

เครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือด

SYRINGE PUMP



โดย
นาย กัมพล เอมะพัฒน์
นาย ชัยสิทธิ์ กองบารมี

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **50382**
วัน,เดือน,ปี **1.3 พ.ค. 2547**

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ปีการศึกษา 2545 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือด

SYRINGE PUMP



ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2545

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง เครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือด (SYRINGE PUMP)

ผู้จัดทำ

1. นาย กัมพล เอมะพัฒน์ รหัส 43015200
2. นาย ชัยสิทธิ์ กองบารมี รหัส 43015207



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปั๊มฉีดสารละลายเข้าเส้นเลือด (Syringe pump)

นาย กัมพล เอมะพัฒน์

นาย ชัยสิทธิ์ กองบารมี

ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ (อาจารย์ที่ปรึกษา)

ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

ในรายงานฉบับนี้ กล่าวถึงการศึกษาและออกแบบปั๊มฉีดสารละลายเข้าเส้นเลือด ซึ่งมี ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ กลไกที่ใช้ในการหมุนเฟืองตัวหนอน (Ball screw) เพื่อดันกระบอกสูบ โดยใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper motor) วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ วงจรควบคุมที่ใช้ไอซี ตระกูล MCS 51 เบอร์ 89S8252 วงจรตรวจเช็คฟองอากาศและการอุดตัน วงจรปรับระดับสัญญาณ เพื่อใช้ในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมด้วยไอซี MAX232 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต เช่น จอ LCD ,Keyboard แบบ Matrix เป็นต้น ตัวเครื่องสามารถตั้งค่าปริมาตรและอัตราการไหล ของสารละลายได้ มีระบบเตือนเมื่อเกิดฟองอากาศและการอุดตันขึ้น มีส่วนของโปรแกรมที่ใช้ ควบคุมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม ในส่วนของการโปรแกรมทำการ โปรแกรมด้วย ภาษาวิซวลเบสิก (Visual Basic) และภาษาแอสเซมบลี (Assembly) โดยมีจุดมุ่งหมายในการ ออกแบบและประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) รวมถึงการสร้างชิ้นงานด้วย การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาต่าง ๆ เพื่อให้เกิดงาน ตลอดจนการปรับปรุงและพัฒนาโครงการนี้ให้ มีคุณสมบัติต่าง ๆ มากขึ้นหรือนำไปใช้งานกับ โครงการอื่นอีกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Syringe pump

Mr. Kampon Aemapat

Mr. Chaisit Khongbaramee

Dr. Chuchart Pintavirooj (Advisor)

2nd Semester, Educational Year 2002

ABSTRACT

This project is concerned with a design and construction of syringe infusion pump. The main parts of this machine are composed of ball screw mechanics for syringe piston, stepping motor driver circuit, controller circuit of IC MCS 51 (# 89S8252), occlusion detection circuit, air in line detection circuit, RS232 driver (MAX232) circuit and interface devices such as matrix keyboard, LCD Monitor (Liquid crystal display monitor). This machine can control the infused volume and the flow rate via microprocessor and the personal computer. The communication with personal computer is performed through a serial port. A serial port communication program is written in Visual Basic and Assembly language. The system is also equipped with alarming system in the case of occlusion and the pressure of bubble in the tube.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	3
2.1 พื้นฐานการรับส่งข้อมูล	3
2.2 การรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส	4
2.3 การรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	4
2.4 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	6
2.5 Serial Port Control Register	6
2.6 การกำหนดค่าเริ่มต้นรีจิสเตอร์ในการรับส่งข้อมูล	8
2.7 อัตราการส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม	10
2.8 การใช้ Timer 1 กำหนด Buad Rate Clock	11
บทที่ 3 MCS-51 และการโปรแกรม Visual Basic ในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม	13
3.1 หน่วยความจำภายใน	15
3.2 รีจิสเตอร์ภายในเอ็มซีเอส	15
3.3 การอินเตอร์รัพท์	17
3.4 การโปรแกรม Visual Basic ในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม	19
บทที่ 4 โครงสร้างของ Syringe Pump	25
4.1 ส่วนประกอบของระบบกลไก	25
4.2 ส่วนประกอบของอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต	27
บทที่ 5 การออกแบบและวงจรต่าง ๆ	33
5.1 วงจรควบคุม Microcontroller เบอร์ AT89S8252	33
5.2 การใช้งานจอ LCD และการเชื่อมต่ออุปกรณ์เอาต์พุตต่าง ๆ	34
5.3 การใช้งาน Matrix keyboard 4 X4 และการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตต่าง ๆ	35
5.4 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
 5.5 วงจรภาคจ่ายไฟวงจรควบคุม Microcontroller นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
 5.6 วงจรตรวจจับฟองอากาศ เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ 37 ใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.7 วงจรตรวจจับการอุดต้น	40
5.8 วงจรปรับระดับสัญญาณ RS232	40
บทที่ 6 การใช้งานและ โปรแกรมควบคุม	41
6.1 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือดจากเครื่องปั๊มสารละลาย	41
6.2 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือดจากเครื่องคอมพิวเตอร์	43
6.3 การทำงานของเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือด	64
บทที่ 7 การทดสอบการใช้งาน Syringe Pump	70
บทที่ 8 สรุปผลการทดลองและบทสรุป	83
ภาคผนวก	85
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

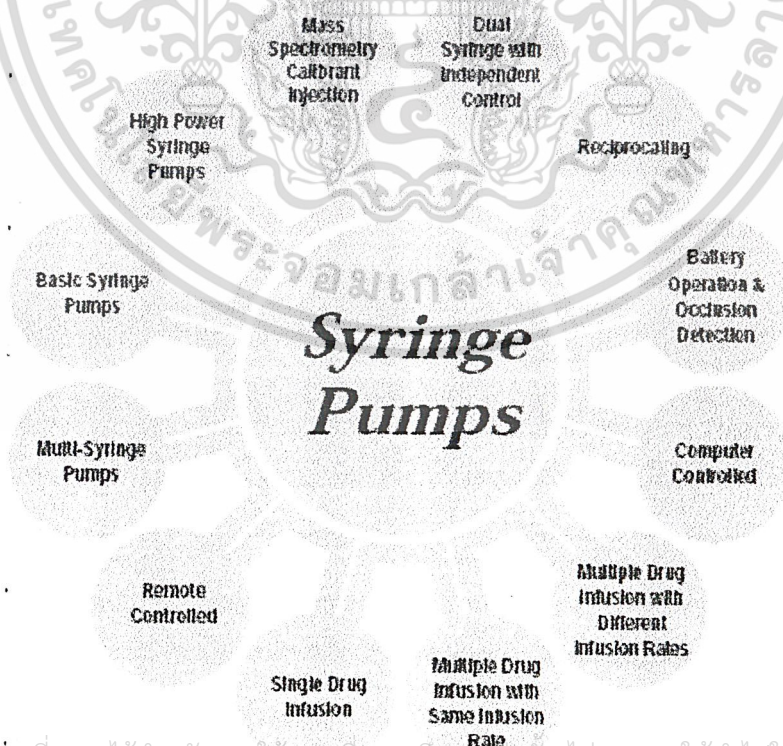
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในหลักสูตรการศึกษาของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ การศึกษาวิชา 01044509 PROJECT II มีความสำคัญต่อนักศึกษาเพื่อที่จะเป็นแนวทางในการนำทฤษฎีที่ได้ศึกษามาปฏิบัติ ให้เกิดประโยชน์ และจะเป็นประสบการณ์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานต่อไป

เนื่องจากอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวัน และในงานทางด้านทางการแพทย์รวมถึงการอุตสาหกรรมได้มีการใช้คอมพิวเตอร์ตลอดจนถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมเครื่องจักร ทั้งในด้านการผลิตการขนส่งเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ และอื่น ๆ อีกมาก อีกทั้งในการทดลองในห้องทดลองบางอย่างจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณสมบัติด้านปริมาตรของสารละลายในการจ่ายให้กับสิ่งต่าง ๆ หรือหลอดทดลอง จึงได้เกิดแนวความคิดที่จะศึกษาการทำงานของเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือด ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับงานอื่นได้อีกด้วย โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) และการโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี (Assembly) ในการควบคุมการทำงานของเครื่องปั๊มสารละลาย (Syringe infusion pump) มีหลากหลายชนิดขึ้นอยู่กับการใช้งาน แบ่งง่าย ๆ ดังรูปที่ 1.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษารายวิชา 01044509 PROJECT II ของเทอมการศึกษานี้จะทำการสร้างเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือด ที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ เพิ่มเติมจากการทำโครงการนี้บางส่วนแล้วจากรายวิชา Electronic circuit & Application และ 01044508 PROJECT I คือการกำหนดปริมาตรตั้งแต่ 1-20 cc. ได้ โดยมีขนาดของกระบอกฉีดสารละลาย (Syringe) คือ 20 มิลลิลิตร (1 ml. = 1 cc.) ในการกำหนดปริมาตรกระทำผ่านคีย์บอร์ด (Keyboard) และแสดงผลที่จอ LCD (Liquid crystal display) โดยใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper motor) เป็นตัวขับเฟืองตัวหนอน (Ball screw) เพื่อดันกระบอกสูบของกระบอกฉีดสารละลาย ระบบเตือนเมื่อมีการอุดตันหรือเกิดฟองอากาศในสายขึ้น โดยมีการเพิ่มเติมส่วนของการควบคุมการทำงานของเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือด ด้วยการส่งงานผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยพอร์ตสื่อสารอนุกรม (RS232)

หัวข้อของการศึกษาในเทอมนี้จะศึกษาหลักการของการใช้งาน และการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51 เบอร์ 89S8252 เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการสั่งการและทำงานร่วมกัน เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ เครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือดทำงานได้ตามที่ต้องการ อีกทั้งศึกษาการใช้งานพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษา Visual Basic ในการ โปรแกรมการทำงานในส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเนื้อหาต่าง ๆ ในรายงานฉบับนี้แบ่งเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- บทที่ 2. เป็นทฤษฎีต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้งานพอร์ตอนุกรม
- บทที่ 3. MSC- 51 และการ โปรแกรม Visual Basic ในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม
- บทที่ 4. ระบบกลไก
- บทที่ 5. การออกแบบและวงจรต่าง ๆ
- บทที่ 6. การใช้งานและ โปรแกรมการทำงานของเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือด
- บทที่ 7. การทดลอง
- บทที่ 8. สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

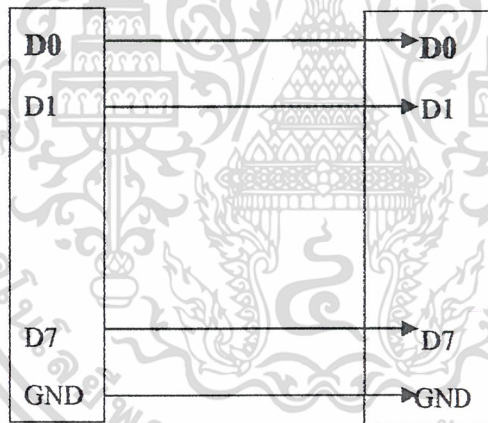
การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

2.1 พื้นฐานการรับส่งข้อมูล

การรับส่งข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปจะหมายถึง การรับส่งข้อมูลเป็นจำนวน ไบต์ๆ ให้กับอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจแบ่งประเภทของการรับส่งข้อมูลได้ 2 แบบ

- 1 การรับส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel)
- 2 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial)

การรับส่งข้อมูลแบบขนานจะเป็นการรับส่งข้อมูลจำนวน 1 ไบต์ ออกไปทางพอร์ต ในเวลาเดียวกันในระบบคอมพิวเตอร์ 1 ไบต์จะมีจำนวน 8 บิต คือ D_0 - D_7 ถ้ามีการส่งข้อมูลแบบขนานจะใช้สายสัญญาณอย่างน้อย 9 เส้น คือ สาย Data 8 เส้น และสายกราวด์ 1 เส้น ดังรูป



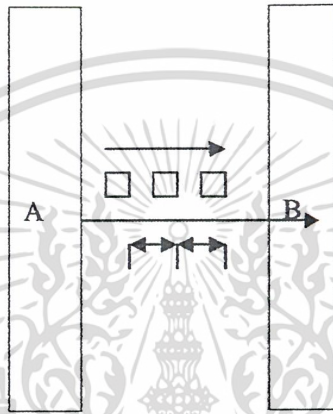
รูป 2.1 การรับส่งข้อมูลแบบขนาน

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม คือ การรับส่งข้อมูลที่ละบิต จนครบ 1 ไบต์ ถ้าต้องการส่งข้อมูล 1 ไบต์ คือ D_0 - D_7 อาจส่งบิต D_0 ออกไปก่อนแล้วตามด้วย D_1 ไปเรื่อยๆจนถึง D_7 การส่งข้อมูลทั้งสองแบบมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันคือการส่งข้อมูลแบบขนาน สามารถส่งข้อมูลได้เร็วคือส่งทีเดียวจะได้ข้อมูลครบ 1 ไบต์ แต่ถ้าต้องส่งเป็นระยะไกลๆ จะสิ้นเปลืองสายสัญญาณมาก ถ้าเป็นการส่งแบบอนุกรม เมื่อต้องการส่งข้อมูลเป็นระยะไกลๆ จะช่วยประหยัด

สายสัญญาณเนื่องจากจะใช้สายอย่างน้อยเพียง 2 เส้น คือสายสัญญาณกับสายกราวด์ แต่การรับส่งข้อมูลจะใช้เวลานานเนื่องจากการส่งทีละบิต ในที่นี้จะกล่าวถึงพื้นฐานการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยจะเน้นที่ตัว MCS-51 เป็นสำคัญ

2.2 การรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous Input / Output)

การรับส่งข้อมูลแบบนี้ไม่ว่าจะเป็นการส่งแบบอนุกรมหรือขนาน ข้อมูลแต่ละไบต์ที่ถูกส่งออกไปจะมีช่วงเวลาห่างกันแน่นอน เช่นการส่งข้อมูลจาก A ไป B ดังรูป Data 1 จะห่างจาก Data 2 เป็นเวลา t และ Data 3 จะห่างจาก Data 2 เป็นเวลา t เช่นกัน ระบบนี้เหมาะกับงานที่ไม่มีความยุ่งยากมาก



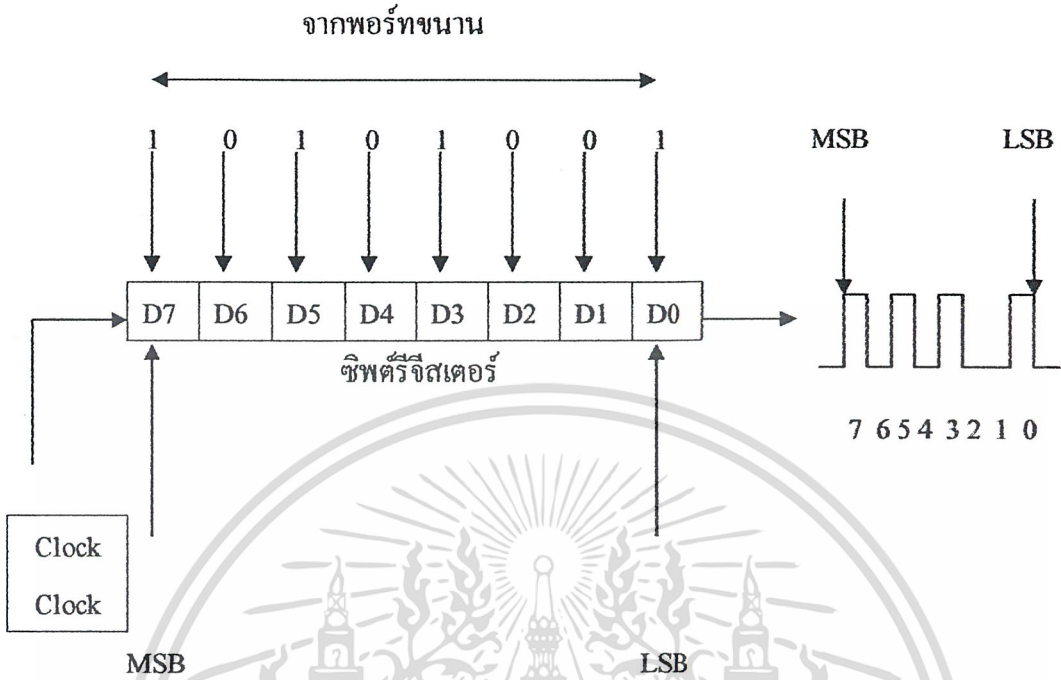
รูป 2.2 การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส

2.3 การรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Input / Output)

การรับส่งข้อมูลแบบนี้ข้อมูลที่ส่งออกไปจะไม่มีเวลาที่แน่นอน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความพร้อมของผู้ส่งและผู้รับ โดยจะมีสายสัญญาณตรวจสอบความพร้อมของระบบทั้งสองพร้อมที่จะติดต่อกันหรือไม่ โดยสัญญาณที่เพิ่มขึ้นมาจากระบบแบบ ซิงโครนัสเรียกว่า สายสเตตัส (Status Line)

เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ต้องการจะส่งข้อมูลแบบอนุกรม ตัวไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลออกไปทางพอร์ทซึ่งเป็นพอร์ทแบบขนานก่อน จากนั้นจะมีอุปกรณ์มาต่อที่พอร์ท เพื่อแปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรมอีกทีหนึ่ง (Parallel - to - serial Conversion) ตัวแปลงข้อมูลนี้อาจพิจารณาได้ง่ายๆ ว่าเป็น Shift Register ดังรูป เมื่อข้อมูลที่ส่งอยู่ใน Shift Register แล้วตัวสัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวกระตุ้นให้ส่งข้อมูลบิตค่าออกไปในเวลาแรก จากนั้นจะส่งบิตต่อไปตามออกมา จากรูปจะเป็นการส่งข้อมูล A9H ออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.3 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

สำหรับตัวรับข้อมูลแบบอนุกรมเมื่อตัวรับข้อมูลจะเป็นการรับเข้ามาใน Shift Register แล้วส่งข้อมูลให้ไมโครคอมพิวเตอร์แบบขนานอีกตัวหนึ่ง (Serial-to-parallel) ระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันจะมีตัวแปลง Parallel-to-serial และ Serial-to-parallel อยู่ในชิพไอซี เรียกว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นจะต้องมีการเพิ่มเติมข้อมูลบางอย่างเข้าไปเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำงานได้ถูกต้องมากขึ้น โดยมีการเติมค่าบิตต่างๆลงไปตามรูป

stop	P	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	start
------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	-------

รูป 2.4 แสดงบิตต่างๆ ของข้อมูลที่ส่งแบบอนุกรม

ถ้าเป็นการส่งข้อมูลแบบ 8 บิต จะต้องส่งบิตแรกออกไปก่อน เรียกว่าบิตเริ่มต้น (start Bit) ถ้ามีการส่งข้อมูลหลายๆ ไบต์ออกมา บิตนี้จะเป็นตัวบอกว่า มีข้อมูลใหม่มาแล้ว โดยทั่วไปบิตเริ่มต้นมักมีระดับลอจิกเป็น "0" ต่อจากบิตเริ่มต้นจะเป็นข้อมูลบิต D0 ถึง D7 จากนั้นจะตามด้วยบิตตรวจจสอบความถูกต้อง (Parity Bit) ถ้าข้อมูล 8 บิตที่ส่งออกมา จำนวนของบิตที่มีค่า

เป็น “1” เป็นจำนวนคู่ บิตนี้จะมีค่าเป็น 0 แต่ถ้าจำนวนของบิตที่มีค่าเป็น “1” เป็นคี่ บิตนี้จะมีค่าเป็น “1” จากนั้น ข้อมูลที่ส่งออกไปจะตามด้วยบิตสิ้นสุดข้อมูล (Stop Bit) เพื่อเป็นการบอก ว่าข้อมูลที่ส่งมา 8 บิตนั้นหมดแล้ว ตัวบิต Stop อาจมีจำนวนมากกว่า 1 บิต ก็ได้ เช่น 1 ½ บิต , 2 บิต

การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นความเร็วของการส่งจะมีค่าเป็น บิตต่อวินาที เรียกว่า “Baud Rate”

2.4 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 นั้น ภายในชิพ MCS-51 จะมี UART อยู่ในตัว ซึ่งเป็นข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ เช่น เบอร์ Z-80 ถ้าต้องการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะต้องนำชิพ UART มาประกอบด้วย

พอร์ทอนุกรมของ MCS-51 จะใช้ขา TXD และ RXD ในการรับส่งข้อมูล โดยขาทั้งสองจะอยู่ในพอร์ท 3 คือ P3.1 หรือขา 11 เป็น TXD และ P3.0 หรือขา 10 เป็น RXD พอร์ทอนุกรมของ MCS-51 สามารถทำงานแบบ Full Duplex ได้ คือสามารถส่งและรับข้อมูลในเวลาเดียวกันได้ โดยในการรับและส่งข้อมูลจะมีบัฟเฟอร์สำหรับเก็บข้อมูลให้ใช้

รีจิสเตอร์ที่สำคัญในการรับส่งข้อมูลคือ SBUF และ SCON ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ที่อยู่ใน Special Function Registers โดยรีจิสเตอร์ Serial Port Buffer (SBUF) จะอยู่ในตำแหน่ง 99 H ถ้าเขียนข้อมูลไปที่ตำแหน่งนี้ จะเป็นการส่งข้อมูลออกทางพอร์ทอนุกรม และถ้าอ่านข้อมูลจากตำแหน่งนี้จะเป็นการรับข้อมูลจากพอร์ทอนุกรม โดยใน SBUF จะประกอบด้วยบัฟเฟอร์ 2 ตัว

สำหรับ Serial Port Control Register (SCON) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 98H จะเป็น รีจิสเตอร์ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ รีจิสเตอร์นี้จะทำหน้าที่ควบคุมและบอกสถานะต่างๆ ของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

สำหรับความเร็วของการส่งข้อมูล (Baud Rate) สามารถหาได้จากการหารสัญญาณนาฬิกาที่ใช้กับ MCS-51

2.5 Serial Port Control Register

MCS-51 มีโหมดการทำงานของพอร์ทอนุกรมหลายโหมด ซึ่งสามารถโปรแกรมโหมดการทำงานได้โดยเขียนข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์ SCON ความหมายของแต่ละบิตแสดงถึง ตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงบิตต่างๆ ของรีจิสเตอร์ SCON

บิต	ชื่อ	ตำแหน่ง	ความหมาย
SCON.7	SMo	9FH	บิตเลือกโหมดการทำงานบิต 0
SCON.6	SM1	9EH	บิตเลือกโหมดการทำงานบิต 1
SCON.5	SM2	9DH	บิตเลือกโหมดการทำงานบิต 2
SCON.4	REN	9CH	บิตแฟลคกำหนดยอมให้มีการรับข้อมูล
SCON.3	TB8	9BH	ค่าของบิต 9 สำหรับการส่งข้อมูลใน โหมด 2 และ 3 สามารถ Set และ Clear ได้โดย Software
SCON.2	RB8	9AH	ค่าของบิต 9 เมื่อรับข้อมูลเข้ามา
SCON.1	TI	99H	บิตแฟลคแสดงการอินเทอร์รัพท์ภายหลังการส่งข้อมูลออกไป โดยจะ Set เมื่อส่งข้อมูลออกไปหมดแล้วและสามารถ Clear ได้ด้วย Software
SCON.0	RI	98H	แฟลคแสดงการอินเทอร์รัพท์ภายหลังรับข้อมูลเข้ามาสามารถ Clear ได้ด้วย Software

ตารางที่ 2.2 แสดงโหมดต่างๆของการรับส่งแบบอนุกรม

SM0	SM1	MODE	ความหมาย	BAUD RATE
0	0	0	Shift Register	เปลี่ยนแปลงไม่ได้ (Oscillator Frequency/12) $f/12$
0	1	1	8-bit UART	สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยกำหนดจาก Timer
1	0	2	9-bit UART	เปลี่ยนแปลงไม่ได้(Oscillator Frequency /12หรือ /64) $f/12$ หรือ $f/64$
1	1	3	9-bit UART	สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยกำหนดจาก Timer

ก่อนที่จะใช้พอร์ทอนุกรมจะต้องโปรแกรมให้กับ SCON เสียก่อนเพื่อกำหนดโหมดการ

ทำงานและลักษณะต่างๆ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOV SCON, # 01010010 B

เป็นการกำหนดให้พอร์ทอนุกรมทำงานในโหมด 1 และอินาเบิลให้มีการรับข้อมูล พร้อมกับกำหนดให้ TI เป็น 1

ในการส่งข้อมูลทุกโหมดสามารถทำได้โดยเขียนข้อมูลไปยัง SBUF เมื่อข้อมูลถูกส่งไปแล้วบิต TI จะถูกเซตเป็น "1" ในการส่งข้อมูล จะต้องคอยตรวจสอบบิต TI เพราะว่าถ้า TI ยังไม่เป็น "1" แสดงว่า ข้อมูลยังส่งไปไม่หมด ถ้าหากมีการเขียนข้อมูลไบต์ต่อไปไปยัง SBUF จะทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้น สำหรับในการรับข้อมูลบิต REN จะต้องเซตให้เป็น "1" ยกเว้นโหมด 0 เพื่ออนุญาตให้รับข้อมูลได้ เมื่อข้อมูลรับเข้ามาเรียบร้อยแล้ว บิต RI จะถูกเซตเป็น "1"

2.6 การกำหนดค่าเริ่มต้นรีจิสเตอร์ในการรับส่งข้อมูล

การรับข้อมูล ถ้าจะให้ MCS-51 รับข้อมูลทางพอร์ทอนุกรมจะต้องโปรแกรมไปที่บิต Receiver Enable (REN) ในรีจิสเตอร์ SCON ให้เป็นลอจิก "1" ซึ่งอาจทำได้สองวิธีดังนี้

SETB REN

เป็นการเซตบิต REN ให้เป็น "1" หรืออาจทำโดยใช้คำสั่ง

MOV SCON, # xxx1xxxxB

ซึ่งเป็นการย้ายข้อมูลที่ทำให้บิต REN เป็น 1 สำหรับค่า x หมายความว่า เป็นอะไรก็ได้ ขึ้นกับการใช้งานในโหมดต่างๆ

ข้อมูลแบบ 9 บิต ในการรับส่งข้อมูลที่มีบิตข้อมูลแบบ 9 บิต ได้แก่ การใช้งานในโหมด 2 และ โหมด 3 การส่งข้อมูลที่ 9 จะถูกเขียนในบิต TB8 โดยการเขียนโปรแกรม สำหรับการรับข้อมูลเมื่อข้อมูลเข้ามาถึงบิตที่ 9 จะถูกเขียนลงในบิต RB8

การเพิ่มบิต Parity การส่งข้อมูลแบบ 9 บิต สามารถใช้บิตที่ 9 เป็นบิต Parity ได้ ซึ่งบิต Parity จะอยู่ใน Program Status Word (PSW) โดยจะถูกเซตหรือเคลียร์ทุกๆ แมชชีนไซ้เคล็ดที่เกี่ยวข้องกับ Accumulator เช่น ถ้าจะส่งข้อมูลแบบ 8 บิต ตามด้วยบิต Even Parity

เป็นบิตที่ 9 สามารถเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOV C, P ; อ่านค่าบิต P มาเก็บใน C
 MOV TB8, C ; นำค่าบิต Parity เขียนลงใน TB8
 MOV SBUF, A ; ส่งข้อมูลไปทางพอร์ทอนุกรม

ถ้าเป็นแบบ Odd Parity ให้แก้ไขข้อมูลที่อ่านได้จากบิต Parity เสียก่อนที่จะส่งออกไป
 ซึ่งเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

MOV C, P ; อ่านค่าบิต Parity มาเก็บใน C
 CPL C ; กลับค่าให้เป็น Odd Parity
 MOV TB8, C ; เขียนค่าลงใน TB8
 MOV SBUF, A ; ส่งข้อมูลออกไปทางพอร์ทอนุกรม

การส่งข้อมูลแบบมี Parity บิตด้วยไม่ว่าจะส่งได้แบบ 9 บิต หรือโหมด 2 และ 3
 เท่านั้น ในโหมด 1 ซึ่งส่งข้อมูลแบบ 8 บิต ก็สามารถทำได้ อย่างเช่นการส่งรหัส ASCII จะใช้
 บิตข้อมูล 7 บิต สำหรับบิตที่เหลืออีกหนึ่งบิตจะเป็นบิต Parity รวมเป็น 8 บิต ซึ่งสามารถเขียน
 โปรแกรมได้ดังนี้

CLR ACC.7 ; เคลียร์ค่าบิต 7 เพื่อใช้เป็น Parity บิต
 MOV C, P ; นำบิต Parity มาเก็บใน C
 MOV ACC.7, C ; เขียนค่าบิต Parity ลงในรีจิสเตอร์ A
 MOV SBUF, A ; ส่งข้อมูลออกทางพอร์ทอนุกรม

แฟลคอินเทอร์รัพท์ เมื่อมีการรับส่งข้อมูลเสร็จสิ้นจะมีผลต่อแฟลคอินเทอร์รัพท์ (RI
 และ TI) ในรีจิสเตอร์ SCON ซึ่งบิตเหล่านี้จะถูกเซตโดย Hardware แต่ต้องเคลียร์ด้วย Software
 บิต RI ถ้าถูกเซตหมายความว่าบัฟเฟอร์ที่ใช้รับข้อมูลเต็มให้อ่านไปได้แล้ว และบิตนี้
 สามารถใช้อินเทอร์รัพท์ MCS-51 ได้ แต่ถ้าเขียนโปรแกรมจะใช้วิธีตรวจเช็คบิตนี้ ถ้าเป็น “1”
 หมายความว่าให้อ่านข้อมูลมาเก็บใน รีจิสเตอร์ A ได้ แต่ก่อนการอ่านจะต้องเคลียร์ RI เสียก่อน
 เพื่อจะได้รับข้อมูลถัดไปได้ ซึ่งเขียน โปรแกรมได้ดังนี้

WAIT : JNB RI, WAIT ; ถ้าบิตนี้ไม่เป็น “1” จะทำงานอยู่ที่เดิม
 CLR RI ; เคลียร์ RI
 SJMP WAIT ; กลับมาเช็คบิตนี้ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เรียนการสอนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปะเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOV A, SBUF ; อ่านค่ามาเก็บใน A

บิต TI เมื่อส่งข้อมูลออกไปแล้วบิตนี้จะถูกเซต เป็นการบอกว่าบัพเฟอร์ส่งข้อมูลว่างแล้ว ให้ส่งข้อมูลใหม่เข้าไปได้ ซึ่งสามารถใช้บิตนี้อินเทอร์รัพท์ MCS-51 ได้เช่นกัน แต่ถ้าเขียนโปรแกรมคอยตรวจเช็คอาจเขียนได้ดังนี้

WAIT : JNB TI, WAIT ; ตรวจสอบบิต TI ว่าเป็น "1" หรือยัง
CLR TI ; เคลียร์ Ti
MOV SBUF, A ; เขียนข้อมูลลงไป

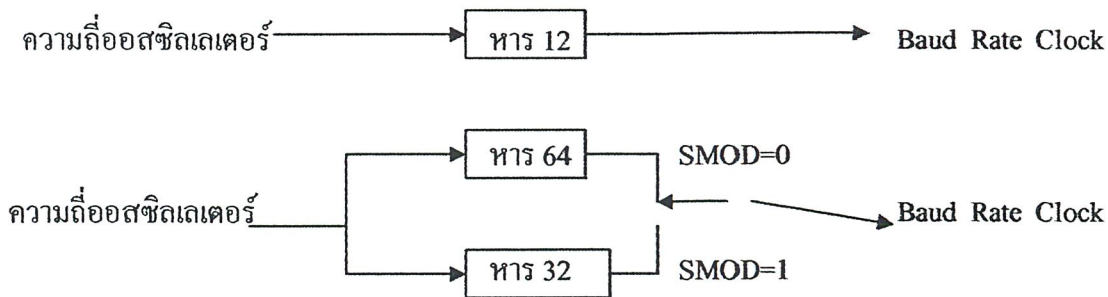
2.7 อัตราการส่งข้อมูลของพอร์ทอนุกรม

จากการศึกษาการรับส่งข้อมูลในโหมดต่างๆ พบว่าในโหมด 0 และ โหมด 2 ไม่สามารถกำหนด Baud Rate เองได้ โดยในโหมด 0 ค่า Baud Rate จะมีค่าเท่ากับความถี่ของ Oscillator หารด้วย 12 ในโหมด 1 จะมีสองค่าคือ ความถี่ Oscillator หารด้วย 32 และหารด้วย 64 สองค่านี้เรียกว่า SMOD 0 และ SMOD 1 ซึ่งสามารถกำหนดได้ในรีจิสเตอร์ PCON บิตที่ 7 ในรีจิสเตอร์ PCON นี้ ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ การเขียนข้อมูลลงไปทีละบิตจะต้องใช้วิธีที่เรียกว่า "Read-Modify-Write" คืออ่านค่าขึ้นมาแก้ไขแล้วเขียนลงไปใหม่ ตัวอย่างเช่น

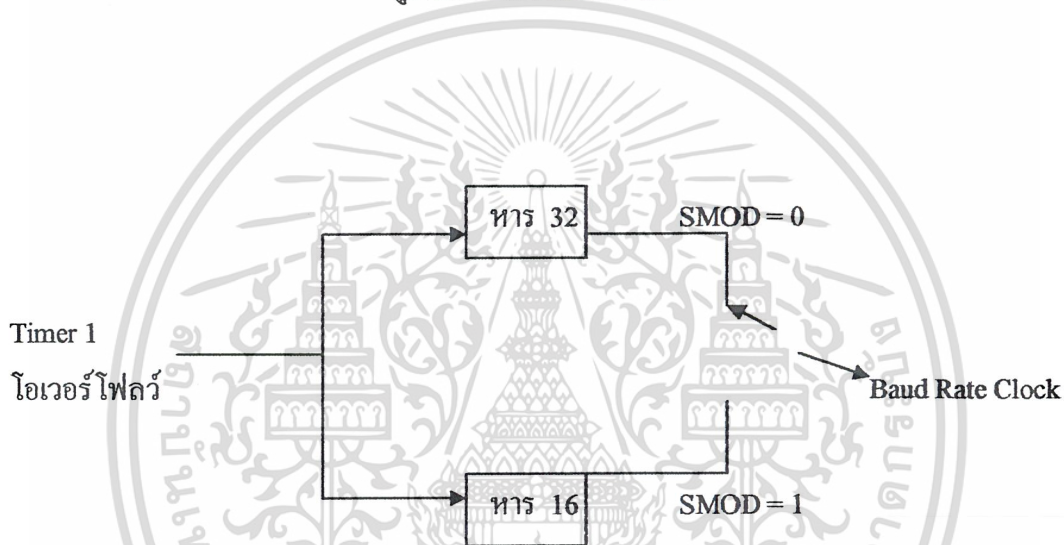
MOV A, PCON ; อ่านค่าจาก PCON มาเก็บในรีจิสเตอร์ A
SETB ACC.7 ; เซตบิต 7 (SMOD)
MOV PCON, A ; เขียนค่าลงไปใหม่ใน PCON

สำหรับโหมด 1 และโหมด 3 สามารถกำหนดค่า Baud Rates ได้โดยการโปรแกรมลงใน Timer 1 ในการโปรแกรมแต่ละครั้งจะมี SMOD สองค่าเช่นกัน ค่า Baud Rates ของโหมดต่างๆ แสดงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.5 แสดง โหมด 0 และ 2



รูป 2.6 แสดงการกำหนด Baud Rate ในโหมดต่างๆ

2.8 การใช้ Timer 1 กำหนด Baud Rate Clock

การกำหนดค่าลงใน Timer 1 ทำได้โดยการโปรแกรมไปที่ TMOD ให้ทำงานแบบ 8-bit Auto Reload Mode (โหมด 2) โดยเขียนค่าไปที่ TH 1 ซึ่งโปรแกรมที่รีจิสเตอร์ TMOD ได้ดังนี้

```
MOD TMOD , #0010xxxxB
```

ค่า x หมายความว่า เป็นอะไรก็ได้ เพราะบิตเหล่านี้ใช้ใน Timer 0

ถ้าต้องการ Baud Rate ค่าๆสามารถใช้ 16-bit mode ได้ โดยโปรแกรมเป็น TMOD = 0001xxxxB ค่า Baud Rate ที่ส่งออกมาจะมีค่าเท่ากับ ความถี่ของ Timer 1 เกิด Overflow หารด้วย 32 (หรือหารด้วย 16 ถ้าเป็น SMOD=1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบทั่วไปของการหาค่า Baud Rate ในโหมด 1 และ 3 สามารถหาได้ดังนี้

$$\text{BAUD RATE} = \text{TIMER 1 OVERFLOW RATE} / 32$$

ถ้าต้องการค่า Baud Rate เท่ากับ 1,200 สามารถคำนวณค่าความถี่ Overflow ของ Timer 1 ได้ดังนี้

$$1,200 = \text{Timer 1 Overflow Rate} / 32$$

จะได้ Timer 1 Overflow Rate เท่ากับ 38.4 kHz

ถ้าระบบ MCS-51 ใช้ความถี่สัญญาณนาฬิกาจาก Crystal เท่ากับ 12 MHz ตัว Timer 1 จะได้รับ Clock เท่ากับ 1 MHz ถ้าเราต้องการ Timer 1 Overflow เท่ากับ 38.4 kHz ดังนั้นค่า อัตรา Overflow มีค่าเท่ากับ $1,000/38.4 = 26.04$ Clock โดยค่า Overflow จะเกิดเมื่อเกิดการ เปลี่ยนจาก FFH เป็น 00H ดังนั้นจะต้องให้ Timer 1 นับไป 26 Count ดังนั้นค่าที่จะให้ รีจิสเตอร์ TH1 มีค่าเท่ากับ -26 ซึ่งใช้เป็นค่า Reload ดังนั้นเขียนคำสั่งได้ดังนี้

```
MOV TH1, #-26
```

ตัวโปรแกรมแอสเซมบลีทั่วไปจะแปลงค่า -26 เป็น 0E6H เอง จากที่ผ่านมาจะเห็นว่า ความถี่ Baud Rate จะมีความสัมพันธ์กับค่าสัญญาณนาฬิกาที่ใช้จาก Crystal ในตาราง จะเป็น ค่าที่ต้องกำหนดใน Timer 1 เมื่อต้องการค่า Baud Rate ต่างๆ

ตารางที่ 2.3 แสดงความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ใช้กำหนด Baud Rate ค่าต่างๆ

ค่า Baud Rate	Crystal	SMOD โหมด	ค่าใน TH1	ค่า Baud Rate ที่ได้	ผิดพลาด
9,600	12.000	1	-7[F9H]	8,923	7%
2,400	12.000	0	-13[F3H]	2,404	0.16%
1,200	12.000	0	-16[E6H]	1,202	0.16%
19,200	11.059	1	-3[FDH]	19,200	0
9,600	11.059	0	-3[FDH]	9,600	0
2,400	11.059	0	-12[F4H]	2,400	0
1,200	11.059	0	-24[E8H]	1,200	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

MSC- 51 และการโปรแกรม Visual Basic ในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

มีคนไม่น้อยที่คิดจะเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี เพื่อใช้กับงานควบคุมต่างๆ แต่ก็ต้องท้อใจที่จะต้องศึกษาทั้งการทำงานของวงจร และภาษาแอสเซมบลี ซึ่งไม่มีทางหลีกเลี่ยงเลย สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป เช่น ซีพียูเบอร์ Z80 เป็นต้น

ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์เอ็มซีเอส 51 ซึ่งเป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิพเดี่ยว (ไม่ต้องต่อกับอุปกรณ์ภายนอกก็สามารถทำงานได้) มีความสะดวกในการใช้งาน และเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาเบสิกได้ โดยไม่ต้องศึกษาการทำงานของวงจรเหมือนกับภาษาแอสเซมบลี หรือบางท่านที่ถนัดภาษาแอสเซมบลีก็ยังสามารถใช้ได้เช่นกัน

เอ็มซีเอส 51 นี้เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองตามความต้องการของผู้ใช้ คือ มีสายอินพุตและเอาต์พุตภายในตัวเอง พอร์ตของอินพุตและเอาต์พุตบัสเฟิร์อินเตอร์เฟส และสายควบคุมอื่นๆ ที่ใช้สำหรับแยกข้อมูลกับแอดเดรส และยังมีชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูล แดมท่ายด้วยวงจรตั้งเวลากับวงจรนับด้วย (ปกติวงจรนับจะสามารถทำงานเป็นวงจรตั้งเวลาได้ด้วย จึงเรียกควบคู่กันไปคือ วงจรตั้งเวลา / วงจรนับ)

ตารางที่ 1 เป็นรายการของตระกูลเอ็มซีเอส 51 ซึ่งแสดงถึง จำนวนของหน่วยความจำ วงจรตั้งเวลา / วงจรนับและระดับของการขออินเทอร์รัพท์

เอ็มซีเอส 51 ไมโครคอนโทรลเลอร์ประกอบด้วยคุณสมบัติ

- ซีพียู 8 บิต ที่ควบคุมได้ง่าย
- เพิ่มการทำงานลอจิกครั้งละ 1 บิตได้
- สายอินพุตและเอาต์พุตมีจำนวน 32 เส้น ใช้เลือกแอดเดรสแยกต่างหากจากกันได้
- มีแรมบรรจุไว้ในขนาด 128 ไบต์หรือ 256 ไบต์
- วงจรตั้งเวลา / วงจรนับมีขนาด 2, 3 หรือ 16 บิต
- กำหนดเป็น USRT (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) ที่รับส่งข้อมูลอนุกรมได้สองทิศทาง
- อินเทอร์รัพท์ แบ่งออกเป็น 2 ระดับจาก 5 หรือ 6 แหล่ง
- มีสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในตัว
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในขนาด 4 หรือ 8 กิโลไบต์ (อีพ롬 8751

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีเอ็มซีเอส 51 นี้มีแอดเดรสของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม จำนวนทั้งหมด 64 กิโลไบต์

- มีแอดเดรสของหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล จำนวนทั้งหมด 64 กิโลไบต์
- คำสั่งทั้งหมดมี 111 คำสั่ง (64 รอบ)
- ทำงานด้วยเลขฐานสิบ และฐานสิบหก
- ตัวแปลภาษาเบสิกมีขนาด 8 กิโลไบต์ (8025 AH-BASIC)
- ควบคุมอีพรอมภายในตัวด้วยภาษาเบสิก (8025 AH-BASIC)
- มีคำสั่งเฉพาะของภาษาเบสิกที่ใช้สำหรับอินพุตและเอาต์พุต วงจรนับ และอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม (8025 AH-BASIC)



รูป 3.1 แสดงการจัดวางขาต่างๆ ของเอ็มซีเอส 51

จากรูปที่ 3.1 นั้นแสดงจำนวนขา และหน้าที่ของ 8051 ที่หมายถึงตระกูลเอ็มซีเอส 51 ทั้งหมด

8051, 8051H และ 8052AH เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานโดยการควบคุมจากโปรแกรมในหน่วยความจำ (รอม) โดยการ โปรแกรมด้วยต้นแบบ เพื่อให้เกิดข้อมูลบนรอมครั้งหนึ่งเป็นจำนวนมาก จึงเหมาะกับการผลิตเพื่อใช้งานควบคุมจำนวนมากๆ (8051 นั้นมีหน่วยความจำรอมจำนวน 4 กิโลไบต์ ส่วน 8052AH จะมีหน่วยความจำเพิ่มขึ้น โดยสร้างจาก HMOS II)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีอีกสองเบอร์ที่ทำงานคล้ายกันคือ 8031AH และ 8032AH ที่ใช้แทน 8051 และ 8052AH ได้ตามลำดับ โดยไม่ต้องส่งให้โรงงาน โปรแกรมให้ เพราะเราจะเขียนและทดสอบโปรแกรมด้วย หน่วยความจำภายนอกแทน (ไม่มีรอมภายใน)

สำหรับท่านที่ต้องการป้องกันการอ่านจากภายนอก ก็สามารถเลือก 8751 และ 8752 ที่มีอีพรอมภายในที่จัดค่าเวลาในการอ่านข้อมูล เพื่อกันการลอกเลียนโปรแกรม

เบอร์ที่น่าสนใจมากที่สุดสำหรับท่านที่ไม่ต้องการศึกษาภาษาแอสเซมบลี คือ 8052AH BASIC แตกต่างจากเบอร์อื่น คือ ใช้ตัวแปลภาษาเบสิกซึ่งเป็นรอมภายใน ที่เราจะมาศึกษาการใช้งานกันต่อไป

3.1 หน่วยความจำภายใน

จากรูปที่ 3 เป็นหน่วยความจำในตัว เอ็มซีเอส 51 หน่วยความจำนี้แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำแรกสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำแรกมีแอดเดรสที่ต่ำกว่า 4 หรือ 6 กิโลไบต์ บรรจุอยู่ในรอม ส่วนเอ็มซีเอส 51 ที่ไม่มีรอมภายในจะใช้หน่วยความจำภายนอกซึ่งอาจเป็นรอม ,แรม หรืออีพรอม แทนก็ได้

เอ็มซีเอสจะอ่านหน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรม เข้ามาเป็นภาษาเครื่องตามลำดับ ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล จะใช้เป็นที่เก็บตัวแปร, การคำนวณหาผลลัพธ์ทันที , การจัดการกับข้อมูลที่มีขนาด 16 บิต (word), ตารางที่ใช้ค้นหาค่าต่างๆ และหน้าที่อื่นที่คล้ายกัน

หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลใช้ร่วมกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 640 กิโลไบต์ ซึ่งเลือกใช้รอม หรือแรมก็ได้ และยังมีรีจิสเตอร์พิเศษที่ใช้หน่วยความจำภายนอกของแรมได้ 128 หรือ 256 กิโลไบต์

3.2 รีจิสเตอร์ภายในเอ็มซีเอส

เอ็มซีเอสมีรีจิสเตอร์ที่อำนวยความสะดวกในการใช้งานตามคำสั่งต่างๆ ประกอบด้วยแอดเดรสเดเคเตอร์ รีจิสเตอร์ B ที่ใช้ในการคูณและหาร รีจิสเตอร์สถานะ สแต็กพอยน์เตอร์ ดาต้าพอยน์เตอร์ (2 x 8บิต หรือ 1 x 16 บิต) พอร์ตหมายเลขศูนย์ถึงพอร์ตหมายเลขสาม รีจิสเตอร์แบบคู่ ซึ่งใช้ส่งและรับข้อมูลขนานอนุกรม รีจิสเตอร์ซึ่งจองไว้สำหรับใช้สำหรับนับตัวที่ 3 รีจิสเตอร์คำสั่งสำหรับหน้าที่พิเศษ (เช่น การอินเตอร์รัพท์ RTC : Real time clock) และอินพุท, เอาท์พุทแบบ

เอกสารอนุกรม เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอ็มซีเอส 51

เบอร์	หน่วยความจำภายใน		ตั้งเวลา/นับ	อินเตอร์รัพต์หมายเลข
	โปรแกรม	ข้อมูล		
8052AH	8K x 8 ROM	256 x 8 RAM	3 x 16 – Bit	6
8051AH	4K x 8 ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 – Bit	5
8051	4K x 8 ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 – Bit	5
8032AH	ไม่มี	256 x 8 RAM	3 x 16 – Bit	6
-8031AH	ไม่มี	128 x 8 RAM	2 x 16 – Bit	5
-8031	ไม่มี	128 x 8 RAM	2 x 16 – Bit	5
8751H	4K x 8 EPROM	128 x 8 RAM	2 x 16 – Bit	5
8751H-12	4K x 8 EPROM	128 x 8 RAM	2 x 16 – Bit	5

วงจรรนับ / วงจรตั้งเวลา

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่า 8052 มีวงจรรนับและวงจรตั้งเวลาชนิด 16 บิต มากกว่า 8051 อยู่หนึ่งตัวต่อไป เราจะศึกษาการทำงานอย่างย่อๆ ของวงจรรนับและวงจรตั้งเวลา

เมื่อทำงานเป็นวงจรตั้งเวลารีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ตั้งเวลาจะเพิ่มค่าขึ้นหนึ่งของทุกๆ รอบคำสั่งของเครื่อง และจะนับด้วยอัตราสูงสุดที่ 1/12 ของความเร็วสัญญาณนาฬิกาของ โปรเซสเซอร์

เมื่อทำงานเป็นวงจรรนับ รีจิสเตอร์วงจรรนับจะเพิ่มขึ้นหนึ่ง เมื่อมีสัญญาณป้อนให้อินพุท T0, T1 หรือ T2 (T2 มีเฉพาะ 8052) เป็นขอบสัญญาณขาลง อัตราการนับสูงสุดคือ 1/24 ของความเร็วสัญญาณนาฬิกาของ โปรเซสเซอร์

วงจรรนับและวงจรตั้งเวลา 0 และ 1 มีวิธีโปรแกรมให้ทำงานได้ต่างกันถึง 4 แบบ รวมทั้งการทำงานเป็น 8 บิต หรือ 16 บิต และการบรรจุค่าปริเซตหนึ่งค่า ได้เองอย่างอัตโนมัติ

วงจรรนับและวงจรตั้งเวลาที่ 1 เลือกโปรแกรมให้ทำหน้าที่ เป็นตัวกำเนิดสัญญาณของอัตราการส่งบิตออกไปอย่างอนุกรม สำหรับการอินเทอร์เฟสได้

วงจรรนับและวงจรตั้งเวลาที่ 2 (เฉพาะ 8052 เท่านั้น) มีการทำงานย่อๆ อีก 3 ชนิด

1. วงจรรนับ 16 บิตที่สามารถโหลดค่ากลับคืนเองอย่างอัตโนมัติ
2. วงจรรนับที่จองไว้ ชนิด 16 บิต

3. วงจรกำเนิดสัญญาณของการส่งบิต เพื่อใช้อินเทอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การอินเทอร์รัพต์

ในระบบของ MCS - 51 จะอินเทอร์รัพต์ได้จาก 5 แหล่ง (ยกเว้นเบอร์ 8032/8052 มี 6 แหล่ง) โดยสามารถจะตั้งระดับความสำคัญได้ 2 ระดับ คือ ระดับสูงและระดับต่ำ

การอินเทอร์รัพต์ความสำคัญต่ำ สามารถที่จะถูกอินเทอร์รัพต์จากอินเทอร์รัพต์ตัวอื่นที่มีระดับความสำคัญสูงได้ แต่ไม่สามารถที่จะถูกอินเทอร์รัพต์จากอินเทอร์รัพต์ตัวอื่นที่มีระดับเดียวกันได้ แต่ถ้าเป็นการอินเทอร์รัพต์จากตัวที่มีความสำคัญสูง จะไม่สามารถถูกอินเทอร์รัพต์จากตัวอื่นได้เลย โดยเราสามารถตั้งระดับความสำคัญของแต่ละแหล่งอินเทอร์รัพต์ได้ที่รีจิสเตอร์ IP และถ้าในเหตุการณ์ที่มีการร้องขออินเทอร์รัพต์ในระดับความสำคัญเดียวกันเข้ามาพร้อมกัน ก็จะต้องมีการจัดระดับความสำคัญของแต่ละแหล่ง ดังตารางที่ 3.2

ตาราง 3.2 ลำดับความสำคัญของแหล่งการอินเทอร์รัพต์ต่างๆ

แหล่งการอินเทอร์รัพต์	ลำดับความสำคัญ
อินเทอร์รัพต์ 0 จากภายนอก	1
อินเทอร์รัพต์โอเวอร์โฟลว์ของตัวจับเวลา/ตัวนับที่ 0	2
อินเทอร์รัพต์ 1 จากภายนอก	3
อินเทอร์รัพต์โอเวอร์โฟลว์ของตัวจับเวลา/ตัวนับที่ 1	4
อินเทอร์รัพต์ของพอร์ตอนุกรม	5
อินเทอร์รัพต์โอเวอร์โฟลว์ของตัวจับเวลา/ตัวนับที่ 2	6

การถูกขัดจังหวะให้มาทำงานบริการอินเทอร์รัพต์แต่ละแหล่งก็จะต้องมีตำแหน่งที่จะกระโดดไปทำงานที่แน่นอน ซึ่งใน MCS - 51 จะกำหนดที่อยู่ของตำแหน่งที่จะกระโดดไปทำงานเมื่อถูกอินเทอร์รัพต์ ดังตารางที่ 3.3

ตาราง 3.3 แสดงตำแหน่งที่อยู่ของการกระโดดแต่ละแหล่งอินเทอร์รัพต์

แหล่งการอินเทอร์รัพต์	ตำแหน่งที่อยู่ในการกระโดดทำงาน
External Interrupt 0	0003H
Timer 0 Overflow	000BH
External Interrupt 1	0013H
Timer 1 Overflow	001BH
Serial Port Interrupt	0023H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีใช้ค้นคว้าเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
----	---	-----	----	-----	-----	-----	-----

EA : ถ้า EA = 0 จะดิสเอเบิลการอินเตอร์รัพต์ทั้งหมด ถ้า EA = 1 จะสามารถอินเตอร์รัพต์ได้ โดยแต่ละแหล่งอินเตอร์รัพต์จะมีอิสระในการเซต/เคลียร์ให้อินาเบิลหรือดิสเอเบิลได้

ETx : จะเป็นบิตควบคุมการยอมรับอินเตอร์รัพต์โอเวอร์โวลต์ของตัวจับเวลา/ตัวนับ x โดยถ้าเซตเป็น "1" จะยอมรับ แต่ถ้าเป็น "1" จะ ไม่ยอมรับ

ES : จะเป็นบิตควบคุมการยอมรับอินเตอร์รัพต์พอร์ตอนุกรม โดยถ้า ES = "0" จะยอมรับ แต่ถ้า ES เป็น "0" จะไม่ยอมรับ

Exx : เป็นบิตควบคุม การยอมรับอินเตอร์รัพต์ภายนอกจากขา INTx ถ้าเป็น "1" จะเป็นการยอมรับ แต่ถ้าเป็น "0" จะ ไม่ยอมรับ

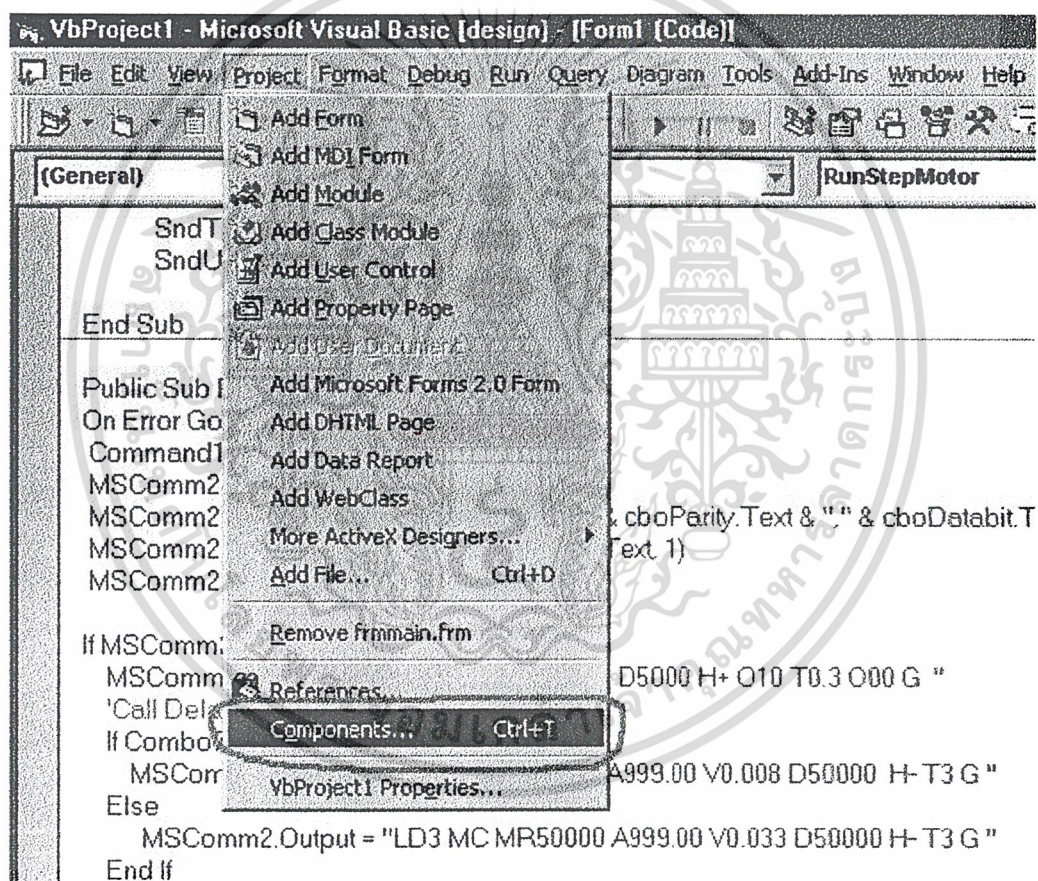
รูปที่ 3.17 แสดงบิตควบคุมการอินเตอร์รัพต์ในรีจิสเตอร์ IE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การโปรแกรม Visual Basic ในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

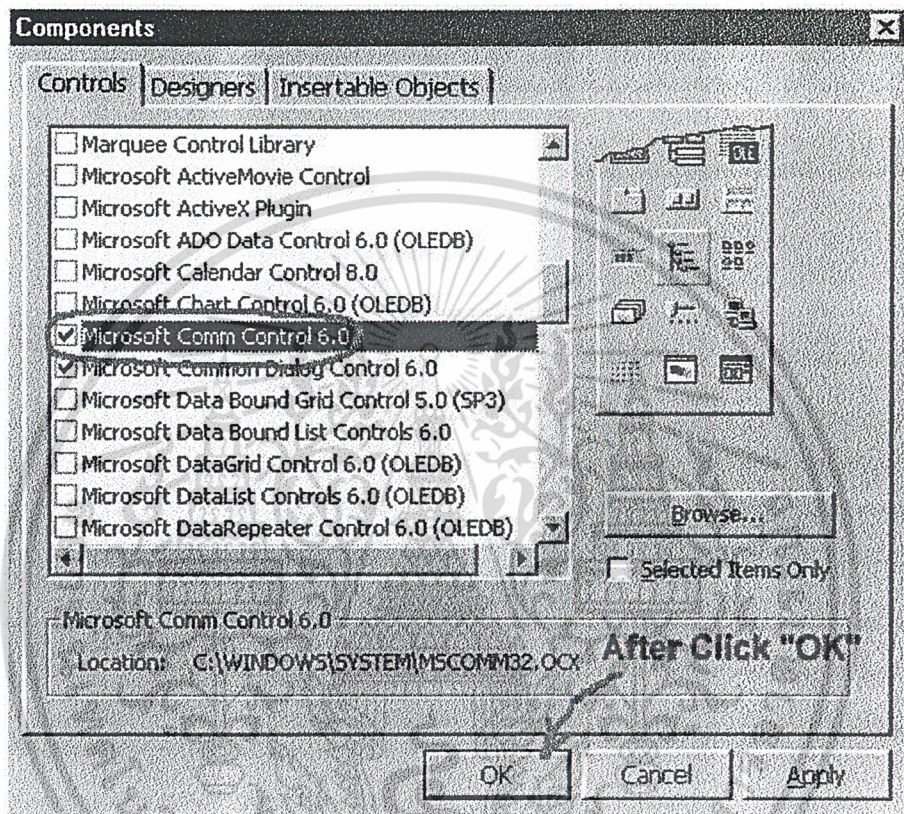
ทำได้โดยใช้ VB Control ที่ชื่อว่า MSComm โดยที่ต้อง กำหนด Custom Control เข้าไปที่เมนู Project--->Components แล้วเลือกที่ช่อง MSComm ก็จะปรากฏ เป็นรูปไอคอนโทรศัพท์ที่คลิกที่ไอคอนลากนำมาไว้บน Form ใน Project ของโปรแกรมเรา โดยสามารถทำตามวิธีที่กล่าวมา ได้ดังรูปต่อไปนี้

1. ขั้นที่ตอนแรก เลือกที่เมนูบาร์ด้านบนของโปรแกรม Visual Basic ดังรูปด้านล่าง



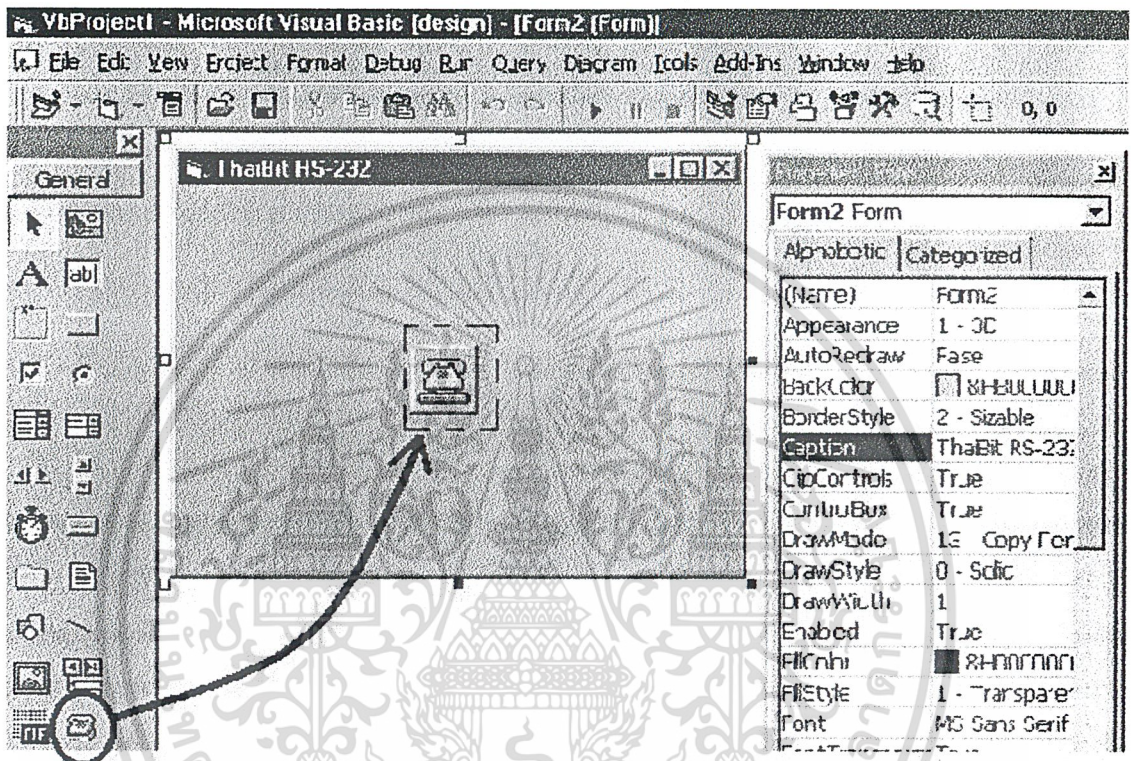
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้นที่สอง เลือกชื่อ Control ชื่อ Microsoft Comm Control 6 ดังรูปด้านล่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขั้นที่สาม ลากControlชื่อMicrosoft Comm จากToolBox มาไว้บนFormดังรูปด้านล่าง



การเขียนโปรแกรมติดต่อกับ Serial Port สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. การติดต่อแบบอินเตอร์รัพต์

ขบวนการอินเตอร์รัพต์ อุปกรณ์รอบข้างเกือบทุกชิ้น จะต้องปฏิบัติงานอยู่เพื่อส่งสัญญาณไปให้แก่ซีพียูเสมอ ถ้าอุปกรณ์นั้นพร้อมที่จะรับส่ง อุปกรณ์จะส่งเป็นรหัสแอสกี เราจะเขียนโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ โดยเมื่อที่ข้อมูลเข้ามาก็จะทำให้มี CommEvent กับ OnComm Event

2. การติดต่อแบบโพลลิง

ในระบบพีซี การโพลมิงที่ใช้การส่งผ่านข้อมูลระหว่าง Terminal กับ CPU กรณีข้อมูลเป็นประเภทไบท์ที่ส่งจากคีย์บอร์ด โดยวิธีการนี้จะตรวจสอบ คีย์บอร์ดว่ามีข้อมูลส่งมาหรือเปล่า

โดยจะตรวจสอบตลอดเวลา การทำงานกับข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจะตรวจสอบด้วยความเร็วที่สูงกว่า อัตราความเร็วข้อมูลที่ส่งเข้ามาทาง คีย์บอร์ด การที่ CPU ส่งสัญญาณออกไปตรวจสอบพบว่าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น ก็ทั้งหมดจะมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่ใช้ข้อมูลที่ต้องส่งเข้ามา เรียกว่า "Wet Poll" ซึ่งจะเสียช่วงเวลา 90 เปอร์เซ็นต์ คำนวณเวลาที่เสียไปนั้น เรา

เลี้ยงไปใช้เทคนิค การโพลแบบ "Round Robin" แทน แต่ในVBเราจะใช้การตรวจสอบข้อมูลที่มาจาก Serial Port ตลอด โดยจะใช้ Control Timer เข้ามาช่วยในการเขียนโปรแกรมซึ่งสามารถตรวจสอบได้ถึงระดับ 1 มิลลิวินาที หรือจะใช้ Do...Loop ก็ได้

ในตัวคอนโทรล MSComm มี Event ที่ใช้เพียง Event เดียวเท่านั้นเอง ก็คือ OnComm Event ซึ่งจะใช้ในการติดต่อแบบอินเตอร์รัพต์ การเขียนโปรแกรมติดต่อ Serial Port แบบธรรมดาจะใช้ comEvent เพียง comEvReceive,comEvSend ถ้าเป็นการติดต่อสื่อสารแบบ โมเด็มจะใช้หลายตัวในการตรวจสอบสัญญาณ ผมไม่อยากแจ้งรายละเอียดเยอะเพราะมีใน Help Visual Basic อยู่แล้ว

องค์ประกอบในการใช้ MSComm

การตั้งค่าติดต่อกับพอร์ต

- **ComPort** คือ เราต้องกำหนดหมายเลข Port ที่ใช้ต่อRS-232 (Com1,Com2)รายละเอียดดูในเมนู ด้านซ้าย Serial Port Detail
- **Setting** คือ เราต้องกำหนดอัตรา Baud,Parity,Data(จำนวนบิต),Stop ตัวอย่าง 1200,n,8,1 เป็นต้น
- **HandShaking** คือ เราจะกำหนดได้ 4 แบบ 1.comNone 2.comXonXoff 3. comRTS 4.comTRSXonXoff

การใช้ Buffer ในการรับส่งข้อมูล

- **InBufferSize** คือ การกำหนด Buffer ในการรับข้อมูลเข้ามา
- **OutBufferSize** คือ การกำหนด Buffer ในการส่งข้อมูลออกไป
- **Rthreshold** คือ การที่เรากำหนดการเกิด Event-driven ในการรับข้อมูลเข้ามา
- **Sthreshold** คือ การที่เรากำหนดการเกิด Event-driven ในการรับข้อมูลออกไป
- **Inputlen** คือ จำนวนของข้อมูลทีไปอ่านใน Buffer รับข้อมูล
- **EOFEEnable** คือ การที่บอกว่สิ้นสุดของไฟล์(EOF) End of File

ด้านฮาร์ดแวร์

- **ParityReplace** คือ ค่าของคาเลกเตอร์ที่จะแทนในเมื่อเกิด Parity Error
- **NullDiscard** คือ การกำหนดให้รับหรือไม่รับ NULL CHARACTER
- **RTSEnable**คือ ทำให้มีสัญญาณ RTS (Request To Send)
- **DTSEnable**คือ ทำให้มีสัญญาณ DTR(Data Terminal Ready)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการกำหนดคุณสมบัติของ MSComm Control ให้สามารถติดต่อกับพอร์ตได้

1. Property ชื่อ CommPort คือ เลือกคอมพอร์ตที่เราจะต่อใช้งาน มาดูการเขียน โค้ดกัน

ตัวอย่าง `MSComm1.CommPort=1`

ในที่นี้เลือกจะใช้ Com1อยู่ที่ด้านหลังเครื่องคอมพิวเตอร์

2. Property ชื่อ Settings คือ การตั้งค่าของการรับส่งข้อมูล ซึ่งจะต้องรู้ด้วยว่าอัตราบอด ของอุปกรณ์ที่จะติดต่อด้วยเป็นเท่าไร โดยมีรายละเอียดการใส่ต่างๆค่าดังนี้

`MSComm1.Settings="Baud(อัตราการรับส่งข้อมูล),Parity(ถ้าไม่ใช่ใส่ N,จำนวนบิตข้อมูล,บิตสตอป"` มาดูการเขียน โค้ดกัน

ตัวอย่าง `MSComm1.Settings="1200,N,8,1"`

3.Property ชื่อ InputLenคือ กำหนดขนาดขนาดที่มีข้อมูลเข้ามาให้ไปอ่านข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในบัฟเฟอร์ มาดูการเขียน โค้ดกัน

ตัวอย่าง `MSComm1.InputLen=1`

4. Property ชื่อ PortOpen คือ จะเปิดให้พอร์ตใช้งานหรือไม่ ถ้าเปิด =True ถ้าปิด =False มาดูการเขียน โค้ดกัน

ตัวอย่าง `MSComm1.PortOpen=True`

5. Property ชื่อ Rthresholdคือ ทำให้เกิดการกระตุ้นด้วย Event-driven เมื่อมีข้อมูลในบัฟเฟอร์รับข้อมูล(Comport)มันทำให้เกิดCommEvent ใน OnComm Event มาดูการเขียน โค้ดกัน

ตัวอย่าง `MSComm1.Rthreshold =1`

จากรายละเอียดที่กล่าวมา เราจะมาเขียนใน โปรซีเจอร์ VB ซึ่งจะไว้ที่ Sub Form_Load() หรือจะสร้าง Sub ขึ้นใหม่ในกรณีที่จะเรียกใช้ภายหลัง

Private Sub Form_Load()

`MSComm1.Settings="1200,N,8,1"`

`MSComm1.CommPort=1`

`MSComm1.InputLen=1`

`MSComm1.PortOpen=True`

`MSComm1.Rthreshold =1`

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
End Sub ทั้งนี้ ห้ามนำไปดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการรับส่งข้อมูลจาก Serial Port

จากวิธีเขียนโค้ดด้านบนเป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับคอมพอร์ตและเปิดใช้การรับและส่งของพอร์ต RS-232 ดังนั้นก็สามารถจะรับและส่งข้อมูลทางพอร์ตได้ โดยใช้ Property ดังนี้

Output = ซึ่งจะเป็นการส่งข้อมูลไปที่พอร์ต

Input = เป็นส่วนของการรับข้อมูลจากพอร์ต แต่ในส่วนนี้จะต้องนำคำสั่งไปเขียนที่ Event Property OnComm จะอยู่ใน Sub MSComm_OnComm ซึ่ง จะอ่านข้อมูลเข้ามาจากทางพอร์ต RS232 นั้นเอง

ตัวอย่าง

เช่นถ้าต้องการที่จะพิมพ์ข้อมูลส่งออกพร้อมๆกับขณะที่เราพิมพ์ไปด้วยก็เพียง ไปเขียนโค้ดไว้ที่ Event KeyPress ของ Control TextBox ที่เราจะให้เป็นตัวส่งข้อมูล โดยเขียนดังนี้

```
Sub txtRXTX_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    MSComm1.Output=Chr$(KeyAscii)
End Sub
```

ส่วนการใช้ Property Input ต้องนำมาไว้ที่ Event OnComm ดังนี้

```
Private Sub MSComm1_OnComm()
    Dim StrData As Variant 'กำหนดชนิดตัวแปรเพราะต้องการให้เป็นอะไรก็ได้
    Str=MSComm1.Input
    Text1.Text=StrData
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

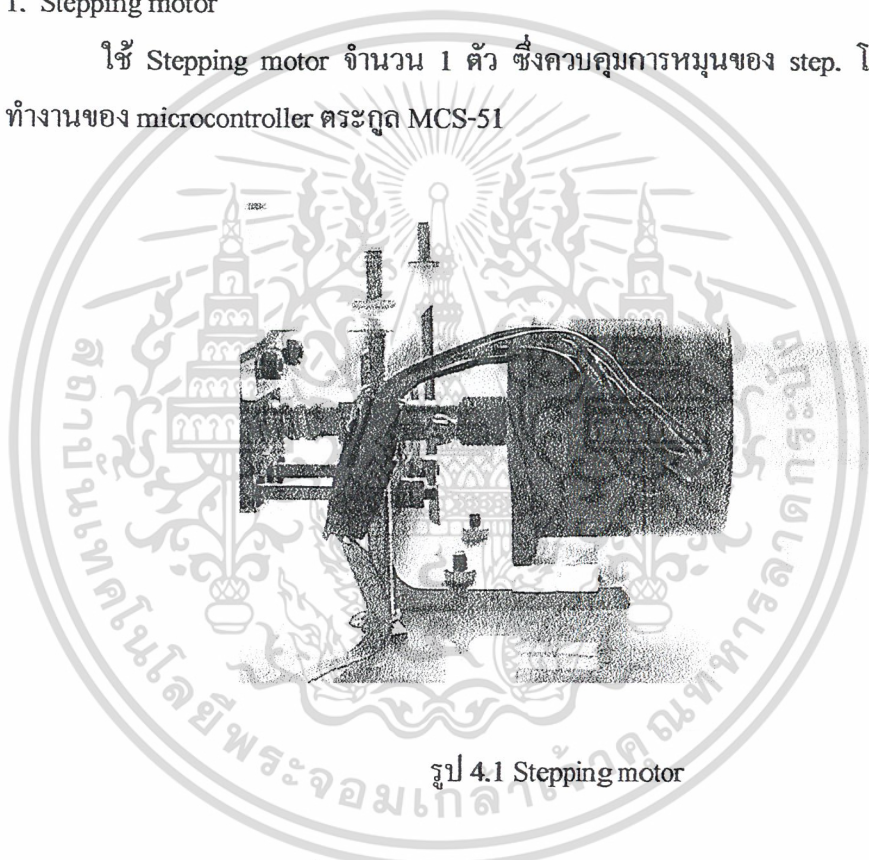
โครงสร้างของ Syringe pump

4.1 ส่วนประกอบของระบบกลไก

- Stepping motor
- Ball screw

1. Stepping motor

ใช้ Stepping motor จำนวน 1 ตัว ซึ่งควบคุมการหมุนของ step. โดยระบบการทำงานของ microcontroller ตระกูล MCS-51

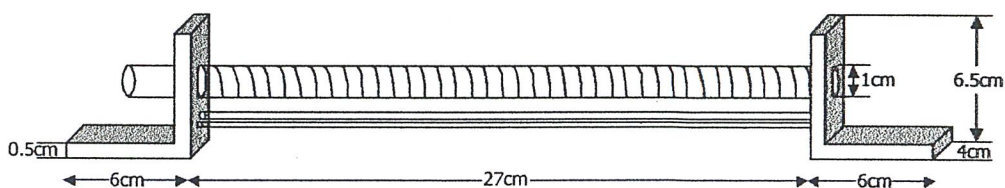


รูป 4.1 Stepping motor

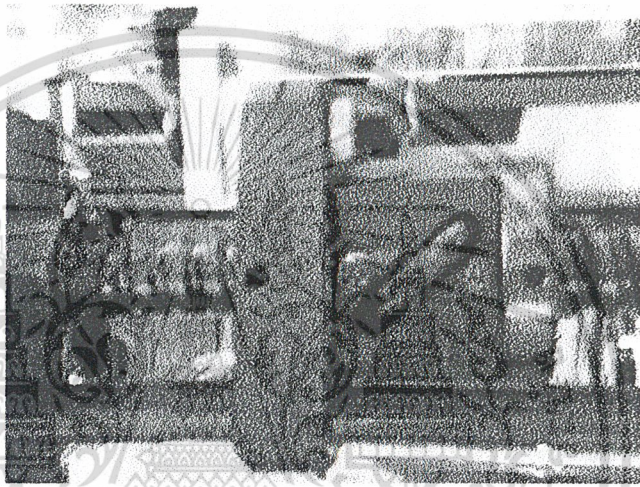
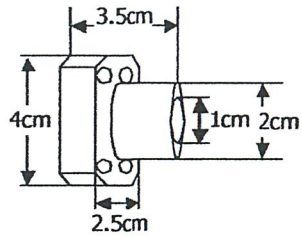
Stepping motor ที่ใช้มีมุม 1.8 degree/step $V_{dc} = 10 \text{ volt}$ 0.5 amp 200 step/รอบ

2 Ball screw

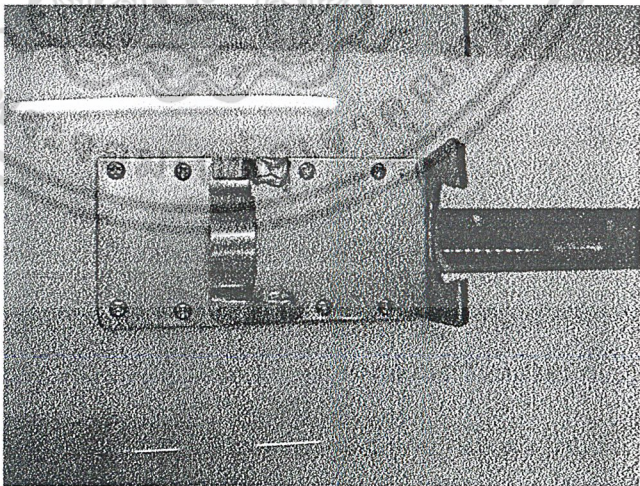
มีลักษณะและส่วนประกอบตามคั่นแบบดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ระบุว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแบบลงเนื้อหาและดัดแปลงอย่างองงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

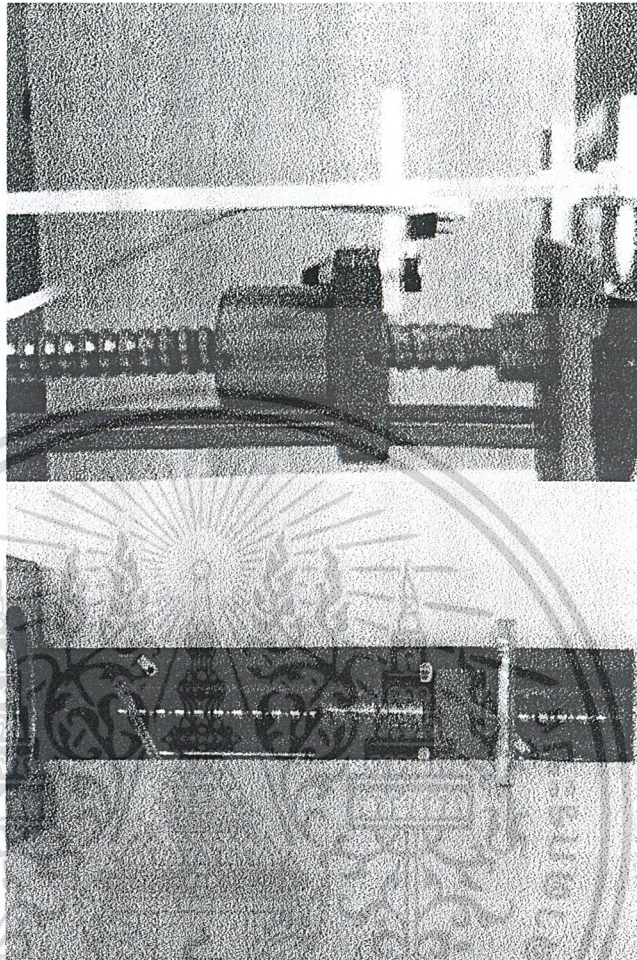


รูป 4.3 Ball screw



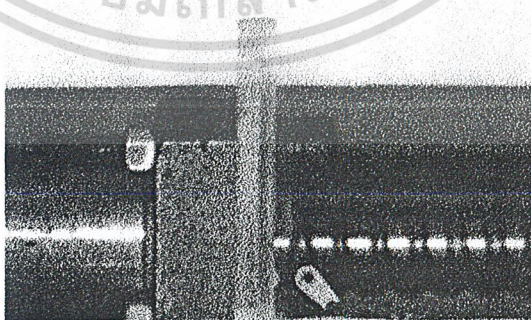
รูป 4.4 แท่นวางหรือรางรองกระบอกระบายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



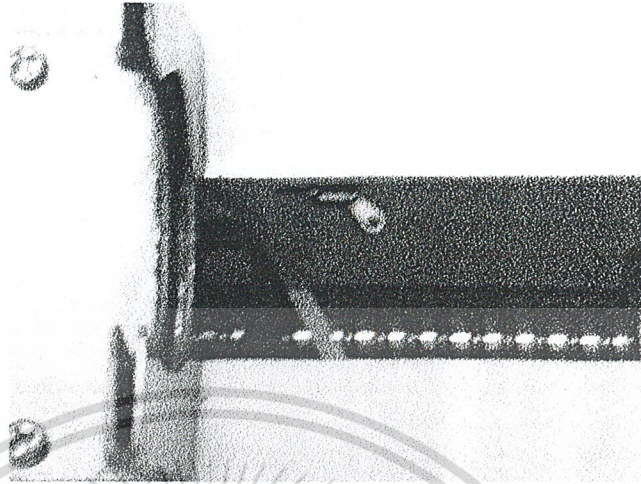
รูป 4.5 ตัวคั่นและการเชื่อมต่อตัวคั่นกับ Ball screw

4.2 ส่วนประกอบของอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต

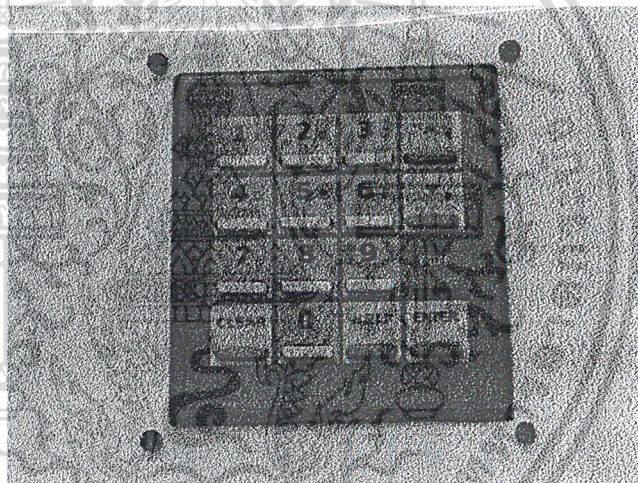


รูป 4.6 สวิตช์เริ่มต้น

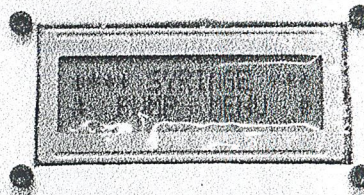
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอกโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.7 สวิตช์หยุดการทำงาน

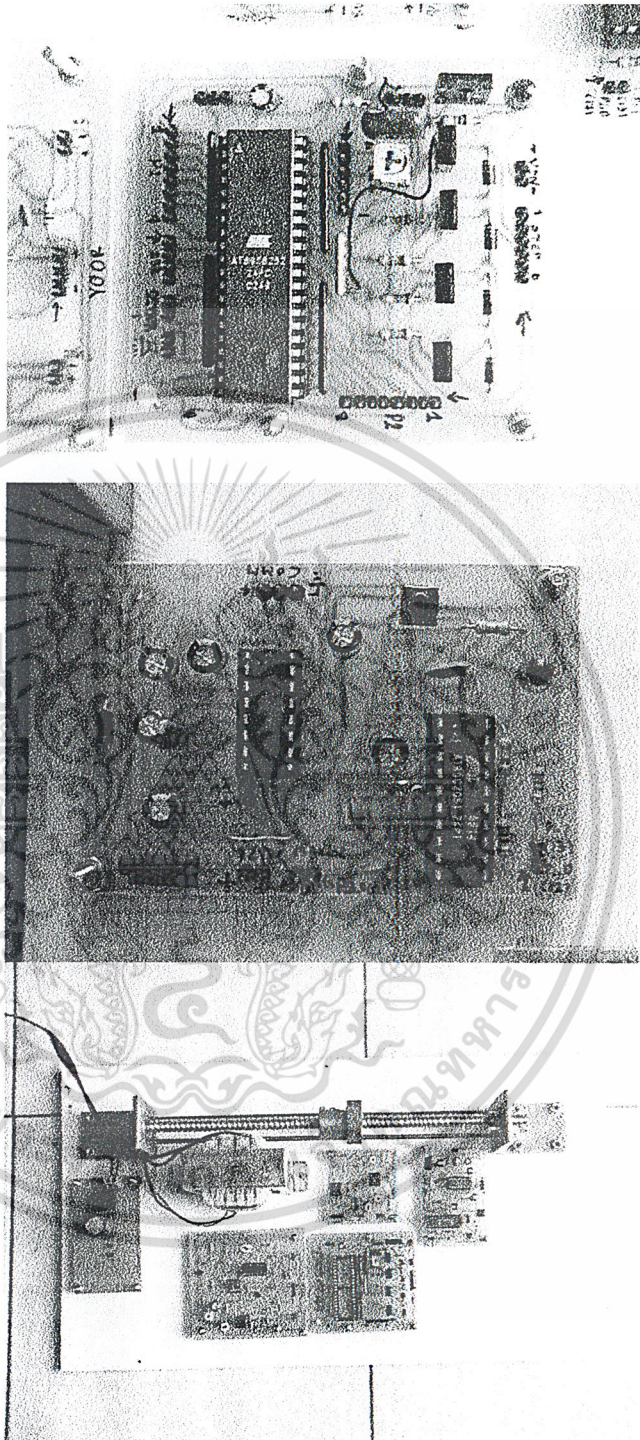


รูป 4.8 Matrix keyboard 4 X 4



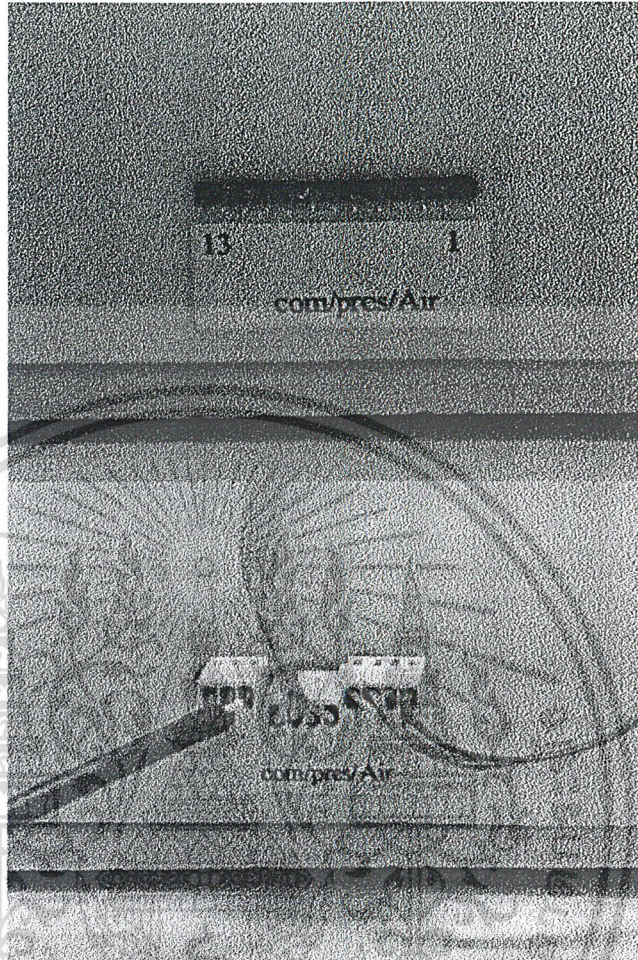
รูป 4.9 จอ LCD 16 X 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

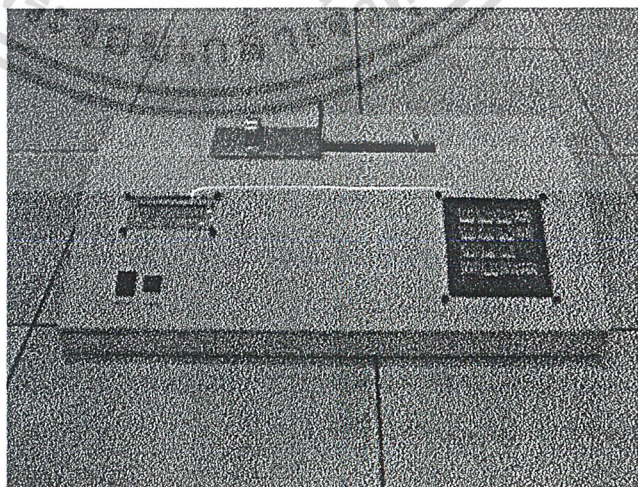


รูป 4.10 การวางแผงวงจร

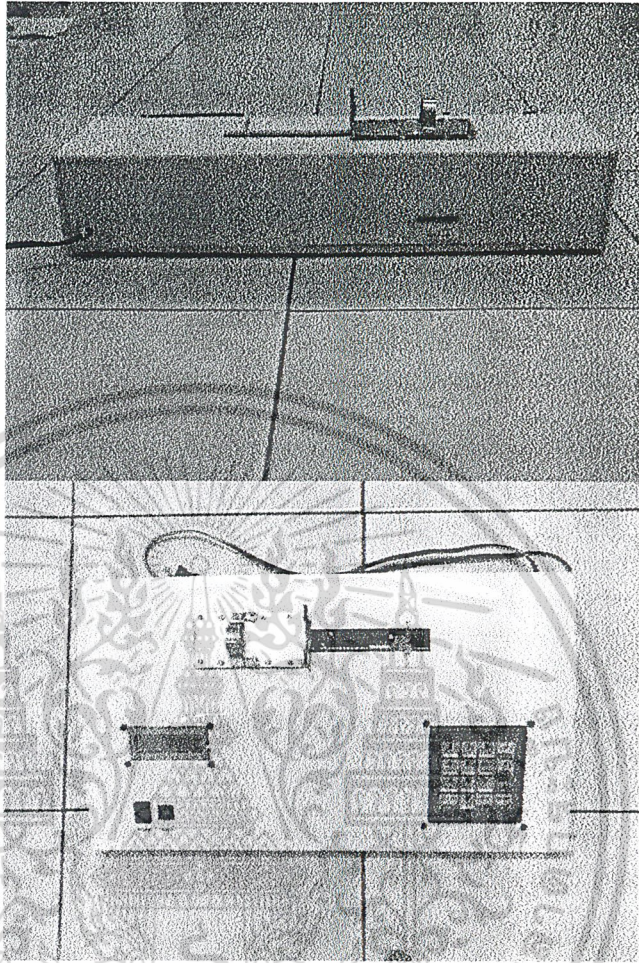
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



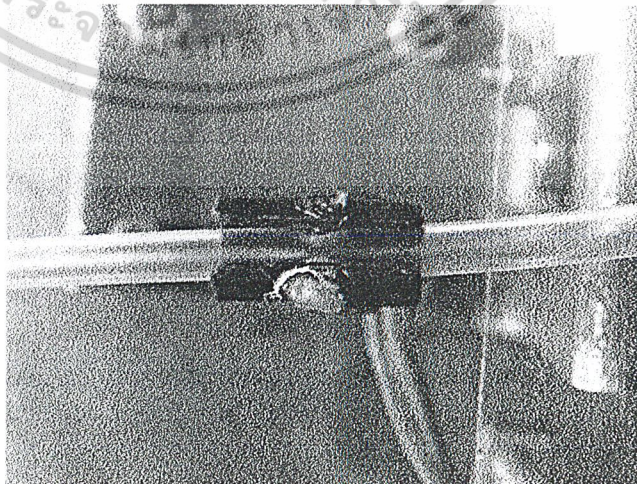
รูป 4.11 Connector ของเครื่องปั๊มสารละลาย



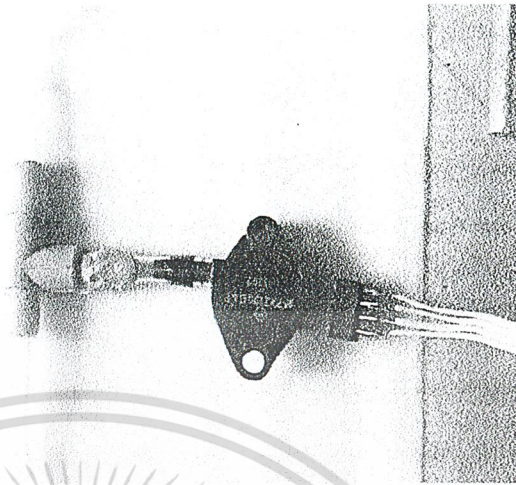
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงรูป 4.12 ด้านหน้าของเครื่องปั๊มสารละลาย ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



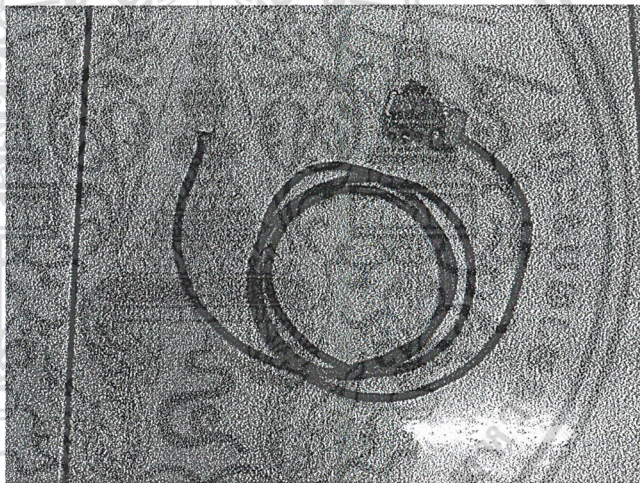
รูป 4.13 ด้านหลังและด้านบนของเครื่องป้อนสารละลาย



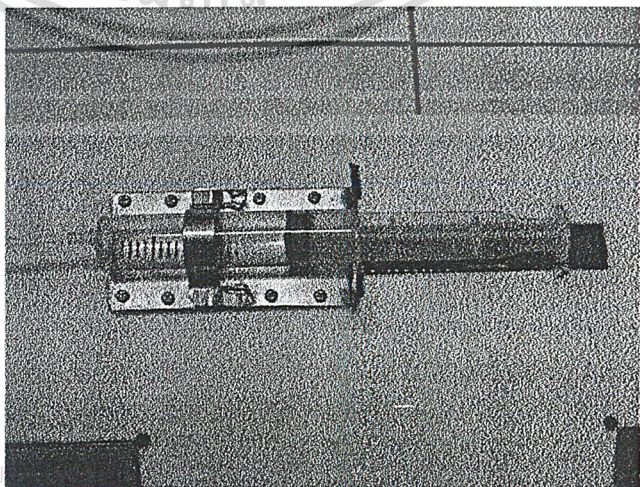
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อ **รูป 4.14 ตัวตรวจจับฟองอากาศ** สารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.15 ตัวตรวจจับการถอดค้น



รูป 4.16 สายเชื่อมต่อสัญญาณ RS232C



รูป 4.17 การติดตั้งกระบอกปั๊มสารละลาย

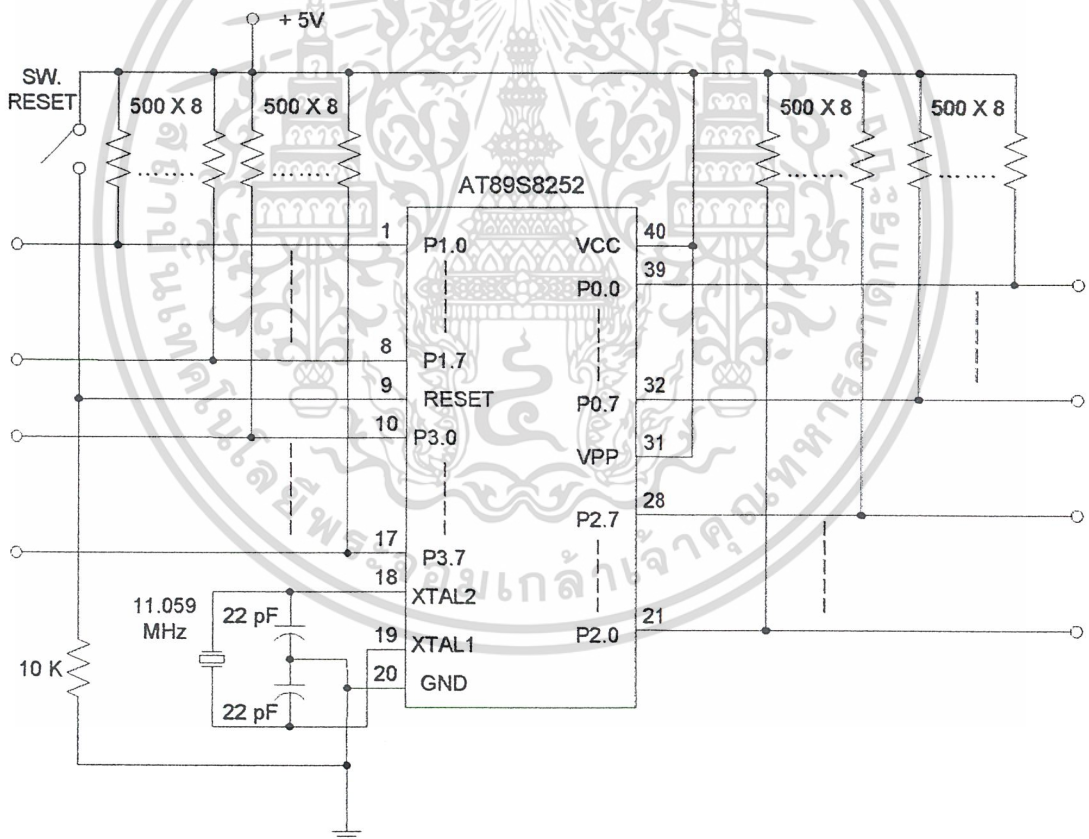
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... ยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง... ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การออกแบบและวงจรต่าง ๆ

5.1 วงจรควบคุม Microcontroller เบอร์ AT89S8252

ไอซีเบอร์ AT89S8252 เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51 โดยไอซีเบอร์นี้เป็นไอซีขนาด 8 บิต ไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) มีขนาดหน่วยความจำ 8 กิโลไบต์ (K bytes) เป็นแบบโปรแกรมมาเบิ้ลแฟลชเมมโมรี่ (Programmable flash memory) และ 2 กิโลไบต์ เป็น EEPROM สามารถใช้สัญญาณนาฬิกาได้สูงสุด 24 เมกกะเฮิร์ต (MHz) ไฟเลี้ยง 4 ถึง 6 โวลท์ (V) มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตขนาด 8 บิตจำนวน 4 พอร์ต (คุณสมบัติต่าง ๆ เพิ่มเติมดูได้จาก Data sheet)



รูป 5.1 วงจรควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89S8252

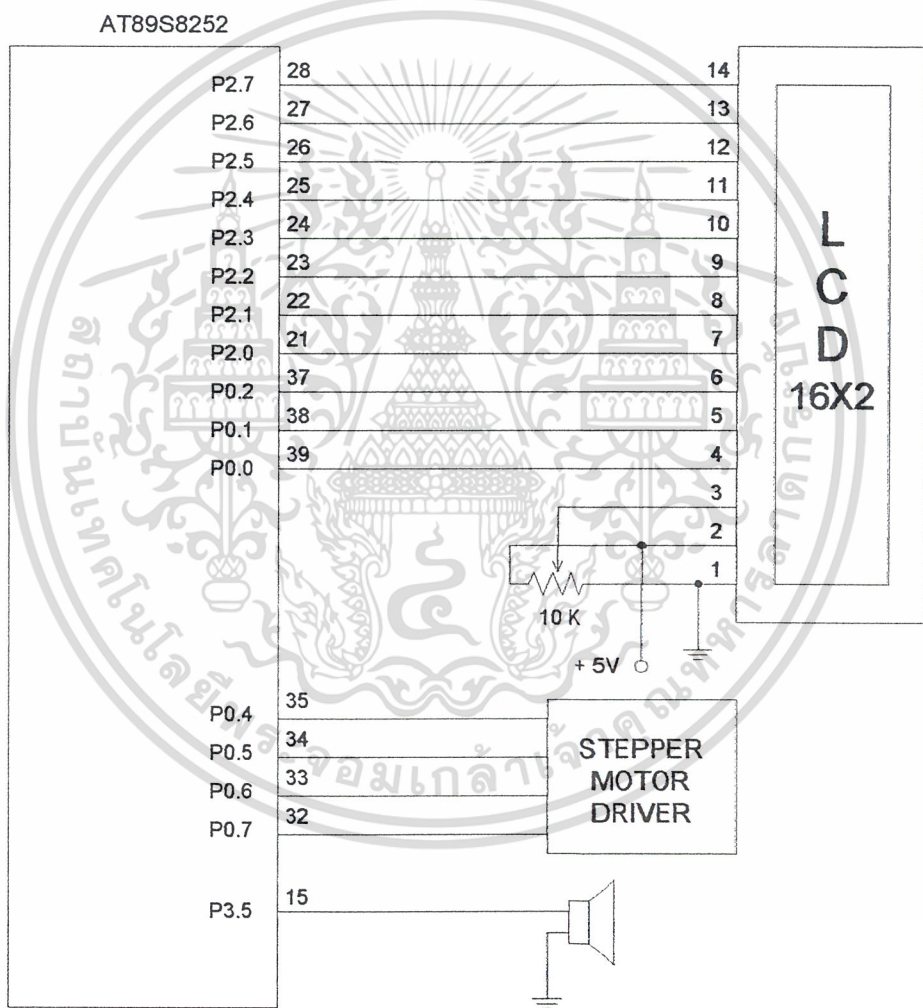
พอร์ต I/O ต่อความต้านทานเพื่อพูลอัพกระแสให้สัญญาณเอาต์พุตของไอซีเนื่องจาก กระแสเอาต์พุตสูงสุดของไอซีเบอร์นี้มีค่าต่ำ ขา XTAL 1,2 เลือกใช้ Crystal ขนาด 11.0592 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเห็นว่าเว็บไซต์นี้จะเอื้ออำนวยให้แก่ผู้จัดทำ เอกสารนี้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และขา VPP กับขา VCC ต่อไฟเลี้ยงวงจร + 5 V ขา VPP ต้องต่อไฟเลี้ยงไว้เพื่อบอกให้รู้ว่ามีการใช้งาน โปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำภายในตัวไอซีเอง

5.2 วงจรใช้งานจอ LCD และการเชื่อมต่ออุปกรณ์เอาต์พุตต่างๆ

อุปกรณ์เอาต์พุตในโครงงานนี้มี จอ LCD ,สตีปเปอร์มอเตอร์ และลำโพง(ใช้ลำโพงเปียซโซ) การต่อใช้งานดังแสดงในรูป 5.2



รูป 5.2 วงจรใช้งานจอ LCD และการเชื่อมต่ออุปกรณ์เอาต์พุตต่างๆ

ขา 1,2,3 ของจอ LCD เป็นขาที่ใช้ในการปรับความเข้มของจอ โดยขา 4,5,6 เป็น

ขาสัญญาณควบคุม และขาที่เหลือเป็นสัญญาณข้อมูล

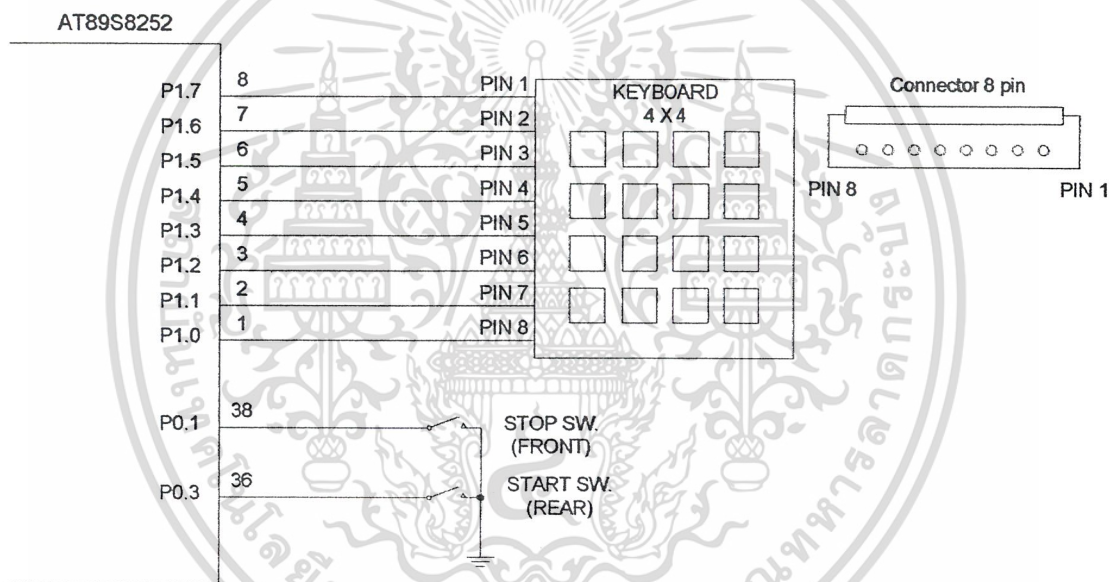
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ต P0.4 – P0.7 นำไปเป็นสัญญาณให้วงจรจับสตีปเปอร์มอเตอร์ เนื่องจากพอร์ต 0 นี้จะมีกระแสเอาต์พุตสูงมากที่สุด และ P3.5 นำไปขับลำโพงเพื่อเตือนว่าลูกสูบอยู่ตำแหน่งเริ่ม และหยุดแล้ว

5.3 วงจรใช้งาน Matrix keyboard 4 X4 และการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตต่าง ๆ

คีย์บอร์ดแบบเมทริกซ์เป็นอุปกรณ์อินพุตที่รับค่า หรือคำสั่งต่าง ๆ ซึ่งในโครงการนี้เลือกใช้ขนาด 4 X 4 ซึ่งต้องใช้สายสัญญาณทั้งหมด 8 เส้น จะได้คีย์ต่าง ๆ ทั้งหมดจำนวน 16 คีย์ และสวิทช์ที่ใช้บอกตำแหน่งเริ่มต้นและหยุดใช้ไมโครสวิทช์



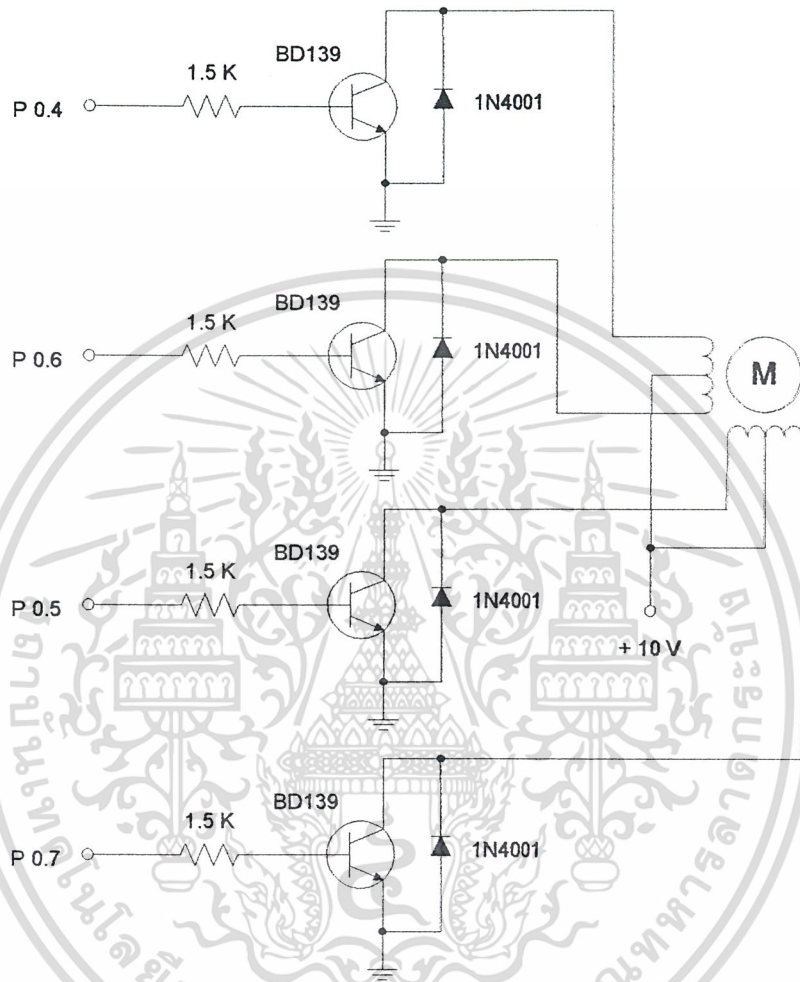
รูป 5.3 วงจรใช้งาน Matrix keyboard 4 X4 และการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตต่าง ๆ

คีย์บอร์ดเลือกต่อพอร์ต 1 โดยให้ 4 บิตบนเป็นอินพุต และ 4 บิตล่างเป็นเอาต์พุต ทั้งนี้ในการควบคุมและกำหนดจะทำการโปรแกรมอีกที

การต่อ ไมโครสวิทช์ เพื่อสร้างสัญญาณบอกตำแหน่งเริ่มต้น และหยุดของลูกสูบเลือกต่อพอร์ต P0.3 และ P0.1 โดยจะเห็นว่าขา P0.1 ได้นำไปต่อกับขา 5 ของจอ LCD แล้วเพื่อสร้างสัญญาณควบคุมให้จอ LCD แต่ได้เลือกต่อสวิทช์บอกตำแหน่งหยุดอีกได้เนื่องจากการทำงานของจอ LCD กับสวิทช์นั้นทำงานไม่พร้อมกันทำให้ประหยัดพอร์ตใช้งาน ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

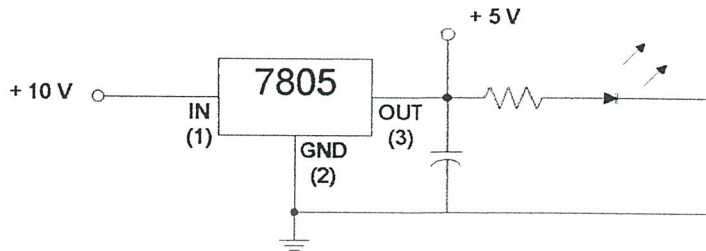


รูป 5.4 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์นี้เป็นวงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 ซึ่งมีกระแสคอลเลคเตอร์สูงสุด 3 แอมป์ ซึ่งมากพอที่จะขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ได้ โดยทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิดปิดให้ขั้วของมอเตอร์สลับกันไป โดยสเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบยูนิโพลาร์ 6 สาย 4 เฟส 1.8 ดีกรีต่อสเต็ป และใช้ไดโอด 1N4001 ต่อเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 วงจรภาคจ่ายไฟวงจรควบคุม Microcontroller



รูป 5.5 วงจรภาคจ่ายไฟ

ใช้ IC Regulator เบอร์ 7805 ทำการแปลงไฟจาก 10 โวลต์ดีซี ให้เหลือเป็น 5 โวลต์ดีซี เพื่อจ่ายให้ส่วนต่าง ๆ ของวงจร โดยมีตัวเก็บประจุต่อขานานที่เอาต์พุตของไอซีเพื่อลดสัญญาณรบกวนหรือสัญญาณรบกวน (Ripple) ที่อาจจะรบกวนการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

5.6 วงจรตรวจจับฟองอากาศ

วงจรนี้แสดงในรูปที่ 5.6 โดยจะประกอบไปด้วย วงจร Astable multivibrator, วงจรตรวจจับฟองอากาศโดยใช้อินฟราเรด, วงจร Non inverting amplifier และวงจร Comparator

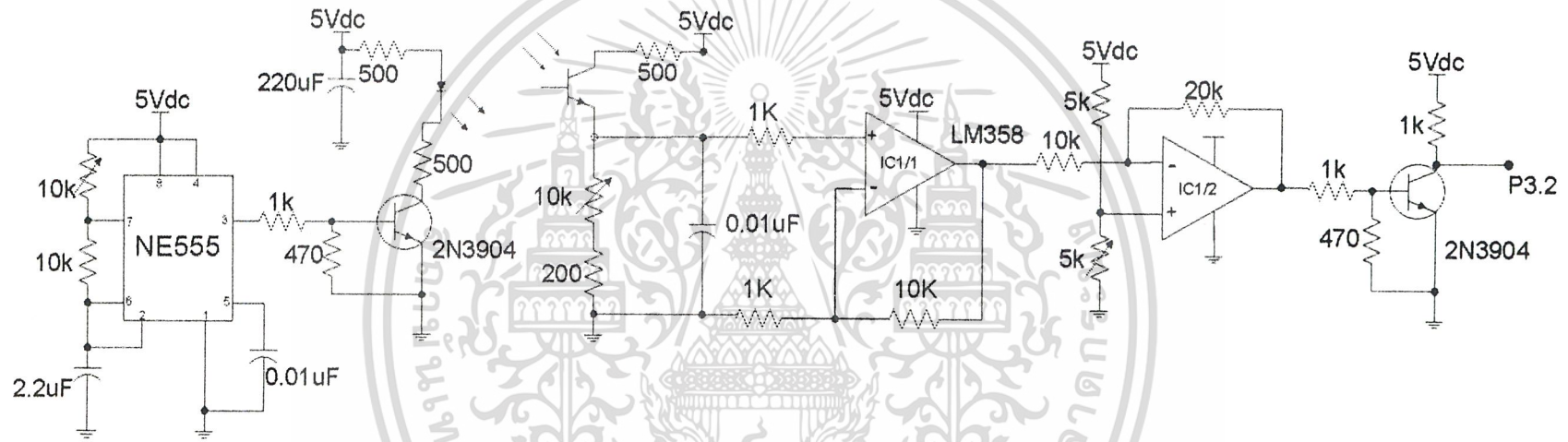
วงจร Astable multivibrator ผลิตความถี่ 98 KHz ส่งไปไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะไปไบอัสอินฟราเรด LED (IR LED) ความต้านทานปรับค่าได้ในวงจรตรวจจับฟองอากาศใช้ปรับย่านของ IR LED กับ phototransistor

เมื่อไม่มีฟองแสงจาก IR LED จะถูกส่งไปยัง phototransistor ได้น้อยทำให้ได้เอาต์พุตจากวงจร comparator เป็น Logic High

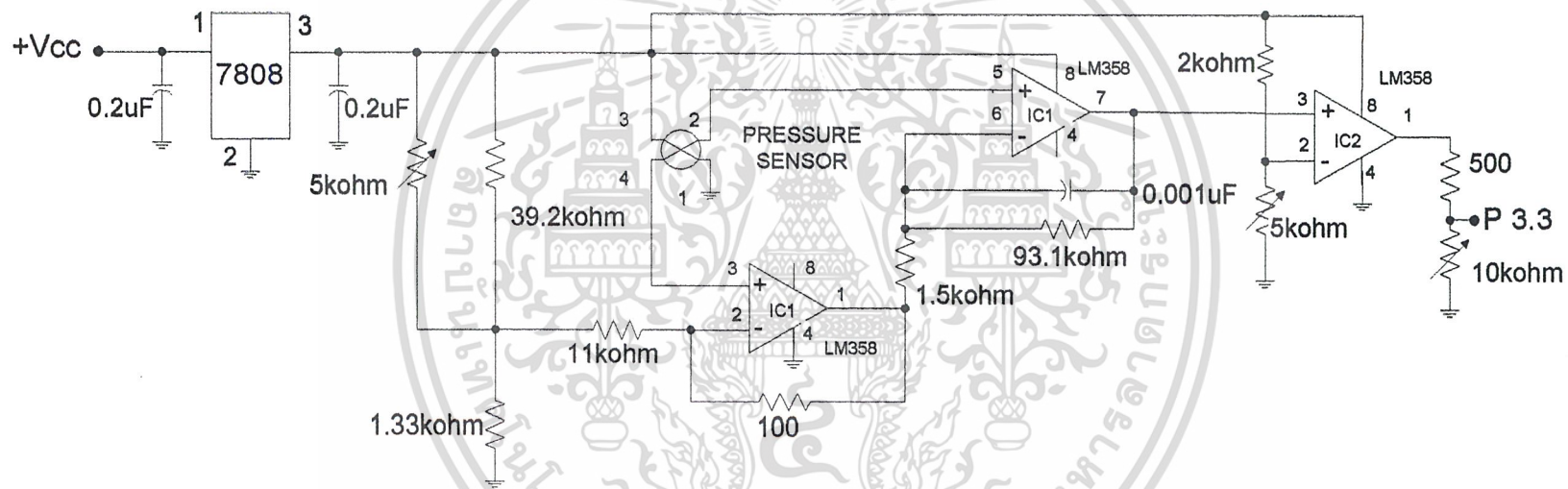
เมื่อมีฟองอากาศแสงจะส่งไปยัง phototransistor ได้มากขึ้น ทำให้ได้เอาต์พุตจากวงจร comparator เป็น Logic Low

โดยจะทำการต่อเอาต์พุตจากวงจรนี้เข้าไปยังขา P3.2 ของ Microcontroller ซึ่งเป็นขาอินเตอร์รัพท์ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.6 วงจรตรวจจับฟองอากาศ

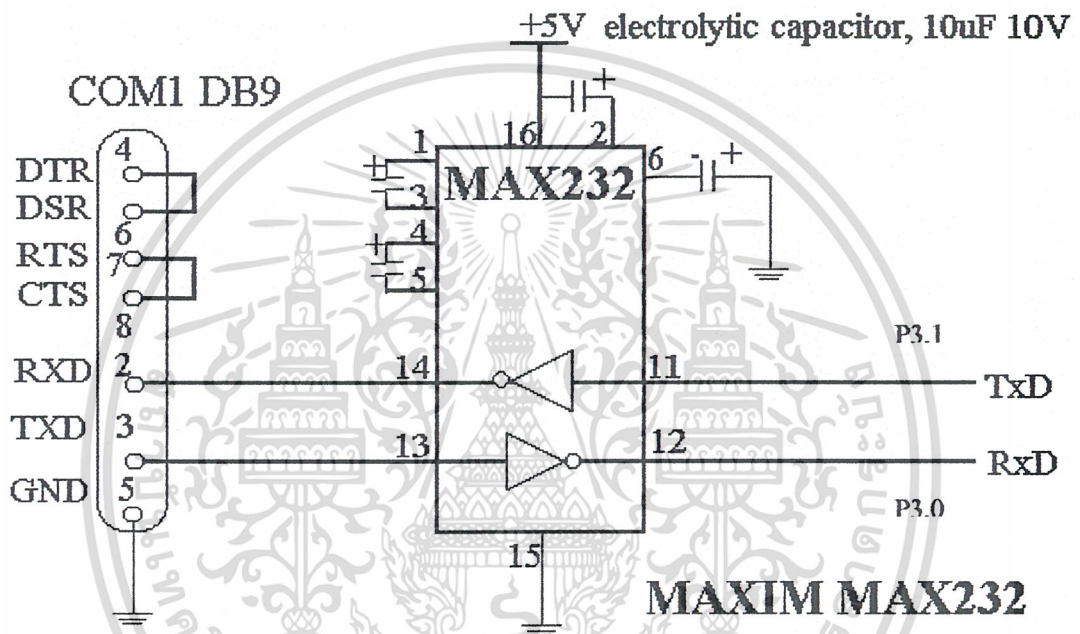


รูป 5.7 วงจรตรวจจับการอุดตัน

5.7 วงจรตรวจจับการอุดตัน

วงจรมีแสดงในรูปที่ 5.7 โดยจะใช้ pressure sensor ของ Motorola เบอร์ MPX2100GVP โดยต่อเป็นวงจรขยายความต่างระหว่างความดันที่จะวัดกับความดันบรรยากาศ

5.8 วงจรปรับระดับสัญญาณ RS232



รูป 5.8 วงจรปรับระดับสัญญาณ RS232

มาตรฐานของการเชื่อมต่อทางพอร์ตอนุกรมของเครื่อง PC ผ่าน RS232C ต้องการระดับลอจิกที่เป็นลบโดยลอจิก "1" มีระดับแรงดันเป็น -3 โวลต์ถึง -12 โวลต์ และลอจิก "0" มีระดับแรงดันเป็น +3 โวลต์ถึง +12 โวลต์ เมื่อต้องการเชื่อมต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งต้องการระดับสัญญาณ TTL ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการแปลงระดับสัญญาณด้วยการใช้ ไอซี MAX232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การใช้งานและโปรแกรมควบคุม

โปรแกรมควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในโครงการนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ โดยเขียนด้วยภาษา Assembly ซึ่งใช้โปรแกรม Assembler ชื่อว่า SXA51 ในการแปลงเป็น Hex file ที่ใช้ในการโปรแกรมให้กับไอซีเบอร์ 89S8252 และใช้ภาษา Visual Basic เขียนส่วนควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สั่งการทำงานได้ทั้งจากตัวเครื่องเองและจากเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

6.1 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือดจากตัวเครื่องเอง

1. หลังจากทำการเปิดเครื่องหรือกดสวิทช์รีเซ็ต สเต็ปเปอร์มอเตอร์จะถูกสั่งให้หมุนนำตัวคั่นลูกสูบกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นทุกครั้ง เพื่อให้ทำการนำกระบอกฉีดสารละลายที่มีสารละลายอยู่ภายในกระบอกแล้วมาวางบนรางแล้วที่จอ LCD จะแสดงหน้าจอหลัก

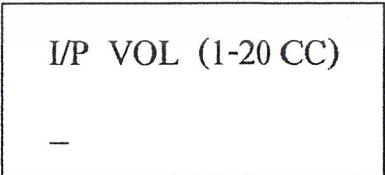


```

*** SYRINGE ***
# PUMP MENU #
  
```

รูป 6.1 หน้าจอหลัก

2. กดปุ่ม “ > ” เพื่อทำการได้ฟองอากาศบางส่วนที่ปลายเข็ม และเป็นการกำหนดจุดเริ่มต้นทำงานด้วย หลังจากนั้นให้กดปุ่ม “ ENTER ” เพื่อเริ่มใช้งานจะปรากฏหน้าจอรับค่า



```

I/P VOL (1-20 CC)
—
  
```

รูป 6.2 หน้าจอรับค่าปริมาตร

3. ทำการป้อนปริมาตรที่ต้องการ และสามารถลบเลขได้ด้วยปุ่ม “ < ” โดยปริมาตรที่มาตรฐานป้อนได้อยู่ที่ 1 ถึง 20 cc. (ค่าที่ป้อนได้เป็นเลขจำนวนเต็ม)
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กด “ ENTER ” เพื่อยืนยันการทำงาน หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอรับค่าอัตราเร็วหรือปริมาตรต่อเวลาที่ ค่าที่ป้อนได้อยู่ที่ 1 ถึง 99 cc./min. กด “ ENTER ” อีกครั้งลูกสูบจะถูกดันให้ได้ปริมาตรและอัตราเร็วตามที่ต้องการ เมื่อเสร็จการทำงานแล้วจะกลับไปหน้าจอรับค่าปริมาตรเพื่อรับค่าต่อไป

I/P CC/MIN (1-99)

รูป 6.3 หน้าจอรับค่าอัตราเร็ว

5. ระหว่างการทำงานคันลูกสูบเราสามารถหยุดการทำงานได้ด้วยการกดปุ่ม “ CLEAR ” ซึ่งจะทำให้การทำงานกลับไปหน้าจอหลักอีกครั้งหนึ่ง
6. ถ้าลูกสูบถูกดันมาถึงตำแหน่งสวิทช์หยุดการทำงานของลูกสูบ ใดๆ จะหยุด และหน้าจอจะกลับไปหน้าจอหลัก การจะเริ่มใช้งานใหม่ทำได้โดยการกดปุ่ม “ RESET ”
7. ระหว่างการทำงานคันลูกสูบ ถ้ามีฟองอากาศหรือการอุดตันขึ้นภายในสายนำสารละลาย จะมีการแจ้งเตือนทางจอ LCD ในการกลับไปทำงานใหม่อีกครั้ง ให้ทำการกดปุ่ม “ RESET ” เพื่อทำการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นก่อนแล้วจึงค่อยเริ่มสั่งงานใหม่

*** WARNING ! ***
BUBLE IN LINE!

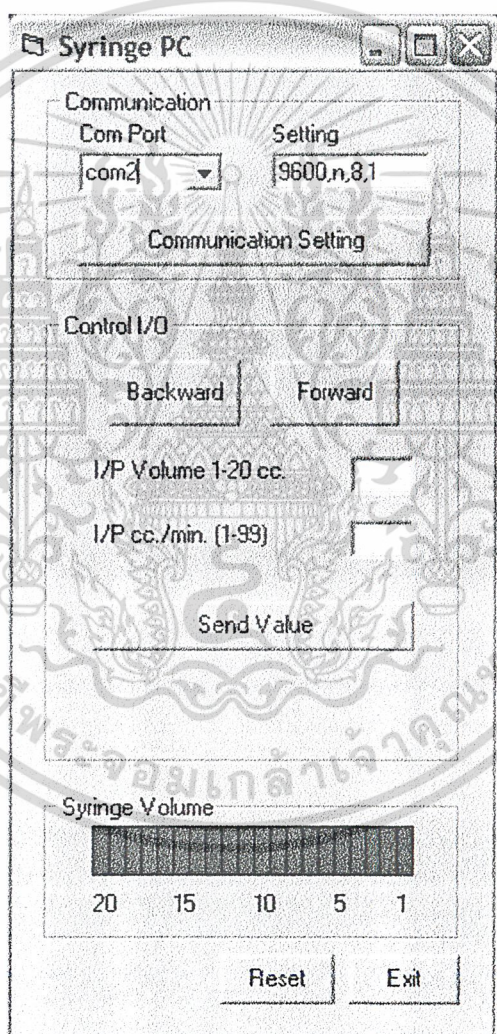
รูป 6.4 หน้าจอเตือนกรณีเกิดฟองอากาศในสาย

*** WARNING ! ***
OCCLUSION !

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในสถาบันการศึกษาเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือดจากตัวเครื่องคอมพิวเตอร์

1. หลังจากทำการเปิดเครื่องหรือกดสวิทช์รีเซ็ต สเค็ปเปอร์มอเตอร์จะถูกสั่งให้หมุนนำตัวคันลูกสูบ กลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นทุกครั้ง เพื่อให้ทำการนำกระบอกฉีดสารละลายที่มีสารละลายอยู่ภายในกระบอกแล้วมาวางบนรางแล้วที่จอ LCD จะแสดงหน้าจอหลัก
2. ทำการเปิด โปรแกรม RSlink.exe

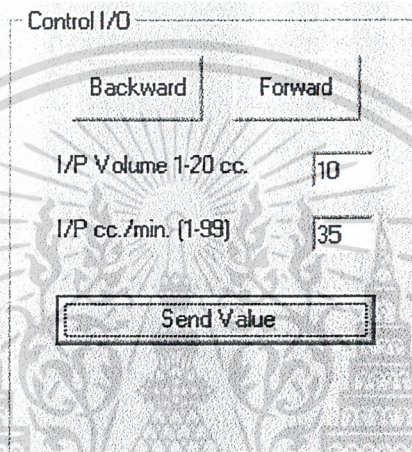


รูป 6.6 โปรแกรมสั่งงานเครื่องปั๊มสารละลายโดยคอมพิวเตอร์

3. ทำการเชื่อมต่อสาย RS232 แล้วทำการเลือกพอร์ตสื่อสารของคอมพิวเตอร์ที่จะใช้งานในส่วนของการสื่อสาร แล้วทำการคลิกปุ่ม Communication Setting เพื่อเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีเห็นแต่เพียงเนื้อหาและต้องขออนุญาตถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในส่วน Control I/O เป็นส่วนที่จะใช้ในการสั่งการทำงานต่าง ๆ โดยมีปุ่ม Forward ทำหน้าที่เหมือน ปุ่ม “ > ” บนตัวเครื่อง เพื่อทำการไล่ฟองอากาศบางส่วนที่ปลายเข็ม และปุ่ม Backward ใช้ถอยหลังกลับไปจุดเริ่มต้น
5. หลังจากทำการไล่ฟองอากาศแล้ว ทำการกำหนดค่าที่ต้องการให้ทำงานทั้งค่าปริมาตร และอัตราเร็วแล้วจึงทำการคลิกปุ่ม Send Value เพื่อส่งค่าให้เครื่องทำงานต่อไป



รูป 6.7 ส่วน Control I/O โดยคอมพิวเตอร์

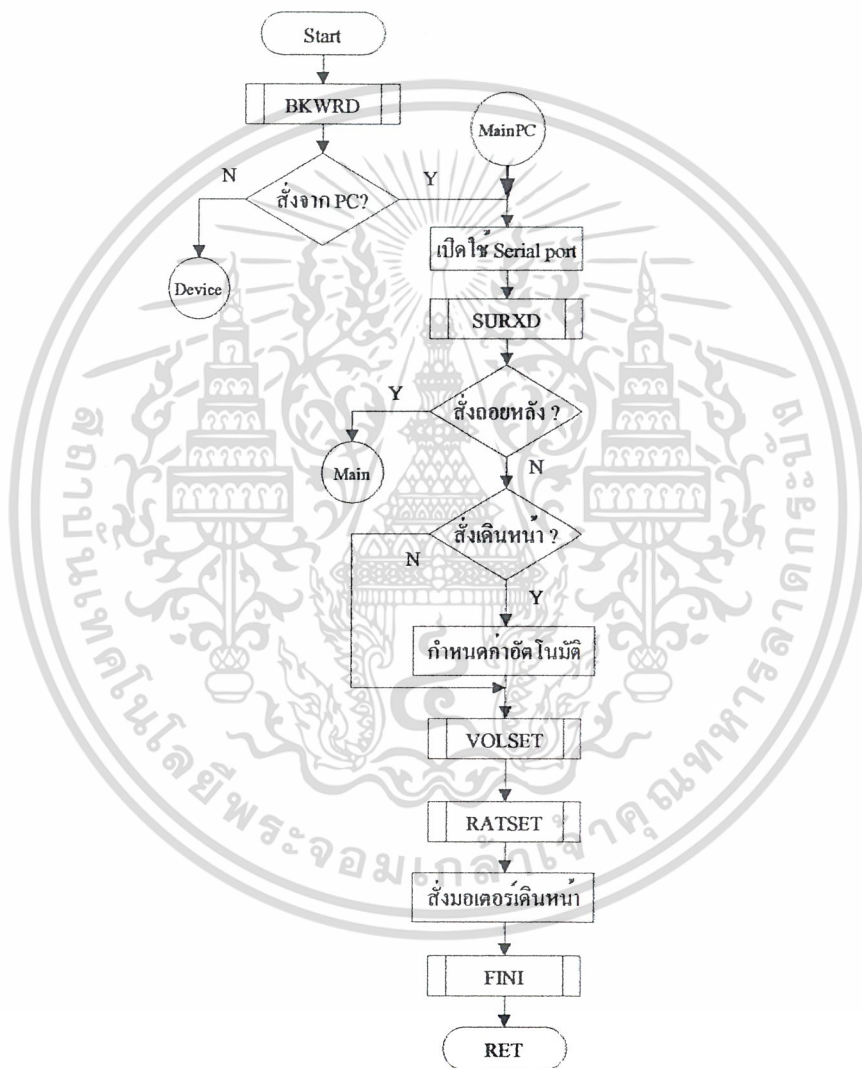
6. ระหว่างการทำงานค้นลูกสูบ ถ้ามีฟองอากาศหรือการอุดตันขึ้นภายในสายนำสารละลาย จะมีการแจ้งเตือนในส่วน Control I/O ในการกลับไปทำงานใหม่อีกครั้ง ให้ทำการกดปุ่ม “ RESET ” เพื่อทำการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นก่อนแล้วจึงค่อยเริ่มสั่งงานใหม่



รูป 6.8 การแสดงผลการเกิดการอุดตันและฟองอากาศในสาย

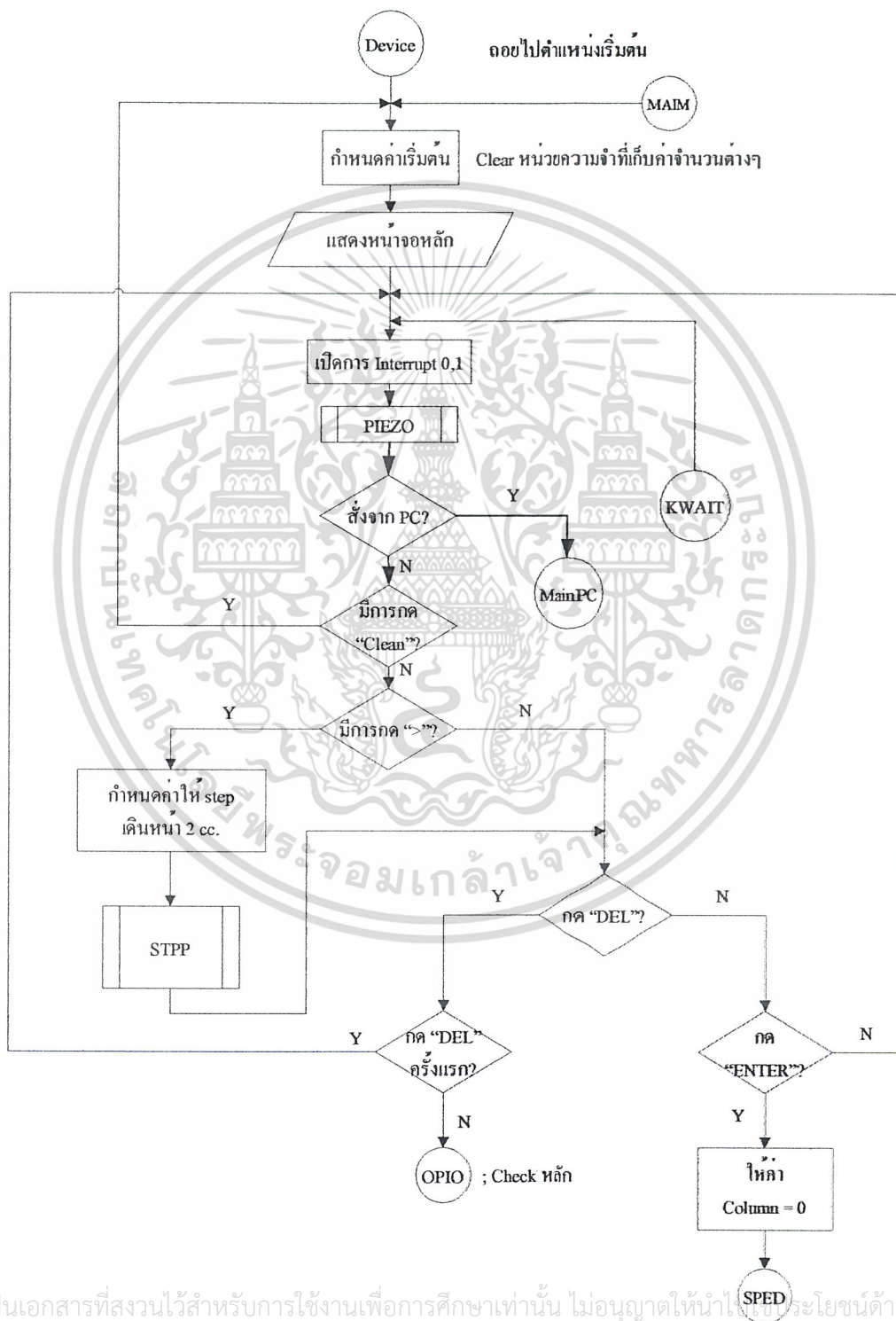
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลวชาร์ทโปรแกรมหลักและการสั่งงานจากเครื่องคอมพิวเตอร์



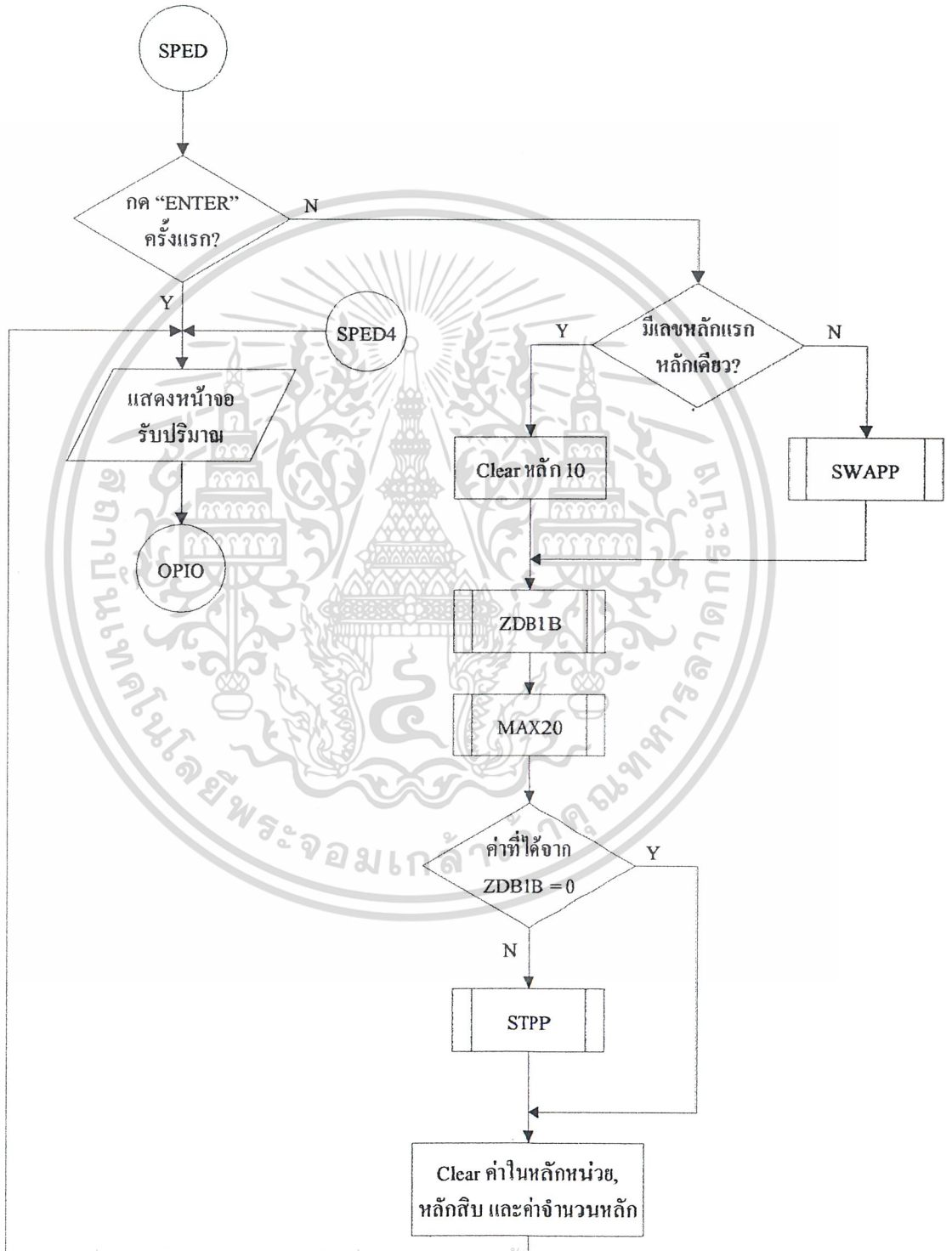
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลวชาร์ทการสั่งงานจากตัวเครื่องเอง



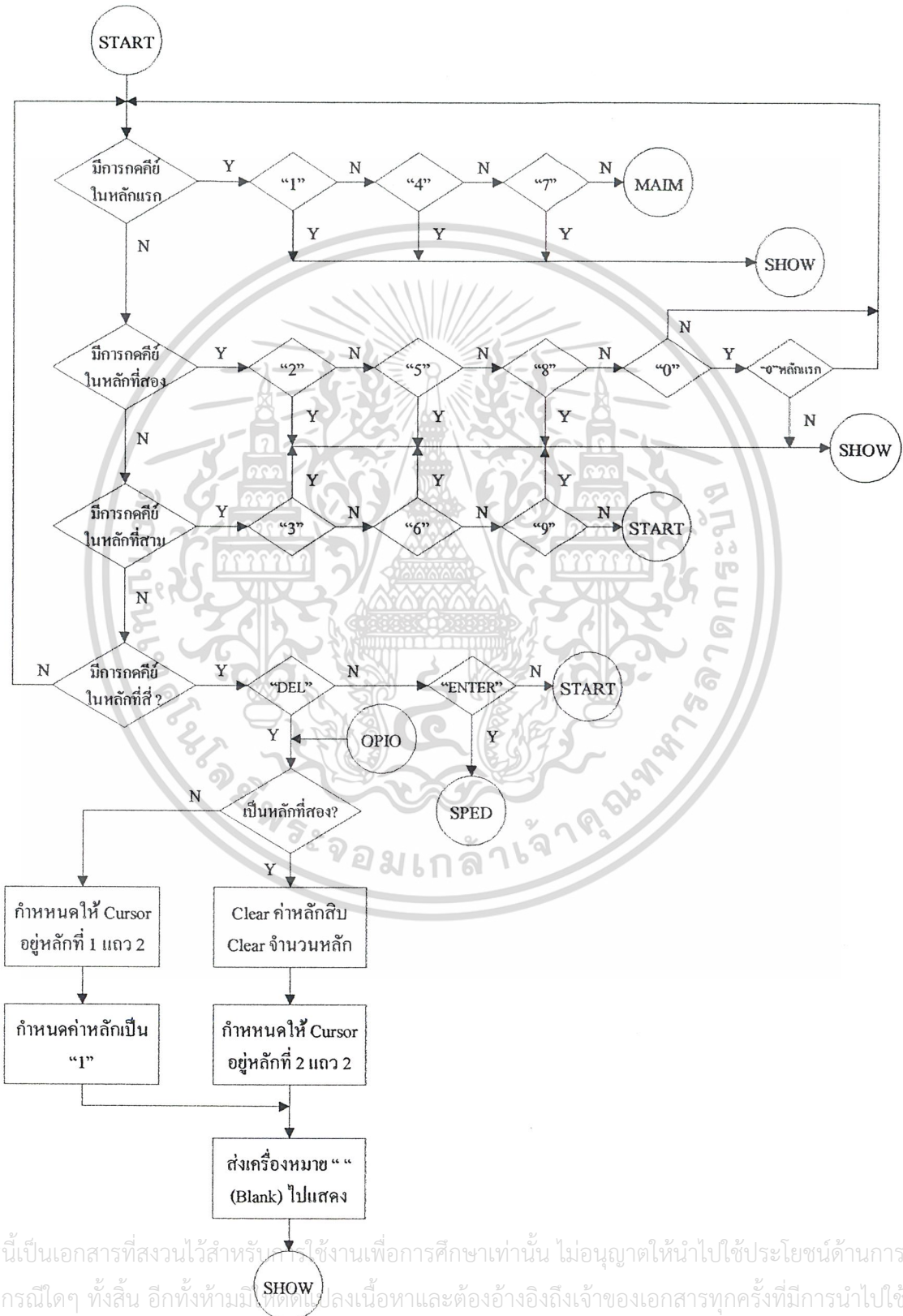
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพลวาร์ทการสั่งงานจากตัวเครื่องเอง (ต่อ)



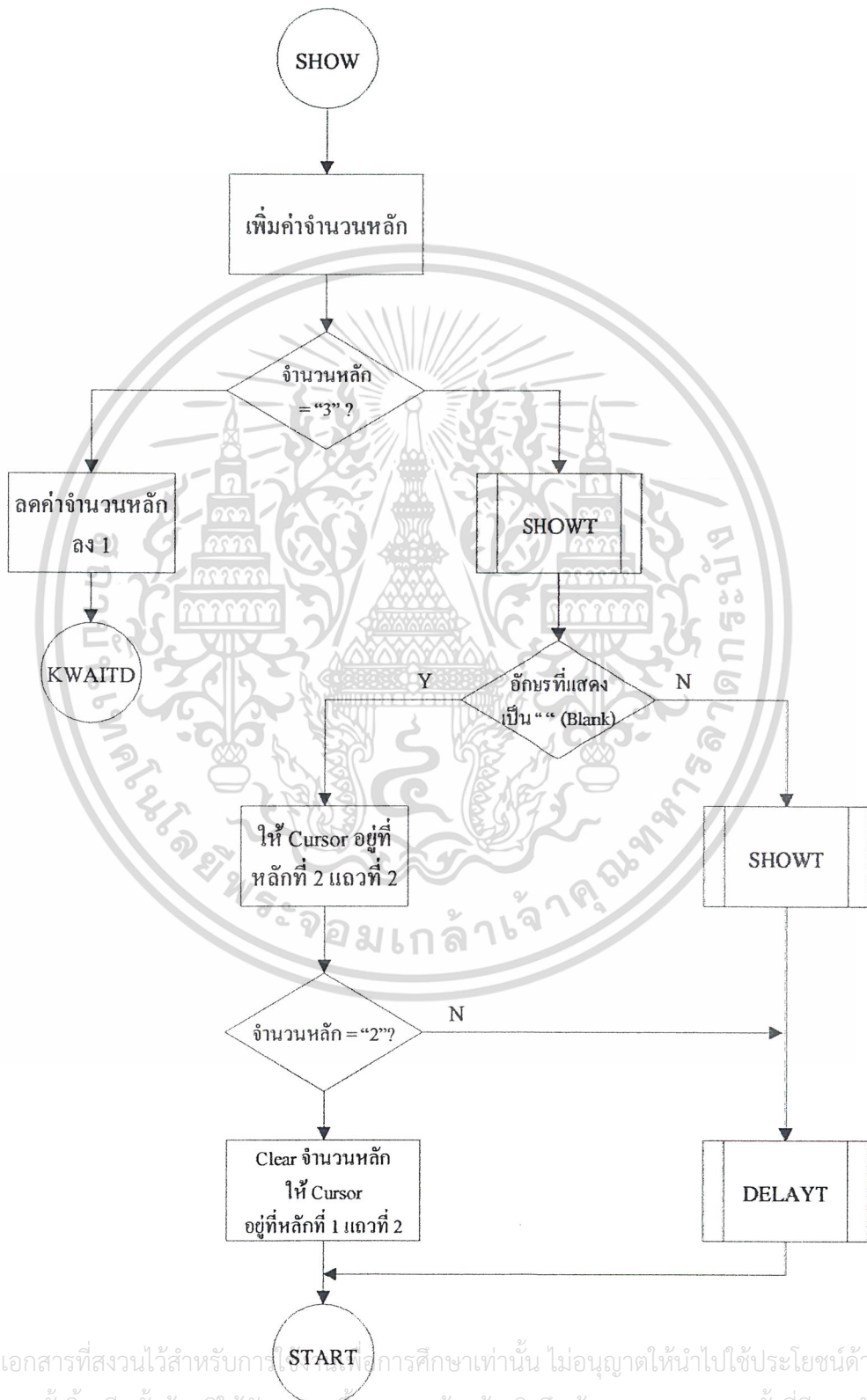
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลวชาร์ตการสั่งงานจากตัวเครื่องเอง (ต่อ) ส่วนการตรวจสอบการกดคีย์



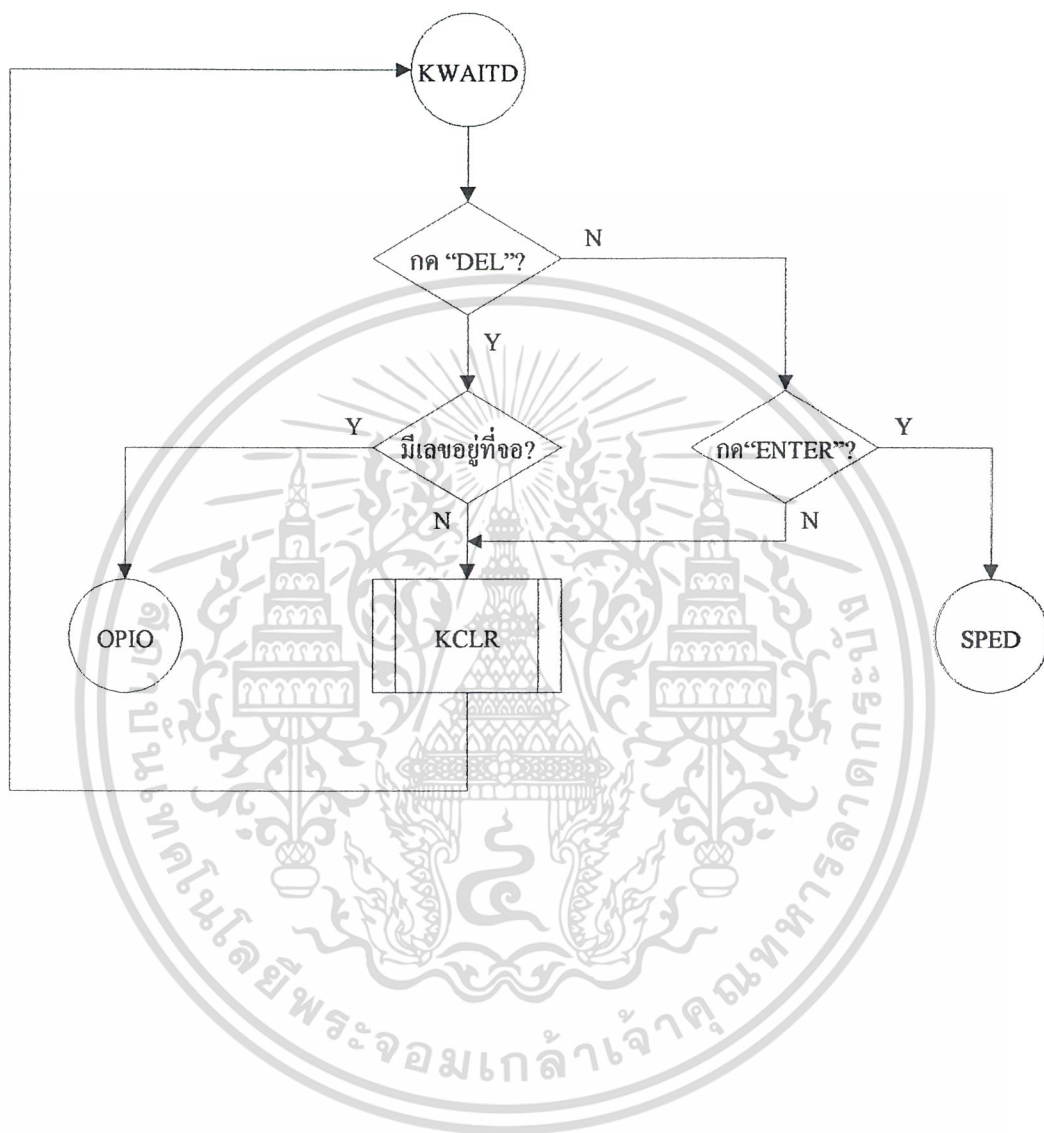
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตีพิมพ์ลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลวชาร์ทส่วนการตรวจสอบการแสดงผลหลังการกดคีย์



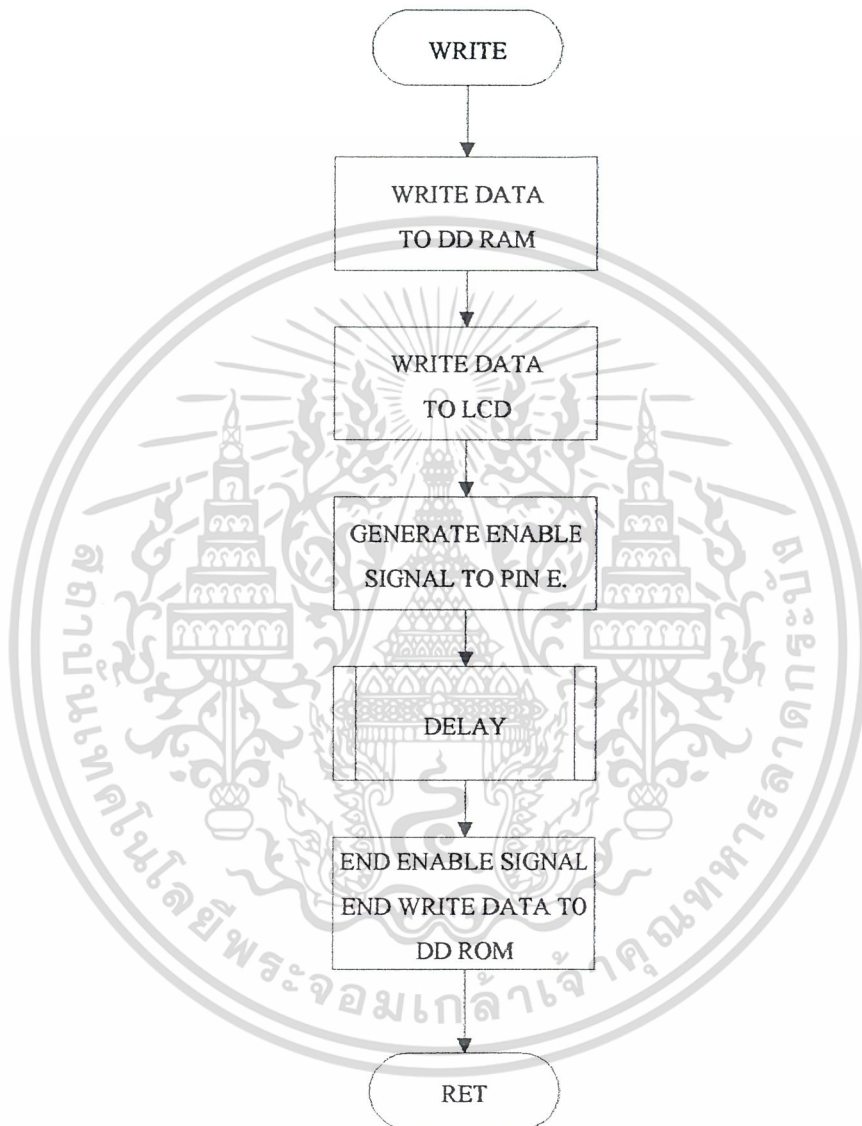
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลวชาร์ทส่วนการรอการกดคีย์ยืนยันค่า



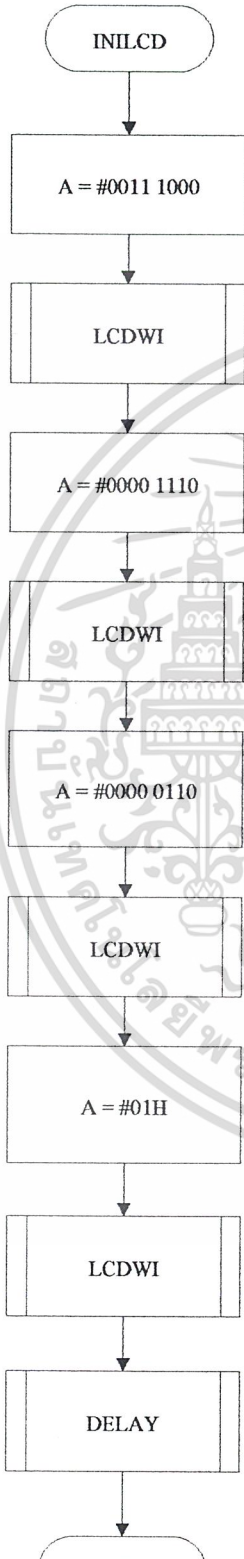
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลวชาร์ทโปรแกรมย่อยส่วนการส่งข้อมูลให้ LCD

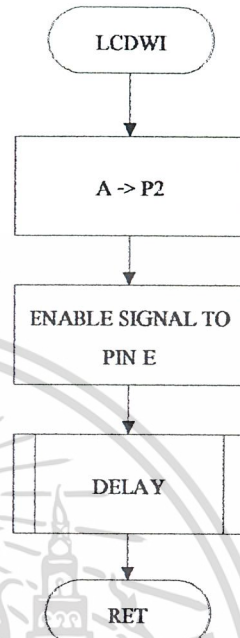


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

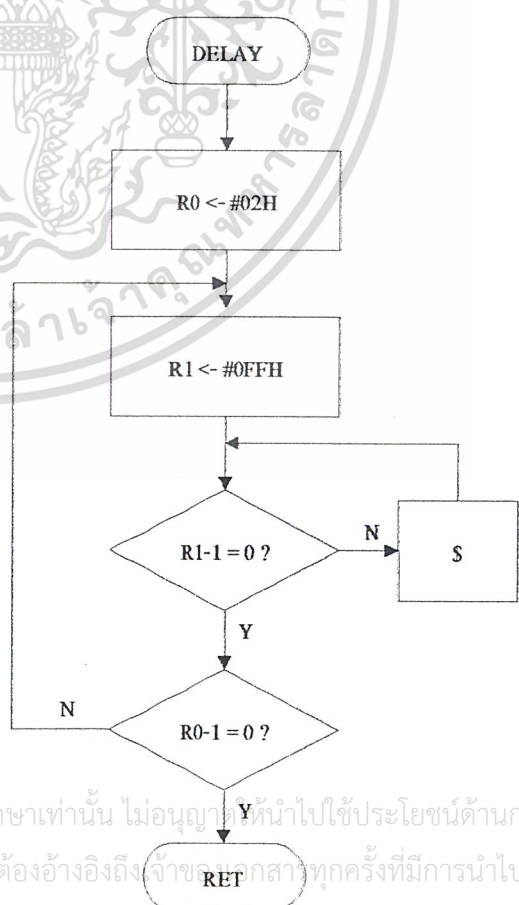
โปรแกรมย่อยชุดคำสั่งของ LCD



โปรแกรมย่อยสัญญาณ Enable ของ LCD

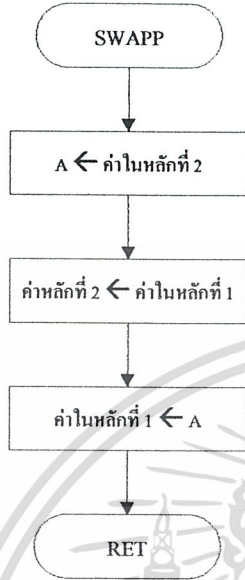


โปรแกรมย่อยหน่วงเวลาของ LCD

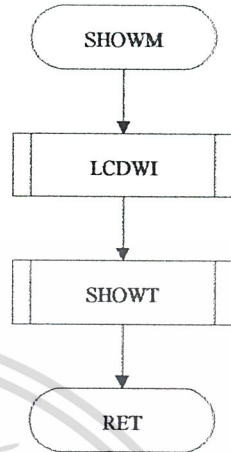


เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

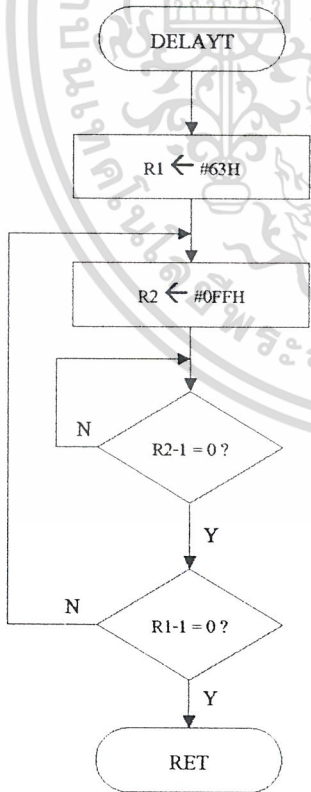
โปรแกรมย่อยสลับค่า



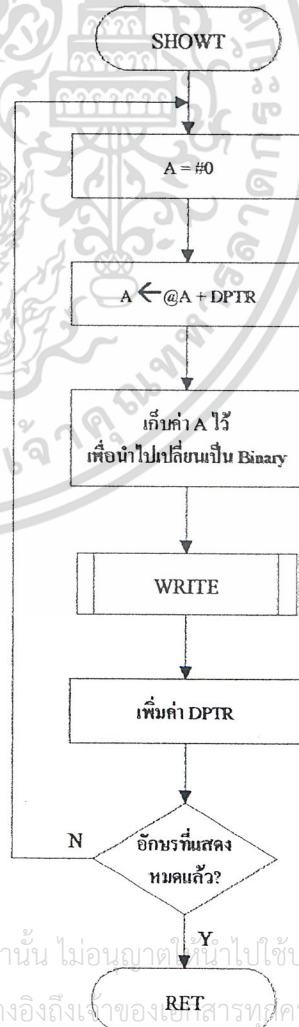
โปรแกรมย่อยการแสดงผลหลัก



โปรแกรมย่อยหน่วยเวลการกคคีย

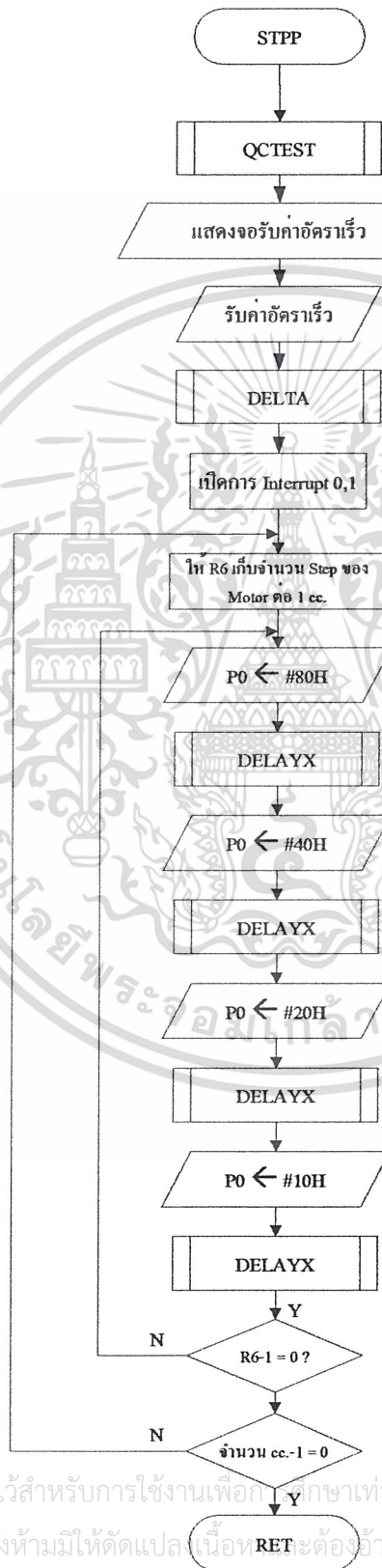


โปรแกรมย่อยการแสดงผล



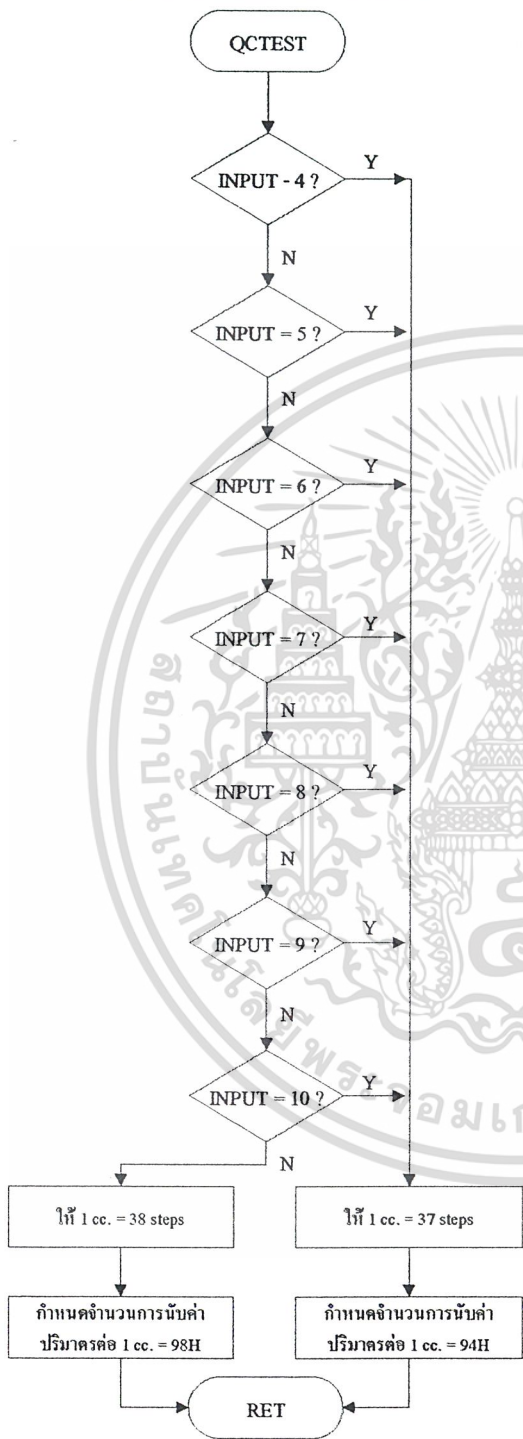
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลวชาร์ทโปรแกรมย่อยส่วนการขับเคลื่อนมอเตอร์เดินหน้า

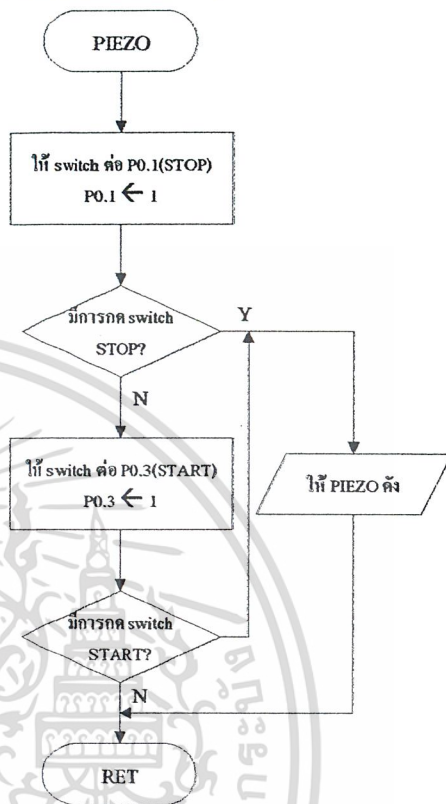


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหามาใช้อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยแก้ไขค่าปริมาตร

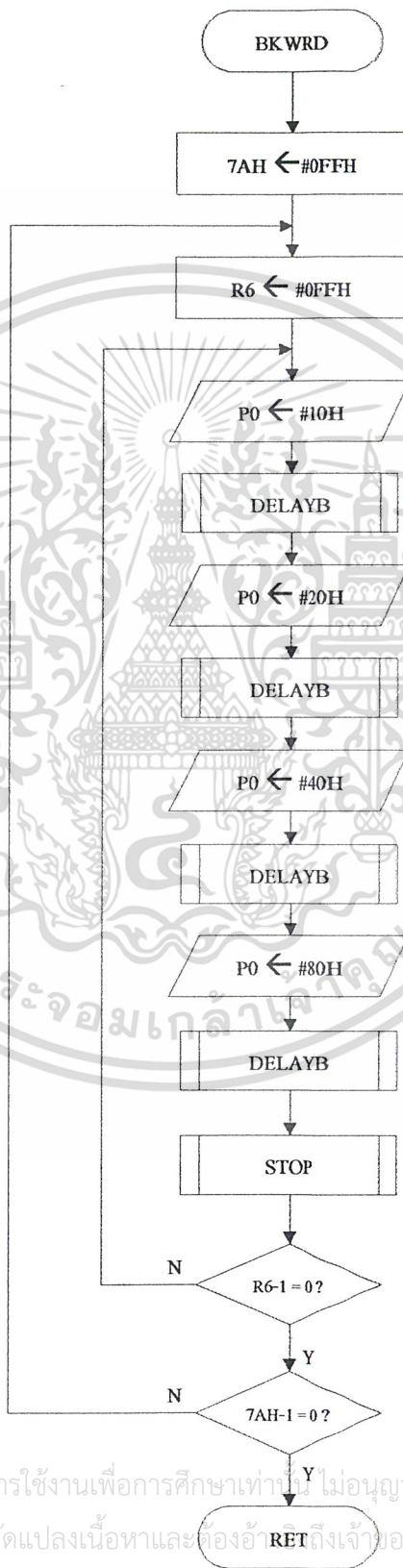


โปรแกรมย่อยส่งเสียงเตือน



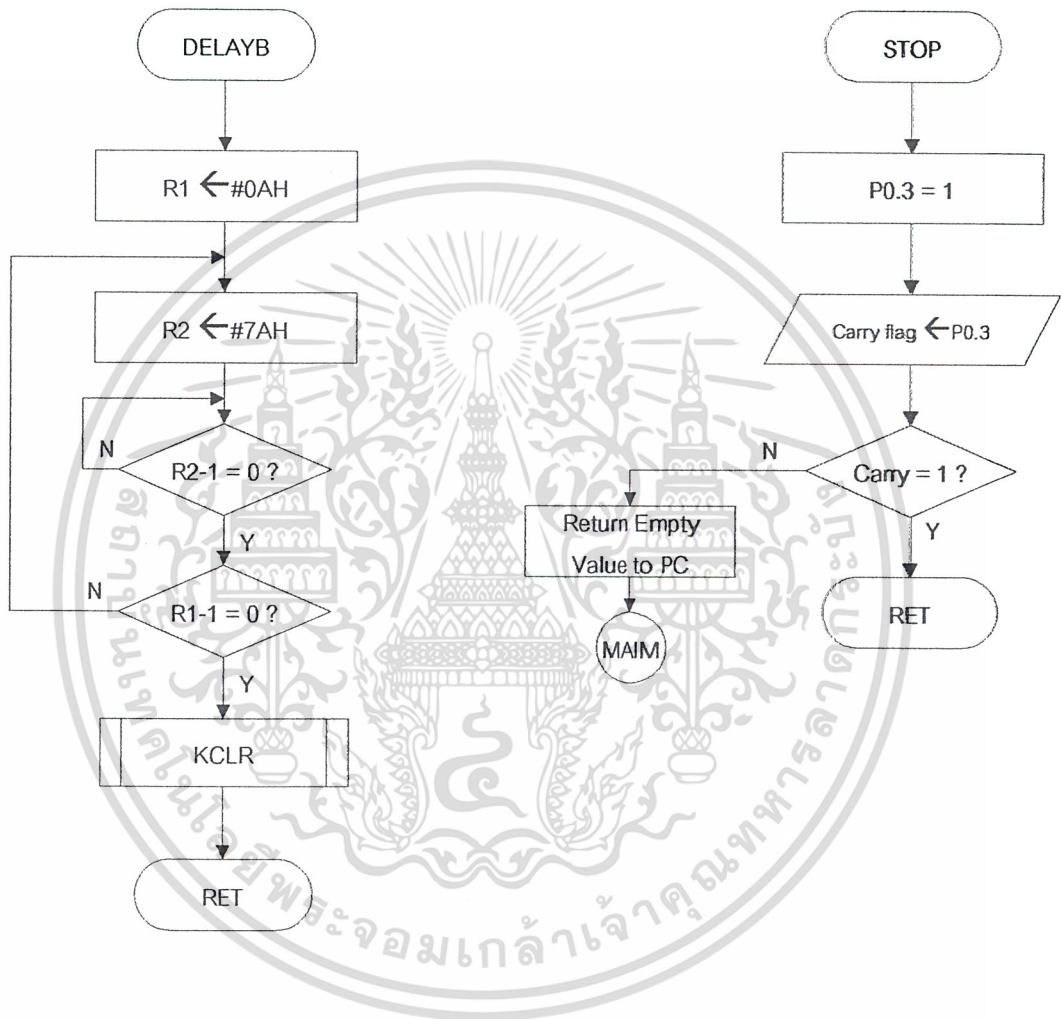
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลวชาร์ทโปรแกรมย่อยส่วนการข้มอเตอร์ถอยหลัง



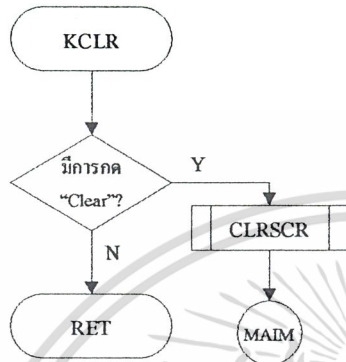
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้าง RET ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยส่วนการหน่วงเวลาการถอยหลังและเช็คสวิทช์ START

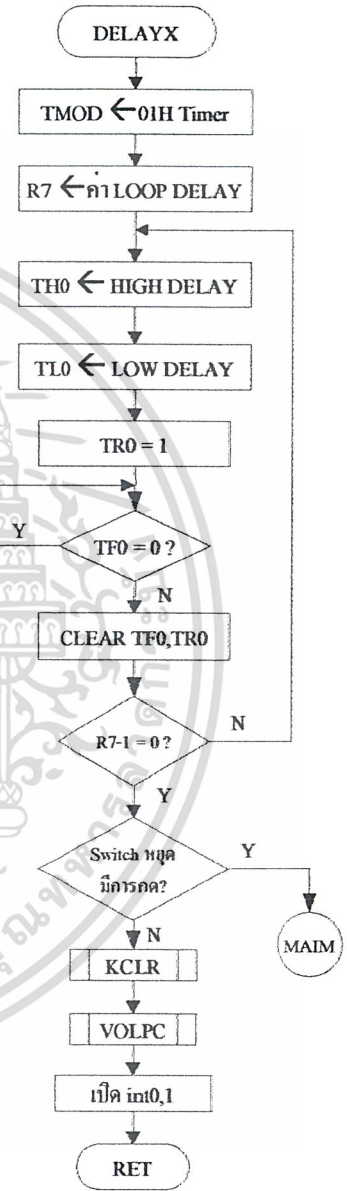


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

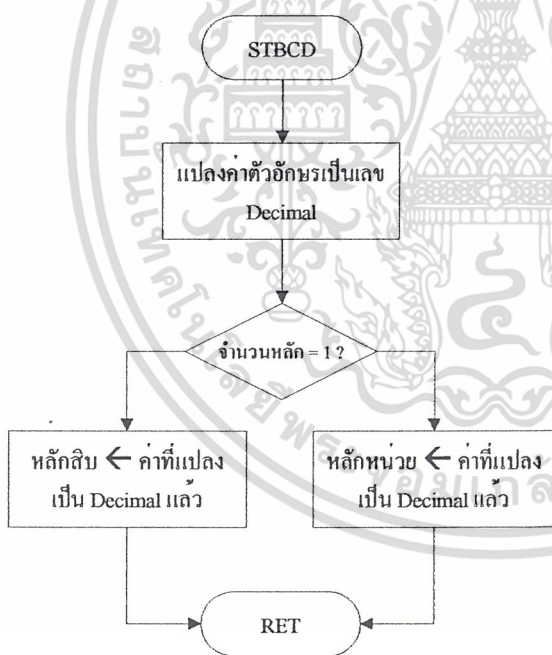
โปรแกรมย่อยเช็คคีย์ Clear



โปรแกรมย่อยหน่วงเวลาการข้ามมอเตอร์เดินหน้า

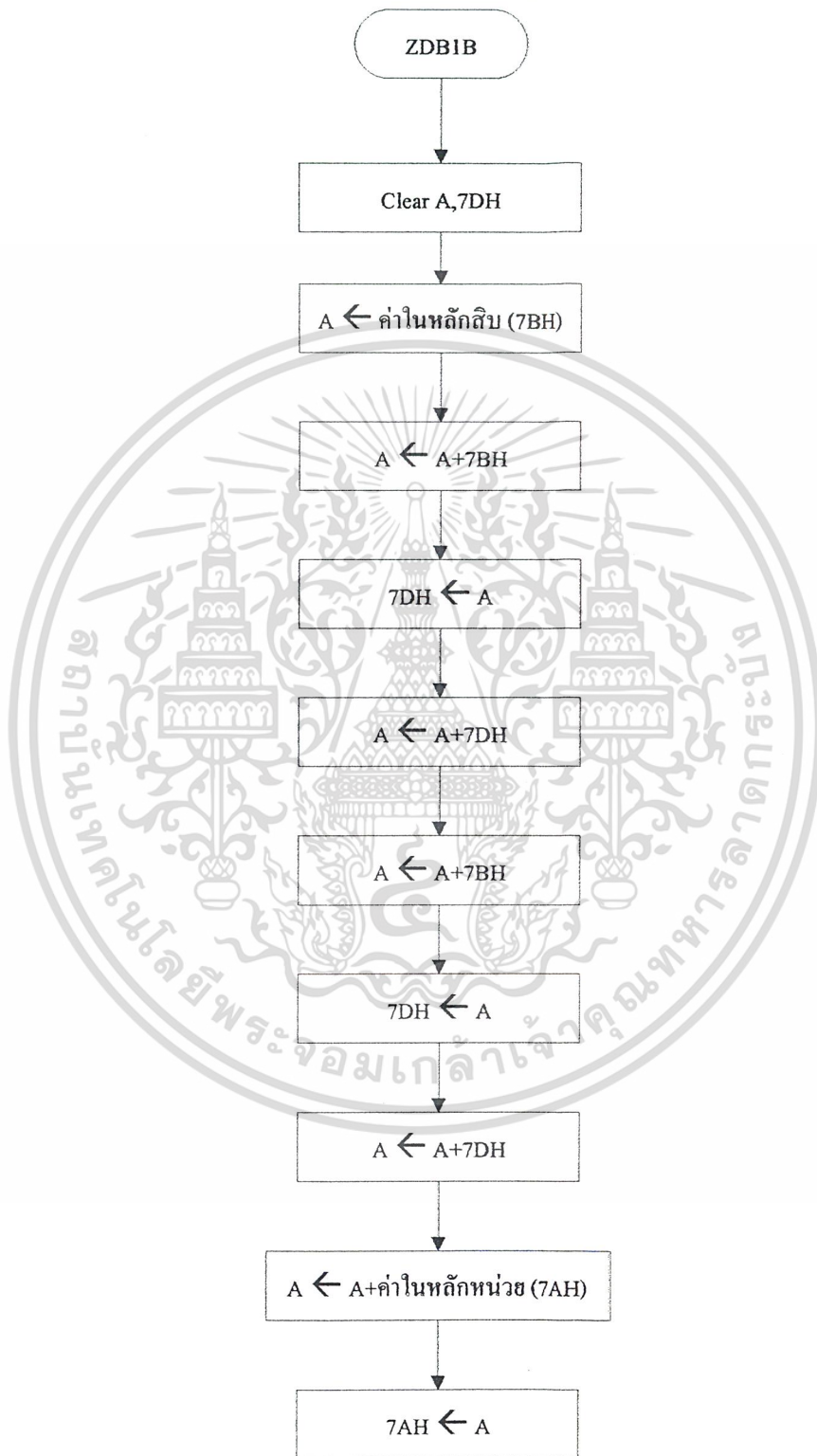


โปรแกรมย่อยการเก็บค่า



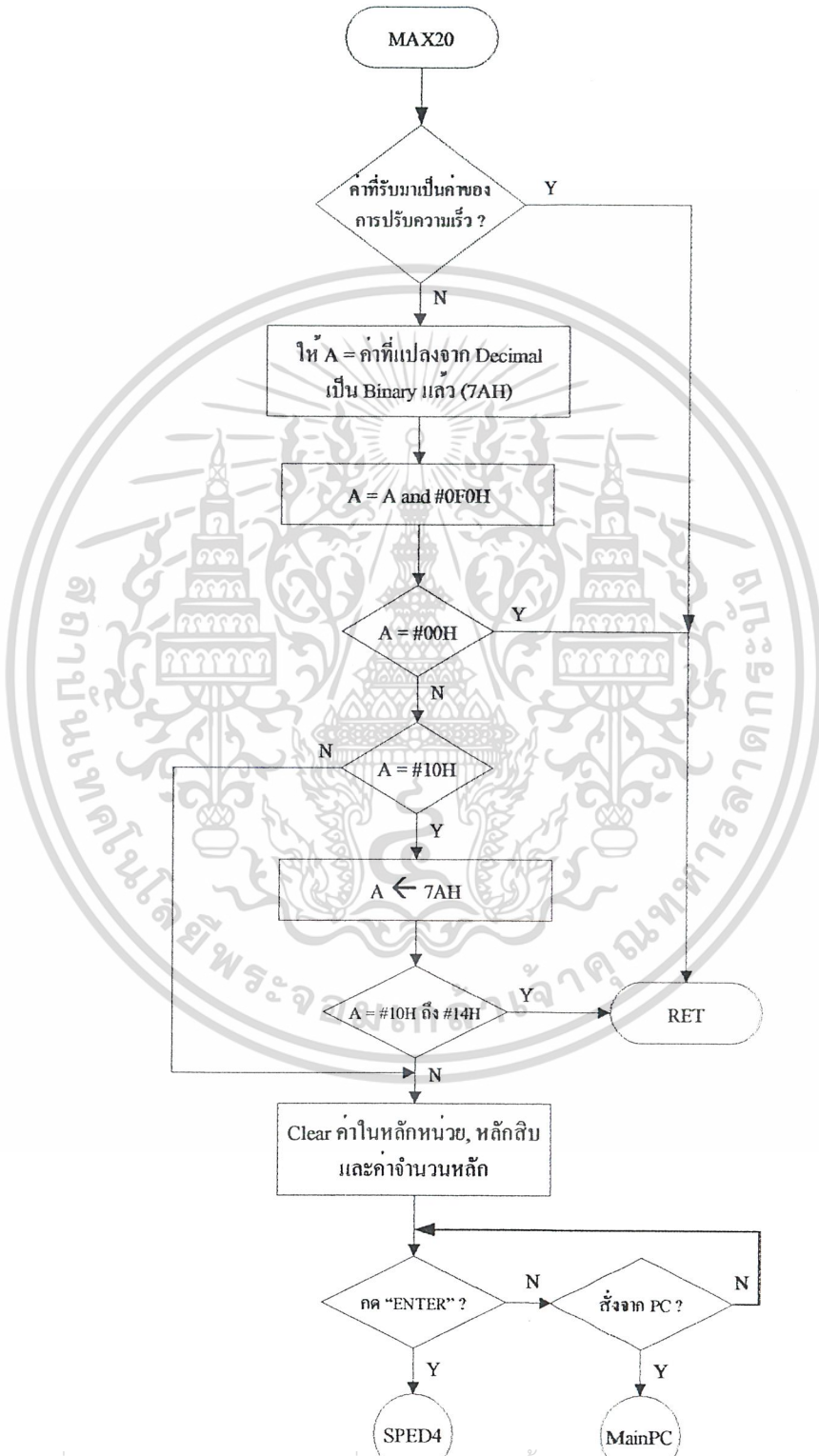
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยส่วนการแปลงค่าเลขฐานสิบเป็นไบนารี

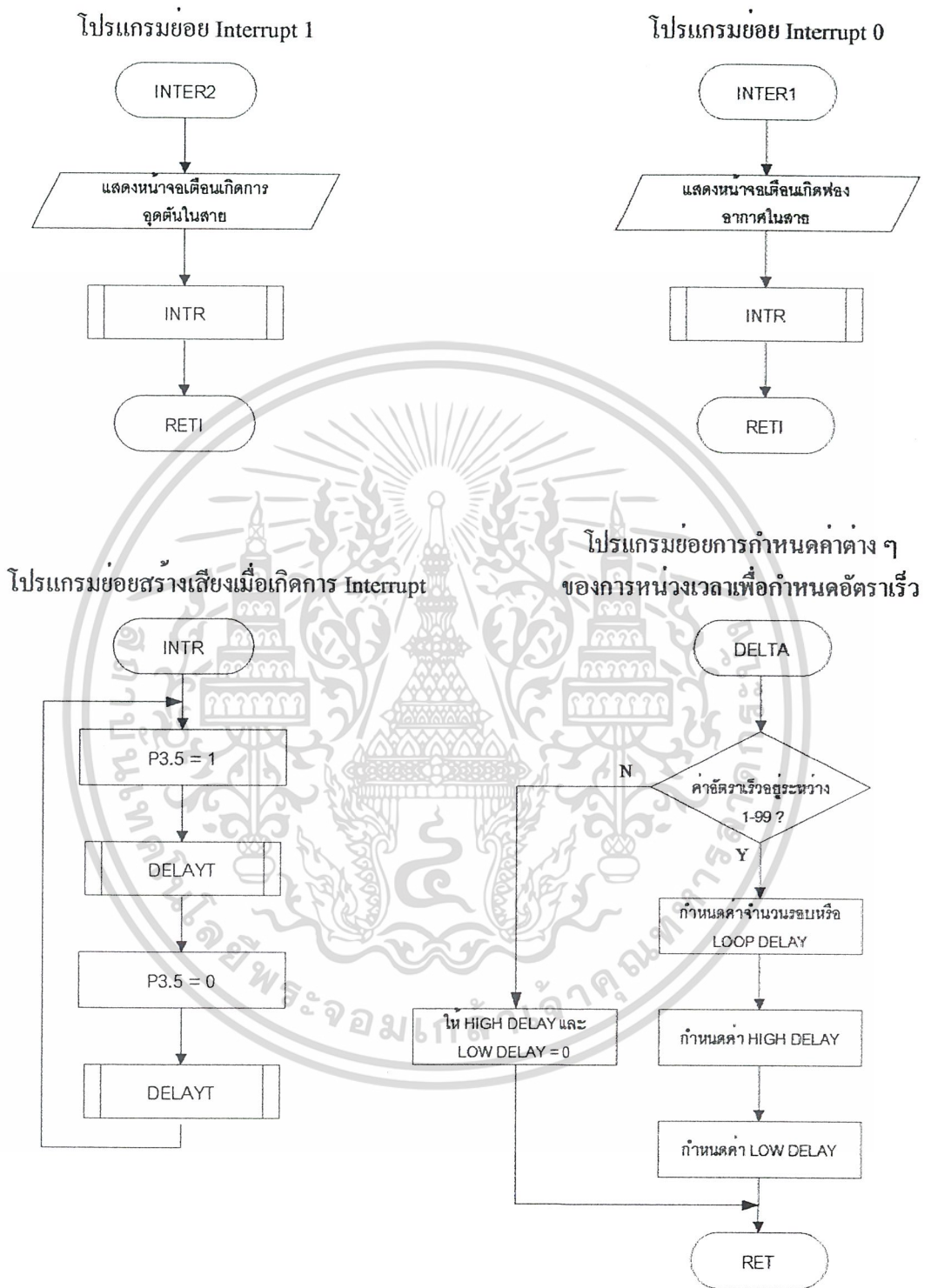


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยส่วนการตรวจสอบค่าปริมาตรที่กำหนดให้ไม่เกิน 20 CC

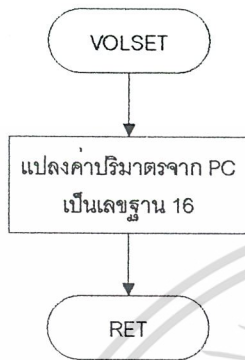


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

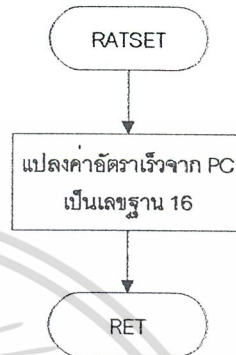


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

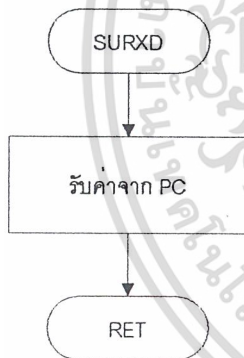
โปรแกรมย่อยแปลงค่าปริมาตรจาก PC



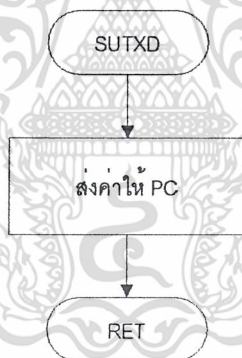
โปรแกรมย่อยแปลงค่าอัตราเร็วจาก PC



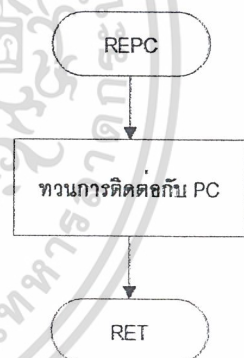
โปรแกรมย่อยรับค่าจาก PC



โปรแกรมย่อยส่งค่าให้ PC



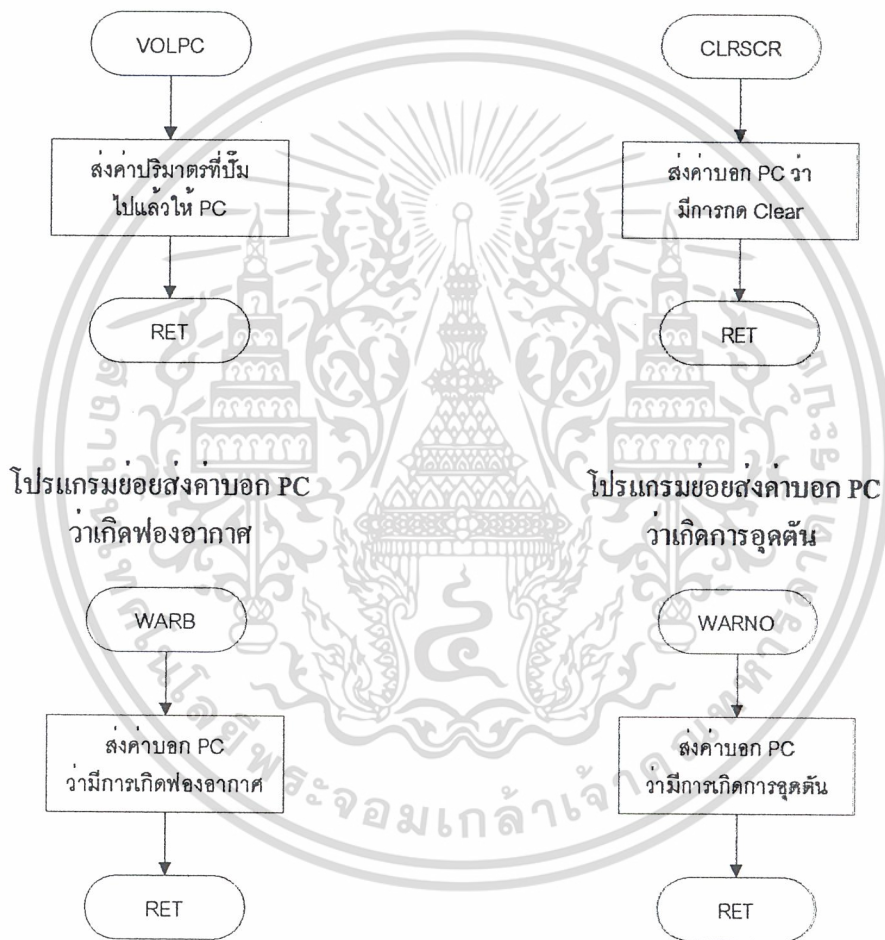
โปรแกรมย่อยทวนการติดต่อ PC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยส่งค่าปริมาตรให้ PC

โปรแกรมย่อยส่งค่าการกด Clear ให้ PC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 การทำงานของเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือด

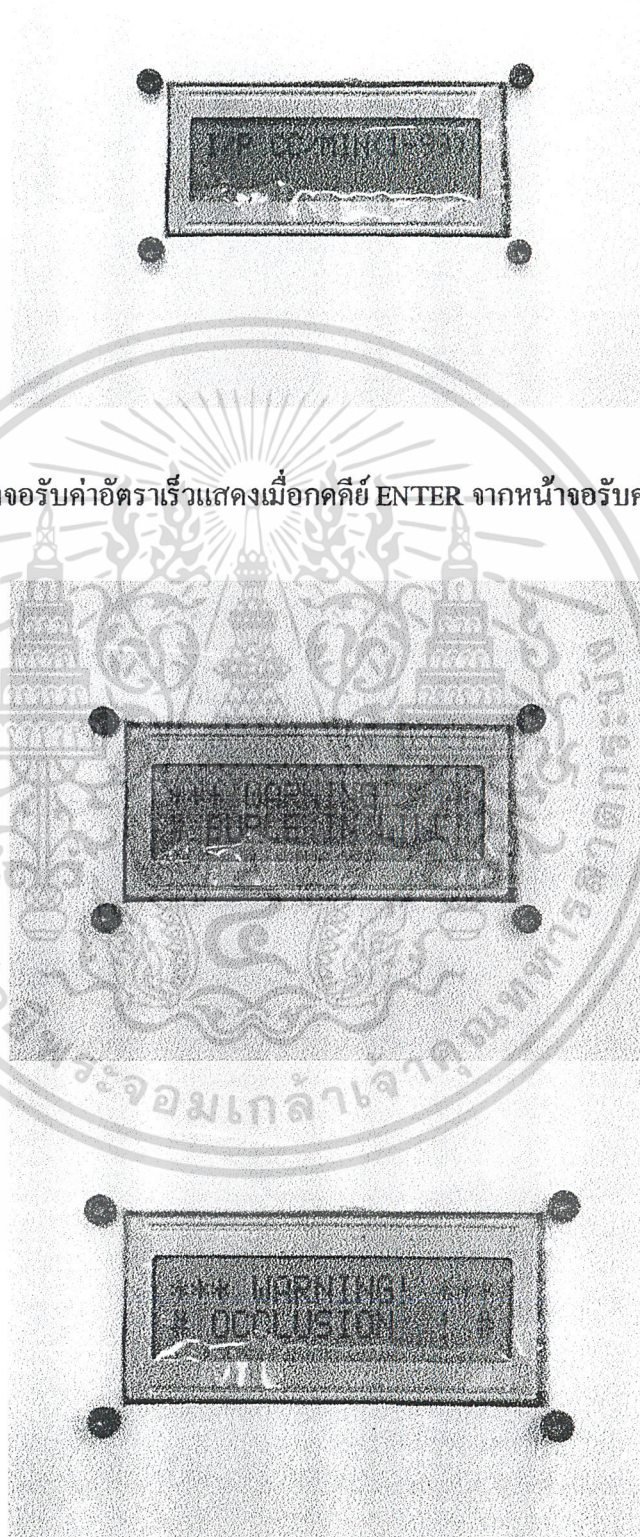
สเต็ปเปอร์มอเตอร์จะทำหน้าที่หมุนเฟืองให้เคลื่อนที่ตามลำดับการสั่งการที่เราให้ผ่านทาง คีย์บอร์ด และแสดงผลการรับคำสั่งทางจอแสดงผล LCD รูปข้างล่างจะเป็นการแสดงผลตัวอย่างการทำงานของเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือด



รูป 6.9 หน้าจอหลักแสดงเมื่อเปิดเครื่องใช้งาน

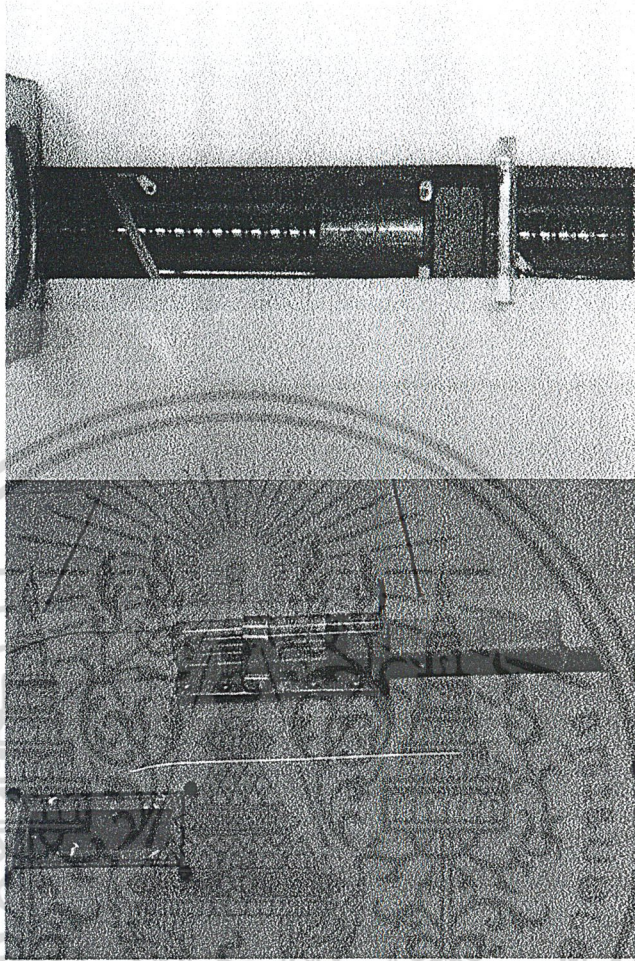
รูป 6.10 หน้าจอรับค่าปริมาตรแสดงเมื่อกดคีย์ ENTER จากหน้าจอหลักแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

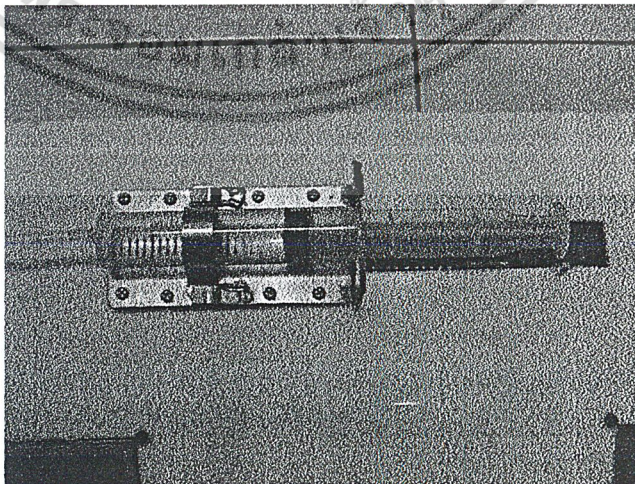


รูป 6.11 หน้าจอร์ับค่าอัตราเร็วแสดงเมื่อกดคีย์ ENTER จากหน้าจอร์ับค่าปริมาตรแล้ว

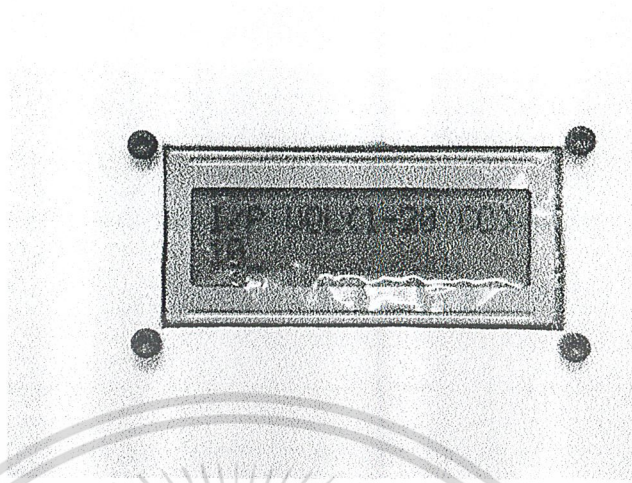
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รูป 6.12 หน้าจอเตือนเมื่อเกิดฟองอากาศ และการอุดต้นขึ้นในสายตามลำดับ



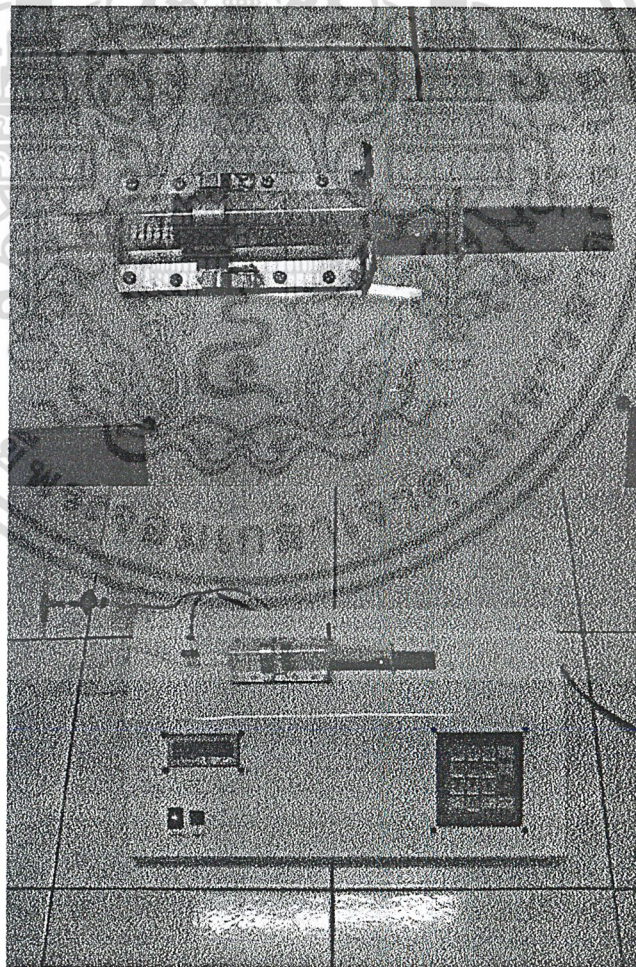
รูป 6.13 ตำแหน่งแรกของลูกสูบและตัวคั่นหลังเปิดเครื่องครั้งแรกอยู่ที่สวิตช์เริ่มต้น



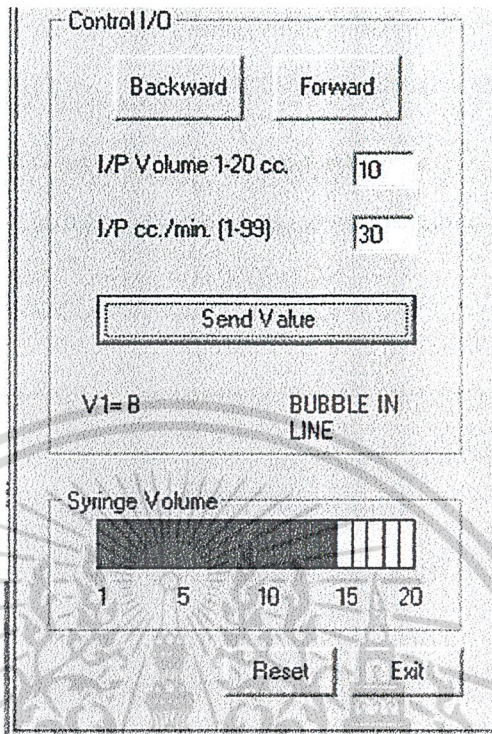
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นได้ขออนุญาตแบบลงเนื้อหา และขออนุญาตจากเจ้าของเอกสารไว้ทุกประการ กรุณาไปใช้



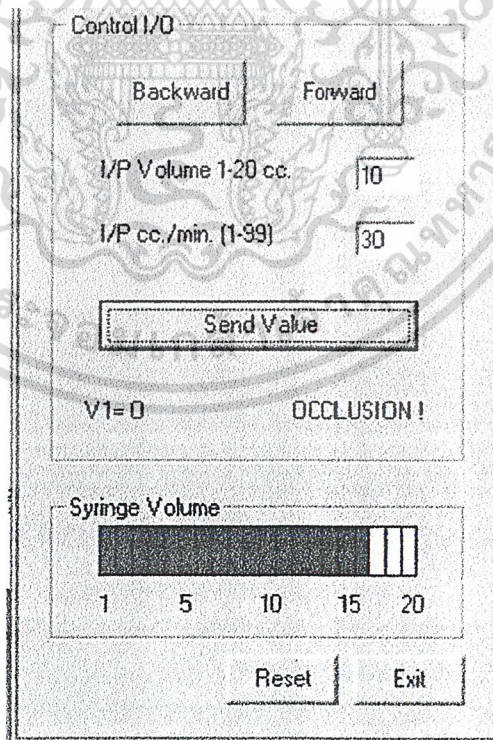
รูป 6.15 หน้าจอรับค่าเมื่อมีการคีย์ค่าปริมาตรใดๆ แล้ว รอการกดคีย์ ENTER เพื่อทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลของสิ่งนี้ ของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

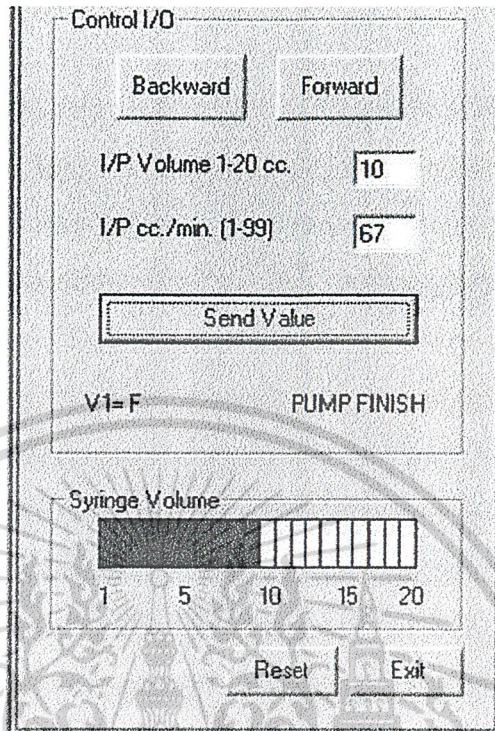


รูป 6.17 การแสดงผลของ โปรแกรมทำงานจาก PC เมื่อเกิดฟองอากาศในสาย

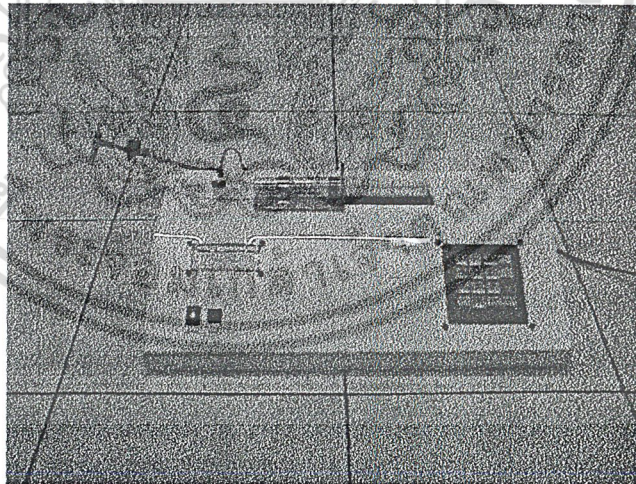


รูป 6.18 การแสดงผลของ โปรแกรมทำงานจาก PC เมื่อเกิดการอุดตันในสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.19 การแสดงผลของโปรแกรมทำงานจาก PC เมื่อทำงานเสร็จ



รูป 6.20 การติดตั้งตัวตรวจจับฟองอากาศและการดูดต้นบนสายของกระบอกฉีดยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การทดสอบการใช้งาน Syringe pump

การทดสอบการใช้งาน Syringe pump นี้เป็นการทดสอบความแม่นยำในการกำหนด ปริมาตรของสารละลายของเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือดของเครื่องนี้ รวมถึงการทดสอบการ กำหนดอัตราเร็ว การทดสอบวงจรตรวจจับฟองอากาศและการทดสอบการอุดตัน โดยมีรายละเอียด และขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

จุดประสงค์

1. เพื่อทดสอบความแม่นยำในการกำหนดปริมาตร
2. เพื่อทดสอบความแม่นยำในการกำหนดอัตราเร็ว
3. เพื่อทดสอบการทำงานของวงจรตรวจจับฟองอากาศและการอุดตัน
4. เพื่อตรวจสอบการทำงานของการทำงานของเครื่องปั๊มสารละลายจากคอมพิวเตอร์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- | | | |
|---|---|-----|
| 1. ชุดเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือด | 1 | ชุด |
| 2. กระจกน็อคติสารละลายขนาด 20 CC พร้อมเข็มและสายยาง | 1 | อัน |
| 3. กระจกตวงขนาด 25 ml. | 1 | อัน |
| 4. น้ำหรือสารละลาย | | |
| 5. นาฬิกาจับเวลา | | |
| 6. คอมพิวเตอร์ และสายสัญญาณ RS232 | | |

วิธีการทดลอง แบ่งเป็น 4 การทดลอง ดังนี้

1. ทดลองความแม่นยำในการกำหนดปริมาตร
2. ทดลองความแม่นยำในการกำหนดอัตราเร็ว
3. ทดลองการทำงานของวงจรตรวจจับฟองอากาศและการอุดตัน
4. ทดลองการทำงานด้วยการสั่งงานจากเครื่องพีซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1 ทดลองความแม่นยำในการกำหนดปริมาตร (เป็นการทดลองก่อนการเพิ่มส่วนของการกำหนดอัตราเร็วและวงจรตรวจจับต่าง ๆ)

1. ทำการเปิดเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือดตำแหน่งลูกสูบจะต้องถูกดึงไปยังตำแหน่งของสวิตช์เริ่มต้นและหยุดรอ
2. ปั๊มสารละลายหรือน้ำเข้ากระบอกสูบให้เต็ม (กระบอกขนาด 20 CC จะสามารถปั๊มได้ถึง 25 CC) ในการปั๊มควรทำอย่างช้า ๆ และพยายามไล่ฟองอากาศออก เพื่อให้มีฟองอากาศในหลอดน้อยที่สุด และพยายามไล่ฟองอากาศในสายให้ไปอยู่ที่ปลายสายด้านเข็ม กดปุ่มกำหนดจุดเริ่มต้นซึ่งจะมีฟองอากาศและสารละลายบางส่วนถูกไล่ออกมา สารละลายที่ได้นี้ยังไม่ต้องทำการวัดให้ทิ้งไป
3. หาอัตราเร็ว ปริมาตรต่อนาที โดยกำหนดปริมาตรก่อนเมื่อทำการกดปุ่ม “ ENTER ” ก็ให้เริ่มจับเวลาพร้อมกัน นำค่าที่ได้มาหาอัตราของปริมาตรต่อนาที บันทึกค่าในตารางที่ 7.1
4. ทำการกำหนดปริมาตรตามตารางที่ 7.2 เริ่มตั้งแต่ 1 CC ถึง 20 CC เพิ่มค่าทีละ 1 CC โดยใช้กระบอกตวงในการวัดค่าปริมาตรสารละลายแล้วทำการบันทึกค่าที่ได้ลงตารางที่ 7.2
5. การใช้กระบอกตวงให้เทสารละลายที่วัดครั้งก่อนหน้าทิ้งทุกครั้งก่อนวัดใหม่
6. ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง รวมเป็น 3 ครั้ง หากค่าเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากค่าที่กำหนด บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 7.2
7. นำค่าการทดลองแต่ละครั้งมาพลอตกราฟเปรียบเทียบกัน หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่กำหนดกับค่าที่วัดได้จริง

ผลการทดลอง

ตาราง 7.1 การทดลองหาอัตราเร็ว

ปริมาตรที่กำหนด (CC)	เวลา (SEC.)	ปริมาตรต่อนาที (CC./MIN.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ 10 การใช้งาน เพื่อ 25 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุ 24 ตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลง เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

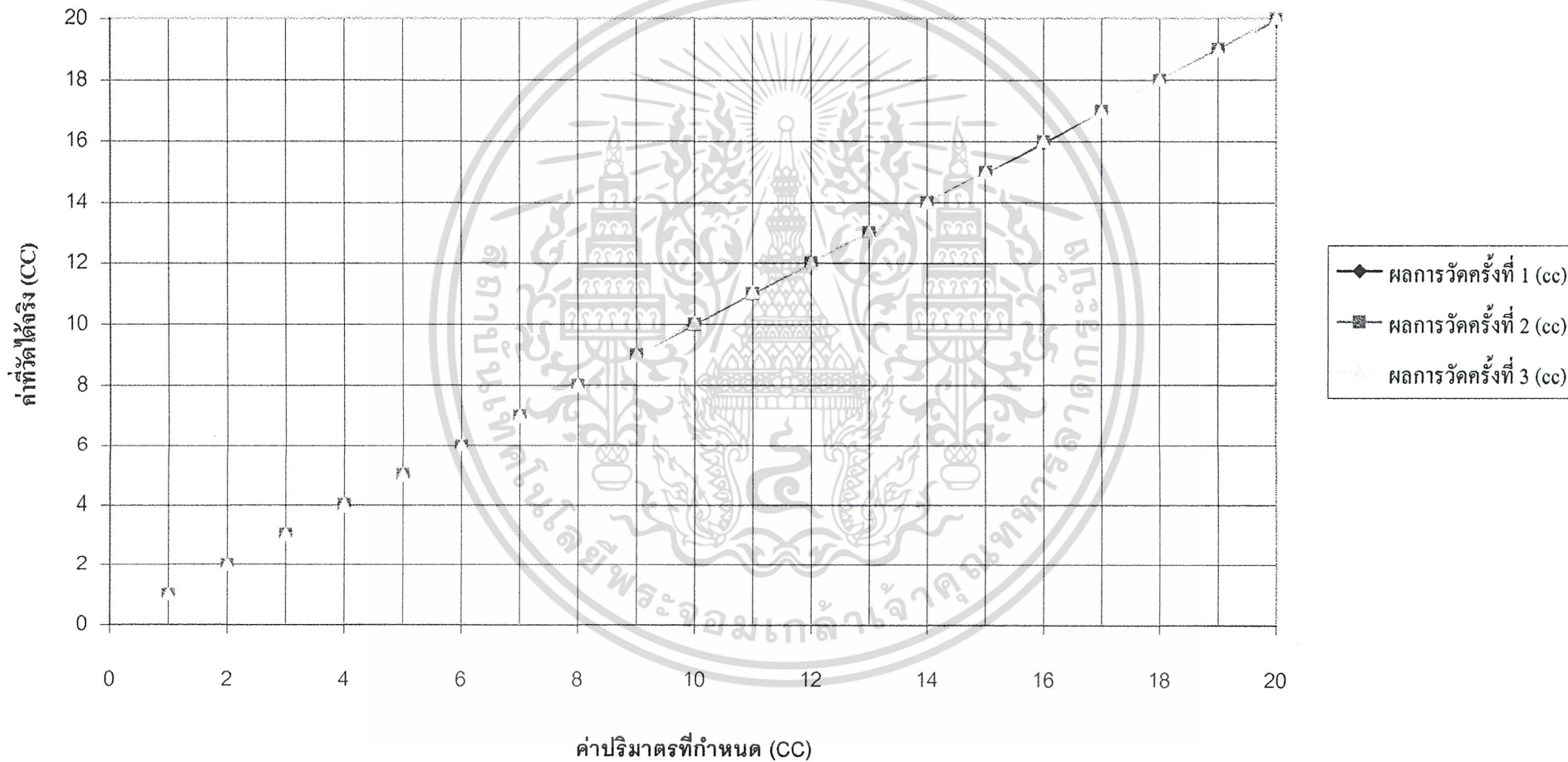
ตาราง 7.2 ผลการทดลองการกำหนดปริมาตรให้ Syringe pump (ที่ 0.4 CC : 1 SEC. หรือ 24 CC : 1 MIN.)

ปริมาตรที่กำหนด(cc)	ผลการวัดครั้งที่ 1(cc)	%error 1 ST	ผลการวัดครั้งที่ 2(cc)	%error 2 ND	ผลการวัดครั้งที่ 3(cc)	%error 3 RD	ค่าเฉลี่ย	%error ค่าเฉลี่ย
1	1	0%	1	0%	1	0%	1	0%
2	2	0%	2	0%	2	0%	2	0%
3	3	0%	3	0%	3	0%	3	0%
4	4	0%	4	0%	4	0%	4	0%
5	5	0%	5	0%	5	0%	5	0%
6	6	0%	6	0%	6	0%	6	0%
7	7	0%	7	0%	7	0%	7	0%
8	8	0%	8	0%	8	0%	8	0%
9	9	0%	9	0%	9	0%	9	0%
10	10	0%	10	0%	10	0%	10	0%

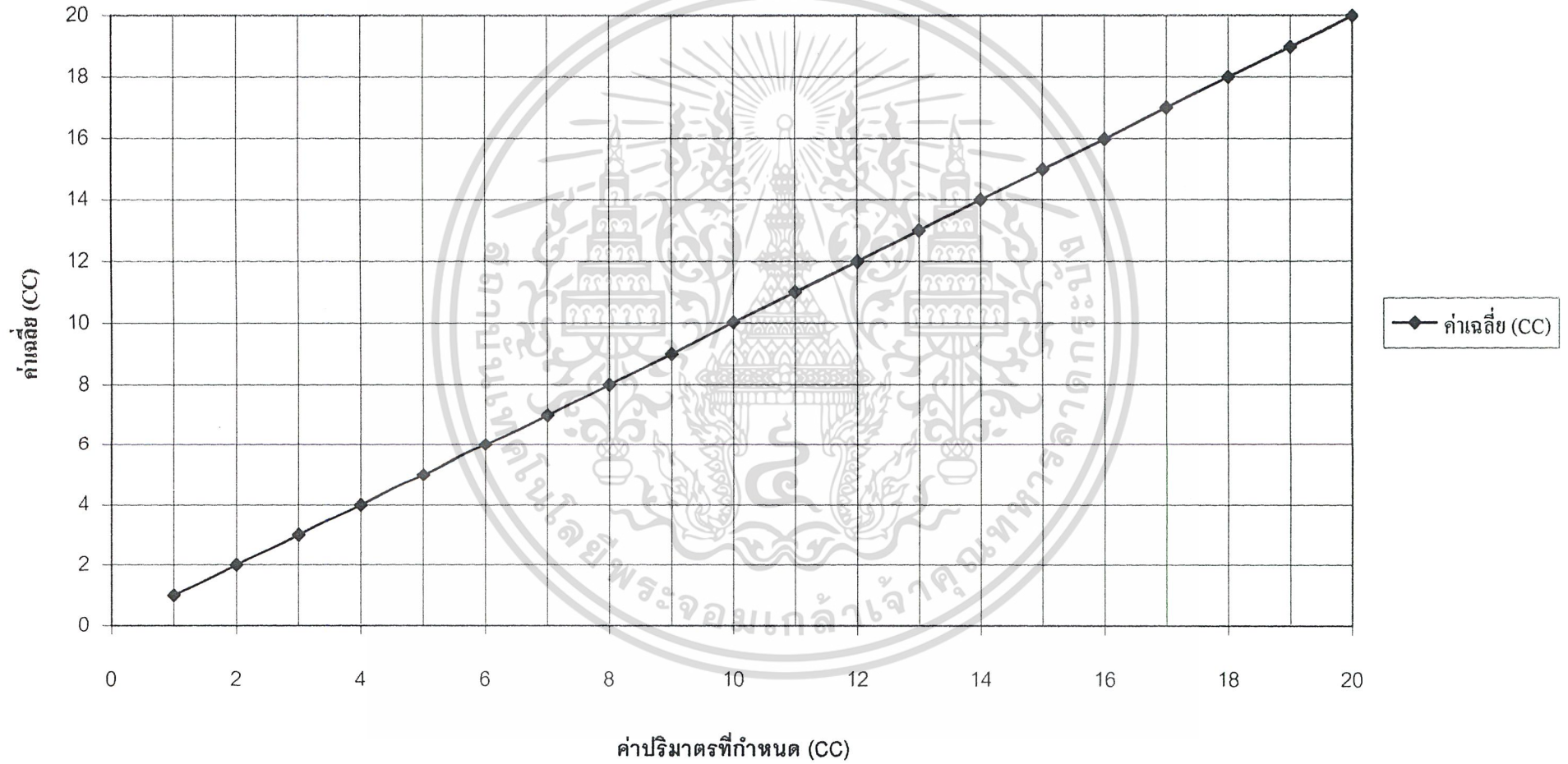
ตาราง 7.2 (ต่อ) ผลการทดลองการกำหนดปริมาตรให้ Syringe pump (ที่ 0.4 CC : 1 SEC. หรือ 24 CC : 1 MIN.)

ปริมาตรที่กำหนด(cc)	ผลการวัดครั้งที่ 1(cc)	%error 1 ST	ผลการวัดครั้งที่ 2(cc)	%error 2 ND	ผลการวัดครั้งที่ 3(cc)	%error 3 RD	ค่าเฉลี่ย	%error ค่าเฉลี่ย
11	11	0%	11	0%	11	0%	11	0%
12	12	0%	12	0%	12	0%	12	0%
13	13	0%	13	0%	13	0%	13	0%
14	14	0%	14	0%	14	0%	14	0%
15	15	0%	15	0%	15	0%	15	0%
16	16	0%	16	0%	16	0%	16	0%
17	17	0%	17	0%	17	0%	17	0%
18	18	0%	18	0%	18	0%	18	0%
19	19	0%	19	0%	19	0%	19	0%
20	20	0%	20	0%	20	0%	20	0%

กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างการกำหนดค่าปริมาตรกับปริมาตรที่วัดได้จริงจากการทดลอง



กราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาตรที่กำหนดกับค่าเฉลี่ย



การทดลองที่ 2 ทดลองความแม่นยำในการกำหนดอัตราเร็ว

1. ทำการเปิดเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือดตำแหน่งลูกสูบจะต้องถูกดึงไปยังตำแหน่งของสวิตช์เริ่มต้นและหยุด
2. ปั๊มสารละลายหรือน้ำเข้ากระบอกสูบให้เต็ม (กระบอกขนาด 20 CC จะสามารถปั๊มได้ถึง 25 CC) ในการปั๊มควรทำอย่างช้า ๆ และพยายามไล่ฟองอากาศออก เพื่อให้มีฟองอากาศในหลอดน้อยที่สุด และพยายามไล่ฟองอากาศในสายให้ไปอยู่ที่ปลายสายด้านเข็ม กดปุ่มกำหนดจุดเริ่มต้นซึ่งจะมีฟองอากาศและสารละลายบางส่วนถูกไล่ออกมา สารละลายที่ได้นี้ยังไม่ต้องทำการวัดให้ทิ้งไป
3. กำหนดค่าปริมาตรก่อนโดยกำหนดค่าใดๆ ที่เหมาะสม เพื่อนำมาคำนวณได้ภายหลัง เมื่อทำการกดปุ่ม “ ENTER ” ก็ให้ทำการกำหนดค่าอัตราเร็วตามตารางที่ 7.3 กดปุ่ม “ ENTER ” อีกครั้ง เริ่มจับเวลา นำค่าเวลาที่ได้นำมาหาอัตราเร็วของปริมาตรต่อนาที บันทึกค่าในตารางที่ 7.3
4. ทำการทดลองเหมือนข้อ 3 โดยกำหนดค่าอัตราเร็วตามตารางที่ 7.3 จนครบทุกค่า
5. การใช้กระบอกตวงให้ทดสอบสารละลายที่วัดครั้งก่อนหน้าทิ้งทุกครั้งก่อนวัดใหม่
6. นำค่าการทดลองมาพลอตกราฟ หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่กำหนดกับค่าที่วัดได้จริง

ตาราง 7.3 ผลการทดลองการกำหนดค่าอัตราเร็ว ให้ Syringe pump

Setting Flow Rate (cc./min.)	Setting Volume (cc.)	เวลาที่วัดได้ (sec.)	อัตราการไหลที่วัดได้จริง (cc./min.)	% Error (%)
1	1	60	1.00	0.000
2	2	60	2.00	0.000
3	3	60	3.00	0.000
4	4	60	4.00	0.000
5	5	60	5.00	0.000
6	6	60	6.00	0.000
7	7	60	7.00	0.000
8	8	60	8.00	0.000
9	9	60	9.00	0.000
10	10	60	10.00	0.000
11	11	60	11.00	0.000
12	12	60	12.00	0.000
13	13	60	13.00	0.000
14	14	60	14.00	0.000
15	15	60	15.00	0.000
16	16	60	16.00	0.000
17	17	60	17.00	0.000
18	18	60	18.00	0.000
19	19	60	19.00	0.000

ตาราง 7.3 (ต่อ) ผลการทดลองการกำหนดค่าอัตราเร็วให้ Syringe pump

Setting Flow Rate (cc./min.)	Setting Volume (cc.)	เวลาที่วัดได้ (sec.)	อัตราการไหลที่วัดได้จริง (cc./min.)	% Error (%)
20	20	60	20.00	0.000
21	11	31.4	21.02	0.000
22	11	30.2	22.00	0.000
23	10	26	23.08	-0.001
24	12	30.2	24.00	0.000
25	10	24.2	25.00	0.000
26	13	30.2	26.00	0.000
27	10	22.2	27.03	0.000
28	14	30.2	28.00	0.000
29	10	20.6	29.13	-0.001
30	15	30.2	30.00	0.000
31	10	19.3	31.09	-0.001
32	16	30.2	32.00	0.000
33	10	18.5	33.15	-0.001
34	17	30.2	34.00	0.000
35	10	17.5	35.09	-0.001
36	18	30.4	36.00	0.000
37	10	16.6	37.04	0.000
38	19	30.4	38.00	0.000
39	20	31.2	38.96	0.000
40	20	30.4	40.00	0.000
41	20	29.7	40.96	0.000
42	20	29	41.96	0.000
43	20	28.2	43.17	-0.002
44	20	27.7	43.96	0.000
45	20	27	45.11	-0.001
46	20	26.5	45.98	0.000
47	20	25.9	47.06	-0.001
48	20	25.5	47.81	0.002
49	20	24.9	48.98	0.000
50	20	24.4	50.00	0.000
51	20	23.9	51.06	-0.001
52	20	23.4	52.17	-0.002
53	20	23	53.10	-0.001
54	20	22.6	54.05	-0.001
55	20	22.25	54.92	0.001
56	20	21.8	56.07	-0.001
57	20	21.4	57.14	-0.001
58	20	21.09	58.00	0.000
59	20	20.7	59.11	-0.001
60	20	20.4	60.00	0.000
61	20	20.1	60.91	0.001
62	20	19.78	61.92	0.001
63	20	19.4	63.16	-0.002

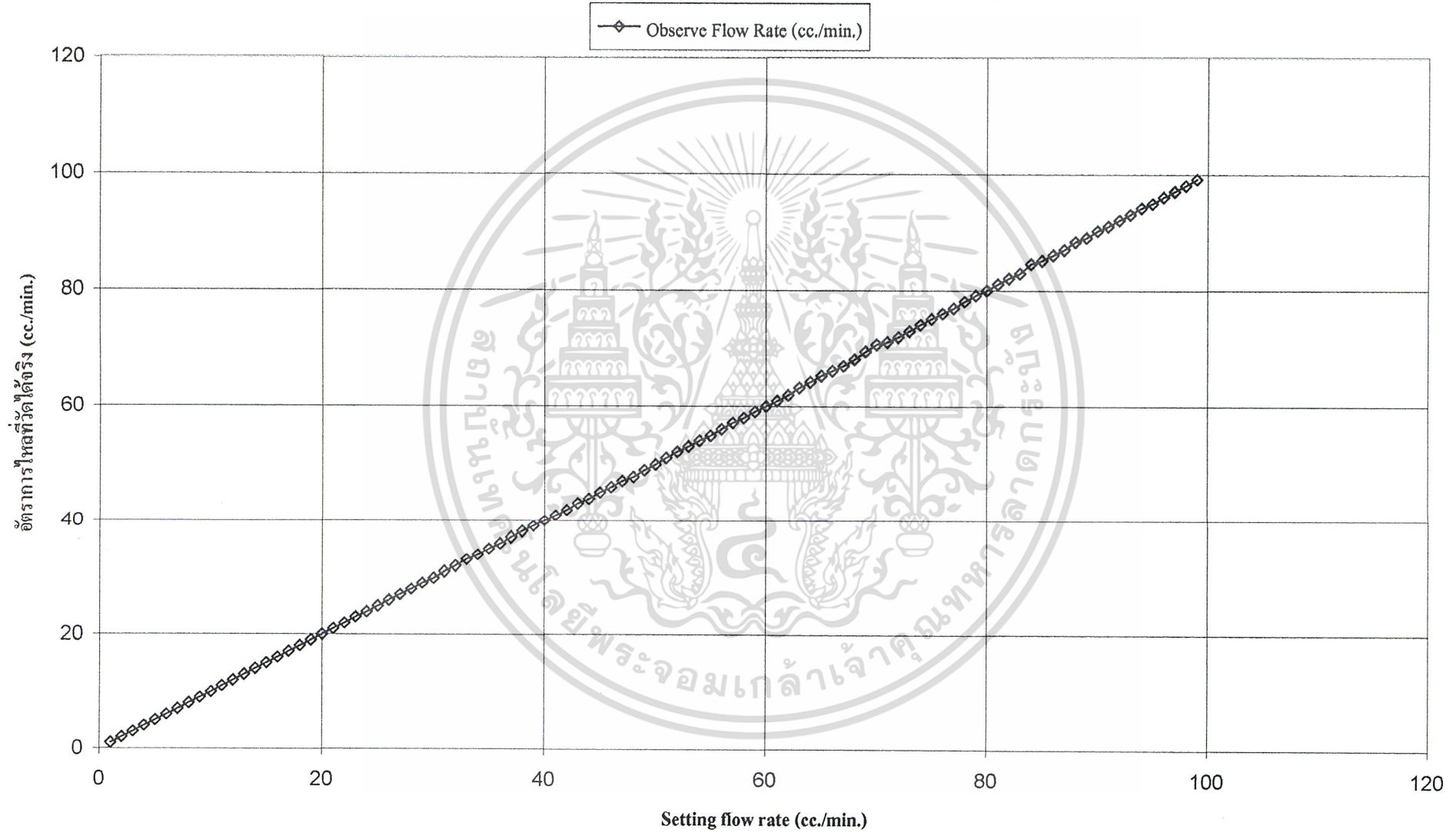
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับทำรายงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้ง

ตาราง 7.3 (ต่อ) ผลการทดลองการกำหนดค่าอัตราเร็วให้ Syringe pump

Setting Flow Rate (cc./min.)	Setting Volume (cc.)	เวลาที่วัดได้ (sec.)	อัตราการไหล ที่วัดได้จริง (cc./min.)	% Error (%)
64	20	19.1	64.17	-0.002
65	20	18.8	65.22	-0.002
66	20	18.56	66.08	-0.001
67	20	18.33	66.93	0.001
68	20	18.04	68.03	0.000
69	20	17.7	69.36	-0.004
70	20	17.4	70.59	-0.006
71	20	17.3	71.01	0.000
72	20	17.1	71.86	0.001
73	20	16.85	72.95	0.001
74	20	16.6	74.07	-0.001
75	20	16.39	75.05	0.000
76	20	16.2	75.95	0.001
77	20	16	76.92	0.001
78	20	15.77	78.07	-0.001
79	20	15.56	79.16	-0.002
80	20	15.4	80.00	0.000
81	20	15.2	81.08	-0.001
82	20	15.03	82.02	0.000
83	20	14.87	82.93	0.001
84	20	14.6	84.51	-0.005
85	20	14.5	85.11	-0.001
86	20	14.35	86.02	0.000
87	20	14.2	86.96	0.000
88	20	14	88.24	-0.002
89	20	13.89	88.95	0.000
90	20	13.71	90.16	-0.002
91	20	13.59	90.98	0.000
92	20	13.44	92.02	0.000
93	20	13.3	93.02	0.000
94	20	13.15	94.12	-0.001
95	20	13.04	94.94	0.001
96	20	12.89	96.08	-0.001
97	20	12.77	97.01	0.000
98	20	12.64	98.04	0.000
99	20	12.5	99.17	-0.002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลที่กำหนดกับค่าที่วัดได้จริง



การทดลองที่ 3 ทดลองการทำงานของวงจรตรวจจับฟองอากาศและการอุดตัน

1. ทำการเปิดเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือดตำแหน่งถูกสูบจะต้องถูกดึงไปยังตำแหน่งของสวิทช์เริ่มต้นและหยุดรอ
2. ปั๊มสารละลายหรือน้ำเข้ากระบอกสูบให้เต็ม (กระบอกขนาด 20 CC จะสามารถปั๊มได้ถึง 25 CC) ในการปั๊มให้ทำการปั๊มฟองอากาศเข้าไปในหลอดก่อนประมาณ 4-5 cc. แล้วค่อยปั๊มสารละลาย เพื่อให้มีฟองอากาศในหลอด กดปุ่มกำหนดจุดเริ่มต้น
3. ติดตั้งตัวตรวจจับฟองอากาศและการอุดตันดังรูปในบทที่ 4 หรือ 6
4. กำหนดค่าปริมาตรก่อน โดยกำหนดค่าใดๆ ที่เหมาะสม เมื่อทำการกดปุ่ม “ ENTER ” ก็ให้ทำการกำหนดค่าอัตราเร็วใดๆ กดปุ่ม “ ENTER ” อีกครั้ง
5. ทำการทดลองเหมือนข้อ 3 จนเกิดฟองอากาศไหลเข้าไปในสายนำสารละลาย
6. ทำการสังเกตว่าระบบเตือนการเกิดฟองอากาศมีการแจ้งเตือนหรือไม่
7. ทำการทดลองอีกครั้งเหมือนข้อ 2 แต่ไม่จำเป็นต้องให้มีฟองอากาศในหลอดก็ได้ ทำตามข้อ 3 , 4 โดยให้ทำการอุดปลายสายอีกด้านไว้
8. ทำการสังเกตว่าระบบเตือนการเกิดการอุดตันมีการแจ้งเตือนหรือไม่

ตาราง 7.4 ผลการทดลองการทำงานของวงจรตรวจจับฟองอากาศและการอุดตัน

ครั้งที่	1	2	3
ปริมาตรที่กำหนด (cc.)	10	10	10
อัตราเร็ว (cc./min.)	10	50	80
วงจรเตือนการเกิดฟองอากาศ	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน

ครั้งที่	1	2	3
ปริมาตรที่กำหนด (cc.)	10	10	10
อัตราเร็ว (cc./min.)	10	50	80
วงจรเตือนการเกิดการอุดตัน	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4 ทดลองการทำงานด้วยการสั่งงานจากเครื่องพีซี

1. ทำการเปิดเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือดตำแหน่งถูกสูบจะต้องถูกดึงไปยังตำแหน่งของสวิทช์เริ่มต้นและหยุดรอ
2. ปั๊มสารละลายหรือน้ำเข้ากระบอกสูบให้เต็ม (กระบอกขนาด 20 CC จะสามารถปั๊มได้ถึง 25 CC)
3. เปิดโปรแกรม RSLink.exe และทำการเลือกพอร์ตที่จะทำการเชื่อมต่อสัญญาณ RS232
4. ทดลองการทำงานของปุ่มต่าง ๆ ว่าสามารถทำงานได้หรือไม่ ตามตารางที่ 7.5 และทดลองการเกิดฟองอากาศ และการอุดตันในสายโดยเลือกค่าใดค่าหนึ่งเอง ในการกำหนดปริมาตรและอัตราเร็ว โดยขั้นตอนเตรียมการคล้ายกับการทดลองที่ 3
5. การทดลองความแม่นยำในการกำหนดค่าอัตราเร็วและปริมาตร กระทำคล้ายกับการทดลองที่ 2 ทั้งนี้การทดลองนี้จะให้ผลคล้ายกับผลการทดลองที่ 2 เนื่องจากค่าต่าง ๆ ที่กำหนด และส่งให้เครื่องปั๊มสารละลายจะถูกแปลงค่าก่อนแล้วจึงค่อยเข้าสู่กระบวนการทำงานเหมือนกับการสั่งงานผ่านเครื่องปั๊มเอง

ตาราง 7.5 ผลการทดลองการทำงานของการสั่งงานจากเครื่องพีซี

ปุ่ม	ผลการทดลอง
Communication Setting	ทำงานได้
Backward	ทำงานได้
Forward	ทำงานได้
Send Value	ทำงานได้
Reset	ทำงานได้
Exit	ทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 7.6 ผลการทดลองการทำงานของวงจรตรวจจับฟองอากาศและการอุดตัน

ครั้งที่	1	2
ปริมาตรที่กำหนด (cc.)	10	10
อัตราเร็ว (cc./min.)	10	50
วงจรเตือนการเกิดฟองอากาศ	ทำงาน	ทำงาน

ครั้งที่	1	2
ปริมาตรที่กำหนด (cc.)	10	10
อัตราเร็ว (cc./min.)	10	50
วงจรเตือนการเกิดการอุดตัน	ทำงาน	ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

สรุปผลการทดลองและบทสรุป

จากการทดลองในบทที่ 7 จากตารางที่ 7.1 จะเห็นว่าเราจะได้อัตราเร็วของปริมาตรต่อเวลาในการใช้งานเครื่องปั๊มสารละลายเข้าเส้นเลือดอยู่ที่ 0.4 cc. ต่อ 1 วินาที หรือ 24 cc. ต่อ 1 นาที ซึ่งความเร็วนี้เป็นความเร็วคงที่ที่ใช้ตลอดการทดลองซึ่งได้จากการจับเวลาแล้วนำมาหาอัตราเร็ว เมื่ออัตรารเร็วที่ได้เทียบกับโปรแกรมจะพบว่า ในการเขียนโปรแกรมในรูปการทำงานของการทำงานของการจับสเต็ปเปอร์มอเตอร์พบว่าถ้าสเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุน 1 step จะได้ปริมาตรสารละลายประมาณ 0.1 cc.

จากผลการทดลองในตารางที่ 7.2 พบว่า การทดลองในครั้งที่ 1 และ 3 พบค่าผิดพลาดของปริมาตรที่กำหนดเทียบกับการวัดข้างเล็กน้อย โดยค่าแรกที่พบอยู่ที่ 10 cc. แต่ค่าผิดพลาดที่พบมีค่าน้อยมาก เปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาดมากที่สุดคือ 0.5 % เมื่อดูจากค่าเฉลี่ยก็จะยิ่งน้อยลงไปอีก ในการอ่านค่าด้วยกระบอกตวงนี้มีข้อจำกัดอยู่บ้างในด้านความละเอียดของสเกล (Scale) ที่อ่านค่าซึ่งอยู่ที่ 25:0.5 cc. และพื้นที่รองกระบอกถ้าไม่ไ้ระดับก็อาจจะทำให้อ่านค่าคลาดเคลื่อนได้เช่นกัน และยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกมากที่ทำให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อนไปได้ เช่น หยดน้ำที่ตกลงจากการอ่านค่าจากครั้งก่อน เป็นต้น เมื่อดูกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรที่กำหนดกับปริมาตรที่วัดได้จริงพบว่ากราฟที่ได้มีความเป็นเชิงเส้นดีมาก และมีความชันเป็น 1 ด้วย

จากผลการทดลองในตารางที่ 7.3 การทดลองความแม่นยำในการกำหนดอัตรารเร็วจะพบว่าค่าอัตรารเร็วที่วัดได้จริงที่ 1-20 cc./min. มีค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าที่กำหนดเป็น 0 แล้วจึงเริ่มมีค่าผิดพลาดเกิดขึ้นที่ค่า 21 cc./min. เป็นต้นไปเป็นบางค่า โดยค่าความคลาดเคลื่อนที่มากที่สุดอยู่ที่ประมาณ 0.006 % ซึ่งมีค่าน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการกำหนดค่าปริมาตรมีข้อจำกัดอยู่ที่ขนาดของกระบอกปั๊มสารละลาย เมื่อค่าอัตรารเร็วมีค่ามากขึ้นจะทำให้เวลาในการปั๊มสารละลายยิ่งน้อยลง การจับเวลาที่จะยิ่งยากมากขึ้น และข้อจำกัดของเครื่องมือวัดหรือการจับเวลาก็มีผลกระทบต่อการวัดค่าเช่นกัน ในการทดลองยังพบอีกว่าที่ค่าอัตรารเร็วมากขึ้นจะมีผลต่อปริมาตรที่ปั๊มออกมาได้ด้วย โดยค่าปริมาตรจะมีความคลาดเคลื่อนมากขึ้นทั้งนี้เพราะระบบกลไกนั่นเอง กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตรารเร็วที่กำหนดกับค่าที่วัดได้จริง พบว่ากราฟมีความเป็นเชิงเส้นที่ดี

จากผลการทดลองในตารางที่ 7.4 การทดลองการทำงานของวงจรตรวจจับฟองอากาศและการอุดตัน พบว่าระบบเตือนสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ

การทดลองที่ 4 เป็นการทดลองการสั่งงานจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ผลการทดลองจากตารางที่ 7.5 และ 7.6 พบว่าการทำงานของปั๊มต่าง ๆ สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ทุกปั๊ม การทดลองการอุดตันและการเกิดฟองอากาศใช้กับการตั้งค่าปริมาตรและอัตรารเร็วจะพบว่าสามารถทำงานได้ตามต้องการ

เอกสารนี้...
ไม่ว่าการ...
ต้องการ

ทั้งนี้เนื่องจากการในส่วนของการสั่งการจากเครื่องพีซีเป็นเพียงการส่งค่าให้เครื่องปั๊ม

สารละลายเท่านั้น โดยตัวเครื่องจะทำการแปลงค่าเป็นเลขฐานที่ 2 เหมือนกับการส่งงานจากตัวเครื่องก่อนแล้วค่อยทำการกระบวนการเดียวกันในการทำงานนั่นเอง

ในส่วน โปรแกรมส่งงานจากเครื่องพีซีเป็นการใช้ภาษา Visual Basic ในการสร้างโปรแกรมนี้ขึ้น โดยลักษณะการ โปรแกรมเป็นการ โปรแกรมเหตุการณ์ นั่นคือจะ โปรแกรมการทำงานส่วนต่าง ๆ จะแยกเป็นว่าเราจะทำอะไรกับวัตถุตัวไหนแล้วต้องการให้เกิดผลอะไรขึ้น

การกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลถูกจำกัดและมีส่วนกำหนด โดยสัญญาณนาฬิกาของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมาจากคริสตัลและตัวเก็บประจุ บางครั้งในการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และพีซี อาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้บ้างในการส่งค่ากลับให้พีซีจากการทดลองพบว่าเกิดกับการแจ้งการเกิดการอุดตันในการรับค่าที่ส่งกลับจากไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ทั้งนี้ระบบยังสามารถทำงานได้ โดยเมื่อเกิดเหตุการณ์นี้ขึ้นตัวเครื่องจะหยุดทำงานทันทีแม้ค่าที่แสดงจะไม่ถูกต้องแต่ก็ทำให้เราทราบได้เช่นกันว่าเกิดความผิดพลาดขึ้นแล้วทำการแก้ไข

ในการกำหนดค่าอัตราเร็วของปริมาตรต่อเวลา ด้วยการเปลี่ยนค่าเวลาที่ใช้ในการหน่วงเวลาพบว่าจากการ โปรแกรมและผลการทดลองในตารางที่ 7.3 การคลาดเคลื่อนเกิดได้อีกจากการ โปรแกรมเนื่องจากการคำนวณเวลาที่ใช้ในการหน่วงจะมีค่าจุดทศนิยมเกิดขึ้น ซึ่งเป็นอีกข้อจำกัดหนึ่งในการ โปรแกรมที่ไม่สามารถทำได้ละเอียดถึงขั้นจุดทศนิยม แต่ทั้งนี้ก็ยังข้อจำกัดเกี่ยวกับเครื่องมือวัดอยู่ เมื่อทำการสร้าง โครงงานมาถึงส่วนของ การสื่อสารกับเครื่องพีซีพบปัญหาการใช้ งานไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเกิดจากการใช้แอสเซมเบลอส SXA51 พบว่าการใช้คำสั่งเลื่อนไข CJNE ถูกจำกัดไว้ที่ 150 ตัว วิธีในการแก้ปัญหาคือ หาแอสเซมเบลอสตัวใหม่ หรือเพิ่มการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อีกตัว หรือการเลี่ยงไปใช้การส่งคำสั่งเลื่อนไขตัวอื่น ๆ ซึ่งจะสร้างความยุ่งยากกับการเขียนโปรแกรมอีกมาก ทั้งนี้จึงเลือกวิธีเพิ่มตัวไมโครคอนโทรลเลอร์คือ AT89S2051 มีขนาดเล็กและราคาถูก อีกทั้งยังมีประโยชน์ช่วยให้การเขียนโปรแกรมสื่อสารง่ายขึ้น และช่วยแก้ปัญหาการใช้รีจิสเตอร์พิเศษของการสื่อสารกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ตัวเดียวกันได้อีกด้วย ปัญหาที่พบในจุดต่าง ๆ นอกจากนี้น่าจะมาจากกลไกต่าง ๆ รวมถึงสเต็ปมอเตอร์เองด้วย ซึ่งเกิดจากการที่ยังขาดประสบการณ์ในการออกแบบนั่นเอง กลไกและโครงสร้างต่าง ๆ อาจจะยังไม่สามารถทำได้สมบูรณ์เท่าที่ควร และอาจต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมส่วนต่าง ๆ อีก อีกทั้งอุปกรณ์บางชิ้นก็ไม่สามารถหาได้ต้องแก้ปัญหาด้วยการใช้ของที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงแทน ถ้าจะมีการพัฒนาต่อน่าจะ ทำในส่วนของการปรับปรุงการทำงานในการควบคุมอัตราเร็วให้มีการปรับอัตราเร็ว เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงไประหว่างทำงานอาจจะด้วยการใช้วิธี A/D เข้ามาช่วย และควรมีการตรวจสอบการทำงานของตัวเองก่อนใช้งานด้วยเพื่อความปลอดภัยมากขึ้น ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากโครงงานนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้เชิงพาณิชย์หรือการค้าไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ ได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้นิพนธ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ORG 0000H
LJMP     MAIN
```

```
ORG 0003H
JMP     INTER1
```

```
ORG 0013H
JMP     INTER2
```

```
INTER1:  ACALL    INILCD
         MOV     A,#80H
         MOV     R2,#16
         MOV     DPTR,#TABLEM1
         ACALL   SHOWM
         MOV     A,#0C0H
         MOV     R2,#16
         MOV     DPTR,#TABLEN1
         ACALL   SHOWM
         ACALL   WARNB
         JMP     INTR
```

```
INTER2:  ACALL    INILCD
         MOV     A,#80H
         MOV     R2,#16
         MOV     DPTR,#TABLEM1
         ACALL   SHOWM
         MOV     A,#0C0H
         MOV     R2,#16
         MOV     DPTR,#TABLEN2
         ACALL   SHOWM
         ACALL   WARNO
```

```
INTR:    SETB     P3.5
```

```
LCALL   DELAYT
CLR     P3.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรรใช้ของเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      65H,#00H
ACALL   PRERUN
ACALL   DELAYT
ACALL   DELAYT
ACALL   FINI
SJMP    PCORM
VOLSET: MOV      A,61H
ACALL   SUBBPC
MOV     7BH,A
MOV     A,62H
ACALL   SUBBPC
MOV     7AH,A
ACALL   ZDB1B
LCALL  MAX20
MOV     A,7AH
MOV     76H,A
ACALL   QCTEST
RET
RATSET: MOV     A,63H
ACALL   SUBBPC
MOV     7BH,A
MOV     A,64H
ACALL   SUBBPC
MOV     7AH,A
ACALL   ZDB1B
ACALL   DELTA
RET
SUBBPC: CLR     C
SUBB    A,#30H
RET
SURXD:  JNB     RI,S
        CLR     RI

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      A,SBUF
MOV      61H,A
SURXD2:  JNB      RI,$
CLR      RI
MOV      A,SBUF
MOV      62H,A
SURXD3:  JNB      RI,$
CLR      RI
MOV      A,SBUF
MOV      63H,A
SURXD4:  JNB      RI,$
CLR      RI
MOV      A,SBUF
MOV      64H,A
RET
SUTXD:   ACALL   REPC
MOV      SBUF,61H
JNB      TI,$
CLR      TI
RET
REPC:    MOV      IE,#00000000B
MOV      TMOD,#00100000
MOV      TL1,#0FDH
MOV      TH1,#0FDH
MOV      SCON,#01010000B
SETB    TRI
RET
VOLPC:   INC      65H
MOV      A,65H
CJNE    A,66H,VOLRE
MOV      61H,#41H
ACALL   SUTXD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      65H,#00H
VOLRE:   RET
FINI:    MOV      61H,#46H
         ACALL   SUTXD
         RET
CLRSCR:  MOV      61H,#43H
         ACALL   SUTXD
         RET
WARNB:   MOV      61H,#42H
         ACALL   SUTXD
         RET
WARNO:   MOV      61H,#4FH
         ACALL   SUTXD
         RET
MAIM:    MOV      7AH,#00H
         MOV     7BH,#00H
         MOV     7EH,#07H
         MOV     78H,#00H
         ACALL   INILCD
         MOV     A,#80H
         MOV     R2,#16
         MOV     DPTR,#TABLEM
         ACALL   SHOWM
         MOV     A,#0C0H
         MOV     R2,#16
         MOV     DPTR,#TABLEN
         ACALL   SHOWM

SETB     P3.2           ;SET INTO
SETB     P3.3           ;SET INT1
MOV      IE,#85H       ;interrupt int0,1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PCORMX:  SETB    P3.4
          MOV     C,P3.4
          JNC    MAINPCK
          JMP     KWAIT
MAINPCK:  JMP     MAINPC

```

```

KWAIT:   ACALL   PIEZO
          MOV     P1,#0FEH
          MOV     A,P1
          CJNE   A,#7EH,INISTR
          JMP     MAIM

```

```

INISTR:  MOV     P1,#0F7H
          MOV     A,P1
          CJNE   A,#0D7H,ENKEY
          MOV     7AH,#08
          ACALL  STPP

```

```

ENKEY:   MOV     7AH,#00
          MOV     P1,#0F7H
          MOV     A,P1
          CJNE   A,#0E7H,TOOP
          MOV     R0,7EH
          CJNE   R0,#07H,OPPP
          JMP     KWAIT

```

```

TOOP:    CJNE   A,#77H,KWAIT
          MOV     7EH,#00H
          JMP     SPED

```

```

PIEZO:   SETB    P0.1
          MOV     C,P0.1
          JNC    SPEAK

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SETB    P0.3
MOV     C,P0.3
JNC     SPEAK
JMP     TER
SPEAK:  SETB    P3.5
        LCALL   DELAYT
        CLR    P3.5
TER:    RET

```

***** SCAN KEY *****

```

START:  MOV     P1,#0FEH    ;P1= 1111 1110
        MOV     A,P1
        CJNE   A,#0FEH,CHKEY1
        MOV     P1,#0FDH    ;P1= 1111 1101
        MOV     A,P1
        CJNE   A,#0FDH,CHKEY2
        MOV     P1,#0FBH    ;P1= 1111 1011
        MOV     A,P1
        CJNE   A,#0FBH,CHKEY3
        MOV     P1,#0F7H    ;P1= 1111 0111
        MOV     A,P1
        CJNE   A,#0F7H,CHKEY4
        JMP     START
OPPP:   JMP     OPIO
CHKEY1: CJNE   A,#0EEH,CH12
        MOV     DPTR,#TABLE1    ;P1= 1110 1110='I'
        JMP     SHOW
CH12:   CJNE   A,#0DEH,CH13
        MOV     DPTR,#TABLE4    ;P1= 1101 1110='4'
        JMP     SHOW
CH13:   CJNE   A,#0BEH,CH14
        MOV     DPTR,#TABLE7    ;P1= 1011 1110='7'
        JMP     SHOW

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไปอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CH14:      JMP      MAIM          ;P1= 0111 1110 = CLEAR

CHKEY2:    CJNE     A,#0EDH,CH22
           MOV      DPTR,#TABLE2   ;P1= 1110 1101 = '2'
           JMP      SHOW

CH22:      CJNE     A,#0DDH,CH23
           MOV      DPTR,#TABLE5   ;P1= 1101 1101 = '5'
           JMP      SHOW

CH23:      CJNE     A,#0BDH,CH24
           MOV      DPTR,#TABLE8   ;P1= 1011 1101 = '8'
           JMP      SHOW

CH24:      MOV      DPTR,#TABLE0   ;P1= 0111 1101 = '0'
           MOV      A,7EH
           CJNE     A,#00H,SECON
           JMP      START

SECON:     JMP      SHOW

CHKEY3:    CJNE     A,#0EBH,CH32
           MOV      DPTR,#TABLE3   ;P1= 1110 1011 = '3'
           JMP      SHOW

CH32:      CJNE     A,#0DBH,CH33
           MOV      DPTR,#TABLE6   ;P1= 1101 1011 = '6'
           JMP      SHOW

CH33:      CJNE     A,#0BBH,START
           MOV      DPTR,#TABLE9   ;P1= 1011 1011 = '9'
           JMP      SHOW

CHKEY4:    CJNE     A,#0E7H,CH42   ;P1= 1110 0111 "DEL <"

OPIO:     MOV      A,7EH
           CJNE     A,#02H,SBB2
           MOV      7BH,#00H
           MOV      7EH,#00H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้วงบเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้คัดลอกเพื่อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      A,#0C1H
JMP      SBB1
SBB2:    MOV      A,#0C0H
MOV      7EH,#01H
SBB1:    ACALL   LCDWI
MOV      DPTR,#BLANK
JMP      SHOW
CH42:    CJNE    A,#77H,STARTT      ;P1= 0111 0111 = ENTER
JMP      SPED
STARTT:  JMP      START
;*****INITIAL LCD*****
INILCD:  MOV      A,#00111000B ;FUNCTION SET
LCALL   LCDWI
MOV      A,#00001110B ;DISPLAY ON/OFF CONTROL
LCALL   LCDWI
MOV      A,#06H ;0000 0110, ENTRY SET MODE
LCALL   LCDWI
MOV      A,#01H ;CLEAR DISPLAY
LCALL   LCDWI
LCALL   DELAY
RET
;*****
SJMPL $
;*****
WRITE:   MOV      P0,#00H
SETB    P0.0 ;WRITE DATA TO DD RAM
MOV     P2,A ;WRITE DATA TO LCD BY P2
SETB    P0.2 ;ENABLE SIGNAL TO PIN E.
ACALL   DELAY
CLR     P0.2 ;END ENABLE SIGNAL
CLR     P0.0 ;END WRITE DATA TO DD RAM
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCDWI:  MOV      P0,#00H
        MOV      P2,A
        SETB     P0.2      ;ENABLE SIGNAL TO PIN E.
        ACALL    DELAY
        CLR      P0.2      ;END ENABLE SIGNAL
        RET
```

*****DELAY FOR GENERATE PULSE*****

```
DELAY:  MOV      R0,#02H
D1:     MOV      R1,#0FFH
        DJNZ     R1,$
        DJNZ     R0,D1
        RET
```

```
SPED:   MOV      A,7EH
        CJNE    A,#00H,SPED1
        JMP     SPED4
SPED1:  CJNE    A,#01H,SPED2
        MOV     7BH,#00H
        JMP     SPED3
SPED2:  ACALL   SWAPP
SPED3:  ACALL   ZDB1B
        LCALL  MAX20
        MOV    R4,7AH
        CJNE  R4,#00H,RUN
        JMP   STE
RUN:    ACALL  STPP
STE:    MOV    7AH,#00H
        MOV    7BH,#00H
        MOV    7EH,#00H
SPED4:  ACALL  INILCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้วงนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      A,#80H
MOV      R2,#16
MOV      DPTR,#TABLES
ACALL   SHOWM
MOV      A,#0C0H
ACALL   LCDWI
JMP      OPIO

```

```

VELO:    ACALL   INILCD      ;แสดงหน้าจอรับค่าปริมาตร/นาทื
          ACALL   INILCD
          MOV     A,#80H
          MOV     R2,#16
          MOV     DPTR,#TABLET
          ACALL  SHOWM
          MOV     A,#0C0H
          ACALL  LCDWI
          ACALL  DELAYT
          ACALL  DELAYT
          ACALL  DELAYT
          JMP     OPIO

```

```

SWAPP:   MOV     A,7BH
          MOV     7BH,7AH
          MOV     7AH,A
          RET

```

```

KWAITD:  MOV     P1,#0F7H
          MOV     A,P1
          CJNE   A,#0E7H,KWAITP
          MOV     R0,7EH
          CJNE   R0,#07H,OPOO

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น จึงขอร้องให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                JMP          KWAID
KWAITP:        CJNE        A,#77H,KWAID
                JMP          SPED
KWAID:         LCALL       KCLR
                JMP          KWAITD
OPOO:         JMP          OPIO

```

```

SHOW:         INC          7EH
                MOV         R2,7EH
                CJNE        R2,#03H,RETS
                DEC         7EH
                JMP         KWAITD

```

```

RETS:         MOV         R2,#01H
                ACALL       SHOWT
                MOV         R3,7CH
                CJNE        R3,#20H,PPP1
                MOV         A,#0C1H
                ACALL       LCDWI
                MOV         R2,7EH
                CJNE        R2,#02,PPP2
                MOV         7EH,#00H
                MOV         A,#0C0H
                ACALL       LCDWI
                JMP         PPP

```

```

PPP1:         ACALL       STBCD

```

```

PPP2:         MOV         7FH,#04H

```

```

WETT:         ACALL       DELAYT
                DJNZ        7FH,WETT

```

```

PPP:         JMP          START

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 SHOWM: ACALL LCDWI
 SHOWT: CLR A

```

MOV      A,@A+DPTR
MOV      7CH,A
LCALL   WRITE
INC      DPTR
DJNZ    R2,SHOWT
RET

```

;*****DRIVE MOTOR*****

```

STPP:    MOV      P0,#10H
RUNX:    MOV      A,78H
          CJNE    A,#05H,CVELO
          MOV      78H,#00H
          ACALL   TBI
          JMP     STE
CVELO:   MOV      A,7AH
          MOV      76H,A
          ACALL   QCTEST
          MOV      7AH,#00H
          MOV      7BH,#00H
          MOV      7EH,#00H
          MOV      78H,#05H
          ACALL   VELO
TBI:     ACALL   DELTA
PRERUN:  SETB    P3.2      ;SET INTR0
          SETB    P3.3      ;SET INTR1
          MOV     IE,#85H

STRT:    MOV      R6,79H
BER:     MOV      P0,#80H
          ACALL   DELAYX
          MOV     P0,#40H
          ACALL   DELAYX

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      P0,#20H
ACALL   DELAYX
MOV      P0,#10H
ACALL   DELAYX
DJNZ    R6,BER
DJNZ    76H,STRT
RET

```

```

MAX20:  MOV      A,78H
         CJNE    A,#05H,MX
         RET
MX:      MOV      A,7AH
         ANL    A,#0F0H
         CJNE    A,#00H,MX1
         RET
MX1:     CJNE    A,#10H,OVER
         MOV    A,7AH
         CJNE    A,#10H,MX2
         RET
MX2:     CJNE    A,#11H,MX3
         RET
MX3:     CJNE    A,#12H,MX4
         RET
MX4:     CJNE    A,#13H,MX5
         RET
MX5:     CJNE    A,#14H,OVER
         RET

OVER:    MOV      7AH,#00H
         MOV    7BH,#00H
         MOV    7EH,#00H
KENT:    MOV      P1,#0F7H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      A,P1
CJNE    A,#77H,KENT2
JMP     SPED4

KENT2:  MOV      C,P3.4      ; เช็คว่าถึงค้คอมหรือผ่านเครื่อง จาก P3.4
        JNC     MAINPK     ;P3.4=1 เป็นคอนโทรลผ่านเครื่อง
        JMP     KENT       ;P3.4=0 ก็เป็นคอนโทรลผ่านคอม

MAINPK:  JMP     MAINPC

```

```

DELAYT:  MOV      R1,#63H
A1:      MOV      R2,#0FFH
A2:      DJNZ    R2,A2
        DJNZ    R1,A1
        RET

```

*****DEBUG VOLUME ERROR*****

```

QCTEST:  MOV      R6,76H
        CJNE    R6,#4,QC2
        JMP     SUBB1

QC2:     CJNE    R6,#5,QC3
        JMP     SUBB1

QC3:     CJNE    R6,#6,QC4
        JMP     SUBB1

QC4:     CJNE    R6,#7,QC5
        JMP     SUBB1

QC5:     CJNE    R6,#8,QC6
        JMP     SUBB1

QC6:     CJNE    R6,#9,NORMA

SUBB1:   MOV      79H,#37

        MOV     66H,#94H
        RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

NORMA:  MOV      79H,#38
        MOV      66H,#98H
        RET

```

```

BKWRD:  MOV      P0,#10H
        MOV      7AH,#0FFH
BKSTRT:  MOV      R6,#0FFH
BKBER:   MOV      P0,#10H
        ACALL    DELAYB
        MOV      P0,#20H
        ACALL    DELAYB
        MOV      P0,#40H
        ACALL    DELAYB
        MOV      P0,#80H
        ACALL    DELAYB
        ACALL    STOP
        DJNZ     R6,BKBER
        DJNZ     7AH,BKSTRT
        RET

```

```

DELAYX:  MOV      TMOD,#01H ;ค่า reg. timer โหมด 1 เพื่อทำdelay
        MOV      R7,73H

```

```

AGAIN:   MOV      TH0,72H
        MOV      TL0,71H
        SETB    TR0

```

```

WAIT2:   JNB      TF0,WAIT2
        CLR     TF0
        CLR     TR0
        DJNZ    R7,AGAIN

```

```

STOPP:   SETB    P0.1
        MOV     C,P0.1
        JNC    MAIMP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                JMP          RETX
MAIMP:         JMP          MAIM
RETX:         ACALL        KCLR
                ACALL        VOLPC          ;SEND VOL. TO PC

                SETB        P3.2          ;SET INTRO
                SETB        P3.3          ;SET INTR1
                MOV         IE,#85H      ;*****intrupt int0,1*****
                RET

```

```

DELAYB:       MOV          R1,#0AH
BA1:          MOV          R2,#7AH
BA2:          DJNZ         R2,BA2
                DJNZ         R1,BA1
                ACALL        KCLR
                RET

```

```

STOP:         SETB        P0.3
                MOV         C,P0.3
                JNC         MAIMT
                RET

```

```

MAIMT:        MOV          61H,#53H
                LCALL        SUTXD
                JMP          MAIM

```

```

KCLR:         MOV          P1,#0FEH
                MOV          A,P1
                CJNE        A,#7EH,RETB
                ACALL        CLRSCR      ;SEND CLRSCR. TO PC
                JMP          MAIM

```

```

RETB:         RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TD2: CJNE A,#2,TD3
MOV 73H,#10
MOV 72H,#HIGH(-18236)
MOV 71H,#LOW(-18236)
RET

TD3: CJNE A,#3,TD4
MOV 73H,#10
MOV 72H,#HIGH(-12157)
MOV 71H,#LOW(-12157)
RET

TD4: CJNE A,#4,TD5
MOV 73H,#10
MOV 72H,#HIGH(-9355)
MOV 71H,#LOW(-9355)
RET

TD5: CJNE A,#5,TD6
MOV 73H,#10
MOV 72H,#HIGH(-7474)
MOV 71H,#LOW(-7474)
RET

TD6: CJNE A,#6,TD7
MOV 73H,#10
MOV 72H,#HIGH(-6228)
MOV 71H,#LOW(-6228)
RET

TD7: CJNE A,#7,TD8
MOV 72H,#HIGH(-53629)
MOV 71H,#LOW(-53629)
RET

TD8: CJNE A,#8,TD9
MOV 72H,#HIGH(-46925)
MOV 71H,#LOW(-46925)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
TD9:  CJNE    A,#9,TD10
      MOV     72H,#HIGH(-41459)
      MOV     71H,#LOW(-41459)
      RET
TD10: CJNE    A,#10,TD11
      MOV     72H,#HIGH(-36473)
      MOV     71H,#LOW(-36473)
      RET
TD11: CJNE    A,#11,TD12
      MOV     72H,#HIGH(-33158)
      MOV     71H,#LOW(-33158)
      RET
TD12: CJNE    A,#12,TD13
      MOV     72H,#HIGH(-30394)
      MOV     71H,#LOW(-30394)
      RET
TD13: CJNE    A,#13,TD14
      MOV     72H,#HIGH(-28056)
      MOV     71H,#LOW(-28056)
      RET
TD14: CJNE    A,#14,TD15
      MOV     72H,#HIGH(-26052)
      MOV     71H,#LOW(-26052)
      RET
TD15: CJNE    A,#15,TD16
      MOV     72H,#HIGH(-24315)
      MOV     71H,#LOW(-24315)
      RET
TD16: CJNE    A,#16,TD17
      MOV     72H,#HIGH(-22796)
      MOV     71H,#LOW(-22796)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
TD17:  CJNE    A,#17,TD18
        MOV     72H,#HIGH(-21454)
        MOV     71H,#LOW(-21454)
        RET
TD18:  CJNE    A,#18,TD19
        MOV     72H,#HIGH(-20262)
        MOV     71H,#LOW(-20262)
        RET
TD19:  CJNE    A,#19,TD20
        MOV     72H,#HIGH(-19196)
        MOV     71H,#LOW(-19196)
        RET
TD20:  CJNE    A,#20,TD21
        MOV     72H,#HIGH(-18236)
        MOV     71H,#LOW(-18236)
        RET
TD21:  CJNE    A,#21,TD22
        MOV     72H,#HIGH(-17367)
        MOV     71H,#LOW(-17367)
        RET
TD22:  CJNE    A,#22,TD23
        MOV     72H,#HIGH(-16578)
        MOV     71H,#LOW(-16578)
        RET
TD23:  CJNE    A,#23,TD24
        MOV     72H,#HIGH(-15858)
        MOV     71H,#LOW(-15858)
        RET
TD24:  CJNE    A,#24,TD25
        MOV     72H,#HIGH(-15197)
        MOV     71H,#LOW(-15197)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
TD25:  CJNE    A,#25,TD26
        MOV     72H,#HIGH(-14589)
        MOV     71H,#LOW(-14589)
        RET
TD26:  CJNE    A,#26,TD27
        MOV     72H,#HIGH(-14028)
        MOV     71H,#LOW(-14028)
        RET
TD27:  CJNE    A,#27,TD28
        MOV     72H,#HIGH(-13508)
        MOV     71H,#LOW(-13508)
        RET
TD28:  CJNE    A,#28,TD29
        MOV     72H,#HIGH(-13026)
        MOV     71H,#LOW(-13026)
        RET
TD29:  CJNE    A,#29,TD30
        MOV     72H,#HIGH(-12577)
        MOV     71H,#LOW(-12577)
        RET
TD30:  CJNE    A,#30,TD31
        MOV     72H,#HIGH(-12157)
        MOV     71H,#LOW(-12157)
        RET
TD31:  CJNE    A,#31,TD32
        MOV     72H,#HIGH(-11765)
        MOV     71H,#LOW(-11765)
        RET
TD32:  CJNE    A,#32,TD33
        MOV     72H,#HIGH(-11398)
        MOV     71H,#LOW(-11398)

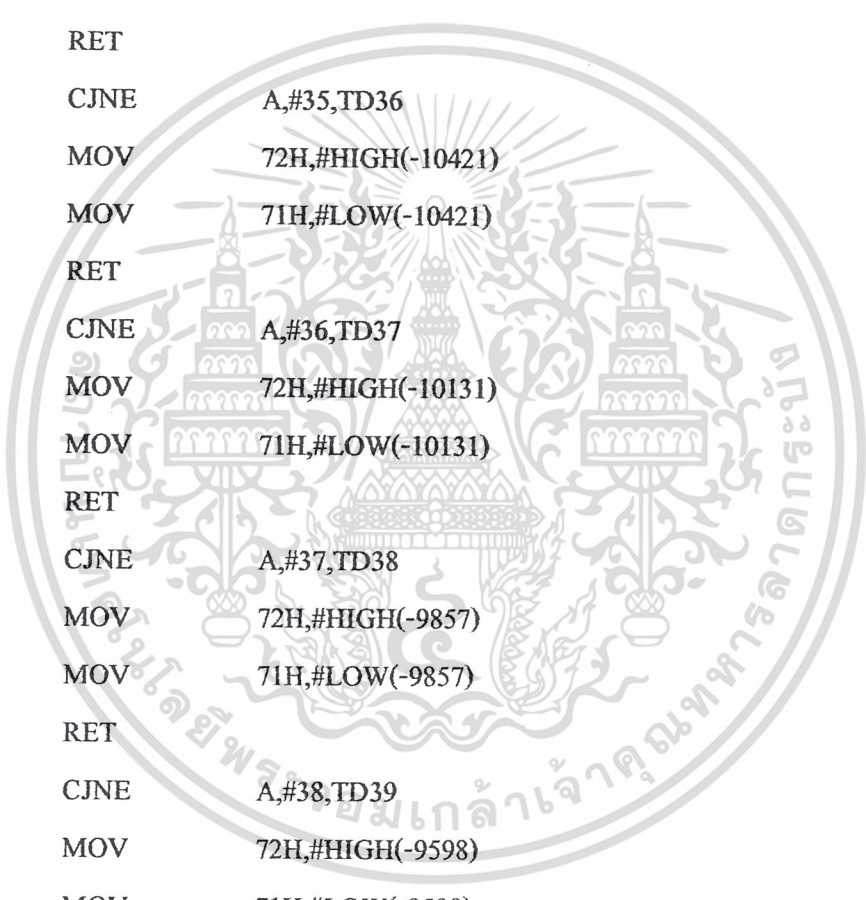
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้วงนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้คัดลอกไปเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
TD33:  CJNE      A,#33,TD34
        MOV      72H,#HIGH(-11052)
        MOV      71H,#LOW(-11052)
        RET
TD34:  CJNE      A,#34,TD35
        MOV      72H,#HIGH(-10727)
        MOV      71H,#LOW(-10727)
        RET
TD35:  CJNE      A,#35,TD36
        MOV      72H,#HIGH(-10421)
        MOV      71H,#LOW(-10421)
        RET
TD36:  CJNE      A,#36,TD37
        MOV      72H,#HIGH(-10131)
        MOV      71H,#LOW(-10131)
        RET
TD37:  CJNE      A,#37,TD38
        MOV      72H,#HIGH(-9857)
        MOV      71H,#LOW(-9857)
        RET
TD38:  CJNE      A,#38,TD39
        MOV      72H,#HIGH(-9598)
        MOV      71H,#LOW(-9598)
        RET
TD39:  CJNE      A,#39,TD40
        MOV      72H,#HIGH(-9352)
        MOV      71H,#LOW(-9352)
        RET
TD40:  CJNE      A,#40,TD41
        MOV      72H,#HIGH(-9118)
        MOV      71H,#LOW(-9118)

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
TD41:  CJNE    A,#41,TD42
        MOV     72H,#HIGH(-8895)
        MOV     71H,#LOW(-8895)
        RET
TD42:  CJNE    A,#42,TD43
        MOV     72H,#HIGH(-8684)
        MOV     71H,#LOW(-8684)
        RET
TD43:  CJNE    A,#43,TD44
        MOV     72H,#HIGH(-8481)
        MOV     71H,#LOW(-8481)
        RET
TD44:  CJNE    A,#44,TD45
        MOV     72H,#HIGH(-8289)
        MOV     71H,#LOW(-8289)
        RET
TD45:  CJNE    A,#45,TD46
        MOV     72H,#HIGH(-8104)
        MOV     71H,#LOW(-8104)
        RET
TD46:  CJNE    A,#46,TD47
        MOV     72H,#HIGH(-7929)
        MOV     71H,#LOW(-7929)
        RET
TD47:  CJNE    A,#47,TD48
        MOV     72H,#HIGH(-7760)
        MOV     71H,#LOW(-7760)
        RET
TD48:  CJNE    A,#48,TD49
        MOV     72H,#HIGH(-7598)
        MOV     71H,#LOW(-7598)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	RET	
TD49:	CJNE	A,#49,TD50
	MOV	72H,#HIGH(-7443)
	MOV	71H,#LOW(-7443)
	RET	
TD50:	CJNE	A,#50,TD51
	MOV	72H,#HIGH(-7294)
	MOV	71H,#LOW(-7294)
	RET	
TD51:	CJNE	A,#51,TD52
	MOV	72H,#HIGH(-7151)
	MOV	71H,#LOW(-7151)
	RET	
TD52:	CJNE	A,#52,TD53
	MOV	72H,#HIGH(-7014)
	MOV	71H,#LOW(-7014)
	RET	
TD53:	CJNE	A,#53,TD54
	MOV	72H,#HIGH(-6881)
	MOV	71H,#LOW(-6881)
	RET	
TD54:	CJNE	A,#54,TD55
	MOV	72H,#HIGH(-6753)
	MOV	71H,#LOW(-6753)
	RET	
TD55:	CJNE	A,#55,TD56
	MOV	72H,#HIGH(-6632)
	MOV	71H,#LOW(-6632)
	RET	
TD56:	CJNE	A,#56,TD57
	MOV	72H,#HIGH(-6512)
	MOV	71H,#LOW(-6512)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	RET	
TD57:	CJNE	A,#57,TD58
	MOV	72H,#HIGH(-6399)
	MOV	71H,#LOW(-6399)
	RET	
TD58:	CJNE	A,#58,TD59
	MOV	72H,#HIGH(-6288)
	MOV	71H,#LOW(-6288)
	RET	
TD59:	CJNE	A,#59,TD60
	MOV	72H,#HIGH(-6182)
	MOV	71H,#LOW(-6182)
	RET	
TD60:	CJNE	A,#60,TD61
	MOV	72H,#HIGH(-6078)
	MOV	71H,#LOW(-6078)
	RET	
TD61:	CJNE	A,#61,TD62
	MOV	72H,#HIGH(-5979)
	MOV	71H,#LOW(-5979)
	RET	
TD62:	CJNE	A,#62,TD63
	MOV	72H,#HIGH(-5882)
	MOV	71H,#LOW(-5882)
	RET	
TD63:	CJNE	A,#63,TD64
	MOV	72H,#HIGH(-5789)
	MOV	71H,#LOW(-5789)
	RET	
TD64:	CJNE	A,#64,TD65
	MOV	72H,#HIGH(-5698)
	MOV	71H,#LOW(-5698)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
TD65:  CJNE    A,#65,TD66
        MOV     72H,#HIGH(-5610)
        MOV     71H,#LOW(-5610)
        RET
TD66:  CJNE    A,#66,TD67
        MOV     72H,#HIGH(-5525)
        MOV     71H,#LOW(-5525)
        RET
TD67:  CJNE    A,#67,TD68
        MOV     72H,#HIGH(-5443)
        MOV     71H,#LOW(-5443)
        RET
TD68:  CJNE    A,#68,TD69
        MOV     72H,#HIGH(-5363)
        MOV     71H,#LOW(-5363)
        RET
TD69:  CJNE    A,#69,TD70
        MOV     72H,#HIGH(-5285)
        MOV     71H,#LOW(-5285)
        RET
TD70:  CJNE    A,#70,TD71
        MOV     72H,#HIGH(-5210)
        MOV     71H,#LOW(-5210)
        RET
TD71:  CJNE    A,#71,TD72
        MOV     72H,#HIGH(-5136)
        MOV     71H,#LOW(-5136)
        RET
TD72:  CJNE    A,#72,TD73
        MOV     72H,#HIGH(-5065)
        MOV     71H,#LOW(-5065)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
TD73:  CJNE    A,#73,TD74
        MOV     72H,#HIGH(-4996)
        MOV     71H,#LOW(-4996)
        RET
TD74:  CJNE    A,#74,TD75
        MOV     72H,#HIGH(-4929)
        MOV     71H,#LOW(-4929)
        RET
TD75:  CJNE    A,#75,TD76
        MOV     72H,#HIGH(-4863)
        MOV     71H,#LOW(-4863)
        RET
TD76:  CJNE    A,#76,TD77
        MOV     72H,#HIGH(-4798)
        MOV     71H,#LOW(-4798)
        RET
TD77:  CJNE    A,#77,TD78
        MOV     72H,#HIGH(-4736)
        MOV     71H,#LOW(-4736)
        RET
TD78:  CJNE    A,#78,TD79
        MOV     72H,#HIGH(-4675)
        MOV     71H,#LOW(-4675)
        RET
TD79:  CJNE    A,#79,TD80
        MOV     72H,#HIGH(-4616)
        MOV     71H,#LOW(-4616)
        RET
TD80:  CJNE    A,#80,TD81
        MOV     72H,#HIGH(-4559)
        MOV     71H,#LOW(-4559)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ซึ่งทั้งห้ามีให้ดาวน์โหลดเป็นเอกสารและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
TD81:  CJNE    A,#81,TD82
        MOV     72H,#HIGH(-4503)
        MOV     71H,#LOW(-4503)
        RET
TD82:  CJNE    A,#82,TD83
        MOV     72H,#HIGH(-4447)
        MOV     71H,#LOW(-4447)
        RET
TD83:  CJNE    A,#83,TD84
        MOV     72H,#HIGH(-4394)
        MOV     71H,#LOW(-4394)
        RET
TD84:  CJNE    A,#84,TD85
        MOV     72H,#HIGH(-4342)
        MOV     71H,#LOW(-4342)
        RET
TD85:  CJNE    A,#85,TD86
        MOV     72H,#HIGH(-4290)
        MOV     71H,#LOW(-4290)
        RET
TD86:  CJNE    A,#86,TD87
        MOV     72H,#HIGH(-4240)
        MOV     71H,#LOW(-4240)
        RET
TD87:  CJNE    A,#87,TD88
        MOV     72H,#HIGH(-4192)
        MOV     71H,#LOW(-4192)
        RET
TD88:  CJNE    A,#88,TD89
        MOV     72H,#HIGH(-4144)
        MOV     71H,#LOW(-4144)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้คัดลอกเป็นเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
TD89:  CJNE    A,#89,TD90
        MOV     72H,#HIGH(-4098)
        MOV     71H,#LOW(-4098)
        RET
TD90:  CJNE    A,#90,TD91
        MOV     72H,#HIGH(-4052)
        MOV     71H,#LOW(-4052)
        RET
TD91:  CJNE    A,#91,TD92
        MOV     72H,#HIGH(-4007)
        MOV     71H,#LOW(-4007)
        RET
TD92:  CJNE    A,#92,TD93
        MOV     72H,#HIGH(-3964)
        MOV     71H,#LOW(-3964)
        RET
TD93:  CJNE    A,#93,TD94
        MOV     72H,#HIGH(-3921)
        MOV     71H,#LOW(-3921)
        RET
TD94:  CJNE    A,#94,TD95
        MOV     72H,#HIGH(-3880)
        MOV     71H,#LOW(-3880)
        RET
TD95:  CJNE    A,#95,TD96
        MOV     72H,#HIGH(-3839)
        MOV     71H,#LOW(-3839)
        RET
TD96:  CJNE    A,#96,TD97
        MOV     72H,#HIGH(-3799)
        MOV     71H,#LOW(-3799)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้คัดลอกไปเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
TD97:  CJNE    A,#97,TD98
        MOV     72H,#HIGH(-3760)
        MOV     71H,#LOW(-3760)
        RET
TD98:  CJNE    A,#98,TD99
        MOV     72H,#HIGH(-3721)
        MOV     71H,#LOW(-3721)
        RET
TD99:  CJNE    A,#99,TD0
        MOV     72H,#HIGH(-3684)
        MOV     71H,#LOW(-3684)
        RET
TD0:   MOV     72H,#0
        MOV     71H,#0
        RET

```

```

;*****

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLEM: DB "**** SYRINGE ****"
 TABLEN: DB "# PUMP MENU #"
 TABLES: DB "I/P VOL(1-20 CC)"
 TABLET: DB "I/P CC/MIN(1-99)"
 TABLEM1: DB "*** WARNING! ***"
 TABLEN1: DB "# BUBLE IN LINE! #"
 TABLEN2: DB "# OCCLUSION !#"
 TABLE0: DB "0"
 TABLE1: DB "1"
 TABLE2: DB "2"
 TABLE3: DB "3"
 TABLE4: DB "4"
 TABLE5: DB "5"
 TABLE6: DB "6"
 TABLE7: DB "7"
 TABLE8: DB "8"
 TABLE9: DB "9"
 BLANK: DB " "

END



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
On Error GoTo Errlabel
```

```
MSComm1.Settings = Text1.Text
```

```
MSComm1.CommPort = Combo1.ListIndex + 1
```

```
MSComm1.RThreshold = 1
```

```
MSComm1.PortOpen = True
```

```
MSComm1.InputLen = 0
```

```
Exit Sub
```

```
Errlabel:
```

```
If Err.Number = 8002 Then MsgBox "Select com Port", vbInformation, "8051 Control I/O"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
On Error GoTo Errlabel
```

```
Dim Opval, Oprat As Variant
```

```
Opval = Text2.Text 'Opval of Volume
```

```
Oprat = Text3.Text 'Oprate of rate
```

```
Label5.Caption = " "
```

```
Label6.Caption = " "
```

```
If (Opval < 1) Or (Opval > 20) Then
```

```
MsgBox "Please I/P 1-20cc."
```

```
End If
```

```
If (Oprat < 1) Or (Oprat > 99) Then
```

```
MsgBox "Please I/P 1-99 cc./min."
```

```
End If
```

```
If ((Opval >= 1) And (Opval <= 20)) And ((Oprat >= 1) And (Oprat <= 99)) Then
```

```
If (Opval >= 1) And (Opval <= 9) Then
```

```
Opval = "0" + Opval
```

```
End If
```

```
If (Oprat >= 1) And (Oprat <= 9) Then
```

```
Oprat = "0" + Oprat
```

```
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MSComm1.Output = Opval
MSComm1.Output = Oprat
m = 1
Label5.Caption = Opval + Oprat
End If
Errlabel:
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
    On Error GoTo Errlabel
    m = 0
    MSComm1.Output = "QBAC" 'Chrcon
    For b = 0 To 19
        Shape1(b).FillColor = &HFF&
    Next b
    i = 0
Errlabel:
End Sub
```

```
Private Sub Command4_Click()
    On Error GoTo Errlabel
    MSComm1.Output = "XFOR" 'Chrcon
End
Errlabel:
End Sub
```

```
Private Sub Command5_Click()
    On Error GoTo Errlabel
    m = 0
    MSComm1.Output = "RFOR" 'Chrcon
Errlabel:
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private Sub Command6_Click()
    MSComm1.Output = "ZBAC"
    m = 0
    For b = 0 To 19
        Shape1(b).FillColor = &HFF&
    Next b
    i = 0
End Sub

```

```

Private Sub MSComm1_OnComm()
    Dim Buffer As String
    Select Case MSComm1.CommEvent
    Case comEvReceive
        Buffer = MSComm1.Input
        Label6.Caption = Buffer
        If m = 0 Then
            Exit Sub
        End If
        Label5.Caption = "V1=" & Buffer
        If Buffer = "A" Then 'finish
            Shape1(i).FillColor = &HFFFFFF
            i = i + 1
            Buffer = " "
            Label6.Caption = i & "PUMP ON"
        ElseIf Buffer = "F" Then 'finish
            Label6.Caption = "PUMP FINISH"
        ElseIf Buffer = "B" Then 'bubble warning
            Label6.Caption = "BUBBLE IN LINE"
        ElseIf Buffer = "O" Then 'occlusion warning
            Label6.Caption = "OCCLUSION !"

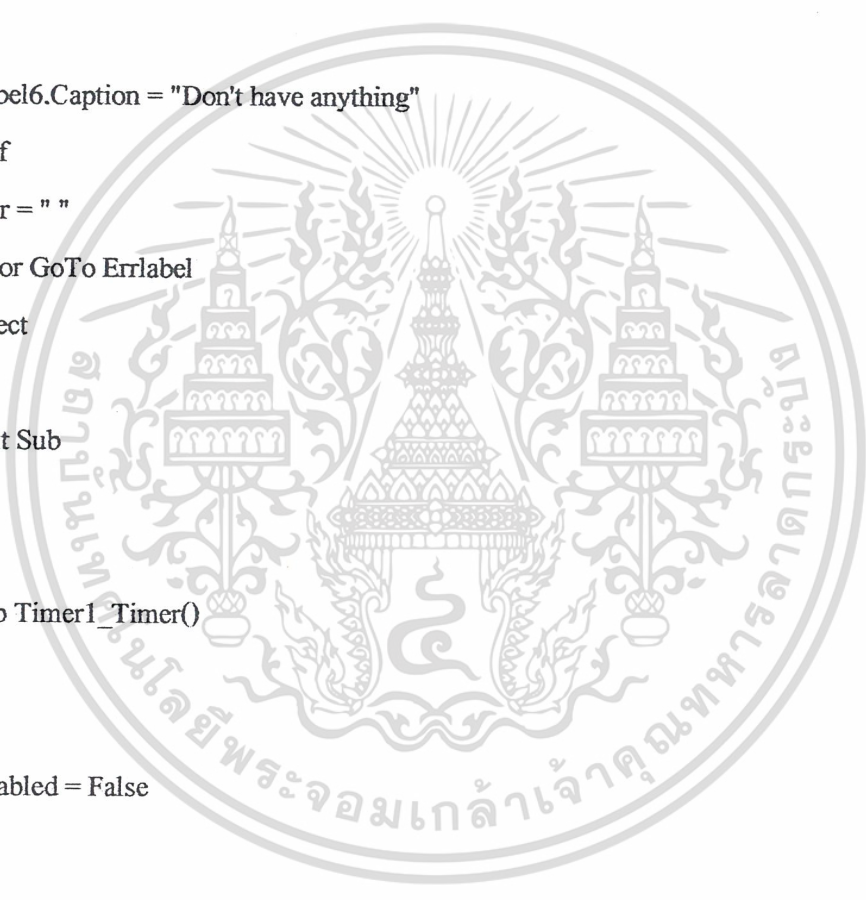
```

```

Elseif Buffer = "C" Then      'clear key
    Label6.Caption = "CLEAR SCREEN"
Elseif Buffer = "S" Then      'clear key
    Label6.Caption = "START SW. ON"
    For b = 0 To 19
        Shape1(b).FillColor = &HFF&
    Next b
    i = 0
Else
    Label6.Caption = "Don't have anything"
End If
Buffer = " "
On Error GoTo Errlabel
End Select
Errlabel:
    Exit Sub
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
    i = 0
    m = 3
    Timer1.Enabled = False
End Sub

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 8K Bytes of In-System Reprogrammable Downloadable Flash Memory
 - SPI Serial Interface for Program Downloading
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2K Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
- 4V to 6V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 256 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- Nine Interrupt Sources
- Programmable UART Serial Channel
- SPI Serial Interface
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery From Power-down
- Programmable Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag

Description

The AT89S8252 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 8K bytes of downloadable Flash programmable and erasable read only memory and 2K bytes of EEPROM. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip downloadable Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with downloadable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S8252 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S8252 provides the following standard features: 8K bytes of downloadable Flash, 2K bytes of EEPROM, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, programmable watchdog timer, two data pointers, three 16-bit timer/counters, a six-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S8252 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset.

The downloadable Flash can be changed a single byte at a time and is accessible through the SPI serial interface. Holding RESET active forces the SPI bus into a serial programming interface and allows the program memory to be written to or read from unless Lock Bit 2 has been activated.



8-bit
Microcontroller
with 8K Bytes
Flash

AT89S8252

Rev. 04/98E-02/00



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0 to 100 kPa (0 to 14.5 PSI) On-Chip Temperature Compensated & Calibrated, Silicon Pressure Sensors

**MPX2100
MPX2101
SERIES**

Motorola Preferred Devices

**X-ducer™
SILICON
PRESSURE SENSORS**

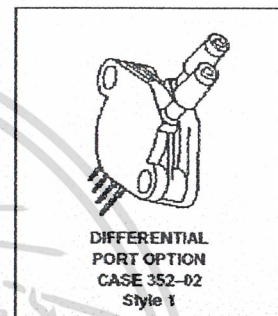
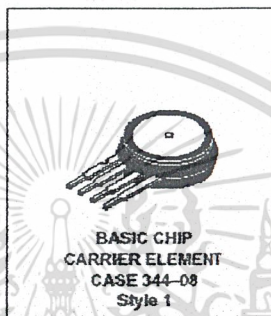
The MPX2100 and MPX2101 series device is a silicon piezoresistive pressure sensors providing a highly accurate and linear voltage output — directly proportional to the applied pressure. The sensor is a single, monolithic silicon diaphragm with the strain gauge and a thin-film resistor network integrated on-chip. The chip is laser trimmed for precise span and offset calibration and temperature compensation.

Features

- Temperature Compensated Over 0°C to +85°C
- Unique Silicon Shear Stress Strain Gauge
- Full Scale Span Calibrated to 40 mV (typical)
- Easy to Use Chip Carrier Package Options
- Available in Absolute, Differential and Gauge Configurations
- Ratio-metric to Supply Voltage

Application Examples

- Pump/Motor Controllers
- Robotics
- Level Indicators
- Medical Diagnostics
- Pressure Switching
- Barometers
- Altimeters



Pin Number			
1	2	3	4
Ground	+V _{out}	V _S	-V _{out}

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Overpressure ⁽¹⁾ (P1 > P2)	P _{max}	400	kPa
Burst Pressure ⁽²⁾ (P1 > P2)	P _{burst}	1000	kPa
Storage Temperature	T _{stg}	-50 to +150	°C
Operating Temperature	T _A	-40 to +125	°C

VOLTAGE OUTPUT versus APPLIED DIFFERENTIAL PRESSURE

The differential voltage output of the X-ducer is directly proportional to the differential pressure applied.

The absolute sensor has a built-in reference vacuum. The output voltage will decrease as vacuum, relative to ambient, is drawn on the pressure (P1) side.

The output voltage of the differential or gauge sensor increases with increasing pressure applied to the pressure (P1) side relative to the vacuum (P2) side. Similarly, output voltage increases as increasing vacuum is applied to the vacuum (P2) side relative to the pressure (P1) side.

Figure 1 illustrates a block diagram of the internal circuitry on the stand-alone pressure sensor chip.

X-ducer is a trademark of Motorola, Inc.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

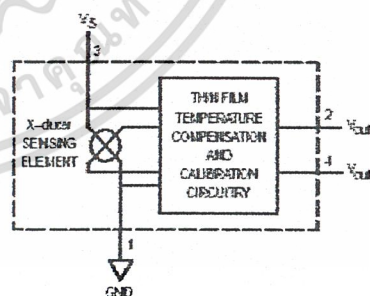


Figure 1. Temperature Compensated Pressure Sensor Schematic.

REV 5

© Motorola, Inc. 1995

MOTOROLA

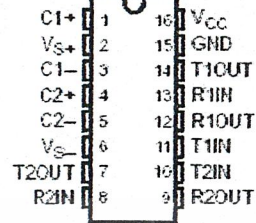
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX232, MAX2321 DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SL15047H – FEBRUARY 1989 – REVISED FEBRUARY 2002

- Operates With Single 5-V Power Supply
- LinBiCMOS™ Process Technology
- Two Drivers and Two Receivers
- ±30-V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- ESD Protection Exceeds JESD 22 – 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Applications
 - TIA/EIA-232-F
 - Battery-Powered Systems
 - Terminals
 - Modems
 - Computers
- Package Options Include Plastic Small-Outline (D, DW, NS) Packages and Standard Plastic (N) DIPs

D, DW, N, OR NS PACKAGE
(TOP VIEW)



description

The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ±30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

The MAX232 is characterized for operation from 0°C to 70°C. The MAX2321 is characterized for operation from -40°C to 85°C.

AVAILABLE OPTIONS

TA	PACKAGED DEVICES		
	SMALL OUTLINE (D, NS)	SMALL OUTLINE (DW)	PLASTIC DIP (N)
0°C to 70°C	MAX232D MAX232NS	MAX232DW	MAX232N
-40°C to 85°C	MAX2321D	MAX2321DW	MAX2321N

The D and DW packages are available taped and reeled by adding an R to the part number (i.e., MAX232DR). The NS package is only available taped and reeled.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC and LinBiCMOS are trademarks of Texas Instruments.

PRECISION DATA Information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.



POST OFFICE BOX 655323 • DALLAS, TEXAS 75266

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

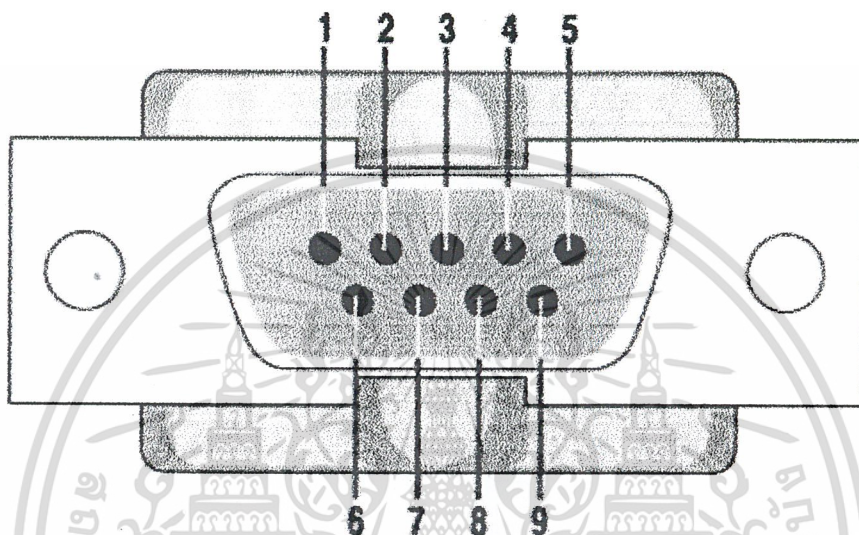
1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS-232 Specs.

SPECIFICATIONS		RS232	RS423
Mode of Operation		SINGLE -ENDED	SINGLE -ENDED
Total Number of Drivers and Receivers on One Line		1 DRIVER 1 RECVR	1 DRIVER 10 RECVR
Maximum Cable Length		50 FT.	4000 FT.
Maximum Data Rate		20kb/s	100kb/s
Maximum Driver Output Voltage		+/-25V	+/-6V
Driver Output Signal Level (Loaded Min.)	Loaded	+/-5V to +/- 15V	+/-3.6V
Driver Output Signal Level (Unloaded Max)	Unloaded	+/-25V	+/-6V
Driver Load Impedance (Ohms)		3k to 7k	>=450
Max. Driver Current in High Z State	Power On	N/A	N/A
Max. Driver Current in High Z State	Power Off	+/-6mA @ +/- 2v	+/-100uA
Slew Rate (Max.)		30V/uS	Adjustable
Receiver Input Voltage Range		+/-15V	+/-12V
Receiver Input Sensitivity		+/-3V	+/-200mV
Receiver Input Resistance (Ohms)		3k to 7k	4k min.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Pin	Signal	Pin	Signal
1	Data Carrier Detect	6	Data Set Ready
2	Received Data	7	Request to Send
3	Transmitted Data	8	Clear to Send
4	Data Terminal Ready	9	Ring Indicator
5	Signal Ground		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำรายงานขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาในการเริ่มต้นทำ
โครงการชิ้นนี้ ตลอดจนข้อคิดเห็นและแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ จนสามารถทำงานสำเร็จ
มาได้ด้วยดี และอาจารย์ในภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ที่ให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานต่าง ๆ รวมถึง
การเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ ที่ได้ให้ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้ โดยผู้จัดทำ
รายงานได้นำความรู้ที่เรียนผ่านมา นำมาประยุกต์ใช้ และนำมาแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์
มาก และทำให้สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ สำเร็จได้ด้วยดี

โดยผู้จัดทำได้นำความรู้ที่ได้รับมา นำมาใช้อ้างอิงเป็นเนื้อหาของรายงานฉบับนี้ โดย
สุดท้ายนี้ผู้จัดทำรายงานใคร่ขอขอบคุณบุคคลที่ได้กล่าวถึงเป็นอย่างสูง ผู้จัดทำรายงาน ขอระลึกถึง
ด้วยความขอบคุณยิ่ง



(นาย กัมพล เหมะพัฒน์)



(นาย ชัยสิทธิ์ กองบารมี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. แผนกหนังสือพิเศษด้านอิเล็กทรอนิกส์, “เข้าใจ/สร้าง/เล่น ไมโครโปรเซสเซอร์ 1”, ซีเอ็ดยู-เคชั่น, กรุงเทพฯ, 2538
2. Emeritas, and Wildi, Theodore. “Electrical machine driver and power system”. 4th ed. Prentice Hall International Inc. 417 p. 1996.
3. ชีรวัฒน์ ประกอบผล, “การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ, 2542
4. Michael Halvorson, “Microsoft Visual Basic 5”, Microsoft Press, 1997.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้