็นการสั่งการทำงานให้เคลื่อนที่ไปแบบเส้นโค้งทิศทางตามเข็มนาฬิกาจากตำแหน่งปัจจุบันไปยังตำแหน่งที่รับเข้ามา โดยมีรัศมี R

G03 X.... Z.... R.... เป็นการสั่งการทำงานให้เคลื่อนที่ไปแบบเส้นโค้งเช่นเดียวกับ G02 ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

การทำงานในแบบ G01

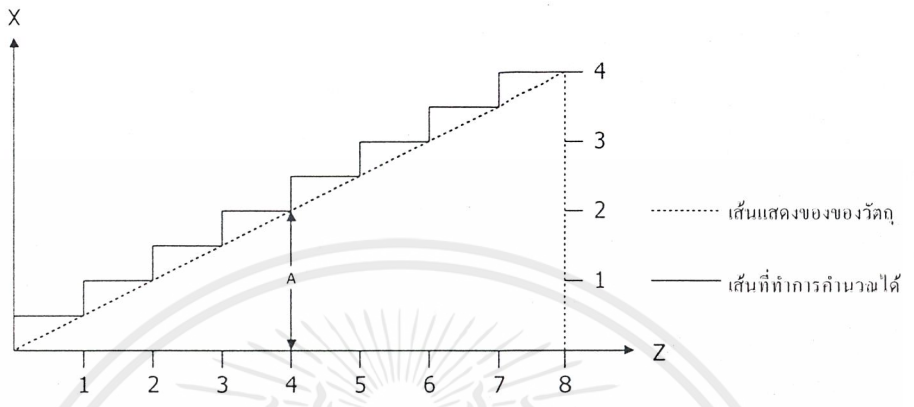
จะทำการทำค่าที่รับเข้ามาทางคีบอร์ดไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ และทำการหาค่าความต่างระหว่างระหว่างจุดปัจจุบันและจุดถัดไป แล้วจึงนำมาคูณเข้ากับอัตราทด เช่นเดียวกับโปรแกรมที่ 1 ผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะแบ่งออกได้เป็น 3 กรณี

ระยะระหว่างจุด		ลักษณะการเคลื่อนที่
$X = 0$	$Z \neq 0$	เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไปในทิศทางตามแนวแกน Z
$X \neq 0$	$Z = 0$	เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไปในทิศทางตามแนวแกน X
$X \neq 0$	$Z \neq 0$	เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไปแบบเฉียงระหว่างแนวแกน X และ Z

ตารางที่ 3.3 แสดงลักษณะการทำงานของ G01

ในการเคลื่อนที่ไปในแบบเฉียงนั้นจะใช้การอินเตอร์โพเลชั่นเส้นตรงโดยใช้หลักการของรูปสามเหลี่ยมคล้ายซึ่งจะเคลื่อนที่ไปแบบขั้นบันได โดยแต่ละขั้นนั้นจะมองเสมือนว่าเป็นรูปสามเหลี่ยมคล้ายที่มีขนาดแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



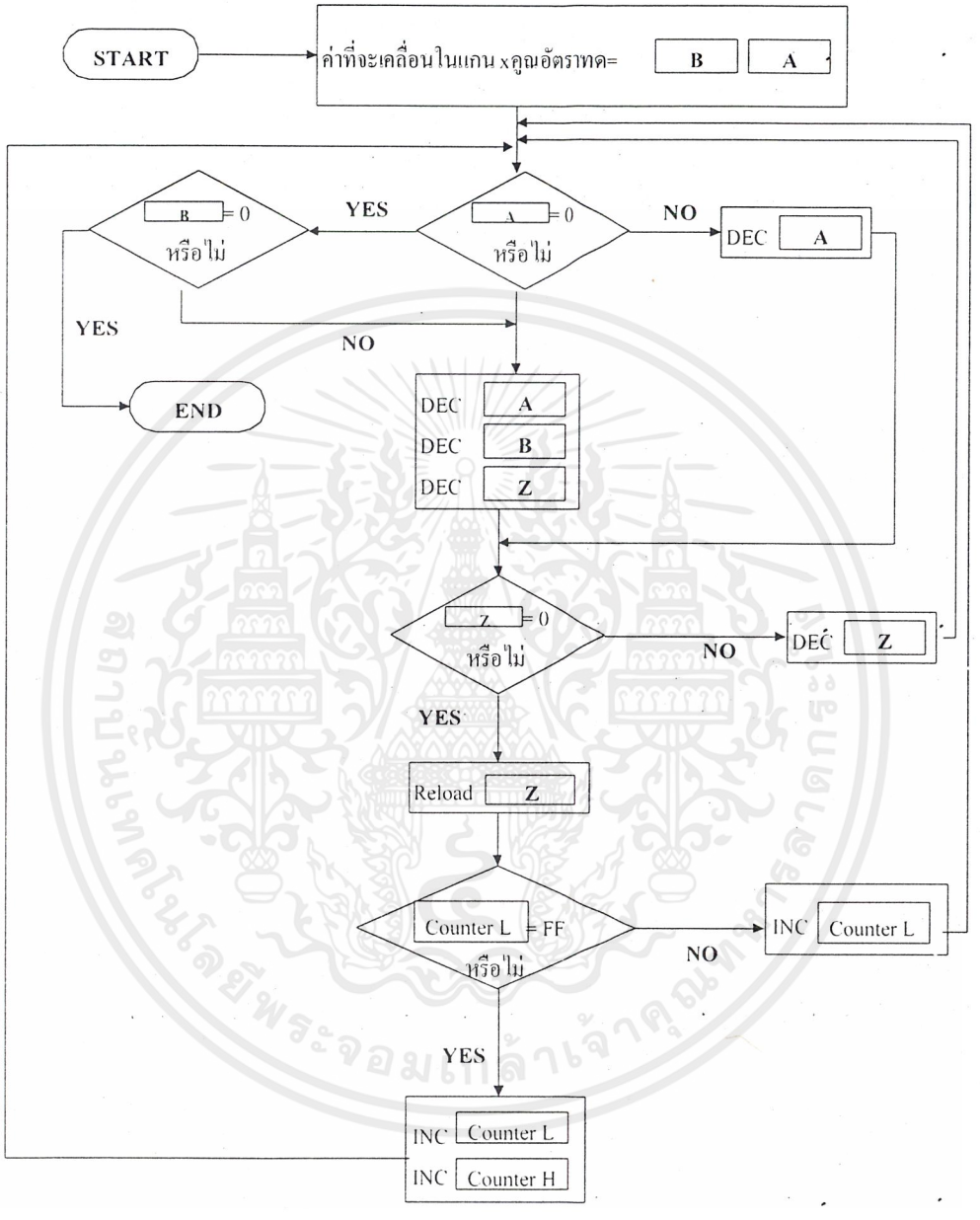
รูปที่ 3.16 แสดงการคำนวณการเคลื่อนที่แบบเฉียง

โดยระยะ A นั้นจะสามารถคำนวณได้จาก

$$A = \frac{\text{ระยะแกนXทั้งหมด} \times \text{ระยะแกนZทั้งหมด}}{\text{ระยะแกนZที่เคลื่อนที่ไป}}$$

จากการคำนวณนี้จะเห็นได้ว่าการคำนวณนี้หากใช้ตัวเลขจำนวนน้อยๆ (ระยะจริงเป็นมิลลิเมตร) จะทำให้เกิดการผิดพลาดในการคำนวณมาก จึนำค่าอัตราทดคูณเข้าไปก่อนทำการหารจะได้ระยะใหม่มาที่มีหน่วยเป็นพัลส์ซึ่งมีขนาด 2 ไบท์ ทำให้ไม่สามารถทำคำสั่งหารในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ จึงกระทำการหารโดยการสร้างเคาเตอร์เสมือนขึ้นมาโดยมีการทำงานดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

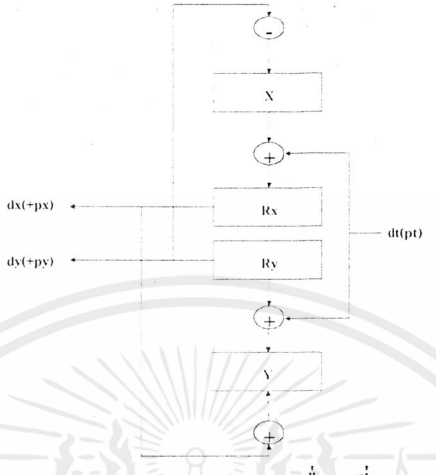


รูปที่ 3.17 แสดงการหารจำนวนพัลส์

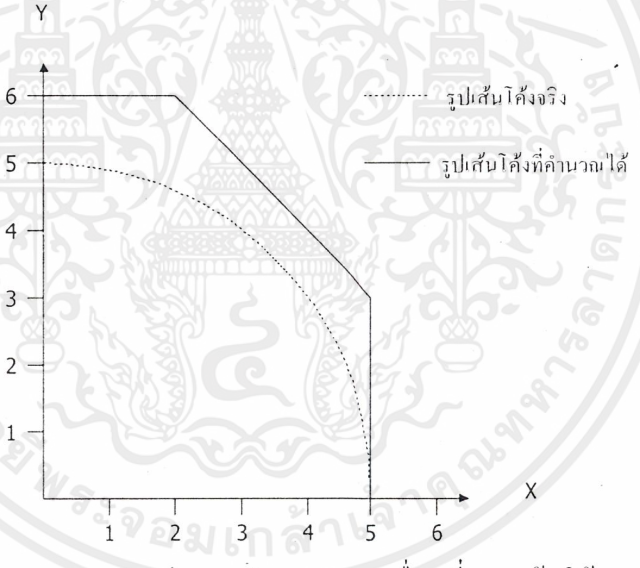
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในแบบ G02 และ G03

จะใช้การคำนวณดังรูป



รูปที่ 3.18 แสดงการคำนวณการเคลื่อนที่แบบเส้นโค้ง



รูปที่ 3.19 แสดงตัวอย่างการคำนวณการเคลื่อนที่แบบเส้นโค้ง

บวก	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X	101	101	101	101	101	101	101	101	100	100	011	011	010	001
r_X	000	101	010	111	100	001	110	011	111	011	110	001	011	100
$dX(+p_x)$	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
Y	000	000	000	001	001	010	011	011	100	100	101	101	110	110
r_Y	000	000	000	001	010	100	110	010	110	010	110	100	010	000
$DY(-p_y)$	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1

ตารางที่ 3.4 แสดงการคำนวณการเคลื่อนที่แบบเส้นโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองแบ่งได้ดังนี้

1. การทดลองหาความเร็วในเคลื่อนที่พร้อมกับวาดภาพ
2. การทดลองหาค่าผิดพลาดในแต่ละแกน
3. การทดลองวาดภาพตามแบบที่ออกแบบไว้

4.1 การทดลองหาความเร็วในเคลื่อนที่พร้อมกับวาดภาพ

การทดลองทำได้โดยจับเวลาในการเคลื่อนที่ในแต่ละแกน โดยทำการทดลอง 5 ครั้งและหาค่าเฉลี่ยออกมาได้ดังตารางที่ 4.1 และระยะทางมากที่สุดที่แต่ละแกนสามารถเคลื่อนที่ได้

ผลการทดลอง

แกน	ระยะทางสูงสุดที่เคลื่อนที่ได้(มิลลิเมตร)	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเคลื่อนที่10 เซนติเมตร (วินาที)	ความเร็วในการเคลื่อนที่ (มิลลิเมตรต่อวินาที)
X	100	54	1.85
Z	100	48	2.08

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาและระยะทางสูงสุดที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในแต่ละแกน

4.2 การทดลองหาค่าผิดพลาดในแต่ละแกน

การทดลองทำได้โดยวัดระยะที่แท่นเคลื่อนที่ได้จริงจากระยะที่กำหนด 5 เซนติเมตร โดยทำการทดลอง 5 ครั้งและหาค่าเฉลี่ยออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ช่วงที่ทำการวัด (มิลลิเมตร)	แกน X	แกน Z
10	10	9.9
20	20.5	20
30	30.5	30.5
40	40.5	40.5
50	51	50.5

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าผิดพลาดจากการเคลื่อนที่ในแต่ละแกน

4.3 การวัดค่าผิดพลาดที่เกิดจากแรงเฉื่อยของมอเตอร์กระแสตรง

สามารถทำการทดลองได้โดยให้มอเตอร์กระแสตรงทำการขับแท่นกลึงด้วยความเร็วสูงสุด เมื่อความเร็วของมอเตอร์อยู่ในสภาวะคงตัว ก็ทำการหยุดจ่ายไฟ และวัดค่าที่มอเตอร์หมุนเกินไป โดยทำการทดลอง 5 ครั้งแล้วหาค่าที่มากที่สุด

ผลการทดลอง

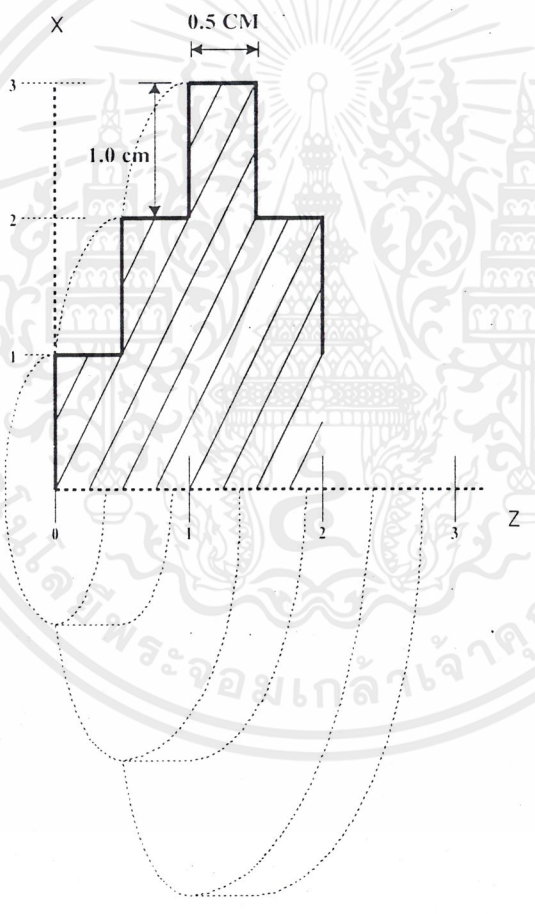
แกน	จำนวนพัลส์ที่หมุนเกิน	คิดเป็นระยะทางที่เกิน(ม.ม.)
X	33	0.24
Z	41	0.35

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองวัดค่าผิดพลาดของมอเตอร์กระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองวาดภาพจริงจากแบบที่กำหนดไว้

ทำการทดลองโดยการออกแบบรูปที่จะวาด และทำการแบ่งช่วงเป็นช่วงๆในแนวแกน X ซึ่งแต่ละช่วงห่างกันช่วงละ 1 มิลลิเมตร และวัดค่าแกน Z (เส้นรัศมีของชิ้นงาน) เพื่อป้อนค่าสู่ตัวคอนโทรลเลอร์ทางคีย์บอร์ด เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ประมวลผลในการเคลื่อนที่

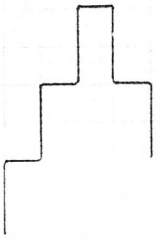


รูปผลการทดลอง

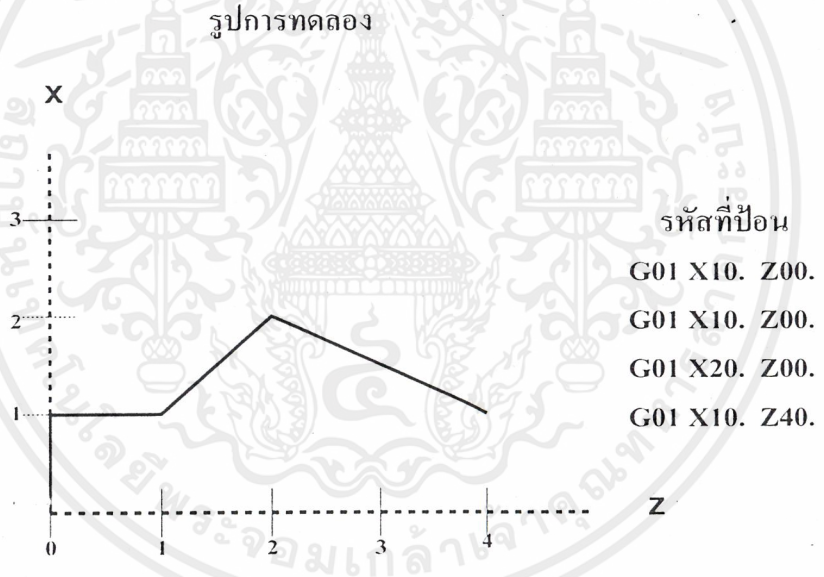
รหัสที่ป้อน
10.0
10.0
10.0
10.0
10.0
20.0
20.0
20.0
20.0
20.0
30.0
30.0
30.0
30.0
30.0
20.0
20.0
20.0
20.0
20.0
20.0
10.0
10.0
10.0
10.0
10.0

รูปที่ 4.1 แสดงรูปวัตถุที่ต้องการกลึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

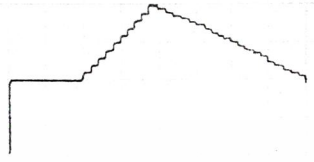


รูปที่ 4.2 แสดงการทดลองวาดรูปของชิ้นงาน

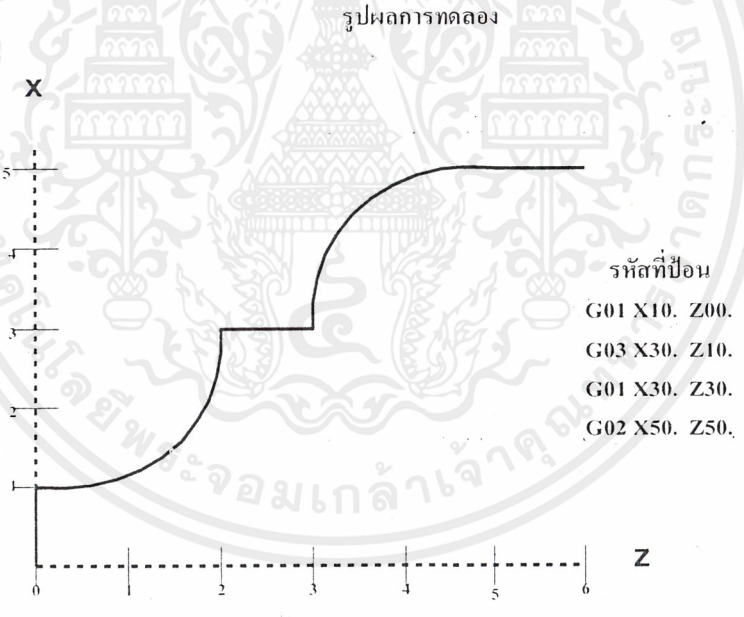


รูปที่ 4.3 รูปชิ้นงานที่ต้องการกลึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

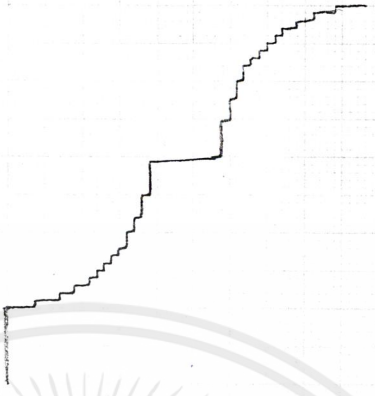


รูปที่ 4.4 แสดงการทดลองวาดรูปของชิ้นงานในลักษณะเส้นเฉียง



รูปที่ 4.5 รูปชิ้นงานที่ต้องการกลึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงการทดลองวาดรูปของชิ้นงานในลักษณะเส้นโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
บทวิจารณ์และบทสรุป

5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงานและการทดลอง

1. เนื่องจากขอบข่ายของโครงงานไม่ได้มีการจัดทำชุดกลึงจริง เพราะแท่นกลึงมีและมอเตอร์มีขนาดเล็กเกินไป ส่วนหัวจับงานกลึง,อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือ (Tool -Holders) และด้ามยึดคมตัด (Tool Tip Carrier) มีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ไม่สามารถทำการติดตั้งได้จึงไม่สามารถทำการกลึงชิ้นงานจริงได้
2. ขาดเครื่องมือวัดที่มีความเที่ยงตรงแน่นอนทำให้ไม่สามารถรู้ค่าความละเอียดที่แน่นอนได้ ทำให้ไม่สามารถวัดค่าผิดพลาดของการเคลื่อนที่ที่เที่ยงตรงได้
3. เนื่องจากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน ทำให้ไม่สะดวกที่จะควบคุมและประมวลผลการทำงานที่มีความซับซ้อนสูงได้

5.2 แนวทางการแก้ปัญหาและการพัฒนา

1. เปลี่ยนตัวชุดแท่นกลึงและมอเตอร์ใหม่ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและสามารถทำงานร่วมกับหัวจับงานกลึง, อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือ (Tool Holders) และด้ามยึดคมตัด(Tool Tip Carrier) มีขนาดใหญ่ได้
2. หาเครื่องมือวัดที่มีความละเอียด และความถูกต้อง
3. นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมแทนไมโครคอนโทรลเลอร์เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถใช้ภาษาระดับสูงในการเขียนโปรแปรมควบคุมที่มีความสลับซับซ้อนได้มากกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์สามารถแสดงข้อมูลออกมาในลักษณะรูปภาพ (Graphic Mode) ได้ทำให้เข้าใจได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ อาจารย์ เทพจิตร เชยโพคา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอ กราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ผศ.ชาลี ตระกาลกูล, "เทคโนโลยีซีเอ็นซี", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2538, 339หน้า
2. สุนทร วิทูสุรพจน์, "การโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051", บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), 198หน้า
3. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51", ภาควิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 248หน้า
4. พิสุทธิ์ อภิชยกุล และ นาย อนุรัตน์ ธนะโสธร, "การสร้างแบบคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่อง-กลึง", ภาควิชาเทคโนโลยีวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 299หน้า
5 ธีรวัฒน์ ประกอบผล "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 188หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

SN54/74LS145

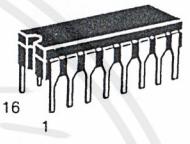
1-OF-10 DECODER/DRIVER OPEN-COLLECTOR

The SN54/74LS145, 1-of-10 Decoder/Driver, is designed to accept BCD inputs and provide appropriate outputs to drive 10-digit incandescent displays. All outputs remain off for all invalid binary input conditions. It is designed for use as indicator/relay drivers or as an open-collector logic circuit driver. Each of the high breakdown output transistors will sink up to 80 mA of current. Typical power dissipation is 35 mW. This device is fully compatible with all TTL families.

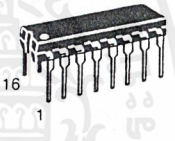
- Low Power Version of 54/74145
- Input Clamp Diodes Limit High Speed Termination Effects

1-OF-10 DECODER/DRIVER OPEN-COLLECTOR

LOW POWER SCHOTTKY



J SUFFIX
CERAMIC
CASE 620-09



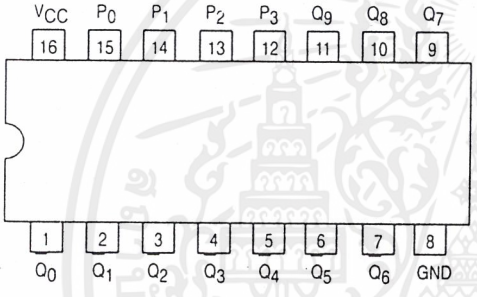
N SUFFIX
PLASTIC
CASE 648-08

D SUFFIX
SOIC
CASE 751B-03

ORDERING INFORMATION

SN54LSXXXJ	Ceramic
SN74LSXXXN	Plastic
SN74LSXXXD	SOIC

CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)

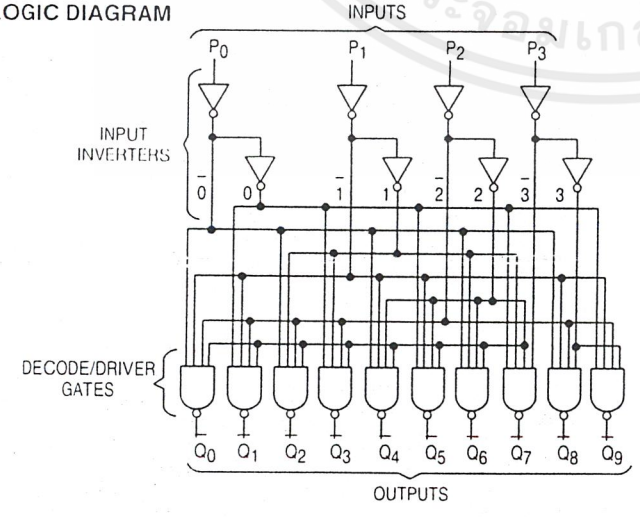


PIN NAMES

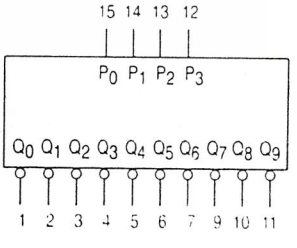
		LOADING (Note a)	
		HIGH	LOW
$\overline{P_0}$, P_1, $\overline{P_2}$, P_3	BCD Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
Q_0 to Q_9	Outputs (Note b)	Open Collector	15 (7.5) U.L.

NOTES:
a) 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 µA HIGH/1.6 mA LOW.
b) The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military (54) and 15 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

LOGIC DIAGRAM



LOGIC SYMBOL



VCC = PIN 16
GND = PIN 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRUTH TABLE

INPUTS				OUTPUTS									
P_3	P_2	P_1	P_0	$\overline{Q}_0$	$\overline{Q}_1$	$\overline{Q}_2$	$\overline{Q}_3$	$\overline{Q}_4$	$\overline{Q}_5$	$\overline{Q}_6$	$\overline{Q}_7$	$\overline{Q}_8$	$\overline{Q}_9$
L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	54 74	−55 0	25 25	125 70	C
V_{OH}	Output Voltage — High	54, 74			15	V
I_{OL}	Output Current — Low	54 74			12 24	mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter		Limits Min	Limits Typ	Limits Max	Unit	Test Conditions	
V_{IH}	Input HIGH Voltage		2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V_{IL}	Input LOW Voltage	54			0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
		74			0.8			
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage			−0.65	−1.5	V	V_{CC} = MIN, I_{IN} = −18 mA	
I_{OH}	Output HIGH Current	54, 74			250	µA	V_{CC} = MIN, V_{OH} = MAX	
V_{OL}	Output LOW Voltage	54, 74		0.25	0.4	V	I_{OL} = 12 mA	V_{CC} = V_{CC} MIN, V_{IN} = V_{IL} or V_{IH} per Truth Table
		74		0.35	0.5	V	I_{OL} = 24 mA	
		54, 74		2.3	3.0	V	I_{OL} = 80 mA	
I_{IH}	Input HIGH Current				20	µA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 2.7 V	
					0.1	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 7.0 V	
I_{IL}	Input LOW Current				−0.4	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 0.4 V	
I_{CC}	Power Supply Current				13	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = GND	

AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Symbol	Parameter	Limits Min	Limits Typ	Limits Max	Unit	Test Conditions
t_{PHL} t_{PLH}	Propagation Delay P_n Input to Q_n Output			50 50	ns	V_{CC} = 5.0 V C_L = 45 pF

AC WAVEFORMS

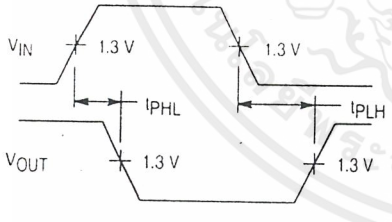


Figure 1

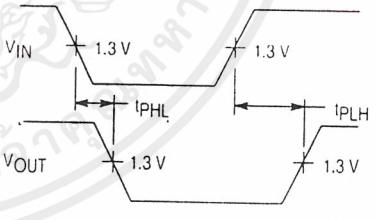


Figure 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้