ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

Automatic Saline Dripping Controller Display by Monitor

ชื่อนักศึกษา

1. นายเกชา	อยู่แก้ว	รหัสประจำตัว	43035285
2. นายนครินทร์	ปันสุยะ	รหัสประจำตัว	43035297
3. นายประเสริฐพงษ์	ทองพลู	รหัสประจำตัว	43035300
4. นายมานพ	บ่อพงษ์	รหัสประจำตัว	43035303

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุชิน	อาจหาญ	.....
2. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	.....
3. อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงศ์ดี	.....
4. อาจารย์พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	.....
5. อาจารย์พงษ์เกียรติ	เชษฐพิทักษ์สกุล	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2545 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.315 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรมา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 13 เดือน พค. พ.ศ. 2545

<BT4401072>

เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

AUTOMATIC SALINE DRIPPING CONTROLLER DISPLAY BY MONITOR

T043170

นายเกชา อยู่แก้ว
นายนครินทร์ ปันสุยะ
นายประเสริฐพงษ์ ทองพลู
นายมานพ บ่อพงษ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 43170
วัน, เดือน, ปี 23 ก.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

Automatic Saline Dripping Controller Display By Monitor

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติ
2. เพื่อออกแบบวงจรเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติ
3. เพื่อสร้างเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติ
4. เพื่อทดลองการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติ
5. เพื่อนำเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติไปใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้ในหลักการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติ
2. ได้วงจรต้นแบบของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติ
3. ได้เครื่องต้นแบบเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดลองการควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติ
5. ได้นำเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์
นักศึกษา	นายเกชา อยู่แก้ว นายนครินทร์ ปันสุยะ นายประเสริฐพงษ์ ทองพลู นายมานพ บ่อพงษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารเหลว ใช้อุปกรณ์ตรวจจับแสงในการตรวจสอบปริมาณของน้ำเกลือ มีการแสดงผลเป็นจำนวนหยดต่อนาที สามารถแสดงอัตราการไหลของน้ำเกลือผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้พร้อมกัน 5 เตียง สามารถเลือกค่าปริมาณของน้ำเกลือได้ตามความต้องการคือตั้งแต่ 20 หยดต่อนาทีถึง 60 หยดต่อนาที สามารถส่งสัญญาณเตือนเมื่อน้ำเกลือใกล้จะหมดขวด สามารถปรับปริมาณการไหลของน้ำเกลือได้อัตโนมัติเมื่อมีปริมาณการไหลของน้ำเกลือผิดไปจากค่าที่ตั้งไว้ และยังมีราคาถูกกว่าเครื่องที่ใช้ในปัจจุบันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Saline Dripping Controller Display by Monitor
Students	Mr.Kecha Yookeaw
	Mr.Nakarin Pansuya
	Mr.Prasertpong Thongploo
	Mr.Manop Borpong
Advisor	Mr.Amornchai Chaichana
Co-Advisor	Mr.Surapong Siripongdee
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2001

ABSTRACT

This thesis presents Automatic Saline Dripping Controller Display by Monitor. The control supplying liquid by microcontroller MCS-51. Detect the quantity of saline by Infared sensor. The Automatic Saline Dripping Controller Display by Monitor has show quantity of saline per minute on display and monitor, has show saline dripping on display and monitor 5 bed together , can you choose saline quantity value from 20-60 minim per minute , an alarm then the saline quantity almost exhaust. Automatic adjust saline dripping quantity then the setting value error and it cheap more than imported machine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 2 ท่าน คือ อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ และอาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ รวมไปถึงข้อมูล และอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงาน รวมถึงขอขอบคุณนายจักรกฤษ พงษ์สุข ที่ได้ให้ข้อมูลและคำแนะนำในการจัดทำโครงงาน

ขอขอบคุณโรงพยาบาลลาดกระบังกรุงเทพมหานคร สำนักการแพทย์ กรุงเทพมหานคร ที่เอื้อเฟื้อข้อมูล และอุปกรณ์ในการให้สารเหลวทางเส้นเลือดดำ รวมถึงให้คำแนะนำในการจัดทำปริญญานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคน ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และที่สำคัญขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้กำเนิด และอบรมเลี้ยงดู คอยสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา ตลอดจนผู้มีอุปการะคุณทุกท่านที่ได้ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนา การสร้างเครื่องเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 สเต็ปปิ้งมอเตอร์	3
2.2.1 ชนิดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	3
2.2.2 แบ่งตามโครงสร้างพื้นฐาน	3
2.2.3 แบ่งตามการพันขดลวดบนสเตเตอร์	4
2.2.4 การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	5
2.2.5 ควบคุมการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	9
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51	12
2.3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	12
2.3.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	14
2.3.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	16
2.3.4 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	18
2.4 การเขียนโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิก	19
2.4.1 ส่วนประกอบของโปรแกรมวิชวลเบสิก	20
2.4.2 หลักการเขียนโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิก	26
2.5 ตัวตรวจจับแสงหรือเซนเซอร์	27

เอกสารนี้เ[illegible]านเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5.1 พรอกซิมิตี้เซนเซอร์	28
2.5.2 เซนเซอร์แสง	28
2.5.3 ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	31
2.6 หลักการของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ในทางการแพทย์	39
2.6.1 เกี่ยวข้องโดยทางตรง	40
2.6.2 เกี่ยวข้องโดยทางอ้อม	40
2.7 การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ	40
2.7.1 วัตถุประสงค์การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ	41
2.7.2 หลักในการพิจารณาให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ	41
2.7.3 การประเมินความต้องการในการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ	41
2.7.4 ชนิดของสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ	42
2.7.5 ส่วนประกอบของสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ	43
2.7.6 หลักการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ	44
2.7.7 อาการแทรกซ้อนของการให้สารน้ำเข้าหลอดเลือดดำ	60
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	63
3.1 กล่าวนำ	63
3.2 แผนผังการทำงานของโครงงาน	63
3.3 การออกแบบวงจร	64
3.3.1 ภาคตรวจจับการหยดของน้ำเกลือ	64
3.3.2 ภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	66
3.3.3 ภาคประมวลผลและควบคุม	68
3.3.4 ภาคจ่ายไฟ	71
3.3.5 ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว	72
3.3.6 ส่วนการป้อนข้อมูล	72
3.3.7 ชุดเชื่อมต่อเพื่อแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์	72
3.4 การออกแบบระบบกลไก	75
3.4.1 การออกแบบชุดกลไกการบีบสายน้ำเกลือ และช่องใส่สายน้ำเกลือ	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4.2 ชุดสปริงตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือ	77
3.5 การออกแบบซอฟต์แวร์	79
3.5.1 การออกแบบโปรแกรมส่วนควบคุมการไหลของน้ำเกลือ	79
3.5.2 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์	80
3.5.3 การออกแบบโปรแกรมแสดงผลในคอมพิวเตอร์โดยใช้วิชวล เบสิก	80
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	84
4.1 การทดลองวงจรชุดตรวจสอบสารเหลว	84
4.1.1 การทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านกระเปาะพักน้ำ	84
4.1.2 การทดลองตรวจสอบการรับ และส่งแสงอินฟราเรดผ่านสาร เหลวชนิดต่างๆ	84
4.1.3 การทดลองวัดค่าแรงดันโดยใช้ออสซิสโลสโคป	85
4.1.4 การทดลองวัดค่าแรงดันโดยใช้มัลติมิเตอร์	86
4.1.5 การทดลองการนับจำนวนหยดของน้ำเกลือ	86
4.2 การทดลองวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	88
4.3 การทดลองการส่งเสียงเตือนเมื่อน้ำเกลือใกล้จะหมดขวด	90
4.4 การทดลองการวัดสัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์เทียบกับสัญญาณที่มาจาก ชุดตรวจสอบสารเหลว	90
4.5 การทดลองชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือ อัตโนมัติกับเครื่องคอมพิวเตอร์	91
4.6 การทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	92
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	97
5.1 บทสรุป	97
5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข	98
5.3 แนวทางการพัฒนา	98
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	99
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรม	118
ภาคผนวก ง รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์	145
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	147
บรรณานุกรม	155
ประวัติผู้แต่ง	156

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบเวฟ	10
ตารางที่ 2.2 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบ 2 เฟส	11
ตารางที่ 2.3 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบครึ่งสเต็ป	11
ตารางที่ 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmel	13
ตารางที่ 2.5 ประเภทของแฟ้มข้อมูลในโปรเจ็กเอ็กโพลเรอร์	23
ตารางที่ 2.6 สารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ	43
ตารางที่ 2.7 วิธีการใช้เข็มแทงเข้าหลอดเลือดดำ	56
ตารางที่ 2.8 วิธีการเปลี่ยนขวดสารน้ำ และชุดสายให้สารน้ำ	59
ตารางที่ 2.9 วิธีการหยุดให้สารน้ำ	60
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านกระเปาะพักน้ำ	84
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองตรวจสอบการรับ และส่งแสงอินฟราเรดผ่านสารเหลวชนิดต่างๆ	84
ตารางที่ 4.3 การวัดค่าแรงดันที่ได้จากชุดตรวจสอบสารเหลว	86
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการนับจำนวนหยดของน้ำเกลือ	86
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองควบคุมทิศทางการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	88
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการส่งเสียงเตือนเมื่อน้ำเกลือใกล้จะหมดขวด	90
ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์	90
ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติกับเครื่องคอมพิวเตอร์	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์	5
รูปที่ 2.2 ทิศทางการหมุนโรเตอร์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 4 เฟส	7
รูปที่ 2.3 ไบโพลาร์สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 2 เฟส สนามแม่เหล็กจะเปลี่ยน เมื่อกลับทิศทางการไหลกระแส	7
รูปที่ 2.4 ยูนิโพลาร์สเต็ปปิ้งมอเตอร์ การเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กเกิดจากกระแสไหล ต่างขดกันกระแสจะไม่ไหลพร้อมกัน 2 ขด ในสเตเตอร์เดียวกัน	8
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์	9
รูปที่ 2.6 วงจรทดลองการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	10
รูปที่ 2.7 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	15
รูปที่ 2.8 ลักษณะขาภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบ Pin	18
รูปที่ 2.9 หน้าต่างเริ่มต้นเข้าใช้งานโปรแกรมวิชวลเบสิก	20
รูปที่ 2.10 หน้าต่างของโปรแกรมวิชวลเบสิก	21
รูปที่ 2.11 ทูลบาร์ของโปรแกรมวิชวลเบสิก	21
รูปที่ 2.12 ทูลบ็อกซ์ของโปรแกรมวิชวลเบสิก	22
รูปที่ 2.13 หน้าต่างฟอร์มของโปรแกรมวิชวลเบสิก	22
รูปที่ 2.14 หน้าต่างโปรเจ็กเอ็กซ์โพลเรอร์ของโปรแกรมวิชวลเบสิก	23
รูปที่ 2.15 หน้าต่างพรอบเพอร์ตี้	25
รูปที่ 2.16 หน้าต่างฟอร์มเลเอาต์	25
รูปที่ 2.17 หน้าต่างโค้ดอิดิเตอร์	26
รูปที่ 2.18 เซลล์สุริยะ	29
รูปที่ 2.19 เซลล์โฟโตคอนดักทีฟ	30
รูปที่ 2.20 โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์	30
รูปที่ 2.21 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็ก และแสดงย่านการใช้งานของออปโต อิเล็กทรอนิกส์	31
รูปที่ 2.22 การไบแอสตรงของไดโอดเปล่งแสง และลักษณะการเกิดแสง	32
รูปที่ 2.23 โฟโตไดโอด	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.24 การทำงานของโฟโตไดโอด	34
รูปที่ 2.25 กราฟลักษณะสมบัติของโฟโตไดโอด	35
รูปที่ 2.26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง I_λ และ f_c	35
รูปที่ 2.27 โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์	36
รูปที่ 2.28 การจ่ายไบอัส และการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์	37
รูปที่ 2.29 กราฟคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์	38
รูปที่ 2.30 กราฟการตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์	39
รูปที่ 2.31 ป้ายปิดขวดสารน้ำ และรายละเอียดที่ต้องระบุ	45
รูปที่ 2.32 ลักษณะชุดสายให้สารน้ำ	47
รูปที่ 2.33 เข็มชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการให้สารน้ำเข้าหลอดเลือดดำ	48
รูปที่ 2.34 ลักษณะฝาครอบพลาสติก การผูกยึดด้วยไม้รองแขน และหมอนทราย	49
รูปที่ 2.35 ตำแหน่งหลอดเลือดดำสำหรับแทงเข็มให้สารน้ำ	51
รูปที่ 2.36 ป้ายบอกเวลาที่ให้สารน้ำเทียบกับระดับสารน้ำ	54
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโครงงาน	63
รูปที่ 3.2 วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด	65
รูปที่ 3.3 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	66
รูปที่ 3.4 สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์	66
รูปที่ 3.5 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	67
รูปที่ 3.6 วงจรภาคประมวลผล และควบคุม	68
รูปที่ 3.7 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์	69
รูปที่ 3.8 วงจรภาคจ่ายไฟ	71
รูปที่ 3.9 ชุดสวิตช์เมตริกซ์	72
รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์	73
รูปที่ 3.11 วงจรแปลงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์	75
รูปที่ 3.12 กลไกการบีบสายน้ำเกลือ	76
รูปที่ 3.13 ช่องใส่สายน้ำเกลือ	76
รูปที่ 3.14 ชุดสปริงตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือ	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.15 ผังการทำงานของโปรแกรมเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	81
รูปที่ 3.16 ผังการทำงานของโปรแกรมชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องให้น้ำเกลืออัตโนมัติกับคอมพิวเตอร์	82
รูปที่ 3.17 ผังการทำงานของโปรแกรมแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	83
รูปที่ 4.1 การวัดค่าแรงดันโดยใช้ออสซิสโลสโคป (Volt/Div = 2 โวลต์)	85
รูปที่ 4.2 การวัดการหมุนไปทางขวาของสเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยใช้ออสซิสโลสโคป	89
รูปที่ 4.3 การวัดการหมุนไปทางซ้ายของสเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยใช้ออสซิสโลสโคป	89
รูปที่ 4.4 การวัดสัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์โดยใช้ออสซิสโลสโคป (Volt/Div = 2 โวลต์)	91
รูปที่ 4.5 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เตียงที่ 1	92
รูปที่ 4.6 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เตียงที่ 2	93
รูปที่ 4.7 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เตียงที่ 3	94
รูปที่ 4.8 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เตียงที่ 4	95
รูปที่ 4.9 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เตียงที่ 5	96
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	100
รูปที่ ก.2 ด้านหลังของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	100
รูปที่ ก.3 ด้านหน้าของเครื่องเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์	101
รูปที่ ก.4 ด้านหลังของเครื่องเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์	101
รูปที่ ก.5 วงจรภาคจ่ายไฟ	102
รูปที่ ก.6 วงจรชุดประมวลผล และควบคุม	102
รูปที่ ก.7 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	103
รูปที่ ก.8 วงจรตรวจสอบสารเหลว	103
รูปที่ ก.9 วงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ก.10 การต่ออุปกรณ์ภายในกล่องควบคุมเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	104
รูปที่ ก.11 ชุดสวิตช์เมตริกซ์	105
รูปที่ ก.12 ชุดแสดงผล	105
รูปที่ ก.13 ชุดกลไกการบีบสายน้ำเกลือ	106
รูปที่ ก.14 ขณะใช้งานเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	107
รูปที่ ข.1 วงจรภาคจ่ายไฟ	109
รูปที่ ข.2 ลายวงจรภาคจ่ายไฟ	109
รูปที่ ข.3 วงจรสมบูรณ์ของชุดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์	110
รูปที่ ข.4 ลายวงจรสมบูรณ์ของชุดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์	110
รูปที่ ข.5 วงจรตรวจสอบสารเหลว	111
รูปที่ ข.6 ลายวงจรตรวจสอบสารเหลว	111
รูปที่ ข.7 วงจรภาคประมวลผล และควบคุม	112
รูปที่ ข.8 ลายวงจรภาคประมวลผล และควบคุม	113
รูปที่ ข.9 วงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์	114
รูปที่ ข.10 ด้านบนของลายวงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์	115
รูปที่ ข.11 ด้านล่างของลายวงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์	115
รูปที่ ข.12 วงจรแปลงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์	116
รูปที่ ข.13 ลายวงจรแปลงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์	116
รูปที่ ข.14 ชุดสวิตช์เมตริกซ์	117
รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	119
รูปที่ ค.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	131
รูปที่ ค.3 ผังการทำงานของโปรแกรมแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	132
รูปที่ ค.4 โปรแกรมควบคุมการทำงานการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	137

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ค.5 ผังการทำงานของโปรแกรมชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องให้น้ำเกลืออัตโนมัติกับคอมพิวเตอร์	138
รูปที่ ค.6 โปรแกรมชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องให้น้ำเกลืออัตโนมัติกับคอมพิวเตอร์	144
รูปที่ จ.1 ด้านหน้าของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	148
รูปที่ จ.2 ด้านหลังของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	149
รูปที่ จ.3 หน้าปัทม์ชุดสวิตช์เมตริกซ์	150
รูปที่ จ.4 หน้าจอแสดงผลในสภาวะพร้อมทำงาน	151
รูปที่ จ.5 ด้านหน้าของเครื่องเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์	153
รูปที่ จ.6 ด้านหลังของเครื่องเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์	153
รูปที่ จ.7 การแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์	154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันมีจำนวนผู้ป่วยที่ต้องให้น้ำเกลืออยู่จำนวนมาก ซึ่งจำเป็นที่จะต้องให้น้ำเกลือแก่ผู้ป่วยเป็นปริมาณที่ถูกต้อง และในอัตราการไหลต่อเวลาที่แน่นอน อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าวได้อย่างแม่นยำ มีใช้งานแล้วแต่เป็นเครื่องมือที่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพงตั้งแต่ 70,000 ถึง 90,000 บาท ซึ่งจะทำให้การรักษาพยาบาลผู้ป่วยเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากปัญหาดังกล่าวจึงมีผู้ค้นคว้าข้อมูลเพื่อทำการสร้างเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติขึ้นมาเพื่อควบคุมปริมาณการไหลของน้ำเกลือในอัตราการไหลต่อเวลาโดยสามารถสั่งการทำงานผ่านคีย์เมตริกซ์และแสดงผลที่บนจอผลึกเหลว (LCD) ได้ แต่มีอัตราการไหลที่ไม่แน่นอนและควบคุมจำนวนหยดของน้ำเกลือไม่ได้

จากปัญหาในการทำงานของเครื่องที่มีอยู่แล้ว การควบคุมปริมาณการไหลของน้ำเกลือยังมีอัตราการไหลที่ไม่แน่นอนและควบคุมจำนวนหยดของน้ำเกลือไม่ได้ จึงได้คิดแก้ไขปัญหาโดยออกแบบให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ออกแบบชุดกลไกในการบีบสายให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นพร้อมทั้งสามารถแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีความสามารถดังนี้

1) สามารถจ่ายน้ำเกลือทางเส้นเลือดได้
2) สามารถควบคุมการหยดของน้ำเกลือได้ตั้งแต่ 20 หยด/นาที ถึง 60 หยด/นาที
3) สามารถส่งเสียงเตือนเมื่อน้ำเกลือใกล้จะหมดขวด
4) สามารถแสดงอัตราการไหลของน้ำเกลือผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้พร้อมกัน 5 เตียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้ คือ หลักการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 วิธีการใช้งานโปรแกรมวิชวลเบสิกในการออกแบบโปรแกรม ตัวตรวจจับแสง หลักการให้น้ำเกลือแก่ผู้ป่วย

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ วงจรต่างๆที่ใช้ในโครงงาน ได้แก่ แผนผังการทำงานของโครงงาน การออกแบบวงจร หน้าที่การทำงานของวงจรต่างๆ และการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในโครงงาน

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง ประกอบด้วย ขั้นตอนการทดลองการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของโครงงานนี้ เพื่อตรวจสอบว่าโครงงานสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา สรุปผลในการจัดทำโครงงานปัญหาที่เกิดขึ้น และได้เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหารวมทั้งแนวทางการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรม

ภาคผนวก ง รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎี และหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วยเรื่องของ สเต็ปปิ้งมอเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 วิธีการใช้งานโปรแกรมวิชวลเบสิกในการออกแบบโปรแกรม ตัวตรวจจับแสง และหลักการให้สารเหลวแก่ผู้ป่วยซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดดังต่อไปนี้

2.2 สเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นมอเตอร์ประเภทหนึ่งที่ถูกนำมาใช้งานกันมากไม่ว่าจะเป็นส่วนประกอบในหุ่นยนต์เครื่องจักรเครื่องกลอัตโนมัติควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ต่างก็ต้องใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ตัวอย่างใกล้ตัวที่มีให้เห็น เช่น ฟลอบปี้ไดรฟ์ และฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ภายในคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ขนาดเล็กในการขับเคลื่อนหัวอ่านเขียนข้อมูลลงไปในพื้นผิวของแผ่นดิสก์เพื่อให้ตรงกับตำแหน่งของแทร็กที่ถูกต้อง

รายละเอียด เกี่ยวกับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ สิ่งแรกที่ควรทราบ จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับพื้นฐานทั่วๆ ไป ไม่ว่าจะเป็นชนิด ลักษณะการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ตลอดจนการควบคุมการหมุน และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ หัวข้อต่างๆ เหล่านี้ เป็นเรื่องที่จะต้องทำความเข้าใจก่อนนำไปประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสม และใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.1 ชนิดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

การแบ่งชนิดสเต็ปปิ้งมอเตอร์หากแบ่งตามโครงสร้างพื้นฐานหรือความแตกต่างของรูปแบบโรเตอร์จะแบ่งออกได้ 4 ชนิด แต่ถ้าแบ่งตามวิธีการพันขดลวดบนสเตเตอร์จะแบ่งออกได้ 2 ชนิด อย่างไรก็ตามการแบ่งในลักษณะนี้เพียงยึดหลักที่ว่าหาซื้อง่าย และนิยมนำมาใช้งานกัน

2.2.2 แบ่งตามโครงสร้างพื้นฐาน

1) ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต (Permanent Magnet หรือ PM) มีโครงสร้างของโรเตอร์แบบเรียบไม่มีซี่ขั้วแม่เหล็ก บนโรเตอร์จะเป็นแบบแม่เหล็กถาวรการควบคุมทำได้โดยป้อนกระแสกระตุ้นที่ขดลวดบนสเตเตอร์ เช่น ถ้าเป็นสเตเตอร์แบบ 4 เฟส จะมีขั้วแม่เหล็กอยู่ 4 ขั้ว ซึ่งมีคอยล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันแยกจากกัน ขั้วแม่เหล็กถาวรบนโรเตอร์จะถูกแรงดึงดูดจากขั้วแม่เหล็ก บนสเตเตอร์เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ขดลวด โรเตอร์จะอยู่คงที่ที่ขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์นั้นถึงแม้ว่าจะไม่ป้อนกระแสไฟฟ้าอีกต่อไป ทำให้เกิดเป็นแรงยึดหน่วงขึ้น ชนิดนี้มีข้อดีในความถูกต้องของตำแหน่ง แม้ความเร็วจะมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น

2) ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ (Variable Reluctance หรือ VR) มีโครงสร้างโรเตอร์แบบมัลติทูธ (Multi-Tooth) ทำจากเหล็กอ่อน สามารถทราบว่าเป็นมอเตอร์ชนิดนี้โดยการทดสอบได้ง่ายมาก คือ ใช้มือหมุนเพลาของมอเตอร์ และสังเกตเห็นว่าหมุนได้ตลอดโดยไม่ติดขัด เพราะที่โรเตอร์จะไม่เกิดปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กแตกต่างจากชนิด PM และชนิดไฮบริด ซึ่งมีสนามแม่เหล็กที่ โรเตอร์ขณะหมุนจะรู้สึกขัดๆ เหมือนเป็นฟันเฟือง ชนิดนี้มีจุดด้อยในความถูกต้องของตำแหน่ง และทำงานได้ไม่ดีนักเมื่อมีสเต็ปในการหมุนสูง

3) ชนิดแรเอิร์ธเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต (Rare Earth Permanent Magnet) เป็นสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบใหม่อีกชนิดหนึ่ง ปรับปรุงมาจากชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต มีโครงสร้างของโรเตอร์เป็นแผ่นยึดติดกับเพลามอเตอร์ มีโมเมนต์ความเฉื่อยต่ำ อัตราเร่งสูง แรงบิดดึงกำลังทางกล และความถูกต้องของตำแหน่งสูงมาก ความเร็วเริ่มหมุน และหยุดสูง สูญเสียพลังงานต่ำ ชนิดนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า ดิสก์แมกเน็ตสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Disc Magnet Steppers)

4) ชนิดไฮบริด (Hybrid) เป็นชนิดที่นิยมใช้งานกันมากที่สุด โดยเฉพาะนำมาใช้กับอุปกรณ์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โครงสร้างภายในได้จากการรวมเอาโครงสร้างของโรเตอร์ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ และชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต มาประกอบเข้าด้วยกัน จึงทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีแรงยึดหน่วงสูง มีแรงบิดดึง และผลักได้ดี มีความคงที่ และทำงานได้ดีถึงแม้ว่าจะมีสเต็ปต่อรอบในการหมุนสูง

2.2.3 แบ่งตามการพันขดลวดบนสเตเตอร์

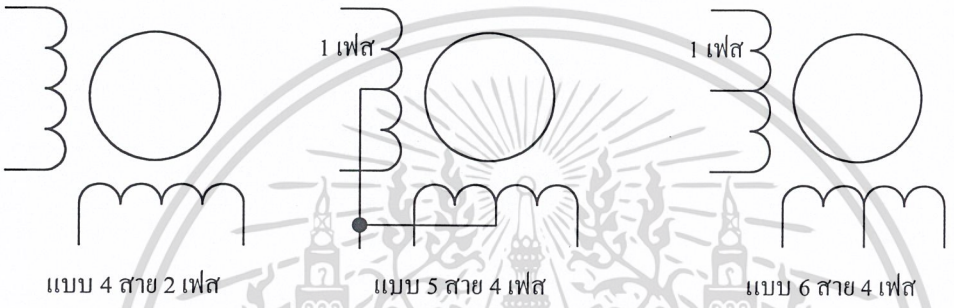
1) แบบไบโพลาร์ (Bipolar) มีการพันขดลวด 1 ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนสเตเตอร์ถูกกำหนดโดยทิศทางของกระแสไฟฟ้า และทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามได้โดยกลับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งกำหนดทิศการไหล และการกลับทิศทางของกระแสไฟฟ้าได้โดยการใช้วงจรสวิตชิ่งกลับขั้วไฟฟ้า

2) แบบยูนิโพลาร์ (Unipolar) มีการพันขดลวด 2 ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ซึ่งแต่ละขดจะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามกัน การกลับขั้วของแม่เหล็กเปลี่ยนไปมาทำได้โดยการสวิตชิ่งกระแสไฟฟ้าจากขดลวดขดหนึ่งไปยังอีกขดหนึ่ง ขดลวดทั้งสองจะมีการเชื่อมต่อกันหรือมีจุดร่วมเพื่อลดจำนวนของสายไฟที่ต่อจากมอเตอร์ วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยูนิโพลาร์ทำได้ง่ายกว่าชนิดไบโพลาร์ เพราะใช้เพียงสวิตช์ธรรมดาในการเปิด และปิดกำลังไฟฟ้าให้กับขดลวดบนสเตเตอร์ในทิศทางที่ต้องการให้หมุนได้ทันที

ลักษณะการพันของขดลวดบนสเตเตอร์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทั้งสองแบบนี้แสดงดังรูปที่ 2.1 การพิจารณาว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวใดมีการพันขดลวดแบบใดสังเกตได้ง่าย ถ้าเป็นแบบไบโพลาร์จะมีสายไฟต่อออกจากมอเตอร์เพียง 4 สาย และถ้าเป็นแบบยูนิโพลาร์จะมี 5 หรือ 6 สาย หรือดูได้จากป้ายชื่อที่ติดอยู่กับมอเตอร์ก็ได้



(ก) แบบไบโพลาร์ (ข) แบบยูนิโพลาร์

รูปที่ 2.1 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์

2.2.4 การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์มีความแตกต่างจากมอเตอร์ทั่วๆ ไป โดยเมื่อป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับตัวมันก็จะหมุนเพียงเล็กน้อยตามเส้นรอบวง และหยุด แต่มอเตอร์ทั่วไปจะหมุนทันที และตลอดเวลาสเต็ปปิ้งมอเตอร์สามารถกำหนดตำแหน่งการหมุนด้วยตัวเลขได้อย่างละเอียด โดยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวกำหนด และจัดเก็บตัวเลขเหล่านั้นไว้

สเต็ปปิ้งมอเตอร์สามารถทำงานในระบบเปิด (Open Loop System) แต่วิธีกำหนดตำแหน่งการหมุนให้ถูกต้องจำเป็นต้องมีการป้อนกลับไปยังระบบให้รับรู้ โดยทั่วไปจะติดตั้งสวิตช์ไว้ที่ตำแหน่งที่ต้องการตรวจจับ (Limit Switch) เมื่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์เริ่มหมุน และหมุนจนกระทั่งถึงตำแหน่งของสวิตช์ที่ติดตั้งไว้ สัญญาณก็จะถูกป้อนเข้าสู่ระบบ และทราบการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้ตลอดเวลา โดยปกติในวงจรคอนโทรลเลอร์จะมีการกำหนดจุดอ้างอิงไว้ด้วยเพื่อใช้ในตอนเริ่มต้นทำงาน และอ้างอิงตำแหน่งได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

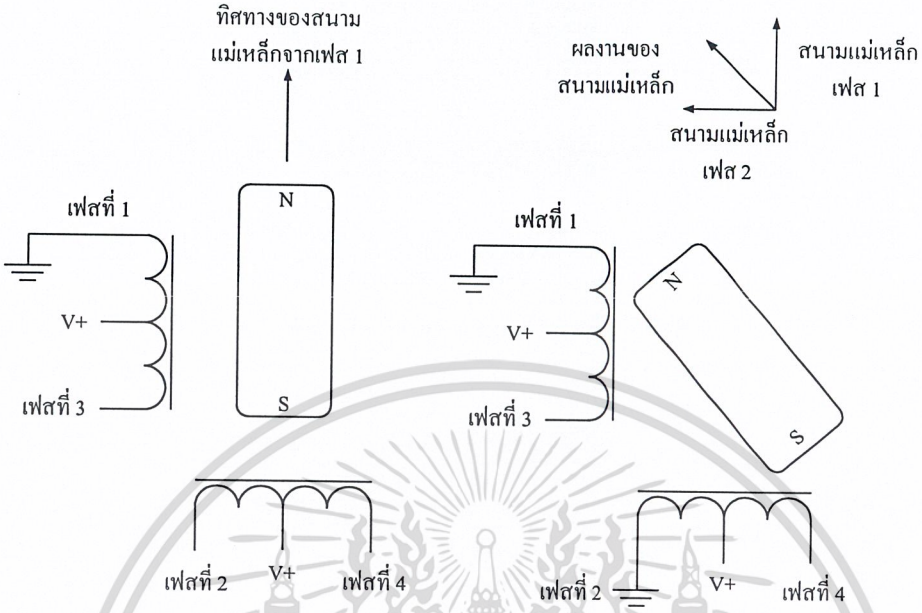
ตัวอย่างง่ายๆ เช่น ถ้าเริ่มจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับฟลอปปี้ดิสก์ไดรฟ์ จะได้ยินเสียงขณะกำลังเคลื่อนที่เพื่อหาจุดอ้างอิงที่กำหนด หลังจากนั้นวงจรไดรฟ์คอนโทรลเลอร์จะเริ่มทำงานได้ โดยตัวมันจะทราบถึงทุกๆ สเต็ปที่กำลังขับเคลื่อนหัวอ่าน-เขียนไปยังแต่ละแทร็กบนดิสก์

การทำให้เกิดการหมุนของโรเตอร์ก็เช่นเดียวกับมอเตอร์ทั่วไป คือ ต้องมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นระหว่างโรเตอร์ และสเตเตอร์ซึ่งขึ้นอยู่กับการจัดวางขั้วแม่เหล็กการหมุนทำได้ทั้งแบบต่อเนื่องและกลับทิศทางไปมา โดยกระบวนการทางไฟสลับหรือการจัดวางแปรงถ่าน การจัดแยกคอมมิวเตเตอร์ การสวิตชิ่งกำลังไฟฟ้าให้เกิดแรงดึงดูดของแม่เหล็กที่ขั้วแม่เหล็กสร้าง และหยุดสลับกัน ผลคือ เกิดสนามแม่เหล็กหมุนขึ้นบนสเตเตอร์โดยการจ่ายกำลังไฟฟ้าทีละคู่ของขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามไปตลอดเวลา และเมื่อต้องการให้หยุดหมุนทำได้โดยหยุดการเกิดขั้วแม่เหล็กที่จุดหนึ่ง โดยหยุดการสวิตชิ่งในลำดับต่อไปเสีย การหมุนกลับทิศทางก็ทำได้เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว เพียงแต่ทำการสวิตชิ่งกำลังไฟฟ้าที่เกิดสนามแม่เหล็กหมุนในทิศทางกลับกัน หรือกลับลำดับการสวิตช์ของมัน

เพื่อให้เข้าใจมากขึ้นมาดูหลักการทำงานแบบง่ายๆ ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ 4 เฟส ตัวโรเตอร์เป็นแม่เหล็กโดยจะเปลี่ยนทิศทางไปตามสนามแม่เหล็ก การให้พลังงานแก่ขดลวดใดขดลวดหนึ่งโรเตอร์ก็จะหมุนไป 90 องศา ดังรูปที่ 2.2 (ก) แต่ถ้าให้ทีเดียว 2 ขดพร้อมกัน โรเตอร์ก็จะหมุนเพียง 45 องศา ดังรูปที่ 2.2 (ข) ซึ่งแบบหลังจะสร้างแรงบิดได้มากกว่าแบบแรก สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะมีมุมของการเคลื่อนที่แต่ละสเต็ปเป็น 1.8 องศา ดังนั้นที่โรเตอร์จะต้องมีขั้วแม่เหล็ก 50 ขั้ว (90/50 = 1.8)

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 4 เฟส ความจริงแล้วเรียกชื่อยังไม่ถูกต้องนัก น่าจะเรียกว่าเป็นแบบ 2 เฟสมากกว่า ถึงแม้ว่าขดลวดจะมี 4 ขดก็ตาม แต่การทำงานของเฟสที่ 3 หรือเฟสที่ 4 มีค่าเท่ากับเฟสที่ 1 หรือเฟสที่ 2 การที่มี 4 ขด ก็เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุม เพียงใช้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ 4 ตัวก็ได้

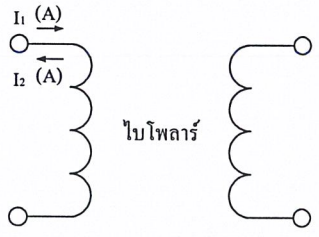
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) เฟสที่ 1 ทำงาน (ข) เฟสที่ 1 และ 2 ทำงาน

รูปที่ 2.2 ทิศทางการหมุนโรเตอร์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 4 เฟส

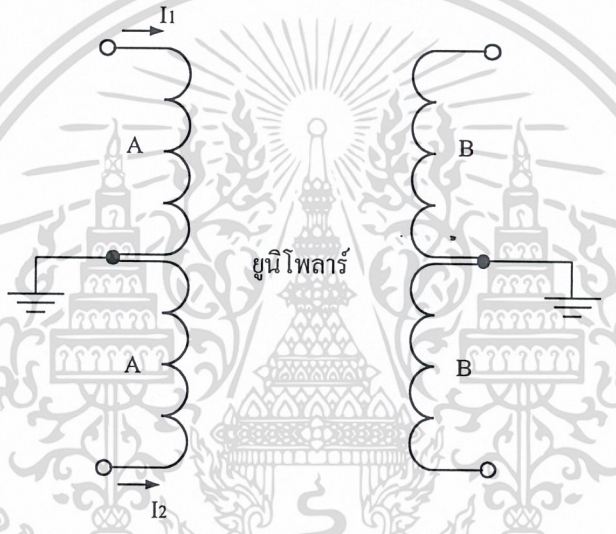
ส่วนในรูปที่ 2.3 เป็นการพันขดลวดแบบไบโพลาร์ เมื่อขดลวด A และ B มีกระแสไหลผ่าน สเตเตอร์จะเกิดขั้วแม่เหล็ก เป็นผลให้โรเตอร์ที่มีขั้วแม่เหล็กต่างกับสเตเตอร์ถูกดูด ต่อมาเมื่อกระแสที่ไหลในขดลวด A เปลี่ยนทิศทางกลับ จึงเป็นผลให้ขั้วแม่เหล็กที่แกน A เปลี่ยนจากขั้ว S เป็นขั้ว N จากขั้ว N เป็นขั้ว S สลับกัน โรเตอร์จึงถูกผลักให้หมุนทวนเข็มไป 90 องศา ลำดับการหมุนใน 1 รอบเป็นสเต็ปดังนี้ AB, $\overline{A}B$, $\overline{AB}$, $A\overline{B}$, AB มี 4 สเต็ปๆ ละ 90 องศา เครื่องหมายขีด (-) บนอักษร A, B แทนการกลับขั้ว



รูปที่ 2.3 ไบโพลาร์สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 2 เฟส สนามแม่เหล็กจะเปลี่ยนเมื่อกลับทิศทางการไหลกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะสังเกตได้ว่าเมื่อกลับขั้วแม่เหล็กในแต่ละเฟสจะต้องมีการหยุดกระแสก่อนแล้วกระแสจึงค่อยเปลี่ยนทิศทาง จึงสรุปเป็นสเต็ปได้ คือ AB, B, $\bar{A}B$, $\bar{A}$, $\bar{B}$, $A\bar{B}$, A, AB การทำงานเป็นแบบครึ่งสเต็ปนี้ เป็นผลให้ค่าโมเมนต์มีค่าน้อยกว่าปกติ เพราะมีช่วงเวลาที่กระแสไหลแค่เฟสเดียว ส่วนแบบยูนิโพลาร์ก็คล้ายกับแบบไบโพลาร์โดยคิดขดเดียว ในแต่ละเฟสของยูนิโพลาร์จะมีแทปกลางซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ขด ดังรูปที่ 2.4 เป็นผลให้ค่าฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าน้อยกว่าไบโพลาร์ ดังนั้นเมื่อสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงกระแสจะไม่เปลี่ยนทิศทางการไหล สนามแม่เหล็กที่ได้ก็น้อยตามแรงบิดที่ขึ้นกับสนามแม่เหล็กก็น้อยกว่าด้วย



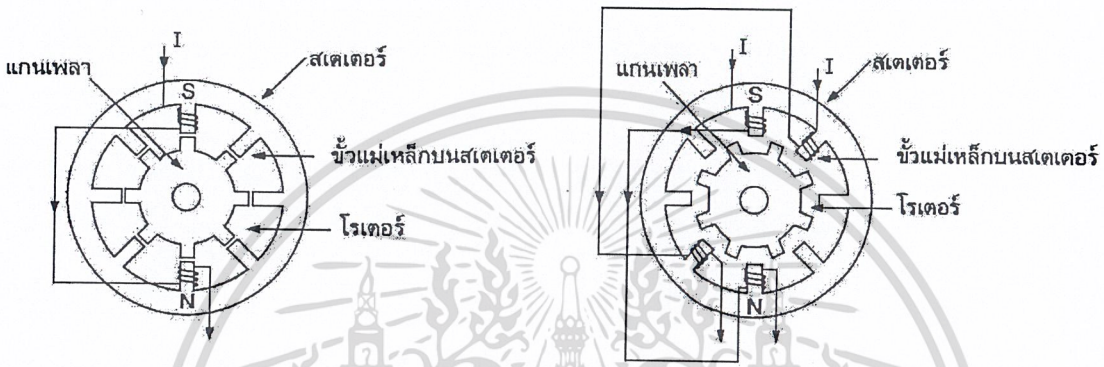
รูปที่ 2.4 ยูนิโพลาร์สเต็ปปิ้งมอเตอร์ การเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กเกิดจากกระแสไหลต่างขดกัน กระแสจะไม่ไหลพร้อมกัน 2 ขด ในสเตเตอร์เดียวกัน

โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กวงแหวนที่มีซี่ยื่นออกมา แต่ละซี่เหล่านั้นจะมีคอยล์พันสวมอยู่ เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าผ่านคอยล์จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ด้านตรงข้ามของแต่ละขั้วแม่เหล็กจะได้รับกระแสไฟฟ้าในขณะเดียวกัน แต่ว่าจะไหลวนในทิศทางตรงกันข้าม ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในทิศตรงข้ามขึ้นด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.5 (ก) ถ้าเพิ่มจำนวนของขั้วแม่เหล็กมากขึ้น จะเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อวงรอบมากขึ้นตามไปด้วย

อย่างไรก็ตามผู้ใช้งานสามารถเพิ่มจำนวนของสเต็ปได้อีกวิธีหนึ่ง โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างภายใน โดยทำการจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว ที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้โรเตอร์หยุดหมุนอยู่ระหว่างกลางของ 2 ขั้ว แม่เหล็กนั้นหรือเคลื่อนที่ไปครึ่งสเต็ปเท่านั้น และวิธีการนี้ยังช่วยให้เกิดแรงบิดมากขึ้นด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.5 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยทั่วไปมีจำนวนของขั้วแม่เหล็กหรือจำนวนสเต็ปต่อรอบเป็นจำนวนมาก ปกติอยู่ที่ประมาณ 100-400 สเต็ปต่อรอบ การมีจำนวนสเต็ปมากๆ อย่างนี้ไม่ได้เพิ่มที่จำนวนขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าที่สเตเตอร์ แต่ทำได้โดยเพิ่มจำนวนซี่ขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์ เช่น ถ้ามีขั้วแม่เหล็ก 3 ขั้วบนสเตเตอร์ และ 8 ซี่ขั้วแม่เหล็กบนโรเตอร์ สเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวนี้จะทำงานที่ 24 สเต็ปต่อรอบ หรือหมุนเป็นมุม 15 องศาต่อสเต็ป



(ก) เกิดขั้วแม่เหล็ก 1 ขั้ว (ข) เกิดขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว

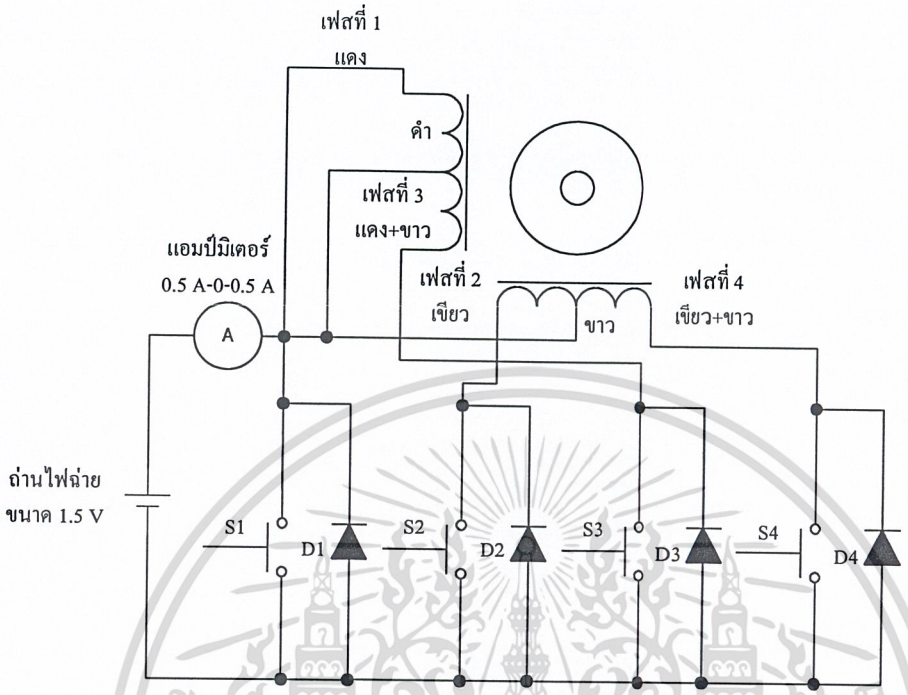
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์

2.2.5 ควบคุมการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

วิธีศึกษาการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์มีวิธีง่ายๆ ดังรูปที่ 2.6 โดยป้อนแรงดันขนาด 1.5 โวลต์ มาใช้ขับให้เกิดแรงบิดขึ้นที่ตัวมอเตอร์ ใช้สวิตช์กด 4 ตัว ควบคุมมอเตอร์ให้ทำงานแบบเวฟหรือครึ่งสเต็ป ไดโอด D_1-D_4 ป้องกันการสปาร์กที่หน้าคอนแท็กสวิตช์ และแรงดันย้อนกลับ สมมติว่าขดลวดเฟสที่ 1 สวิตช์ S_1 ปิดวงจรจะมีกระแสไหลผ่านขดลวดเฟสที่ 1 ลงกราวด์ และเมื่อสวิตช์ S_1 เปิดวงจรก็จะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านขดลวดเฟสที่ 3 โดยผ่านทางไดโอด D_3 ในขณะเดียวกันก็จะมีแรงดันตกคร่อมขดลวด 2 ขณะเปิดวงจร (เป็นแรงดันตกคร่อมไดโอด) ซึ่งจะมีขนาดแรงดันเป็น 2 เท่าของแรงดันในตอนแรกเพราะฉะนั้นการเลือกใช้ทรานซิสเตอร์ต้องคำนึงถึงข้อนี้ด้วยเมื่อนำมาใช้ในการขับมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์

การกระตุ้นเพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปแต่ละสเต็ปในการใช้งานจริง ทำได้โดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดบนสเตเตอร์ ซึ่งต้องป้อนเป็นแบบซีเควนเชียลในรูปแบบที่ถูกต้อง แบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 วงจรทดลองการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

1) แบบเวฟ (Wave) เป็นการกระตุ้นรูปแบบที่ง่ายที่สุด โดยกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่ง และเรียงถัดกันไป เช่น ขดที่ 1, 2, 3, 4, 1 หรือ 1, 4, 3, 2, 1 ขึ้นอยู่กับทิศทางที่ต้องการให้หมุน ดังนั้นจึงมีขดลวดเพียงขดเดียวในเวลาหนึ่งที่ถูกกระตุ้นเท่านั้น วงจรกระตุ้นแบบเวฟจึงมีราคาถูกและง่าย ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบเวฟ

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	-	ทำงาน	-	-
3	-	-	ทำงาน	-
4	-	-	-	ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แบบ 2 เฟส (Two Phase) เป็นการกระตุ้นอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งคล้ายกับแบบเวฟ แต่จ่ายกำลังไฟฟ้าไปที่ขดลวด 2 ขด ที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน และเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบเวฟคือ ขดลวดที่ 12, 23, 34, 41, 12, หรือ 14, 43, 32, 21, 14 ขึ้นอยู่กับทิศทางการหมุนการเพิ่มจำนวนของขดลวดที่ถูกกระตุ้นนี้ทำให้เพิ่มแรงบิดได้มากกว่าแบบเวฟ โรเตอร์จะเคลื่อนที่ด้วยแรงดึงอย่างเต็มแรงจาก 2 ขด ที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน และต่อด้วยแรงดึงจากอีก 2 ขด ถัดไป สำหรับข้อเสียของการกระตุ้นแบบนี้ ต้องใช้แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามากขึ้น ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบ 2 เฟส

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	ทำงาน	-	-
2	-	ทำงาน	ทำงาน	-
3	-	-	ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน	-	-	ทำงาน

3) แบบครึ่งสเต็ป (Half Step) เป็นรูปแบบผสมผสานระหว่างการกระตุ้นแบบเวฟและแบบ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อรอบอีกหนึ่งเท่าตัว จะกระตุ้นขดลวด เรียงกันไปเป็นลำดับดังนี้ ขดลวด 1, 12, 2, 23, 3, 34, 4, 41, 1 หรือในการหมุนอีกทิศทางหนึ่งจะได้เป็น 1, 14, 4, 43, 3, 32, 2, 21, 1 แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้นอีกเพราะช่วงสเต็ปมีระยะสั้นลง และแต่ละสเต็ปเกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ขด ที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน ความถูกต้องของตำแหน่งมีเพิ่มมากขึ้น แต่ต้องระวังไว้ว่าเมื่อกระตุ้นให้ทำงานในรูปแบบนี้จะต้องทำการหมุนถึง 2 สเต็ป จึงจะได้เท่ากับ 1 สเต็ปเต็มเหมือนกับการควบคุม 2 แบบแรก สำหรับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าต้องใช้เทียบเท่ากับ 2 เฟส จึงจะเพียงพอ ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบครึ่งสเต็ป

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	ทำงาน	ทำงาน	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบครึ่งสเต็ป

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
3	-	ทำงาน	-	-
4	-	ทำงาน	ทำงาน	-
5	-	-	ทำงาน	-
6	-	-	ทำงาน	ทำงาน
7	-	-	-	ทำงาน
8	ทำงาน	-	-	ทำงาน

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลในตระกูล MCS-51 ได้ถูกคิดค้น พัฒนา และผลิตออกสู่ตลาดโดยบริษัทอินเทล เพื่อใช้ในงานควบคุมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานควบคุมขนาดเล็ก งานควบคุมขนาดกลางจนถึงงานควบคุมขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนพอสมควร เช่น การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป เป็นต้น จากข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการนำวงจรพื้นฐานต่างๆ มารวมไว้ภายในชิปตัวเดียวกันทำให้วงจรควบคุมที่สร้างขึ้นมีขนาดเล็ก มีความสะดวก และคล่องตัวสูง จึงเป็นที่นิยม และแพร่หลายอย่างมาก ผู้ผลิตชิปหลายบริษัทได้ติดต่อขอซื้อลิขสิทธิ์การผลิตชิปจากบริษัทอินเทล เพื่อไปผลิตจำหน่าย โดยได้มีการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น ทำให้ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีมาตรฐานเดียวกับ MCS-51 ของบริษัทอินเทลออกจำหน่ายหลายรุ่น ซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมที่เหมือนกัน และสามารถใช้งานแทนกันได้ จะต่างกันเพียงขนาดของหน่วยความจำภายใน และหน่วยทำงานภายในเท่านั้น

2.3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1) ต้องการแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ ชุดเดียว

2) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

3) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) มีหลายขนาดขึ้นอยู่กับเบอร์ไอซี มีทั้งแบบรอม อีพรอม และแบบแฟลช

4) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) เป็นแบบแรม ในบางเบอร์มีหน่วยความจำอีอีพรอมเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

6) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

7) หน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลจะทำงานแยกออกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์

8) มีพอร์ตรับหรือส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต หรือใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิต รวมทั้งหมด 32 บิต ทำงานแยกกันอย่างอิสระ

9) มีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 รูปแบบ

10) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรม (Universal Asynchronous Receiver Transmitter : UART) รับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ

11) รับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

12) มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายใน

13) ประมวลผลข้อมูลได้ทั้งแบบ 1 บิต และ 8 บิต

ในปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้มีผู้ผลิตออกมาจำหน่ายมากมาย ในการใช้งานสามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการ และความเหมาะสม ในตารางที่ 2.4 แสดงถึงคุณสมบัติบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmel รุ่นต่างๆ ที่นิยมใช้กัน ซึ่งมีส่วนที่แตกต่างกันบางส่วน คือ ส่วนของหน่วยความจำข้อมูลภายใน หน่วยความจำโปรแกรมภายใน จำนวนของวงจรนับ/จับเวลา เป็นต้น

ตารางที่ 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmel

เบอร์	หน่วยความจำ โปรแกรมภายใน	หน่วยความจำ ข้อมูลภายใน	วงจรนับ/จับเวลา 16 บิต
8031	ไม่มี	128 ไบต์ (RAM)	2
8032	ไม่มี	256 ไบต์ (RAM)	3
8051	4 กิโลไบต์ (ROM)	128 ไบต์ (RAM)	2
8052	8 กิโลไบต์ (ROM)	256 ไบต์ (RAM)	3
8751	4 กิโลไบต์ (EPROM)	128 ไบต์ (RAM)	2
8752	8 กิโลไบต์ (EPROM)	256 ไบต์ (RAM)	3
AT89C1051	1 กิโลไบต์ (FLASH)	64 ไบต์ (RAM)	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmel

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมภายใน	หน่วยความจำข้อมูลภายใน	วงจรนับ/จับเวลา 16 บิต
AT89C2051	2 กิโลไบต์ (FLASH)	128 ไบต์ (RAM)	2
AT89C51	4 กิโลไบต์ (FLASH)	128 ไบต์ (RAM)	2
AT89C52	8 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM)	3
AT89C55	20 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM)	3
AT89S8252	8 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM) 2 กิโลไบต์(EEPROM)	3
AT89S53	12 กิโลไบต์ (FLASH)	256 ไบต์ (RAM)	3

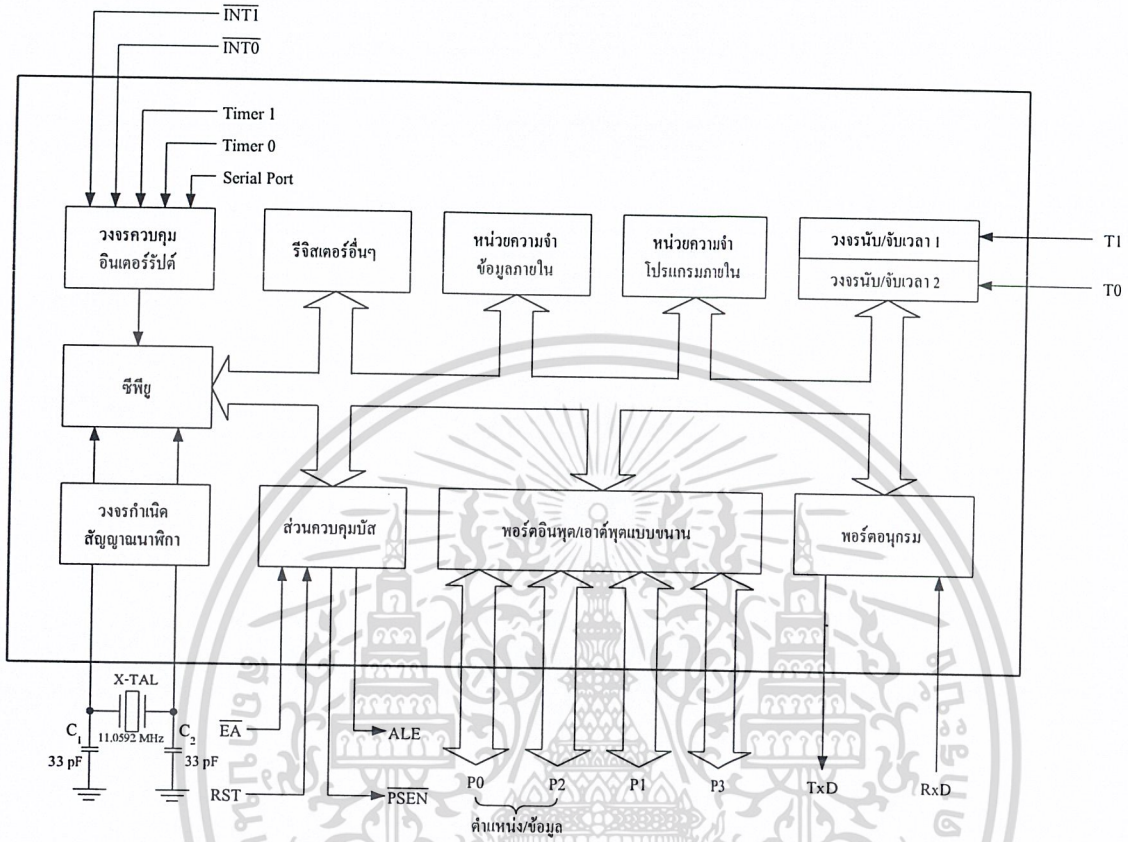
2.3.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่งเกตเหล่านี้จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรบวกเลข วงจรเลื่อนข้อมูล วงจรถอดรหัสคำสั่ง และวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

ในรูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Logic Unit : ALU) และส่วนควบคุม (Control Unit : CU) ในส่วนของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก ลบ คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ และส่วนควบคุมจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ สัญญาณติดต่อกับอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก รวมทั้งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสด้วย ซึ่งซีพียูจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมโดยการถอดรหัสคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

2) หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้า และออกจากหน่วยความจำ เราจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ (Address) ในการนำข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า การเขียนข้อมูล และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลซึ่งมีค่าระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

2.1) ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 kB) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้สายสัญญาณกำหนดตำแหน่งทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536)

2.2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำ ในตำแหน่งที่เราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล ซึ่งวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device) เป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่

3.1) พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนาน มีทั้งหมด 4 พอร์ต ใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจาก MCS-51 โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 หน้าที่

3.2) วงจรนับ/จับเวลา ทำงานได้ 2 หน้าที่ คือ ใช้เป็นวงจรนับหรือจับเวลา เมื่อเป็นวงจรนับจะทำการนับจำนวนรอบของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 หรือจำนวนรอบของสัญญาณที่ต่ออยู่ภายนอกตัว MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู เมื่อเป็นวงจรจับเวลาจะใช้หลักการเดียวกับวงจรนับเพียงแต่จะกำหนดค่าสูงสุดของการนับไว้ ซึ่งค่าสูงสุดของการนับจะคำนวณมาจากค่าเวลาที่ต้องการจับเวลานั่นเอง

3.3) พอร์ตอนุกรม ซีพียูจะอ่าน และเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ละข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TxD และในการรับข้อมูลก็จะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RxD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ซีพียูอ่านไปใช้งานต่อไป

ใน MCS-51 มีพอร์ตให้ใช้งานได้หลายแบบทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การจะนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

2.3.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ในรูปที่ 2.8 แสดงลักษณะภายนอกของ MCS-51 โดยสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบ Pin มี 40 ขา และแบบ Pad มี 44 ขา ซึ่งทั้งสองแบบมีการทำงานที่เหมือนกัน ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการ ในที่นี้จะขออธิบายเฉพาะลักษณะแบบ Pin เท่านั้น โดย MCS-51 แบบ Pin จะเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แบบตีนตะขาบหรือแบบ Dual Inline Package (DIP) โดยแต่ละขามีหน้าที่การทำงานดังนี้

1) Vcc : (ขา 40) ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

2) Vss : (ขา 20) ต่อลงกราวด์

3) Port 0 : (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P0.0-P0.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ต ทั่วไปใช้เป็นที่เก็บค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์ต่ำ (A0-A7) และรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอก

4) Port 1 : (ขา 1-8) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P1.0-P1.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

5) Port 2 : (ขา 21-28) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P2.0-P2.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป และใช้เป็นที่เก็บค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์สูง (A8-A15) เพื่อใช้ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

6) Port 3 : (ขา 10-17) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P3.0-P3.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป และใช้งานในหน้าที่พิเศษดังนี้

6.1) P3.0/RXD (Serial Input Port) : ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

6.2) P3.1/TXD (Serial Output Port) : ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

6.3) P3.2/$\overline{\text{INT0}}$ (External Interrupt) : ใช้เป็นอินพุต เพื่อรับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

6.4) P3.3/$\overline{\text{INT1}}$ (External Interrupt) : ใช้เป็นอินพุต เพื่อรับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

6.5) P3.4/T0 (Timer/Counter 0 External Input) : ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลาชุดที่ 10

6.6) P3.5/T1 (Timer/Counter 1 External Input) : ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลาชุดที่ 1

6.7) P3.6/$\overline{\text{WR}}$ (External Data Memory Write Strobe) : ขาควบคุมการเขียนข้อมูลไปหน่วยความจำภายนอก

6.8) P3.7/$\overline{\text{RD}}$ (External Data Memory Read Strobe) : ขาควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

7) RST : (ขา 9) Reset ใช้สำหรับรีเซตวงจรทุกอย่างภายในชิปเพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ ในการรีเซตต้องป้อนลอจิก “1” นานอย่างน้อย 2 รอบการทำงานของคำสั่ง

8) ALE : (ขา 30) Address Latch Enable เป็นขาส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการคงสภาวะเดิมของค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์ต่ำจากพอร์ต 0

9) $\overline{\text{PSEN}}$: (ขา 29) Program Strobe Enable เป็นขาส่งสัญญาณเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น “0” จะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และถ้าเป็นการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายในขานี้จะไม่ Active

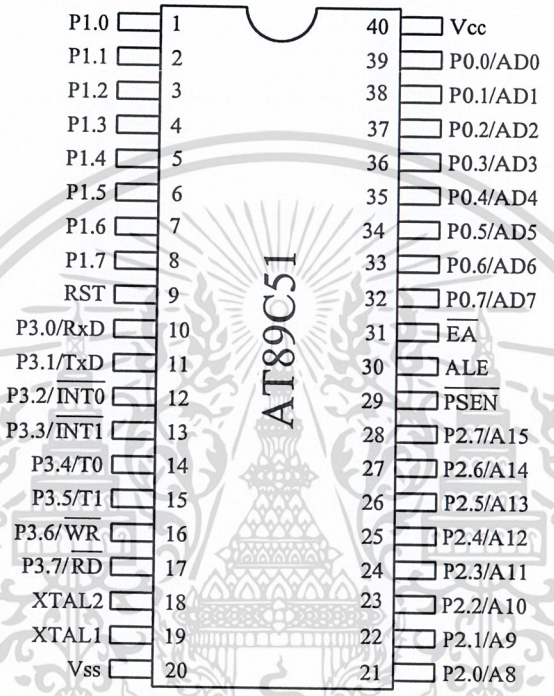
10) $\overline{\text{EA}}$: (ขา 31) External Access เป็นขาที่ใช้สำหรับเลือกว่าให้ทำงานจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกชิป เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น “0” จะเป็นการทำงานตามคำสั่งในหน่วยความจำโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

43170

11) XTAL1 : (ขา 19) ใช้เพื่อต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

12) XTAL2 : (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นเอาต์พุตออกจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา



รูปที่ 2.8 ลักษณะขาภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบ Pin

2.3.4 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

คำสั่งแต่ละคำสั่งของ MCS-51 จะใช้เวลาทำงาน 1, 2 หรือ 3 Machine Cycle แล้วแต่ว่าเป็นคำสั่งประเภทใด 1 Machine Cycle จะใช้เวลา 12 ไซเคิลของสัญญาณนาฬิกา ดังนั้น แต่ละคำสั่งของ MCS-51 จะใช้เวลาทำงาน 12, 24 หรือ 36 ไซเคิลของสัญญาณนาฬิกานั่นเอง แต่ Machine Cycle จะถูกแบ่งออกเป็น 6 สถานะ คือ S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 และS_6 แต่ละสภาวะประกอบด้วย 2 ไซเคิลของสัญญาณนาฬิกา ในไซเคิลแรกจะเรียกว่าเฟส 1 (P1) และไซเคิลที่ 2 เรียกว่าเฟส 2 (P2) ในแต่ละเฟสจะนับตั้งแต่ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกาถึงขอบขาล่างของสัญญาณนาฬิกาที่อยู่ถัดไป เมื่อ MCS-51 ทำงานเสร็จ 1 Machine Cycle จะเริ่มทำงาน State 1 Phase 1 (SIP1) ของไซเคิลต่อไปใน 1 Machine Cycle วงจร Time and Control จะสร้างสัญญาณ ALE ออกมา 2 ไซเคิล เพื่อ Fetch คำสั่งเข้าไป 2 ครั้งเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การเขียนโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิก

การเขียนโปรแกรมคือ การสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่ต้องการเช่น โปรแกรมฝึกพิมพ์ดีด ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์โต้ตอบกับการกดแป้นคีย์บอร์ด (Keyboard) เพื่อสอนผู้ใช้พิมพ์ดีด เป็นต้น

สำหรับโปรแกรมวิชวลเบสิกเป็นเครื่องมือในการสร้างโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ที่ใช้งานง่าย โดยการสร้างโปรแกรมในวิชวลเบสิก 6 นั้น เป็นการเลือกเครื่องมือต่างๆมาออกหน้าจอหน้าโปรแกรมที่จะสร้าง ซึ่งเรียกการเขียนโปรแกรมลักษณะนี้ว่าวิชวลโปรแกรมมิ่ง (Visual Programming) การเขียนโปรแกรมแบบนี้ ไม่จำเป็นต้องเขียนคำสั่งต่างๆ มากนัก ก็สามารถสร้างโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว

หลังจากที่ได้ออกแบบหน้าจอตามวิธีดังกล่าวมาแล้ว จะต้องเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วย โดยใช้ภาษา BASIC (ย่อมาจาก Beginners All – Purpose Symbolic Instruction Code) ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้งานง่าย เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษาการเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์สำหรับวิชวลเบสิก 6 นั้นเป็นเครื่องมือที่สร้างโปรแกรมต่างๆได้หลากหลายดังต่อไปนี้

1) โปรแกรมทั่วไปที่รันบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยสามารถสร้างโปรแกรมทางด้านกราฟฟิก โปรแกรมจัดการไฟล์ โปรแกรมคำนวณเลขพื้นฐาน ให้ตรงกับความต้องการของการใช้งานเป็นต้น

2) โปรแกรมฐานข้อมูล วิชวลเบสิก 6 นั้น ช่วยให้การสร้างโปรแกรมฐานข้อมูลเป็นเรื่องง่าย เนื่องจากการมีเครื่องมือต่างๆ เกี่ยวกับฐานข้อมูลอย่างครบถ้วน เช่น เครื่องมือในการติดต่อกับฐานข้อมูลทั้งไมโครซอฟท์แอคเซส (Microsoft Access) หรือฐานข้อมูลบนระบบไคลเอนท์เซฟเวอร์ (Client Server) เช่น ไมโครซอฟท์ เอสคิวแอล เซิร์ฟเวอร์ (Microsoft SQL Server) โดยการติดต่อกับฐานข้อมูลนั้น เพียงแต่กำหนดตำแหน่งของฐานข้อมูลก็จะสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลนั้นได้ทันที นอกจากนี้ในวิชวลเบสิก 6 ก็มีเครื่องมือในการสร้างรายงานสรุปข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ใช้งานง่าย โดยการใช้เมาส์ (Mouse) ลากฟิลด์ (Field) ข้อมูลที่ต้องการไปที่ที่ต้องการในรายงานที่ออกแบบได้เลย

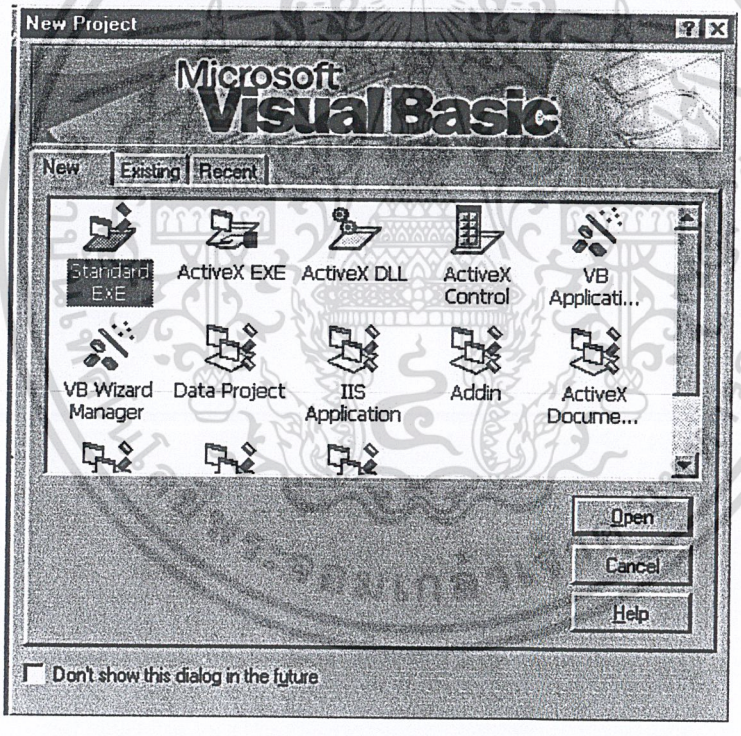
3) คอมโพเนนต์ (Component) ทางด้านแอกทีฟเอกซ์ (ActiveX) ซึ่งคือในส่วนของ ActiveX Component, ActiveX Control และ ActiveX Document เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถนำส่วนของโปรแกรมที่สร้างแล้วนำเอาไปใช้ในโปรแกรมอื่นๆได้ เช่น ไมโครซอฟท์เอกซ์เซล (Microsoft Excel) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) โปรแกรมที่รันบนอินเตอร์เนต (Internet) ด้วยความสามารถของวิชวลเบสิก 6 ช่วยให้สามารถสร้างโปรแกรมที่ใช้งานบนอินเตอร์เนตได้อย่างง่าย โดยที่ไม่ต้องเรียนรู้การเขียนคำสั่งด้วยภาษา HTML (Hypertext Markup Language) หรือภาษาสคริปต์ (Script) ที่ใช้งานบนอินเตอร์เนต

2.4.1 ส่วนประกอบของโปรแกรมวิชวลเบสิก

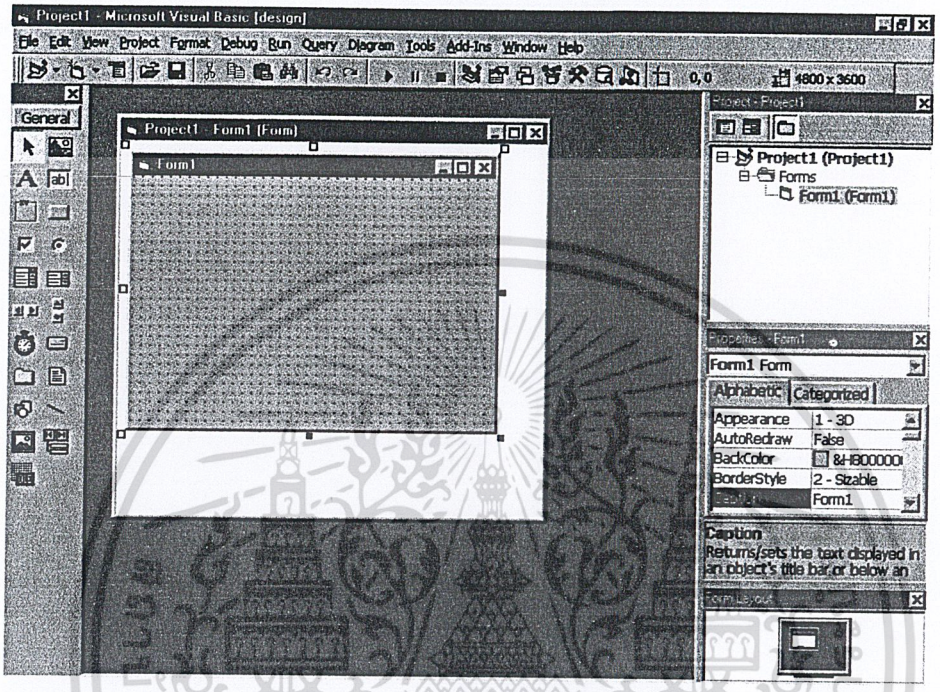
เมื่อทำการเปิดวิชวลเบสิกขึ้นมาจะปรากฏหน้าจอภาพดังรูปที่ 2.9 โดยทั่วไปแล้วจะเลือก Standard.EXE ซึ่งเป็นการใช้วิชวลในการเขียนโปรแกรมที่ใช้บนวินโดวส์ทั่วไปเนื่องจากโปรเจ็กต์ (Project) ชนิด Standard.EXE เป็นการเขียนโปรแกรมทั้งในที่ใช้บนวินโดวส์ โดยทั่วไปโปรเจ็กต์คือ กลุ่มของไฟล์ที่จะนำรวมกันเพื่อสร้างโปรแกรมในวิชวลเบสิก



รูปที่ 2.9 หน้าต่างเริ่มต้นเข้าใช้งานโปรแกรมวิชวลเบสิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกเสร็จจะปรากฏหน้าจอของวิชวลเบสิกโดยมีชื่อของส่วนประกอบต่างๆ ที่จำเป็น จะต้องทราบดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 หน้าต่างของโปรแกรมวิชวลเบสิก

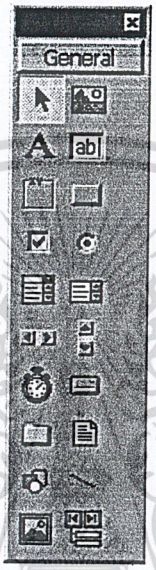
จากรูปที่ 2.10 หน้าต่างของโปรแกรมวิชวลเบสิก ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่ และการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

1) ทูลบาร์ (Tool bar) เมื่อพิจารณาหน้าต่างของโปรแกรมวิชวลเบสิกจะมีปุ่มต่างๆ ที่วางเป็นแผงควบคุม ช่วยให้สามารถเรียกใช้งานคำสั่งได้อย่างสะดวกรวดเร็ว โดยเพียงแค่คลิกเมาส์ที่ปุ่มเท่านั้น โดยแสดงดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ทูลบาร์ของโปรแกรมวิชวลเบสิก

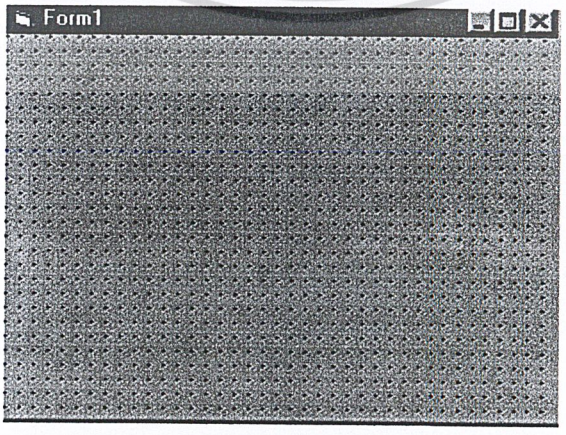
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ทูลบ็อกซ์ (Toolbox) เป็นที่รวมออบเจ็ก (Object) ต่างๆ ที่จะนำมาประกอบรวมกันเป็นโปรแกรม เมื่อใช้ออบเจ็กเหล่านี้ประกอบกันจะได้เป็นหน้าตาของโปรแกรมอาจเรียกให้ชัดเจนได้ว่าคอนโทรลออบเจ็ก (Control Object) ซึ่งมีออบเจ็กหลักดังรูปที่ 2.12 นอกจากนี้ยังสามารถทำการเพิ่มออบเจ็กต่างๆเข้าไปในทูลบ็อกซ์ได้อีกมากมาย



รูปที่ 2.12 ทูลบ็อกซ์ของโปรแกรมวิชวลเบสิก

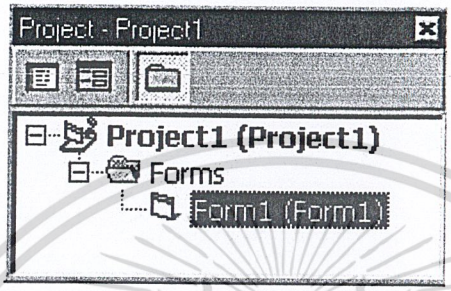
3) หน้าต่างฟอร์ม (Form) เป็นหน้าต่างเปล่าๆ หรือตัวฟอร์ม (Form) สำหรับโครงสร้างองค์ประกอบของแอพพลิเคชั่น (Applicaton) เมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรมวิชวลเบสิก จะปรากฏฟอร์มเปล่าให้เสมอ ซึ่งหน้าตาของหน้าต่างฟอร์มแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 หน้าต่างฟอร์มของโปรแกรมวิชวลเบสิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) หน้าต่างโปรเจ็กเอ็กซ์โพลเรอร์ (Project Explorer) โปรแกรมต่างๆที่สร้างขึ้นมานั้นเรียกว่า โปรแกรมประยุกต์ หรือ แอพพลิเคชั่น ซึ่งในวิชวลเบสิกจะเรียกโปรแกรมที่กำลังสร้างอยู่ว่าเป็นโครงการหรือโปรเจ็ก หน้าต่างของโปรเจ็กเอ็กซ์โพลเรอร์มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 หน้าต่างโปรเจ็กเอ็กซ์โพลเรอร์ของโปรแกรมวิชวลเบสิก

หน้าต่างโปรเจ็กเอ็กซ์โพลเรอร์จะใช้ควบคุมส่วนประกอบ และแฟ้มข้อมูลต่างๆที่อยู่ในโปรเจ็กต์ โครงสร้างแฟ้มข้อมูลส่วนต่างๆที่ประกอบขึ้นมาเป็นโปรเจ็กต์ เพื่อความสะดวกในการที่จะควบคุม และเปลี่ยนการทำงานระหว่างส่วนต่างๆ โดยแต่ละโปรเจ็กต์จะประกอบไปด้วยแฟ้มข้อมูลมากมายหลายประเภท ซึ่งจะแสดงรายละเอียดดังในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ประเภทของแฟ้มข้อมูลในโปรเจ็กเอ็กโพลเรอร์

ประเภทไฟล์	รายละเอียด	นามสกุลไฟล์
ไฟล์โปรเจ็ก (Project File)	เก็บข้อมูลต่างๆของโปรเจ็กรวมทั้งรายชื่อไฟล์ที่ประกอบขึ้นมาเป็นโปรเจ็ก	Vbp
ไฟล์ฟอร์ม (Form File)	เก็บข้อมูลที่ออกแบบไว้โดยในไฟล์นี้รวมคำสั่งต่างๆที่เขียนโปรแกรมไว้ให้กับแต่ละออบเจ็กที่อยู่ในฟอร์ม	Frm
ไฟล์ไบนารีฟอร์ม	จะเก็บข้อมูลที่เป็นแฟ้มไบนารีของฟอร์ม เช่น รูปภาพหรือไอคอน เป็นต้น	Frx
ไฟล์โมดูลแบบปกติ (Standard Module)	เก็บโปรแกรมย่อยและตัวแปรต่างๆ ที่เขียนแยกจากฟอร์มเพื่อให้ฟอร์มหรือโมดูลอื่นเรียกใช้งานได้	Bas

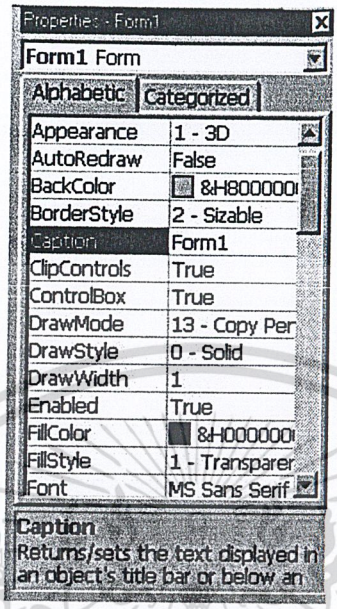
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ) ประเภทของแฟ้มข้อมูลในโปรเจ็กเอ็กโพลเรอร์

ประเภทไฟล์	รายละเอียด	นามสกุลไฟล์
ไฟล์ออบเจ็กคอนโทรล (Object Control)	นามสกุลลงท้ายด้วย ocx (Active control) หรือ vbx เป็นออบเจ็กที่เพิ่มเข้าไปในโปรเจ็กนอกเหนือจากคอนโทรลพื้นฐาน	Ocx Vbx
ไฟล์เอกสาร (ActiveX)	เหมือนกับฟอร์ม เพียงแต่ต้องเรียกผ่านโปรแกรมเว็บเบาว์เซอร์	Dob
ไฟล์คลาสโมดูล (Class Module)	เก็บออบเจ็กต่างๆ ที่สร้างขึ้น เมื่อมีการเรียกใช้คลาสโมดูล โปรแกรมจะสร้างออบเจ็กนั้นขึ้นมาใหม่แทนที่จะใช้จากโปรแกรมหรือออบเจ็กโดยตรง อาจกล่าวได้ว่าคลาสโมดูลเปรียบเสมือนที่เก็บแผงหนังสือ หรือเทมเพลท (Template) ของออบเจ็กที่จะสร้างขึ้นมาใหม่นั่นเอง	Cls
ไฟล์ทรัพยากรอื่นๆ (Resource File)	เก็บภาพนามสกุล bmp ข้อความหรือข้อมูลใดๆที่สามารถแก้ไขได้โดยไม่ต้องไปยุ่งเกี่ยวกับโปรแกรมในโมดูลหรือฟอร์มต่างๆในโปรเจ็กต์	Res

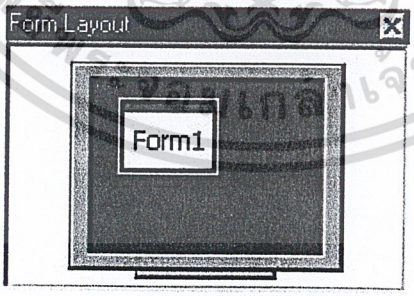
5) หน้าต่างพรอบเพอร์ตี้ (Properties) หน้าต่างนี้จะแสดงคุณสมบัติทั้งหมดของออบเจ็กที่ถูกเลือกอยู่การคลิกเลือกที่ออบเจ็กใดในฟอร์มจะทำให้คุณสมบัติที่แสดงในหน้าต่างพรอบเพอร์ตี้เปลี่ยนไปตามออบเจ็กที่เลือก ซึ่งในการแก้ไขหรือตั้งค่าของคุณสมบัติต่างสามารถทำได้โดยตรงที่คุณสมบัติแต่ละค่า ซึ่งหน้าต่างพรอบเพอร์ตี้แสดงได้ดังรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 หน้าต่างพรอบเพอร์ตี้

6) หน้าต่างฟอร์มเลเอาต์ (Form Layout) จะแสดงตำแหน่งฟอร์มของโปรแกรมที่เรากำลังสร้างให้ดูบนจอภาพ เพื่อกำหนดตำแหน่ง สำหรับตอนที่โปรแกรมทำงานจริง การย้ายตำแหน่งทำได้โดยการใช้เมาส์ลาก (Drag) รูปฟอร์มในจอภาพไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 2.16

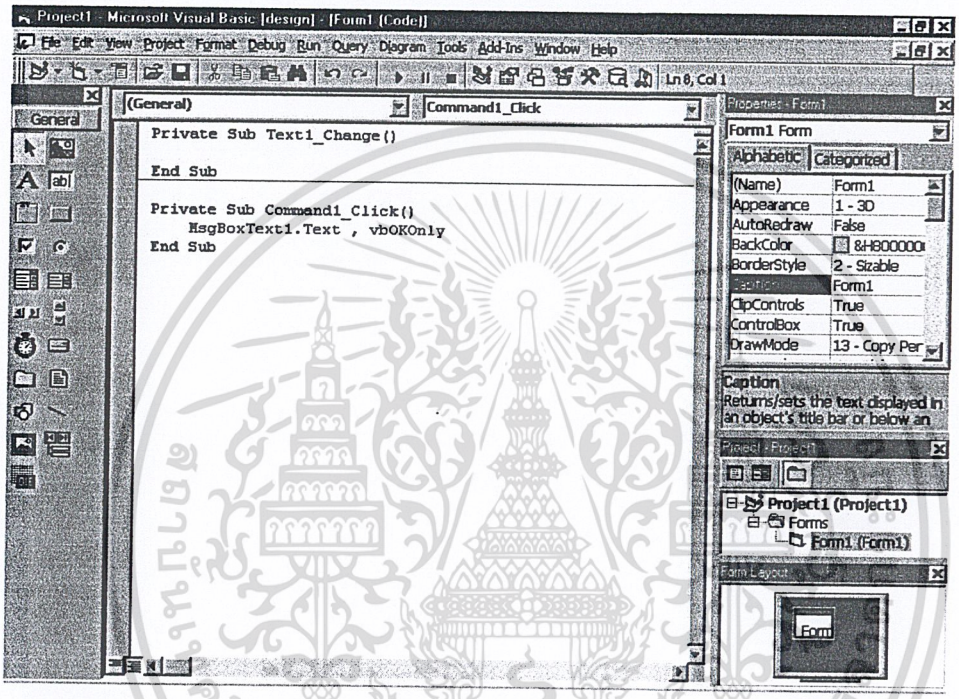


รูปที่ 2.16 หน้าต่างฟอร์มเลเอาต์

7) หน้าต่างโค้ดอิดิเตอร์ (Code Editor) เป็นเนื้อที่สำหรับให้เขียนโปรแกรม ซึ่งหน้าต่างโค้ดอิดิเตอร์จะแสดงขึ้นมาพร้อมสำหรับการเขียนโปรแกรมให้กับเหตุการณ์ (Event) หลักของออบเจ็กนั้น ส่วนที่สำคัญของหน้าต่างนี้คือ คอมโบบ็อกซ์ (Combo Box) ทั้งสองช่องที่อยู่ตรงส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนของหน้าต่าง ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมการเลือกออบเจ็ก และเหตุการณ์จะเกิดขึ้นกับออบเจ็กนั้น โดยโค้ดที่ปรากฏจะเป็นโปรแกรม หรือคำสั่งที่จะถูกเรียกใช้งานเมื่อมีเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นกับออบเจ็ก หน้าต่างของโค้ดอิดิเตอร์จะแสดงดังในรูปที่ 2.17 ซึ่งสามารถเข้าไปเขียนโปรแกรมควบคุมนี้ได้โดยการคลิกคอนโทรลที่ต้องการแล้วจะปรากฏหน้าต่างนี้ให้เห็น



รูปที่ 2.17 หน้าต่าง โค้ดอิดิเตอร์

2.4.2 หลักการเขียนโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิก

พื้นฐานเกี่ยวกับหลักการที่ควรทราบในการพัฒนาโปรแกรมด้วยวิชวลเบสิก คือ ต้องรู้จักคอนโทรล คุณสมบัติ และการเขียนโปรแกรมแบบตอบสนองต่อเหตุการณ์ (Event Driven) ซึ่งมีความสำคัญมากในการเขียนโดยใช้วิชวลเบสิก สามารถจะแบ่งขั้นตอนในการสร้างโปรแกรมในวิชวลเบสิกได้เป็น 2 ขั้นตอนหลักได้ การออกแบบหนาจอโปรแกรม และการเขียนโปรแกรม

1) ออกแบบหน้าจอของโปรแกรม ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้ เรียกว่า ยูสเซอร์อินเตอร์เฟส (User Interfece) ซึ่งในการออกแบบหน้าจอของโปรแกรมด้วยคอนโทรล คอนโทรลเป็นเครื่องมือในการออกแบบหน้าจอโปรแกรม ซึ่งเครื่องมือต่างๆ เหล่านี้วิชวลเบสิกได้เตรียมไว้ให้ในทูลบ็อกซ์ โดยให้เลือกคอนโทรลที่ตรงกับจุดประสงค์ในการใช้งาน และนำมาวางบนฟอร์มว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ปรากฏอยู่ คอนโทรลต่างๆ ที่ได้ทำการเลือกมาแล้วนำมาวางคอนโทรลที่มีอยู่ในรูปที่ 2.17 จะเป็นเพียงคอนโทรลพื้นฐานในการเขียนโปรแกรม แต่ยังมีคอนโทรลอื่นๆ ที่น่าสนใจอีกมากมาย

การสร้างโปรแกรมในขั้นตอนแรกนั้นจะต้องเลือกคอนโทรลต่างๆ ให้เหมาะสมกับการทำงานของโปรแกรม เพราะว่าเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานเห็นและทำงานด้วย เมื่อได้เลือกคอนโทรลจากทูลบ็อกซ์มาวางบนฟอร์ม วิชวลเบสิกจะตั้งชื่อให้กับคอนโทรลอัตโนมัติ

2) การเขียนโปรแกรม ซึ่งในโปรแกรมวิชวลเบสิกเป็นการกำหนดคุณสมบัติของคอนโทรลบนฟอร์มให้เหมาะสม และการเขียนคำสั่งตอบสนองต่อเหตุการณ์

การกำหนดคุณสมบัติ คุณสมบัติ (Properties) คือ ลักษณะต่างๆของคอนโทรลที่ถูกนำมาวางบนฟอร์มที่สามารถกำหนดได้ เช่น ข้อความที่ปรากฏบนคอนโทรล รูปแบบตัวอักษรของคอนโทรล เป็นต้น ซึ่งในการกำหนดคุณสมบัติทำได้โดยการกำหนดในหน้าต่างของพรอบเพอร์ตี้ ซึ่งในการกำหนดจะต้องกำหนดให้เหมาะสม และตรงกับการใช้งาน

นอกจากการกำหนดคุณสมบัติแล้ว ควรจะรู้จักกับการเขียนโปรแกรมแบบตอบสนองต่อเหตุการณ์ คือ การให้คำสั่งกำหนดให้คอนโทรลตอบสนองต่อเหตุการณ์บางอย่างที่เกิดขึ้น (Event) เมื่อโปรแกรมที่สร้างถูกนำมาใช้งาน เช่น ถ้าต้องการให้โปรแกรมเกิดการตอบสนองเมื่อปุ่มคำสั่งถูกคลิกเมาส์ หรือตอบสนองเมื่อค่าในเท็กบ็อกซ์ (Textbox) ถูกเปลี่ยนแปลง สำหรับกฎการตั้งชื่อของคำสั่งที่ตอบสนองต่อเหตุการณ์ในวิชวลเบสิกจะใช้ชื่อคอนโทรลตามด้วยเครื่องหมายขีดเส้นใต้ (_) และชื่อของเหตุการณ์เช่น ปุ่มคำสั่งชื่อ Command1 ดังนั้นคำสั่งที่ตอบสนองต่อเหตุการณ์คลิกจะมีชื่อเป็น Command1_Click

หากต้องการที่จะทราบรายละเอียดในการเขียนโปรแกรมขั้นสูงขึ้นสามารถค้นหาข้อมูลได้จากหนังสือคู่มือการเขียนโปรแกรม Visual Basic 6.0 ของ ธาริน สิทธิธรรมชารี ได้

2.5 ตัวตรวจจับแสงหรือเซนเซอร์

ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) เป็นอุปกรณ์แปรพลังงานจากรูปแบบหนึ่งเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง ทรานสดิวเซอร์มีสองประเภท คือ อินพุตทรานสดิวเซอร์ (Input Transducer) และเอาต์พุตทรานสดิวเดอร์ (Output Transducer) อินพุตทรานสดิวเซอร์ทำหน้าที่แปลงพลังงานที่ไม่ใช่พลังงานไฟฟ้า เช่น เสียง หรือแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า เอาต์พุตทรานสดิวเซอร์ทำหน้าที่ตรงข้ามกับกรณีของอินพุตทรานสดิวเซอร์ กล่าวคือ เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่น

เซนเซอร์ (Sensors) เป็นอุปกรณ์ตรวจรู้ และวัดขนาดของปริมาณกายภาพต่างๆ ดังนั้นเซนเซอร์เป็นทรานสดิวเซอร์ประเภทหนึ่งใช้ในการเปลี่ยนการเปลี่ยนแปลงเชิงกล สนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อน แสง และเคมี เป็นแรงดัน และกระแสไฟฟ้า การจัดหมวดหมู่เซนเซอร์ จัดตามการวัดปริมาณกายภาพ และมีบทบาทต่อการควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมสมัยใหม่

2.5.1 พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์

พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ (Proximity Sensor) หรือสวิตช์ เป็นอุปกรณ์ไพลอตที่ทำหน้าที่ตรวจรู้ท่าทางของวัตถุ (ปกติจะหมายถึง "เป้าหมาย") โดยไม่มีการสัมผัสกันเลย เซนเซอร์ประเภทนี้เป็นอุปกรณ์โซลิตสเตทอิเล็กทรอนิกส์ที่บรรจุในแคบซูลที่ป้องกันการสั่นของของเหลว และสารที่ทำให้ผุกร่อน ซึ่งมีใช้ในงานอุตสาหกรรม เราจะใช้พรอกซิมิตี้เซนเซอร์เมื่อ

1) วัตถุที่ต้องการตรวจรู้มีขนาดเล็กมาก น้ำหนักเบามากหรือมีความแข็งไม่เพียงพอที่จะใช้สวิตช์เชิงกล

2) การตรวจรู้ที่ไวต่อการสนอง เช่นนี้จะต้องใช้สวิตช์ที่มีอัตราเร็วสูง ตัวอย่างได้แก่ การนับและควบคุมการฉีด

3) วัตถุที่ต้องการตรวจรู้ผ่านแผ่นอโลหะ เช่น แก้ว พลาสติก และกระดาษ

4) ใช้ในงานที่ทนได้นานและมีความน่าเชื่อถือ

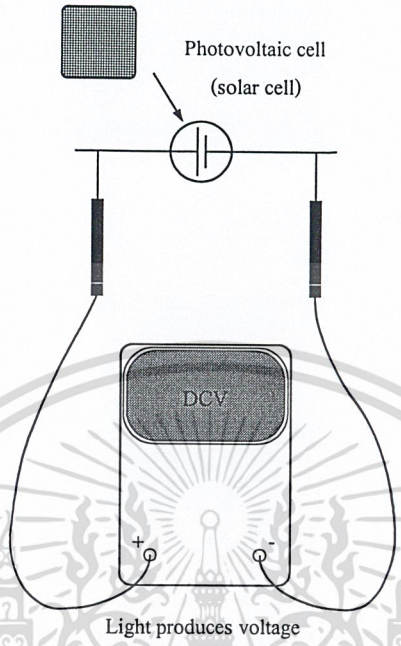
5) ในกรณีระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ความเร็วสูง จะใช้สัญญาณอินพุตที่เรียบ

2.5.2 เซนเซอร์แสง

เซนเซอร์แสง (Light Sensor) คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic) หรือเซลล์สุริยะ (Solar Cell) ดังแสดงในรูปที่ 2.18 เซลล์สุริยะมีลักษณะเป็นรอยต่อ PN โดยที่ชั้น P สามารถยอมให้แสงผ่านได้ เมื่อฉายแสงลงบนชั้น P จะทำให้มีอิเล็กตรอนเคลื่อนผ่านชั้น P ไปยังชั้น N จึงทำให้เกิดแรงดันกระแสตรงโดยทั่วไปแล้วเซลล์สุริยะแต่ละเซลล์ให้แรงดัน 0.5 โวลต์

เซลล์โฟโตคอนดักทีฟ (Photo Conductive Cell) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เซลล์โฟโตรีซิสทีฟ (Photoresistive Cell) เป็นทรานสดิวเซอร์แสงที่ใช้กันมาก ในรูปที่ 2.19 แสดงพลังงานแสงตกบนเซลล์โฟโตคอนดักทีฟ ทำให้ความต้านทานของเซลล์เปลี่ยนแปลง เซลล์ที่ใช้กันมาก คือ โฟโตเซลล์ CdS (Cadmium Sulphide) เมื่อไม่มีแสงฉายลงบนเซลล์นี้ ความต้านทานของเซลล์จะสูงมาก แต่เมื่อปล่อยแสงจ้าฉายลงบนเซลล์ CdS ความต้านทานของเซลล์จะลดลงอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 เซลล์สุริยะ

โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor) ที่ใช้ในการตรวจรู้ตำแหน่งมีสองประเภท แต่ละประเภทจะเปล่งแสงที่มองเห็นได้ แสงอินฟราเรดและแสงเลเซอร์ออกมา ประเภทแรก คือ โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์แบบสะท้อน (Reflective Type) ซึ่งตรวจรู้ลำแสงที่สะท้อนจากวัตถุ ประเภทที่สองเป็นโฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์แบบทะลุผ่าน (Through-Beam) ประเภทนี้ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่เกิดขึ้นจากวัตถุที่ขวางกับแกนแสง (Optical Axis)

การประยุกต์โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ จำแนกได้ดังนี้

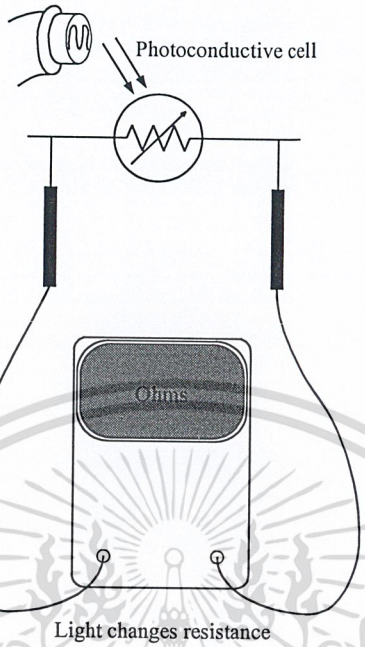
1) การตรวจรู้โดยไม่มีการสัมผัส (Noncontact) การทำงานแบบนี้จะไม่ทำให้เกิดความเสียหายของวัตถุ และหัวเซนเซอร์ซึ่งทำให้ใช้งานได้เป็นเวลานานๆ

2) การตรวจรู้ของวัสดุชนิดต่างๆ การตรวจรู้ประเภทนี้จะวัดปริมาณแสงหรือปริมาณแสงที่สะท้อนจากวัตถุ วิธีเช่นนี้สามารถใช้ตรวจรู้ แก้ว โลหะ พลาสติก ไม้ และของเหลวได้

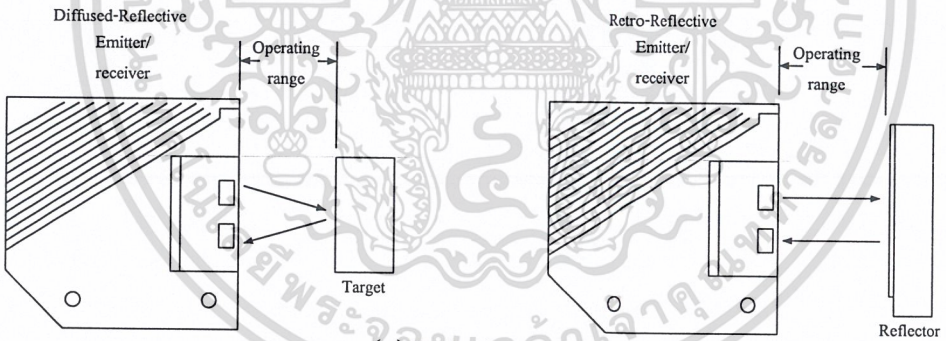
3) การตรวจรู้ระยะไกล โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์แบบสะท้อน สามารถตรวจรู้ในระยะห่าง 1 เมตร และแบบทะลุผ่านสามารถตรวจรู้ได้ในระยะห่าง 10 เมตร

4) การตรวจรู้ด้วยอัตราตอบสนองเร็วมากอุปกรณ์ตรวจรู้สามารถตอบสนองได้ในระยะเวลาสั้นๆ 50 μs (1/20,000 s)

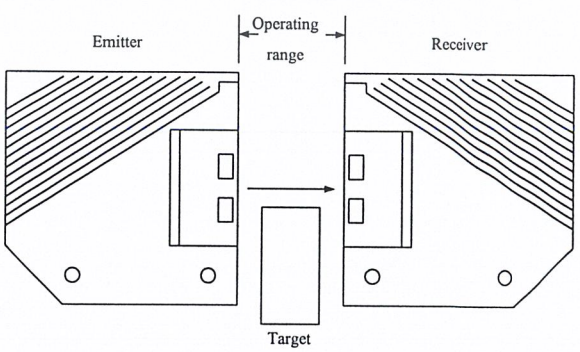
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 เซลล์โฟโตคอนดักทีฟ



(ก) Reflective type



(ข) Through-beam type

รูปที่ 2.20 โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การจำแนกสี เซนเซอร์สามารถตรวจรู้แสงที่สะท้อนมาจากวัตถุโดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน (Reflectance) และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืน (Absorptance) ของวัตถุที่มีสีต่างๆ จะไม่เท่ากัน จึงทำให้สามารถจำแนกสีได้

6) การตรวจรู้ที่มีความแม่นยำสูง โดยใช้ระบบทางแสง (Optical System) และวงจรทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ที่มีสมรรถนะสูง จะทำให้ตรวจรู้ตำแหน่งของวัตถุได้

2.5.3 ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

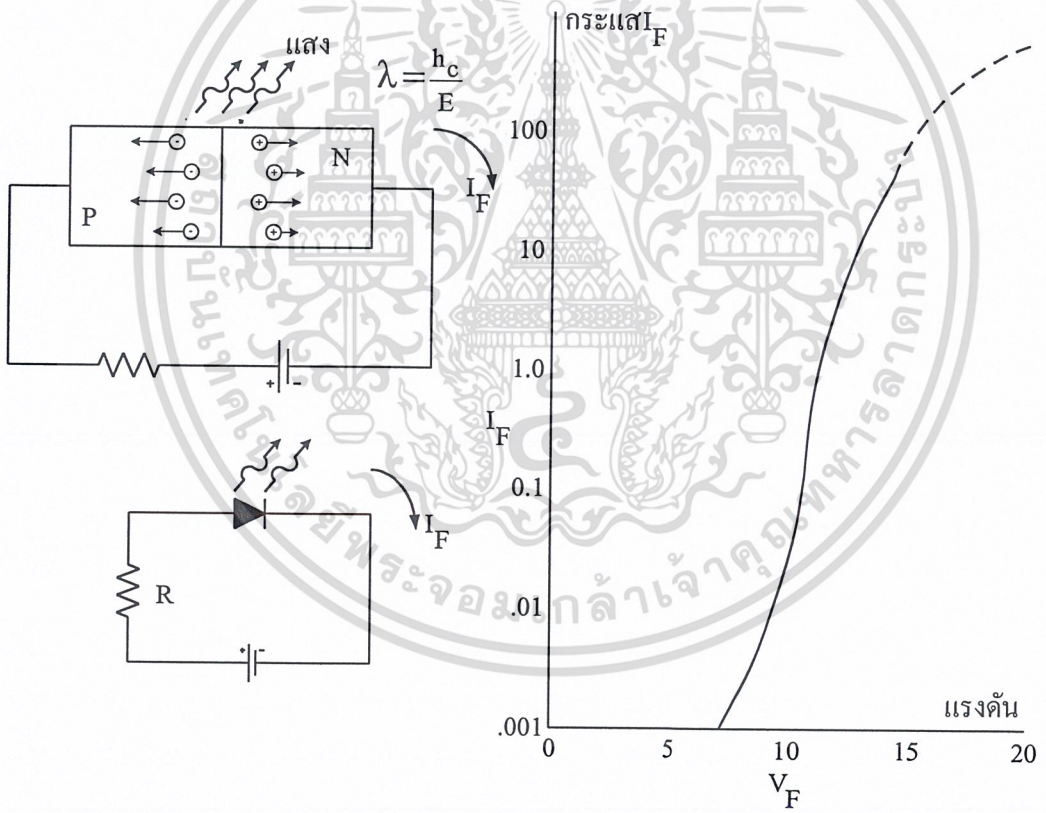
แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบหนึ่ง มีความเร็ว 3×10^{8} เมตรต่อนาที แสงที่มองเห็นได้ (Visible Light) เป็นสเปกตรัมหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.4 ไมโครเมตร (แสงสีม่วง) ไปจนถึง 0.8 ไมโครเมตร (แสงสีแดง) ทว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับแสงหรือเรียกว่า ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ (Optoelectronics) นั้น จะมีย่านการใช้งานมากกว่าย่านแสงที่มองเห็น เพราะมันสามารถทำงานได้ในย่านเหนือม่วงหรืออัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) และใต้แดงหรืออินฟราเรด (Infrared) ในรูปที่ 2.21 แสดงสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมย่านการใช้งานของอุปกรณ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์

รูปที่ 2.21 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็ก และแสดงย่านการใช้งานของออปโตอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ต้นกำเนิดแสงทางอิเล็กทรอนิกส์

อุปกรณ์ให้กำเนิดแสงสว่างมีหลายแบบหลายชนิด เช่น ไดโอดเปล่งแสง (LED) หลอดทังสเตน หลอดนีออน หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดซีนอน (Xenon) อุปกรณ์เหล่านี้สามารถเปล่งคลื่นแสงออกมา แต่ถ้าพิจารณากันอย่างละเอียดแล้วจะเห็นว่า หลอดนีออน หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดทังสเตน จะอาศัยหลักการให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จนกระทั่งไส้หลอดร้อนแดงแล้วเปล่งแสงหรือมิฉะนั้นก็อาศัยการแตกตัวของก๊าซภายในทำให้เกิดแสง แต่สำหรับแอลอีดีที่เป็นต้นกำเนิดแสงทางอิเล็กทรอนิกส์ จะให้การกำเนิดแสงเมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวมันที่บริเวณรอยต่อของเนื้อสาร PN ซึ่งเป็นผลทำให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไป และมันจะคายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแสง



รูปที่ 2.22 การไบแอสตรงของไดโอดเปล่งแสง และลักษณะการเกิดแสง

จากรูปที่ 2.22 พอจะอธิบายหลักการของแอลอีดี คือ เมื่อให้แรงดันไบแอสตรงด้วยแรงดันไฟตรงต่ำๆ กระแสไบแอสตรง คือ อิเล็กตรอนจะไหลผ่านรอยต่อจาก N ไปยังส่วน P และโฮลไหลไปยังส่วน N และจะรวมกับพาหะข้างน้อย เป็นผลทำให้เกิดการรีคอมไบเนชั่น และจะปล่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานออกมาเป็นแสง และความร้อน ความถี่แสงปล่อยออกมาขึ้นอยู่กับแถบพลังงานช่องว่างของวัสดุที่ใช้ทำเป็นแอลอีดี

อุปกรณ์ในทางปฏิบัติจริงๆ ในปัจจุบันจะปล่อยแสงในย่านความยาวคลื่นสูงกว่าประมาณ 550 นาโนเมตร สำหรับซิลิกอนไดโอดธรรมดาในปัจจุบันจะให้แสงในย่านความถี่คลื่นแสงอินฟราเรด แต่สำหรับไดโอดทั่วไปแล้วจะทำการเคลือบปิดมิดชิดดังนั้นคลื่นแสงส่วนนี้จึงไม่ได้แพร่กระจายออกสู่ภายนอก ในกรณีของเยอรมันเนียมไดโอดจะมีแถบพลังงานช่องว่างต่ำกว่าดังนั้นจึงให้คลื่นที่ความถี่สูงกว่าอินฟราเรด สำหรับแอลอีดีที่ให้แสงสีแดงนั้นเป็นไดโอดที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำที่เรียกว่า แกลเลียมอะเซไนด์ (GaAs) ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้งาน และความเชื่อถือสูงจะปล่อยแสงออกมาอยู่ในย่านความยาวคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตร

คุณสมบัติทั่วไปของแอลอีดีก็เหมือนกับไดโอด กล่าวคือในขณะไบแอสตรง แอลอีดีจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้ และจะเกิดแรงดันตกคร่อม มีค่าประมาณ 0.6-1 โวลต์ และในขณะไบแอสกลับแอลอีดีจะมีค่าแรงดันพังที่ต่ำกว่าไดโอดธรรมดา

นอกจากแอลอีดีที่เปล่งแสงสีแดงแล้ว เรายังพบแอลอีดีที่ให้แสงสีอื่นอีกมากมาย เช่น แสงสีเขียว สีเหลือง สีแสด เป็นต้น การที่แอลอีดีให้แสงสีแตกต่างกันนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อสารกึ่งตัวนำที่ใช้หรือขึ้นอยู่กับแถบพลังงานช่องว่างนั่นเอง เพราะความยาวคลื่นของแอลอีดีจะขึ้นอยู่กับแถบพลังงานช่องว่างของสารโดยตรง

อุปกรณ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ที่จะกล่าวถึงสามารถแบ่งออกเป็นอุปกรณ์ตรวจจับแสงหรือเซนเซอร์ (Sensor) และอุปกรณ์กำเนิดแสงหรืออิมิตเตอร์ (Emitter) แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะอุปกรณ์ตรวจจับแสงหรือเซนเซอร์เท่านั้น

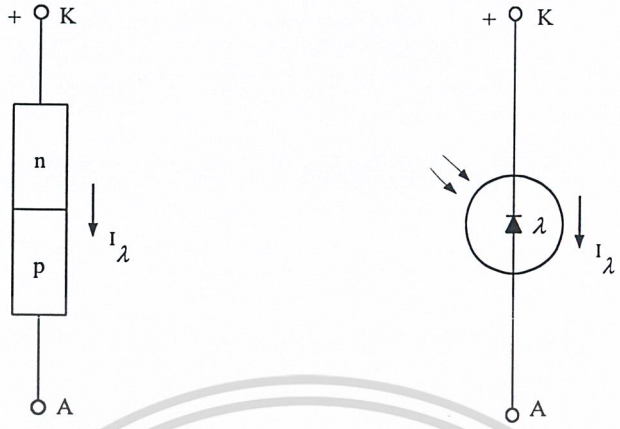
2) อุปกรณ์ตรวจจับแสง

อุปกรณ์ตรวจจับแสง หมายถึง อุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้แปรค่ากับค่าของพลังงานทางไฟฟ้าได้ โดยตัวอุปกรณ์จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ ซึ่งอาจจะนำมาต่อเชื่อมให้เกิดเป็นรอยต่อหรือเป็นเนื้อสารกึ่งตัวนำอย่างเดียวก็ได้ตัวอย่างอุปกรณ์เหล่านี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1)โฟโตไดโอด

โฟโตไดโอด คือ ไดโอดชนิดรอยต่อ P-N ที่นำกระแสได้เมื่อแสงมาตกกระทบบริเวณรอยต่อ P-N โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของโฟโตไดโอดแสดงในรูปที่ 2.23 (ก), (ข) ลักษณะภายนอกของโฟโตไดโอดจะเห็นว่ามีขา 2 ขา คือ ขาแอโนด และแคโทดบริเวณด้านบนของโฟโตไดโอดจะเป็นเลนส์รวมแสง มีลักษณะเป็นพลาสติกใสมองเห็นชัดเจน

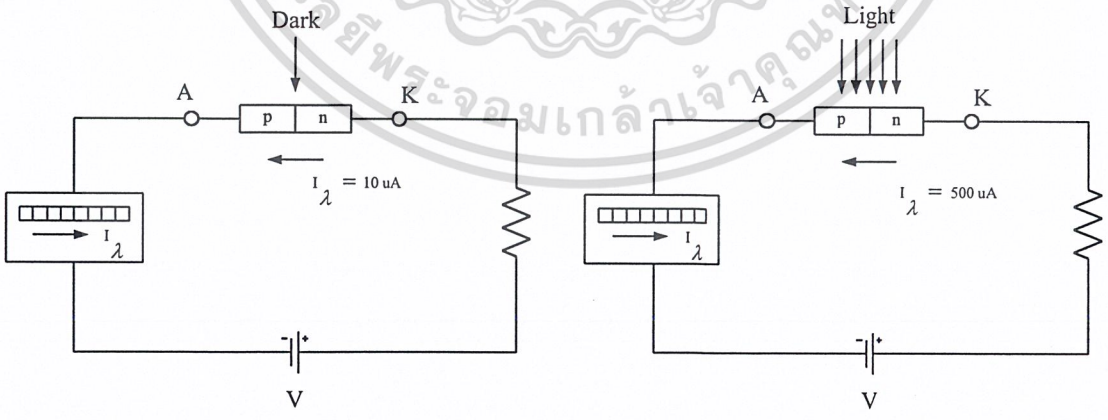
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) โครงสร้าง (ข) สัญลักษณ์

รูปที่ 2.23 โฟโตไดโอด

2.1.1) การทำงานของโฟโตไดโอด (Photo Diode Operation) การไบแอสโฟโตไดโอดทำได้โดยต่อขั้วบวกของแรงดันแหล่งจ่ายเข้ากับแคโทด และต่อขั้วลบของแหล่งจ่ายเข้ากับแอโนดดังแสดงในรูปที่ 2.24 (ก) เมื่อรอยต่อ P-N ได้รับแสงสว่างจากภายนอก ยิ่งความเข้มแสงมากขึ้นกระแสจะไหลผ่านโฟโตไดโอดได้มากขึ้น ดังรูปที่ 2.24 (ข)

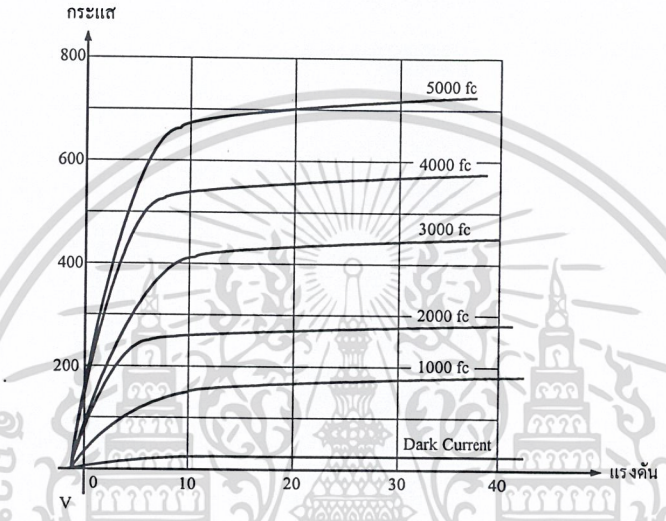


(ก) เมื่อแสงมืด I_λ ค่าน้อย (ข) เมื่อแสงสว่าง I_λ ค่ามาก

รูปที่ 2.24 การทำงานของโฟโตไดโอด

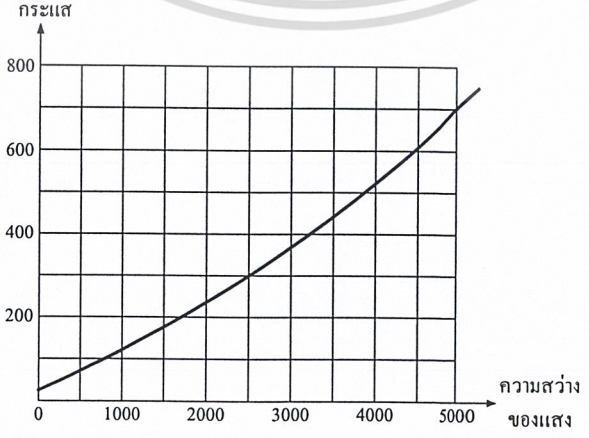
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2) ลักษณะสมบัติของโฟโตไดโอด (Photo Diode Characteristic) เมื่อทดลองหาลักษณะสมบัติของโฟโตไดโอด โดยทดสอบการนำกระแสของโฟโตไดโอด (I_λ) เมื่อไดโอดได้รับแสงสว่าง ปริมาณแตกต่างกันเมื่อ I_λ คือ กระแสที่ผ่านโฟโตไดโอด, f_c = ปริมาณความสว่างหน่วยเป็น (Foot-candel) และแรงดันไบแอสโฟโตไดโอด คือ V_λ (Reverse Voltage) กราฟลักษณะสมบัติทางกระแส และแรงดันของโฟโตไดโอด ($I_\lambda = f(V_\lambda)$) แสดงในรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 กราฟลักษณะสมบัติของโฟโตไดโอด

แต่เมื่อทดลองป้อนแรงดันไบแอสให้คงที่ (V_λ = คงที่) สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่ผ่านโฟโตไดโอด (I_λ) กับความสว่างของแสงที่ส่องให้กับรอยต่อ P-N ของโฟโตไดโอด (f_c) ได้ดังกราฟรูปที่ 2.26

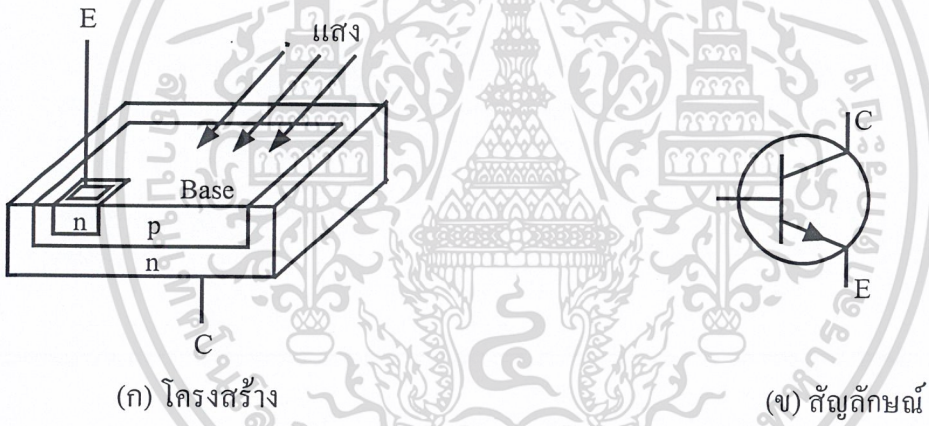


รูปที่ 2.26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง I_λ และ f_c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) โฟโตทรานซิสเตอร์

โฟโตทรานซิสเตอร์ เป็นทรานซิสเตอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยแสง ถูกสร้าง และพัฒนาขึ้นมาจากทรานซิสเตอร์ธรรมดา นำมาใช้งานแทนโฟโตไดโอดได้ โดยโฟโตทรานซิสเตอร์มีข้อดีกว่าโฟโตไดโอดตรงที่เวลาการทำงานสามารถขยายสัญญาณที่ส่งออกเอาต์พุตได้ มีความไวต่อแสงมากทั้งที่มีแสงส่องมากระทบเพียงเล็กน้อย โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์ เหมือนกับทรานซิสเตอร์แบบธรรมดา (BJT) แตกต่างกันตรงการต่อขาออกมาใช้งานภายนอก จะไม่ต่อขาเบส (B) ออกมาใช้งาน จะต่อเฉพาะขาคอลเลคเตอร์ (C) และขาอิมิตเตอร์ (E) ออกมาใช้งานเท่านั้น สภาวะที่แสงตกกระทบบนตัวโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อให้เกิดการทำงาน แสงจะต้องตกกระทบที่บนรอยต่อระหว่างคอลเลคเตอร์ และเบส โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.27



(ก) โครงสร้าง (ข) สัญลักษณ์

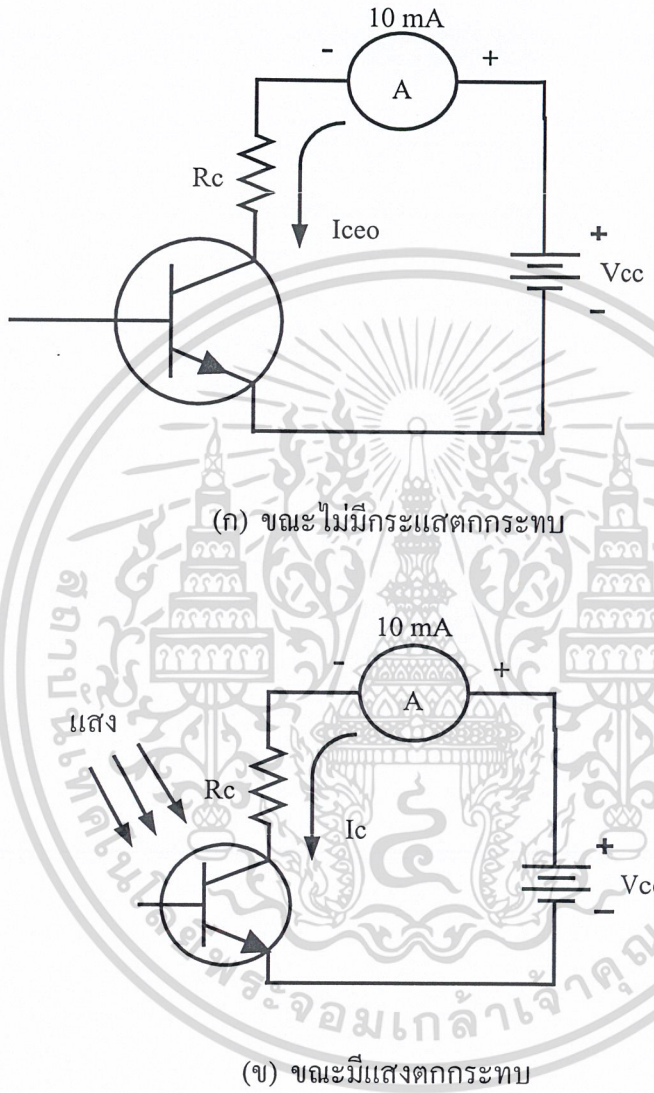
รูปที่ 2.27 โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์

จากรูปที่ 2.27 (ก) เป็นโครงสร้างพื้นฐานของโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งเป็นชนิด NPN ทรานซิสเตอร์ มีขาต่อออกใช้งานเพียง 2 ขา คือขา E และขา C ส่วนขา B อาจต่อออกมาใช้งานหรือไม่ก็ได้ ส่วนที่รับแสงเพื่อให้เกิดการทำงานของตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ อยู่ที่สารชนิด PN ของ B และ C แสงที่ส่งมากระทบรอยต่อ PN ของโฟโตทรานซิสเตอร์ มักผ่านเลนส์รวมแสงก่อนเสมอ ทำให้แสงมีความเข้มมากพอต่อการควบคุมให้โฟโตทรานซิสเตอร์ทำงาน สัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.27 (ข)

การจ่ายไบอัสให้โฟโตทรานซิสเตอร์ทำงาน การจ่ายไปอัสให้โฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานเหมือนกับการจ่ายไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ธรรมดา คือจ่ายไบอัสตรงให้ขา E จ่ายไบอัสกลับให้ขา C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนขา B ไม่ต้องต่อใช้งานจึงไม่จำเป็นต้องจ่ายไบอัสให้ ลักษณะการจ่ายไบอัส และการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 การจ่ายไบอัส และการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

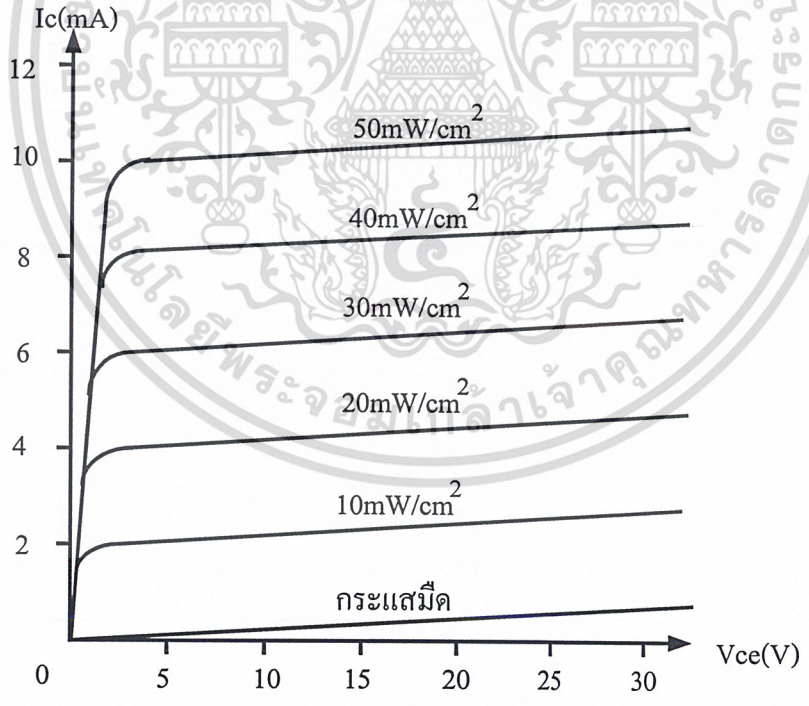
จากรูปที่ 2.28 เป็นการจ่ายไบอัส และการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ดังนั้น ไบอัสตรงให้ขา E คือจ่ายแรงดันลบให้ และจ่ายไบอัสกลับให้ขา C คือจ่ายแรงดันบวกให้ รูปที่ 2.28 (ก) เป็นขณะที่ยังไม่มีแสงส่องมากระทบรอยต่อ PN ที่ขา B และC แม้จะจ่ายไบอัสให้โฟโตทรานซิสเตอร์แล้วก็ตาม โฟโตทรานซิสเตอร์ยังไม่นำกระแส ไม่มีกระแสไหลในวงจร เพราะค่าความต้านทานระหว่างรอยต่อขา C และ E สูงมาก มีเพียงกระแสรั่วซึมไหลผ่าน (I_{CEO}) กระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ไหลนี้เรียกว่ากระแสมืด (Dark Current) มีค่ากระแสเพียงนาโนแอมป์ (nA) ค่ากระแสน้อยมากจนถือว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ไม่นำกระแส

ส่วนรูปที่ 2.28 (ข) เป็นขณะที่มีแสงส่องมากระทบรอยต่อ PN ที่ขา B และ C เกิดกระแสเบส (I_b) ไหล โดยกำหนดให้ I_b เป็นกระแสเบสที่ไหลเกิดขึ้นเนื่องจากแสงที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN กระแส I_b นี้ทำให้ค่าความต้านทานระหว่างรอยต่อขา C และ E ลดลง เกิดจากกระแส I_c ค่ากระแส I_c หาได้จากสมการ $I_c = \beta_{BC} \cdot I_b$

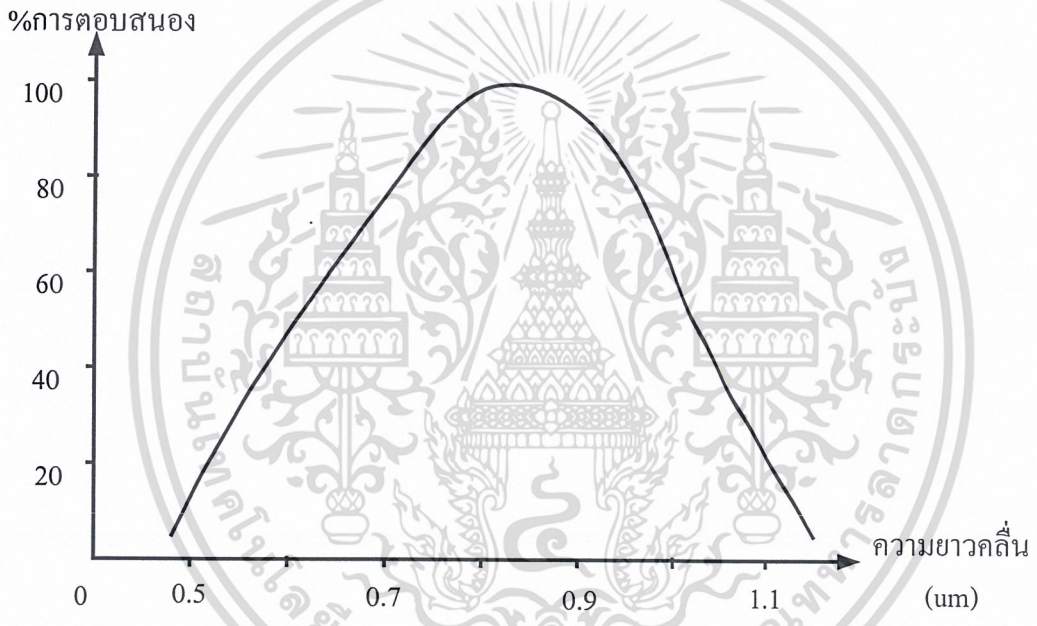
ค่ากระแส I_c ที่เกิดขึ้นในโฟโตทรานซิสเตอร์มีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความเข้มของแสงสว่างที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN แสงมีความเข้มน้อย I_b ไหลน้อยทำให้กระแส I_c ไหลน้อย เพราะแสงมีความเข้มมาก I_b ไหลมากทำให้กระแส I_c ไหลมาก ความเข้มแสงที่ตกกระทบ รอยต่อ PN วัดออกมามีหน่วยเป็นมิลลิวัตต์ต่อตารางเซ็นติเมตร สภาวะการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ตามค่าความเข้มแสงของแสงสว่างที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN เขียนเป็นกราฟคุณสมบัติทางเอาต์พุตได้ดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 กราฟคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.29 เป็นกราฟคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์ กราฟแนวตั้งเป็นค่าของกระแสคอลเล็คเตอร์ (I_c) และกราฟแนวนอนเป็นค่าแรงดันตกคร่อมขา C ขา E (V_{cc}) เส้นกราฟที่เกิดขึ้นจากความเข้มของแสงที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN ขา B ขา C ขณะไม่มีแสงตกกระทบมีกระแสมืดเพียงเล็กน้อย ขณะที่แสงตกกระทบมีความเข้มน้อย ($10mW/Cm^2$) เกิดกระแส I_c ไหลน้อย และขณะที่แสงตกกระทบมีความเข้มมาก ($50mW/Cm^2$) เกิดกระแส I_c ไหลมาก ความไวในการรับแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์ต้องเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นแสงเฉพาะย่านที่โฟโตทรานซิสเตอร์ ตอบสนองเท่านั้น แสดงได้ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 กราฟการตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์

2.6 หลักการของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ในทางการแพทย์

ในปัจจุบันนี้วงการแพทย์ และสาธารณสุขได้มีการพัฒนาไปอย่างมาก ส่วนประกอบในการพัฒนานั้น สิ่งหนึ่งก็คืออุปกรณ์ และเครื่องมือทางการแพทย์ ซึ่งเป็นการนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ อาจเรียกได้ว่าเป็นเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในทางการแพทย์

เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในทางการแพทย์ อาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องที่ทำงานเกี่ยวข้องกับมนุษย์โดยทางตรง และเกี่ยวข้องกับมนุษย์โดยทางอ้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 เครื่องที่ทำงานเกี่ยวกับมนุษย์โดยทางตรง

1) ทำหน้าที่เก็บสัญญาณเพื่อนำมาบันทึก เช่น การเก็บสัญญาณการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiography) เพื่อประโยชน์ในการวินิจฉัยโรค หรือตรวจสภาพการทำงานเพราะหัวใจเป็นอวัยวะอย่างหนึ่งในร่างกายที่ทำให้มีไฟฟ้าเกิดขึ้นขณะทำงาน

2) ทำหน้าที่ปล่อยสัญญาณบางอย่างเข้าไปในตัวคน เช่น การสร้างความร้อนในเนื้อเยื่อด้วยคลื่นสั้น (Short Wave Diathermy) เพื่อการรักษาโรคบางอย่าง

3) ทำหน้าที่ด้านควบคุม และช่วยการทำงานในร่างกาย เช่น เครื่องช่วยการหายใจของผู้ป่วย (Respirator) ทำหน้าที่เก็บสัญญาณของการหายใจที่อยู่จากร่างกายมาปรับปรุงในเครื่องแล้วส่งกลับไปควบคุมการหายใจอีกต่อหนึ่ง ซึ่งเป็นการช่วยการหายใจเมื่อผู้ป่วยมีการหายใจไม่เพียงพอ

2.6.2 เครื่องที่ทำงานเกี่ยวกับมนุษย์โดยทางอ้อม

เครื่องพวกนี้ไม่ได้ติดต่อโดยตรงกับร่างกาย ฉะนั้น จึงเป็นเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างอื่นด้วย ตัวอย่างเช่น เครื่องที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เครื่องตรวจวัด พี.เอช. ของเลือดที่นำออกมาจากร่างกายแล้ว ฉะนั้นเครื่องนี้จึงสามารถใช้วัด พี.เอช. ทางวิทยาศาสตร์ด้วย แต่อย่างไรก็ดี เราสามารถใช้เครื่องวัด พี.เอช. ของเลือดหรือของเหลวที่อยู่ในร่างกายโดยตรงได้โดยดัดแปลงเป็นพิเศษ

2.7 การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ หมายถึง การให้สารน้ำที่ปลอดเชื้อจำนวนมากเข้าทางหลอดเลือดดำโดยการใช้แรงโน้มถ่วงตามธรรมชาติ

น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการมีชีวิตของมนุษย์ ปกติร่างกายได้รับน้ำไปหล่อเลี้ยงส่วนต่างๆ โดยการดื่มกินทางปาก หากร่างกายขาดน้ำจะเกิดภาวะเสียสมดุลของขบวนการเคมีการทำงานของร่างกายจะผิดปกติไป เกิดอาการที่เป็นอันตรายต่อชีวิตได้ ปัจจุบันการให้น้ำแก่ผู้ป่วยมีหลายทาง ได้แก่ ทางปาก ทางสายให้อาหาร และทางหลอดเลือดดำ มีผู้ป่วยจำนวนมากได้รับการบำบัดรักษาโดยการให้น้ำ และเกลือแร่ ยา เลือด ส่วนแยกของเลือด ผ่านเข้าทางหลอดเลือดดำ ผู้พยาบาลจึงควรมีความรู้ในการดูแลผู้ป่วยให้ได้รับสารน้ำต่างๆ อย่างถูกต้อง และครบถ้วน ทั้งได้รับความสุขสบายในขณะได้รับสารน้ำนั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 วัตถุประสงค์การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

1) เพื่อทดแทนปริมาณของน้ำ และเกลือแร่ที่สูญเสียไปจากร่างกายโดยรวดเร็ว ในรายที่ผู้ป่วยมีภาวะช็อค หรือภาวะที่ร่างกายขาดน้ำ โดยอาเจียน ท้องเดิน หรือจากการ Suction เอาน้ำหรือน้ำย่อยออกมาจากกระเพาะอาหาร

2) เพื่อรักษาระดับ และทดแทน น้ำ เกลือแร่ วิตามิน โปรตีน ไนโตรเจน แคลอรี่ ให้แก่ผู้ป่วยที่ไม่สามารถกินทางปากได้ หรือได้ไม่เพียงพอแก่ความต้องการของร่างกาย เช่น ก่อน และหลังผ่าตัด

3) เพื่อรักษาภาวะสมดุลของความเป็นกรด-ด่างภายในร่างกาย เช่น ผู้ป่วยโรคไต โรคหัวใจในระยะที่มีความแปรปรวนของกรด-ด่าง

4) เพื่อให้ยาทางเส้นเลือดโดยฉีดเข้าทางหลอดเลือดดำแทนการให้ทางปากเพราะยาบางชนิดไม่สามารถซึมเข้าสู่ระบบทางเดินของอาหารหรือบางชนิดที่กินทางปากแล้วถูกทำลายโดยน้ำย่อย

2.7.2 หลักในการพิจารณาให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำแก่ผู้ป่วย มีแนวทางที่ควรพิจารณาดังต่อไปนี้

1) สภาพ หรือความต้องการของร่างกายที่จะนำน้ำ และเกลือแร่ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การหายใจ การเสียเหงื่อ การขับถ่ายปัสสาวะ อุจจาระ

2) สภาพการสูญเสียน้ำ และเกลือแร่ก่อนเข้ารับการรักษา เช่น การอาเจียน การเหนื่อยหอบเป็นเวลานาน

3) สภาพการสูญเสียน้ำ และเกลือแร่ในขณะรับการรักษา ซึ่งเกิดจากการดำเนินของโรค และการตรวจรักษา เช่น ท้องเดิน ตกเลือด การดูดของเหลวออกจากกระเพาะอาหาร

ผู้พยาบาลสามารถประเมินสภาพดังกล่าวได้โดยการสังเกตอาการ ซักถามประวัติจากผู้ป่วยและญาติ ติดตามผลการตรวจจากห้องปฏิบัติการ และรวบรวมข้อมูลจากแผ่นบันทึกการตวงน้ำที่เข้าและออกจากร่างกาย เพื่อนำมาวางแผนให้การรักษาพยาบาลที่เหมาะสมต่อไป

2.7.3 การประเมินความต้องการในการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

1) ประเมินถึงความต้องการในการรักษาด้วยการให้น้ำเกลือหรือสารละลายอื่นเข้าทางร่างกาย (Fluid Therapy) โดยจะต้องรู้ปัญหาหลัก และปัญหารองเกี่ยวกับโรค และสภาวะของผู้ป่วยจากการพยากรณ์โรคของแพทย์ และการที่พยาบาลได้ประเมินปัญหา และความต้องการของผู้ป่วย

1.1) ดูภาวะของผู้ป่วยที่รักษาว่าจะได้รับผลดีหรือผลเสียเกี่ยวกับความสมดุลของน้ำในสาย (Fluid Balance) เพียงใด

1.2) ยาหรือส่วนประกอบอื่นที่เพิ่มเข้าไปในน้ำเกลือจะทำให้จะเกิดผลกระทบต่อการรักษามากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) สัดส่วนของน้ำในร่างกายที่ได้รับ กับที่ถูกขับออกมาเป็นอย่างไร

1.4) ผู้ป่วยจำเป็นต้องจำกัดอาหารหรือไม่

1.5) ผู้ป่วยดื่มน้ำทางปากได้เพียงพอหรือไม่

1.6) การวางแผนในการรักษาเป็นอย่างไร

2) ประเมินสภาวะของความไม่สมดุลของน้ำในร่างกายของผู้ป่วย (Fluid imbalance) โดย

2.1) สำรวจอุณหภูมิของร่างกาย ถ้ามีไข้ อาจจะเนื่องมาจากการสูญเสียน้ำในร่างกายออกไปทางเหงื่อ

2.2) การกระหายน้ำ (ถ้ามี) อาจเป็นเพราะร่างกายขาดน้ำ (Dehydration)

2.3) สังเกตอาการของร่างกายขาดน้ำ เช่น ผิวหนังอุ่น ริมฝีปากแตก แห้ง

2.4) ตรวจดูความยืดหยุ่น (Elasticity) ของผิวหนังว่ามีมากน้อยเพียงไร

2.5) ดูสี และจำนวนปัสสาวะ ถ้าสีเข้ม และจำนวนน้อยแสดงว่าร่างกายขาดน้ำ

2.6) เปรียบเทียบน้ำหนักตัวเมื่อแรกรับ กับน้ำหนักตัวปัจจุบันเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

3) สำรวจสารน้ำ และ Set ที่ให้เพื่อเตรียมให้พร้อมที่จะใช้ได้ทันท่วงที โดย

3.1) ตรวจดูการเปลี่ยนแปลงของสี ความขุ่น ผง ตะกอน ถ้ามีห้ามใช้เด็ดขาด

3.2) ถ้าบรรจุในถุงพลาสติก จะต้องบีบดูว่ามีรูรั่วหรือไม่

3.3) ตรวจดู Set ที่จะให้ ถ้าเก่าหรือหมดอายุ ให้ใช้ Set ใหม่

3.4) ดูวิธีแนะนำการใช้ที่อยู่บน Set ให้ละเอียดถูกต้อง และใช้วิธีปราศจากเชื้อทุกขั้นตอน และคำนวณการนับหยดให้ถูกต้อง

2.7.4 ชนิดของสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ

สารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ สารละลายไอโซนิค (Isotonic Solution) สารละลายไฮเปอร์โทนิค (Hypertonic Solution) และสารละลายไฮโปโทนิค (Hypotonic Solution) แพทย์จะเป็นผู้กำหนดชนิด และปริมาณของสารน้ำที่ให้แก่ผู้ป่วยแต่ละราย เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับประโยชน์อย่างเต็มที่ ดังแสดงในตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 สารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ

ชนิด	สารน้ำ	คุณสมบัติ
1) สารละลายไอโซโทนิค	1.1) Normal Saline 0.9 % 1.2) Dextrose 5 % in water 1.3) Lactated Ringers	เป็นสารน้ำชนิดที่มีแรงดันซึมสู่ (Osmotic Pressure) ระหว่างน้ำภายนอก และในเซลล์เท่ากัน ความดันออสโมติค คล้ายคลึงกับเซรุ่มของเลือด ซึมผ่านผนังเซลล์ได้ดี ใช้กับผู้ป่วยที่เสียน้ำนอกเซลล์ เช่น อาเจียน เหงื่อออกมาก หรือเสียน้ำจากระบบไหลเวียนของเลือด เช่น ตกเลือด
2) สารละลายไฮเปอร์โทนิค	2.1) Dextrose 5 % in saline 2.2) Dextrose 10 % in saline 2.3) Dextrose 10 % in water 2.4)Dextrose 5 % in ½ Strength saline	เป็นสารน้ำที่มีแรงดันซึมสู่น้อยกว่า Blood Serum ซึ่งทำให้เซลล์ขยายตัว และบวม ความดันออสโมติคสูงกว่าเซรุ่มของเลือด จึงมีการดึงน้ำออกจากเซลล์ใช้กับผู้ป่วยที่มีน้ำคั่งในเซลล์ เช่น เนื้อสมองบวม (Cerebral Edema)
3) สารละลายไฮโปโทนิค	3.1) Sodium Chloride 0.45 %	เป็นสารน้ำที่มีแรงดันซึมสู่มากกว่า Blood Serum เป็นผลให้เซลล์หดตัว ความดันออสโมติคน้อยกว่าเซรุ่มในเลือด จึงให้น้ำแก่เซลล์ ทำให้เซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้น ใช้กับผู้ป่วยที่มีอาการขาดน้ำได้

2.7.5 ส่วนประกอบของสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ

1) N. S. S. ประกอบด้วย น้ำ และเกลือแร่ โซเดียมคลอไรด์ (Na^+, Cl^-)

2) Dextrose ประกอบด้วย น้ำ สารละลาย และแคลอรี่

3)Lactated Ringers มีน้ำ เกลือแร่โซเดียม โปแตสเซี่ยม แมกเนเซี่ยม คลอไรด์ ไบคาร์บอเนต (Na^+, K^+, Cl^-, Ca^{++}) และ Lactate

4) Normosol-R มีน้ำ เกลือแร่ โซเดียม โปแตสเซี่ยม แมกเนเซี่ยม คลอไรด์ ไบคาร์บอเนต (Na^+, K^+, Mg^{++}, Cl^-, HCO_3) และกลูโคเนต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เลือดรวม และส่วนแยกของเลือด

5.1) เลือดรวม (Whole Blood) มีส่วนประกอบ ประมาณ 45 % เป็นเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเพลตเลท ประมาณ 55 % เป็นพลาสม่า ที่มีส่วนประกอบของ

5.1.1) น้ำ 90 %

5.1.2) โปรตีน 7 % (Albumin, Globulin, Fibrinogen)

5.1.3) Lipids 2 % วิตามิน คาร์โบไฮเดรต เกลือ (Inorganic Salt) เลือดรวมใช้ในรายที่ต้องทดแทนเลือดที่เสียไปโดยเร็ว

5.2) ส่วนแยกของเลือด ได้แก่

5.2.1) Packed Cells ประกอบด้วย Red Blood Cell ซึ่งเอาส่วน Plasma ออกใช้ในรายที่ผู้ป่วยเป็นโรคโลหิตจาง ธาลาสซีเมีย ผู้ป่วยที่มีภาวะเฮโมโกลบินผิดปกติ

5.2.2) Fresh Frozen Plasma ใช้ในผู้ป่วยเพื่อ

1) ทดแทนปริมาณของเลือดในรายที่มีภาวะช็อค

2) ช่วยแก้ไขในรายที่มีภาวะขาดโปรตีนในเลือด (Hypoprotienemia)

3) เพื่อรักษาในรายที่มีปัญหาเกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือด (Coagulation)

5.2.3) Plasma Expenders ได้แก่ Albumin, Dextran, Plasminate

2.7.6 หลักการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

หลักการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) การเตรียมผู้ป่วย

การแทงเข็มเพื่อให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำแก่ผู้ป่วย เป็นสิ่งที่พยาบาลเคยชิน แต่สำหรับผู้ป่วยบางคนจะรู้สึกวิตกกังวล หวาดกลัว โดยเฉพาะเด็กเล็กจะรู้สึกเหมือนถูกลงโทษ เจ็บปวด หมดอิสระในการเคลื่อนไหวเด็กจะร้องไห้หาความอบอุ่นจากมารดา ดังนั้น จึงควรเตรียมตัวผู้ป่วยทุกครั้งก่อนให้สารน้ำ โดยการแนะนำผู้ป่วย และญาติเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย วิธีการ ระยะเวลาที่ให้สารน้ำ การเคลื่อนไหวร่างกาย และอาการผิดปกติที่ควรแจ้ง พยาบาลควรปฏิบัติต่อผู้ป่วยด้วยความนุ่มนวล ยิ้มแย้มแจ่มใส สามารถสนทนาตอบข้อซักถามให้กำลังใจ และความมั่นใจแก่ผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสมจึงจะทำให้ผู้ป่วยยอมรับ และร่วมมือในการให้สารน้ำด้วยดี

2) การเตรียมการให้สารน้ำ

2.1) การเตรียมเครื่องใช้ในการให้สารน้ำ

การจัดเตรียมเครื่องใช้ในการให้สารน้ำ มีความสำคัญต่อความปลอดภัย และการบำบัดรักษาให้ได้ผลดี กล่าวคือ ผู้ป่วยจะได้รับสารน้ำที่ไร้เชื้อ ถูกต้องตามชนิด และปริมาณที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดไว้ โดยการตรวจสอบเครื่องใช้ให้ถูกต้อง อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้ได้ตลอดเวลา รายการเครื่องใช้ที่ต้องเตรียมมีดังนี้

2.1.1) ขวดสารน้ำ สารน้ำบรรจุในขวดแก้วหรือพลาสติกสุญญากาศ ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว มีลักษณะใส ทุกขวดมีป้ายบอกชนิด ส่วนประกอบ ปริมาณสารน้ำ และวันหมดอายุ ขนาดบรรจุที่ใช้บ่อย คือ 500 มิลลิลิตร และ 1,000 มิลลิลิตร ผิวขวดด้านนอกจะมีขีดนูนบอกระดับสารน้ำสามารถอ่านได้ในขณะวางตั้ง และเมื่อแขวนกับเสาแขวนขวดสารน้ำ ฝาจุกขวดเป็นยางสำหรับแทงเข็มพลาสติกของชุดสายให้สารน้ำผ่านได้สะดวก สารน้ำที่บรรจุขวดแก้วจำเป็นต้องใช้ชุดสายให้สารน้ำที่มีท่อหรือสายอากาศผ่าน เพื่อเพิ่มแรงดันในขวดทำให้สารน้ำไหลผ่านลงมาตามสาย แต่สารน้ำชนิดขวดพลาสติกไม่จำเป็นต้องใช้สายอากาศผ่าน เพราะแรงอัดจากบรรยากาศภายนอกจะบีบขวดไล่สารน้ำลงมาตามสายให้สารน้ำได้เอง

การเตรียมขวดสารน้ำต้องเตรียมให้ตรงกับใบสั่งการรักษา และตรวจสอบดูว่าสภาพขวดไม่มีรอยแตกร้าวหรือรูรั่ว สารน้ำไม่หมดอายุ ไม่มีลักษณะขุ่น ไม่มีฝุ่นผงตะกอนหรือเศษฝ้าใดๆ ลอยอยู่ภายในขวด ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับสารน้ำที่ไร้เชื้ออย่างแท้จริง

การเติมยาในสารน้ำ ผู้ป่วยบางรายอาจได้รับยาเข้าทางหลอดเลือดดำ โดยการฉีดยาเข้าทางหลอดเลือดดำโดยตรงหรือผสมยากับสารน้ำให้ใช้หลักการเตรียมยาเหมือนการฉีดเข้าทางผิวหนัง ถ้าเป็นการผสมยาในสารน้ำให้เช็ดจุกยางของขวดสารน้ำด้วยแอลกอฮอล 70 % ก่อนแทงเข็มฉีดยาผ่านจุกยาง และเขียนป้ายปิดขวดสารน้ำ ระบุ ชื่อ-สกุล ผู้ป่วย ชนิดของสารน้ำ ชนิด และขนาดยาที่ผสม อัตราการหยด เวลาที่เริ่มให้ และชื่อผู้เตรียมสารน้ำ อย่างถูกต้อง ชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 2.31

ชื่อผู้ป่วย ..... เตียง .....
สารน้ำที่ให้ .....
ยาที่ผสม .....
อัตราการหยด ..... หยด/นาที
เริ่มให้เวลา ..... วันที่ .....
หมดเวลา .....
ผู้เตรียม .....

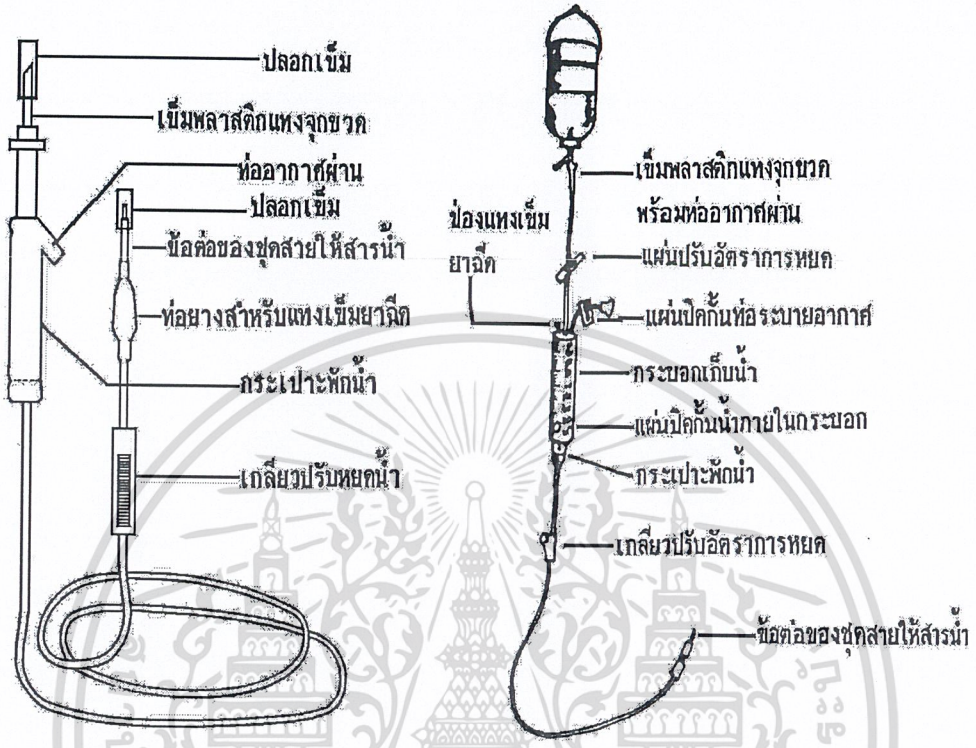
รูปที่ 2.31 ป้ายปิดขวดสารน้ำ และรายละเอียดที่ต้องระบุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2) ชุดสายให้สารน้ำ ใช้เป็นทางผ่านของสารน้ำจากขวดไปสู่หลอดเลือดดำของผู้ป่วยบรรจุในซองหรือกล่องที่ปิดผนึกมิดชิด ผ่านการฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว สามารถเปิดใช้ได้ทันที ลักษณะของชุดสายให้สารน้ำเป็นสายสีขาวใสมองเห็นสารน้ำได้ตลอดสาย ส่วนบนเป็นเข็มพลาสติกแข็งใช้แทงผ่านจุกขวดต่อจากโคนเข็มมีกระเปาะพักน้ำ ซึ่งบางชนิดมีท่ออากาศผ่านเพื่อความสะดวกในการแทงเข็มผ่านจุกขวดเพียงครั้งเดียว บางชนิดมีสายให้อากาศผ่านแยกต่างหาก สารน้ำจะไหลผ่านลงมาตามสาย และมีอัตราการหยดตามการหมุนเกลียวหรือใช้แผ่นปรับบังคับการหยดของสารน้ำ ซึ่งอยู่ระหว่างสายให้สารน้ำ ชุดสายให้สารน้ำโดยทั่วไปมีอัตราการหยดประมาณ 10, 15 หรือ 20 หยด/มิลลิลิตร ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต ที่ปลายสายให้สารน้ำเป็นท่อยางสำหรับแทงเข็มฉีดยาให้ยาฉีดผ่านสายเข้าหลอดเลือดดำ และที่ปลายท่อยางมีข้อต่อใช้ต่อเข้ากับหัวเข็มที่แทงเข้าหลอดเลือดดำ สายให้สารน้ำบางชนิดมีเข็ม และปลอกเข็มไว้ในชุดสายให้สารน้ำด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.32

ส่วนชุดสายให้สารน้ำที่สามารถควบคุมอัตราการหยดได้แน่นอนกว่าเรียกว่า ชนิดโวลูโทรล (Volutrol Set) ดังแสดงในรูปที่ 2.32 (ก) มีอัตราการหยด 60 หยด/มิลลิลิตร ใช้สำหรับให้สารน้ำแก่เด็กหรือเพื่อให้ยาเข้าหลอดเลือดดำอย่างช้าๆ เนื่องจากช่วงระหว่างสายให้สารน้ำมีกระบอกเก็บน้ำขนาด 100 มิลลิลิตร ฝากระบอกส่วนบนมีท่อสำหรับแทงเข็มฉีดยา และมีสายให้อากาศผ่านส่วนล่างมีแผ่นยางปิดเปิดให้สารน้ำผ่านท่อโลหะเล็กๆ ลงไปพักในกระเปาะพักน้ำ ขณะให้สารน้ำจึงต้องหมั่นสังเกตกระบอกเก็บน้ำมิให้ว่างเปล่าจนอากาศผ่านเข้าไปในสายให้สารน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดอาการแทรกซ้อนกับผู้ป่วยได้ นอกจากนี้ ในกรณีที่สารน้ำหมดกระบอกจะต้องปล่อยสารน้ำจากขวดลงไปในกระบอกเก็บน้ำให้เต็มใหม่ อาจมีแรงดันทำให้แผ่นยางที่ปิดกั้นน้ำภายในกระบอก ปิดช่องทางที่สารน้ำจะไหลลงในกระเปาะพักน้ำ และสายให้สารน้ำช่วงล่าง ถ้าพบเหตุการณ์เช่นนี้ ให้บีบกระเปาะพักน้ำด้านล่างของกระบอกเก็บน้ำ แรงบีบจะดันแผ่นยางให้เปิดออก และสารน้ำจะไหลผ่านลงสู่กระเปาะพักน้ำได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



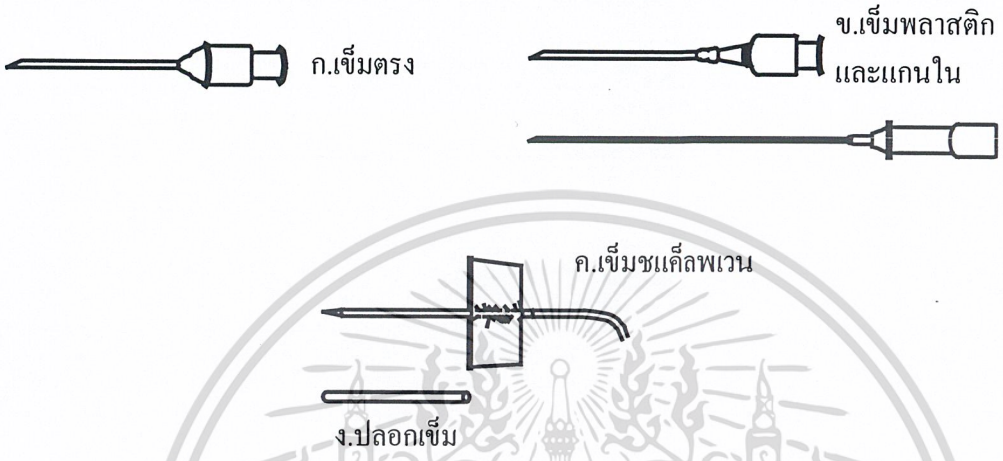
(ก) ชนิดที่มีท่ออากาศผ่าน (ข) ชนิดโวลูโทรล

รูปที่ 2.32 ลักษณะชุดสายให้สารน้ำ

อย่างไรก็ตามชุดสายให้สารน้ำมีข้อจำกัดในการใช้ กล่าวคือ สามารถต่อเข้ากับขวดสารน้ำได้เพียงชุดละ 1 ขวด ถ้าต้องการให้สารน้ำ 2 ขวด ในเวลาเดียวกัน ต้องใช้หัวต่อ 3 ทาง ที่ไร้เชื้อต่อกับข้อต่อของชุดสายให้สารน้ำแต่ละขวด และหัวเข็มที่แทงเข้าหลอดเลือดดำ ถ้าให้สารน้ำมากกว่า 2 ขวด ก็เพิ่มจำนวนหัวต่อ 3 ทางตามที่ต้องการ การต่อหัวต่อ 3 ทาง ให้สัมผัสเฉพาะปุ่มหมุนปิด-เปิด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนเชื้อโรคเข้าทางชุดสายให้สารน้ำ ปลายแหลมของปุ่มหมุนเปิดจะแสดงทิศทางที่ปิดกั้นสารน้ำไม่ให้ไหลผ่านเข้าไปสู่หลอดเลือดดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3) เข็ม เข็มที่ใช้แทงเข้าหลอดเลือดดำ มีหลายชนิด และหลายขนาด สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดของหลอดเลือดดำ ชนิดของสารน้ำ อายุของผู้ป่วย และอัตราความเร็วหรือระยะเวลาที่ให้สารน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 เข็มชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการให้สารน้ำเข้าหลอดเลือดดำ

เข็มตรงหรือเข็มฉีดยา มีความยาวประมาณ ½ -1½ นิ้ว มีหลายขนาด ตั้งแต่เบอร์ 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25 เบอร์ 18 จะมีขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับการให้เลือดเพราะเลือดมีความหนืดสูง เข็มเบอร์ 19 และ 20 ยาว 1½ นิ้ว ใช้สำหรับให้สารน้ำในผู้ใหญ่ เข็มเบอร์ 22-25 ใช้ให้สารน้ำในเด็กเล็กเพราะหลอดเลือดดำเด็กมีขนาดเล็ก เข็มตรงมีข้อเสียที่มีความยาวมาก ปลายตัดยาวแหลมคมจึงแทงทะลุหลอดเลือดดำได้ง่าย ปัจจุบันจึงนิยมใช้เข็มชแค็ลพเวน (Scalp Vein) แทน

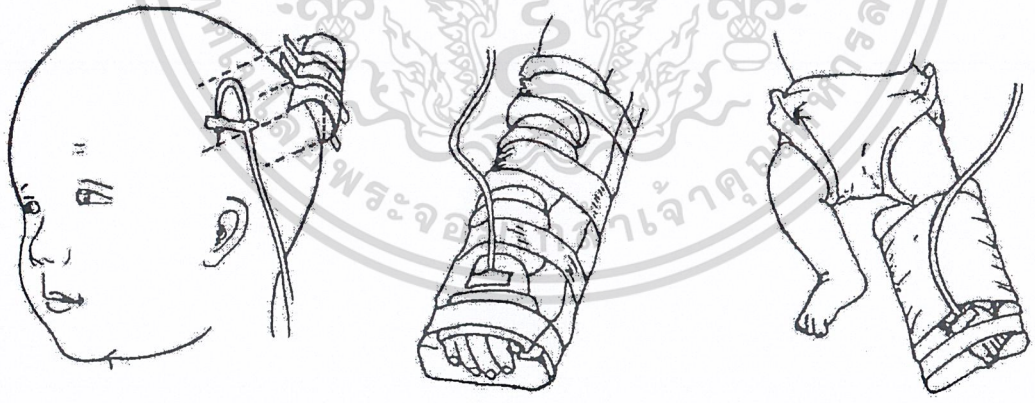
เข็มชแค็ลพเวน มีความยาวเพียง ¾ -1 นิ้ว มีเบอร์ 18-25 เช่นเดียวกับเข็มตรงบริเวณหัวเข็มเป็นปีกพลาสติก จึงสามารถพับปีกจับเข็มแทงได้สะดวก เมื่อวางปีกลงจะแบนราบติดกับผิวหนัง ทำให้ยึดเข็มอยู่กับที่ได้ดีกว่าเข็มตรง นอกจากนี้เข็มมีความไม่มาก สามารถแทงเข้าหลอดเลือดดำได้ง่าย และไม่ค่อยแทงทะลุหลอดเลือด เพราะปลายตัดสั้นกว่าเข็มตรง เหมาะในการให้สารน้ำในระยะเวลาสั้นๆ และให้สารน้ำบริเวณศีรษะเด็กเล็ก

เข็มพลาสติก (Plastic Catheter) มีความยาว 1¼ นิ้ว มีแกนในเป็นเข็มโลหะแทงนำให้เข็มพลาสติกเข้าไปอยู่ในหลอดเลือดก่อน แล้วจึงดึงออกให้เหลือแต่เข็มพลาสติก เหมาะสำหรับให้สารน้ำแก่ผู้ป่วยที่เคลื่อนไหวตัวมาก และได้รับสารน้ำเป็นเวลานานๆ แต่มีข้อเสียที่เข็มอาจพับหรืองอเมื่อแทงเข็มใกล้ข้อพับแล้วผู้ป่วยงอแขน และมีอาการแทรกซ้อน คือหลอดเลือดอักเสบได้ง่ายกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยบางรายที่มีหลอดเลือดดำแฟบ แบน เห็นไม่ชัดเจน แทงเข็มเข้าหลอดเลือดดำได้ลำบากมาก แพทย์จะกรีดผิวหนัง และหลอดเลือด แล้วสอดใส่สายพลาสติกชนิดพิเศษเข้าไปแทนเข็ม และเย็บผูกยึดสายพลาสติกนี้ให้อยู่ในหลอดเลือด ปลายสายด้านนอกต่อกับเข็มเพื่อต่อกับชุดสายให้สายให้สารน้ำ มักทำให้ผู้ป่วยที่ต้องให้สารน้ำนานๆ หรือผู้ป่วยที่ได้รับสารอาหารทางหลอดเลือดดำ

2.1.4) ไม้รองแขน การป้องกันเข็มแทงทะลุออกนอกหลอดเลือดดำอาจกระทำได้โดยการใช้ไม้รองแขน หรือใช้ฝาครอบพลาสติกบริเวณศีรษะของเด็ก แล้วผูกมัดหรือยึดแขนให้อยู่นิ่งบนไม้รองแขน ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยรู้สึกเมื่อยหรือตึงแขน จึงควรใช้ไม้รองแขนในรายที่จำเป็น เช่น แทงเข็มใกล้ข้อมือ ข้อพับ ผู้ป่วยเด็กหรือสูงอายุ ผู้ป่วยที่มีอาการกระสับกระส่าย สับสน และไม่รู้สึกตัว เพื่อความสุขสบายของผู้ป่วยควรจัดหาไม้รองแขนที่มีขนาดพอเหมาะ น้ำหนักเบา หุ้มหรือรองด้วยผ้านิ่ม ใช้วางรองบริเวณข้อมือ ข้อพับ ปล่อยให้นิ้วมืองอหรือเคลื่อนไหวได้บ้าง ถ้าหาผ้านิ่มรองใต้ฝ่ามือหรือหลังมือในกรณีที่หงายแขน จะทำให้ผู้ป่วยสบายยิ่งขึ้น ขั้นสุดท้ายผูกยึดแขนหรือขากับไม้รองแขนด้วยผ้าพันแผลหรือเทปกระดาษ ควรหาผ้าก๊อสหรือกระดาษเช็ดหน้าวางบนบริเวณผิวหนังที่จะผูกยึด ในเด็กเล็กอาจใช้หมอนทรายแทน และใช้หมอนทรายขนาบ 2 ข้างศีรษะเด็กถ้าให้สารน้ำบริเวณศีรษะ การผูกยึดไม่ควรให้แน่นเกินไปเพื่อให้สารน้ำไหลได้สะดวก



(ก) ฝาครอบพลาสติก (ข) การยึดแขนไว้กับไม้รองแขน (ค) การยึดขาเด็กไว้กับหมอนทราย

รูปที่ 2.34 ลักษณะฝาครอบพลาสติก การผูกยึดด้วยไม้รองแขน และหมอนทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5) เสาแขวนขวดสารน้ำ ใช้ในการแขวนขวดสารน้ำ เพื่อให้เกิดแรงโน้มถ่วงทำให้สารน้ำไหลลงมาตามสายให้สารน้ำ ถ้าแขวนขวดสารน้ำสูง สารน้ำจะหยดเร็วกว่าการแขวนขวดสารน้ำต่ำ นอกจากนี้เสาแขวนขวดสารน้ำบางชนิดยังใช้เป็นเครื่องพยุงตัวผู้ป่วยให้เดินได้ด้วยตนเอง เพราะฐานเสามีล้อเลื่อน สามารถเคลื่อนย้ายไปได้อย่างสะดวก ควรเช็ดทำความสะอาดไว้เสมอ เพื่อป้องกันการหมักหมมของสิ่งสกปรก

2.1.6) เครื่องใช้อื่นๆ

1) อับสำลีแห้ง ผ้าก๊อส ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วบางแห่งใช้พลาสเตอร์ปิดแผลแทนผ้าก๊อส

2) ยาระงับเชื้อ เช่น แอลกอฮอล 70 % ทิงเจอร์ไอโอดีน 2½ %

3) สายยางรัดแขน (Tourniquet)

4) ผ้าพลาสติกขนาดประมาณ 1 ตารางฟุต

5) พลาสเตอร์ ผ้าพันแผลหรือเทปกระดาษ

6) กระปุกปากคีบเล็ก

7) ชามรูปไตขนาดเล็ก

จัดเครื่องใช้เหล่านี้ใส่ถาดไว้ และวางในที่สะอาดเฉพาะแห่ง พร้อมที่จะนำมาใช้ได้ตลอดเวลา

2.2) การเลือกหลอดเลือดดำในการให้สารน้ำ

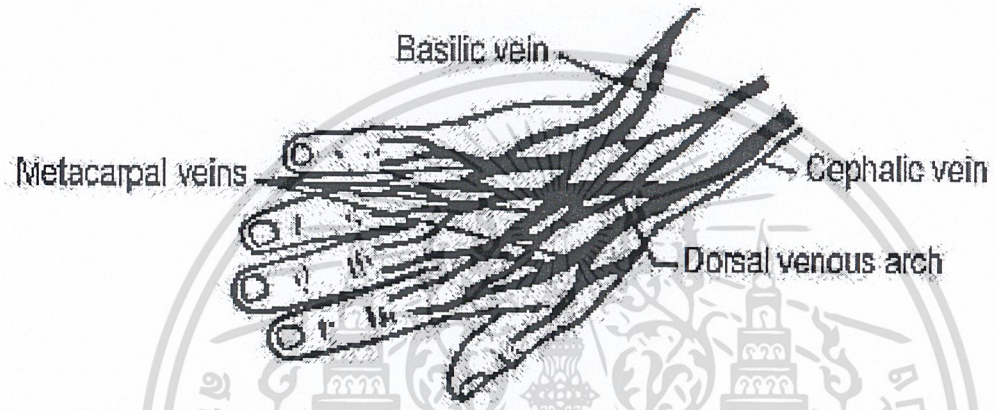
การเลือกหลอดเลือดดำเพื่อแทงเข็มให้สารน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องพิจารณาจากองค์ประกอบ 4 ประการ ดังนี้

2.2.1) ความชัดเจนของหลอดเลือดดำ หลอดเลือดดำที่อยู่ตื้นจะมองเห็นได้ชัด แทงเข็มได้ง่าย ได้แก่ หลอดเลือดดำบริเวณแขน หลังมือ ขา และศีรษะของเด็กทารก ดังแสดงในรูปที่ 2.35

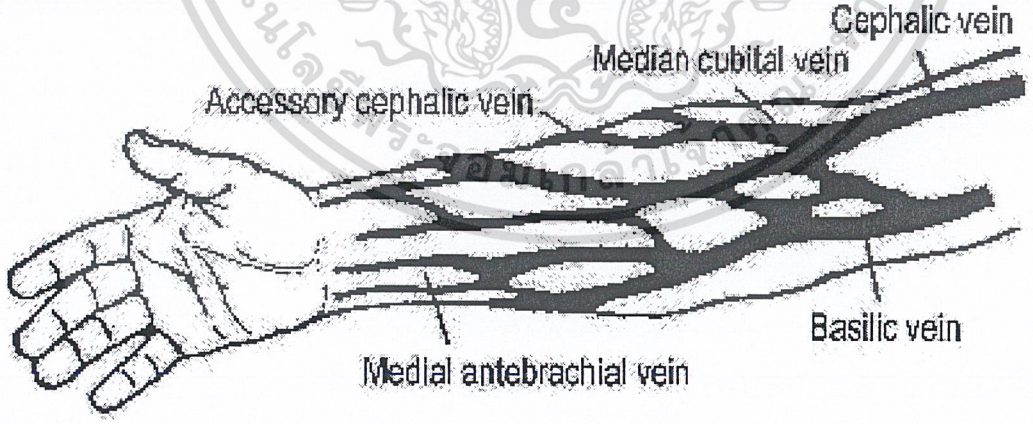
หลอดเลือดดำบริเวณข้อพับ และหน้าแขน ได้แก่ เบสิลิคเวน (Basilic Vein) เซฟฟาลิคเวน (Cephalic Vein) เป็นหลอดเลือดดำขนาดใหญ่ แตกแขนงลงมาเป็น มีเดียนคิบิทัลเวน (Median Cubital Vein) แอคเซสซอรี เซฟฟาลิคเวน (Accessory Cephalic Vein) มีเดียนแอนตี้เบร เคียลเวน (Medial Antebrachial Vein) และเรเดียลเวน (Radial Vein) ซึ่งอยู่บริเวณปลายแขน ขนาดของหลอดเลือดจะเล็กลงตามลำดับ หลอดเลือดดำขนาดใหญ่จะมีความยืดหยุ่นมาก มีเลือดผ่านจำนวนมากกว่า และเคลื่อนที่ได้น้อย เพราะมีเนื้อเยื่ออยู่โดยรอบจำนวนมากจึงนิยมใช้หลอดเลือดดำใหญ่ในการเจาะเลือดไปตรวจ ให้ฉีด และให้สารน้ำ ด้วยเหตุที่แทงเข็มเข้าได้ง่าย มีเลือดจำนวนมากสามารถเจือจางยาได้ดี และสารน้ำผ่านสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดเลือดดำบริเวณข้อมือ และหลังมือ ได้แก่ เบสิลิคเวน เซฟฟาลิคเวน และ ดอร์ซัลวีนัส เนทเวอร์ค (Dorsal Venous Network) ดอร์ซัล เมทาคาร์ปัลเวน (Dorsal Metacarpal Vein) เป็นหลอดเลือดขนาดเล็ก ยืดหยุ่นได้น้อย มีเลือดไหลผ่านน้อย และเนื้อเยื่อโดยรอบไม่มาก ทำให้เคลื่อนที่จากเดิมได้ง่ายเมื่อมีการสัมผัส



(ก) บริเวณข้อมือ และหลังมือ



(ข) บริเวณข้อพับ และหน้าแขน

รูปที่ 2.35 ตำแหน่งหลอดเลือดดำสำหรับแทงเข็มให้สารน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดเลือดดำบริเวณหลังเท้า ได้แก่ ดอร์ซัล เพลกซัล (Dorsal Plexus) และที่ข้อเท้า คือ เซฟฟีนัสเวนใหญ่ (Great Saphenous Vein) เป็นบริเวณที่ไม่นิยมให้สารน้ำ เนื่องจากการไหลเวียนของเลือดช้า มีโอกาสเกิดการอุดตันของหลอดเลือด และอักเสบได้ง่าย ถ้าพบว่าเป็นโรคเบาหวาน หรือการไหลเวียนของเลือดไม่ดี จะไม่ใช้แทงเข็มเลย

การเลือกหลอดเลือดดำบริเวณแขน หลังมือ และขา ควรเลือกหลอดเลือดที่มีลักษณะค่อนข้างตรงในตำแหน่งที่ไม่ผ่านข้อมือหรือข้อพับ เพื่อป้องกันเข็มแทงทะลุหลอดเลือดในขณะที่ผู้ป่วยเคลื่อนไหว

หลอดเลือดดำบริเวณศีรษะเด็กทารก ได้แก่ ซแค็ลพเวน (Scalp Vein) บริเวณขมับทั้ง 2 ข้าง เป็นหลอดเลือดที่ให้สารน้ำแก่เด็กทารก เนื่องจากหลอดเลือดบริเวณอื่นเล็กมาก

2.2.2) ภาวะของหลอดเลือดดำ บางครั้งหลอดเลือดดำที่อยู่ตื้นอาจใช้ไม่ได้ เนื่องจากภาวะของผู้ป่วย เช่น ช็อค หลอดเลือดจะตีบแฟบง่าย หลังการผ่าตัดหลอดเลือดบริเวณใกล้เคียงจะได้รับความกระทบกระเทือนบอบช้ำ ผิวหนังถูกไฟไหม้ น้ำร้อนลวก ทำให้หลอดเลือดแข็งตัว การมีหลอดเลือดดำโป่งพอง (Varicose Vein) จะขังสารน้ำไว้ หลอดเลือดที่เข็มแทงผ่านซ้ำที่เดิมบ่อยจะแข็งตัวเลือดผ่านไม่สะดวก ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการแทงเข็มให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำที่มีภาวะไม่สมบูรณ์

2.2.3) ชนิดของสารน้ำที่ให้ สารน้ำบางชนิด ก่อความระคายเคืองให้แก่หลอดเลือดดำ เช่น สารละลายไฮเปอร์โทนิค สารน้ำที่มียาผสม สารน้ำที่มีความหนืดสูง สารน้ำดังกล่าวควรให้ผ่านทางหลอดเลือดดำขนาดใหญ่ เพราะจะช่วยเจือจางตัวยาได้มาก และอัตราการไหลผ่านเร็วขึ้น

2.2.4) ปริมาณ และระยะเวลาที่เราให้สารน้ำ การให้สารน้ำในจำนวนมากหรือให้ช้าๆ จะใช้เวลานาน โอกาสที่เข็มจะแทงทะลุหลอดเลือดจึงมีมากขึ้น ดังนั้นผู้ป่วยที่คาดว่าจะต้องได้รับสารน้ำเป็นเวลานาน หรือให้ยาทางหลอดเลือดดำบ่อยครั้ง จึงควรเริ่มแทงเข็มที่หลอดเลือดดำบริเวณปลายมือก่อน เพื่อสำรองหลอดเลือดขนาดใหญ่กว่า ไว้ใช้ภายหลังเมื่อจำเป็นหรือในเวลา ฉุกเฉินได้ และควรแทงเข็มที่มือหรือแขนข้างที่ไม่ถนัดก่อน เพื่อให้ใช้มือข้างที่ถนัดได้เต็มที่

2.3) การคำนวณสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ

สารน้ำที่ผู้ป่วยได้รับ แพทย์จะกำหนดชนิด และปริมาณที่ให้แต่ละวัน ดังนั้นจึงต้องมีการคำนวณให้แน่นอนว่าผู้ป่วยควรได้รับสารน้ำตามปริมาณที่กำหนด ในอัตราการหยดมากหรือน้อยเพียงใด เพื่อให้การรักษาได้ผลดี และไม่มีอาการแทรกซ้อน ขั้นตอนการคำนวณมีดังนี้

2.3.1) ดูจากจำนวนหยด/มิลลิลิตร ที่ระบุไว้หน้าชุดสายให้น้ำ เช่น 10, 15 หรือ 20 หยด/มิลลิลิตร ส่วนชุดโวลูโทรล จะมี 60 หยด/มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2) คำนวณอัตราการหยด/นาที ใช้สูตร

$$\frac{\text{จำนวนสารน้ำที่ให้} \times \text{จำนวนหยด/มิลลิลิตร}}{\text{เวลาที่ให้ (นาที) ทั้งหมด}} = \text{อัตราการหยด/นาที} \qquad (2.1)$$

ตัวอย่าง ให้สารน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ภายใน 8 ชั่วโมง จำนวนหยด/มิลลิลิตร เท่ากับ 15

$$\frac{1{,}000 \times 15}{480} = 31 \text{ หยด/นาที}$$

เมื่อคำนวณได้แล้ว ให้ปรับอัตราการหยดของสารน้ำให้ได้ประมาณ 30 หยด/นาที (อาจให้น้อยหรือมากกว่าประมาณ 1-3 หยด)

2.3.3) การคำนวณจำนวนสารน้ำที่ผู้ป่วยต้องได้รับใน 1 ชั่วโมง ใช้สูตร

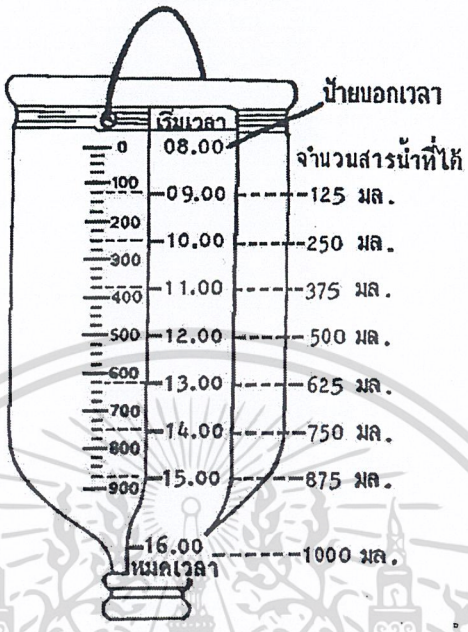
$$\frac{\text{จำนวนสารน้ำที่ให้}}{\text{เวลาที่ให้ (ชั่วโมง) ทั้งหมด}} = \text{จำนวนสารน้ำที่ผู้ป่วยต้องได้รับใน 1 ชั่วโมง} \qquad (2.2)$$

จากตัวอย่างที่ผ่านมาจำนวนสารน้ำที่ผู้ป่วยต้องได้รับใน 1 ชั่วโมง

$$\frac{1{,}000}{8} = 125 \text{ มิลลิลิตร/ชั่วโมง}$$

เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบ และปรับอัตราการหยดของสารน้ำให้ได้ตามกำหนด ควรติดป้ายเปรียบเทียบระดับสารน้ำกับเวลาที่คำนวณได้ตลอด 8 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 2.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 ป้ายบอกเวลาที่ให้สารน้ำเทียบกับระดับสารน้ำ

2.3.4) ข้อควรพิจารณาการคำนวณหยดของสารน้ำที่ให้

ปกติแล้วแพทย์จะสั่งชนิดของสารน้ำ และปริมาณที่ให้ในจำนวนที่ต้องการ เป็นหน้าที่ และความรับผิดชอบของพยาบาลที่จะปรับ และรักษาระดับหยด และซีซี. ที่ให้ภายใน 1 ชั่วโมง ซึ่งอาจจะต้องคำนึงถึงเหตุผล และปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1) เกี่ยวกับผู้ป่วย (Patient Determinining Factors)

1.1) ร่างกายของผู้ป่วย ผู้ที่มีร่างกายใหญ่มีความต้องการ และมีโอกาสที่จะใช้จำนวนน้ำที่ได้เร็วกว่าผู้ที่ร่างกายเล็กกว่า

1.2) สภาพของผู้ป่วย ถ้าผู้ป่วยมีปัญหาเกี่ยวกับทางด้านหัวใจ และหลอดเลือด (Cardiovascular) หรือเกี่ยวกับไต แพทย์จะเป็นผู้พิจารณาในปริมาณสารน้ำที่จะให้

1.3) อายุของผู้ป่วย ในผู้ป่วยสูงอายุ อัตราหยดของสารน้ำที่ให้ช้ากว่าธรรมดา เพื่อป้องกันการเพิ่มของความดันในหลอดเลือดดำ Venous Pressure

1.4) ความทนต่อการได้รับยา ยาบางชนิดจะต้องให้ช้าๆ

1.5) ส่วนประกอบของสารน้ำที่เติมลงไป ว่าจะมีผลต่อผู้ป่วยอย่างไร เพียงใด ซึ่งบางชนิดอาจจะต้องให้อัตราหยดแตกต่างกันออกไป

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เกี่ยวกับอัตราการหยดของสารน้ำขึ้นอยู่กับ

2.1) ความกดดันของสารประกอบแต่ละประเภทที่เติมอยู่ในสารน้ำ

2.2) การขัดสีระหว่างโมเลกุลของน้ำยากับผิวภายในของสายยางที่ให้

2.3) ความกว้าง และความยาวของสายยาง

2.4) ความสูงของภาชนะที่บรรจุ และความสูงที่ใช้แขวนขวดหรือถุงน้ำที่ให้

2.5) ขนาดของเข็ม และหลอดเลือด

2.6) ความหนืดของน้ำยา ถ้าน้ำยาเข้มข้นมาก การไหลจะช้ากว่าน้ำยาที่ใส

2.7) หลอดเลือดมีการบุบสลาย อุดตัน หรือเข็มอยู่ไม่ตรงกับที่

2.8) การแก้ปัญหาอื่นที่เกิดขึ้น อาจถามได้จากแพทย์

2.3.5) อัตราการหยดเพื่อเปิดทางเข้าหลอดเลือดดำ

ในกรณีที่มีการแทงเข็มเพื่อเปิดทางเข้าของหลอดเลือดดำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการให้ยาจำนวนน้อย บ่อยๆ ครั้งโดยหลีกเลี่ยงการแทงเข็มซ้ำ ให้ปรับอัตราการหยดช้าๆ แต่ไม่ควรต่ำกว่า 10 มิลลิลิตร/ชั่วโมง มิฉะนั้นแรงดันในหลอดเลือดจะมากกว่า ทำให้เลือดไหลย้อนเข้ามาในสายให้สารน้ำเกิดเป็นก้อนเลือดอุดตันทางผ่านของสารน้ำได้

2.3.6) ปัจจัยที่ทำให้อัตราการหยดของสารน้ำเปลี่ยนแปลง

เมื่อสารน้ำเข้าสู่กระแสเลือด จะมีการดูดซึมอย่างรวดเร็ว พบว่า ร่างกายผู้ใหญ่นำสารน้ำไปใช้ประโยชน์ได้เมื่อมีอัตราการหยดประมาณ 20-60 หยด/นาที หรือจำนวน 80-250 มิลลิลิตร/ชั่วโมง (Beverly, 1982 : 661) การควบคุมอัตราการหยดของสารน้ำจึงมีความสำคัญมากในการรักษาความสมดุลของน้ำ และเกลือแร่ การให้เร็วเกินไปอาจเกิดอาการหัวใจวายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยเด็ก สูงอายุ ผู้ป่วยที่มีปัญหาการทำงานของหัวใจ ไต และถ้าให้ช้าเกินไปร่างกายจะขาดน้ำหรือความสมดุลของน้ำในร่างกายเกิดขึ้นช้าไป พยาบาลจึงมีหน้าที่รับผิดชอบที่จะต้องหมั่นสังเกตอัตราการหยดของสารน้ำอยู่เสมอ ทุกๆ 15-30 นาที และคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการหยดของสารน้ำ ดังนี้

1) ระดับขวดสารน้ำสูงหรือต่ำเกินไป การแขวนขวดสารน้ำให้สูง สารน้ำก็จะหยดเร็วกว่าการแขวนขวดในระดับต่ำ และถ้าขวดสารน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับหลอดเลือดแรงดันในหลอดเลือดจะมากกว่า ทำให้เลือดไหลย้อนเข้ามาในเข็ม และปนกับสารน้ำในสายให้สารน้ำ

2) ความหนืดของสารน้ำ ถ้าสารน้ำมีความหนืดสูงอัตราการหยดจะช้า

3) ขนาดเข็มที่แทงเข้าหลอดเลือดดำ เข็มขนาดใหญ่มีทางผ่านกว้าง อัตราการหยดจะเร็วกว่าการใช้เข็มขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เกลียวปรับบังคับหยดที่ลื่นมาก จะบังคับการหยดได้ไม่ดีพอ อัตราการหยดจะเร็ว

5) สายให้สารน้ำ ถ้ามีความยาวมาก มีการหักพับ งอหรือถูกกด จะทำให้สารน้ำผ่านไม่สะดวกอัตราการไหลจะช้าลง และถ้าปลายข้อต่อของสายให้สารน้ำถูกดึงรั้งจนหลวมหลุดจากเข็ม สารน้ำจะไหลเร็วแต่ไม่เข้าหลอดเลือดดำ และจะมีเลือดออกมาจากหัวเข็มด้วย

6) การผูกยึดบริเวณหลอดเลือด แน่นหรือดึงเกินไปจะปิดกั้นทางผ่านของสารน้ำทำให้อัตราการหยดช้าลง

7) การเคลื่อนย้าย และการเคลื่อนไหวร่างกายของผู้ป่วยอาจทำให้เข็มเคลื่อนที่ปลายตัดเข็มแนบชิดผนังหลอดเลือดหรือแทงทะลุหลอดเลือด สารน้ำไหลไม่สะดวก อัตราการหยดจะช้าลง

3) การแทงเข็มให้สารน้ำเข้าทางหลอดเลือดดำ

มีวิธีการปฏิบัติดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.7 วิธีการใช้เข็มแทงเข้าหลอดเลือดดำ

วิธีปฏิบัติ	เหตุผล
1) ล้างมือให้สะอาด	1) ป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อโรค ขณะเตรียมสารน้ำ
2) เตรียมขวดสารน้ำตามใบสั่งการรักษา และนำเครื่องใช้ในการให้สารน้ำทั้งหมดไปที่เตียงผู้ป่วย	2) เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับสารน้ำตามการรักษา
3) แจ้งให้ผู้ป่วยทราบ	3) เพื่อให้ผู้ป่วยร่วมมือ
4) ตรวจสอบ ชื่อ-สกุล ของผู้ป่วย	4) เพื่อให้สารน้ำได้ถูกต้องกับตัวผู้ป่วย
5) ควรให้ผู้ป่วยที่ช่วยเหลือตนเองได้ไปปัสสาวะหรืออุจจาระให้เรียบร้อยจัดให้ผู้ป่วยนอนในท่าที่สบาย	5) เนื่องจากผู้ป่วยต้องนอนบนเตียงขณะได้รับสารน้ำเป็นเวลานาน
6) ล้างมือให้สะอาดอีกครั้ง	6) ป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) วิธีการใช้เข็มแทงเข้าหลอดเลือดดำ

วิธีปฏิบัติ	เหตุผล
7) วางขวดสารน้ำบนโต๊ะข้างเตียง เปิดฝาผนึกใช้สำลีชุบแอลกอฮอล 70 % เช็ดจุกยาง รอให้แห้ง เปิดชุดสายให้สารน้ำ จับเฉพาะส่วนกระเปาะน้ำ หมุนเกลียวปรับหยดน้ำให้แน่น ดึงปลอกเข็มพลาสติกออก แทงผ่านจุกขวด หมุนเล็กน้อยให้แน่นยิ่งขึ้นระวังอย่าให้ปลายเข็มพลาสติกและปลายข้อต่อสัมผัสกับสิ่งอื่น	7) ป้องกันการปนเปื้อนเชื้อโรคในสารน้ำจากจุกขวด และการต่อชุดสายให้สารน้ำ
8) คว่ำขวด คล้องสายแขวนกับเสาแขวนขวดสารน้ำให้สูงจากผู้ป่วยประมาณ 18-24 นิ้ว	8) การให้สารน้ำไหลเข้าหลอดเลือดดำได้ต้องใช้แรงโน้มถ่วงที่เหมาะสม
9) บีบกระเปาะพักน้ำ ให้สารน้ำไหลเข้าประมาณ 2 ใน 3 ส่วน หรือตามรอยขีดที่กำหนดไว้	9) ป้องกันอากาศผ่านเข้าในสายให้สารน้ำและเหลือช่องว่างส่วนบนไว้ ดูอัตราการหยดของสารน้ำ
10) ถอดปลอกปลายข้อต่อของชุดให้สารน้ำต่อกับเข็มที่จะแทงเข้าหลอดเลือดดำหรือปลายสายของเข็มชนิดซแค็ลพเวนให้แน่น ระวังอย่าสัมผัสกับปลายข้อต่อ และปลายเข็มถอดปลอกเข็มเก็บไว้ในที่สะอาด	10) เข็มเป็นทางเชื่อมให้สารน้ำผ่าน เข้าหลอดเลือดดำ ต้องป้องกันการปนเปื้อนเชื้อโรคเข้าหลอดเลือดดำ
11) หมุนเกลียวปรับหยดน้ำเปิดให้สารน้ำไหลผ่านสายน้ำ และเข็มลงสู่ชามรูปไต ไล่ฟองอากาศจนหมด หมุนเกลียวปิดให้แน่น สวนปลอกเข็มไว้ตามเดิม แขวนสายให้น้ำไว้บนขอแขวน	11) ป้องกันการอุดตันของฟองอากาศในหลอดเลือด
12) เตรียมผิวหนัง และแทงเข็มเข้าหลอดเลือดดำของผู้ป่วยเช่นเดียวกับการฉีดยาเข้าทางหลอดเลือดดำ ข้อ 1-9 ถ้าแทงเข็มบริเวณหลังมือให้กำมือผู้ป่วย และงอข้อมือเล็กน้อย	12) เพื่อให้เข็มอยู่ในหลอดเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) วิธีการใช้เข็มแทงเข้าหลอดเลือดดำ

วิธีปฏิบัติ	เหตุผล
13) แทงเข็มเข้าไปในหลอดเลือดประมาณ 1 นิ้ว หรือสุดเข็มซแค๊ลพเวน จะเห็นเลือดไหลย้อนเข้ามาที่ปลายสายให้สารน้ำ	13) เนื่องจากแรงดันเลือดปกติจะมากกว่าแรงดันในสายให้สารน้ำ
14) ให้ผู้ป่วยคลายมือ ปลดสายรัดออกเบาๆ	14) การรัดหลอดเลือดดำจะทำให้สารน้ำเข้าสู่หลอดเลือดไม่ได้
15) หมุนเกลียวเปิดให้สารน้ำไหลผ่านเข้าไปในหลอดเลือดดำช้าๆ	15) ไม่ให้เลือดแข็งตัว
16) ปิดตำแหน่งที่แทงเข็มด้วยผ้าก๊อส และพลาสเตอร์ (หนุนหัวเข็มด้วยสำลีหรือผ้าก๊อสถ้าจำเป็น) ยึดหัวเข็มให้แน่นด้วยการพันพลาสเตอร์ขนาดครึ่งนิ้วไขว้ด้านบน ปิดพลาสเตอร์ริมหัวเข็มอย่าให้ติดกับปลายข้อต่อของสายให้สารน้ำ โค้งสายให้สารน้ำเป็นห่วงโค้งหรือวงกลมปิดทับด้วยพลาสเตอร์	16) ให้เข็มอยู่กับที่ในแนวหลอดเลือด เพื่อถอดเปลี่ยนสายให้สารน้ำชุดใหม่ได้สะดวก ป้องกันการดึงรั้งเข็มหลุดจากหลอดเลือด
17) วางไม้รองแขน และผูกยึดด้วยผ้าพันแผลหรือเทปกระดาษ	17) ป้องกันเข็มแทงทะลุออกนอกหลอดเลือดเมื่อเคลื่อนไหว
18) ปรับอัตราการหยดของสารน้ำตามกำหนด	18) ให้ผู้ป่วยได้รับสารน้ำตามจำนวนที่กำหนด
19) บันทึก ชนิด ปริมาณ เวลาที่ให้ ลงในแผ่นบันทึกจำนวนน้ำเข้า และออกนอกจากร่างกายให้ถูกต้อง และชัดเจน	19) เพื่อประเมินความสมดุลของสารน้ำในร่างกาย
20) นำเครื่องใช้ไปล้างทำความสะอาด และเก็บไว้ที่เดิม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การเปลี่ยนขวดสารน้ำ และชุดสายให้สารน้ำ

เมื่อสารน้ำในขวดเก่าหมด และแพทย์ประสงค์จะให้สารน้ำขวดใหม่ต่อ พยาบาลจะต้องเปลี่ยนขวดสารน้ำ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.8 วิธีการเปลี่ยนขวดสารน้ำ และชุดสายให้สารน้ำ

วิธีปฏิบัติ	เหตุผล
1) เตรียมสารน้ำขวดใหม่ตามใบสั่งการรักษา	1) เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับสารน้ำอย่างถูกต้อง
2) ตรวจสอบ ชื่อ-สกุล ผู้ป่วยหรือดูป้ายข้อมือ	2) ป้องกันการให้สารน้ำผิดตัวผู้ป่วย
3)ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล 70 % เช็ดจุกยางของสารน้ำขวดใหม่ให้สะอาด	3) ป้องกันเชื้อ โรคปนเปื้อนผ่านจุกยาง
4) เมื่อสารน้ำขวดเก่า ไหลมาปริ่มบริเวณคอขวด ปิดเกลียวให้แน่น ปลดขวดลงจากขอแขวน	4) ป้องกันฟองอากาศเข้าไปในสายให้สารน้ำ
5) ดึงเข็มออกจากจุกยางขวดเดิม นำไปแทงผ่านเข้าจุกยางขวดใหม่	5) เพื่อต่อสายให้สารน้ำเข้ากับขวดสารน้ำขวดใหม่
6) แขวนขวดสารน้ำขวดใหม่ เปิดเกลียว และปรับอัตราการหยดให้ถูกต้อง	6) เพื่อให้สารน้ำไหลในอัตราการหยดที่กำหนด
7) ลงบันทึกในแผ่นบันทึกจำนวนน้ำเข้า และออกจากร่างกาย	7) เพื่อเป็นข้อมูลพิจารณาความสมดุลของสารน้ำในร่างกาย

การเปลี่ยนชุดสายให้สารน้ำ การให้สารน้ำแก่ผู้ป่วยเป็นเวลานานหลายวัน อาจเกิดการติดเชื้อจากชุดสายให้สารน้ำได้ ตามนโยบายการป้องกันการติดเชื้อของแต่ละสถาบัน พยาบาลพิจารณาเปลี่ยนชุดสายให้สารน้ำได้ทุก 1-3 วัน และเพื่อป้องกันการลืม ควรเขียนแถบป้ายเล็กๆ ระบุวันเดือนปี ที่เริ่มใช้ชุดสายให้สารน้ำ ติดไว้ใต้เกลียวของชุดสายให้สารน้ำ และทำการเปลี่ยนเมื่อครบกำหนด เพื่อความสะดวกควรเปลี่ยนพร้อมกับการเปลี่ยนสารน้ำขวดใหม่ ข้อควรระวังหลังการเปลี่ยนชุดสายให้สารน้ำ คือ การไล่ฟองอากาศให้หมด และต่อปลายข้อต่อกับหัวเข็มให้แน่น เพื่อป้องกันอาการแทรกซ้อนที่อาจเกิดแก่ผู้ป่วยในภายหลัง

5) การหยุดให้สารน้ำ

เมื่อให้สารน้ำครบ หรือเมื่อพบอาการแทรกซ้อน ต้องหยุดให้สารน้ำทันที ซึ่งมีขั้นตอนปฏิบัติดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 วิธีการหยุดให้สารน้ำ

วิธีปฏิบัติ	เหตุผล
1) ล้างมือให้สะอาด	1) ป้องกันเชื้อโรคปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายผู้ป่วย
2) แจ้งให้ผู้ป่วยทราบ	2) เพื่อให้ผู้ป่วยร่วมมือ
3) หมุนเกลียวปิดให้แน่น	3) ป้องกันสารน้ำไหลออกจากชุดสายให้สารน้ำ
4) ดึงพลาสเตอร์ออกจากผิวหนังผู้ป่วยอย่างแผ่วเบา มือหนึ่งจับหัวเข็มไว้ให้เข็มอยู่นิ่ง พลาสเตอร์ที่มียางเหนียวใช้สำลีชุบเบนซินเช็ดจะหลุดออกได้ง่าย ไม่ต้องดึงพลาสเตอร์ออกจากตัวเข็ม	4) เพื่อให้ดึงเข็มออกจากหลอดเลือดดำได้ง่าย ไม่เสียดสีผนังหลอดเลือด และไม่ดึงรั้งผิวหนังของผู้ป่วยให้ได้รับความเจ็บปวด
5) ดึงเข็มออกจากหลอดเลือดตามแนวหลอดเลือดพร้อมกันนั้นใช้สำลีแห้งกดตรงตำแหน่งที่แทงเข็มประมาณ 2-3 นาที ถ้ายังมีเลือดซึมใช้สำลีก้อนใหม่กดทับ แล้วปิดด้วยพลาสเตอร์	5) เพื่อให้เลือดหยุด
6) ลงบันทึกในแผ่นบันทึกจำนวนน้ำเข้า และออกจากร่างกาย	6) เพื่อเป็นข้อมูลพิจารณาความสมดุลของสารน้ำในร่างกาย
7) นำของไปเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย ส่วนชุดสายให้สารน้ำทิ้งไปได้เลย	

2.7.7 อาการแทรกซ้อนของการให้สารน้ำเข้าหลอดเลือดดำ

ในขณะผู้ป่วยได้รับสารน้ำ อาจเกิดอาการแทรกซ้อนจากสาเหตุต่างๆ การสังเกตอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอของพยาบาล จะทำให้ผู้ป่วยได้รับการช่วยเหลือได้ทันท่วงที มีความปลอดภัย และไม่ต้องทนทุกข์กับความไม่สุขสบายต่างๆ อาการแทรกซ้อนที่อาจพบ ได้แก่

1) สารน้ำแทรกซึมอยู่ในเนื้อเยื่อ (Infiltration) หมายถึง การที่มีสารน้ำคั่งในเนื้อเยื่อใต้ชั้นผิวหนัง เป็นอาการแทรกซ้อนที่พบบ่อยที่สุด เกิดจากเข็มแทงทะลุออกนอกหลอดเลือด บริเวณที่แทงเข็มจะมีการบวม สัมผัสเย็น และปวด ถ้าสารน้ำมีตัวยาที่ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อ เช่น ลีโวเฟด จะทำให้เนื้อเยื่อตายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ไข : ให้เปลี่ยนตำแหน่งแทงเข็มใหม่ ถ้าเป็นสารน้ำที่ไม่มีตัวยาที่ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อให้ประคบด้วยความร้อนเพื่อให้สารน้ำซึมเข้าสู่ร่างกาย และยุบบวม ถ้ามียาระคายเคืองซึมใต้เนื้อเยื่อให้รายงานแพทย์

2) หลอดเลือดดำอักเสบ (Phlebitis) เกิดจากการระคายเคือง และบอบช้ำของหลอดเลือด อาจโดยการเสียดสีจากเข็มบ่อยครั้ง การเสียดสีจากเข็มขนาดใหญ่ การระคายเคืองจากตัวยาที่ผสมในสารน้ำ การอักเสบจากลิ่มเลือดบริเวณปลายเข็ม ผู้ป่วยจะบ่นปวดแสบปวดร้อนตามแนวหลอดเลือด พบรอยแดงตามแนวหลอดเลือด และสัมผัสอุ่นกว่าบริเวณอื่น พบว่าหลอดเลือดดำขนาดเล็กอักเสบได้ง่ายกว่า อาการอักเสบจะรุนแรงมากถ้ามีการติดเชื้อร่วมด้วย ทำให้มีไข้ ชีพจรเร็ว ปวดเมื่อยตามตัว

การแก้ไข : ให้เปลี่ยนตำแหน่งแทงเข็มใหม่ และประคบด้วยความเย็นสลับกับความร้อนเพื่อลดความเจ็บปวด และการอักเสบ

3) ฟองอากาศเข้าไปอยู่ในหลอดเลือด (Air Embolism) เกิดจากการไล่ฟองอากาศออกจากสายให้สารน้ำไม่หมด หรือการปล่อยให้สารน้ำหมดขวดจนมีอากาศผ่านเข้าไปในสายให้สารน้ำ หรือการต่อปลายข้อต่อของสายให้สารน้ำกับหัวเข็มที่มีช่องว่างให้ฟองอากาศเข้าแทรกอยู่ได้ อันตรายจากฟองอากาศจะมีมาก ถ้าลอยไปอุดกั้นการไหลเวียนของเลือดที่ไปเลี้ยงอวัยวะสำคัญๆ เช่น สมอง หัวใจ ไต อาการที่พบมักเกิดจากหลอดเลือดแฟบแบนทันที คือ อาการเขียวคล้ำจากการขาดออกซิเจน ชีพจรเบาเร็ว ความดันเลือดต่ำ ไม่รู้สึกตัว อาจตายได้

นอกจากการอุดตันจากฟองอากาศแล้ว ลิ่มเลือดที่เกิดจากการแทงเข็มอาจหลุดลอยไปอุดตันหลอดเลือดได้เช่นเดียวกัน

การแก้ไข : รายงานแพทย์ทันที จัดท่าให้ผู้ป่วยนอนตะแคงซ้าย ศีรษะต่ำ ฟองอากาศจะผ่านเข้าไปสู่หัวใจห้องล่างขวา และเข้าไปในปอด เตรียมอุปกรณ์ให้ออกซิเจน ตรวจสอบสัญญาณชีวิต

4) การมีสารน้ำมากกว่าปกติในระบบไหลเวียนของเลือด (Circulatory Overload) เกิดจากสารน้ำมีอัตราการหยดเร็วเกินไป ผู้ป่วยจะมีอาการหัวใจวาย และน้ำท่วมปอด (Pulmonary Edema) อาการน้ำท่วมปอด ได้แก่ หายใจลำบาก ไอ ความดันเลือดสูง ปวดศีรษะ กระสับกระส่าย หลอดเลือดดำที่คอโป่งพอง

การแก้ไข : ปรับอัตราการหยดให้ช้าลง จัดท่านอนให้ศีรษะสูงหรือนั่ง เพื่อให้หายใจได้สะดวก เตรียมอุปกรณ์ให้ออกซิเจน รายงานแพทย์ และตรวจสอบสัญญาณชีวิตอย่างใกล้ชิด

5) ปฏิกิริยาสารไพโรเจน หมายถึง ปฏิกิริยาจากการมีสารไพโรเจน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทำให้เกิดอาการไข้ ปะปนในสารน้ำ เกิดจากกระบวนการเตรียมสารน้ำ การผสมยาในสารน้ำ การต่อชุดให้สารน้ำ และการให้สารน้ำที่ปราศจากเทคนิคการกีดกั้นเชื้อ การทำความสะอาดผิวหนังไม่ดีพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ป่วยจะมีอาการไข้สูงทันที หนาวสั่นมาก หลังจากได้รับสารน้ำประมาณ 30 นาที ร่วมกับอาการปวดท้อง ปวดศีรษะ คลื่นไส้อาเจียน หากปฏิกิริยารุนแรงมาก ความดันเลือดต่ำ อาการขาดออกซิเจนจนตัวเขียวคล้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนเชื้อที่ได้รับ อัตราการหยดของสารน้ำ และความไวของร่างกาย ผู้ที่มีโรคตับหรืออาการไข้อยู่แล้วจะเกิดอาการได้ง่าย

การแก้ไข : หยุดให้สารน้ำทันที รายงานแพทย์ ตรวจสอบสัญญาณชีวิต เตรียมนำสารน้ำส่งตรวจ

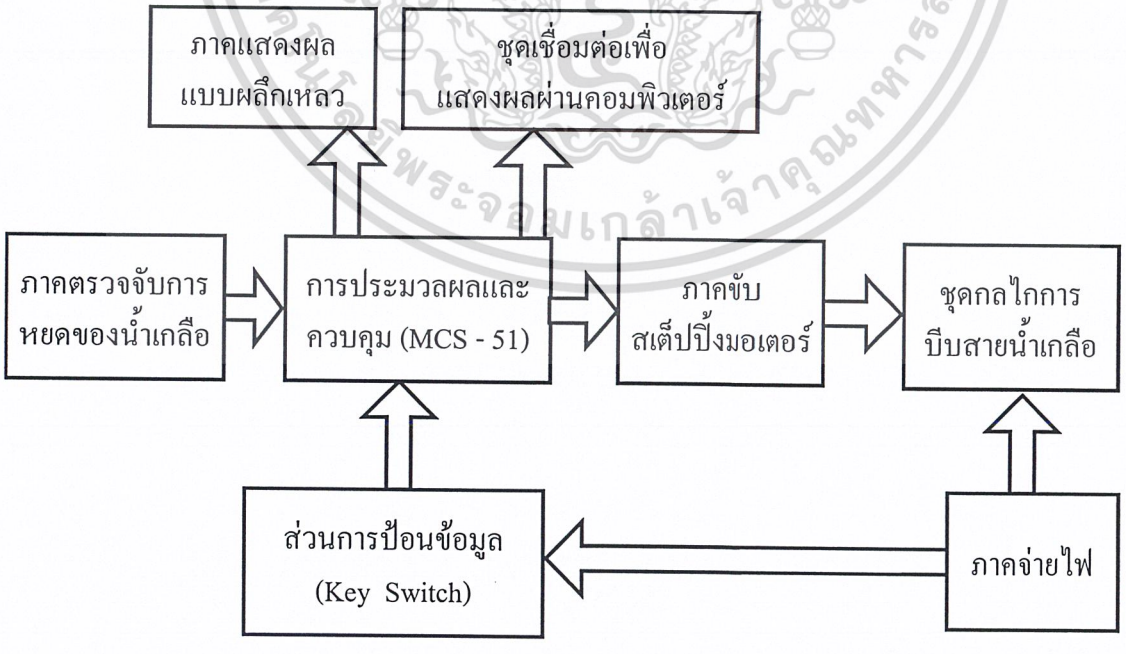
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบ และการสร้างเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ได้แบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการออกแบบฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วยส่วนการตรวจจับการหยดของน้ำเกลือ ภาคสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ส่วนการป้อนข้อมูล ชุดเชื่อมต่อเพื่อแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์ ส่วนการแสดงผล และชุดกลไกการบีบสายน้ำเกลือ ส่วนที่ 2 จะเป็นส่วนของซอฟต์แวร์ ประกอบด้วยโปรแกรมแสดงผลทางแอลซีดี (LCD) โปรแกรมควบคุมปริมาณการไหลของน้ำเกลือ โปรแกรมแสดงผลทางคอมพิวเตอร์โดยใช้วิชวลเบสิก และโปรแกรมควบคุมการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port) เพื่อนำข้อมูลไปแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ศูนย์กลางของหน่วยงานนั้น ๆ

3.2 แผนผังการทำงานของโครงงาน



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 เป็นแผนผังการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ภาคตรวจจับการหยดของน้ำเกลือ ทำหน้าที่ตรวจจับหยดน้ำเกลือที่หยดผ่านกระเปาะน้ำเกลือซึ่งจะทำการเปลี่ยนหยดน้ำเกลือเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยใช้หลักการตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด ถ้ามีหยดน้ำเกลือตัดผ่านแสงอินฟราเรด ตัวตรวจสอบก็จะส่งสัญญาณไปยังวงจรเปรียบเทียบแรงดันเพื่อสร้างสัญญาณพัลส์ขึ้นมาตามจำนวนหยดน้ำเกลือที่ตรวจจับได้เพื่อส่งไปให้ไโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล

2) ส่วนการป้อนข้อมูล ใช้สำหรับเลือกอัตราการหยดของน้ำเกลือที่ต้องการต่อนาที

3) ภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ทำงานเพื่อควบคุมชุดกลไกการบีบสาย

4) ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว ใช้สำหรับแสดงค่าอัตราการหยดของน้ำเกลือต่อนาที โดยจะใช้ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลวขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

5) ชุดเชื่อมต่อเพื่อแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ในการควบคุมการส่งข้อมูลจากเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือไปยังคอมพิวเตอร์

6) ภาคประมวลผล และควบคุมทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผล และควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS–51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน

7) ชุดกลไกการบีบสายน้ำเกลือ ทำหน้าที่จำกัดการไหลของน้ำเกลือ เพื่อให้ได้ตามอัตราการไหลที่ต้องการ

8) ชุดสปริงตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือ ทำหน้าที่ตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือเพื่อส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการสร้างสัญญาณเสียงเตือนออกลำโพง เมื่อปริมาณน้ำเกลือใกล้หมดขวด

9) ภาคจ่ายไฟ ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับส่วนต่าง ๆ ของเครื่องทั้งหมด

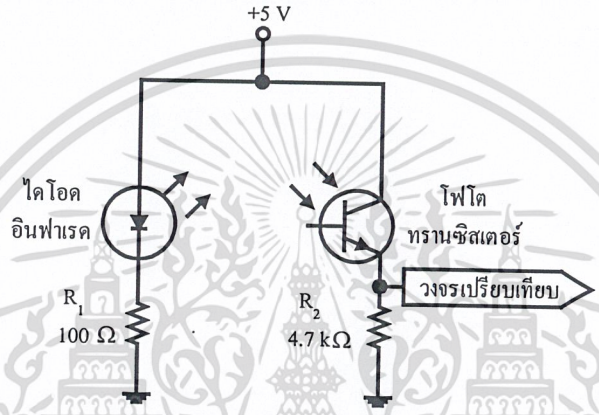
3.3 การออกแบบวงจร

3.3.1 ภาคตรวจจับการหยดของน้ำเกลือ

1) วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด การออกแบบวงจรจะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดเป็นตัวส่ง และใช้โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวรับสัญญาณ โดยมีหลักการทำงานคือ ในขณะที่ไม่มีหยดน้ำเกลือมาบังแนวรับแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์ ทำให้ตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ได้รับแสงจากไดโอดอินฟราเรด มีผลทำให้กระแสไหลผ่านโฟโตทรานซิสเตอร์ แรงดันเอาต์พุตที่ขาอิมิตเตอร์ของ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์ ซึ่งตกคร่อมตัวต้านทานขนาด 4.7 กิโลโอห์ม จะมีค่าประมาณ 3.2 โวลต์ แต่เมื่อมีหยดน้ำมาบังแนวรับแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์ทำให้แสงมาถึงโฟโตทรานซิสเตอร์ได้น้อยลง ทำให้กระแสไหลผ่านตัวโฟโตทรานซิสเตอร์น้อยลงด้วย แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานขนาด 4.7 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นแรงดันเอาต์พุตจะมีค่าประมาณ 1.6 โวลต์ ได้สภาวะความแตกต่างระหว่าง 2 สภาวะ คือระหว่างมีหยดน้ำผ่านและไม่มีหยดน้ำผ่าน

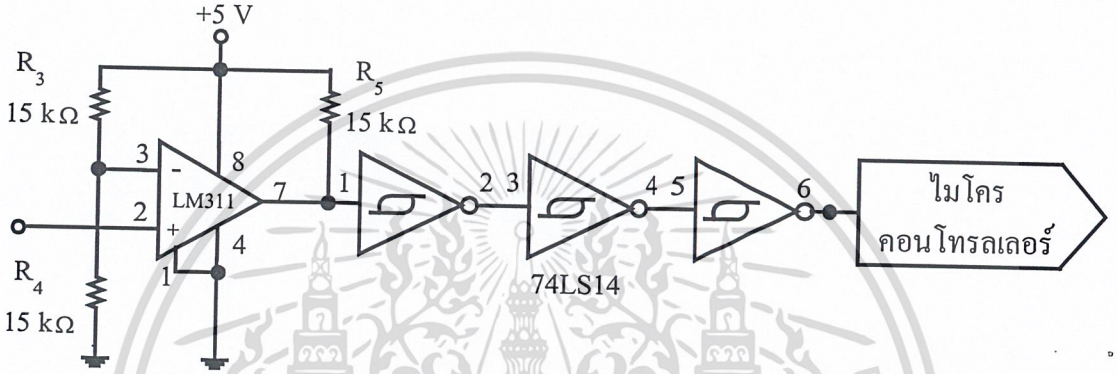


รูปที่ 3.2 วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด

2) วงจรเปรียบเทียบแรงดัน จากวงจรในรูปที่ 3.3 ใช้ไอซีออปแอมป์เบอร์ LM311 ทำการเปรียบเทียบแรงดันที่ได้รับจากวงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดกับแรงดันอ้างอิงที่ตั้งไว้โดยในสภาวะที่ยังไม่มีหยดน้ำ ระดับแรงดันที่ขา 2 ของออปแอมป์เบอร์ LM311 อยู่ที่ระดับ 3.2 โวลต์ คือแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 4.7 กิโลโอห์ม และที่ขา 3 ของออปแอมป์ LM311 มีแรงดันประมาณครึ่งหนึ่งของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง ซึ่งมีแรงดันประมาณ 2.5 โวลต์ เพราะฉะนั้น ในสภาวะที่ไม่มีหยดน้ำ แรงดันที่ขาบวก (ขา 2) ของออปแอมป์จะมีแรงดันมากกว่าที่ขาลบ (ขา 3) ที่เอาต์พุตของออปแอมป์ (ขา 7) เปรียบเสมือนลอยไม่ต่ออะไรอยู่ เนื่องจากออปแอมป์ต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดัน แรงดันที่เอาต์พุตของออปแอมป์จะได้เท่ากับแรงดันที่ต่อมาจาก R_5 คือ 5 โวลต์ นำไปผ่านไอซีเบอร์ 74LS14 ทำหน้าที่เป็นชมิททริกเกอร์อินเวอเตอร์ เพื่อทำการปรับขอบของสัญญาณพัลส์ให้มีความชันเพิ่มขึ้น จากวงจรจะใช้ชมิททริกเกอร์อินเวอเตอร์ 3 ตัว เพื่อให้สัญญาณที่ได้มีสภาวะตรงข้ามกับสัญญาณเอาต์พุตของออปแอมป์เบอร์ LM311 ซึ่งเอาต์พุตของวงจรก็จะมีสภาวะเป็น “0”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

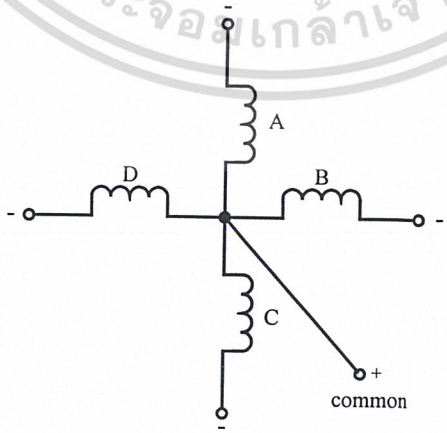
ในสภาวะที่มีหยดน้ำผ่าน จะมีแสงตกกระทบโฟโตทรานซิสเตอร์น้อยลง แรงดันที่ขาบวกของออปแอมป์จะมีค่าประมาณ 1.6 โวลต์ ซึ่งจะมีค่าน้อยกว่าแรงดันที่ขาลบของออปแอมป์ทำให้ขาเอาต์พุตของออปแอมป์ เปรียบเสมือนลงกราวด์คือสภาวะ “0” ไปป้อนให้ไอซี 74LS14 ซึ่งชมิททริกเกอร์อินเวอร์เตอร์ ทำการกลับสภาวะให้เป็นสภาวะ “1” ส่งผ่านไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลต่อไป



รูปที่ 3.3 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

3.3.2 ภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

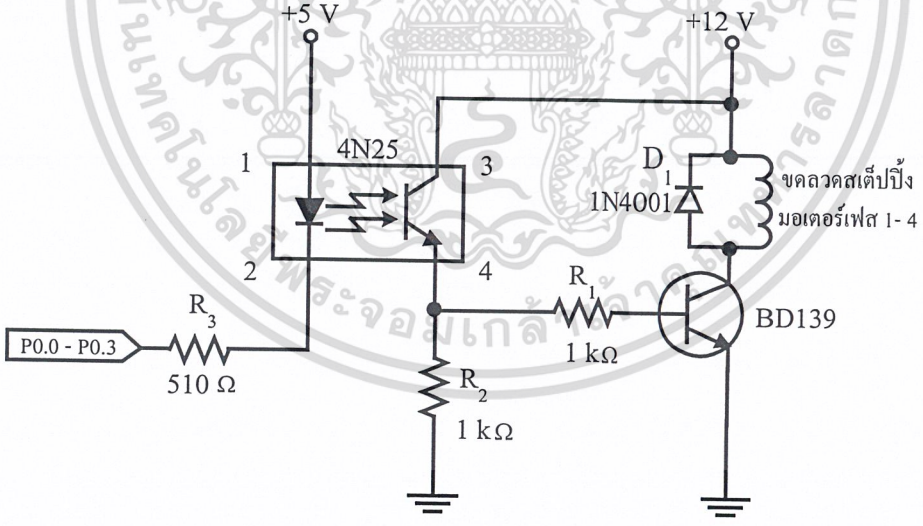
สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบยูนิโพลาร์ดังรูปที่ 3.4 โดยการทำงานของวงจรจะป้อนลอจิก “0” จากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้กับชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์



รูปที่ 3.4 สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

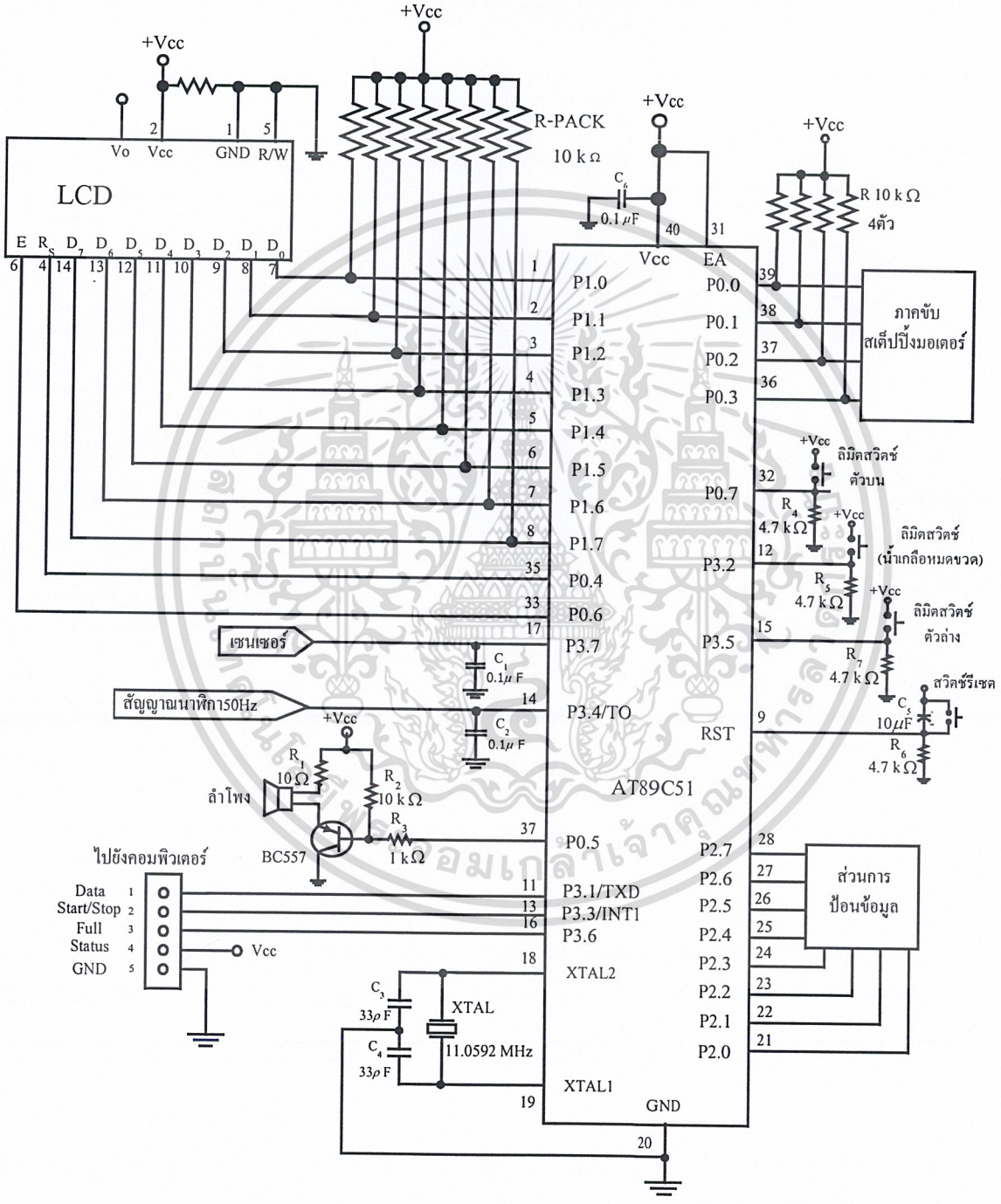
จากวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในรูปที่ 3.5 มีหลักการทำงานคือ อาศัยคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยลอจิกที่สามารถทำให้ชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทำงานคือ ลอจิก "0" เมื่อมีคำสั่งส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นลอจิก "0" แอลอีดี ภายในออปโต้เบอร์ 4N25 จะนำกระแสโดยมีตัวต้านทานค่า 510 โอห์ม ทำหน้าที่จำกัดกระแส เมื่อแอลอีดีภายในออปโต้ทำงานก็จะเปล่งแสงให้โฟโตทรานซิสเตอร์ในตัวออปโต้ ทำให้โฟโตทรานซิสเตอร์นำกระแส จะมีกระแสส่วนหนึ่งไหลผ่านตัวต้านทาน R_2 ขนาด 1 กิโลโอห์มลงกราวด์ และอีกส่วนหนึ่งจะไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 ขนาด 1 กิโลโอห์ม ไปไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 เมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแส ทำให้กระแสที่ไหลจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ ผ่านไปยังขดลวดสเต็ปปิ้งมอเตอร์ครบวงจร ในขณะที่ไดโอดเบอร์ 1N4001 ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับในขณะที่มอเตอร์หยุดทำงาน วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะมีทั้งหมด 4 ชุด แต่ละชุดนำไปขับขดลวดแต่ละขด ในส่วนของภาคจ่ายไฟของขดลวดสเต็ปปิ้งมอเตอร์กับภาคจ่ายไฟของอินพุตจะแยกออกจากกันอย่างอิสระ โดยใช้ออปโต้เบอร์ 4N25 เพื่อตัดปัญหาในเรื่องสัญญาณรบกวน และปัญหาอื่น ๆ ที่จะเข้ามารบกวนระบบการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.5 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

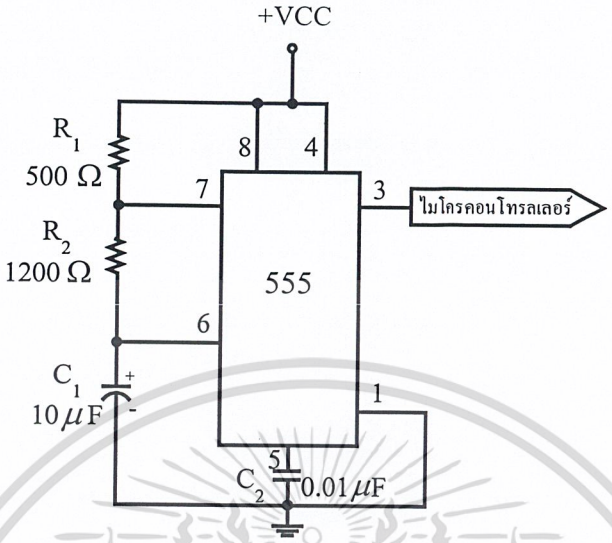
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ภาคประมวลผล และควบคุม



รูปที่ 3.6 วงจรภาคประมวลผล และควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์

ในส่วนของภาคประมวลผล และควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือแสดงดังรูปที่ 3.6 ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 เป็นส่วนประมวลผล และใช้โปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ควบคุมการทำงานของวงจร จากวงจรใช้พอร์ต 0 ควบคุมการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ โดยใช้ตั้งแต่ P0.0 – P0.3 ในส่วนของการส่งข้อมูลไปแสดงผลที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลว จะส่งข้อมูลเป็นรหัสแอสกี้ของทางพอร์ต 1 ในส่วนของการควบคุมการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์เพื่อไปควบคุมการไหลของน้ำเกลือนั้นจะใช้การเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากวงจรตรวจจับการหยดของน้ำเกลือจะมีคาบเวลาที่แน่นอน ถ้าน้ำเกลือหยดช้าก็จะมีความกว้างของพัลส์มาก ถ้าน้ำเกลือหยดเร็วก็จะมีความกว้างน้อย ซึ่งความกว้างของพัลส์ใน 1 คาบเวลานี้จะมีโปรแกรมตรวจสอบดูว่าจะเท่ากับสัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์เป็นจำนวน กี่ลูก ซึ่งก็จะนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ แล้วแสดงค่าออกมาเป็นจำนวนหยดต่อนาที ถ้าค่าที่ได้น้อยกว่าหรือมากกว่าค่าที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนบีบสายเข้าหรือคลายสายออกจนกว่าจะได้ค่าที่ตรงหรือใกล้เคียงกับค่าที่ตั้งไว้มากที่สุด

ในส่วนของการกำเนิดเสียงออกที่ลำโพงจะใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC557 เป็นตัวสวิตช์สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงให้ไหลเข้าสู่ลำโพงเพื่อให้เกิดเสียงขึ้น ซึ่งการทำให้ทรานซิสเตอร์มีสภาวะ “ON” จะต้องได้รับลอจิก “0” จากขา P0.5 ของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของการป้อนข้อมูลนั้นจะใช้สวิตช์คีย์เมตริกซ์ขนาด 4×4 เป็นตัวป้อนข้อมูลโดยจะต่อเข้ากับพอร์ต 2

ลิมิตสวิตช์ที่ต่ออยู่กับขา P0.7 ใช้เพื่อตรวจสอบตำแหน่งของแกนบีบสาย เมื่อเลื่อนขึ้นไปตำแหน่งบนสุด ก็จะไปกดลิมิตสวิตช์และส่งสัญญาณไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับรู้ ลิมิตสวิตช์ที่ต่ออยู่ที่ขา P3.2 ใช้เพื่อตรวจสอบตำแหน่งแกนบีบสายน้ำเกลือเมื่อเลื่อนขึ้นไปถึงตำแหน่งล่างสุด ซึ่งเป็นตำแหน่งที่จะนำสายน้ำเกลือเข้าหรือออกจากตัวเครื่อง

วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์แสดงดังรูปที่ 3.7 จะใช้ไอซีเบอร์ 555 ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณนาฬิกา ซึ่งในการออกแบบวงจรจะต้องคำนวณค่าตัวต้านทาน R_1, R_2 และตัวเก็บประจุ C_1 เพื่อให้ได้ความถี่ 50 เฮิรตซ์ มีดิวตี้ไซเคิล 60% และใช้แหล่งจ่าย (VCC) 5 โวลต์ มีสูตรการคำนวณคือ

ทำการหาคาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 20 \text{ มิลลิวินาที}$$

$$t1 = \frac{\text{ดิวตี้ไซเคิล}}{100} \times \text{คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา}$$

$$= \frac{60}{100} \times \left(20 \times 10^{-3}\right) = 12 \text{ มิลลิวินาที}$$

$$t2 = \text{คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา} - t1$$

$$= 20 \text{ มิลลิวินาที} - 12 \text{ มิลลิวินาที} = 8 \text{ มิลลิวินาที}$$

$$R1 + R2 = \frac{Vcc}{3Ic(min)}$$ โดย $Ic(min)$ คือกระแสคอลเลคเตอร์ต่ำสุดที่มีค่า 1 มิลลิแอมป์

$$R1 + R2 = \frac{5}{3 \times \left(1 \times 10^{-3}\right)}$$

$$R1 + R2 = 1666.66 \text{ โอห์ม}$$

$$C1 = \frac{t1}{0.693(R1 + R2)} = \frac{12 \times 10^{-3}}{0.693(1666.66)} = 10.34 \text{ ไมโครฟารัด}$$

$$R2 = \left(\frac{t2}{0.693 \times C1}\right) \times \left(\frac{8 \times 10^{-3}}{0.693\left(10 \times 10^{-6}\right)}\right) = 1154.4\ \Omega \approx 1.2 \text{ กิโลโอห์ม}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R1 = 1666.66 - R2 = 1666.66 - 1200 = 466.66 \text{ โอห์ม}$$

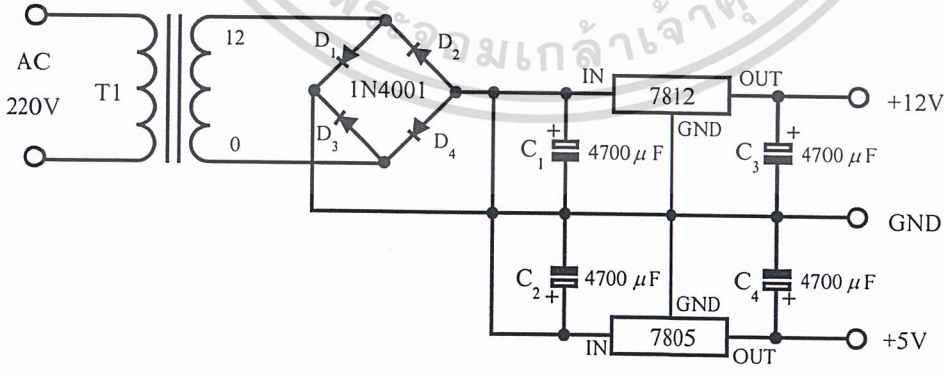
ดังนั้น เลือกใช้ตัวต้านทาน R_1 ขนาด 500 โอห์ม ส่วนตัวต้านทาน R_2 ใช้ขนาด 1,200 โอห์ม ตัวเก็บประจุ C_1 ใช้ค่า 10 ไมโครฟารัด

3.3.4 ภาคจ่ายไฟ

การทำงานของวงจรภาคจ่ายไฟ

รูปที่ 3.8 เป็นวงจรภาคจ่ายไฟ +12 โวลต์ และ +5 โวลต์ โดยแรงดันไฟ +12 โวลต์ ที่ได้จากไอซีเบอร์ 7812 เป็นตัวป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่ตัวเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ ส่วนแรงดัน +5 โวลต์ ที่ได้จากไอซีเบอร์ 7805 จะป้อนแรงดันให้กับชุดควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรตรวจจับสารเหลวด้วยแสง และวงจรแสดงผล (Display)

รูปที่ 3.8 หม้อแปลง T_1 จะทำหน้าที่แปลงไฟ เอซี 220โวลต์ ลงให้เหลือเพียง 12 โวลต์เพื่อป้อนให้กับวงจรบริดจ์เร็คติไฟเออร์ D_1–D_4 ได้แรงดันไฟตรงออกมาที่ฟิลเตอร์คาปาซิเตอร์ C_1 และ C_2 เท่ากับ 12 โวลต์ ไอซีเบอร์ 7812 และ 7805 ซึ่งเป็นหัวใจในการทำงานของวงจร โดยค่าแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากไอซีจะขึ้นอยู่กับไอซีเบอร์นั้นว่ามีขีดความสามารถอย่างไร ทั้งนี้เราจะได้ค่าแรงดันออกโดยประมาณ +12 โวลต์ ที่ไอซีเบอร์ 7812 และ +5 โวลต์ ที่ไอซีเบอร์ 7805 แรงดันออกที่ขาเอาต์พุตของไอซีจะถูกฟิลเตอร์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นด้วยคาปาซิเตอร์ C_3 และ C_4



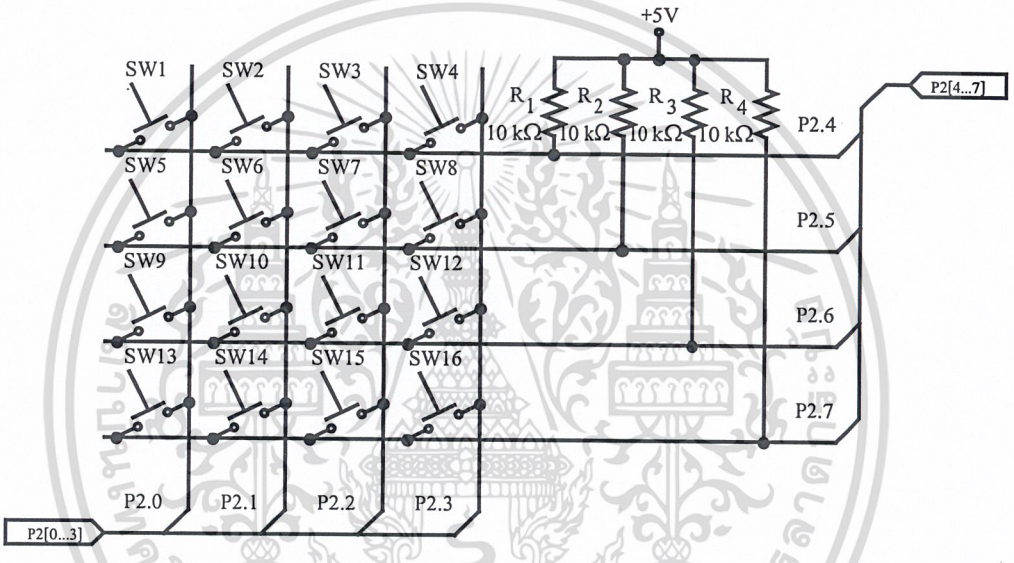
รูปที่ 3.8 วงจรภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลว

ภาคแสดงผลแบบผลึกเหลวใช้สำหรับแสดงค่าอัตราการไหลของน้ำเกลือรวมทั้งแสดงสถานะการทำงานต่าง ๆ ของเครื่อง ซึ่งจะใช้แอลซีดีโมดูล ชนิดแสดงผลเป็นภาษาอังกฤษ แบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด โดยจะรับสัญญาณควบคุมมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ขา P0.4 และ P0.6 และรับสัญญาณข้อมูลตัวอักษรเป็นรหัสแอสกี้จากทางขา P1.0-P1.7 นำมาแสดงผลบนจอแอลซีดีโมดูล

3.3.6 ส่วนการป้อนข้อมูล

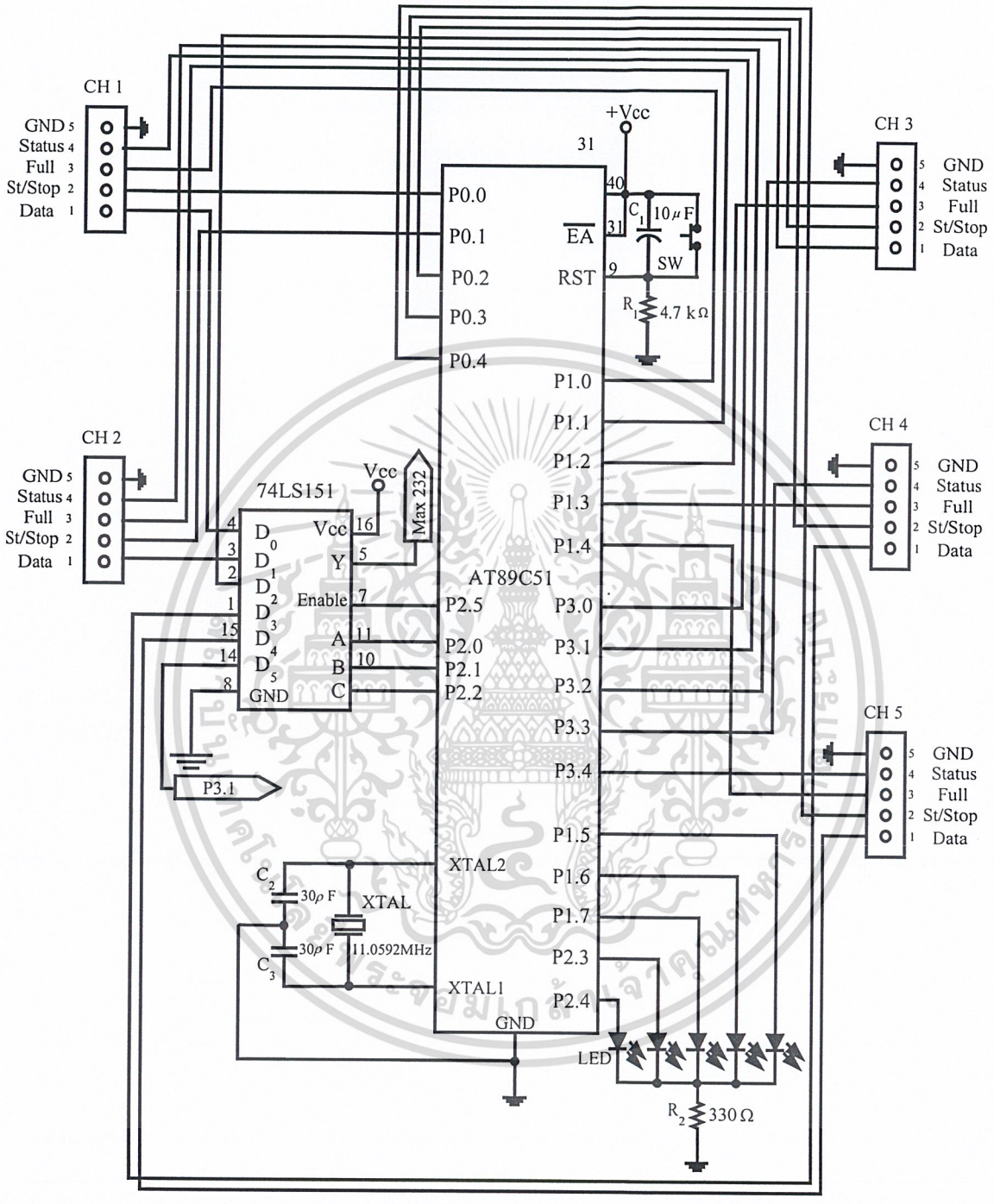


รูปที่ 3.9 ชุดสวิตช์เมตริกซ์

3.3.7 ชุดเชื่อมต่อเพื่อแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์

ฮาร์ดแวร์ส่วนนี้เป็นส่วนที่อยู่ภายนอกเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการส่งข้อมูลจากเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือไปแสดงผลที่คอมพิวเตอร์โดยส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 ซึ่งสามารถนำข้อมูลจากเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือไปแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ได้พร้อมกัน 5 เครื่อง โดยชุดเชื่อมต่อนี้จะเป็นตัวควบคุมการส่งข้อมูลให้ส่งเรียงลำดับกันไปทีละเครื่อง ทำให้ไม่เกิดการชนกันของข้อมูล ชุดเชื่อมต่อนี้ประกอบด้วย 2 วงจร คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์

1) วงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ จากวงจรในรูปที่ 3.10 จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการส่งข้อมูล โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปควบคุมไอซีเบอร์ 74LS151 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่เป็นมัลติเพล็กซ์ โดยสัญญาณข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

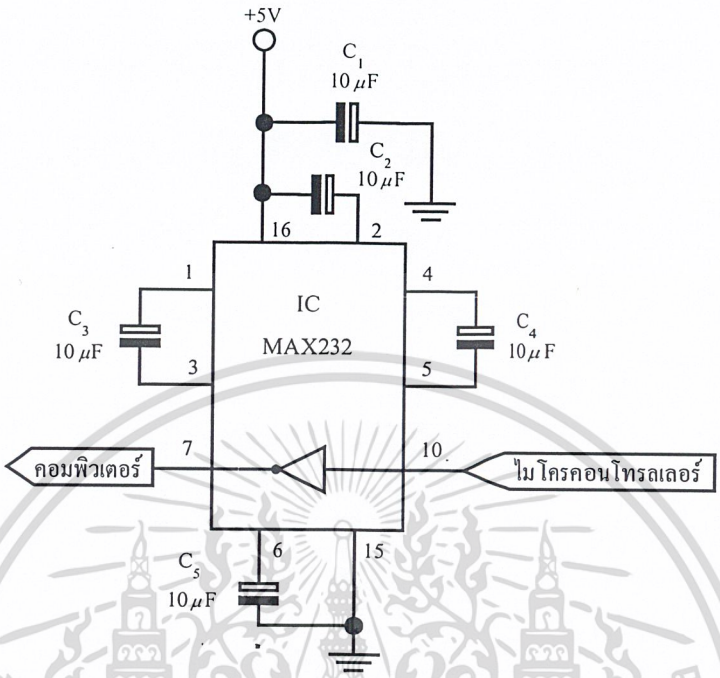
ที่ถูกส่งมาแบบอนุกรมจากเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือแต่ละเครื่อง จะถูกต่อเข้ากับขาข้อมูล (Data) ของไอซีเบอร์ 74LS151 ตั้งแต่ขา D_0-D_4 ซึ่งจะเชื่อมต่อได้เป็นจำนวน 5 เครื่อง ส่วนขา D_5 จะถูกต่อเข้ากับขา TXD ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อส่งข้อมูลไปให้คอมพิวเตอร์รับรู้ว่าข้อมูลที่ถูกส่งไปเป็นข้อมูลของเครื่องควบคมการไหลของน้ำเกลือเครื่องไหน การควบคุมข้อมูลที่จะส่งไปแต่ละเครื่องจะควบคุมที่ขา A B และC ของไอซี 74LS151 ซึ่งจะถูกควบคุมโดยพอร์ต 2 คือ ขา P2.0 - P2.2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าที่ขา ABC ได้รับสภาวะ "000" เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือที่ต่อกับช่องสัญญาณที่ 1จะถูกส่งไปแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ เมื่อเปลี่ยนสภาวะที่ขา ABC เป็น "001" ก็จะเป็นข้อมูลของเครื่องที่ 2 ซึ่งสภาวะที่ขา ABC จะถูกเปลี่ยนไปจนแสดงสภาวะ "101" ก็จะเป็นการส่งข้อมูลของเครื่องที่ 5 จากนั้นขา ABC ก็จะถูกเปลี่ยนสภาวะเป็น "000" ใหม่ เพื่อส่งข้อมูลชุดต่อไปของเครื่องที่ 1 เปลี่ยนไปจนถึงเครื่องที่ 5 วนไปเรื่อยๆ ซึ่งการส่งข้อมูลแบบนี้ทำให้สามารถนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือแต่ละเครื่องไปแสดงผลพร้อมกันที่เครื่องคอมพิวเตอร์ได้

ลำดับการทำงานของวงจรควบคุมการส่งข้อมูลมีดังนี้คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ในวงจรจะรอรับสัญญาณจากเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือมาที่พอร์ต 1 ตั้งแต่ขา P1.0-P1.4 ซึ่งถ้าขาไหนมีสภาวะเป็น "1" ก็แสดงว่าเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือที่ต่ออยู่ที่ช่องสัญญาณนั้นพร้อมที่จะส่งสัญญาณมาให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ในวงจรก็จะส่งสัญญาณออกทางพอร์ต 0 ตั้งแต่ขา P0.0-P0.5 ไปให้เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือเริ่มส่งข้อมูลมาให้ เมื่อส่งข้อมูลครบก็จะส่งสัญญาณไปอีกครั้งเพื่อให้เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือเครื่องนั้นหยุดส่งข้อมูลเพื่อที่จะเริ่มรับจากเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือเครื่องต่อไป

ที่พอร์ต 3 ตั้งแต่ขา P3.0 - P3.5 ของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นขาที่ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะ (Status) การเชื่อมต่อของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือที่ต่ออยู่ทั้งหมดว่ามีกี่เครื่อง ซึ่งสถานะการเชื่อมต่อเหล่านี้ก็จะถูกแสดงผลผ่านไดโอดเปล่งแสง ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ และมีไดโอดเปล่งแสงอยู่ทั้งหมด 5 ดวง เท่ากับจำนวนเครื่องที่เชื่อมต่อทั้งหมด ในกรณีที่ต่อพร้อมกันทั้ง 5 เครื่อง ไดโอดเปล่งแสงก็จะติดทั้งหมด 5 ดวง หรือในกรณีที่ต่อเฉพาะเครื่องใดเครื่องหนึ่ง ไดโอดเปล่งแสงก็จะติดเฉพาะช่องสัญญาณที่เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือเครื่องนั้นต่ออยู่

ส่วนที่สำคัญที่จะทำให้การส่งข้อมูลจากเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือผ่านชุดเชื่อมต่อไปแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์ให้นำข้อมูลไปแสดงผลได้อย่างถูกต้องนั้น จะต้องทำการตั้งอัตราบอดเรทให้ตรงกันระหว่างเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือกับเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรแปลงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

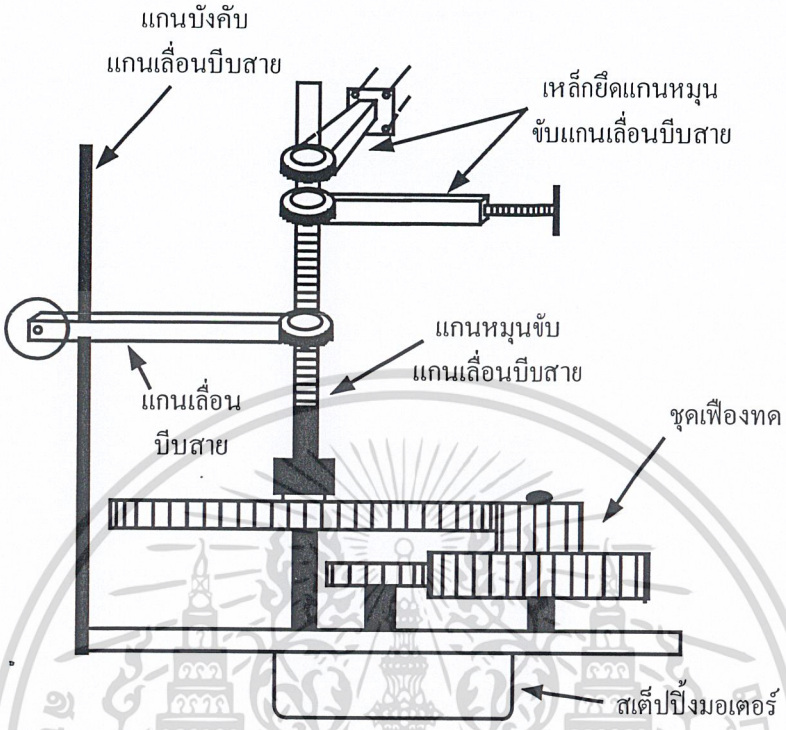
2) วงจรแปลงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ จากวงจรในรูปที่ 3.11 ทำหน้าที่แปลงข้อมูลส่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จากระดับ TTL ไปเป็น ระดับของ RS-232 คือมีระดับลอจิก "0" ที่ +3V. ถึง +15V. และลอจิก "1" ที่ –3V. ถึง –15V. เพื่อให้การส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ได้อย่างสมบูรณ์ โดยในวงจรจะใช้ไอซีเบอร์ MAX232 ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณ

3.4 การออกแบบระบบกลไก

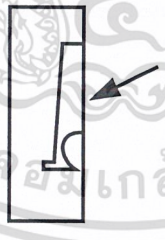
3.4.1 การออกแบบชุดกลไกการบีบสาย และช่องใส่สายน้ำเกลือ

ในการออกแบบชุดกลไกการบีบสายน้ำเกลือนั้น เพื่อความแข็งแกร่งในการใช้งานจึงได้ใช้เหล็กในการจัดทำ ส่วนช่องใส่สายน้ำเกลือได้ใช้พลาสติกเป็นตัวรองรับ เพราะสามารถดัดแปลงรูปร่างได้ง่ายกว่าเหล็ก โดยกลไกการบีบสาย และช่วงใส่สายน้ำเกลือที่ได้ทำการออกแบบแสดงดังรูปที่ 3.12 และ รูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 กลไกการบีบสายน้ำเกลือ



รูปที่ 3.13 ช่องใส่สายน้ำเกลือ

ส่วนประกอบของชุดกลไกการบีบสาย และช่องใส่สายน้ำเกลือ จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) สเต็ปปิ้งมอเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนชุดเฟืองทดที่ถูกยึดอยู่กับแกนหมุนขับแกนเลื่อนบีบสายเพื่อบังคับให้แกนเลื่อนบีบสายเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แกนหมุนขับแกนเคลื่อนบีบสาย มีลักษณะเป็นแท่งเหล็กเกลียว ด้านบนของแกนถูกยึดอยู่กับผนังของตัวเครื่องทั้งด้านหน้า และด้านข้าง โดยเหล็กยึดแกนหมุนข้างแกนเลื่อนบีบสายเพื่อไม่ให้ส่ายไปมาเวลาหมุน

3) แกนเลื่อนบีบสาย ทำหน้าที่บีบสายน้ำเกลือเพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำเกลือให้เป็นไปตามที่ตั้งค่าไว้ โดยที่ปลายของแกนจะมีลักษณะเป็นลูกล้อ ถูกยึดอยู่กับแกนเลื่อนซึ่งก็จะใช้ลูกล้อที่ถูกยึดอยู่กับแกน เป็นตัวกดทับสายน้ำเกลือ

4) แกนบังคับแกนเลื่อนบีบสาย ใช้สำหรับบังคับแกนเลื่อนบีบสายไม่ให้ส่ายเวลาเคลื่อนที่ขึ้นลง

5) เหล็กยึดแกนหมุนขับแกนเลื่อนบีบสาย ใช้สำหรับบังคับให้แกนเลื่อนบีบสาย เคลื่อนที่อยู่ในแนวของช่องใส่สายน้ำเกลือ

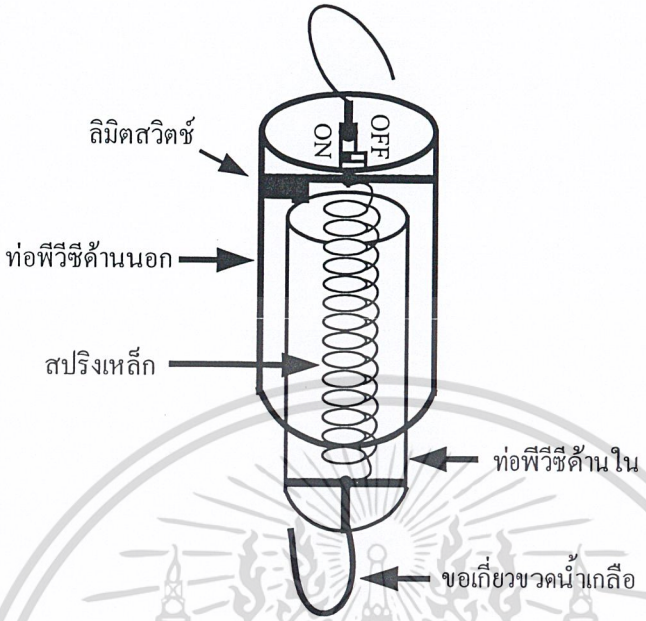
6) ชุดเฟืองทด ทำหน้าที่เพิ่มกำลังขับให้กับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

7) ช่องใส่สายน้ำเกลือ ใช้สำหรับเป็นช่องรองรับสายน้ำเกลือ เวลาจะใช้งานเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติก็ต้องใส่สายน้ำเกลือเข้าไปในช่องนี้

3.4.2 ชุดสปริงตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือ

ในการออกแบบชุดสปริงตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือ จะใช้ท่อพีวีซีเป็นโครงสร้างหลัก ซึ่งสามารถหาซื้อได้ง่าย โดยลักษณะโครงสร้างโดยรวมจะใช้ท่อพีวีซี 2 ขนาดมาสวมกัน ท่อพีวีซีที่มีขนาดเล็กกว่าจะสอดไว้ในท่อพีวีซีที่ใหญ่กว่า มีลักษณะคล้ายกระบอกสูบกับลูกสูบ ระหว่างท่อพีวีซีทั้งสองจะใช้สปริงยึดเข้าด้วยกันไม่ให้หลุดออกจากกัน โดยที่ด้านบนของท่อพีวีซีตัวนอกจะติดลิมิตสวิตช์ไว้ โดยชุดสปริงตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือที่ได้ทำการออกแบบแสดงดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ชุดสปริงตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือ

วิธีการใช้งานชุดสปริงตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือเริ่มจากนำขวดน้ำเกลือมาแขวนไว้ที่ขอเกี่ยวขวดน้ำเกลือด้านล่าง ซึ่งจะทำให้สปริงยืดออก ท่อพีวีซีด้านในก็จะยืดออกมาตาม จากนั้นก็ให้เปิดสวิตช์มาที่ตำแหน่ง "ON" เมื่อใช้งานไประยะเวลาหนึ่งจนน้ำเกลือเริ่มเหลือน้อย สปริงก็จะยืดกลับทำให้ท่อพีวีซีด้านในถูกดึงกลับมาด้วย เมื่อท่อพีวีซีด้านในถูกดึงกลับ ก็จะมากดลิมิตสวิตช์ ซึ่งก็จะส่งสัญญาณไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับรู้ว่าปริมาณน้ำเกลือใกล้หมดขวด ซึ่งก็จะไปสร้างสัญญาณเสียงเตือนออกที่ลำโพง

ส่วนประกอบของชุดสปริงตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือ จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) ท่อพีวีซีด้านนอก
2) ท่อพีวีซีด้านใน
3) สปริงเหล็ก
4) ลิมิตสวิตช์
5) ขอเกี่ยวขวดน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบซอฟต์แวร์

ในการออกแบบซอฟต์แวร์นั้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 เป็นการออกแบบโปรแกรมส่วนควบคุมการไหลของน้ำเกลือ ส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบโปรแกรมควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ และส่วนที่ 3 เป็นโปรแกรมแสดงผลในคอมพิวเตอร์โดยใช้วิชวลเบสิก

3.5.1 การออกแบบโปรแกรมส่วนควบคุมการไหลของน้ำเกลือ

ผังการทำงานของโปรแกรมส่วนควบคุมการไหลของน้ำเกลือ แสดงดังรูปที่ 3.15 โดยมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

1) เริ่มการกำหนดค่าเริ่มต้นของ LCD และการเคลียร์สภาวะทางลอจิกของพอร์ตต่างๆ

2) รับข้อมูลโดยมีเมนูให้เลือกการทำงานต่างๆ โดยผ่านทางสวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4 × 4 ใช้หลักการสแกนทางด้านหลัก และตรวจสอบสภาวะทางด้านแถว

3) เมื่อรับค่าจำนวนหยดต่อนาทีที่ต้องการแล้วนำค่าที่ป้อนเข้ามาไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์

4) เมื่อป้อนค่าจำนวนหยดต่อนาทีที่ต้องการแล้ว จะสั่งให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนในทิศทางที่คลายการบีบสายยางให้หยดน้ำไหล เพื่อที่จะทำการตรวจจับโดยเซนเซอร์

5) อ่านจำนวนพัลส์ ที่ได้จากเซนเซอร์มาทำการคำนวณ โดยอาศัยขอบขาขึ้นของสัญญาณพัลส์ ที่อ่านได้จากเซนเซอร์ เป็นตัวกำหนดให้ขา Timer/couter นับจำนวนพัลส์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ ที่ถูกสร้างขึ้นมาจากไอซีเบอร์ 555 และเมื่อเกิดขอบขาขึ้นของสัญญาณที่อ่านจากเซนเซอร์ ก็จะสร้างให้ Timer/couter หยุดนับพัลส์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์

6) นำเอาจำนวนพัลส์ ที่นับได้มาทำการคำนวณออกมาเป็นหน่วยต่อนาที

7) เปรียบเทียบระหว่างค่าจำนวนหยดต่อนาทีที่ต้องการกับค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์แล้วสั่งควบคุมทิศทางการหมุนสเต็ปปิ้งมอเตอร์ โดยถ้าผลของการเปรียบเทียบคือ จำนวนหยดที่ต้องการมากกว่าค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์ก็จะสั่งให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนในทิศทางที่คลายการบีบสายยาง แต่ถ้าจำนวนหยดที่ต้องการน้อยกว่าค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์ก็จะสั่งให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนในทิศทางที่บีบสายยางเพื่อให้จำนวนหยดต่อนาทีไหลน้อยลง

8) เมื่อค่าที่เปรียบเทียบออกมาเท่ากันจะสั่งให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หยุดหมุน ซึ่งก็หมายความว่าจำนวนหยดที่ไหลได้ตรงตามที่ต้องการ แล้วแต่การตรวจจับจำนวนหยดก็จะทำการตรวจจับจำนวนหยดอยู่ตลอด หรือเรียกว่าการควบคุมแบบลูปปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์

ผังการทำงานของโปรแกรมส่วนควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 3.16 โดยมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

1) เริ่มจากการเคลียร์สภาวะพอร์ตต่าง ๆ

2) อ่านสภาวะการเชื่อมต่อของช่องอินพุตทั้ง 5 ช่อง

3) เมื่อรับรู้ว่าเครื่อง Dropping ต่ออยู่ช่องใดก็จะสั่งให้ส่งสัญญาณออกมาแบบอนุกรมโดยผ่านไปยังพอร์ต Com1, Com2 ของเครื่องคอมพิวเตอร์

4) เมื่อเครื่อง Dropping ที่ต่ออยู่กับช่องสัญญาณนั้นๆ ส่งข้อมูลครบแล้วก็จะทำการตรวจสอบสภาวะการเชื่อมต่ออีกครั้งเพื่อการตรวจสอบข้อมูลที่ได้ส่งเข้ามาจากเครื่อง Dropping ของช่องสัญญาณที่เหลือ เพื่อนำข้อมูลแสดงผลที่คอมพิวเตอร์

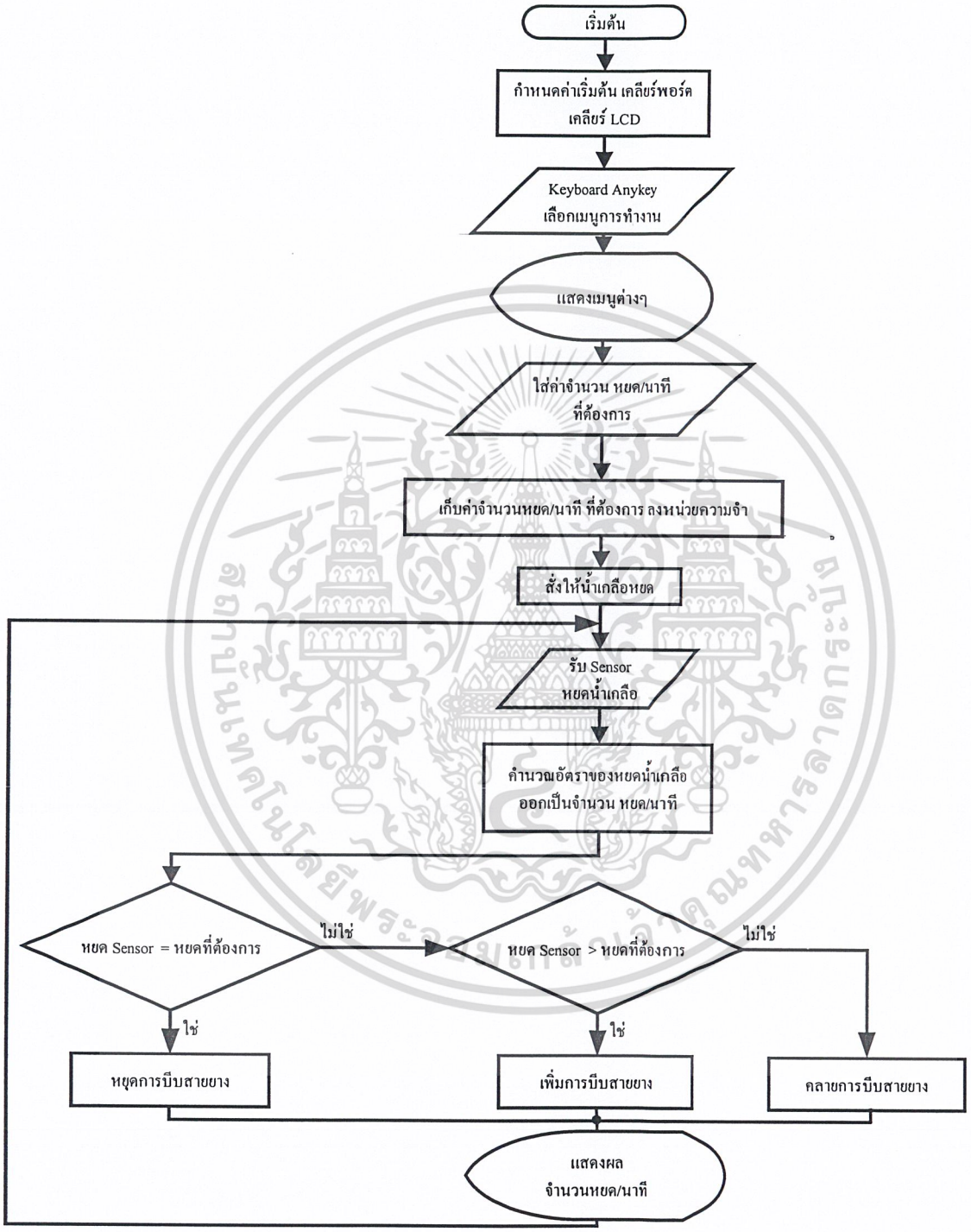
3.5.3 การออกแบบโปรแกรมแสดงผลในคอมพิวเตอร์โดยใช้วิชวลเบสิก

ผังการทำงานของโปรแกรมแสดงผลในคอมพิวเตอร์โดยใช้วิชวลเบสิก แสดงดังรูปที่ 3.17 โดยมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

1) อ่านค่าที่รับเข้ามาจากพอร์ต Com1, Com2 แล้วแยกข้อมูลที่เป็นค่าช่องสัญญาณค่าจำนวนหยดต่อนาทีที่ต้องการ ค่าจำนวนหยดต่อนาทีที่อ่านจากเซนเซอร์ เพื่อทำการเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ตำแหน่งต่าง ๆ กัน

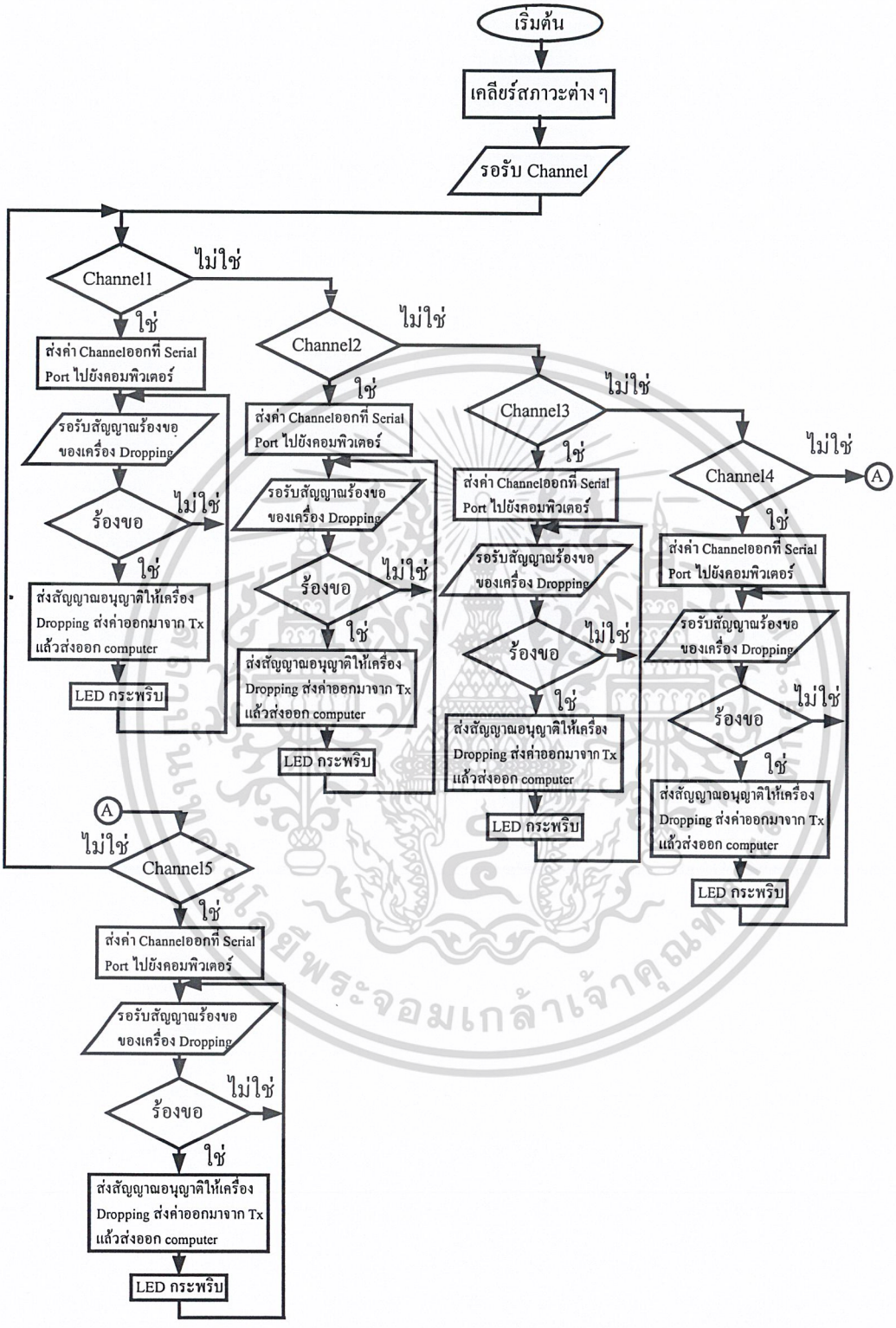
2) นำค่าที่เก็บไว้มาแสดงผล ซึ่งแยกออกเป็น 5 หน้าต่าง โดยแต่ละหน้าต่าง หมายความถึงเตียงของคนไข้แต่ละเตียง เพื่อง่ายต่อความเข้าใจมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



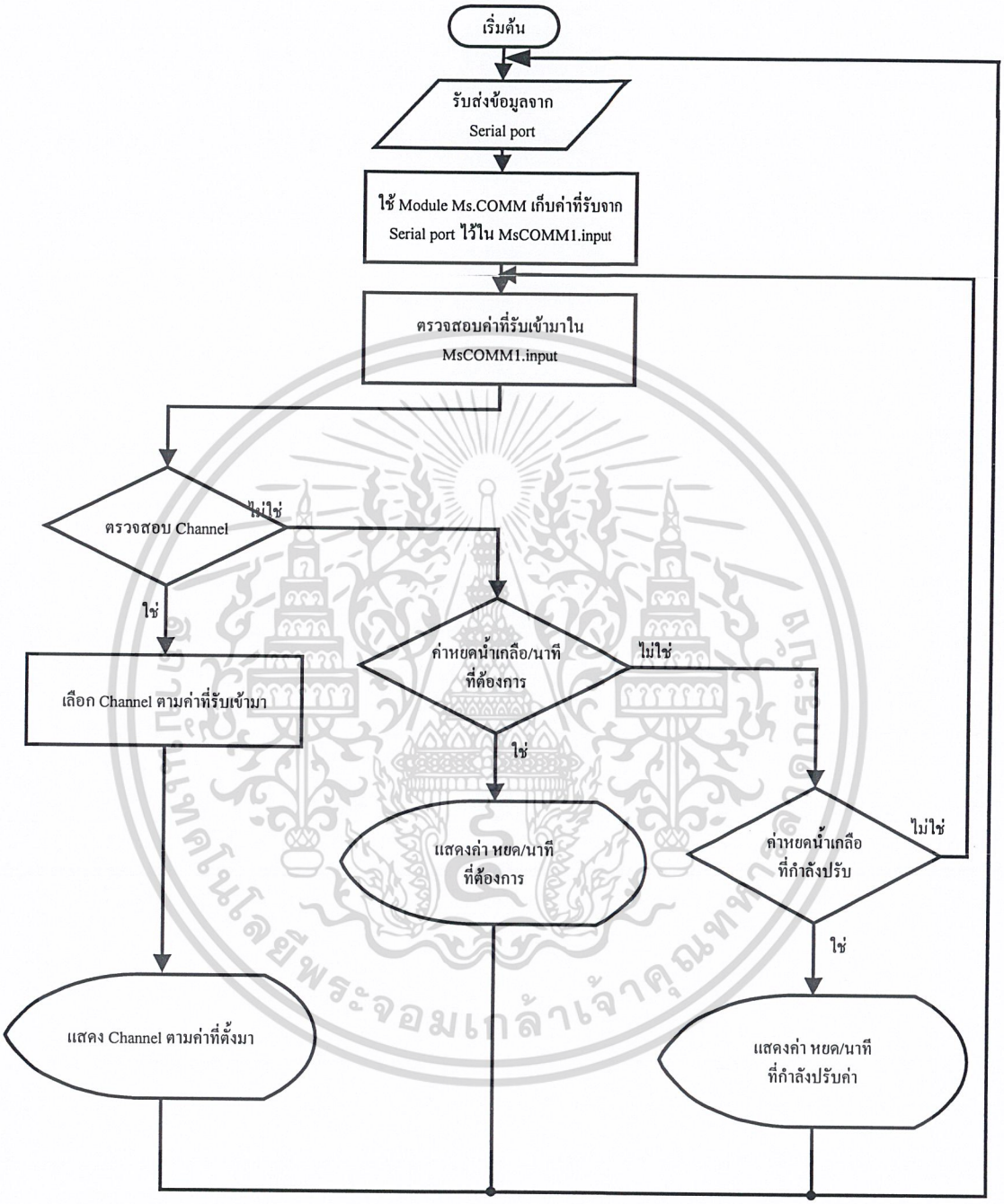
รูปที่ 3.15 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือ
อัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ผังการทำงานของโปรแกรมชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องให้น้ำเกลืออัตโนมัติกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 ผังการทำงานของโปรแกรมแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 การทดลองวงจรชุดตรวจสอบสารเหลว

4.1.1 การทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านกระเปาะพักน้ำ

การทดลองนี้เป็นการทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านกระเปาะพักน้ำทั้งสองชนิด ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านกระเปาะพักน้ำ

ขนาดกระเปาะพักน้ำ	ผลการทดลอง
15 หยดต่อมิลลิลิตร	สามารถส่ง และรับแสงได้
60 หยดต่อมิลลิลิตร	สามารถส่ง และรับแสงได้

จากการทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านกระเปาะพักน้ำ ผลปรากฏว่า วงจรชุดตรวจสอบสารเหลวสามารถทำการตรวจสอบแสงผ่านกระเปาะพักน้ำทั้งสองชนิดได้

4.1.2 การทดลองตรวจสอบการรับ และส่งแสงอินฟราเรดผ่านสารเหลวชนิดต่างๆ

การทดลองนี้เป็นการทดลองตรวจสองการรับและส่งแสงอินฟราเรดผ่านสารเหลวชนิดต่างๆ ซึ่งมีสี และชนิดของสารเหลวที่แตกต่างกัน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองตรวจสอบการรับส่งแสงอินฟราเรดผ่านสารเหลวชนิดต่างๆ

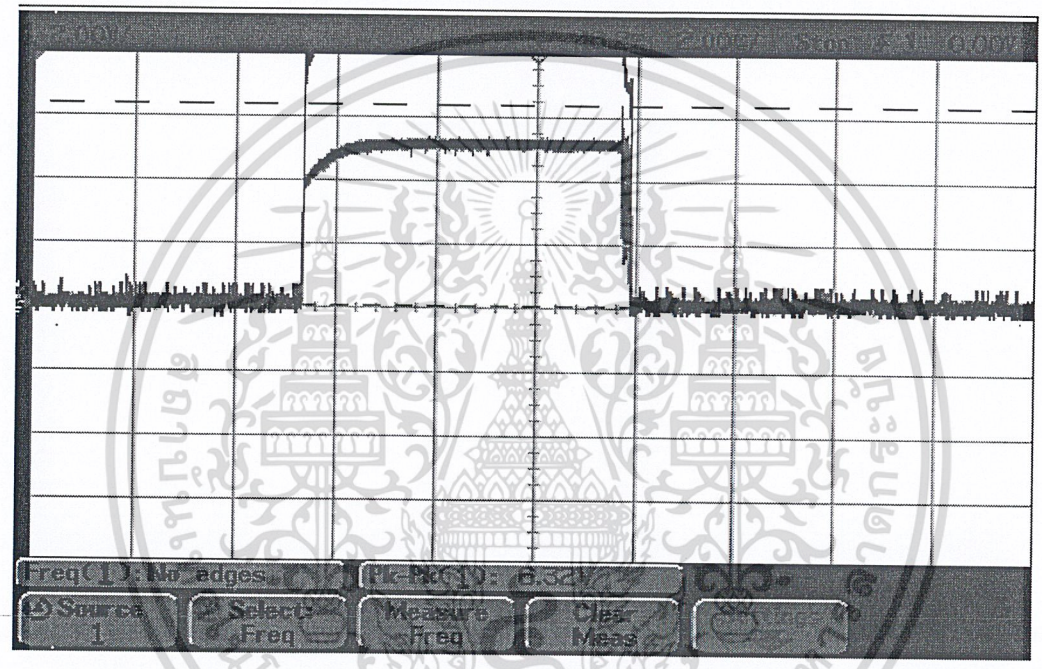
ชนิดของสารเหลว	ผลการทดลอง
น้ำผสมสีแดง	สามารถตรวจสอบได้
น้ำเกลือ	สามารถตรวจสอบได้
น้ำ	สามารถตรวจสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองตรวจสอบการรับ และส่งแสงอินฟราเรดผ่านสารเหลวชนิดต่างๆ ผลปรากฏว่า สามารถทำการตรวจสอบสารเหลวที่มีสี และชนิดของสารเหลวที่แตกต่างกันได้

4.1.3 การทดลองวัดค่าแรงดันโดยใช้ออสซิสโลสโคป

การทดลองนี้เป็นการทดลองวัดแรงดันที่ได้จากชุดตรวจสอบการหยดของสารเหลวในขณะที่มีหยดน้ำ และไม่มีหยดน้ำผ่านโดยใช้ออสซิสโลสโคป



รูปที่ 4.1 การวัดค่าแรงดันโดยใช้ออสซิสโลสโคป (Volt/Div = 2 โวลต์)

จากการทดลองวัดค่าแรงดันที่ได้จากชุดตรวจสอบสารเหลวโดยใช้ออสซิสโลสโคป ผลปรากฏว่า ขณะที่ไม่มีหยดน้ำผ่านแรงดันที่วัดได้เท่ากับ 0 โวลต์ และขณะที่มีหยดน้ำผ่านแรงดันที่วัดได้เท่ากับ 5 โวลต์ ดังนั้นจะได้ค่าแรงดันที่แตกต่างกัน 2 สภาวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การทดลองวัดค่าแรงดันโดยใช้มัลติมิเตอร์

การทดลองนี้เป็นการทดลองวัดแรงดันที่ได้จากชุดตรวจสอบการหยดของสารเหลวในขณะที่มีหยดน้ำ และไม่มีหยดน้ำผ่านโดยใช้มัลติมิเตอร์

ตารางที่ 4.3 การวัดค่าแรงดันที่ได้จากชุดตรวจสอบสารเหลว

สถานะ	แรงดันเอาต์พุต
ขณะไม่มีหยดน้ำ	0 โวลต์
ขณะมีหยดน้ำ	4.8 โวลต์

จากการทดลองวัดค่าแรงดันที่ได้จากชุดตรวจสอบสารเหลวโดยใช้มัลติมิเตอร์ ผลปรากฏว่าขณะที่ไม่มีหยดน้ำผ่านแรงดันที่วัดได้เท่ากับ 0 โวลต์ และขณะที่มีหยดน้ำผ่านแรงดันที่วัดได้เท่ากับ 4.8 โวลต์ ดังนั้นจะได้ค่าแรงดันที่แตกต่างกัน 2 สภาวะ

4.1.5 การทดลองการนับจำนวนหยดของน้ำเกลือ

การทดลองนี้เป็นการทดลองการนับจำนวนหยดของน้ำเกลือตามค่าที่ตั้งไว้ (หยด/นาที) ผลการทดลองที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการนับจำนวนหยดของน้ำเกลือ

จำนวนหยดที่ตั้งไว้ (หยด/นาที)	จำนวนหยดที่นับได้ (หยด/นาที)	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด (%)
20	20	0
23	23	0
26	26	0
29	29	0
31	31	0
34	34	0
37	37	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการทดลองการนับจำนวนหยดของน้ำเกลือ

จำนวนหยดที่ตั้งไว้ (หยด/นาที)	จำนวนหยดที่นับได้ (หยด/นาที)	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด (%)
39	39	0
40	40	0
42	42	0
45	45	0
48	47	2.08
50	50	0
54	54	0
57	57	0
60	59	1.66

จากการทดลองการนับจำนวนหยดของน้ำเกลือ ผลปรากฏว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 2.08 เปอร์เซ็นต์ และค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดน้อยที่สุดอยู่ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ สรุปได้ว่าจำนวนหยดที่นับได้มีค่าผิดพลาดน้อยมาก ซึ่งเมื่อเทียบกับเครื่องที่ใช้งานจริงสามารถผิดพลาดได้มากที่สุดถึง 10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

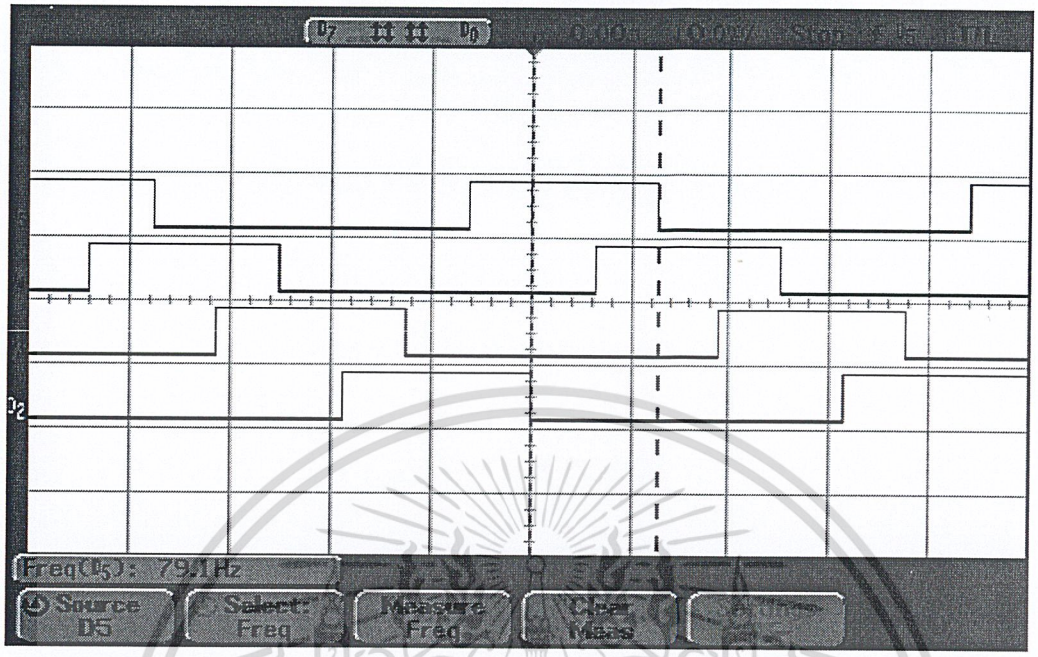
การทดลองนี้เป็นการทดลองควบคุมทิศทางการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ โดยใช้การขับแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองควบคุมทิศทางการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

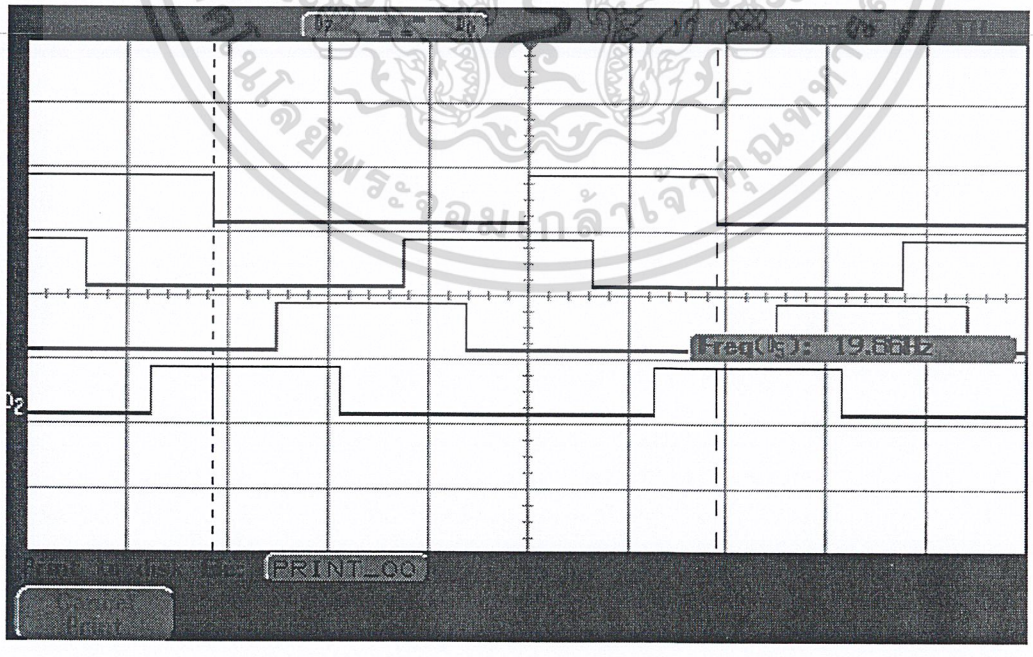
สเต็ป	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4	ทิศทางการหมุน
1	0	0	1	1	หมุนไปทางขวา
2	1	0	0	1	
3	1	1	0	0	
4	0	1	1	0	
1	1	1	0	0	หมุนไปทางซ้าย
2	1	0	0	1	
3	0	0	1	1	
4	0	1	1	0	

เมื่อป้อนสภาวะลอจิก 0011, 1001, 1100, 0110 ให้กับวงจร สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะหมุนไปทางขวา และเมื่อป้อนสภาวะลอจิก 1100, 1001, 0011, 0110 ให้กับวงจร สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะหมุนไปทางซ้าย โดยวงจรจะทำงานที่สภาวะลอจิก “0”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การวัดการหมุนไปทางขวาของสเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยใช้ออสซิสโลสโคป



รูปที่ 4.3 การวัดการหมุนไปทางซ้ายของสเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยใช้ออสซิสโลสโคป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองการส่งเสียงเตือนเมื่อน้ำเกลือใกล้จะหมดขวด

การทดลองนี้เป็นการทดลองการส่งเสียงเตือนเมื่อน้ำเกลือใกล้จะหมดขวด

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการส่งเสียงเตือนเมื่อน้ำเกลือใกล้จะหมดขวด

ปริมาณน้ำเกลือ	ผลการทดลอง
เต็มขวด	ไม่มีเสียงเตือน
ใกล้จะหมดขวด	มีเสียงเตือน

จากผลการทดลองการส่งเสียงเตือนเมื่อน้ำเกลือใกล้จะหมดขวด ผลปรากฏว่า เมื่อน้ำเกลือมีปริมาณเต็มขวดหรือมากพอที่สามารถให้น้ำเกลือกับผู้ป่วยได้ เครื่องจะไม่ส่งเสียงเตือน แต่ถ้าปริมาณน้ำเกลือใกล้จะหมดขวดเครื่องจะสามารถส่งเสียงเตือนได้

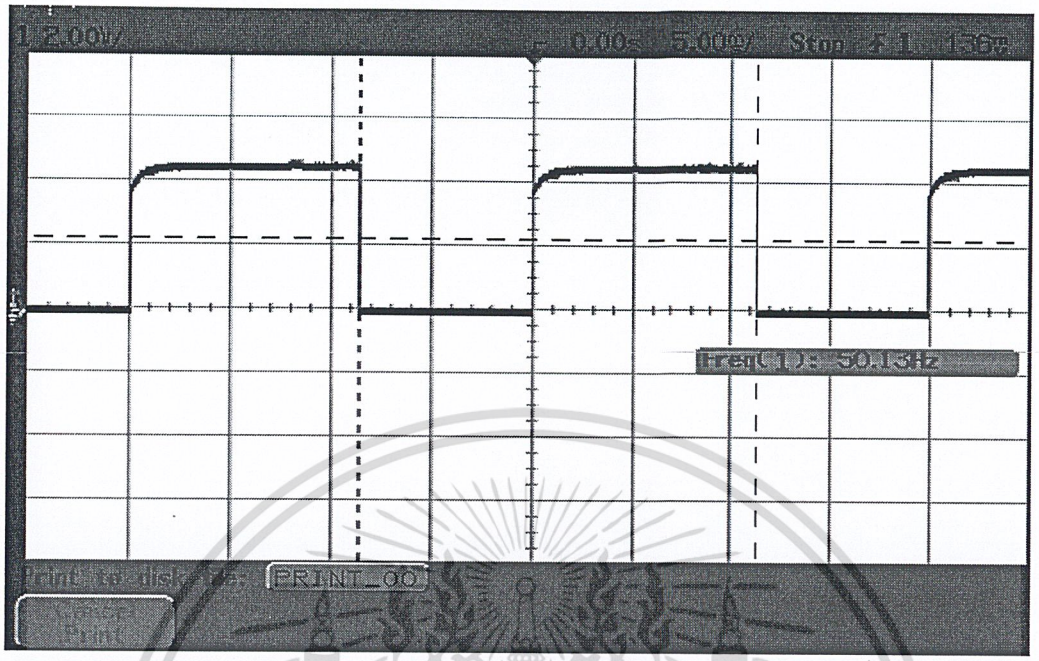
4.4 การทดลองการวัดสัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์ เทียบกับสัญญาณที่มาจากชุดตรวจสอบสารเหลว

การทดลองนี้เป็นการทดลองการสร้างสัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์ โดยใช้ ไอซีเบอร์ 555 เป็นตัวใช้สร้างสัญญาณนาฬิกา เพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปเปรียบเทียบกับสัญญาณที่มาจากชุดตรวจสอบสารเหลว ซึ่งผลการทดลองได้ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์

สัญญาณนาฬิกา	ผลการทดลอง
สัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์	สามารถสร้างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การวัดสัญญาณนาฬิกา 50 เฮิรตซ์โดยใช้ออสซิสโลสโคป (Volt/Div = 2 โวลต์)

4.5 การทดลองชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติ กับเครื่องคอมพิวเตอร์

การทดลองนี้เป็นการทดลองชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติกับเครื่องคอมพิวเตอร์ว่าสามารถรับ-ส่งข้อมูลการไหลของน้ำเกลือจากเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ได้หรือไม่ โดยสามารถส่งได้ทั้งหมด 5 เตียงด้วยกัน

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติกับเครื่องคอมพิวเตอร์

เตียงผู้ป่วย	ผลการทดลอง
เตียงที่ 1	สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้
เตียงที่ 2	สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้
เตียงที่ 3	สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้
เตียงที่ 4	สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้
เตียงที่ 5	สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลอง ผลปรากฏว่า ชุดเชื่อมต่อสามารถรับ-ส่งข้อมูลระหว่างเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทั้งหมด 5 เตียง ซึ่งสามารถดูได้ว่าเครื่องใดต่ออยู่กับชุดเชื่อมต่อโดยมีแอลอีดี เป็นตัวแสดงสถานะการเชื่อมต่อ

4.6 การทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

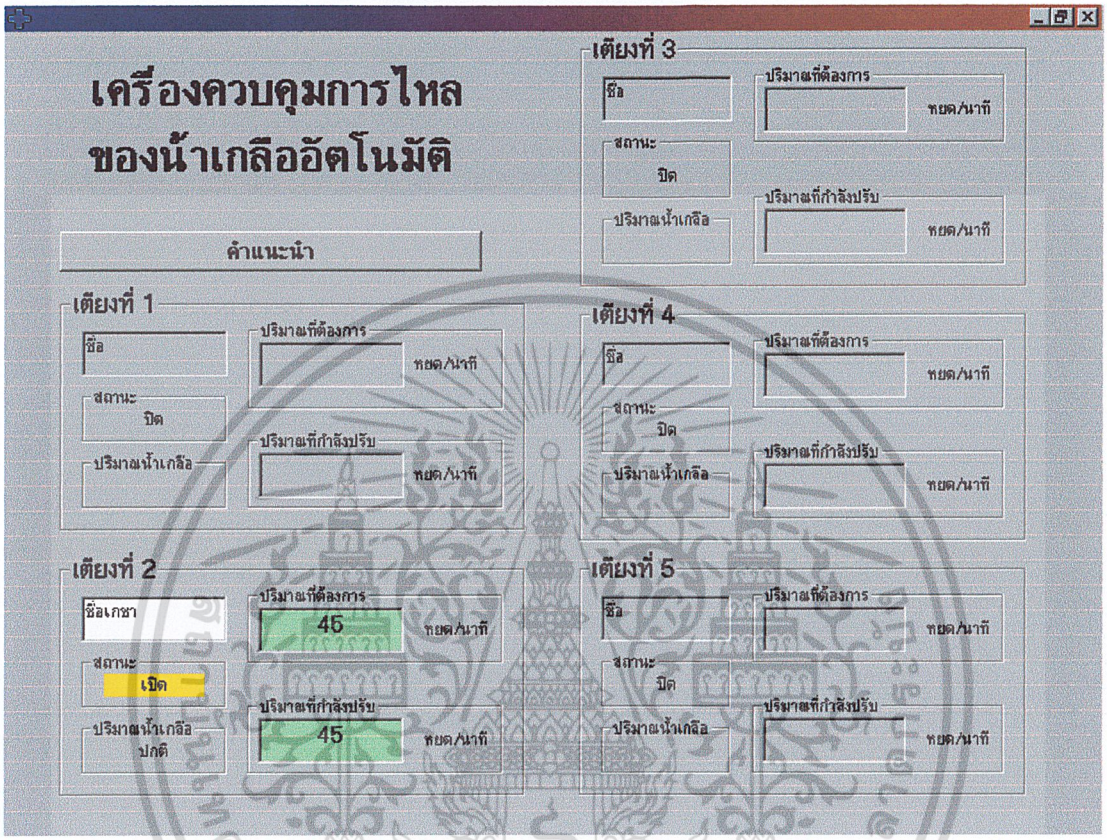
การทดลองนี้เป็นการทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ว่าสามารถรับข้อมูลจากชุดเชื่อมต่อแล้วนำมาแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้หรือไม่ โดยที่หน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงการไหลของน้ำเกลือเป็น หยด/นาที และสามารถแสดงผลได้ทั้งหมด 5 เตียง

1) ผลการทดลอง

รูปที่ 4.5 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เตียงที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

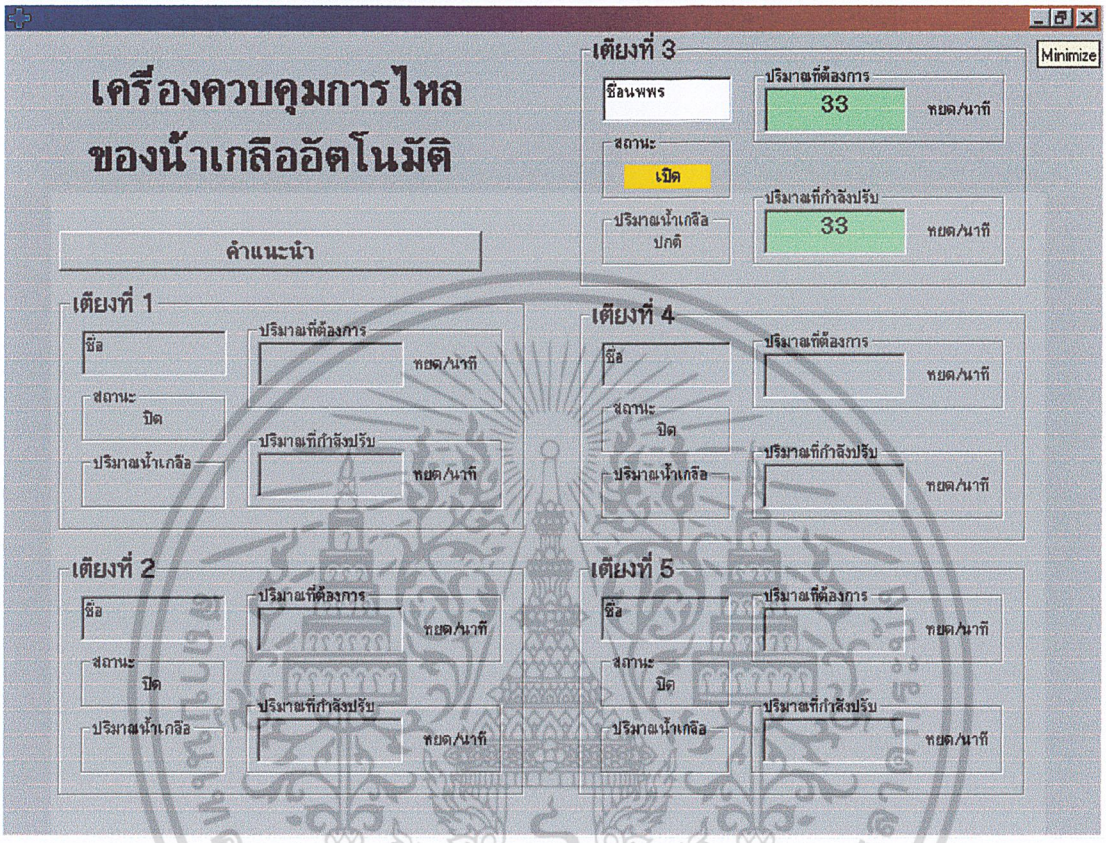
2) ผลการทดลอง



รูปที่ 4.6 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เตียงที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

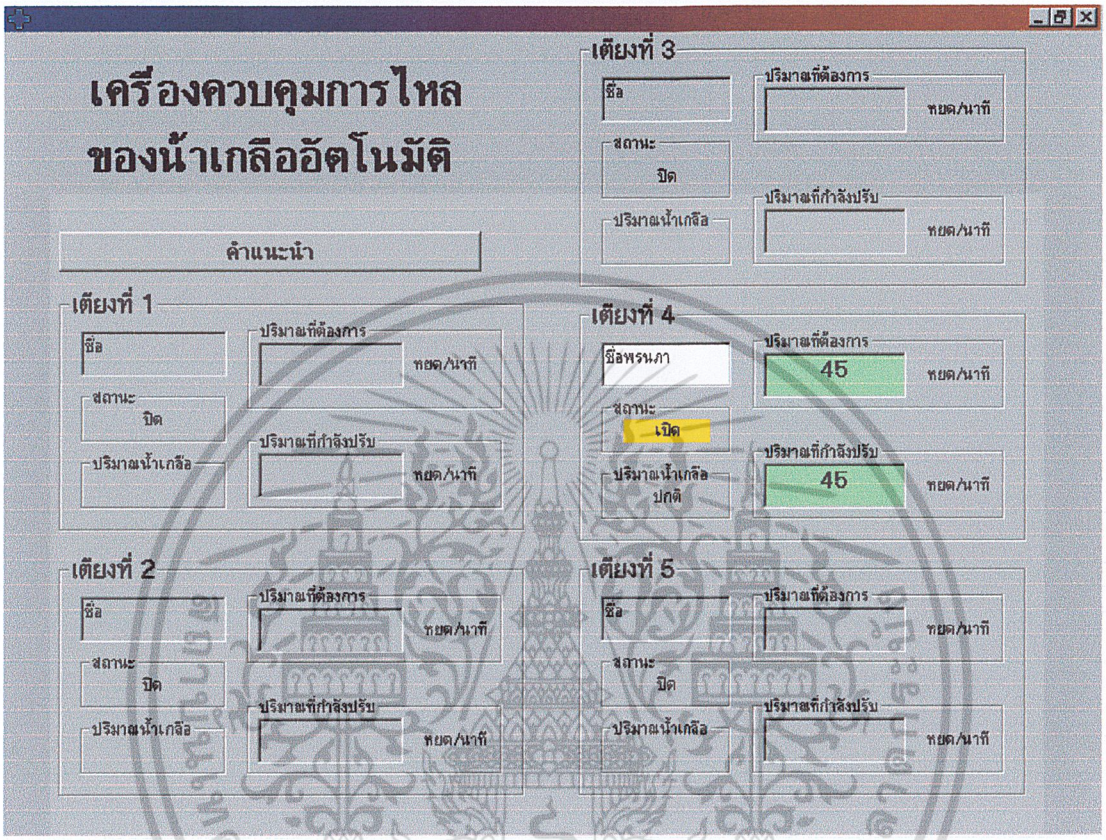
3) ผลการทดลอง



รูปที่ 4.7 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เตียงที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

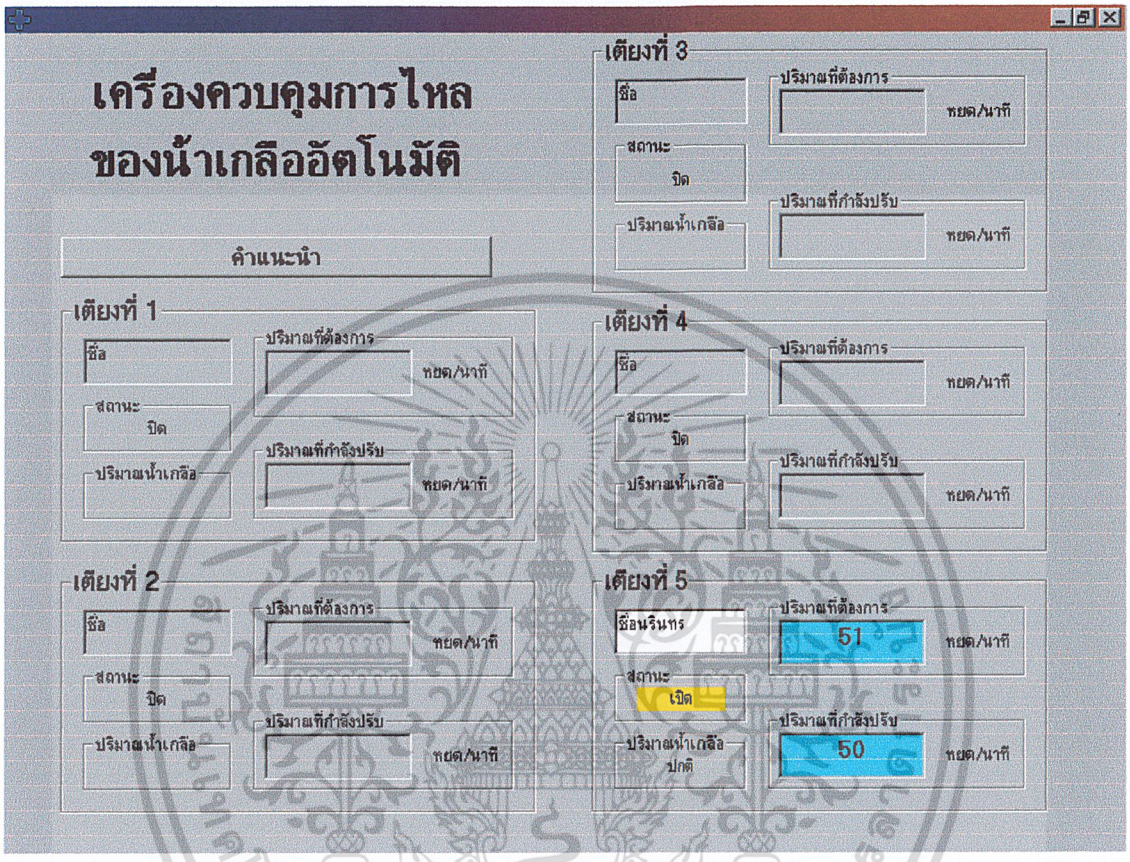
4) ผลการทดลอง



รูปที่ 4.8 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เตียงที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ผลการทดลอง



รูปที่ 4.9 ผลการทดลองการแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เตียงที่ 5

จากการทดลอง ผลปรากฏว่า สามารถแสดงผลการไหลของน้ำเกลือจากเครื่องให้น้ำเกลืออัตโนมัติผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ โดยที่หน้าจอแสดงผลของแต่ละเตียงจะบ่งบอกดังนี้

1) ชื่อ สามารถพิมพ์ชื่อผู้ป่วยแต่ละเตียงได้

2) สถานะ (ON/OFF) ถ้าขึ้น ON แสดงว่าเตียงนั้นมีการให้น้ำเกลือแก่ผู้ป่วย ถ้าขึ้น OFF แสดงว่าเตียงนั้นไม่ได้ให้น้ำเกลือแก่ผู้ป่วย

3) ปริมาณน้ำเกลือ ถ้าขึ้น “ปกติ” แสดงว่ามีปริมาณน้ำเกลือเพียงพอต่อการให้ผู้ป่วย แต่ถ้าขึ้น “ใกล้หมดขวด” แสดงว่าน้ำเกลือใกล้จะหมดขวด

4) ปริมาณที่ต้องการ (หยด/นาที) เป็นปริมาณน้ำเกลือที่เราต้องการ

5) ปริมาณที่กำลังปรับ (หยด/นาที) เป็นปริมาณน้ำเกลือที่เครื่องสามารถตรวจนับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

จากการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ จะพบว่าเครื่องสามารถทำการควบคุมการจ่ายน้ำเกลือได้ตรงตามขีดความสามารถที่ตั้งไว้ทุกประการ ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น มีความคล่องตัวในการทำงาน และยังมีความแม่นยำสูง เพราะมีค่าความผิดพลาดเพียง 2.08 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

ข้อดี ของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ คือ

1) มีประสิทธิภาพความแม่นยำในการให้น้ำเกลือแก่ผู้ป่วยสูง มีค่าความผิดพลาดมากที่สุด 2.08 เปอร์เซ็นต์

2) สามารถส่งเสียงเตือนเมื่อน้ำเกลือใกล้จะหมดขวดได้ทำให้มีความปลอดภัยในการใช้งาน

3) มีความสะดวกในการใช้งาน สามารถดูปริมาณการไหลของน้ำเกลือผ่านจอคอมพิวเตอร์ได้ทันที

4) สามารถปรับการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้อัตโนมัติ เมื่อปริมาณการไหลไม่คงที่

5) ไม่มีเสียงรบกวนเวลาทำงาน ทำให้ผู้ป่วยสามารถพักผ่อนได้อย่างเต็มที่

6) หน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลวจะบอกค่าที่ตั้งไว้ และค่าที่นับได้ ทำให้มีความปลอดภัยในการใช้งาน

7) มีราคาถูกกว่าเครื่องที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบันมาก

ข้อจำกัด ของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ คือ

1) ในการปรับจำนวนหยดเข้าหาค่าที่ตั้งไว้ของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือ ตั้งแต่เริ่มใส่สายน้ำเกลือต้องใช้เวลานาน

2) เมื่อใช้งานติดต่อกันเป็นเวลานาน จะเกิดความร้อนขึ้นที่ภาคจ่ายไฟ

3) การวางตำแหน่งตัวตรวจจับจำนวนหยดของน้ำเกลือ วางให้ตรงกับระดับที่สามารถตรวจสอบได้ยาก

4) การส่งข้อมูลจากเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถส่งได้ในระยะทางไกล (ระยะทางไม่เกิน 15 เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

ในการจัดทำเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ สามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

1) ปัญหา สเต็ปปิ้งมอเตอร์มีแรงบิดน้อย ทำให้หมุนแกนเลื่อนบีบสายไม่ไหว

แนวทางการแก้ไข ทำการเปลี่ยนสเต็ปปิ้งมอเตอร์ใหม่ ใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่มีแรงบิดมากขึ้น ทำให้หมุนแกนเลื่อนบีบสายได้

2) ปัญหา การบีบสายให้น้ำเกลือโดยใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนแกนเลื่อนโดยตรงที่ไม่มีเฟือง ทำให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์มีแรงบิดน้อย ไม่สามารถหมุนแกนเลื่อนบีบสายให้น้ำเกลือหยุดไหลได้

แนวทางการแก้ไข ทำการออกแบบเฟืองเพื่อช่วยทดกำลังให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ ทำให้สามารถบีบสายให้น้ำเกลือหยุดไหลได้

3) ปัญหา วงจรตรวจสอบสารเหลว ไม่สามวรถตรวจสอบได้

แนวทางการแก้ไข ทำการเปลี่ยนวงจรชุดตรวจสอบสารเหลว ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ในการตรวจสอบทั้งตัวรับและส่ง ทำการวางแนวตัวรับ และตัวส่งให้มีแนวที่ตรงกันมากขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนา

1) ควรให้เครื่องสามารถสั่งงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง โดยสามารถใส่ค่าจำนวนหยดในการไหลต่อนาทีได้

2) ควรออกแบบวงจรภาคจ่ายไฟให้สามารถจ่ายกระแสได้สูงขึ้น เพื่อลดอุณหภูมิของภาคจ่ายไฟขณะทำงาน

3) ควรหาชุดตรวจจับสารเหลวที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรวจจับเพื่อให้เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติ มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงขึ้น

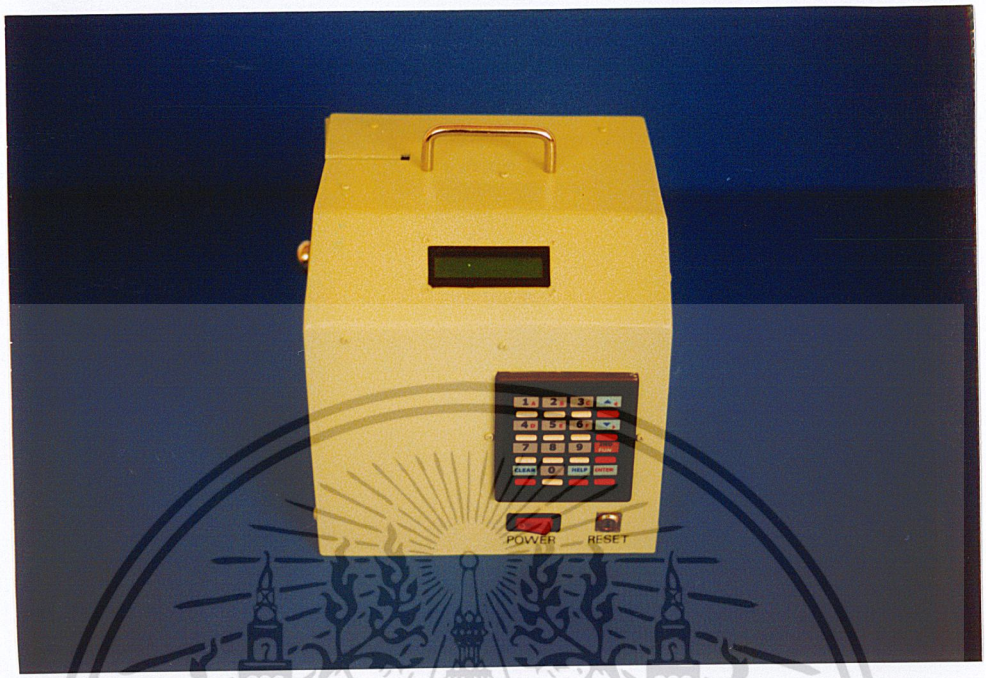
4) ควรออกแบบชุดกลไกการบีบสายให้มีความเร็วในการทำงานมากขึ้น เพื่อลดเวลาในการเลื่อนแกนบีบสายให้น้อยลง

5) ควรให้เครื่องมีระบบจ่ายไฟสำรองเพื่อให้เครื่องสามารถใช้งานได้ถ้าไฟฟ้าดับ เพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

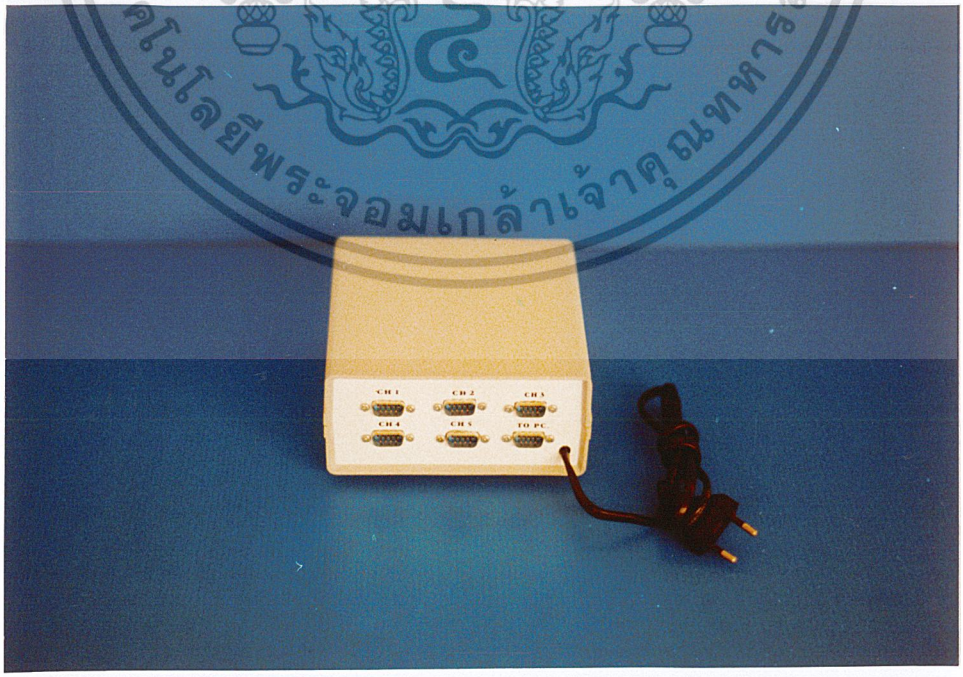


รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

รูปที่ ก.2 ด้านหลังของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

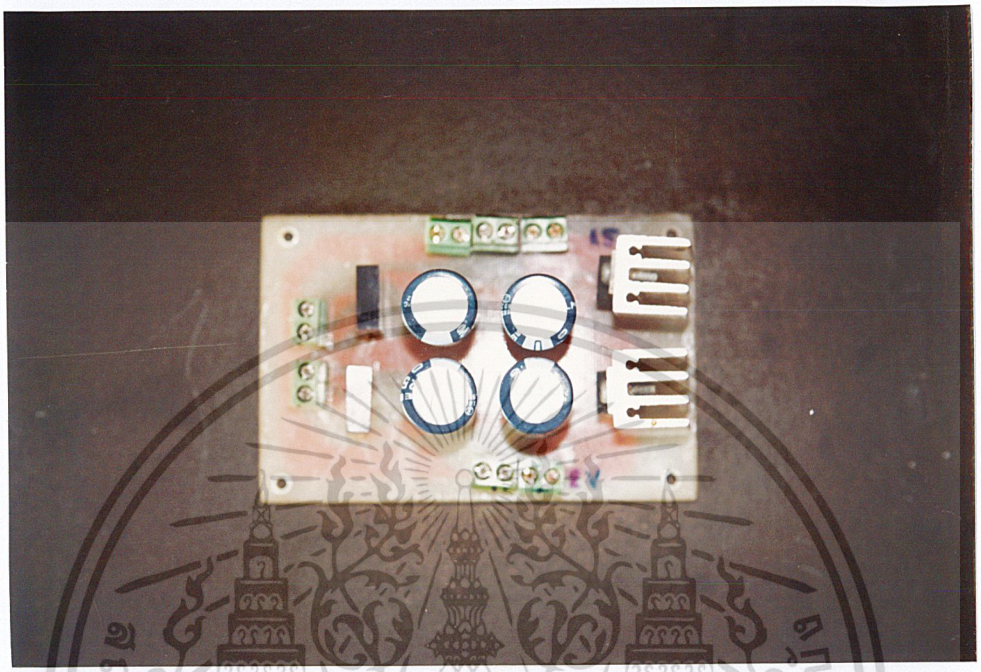
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 ด้านหน้าของเครื่องเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์

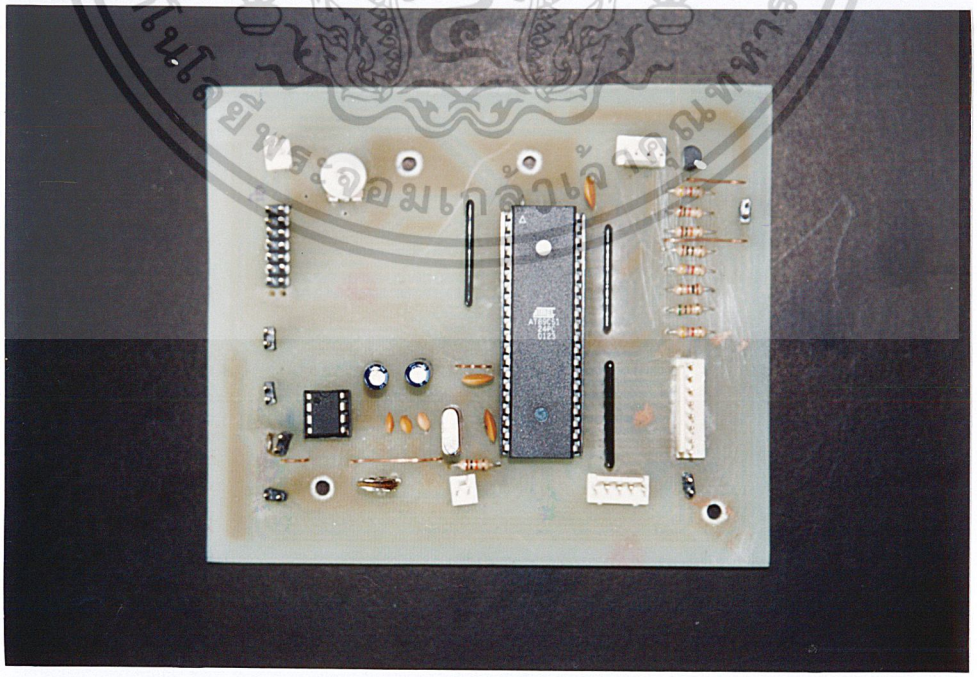


รูปที่ ก.4 ด้านหลังของเครื่องเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

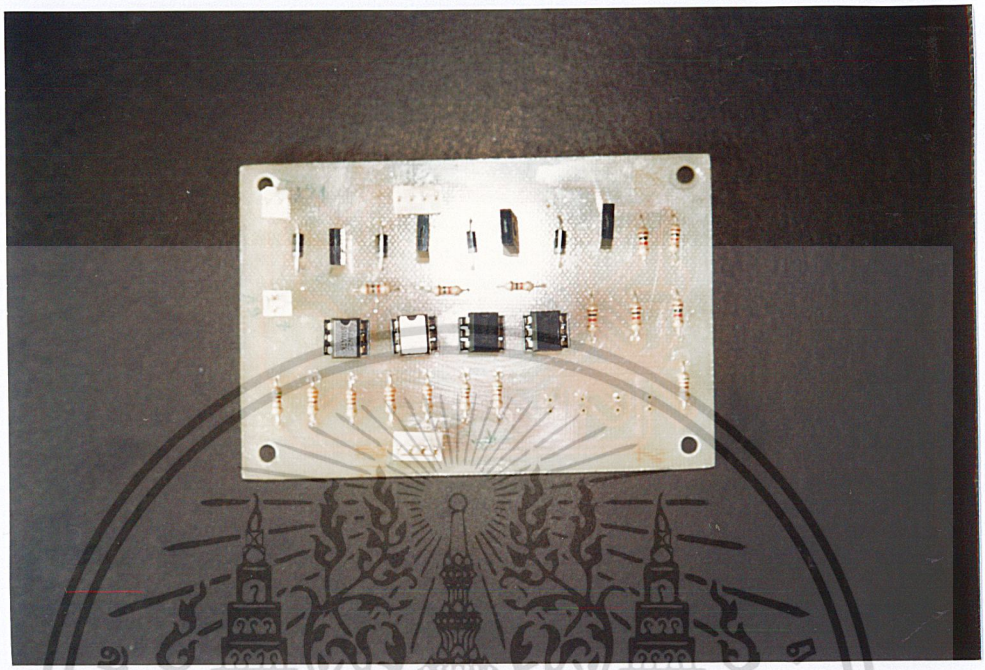


รูปที่ ก.5 วงจรภาคจ่ายไฟ

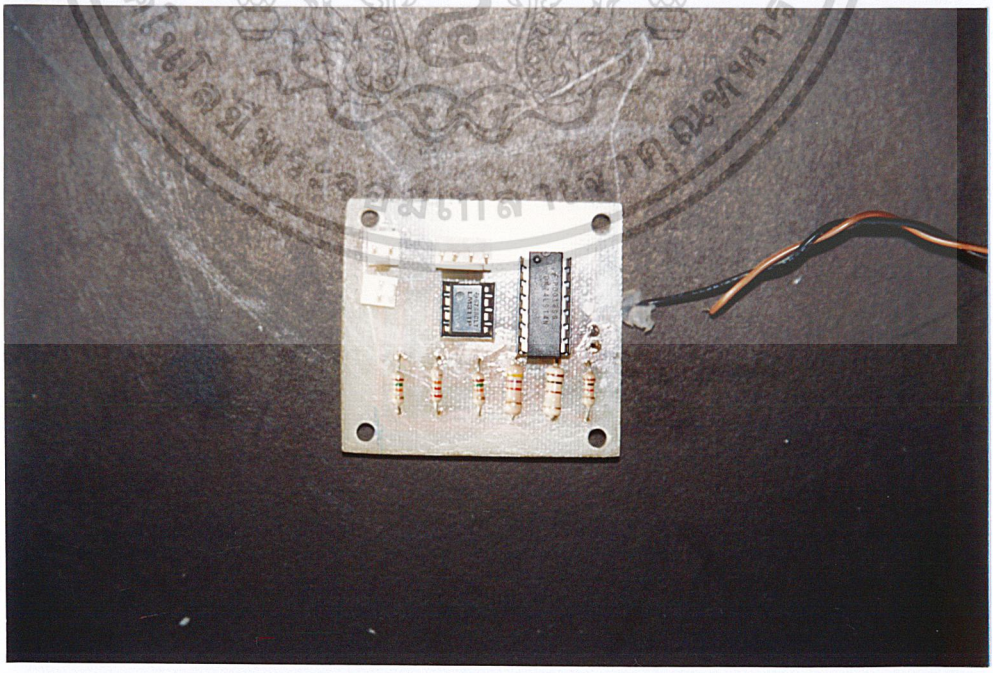


รูปที่ ก.6 วงจรชุดประมวลผล และควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

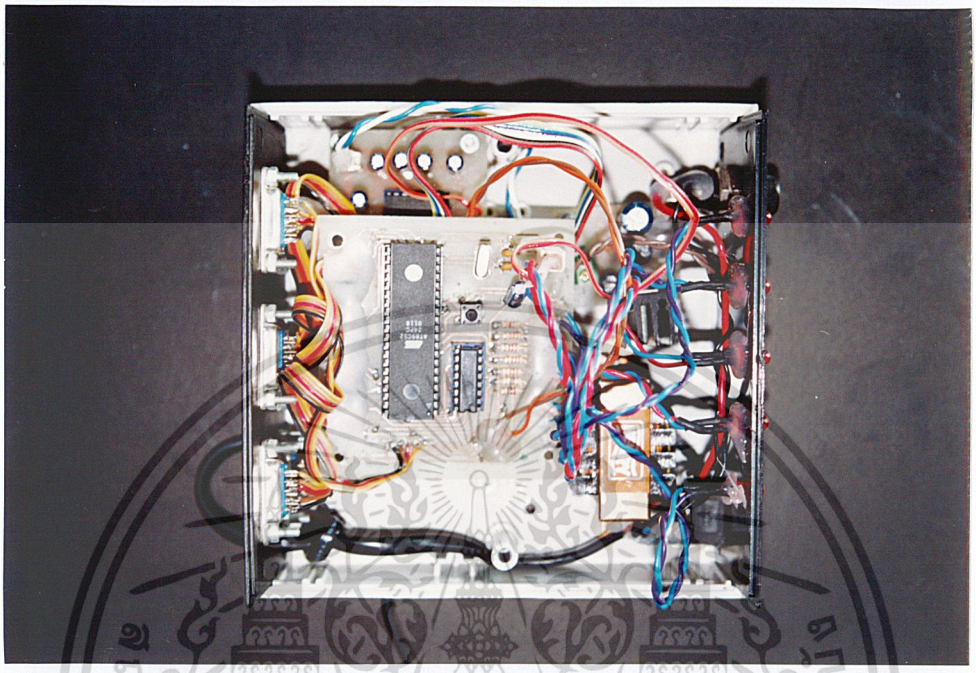


รูปที่ ก.7 วงจรขับสเต็ปมิ้งมอเตอร์

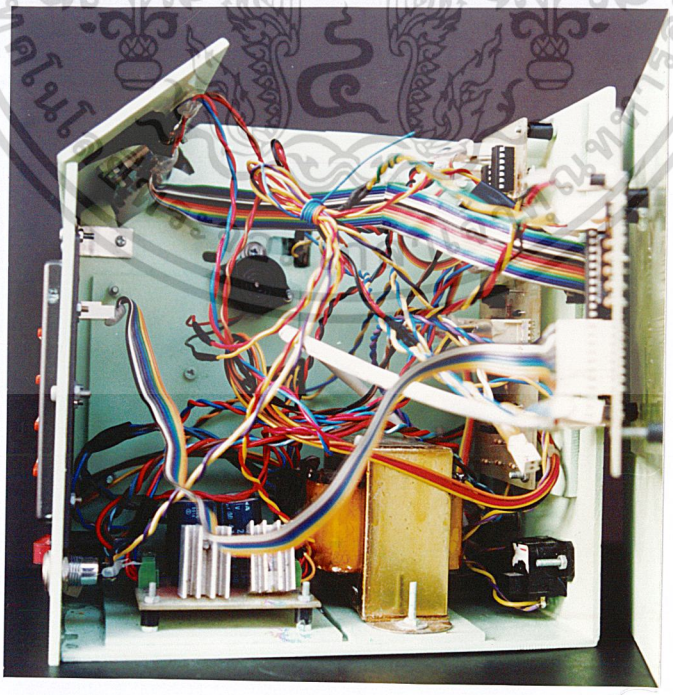


รูปที่ ก.8 วงจรตรวจสอบสารเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



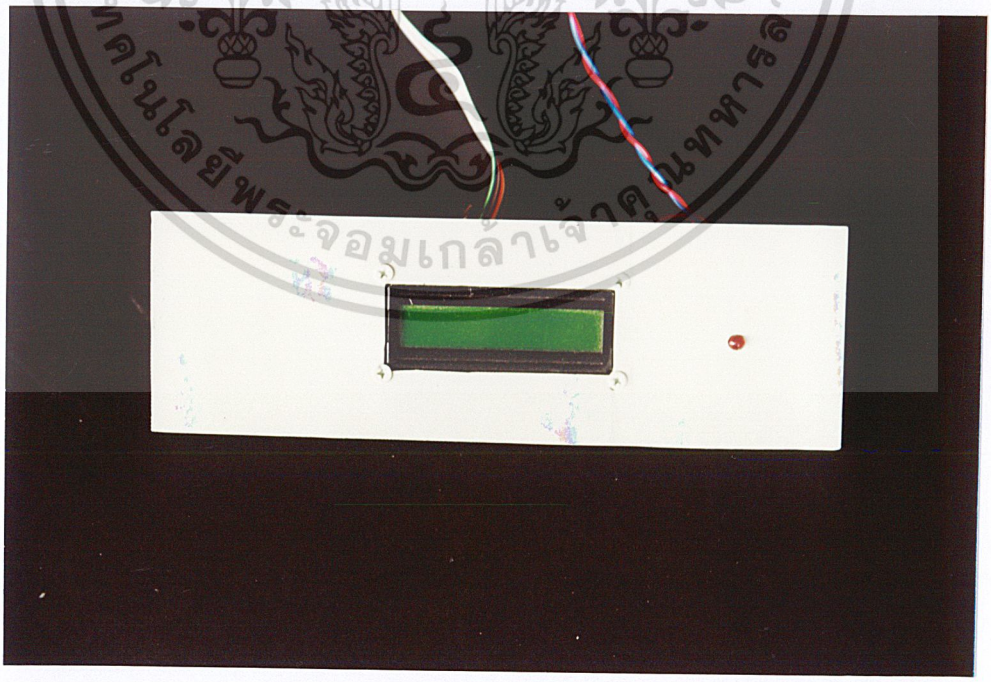
รูปที่ ก.9 วงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์



รูปที่ ก.10 การต่ออุปกรณ์ภายในกล่องควบคุมเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือ
อัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.11 ชุดสวิตช์เมตริกซ์



รูปที่ ก.12 ชุดแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.13 ชุดกลไกการบีบสายน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

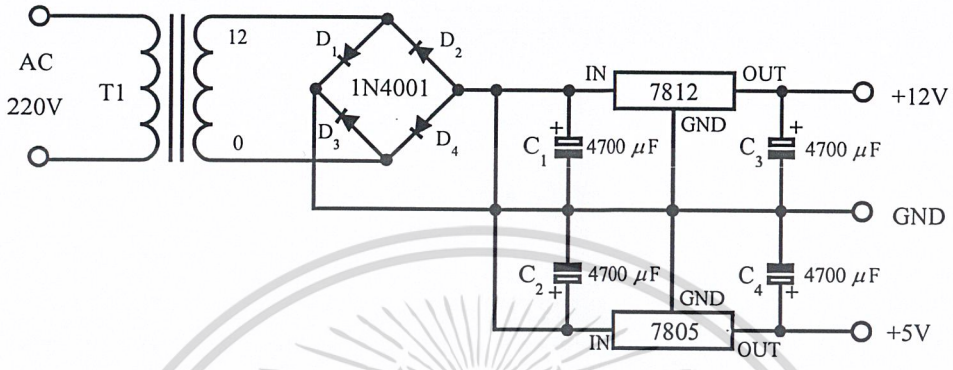
รูปที่ ก.14 ขณะใช้งานเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือ
อัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

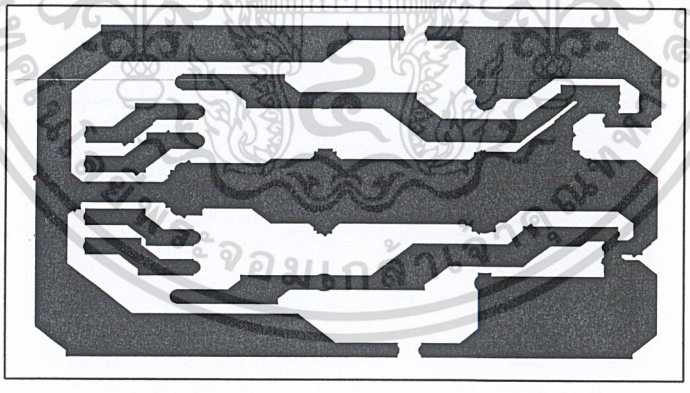
ภาคผนวก ข
วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วงจรภาคจ่ายไฟ



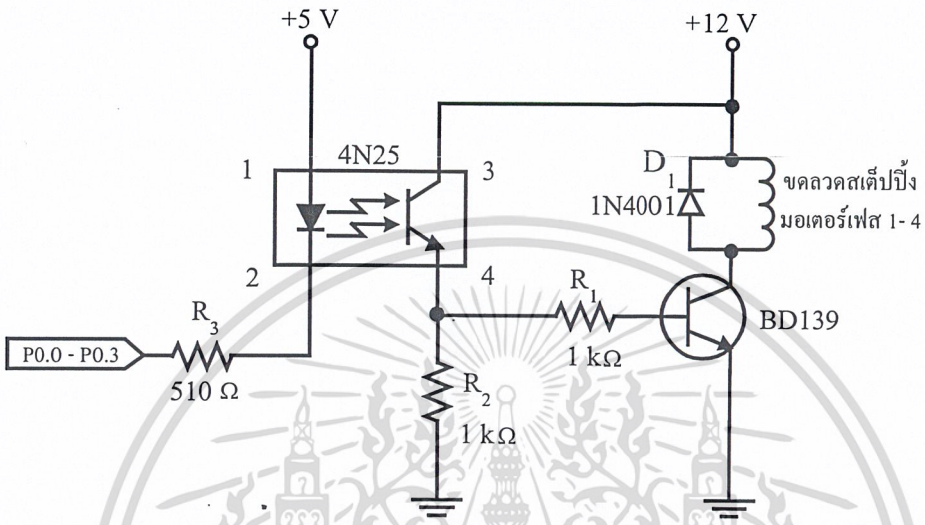
รูปที่ ข.1 วงจรภาคจ่ายไฟ



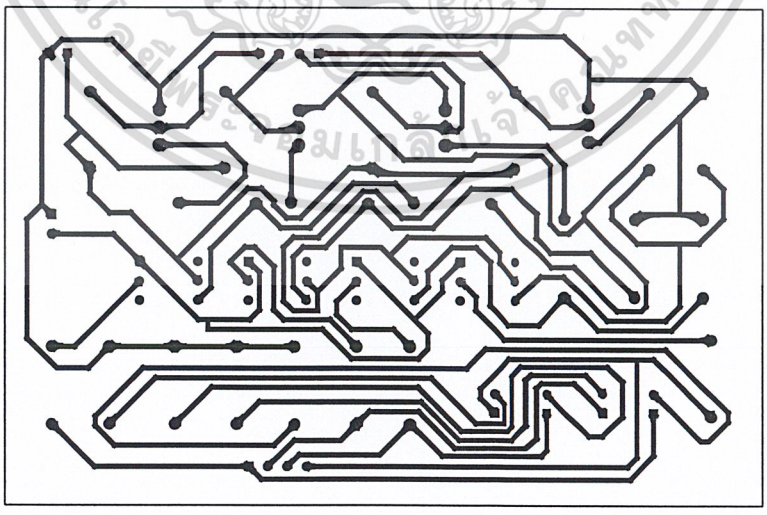
รูปที่ ข.2 ลายวงจรภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์



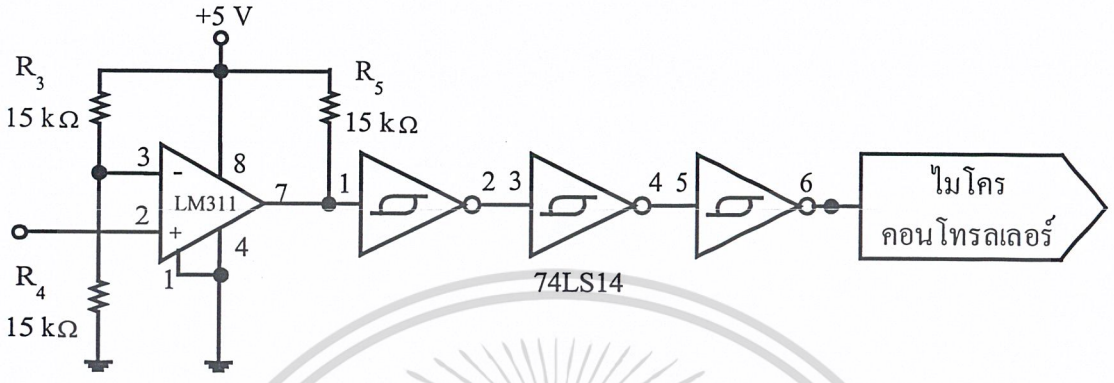
รูปที่ ข.3 วงจรสมบูรณ์ของชุดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์



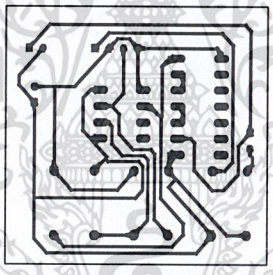
รูปที่ ข.4 ลายวงจรสมบูรณ์ของชุดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรตรวจสอบสารเหลว



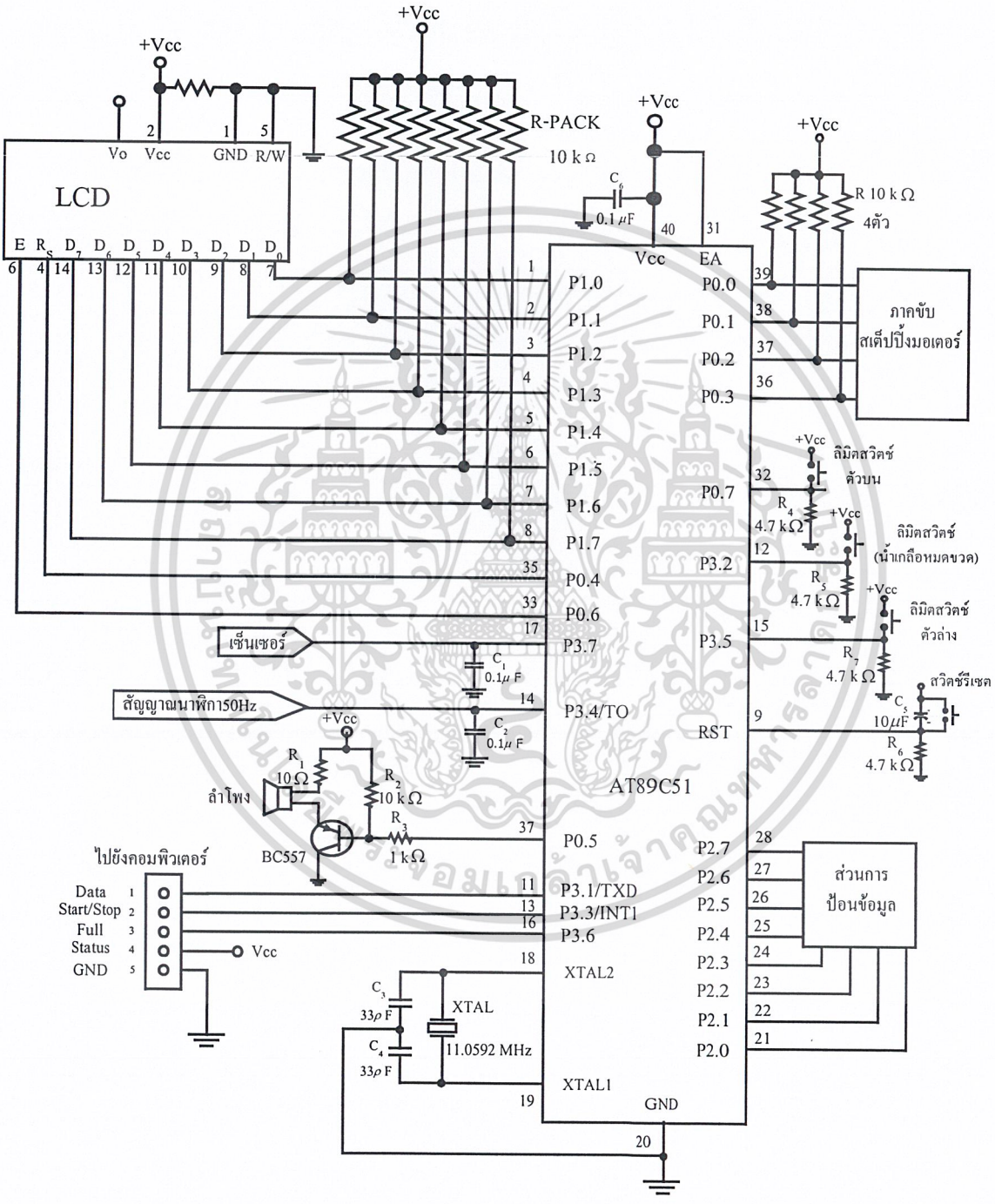
รูปที่ ข.5 วงจรตรวจสอบสารเหลว



รูปที่ ข.6 ลายวงจรตรวจสอบสารเหลว

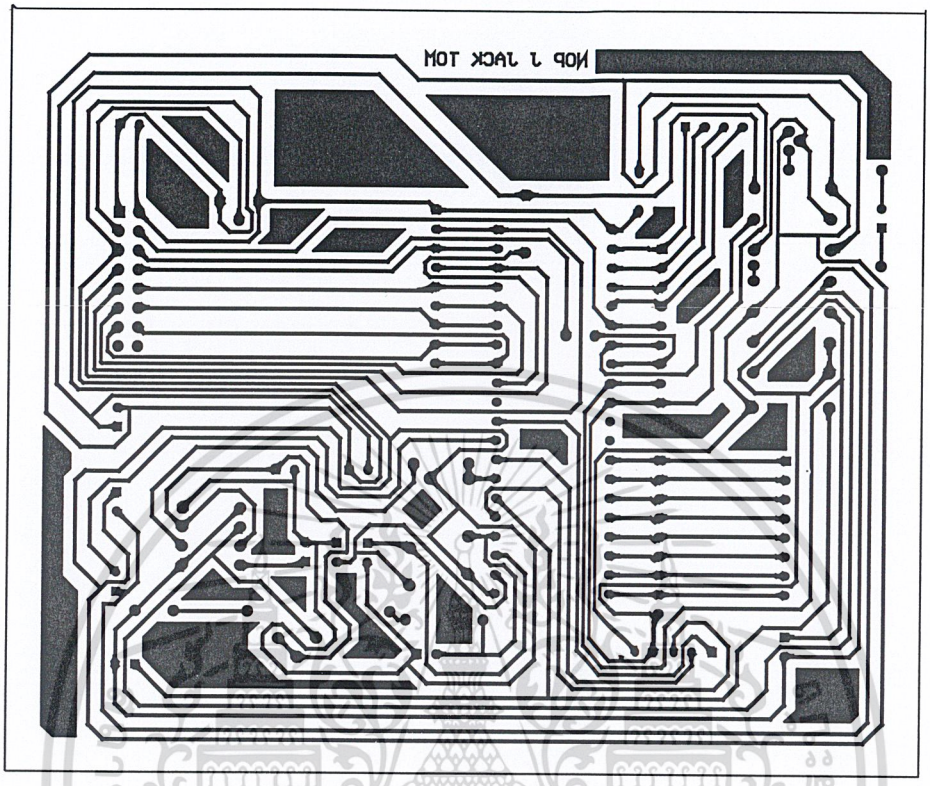
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรภาคประมวลผล และควบคุม



รูปที่ ข.7 วงจรภาคประมวลผล และควบคุม

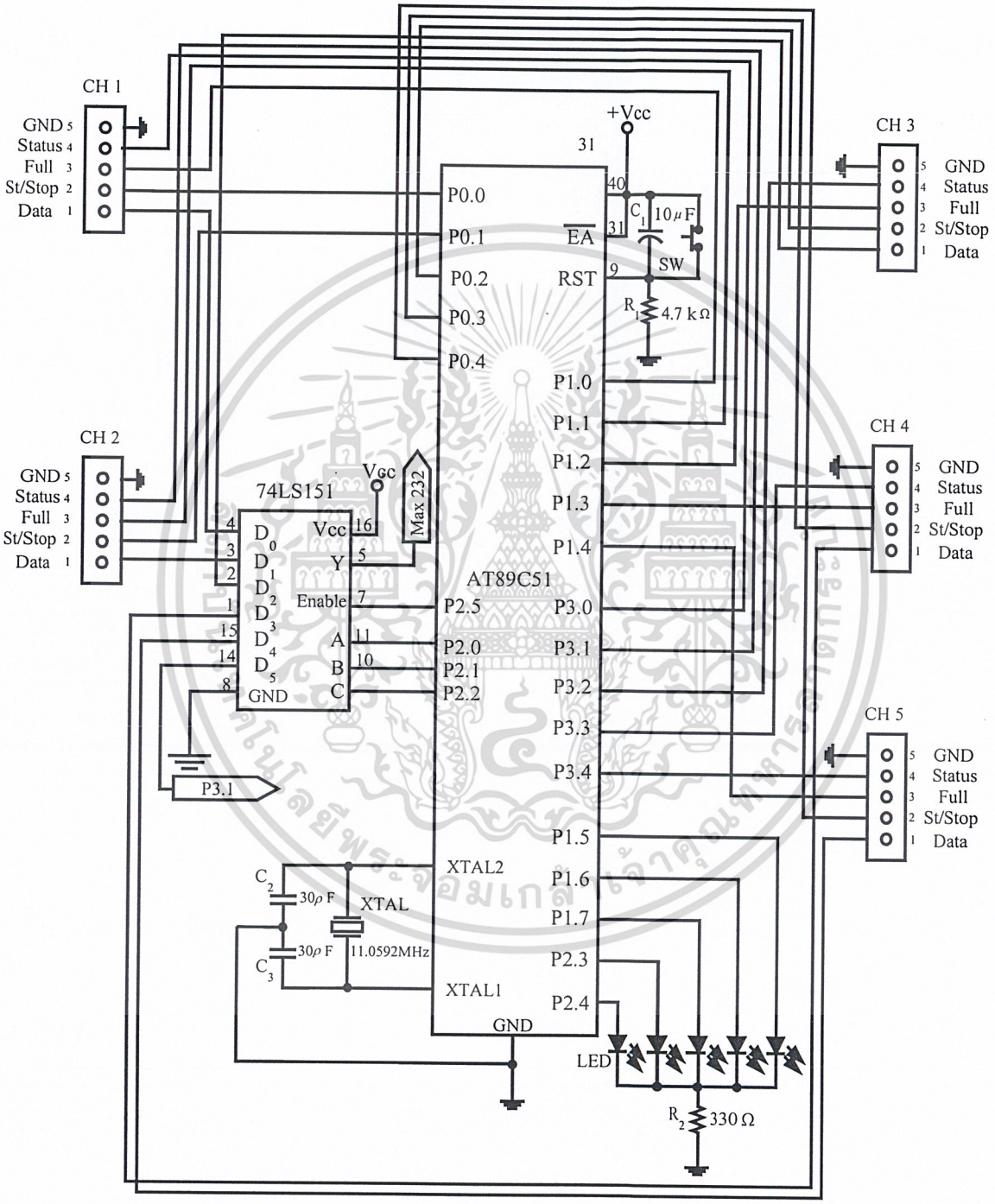
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.8 ลายวงจรภาคประมวลผลและควบคุม

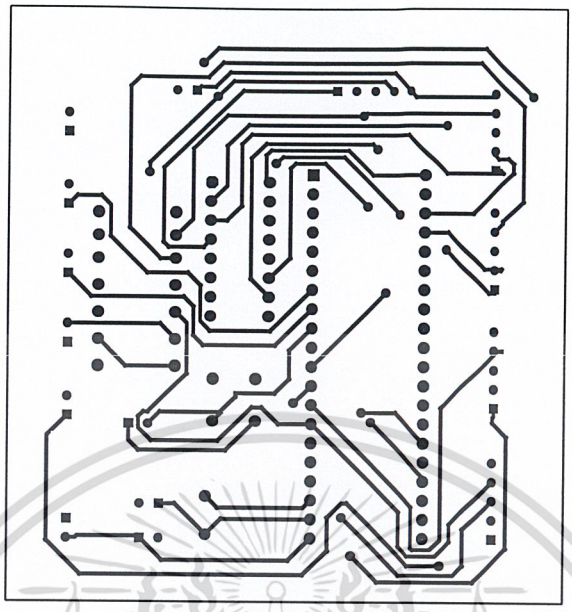
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์

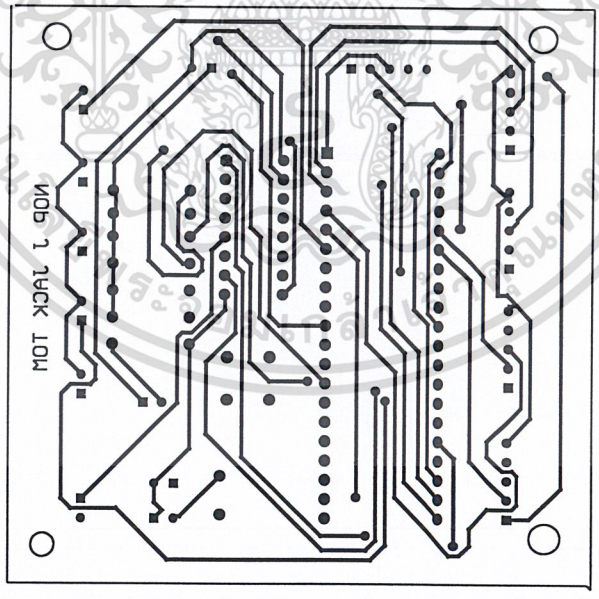


รูปที่ ข.9 วงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



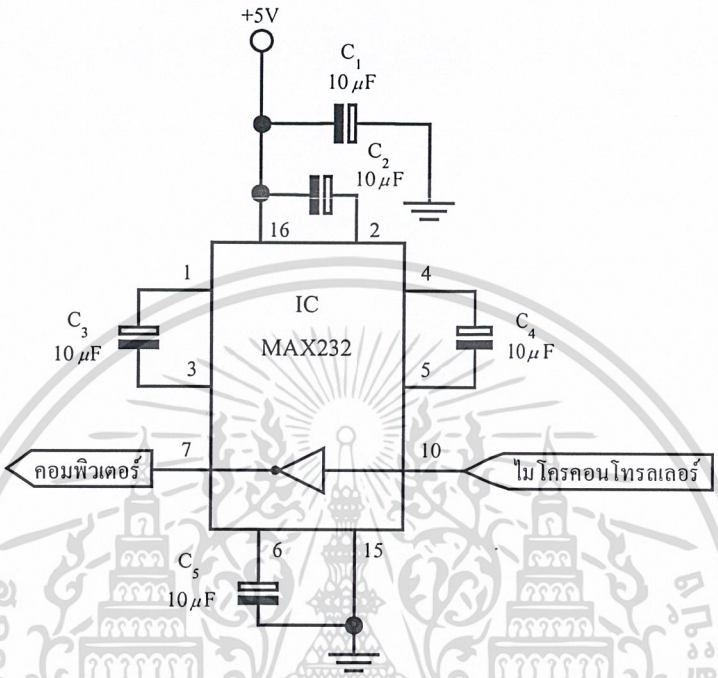
รูปที่ ข.10 ด้านบนของลายวงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์



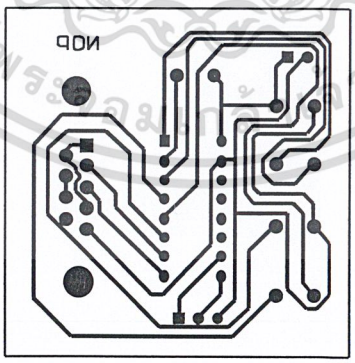
รูปที่ ข.11 ด้านล่างของลายวงจรควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. วงจรแปลงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์



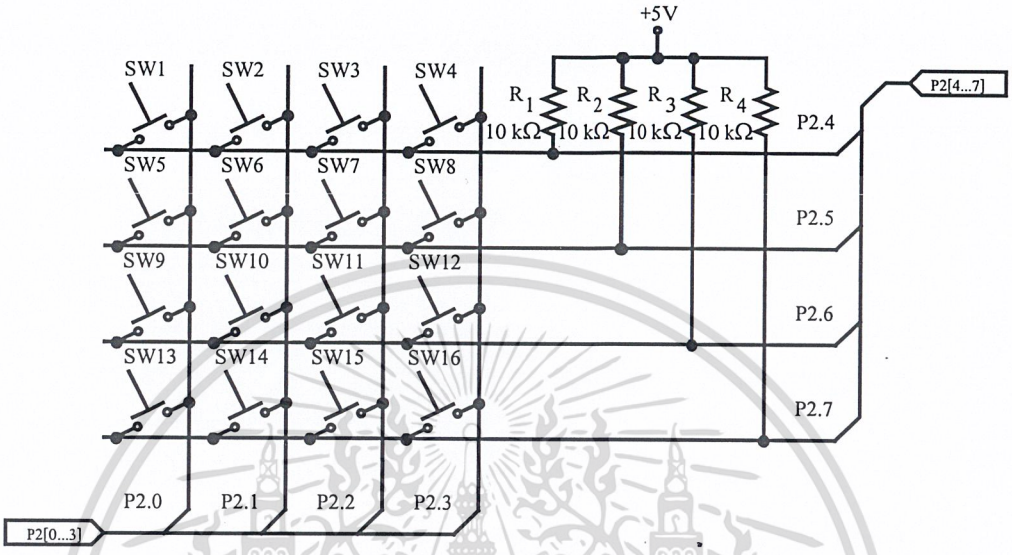
รูปที่ ข.12 วงจรแปลงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์



รูปที่ ข.13 ลายวงจรแปลงสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ชุดสวิตช์เมตริกซ์

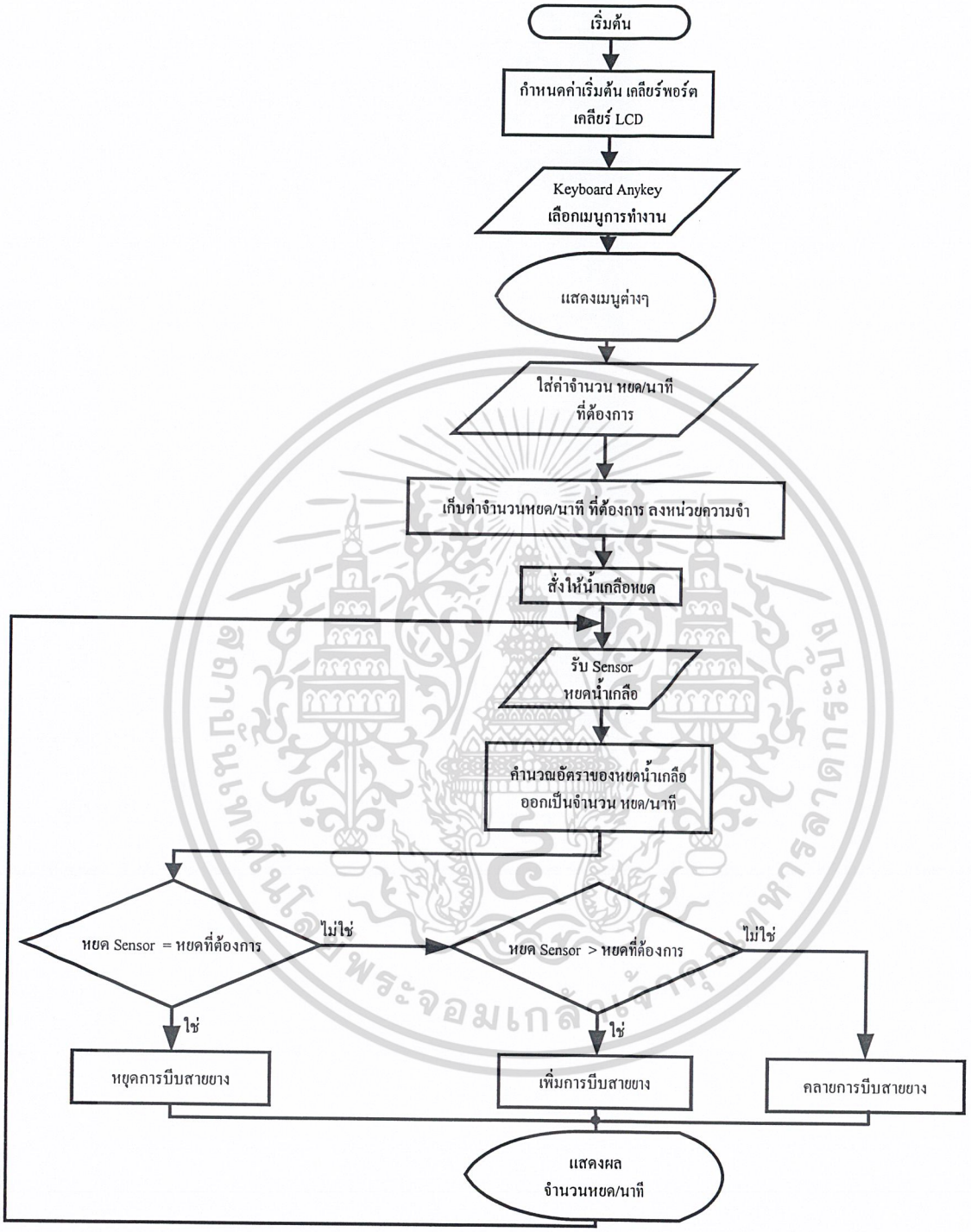


รูปที่ ข.14 ชุดสวิตช์เมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ผังการทำงาน และโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือ อัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; This is a Systronix generated Main file
;  Put your include statements in this file

KPAD_ROW0           BIT         P2.4     ; Keypad Input Row 0
KPAD_ROW1           BIT         P2.5     ; Keypad Input Row 1
KPAD_ROW2           BIT         P2.6     ; Keypad Input Row 2
KPAD_ROW3           BIT         P2.7     ; Keypad Input Row 3
KPAD_COL3           BIT         P2.3     ; Keypad Output Column 2
KPAD_COL2           BIT         P2.2     ; Keypad Output Column 2
KPAD_COL1           BIT         P2.1     ; Keypad Output Column 1
KPAD_COL0           BIT         P2.0     ; Keypad Output Column 0
FULL                BIT         P3.6
;---------------------------------------------------------------
; Define CHECK WATRE
;---------------------------------------------------------------
SENSOR_OUT          BIT         P3.7    ;P0.5   TEST
CLK_50HZ            BIT         P3.4
SW_UP               BIT         P0.7
SW_DOWN             BIT         P3.5
SOUND               BIT         P0.5

VALUE_WATER         EQU         040H
BUFF_SERIAL         EQU         047H
BUFF_KEY_REAL       EQU         048H
BUFF1               EQU         041H
BUFF2               EQU         043H
BUFF4               EQU         044H
BUFF5               EQU         045H
BUFF6               EQU         046H
SALINE              EQU         049H
;---------------------------------------------------------------
; Define User Register
;---------------------------------------------------------------
KPAD_DATA           EQU         032H     ; For keep Keypad Data
;---------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_EN          BIT     P0.6    ; LCD Module Enable (Active High : Level)
LCD_RS          BIT     P0.4    ; LCD Module Register Select
FLAG            EQU     02FH    ; USER DEFINE
WATER_FLAG      BIT     FLAG.1
FIRST           BIT     FLAG.0
BUFF_CHECK      EQU     42H
VALUE_KEY       EQU     50H
;-------------------------------------------------------------------------
; Define User Register
;-------------------------------------------------------------------------
LCD_ADDR        EQU     030H    ; For keep LCD Address
LCD_DATA        EQU     031H    ; For keep LCD Data
;-------------------------------------------------------------------------
; Define User Register  For convert hex
;-------------------------------------------------------------------------

OUT_CONVER      EQU     60H
INP_CONVER      EQU     61H
BEGIN_VAL       EQU     62H
END_VAL         EQU     63H
ADD_VAL         EQU     64H

;-------------------------------------------------------------------------
; Main Program.
;-------------------------------------------------------------------------
                ORG     0000H       ; Reset Vector
                LJMP    MAIN
                ORG     0003H
                LJMP    ALARM
                ORG     0013H
                LJMP    SERIAL_COM

MAIN:           MOV     SALINE,#6BH
                CLR     WATER_FLAG
                MOV     P1,#00000000B   ; Clear Databus
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    CLR         FULL
                    SETB        EA
                    SETB        EX0
                    SETB        IT0
                    SETB        PX0
                    SETB        EX1
                    SETB        IT1
;-------------------------------------------------------------------
;SELECT MENU AT KEY  THE MAIN PROGRAM
;-------------------------------------------------------------------
                    JNB         WATER_FLAG,CON_SHOW
                    SETB        EA
                    SETB        EX0
                    SETB        IT0
                    SETB        PX0
                    AJMP        CHECK_WATER

SHO_NAME:           LCALL       PRODUCT_BY
                    AJMP        STOP            ;KEY HELP *********
MEPUT_LINE:         LCALL       LCD_CLR
                    LCALL       SHOW_WAIT
                    LCALL       PUT_LINE
                    LCALL       SHOW_WAIT
                    LCALL       READY_STATUS
                    AJMP        SHOW_MENU       ;KEY ENTER********
TO_READY:           LCALL       LCD_CLR
                    LCALL       SHOW_READY
                    LCALL       GET_KEY
                    LCALL       DELAY_100ms
BACK_KEY:           LCALL       CHK_OVER_RENG
                    LCALL       SHOW_WAIT       ; SHOW WAIT NOW
                    SETB        SOUND
                    LCALL       DELAY_1s
                    LCALL       ON_SOUND_1s     ;ON SOUND BEEB
                    LCALL       LCD_CLR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    LCALL       SHOW_RUN
                    LCALL       SHOW_VAL_SET      ;SHOW VALUE AT SET
;++++++COMPARE VALUE_KEY VS VALUE_WATER++++++
SENSOR:             LCALL       SHOW_RUN
                    LCALL       DELAY_10ms
                    LCALL       CHK_STOP
        LCALL  SHOW_VAL_SET
                    LCALL       CHECK_SW_UP
                    LCALL       DELAY_10ms
                    LCALL       CHECK_SW_DOWN
                    LCALL       CHECK_WATER       ;*****
                    LCALL       CHECK_SW_UP
                    LCALL       DELAY_10ms
                    LCALL       CHECK_SW_DOWN
                    LCALL       DELAY_10ms
                    LCALL       CHK_STOP
                    CLR         C
                    MOV         A,VALUE_KEY
                    SUBB        A,VALUE_WATER     ;       COMPARE
                    MOV         BUFF4,A
                    JNC         NON_LISTLE    ;   VALUE KEY <VALUE
WATER
                    LCALL  ROTATE_UP
                    AJMP    SENSOR
NON_LISTLE:         MOV    A,BUFF4
                    JNZ         MANY          ;   VALUE KEY =VALUE
WATER               AJMP    SENSOR
MANY:               LCALL  ROTATE_DOWN        ;   VALUE KEY >VALUE
WATER
                    AJMP    SENSOR


;*************************************************************************
;+++ END MAIN++++
;-------------------------------------------------------------------
; CHECK OVER RENGE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------------
CHK_OVER_RENG:      JNB         SW_UP,WRANING_START
                    JNB         SW_DOWN,WRANING_STOP
                    RET
;-------------------------------------------------------------------
WRANING_START:      LCALL       ON_SOUND_1s
                    ACALL       DELAY_100ms
                    LCALL       INIT_LCD
                    MOV         LCD_ADDR,#00H  ; SeAddress 00H
                    LCALL       SET_ADDR_LCD   ;
                    MOV         DPTR,#WRON     ; Index Pointer ROM to Show
                    LCALL       WRLINE_LCD16   ; 00H-07H (Increase automatic)
                    MOV         LCD_ADDR,#40H  ; SeAddress 00H
                    LCALL       SET_ADDR_LCD   ;
                    MOV         DPTR,#WRON_START      ; Index Pointer ROM to
Show
                    LCALL       WRLINE_LCD16   ; 00H-07H (Increase automatic)
                    LCALL       ON_SOUND_1s
                    LCALL       DELAY_1s
                    LCALL       DELAY_1s
                    AJMP        STOP
WRANING_STOP:       LCALL       ON_SOUND_1s
        ACALL DELAY_100ms
                    LCALL       INIT_LCD
                    MOV         LCD_ADDR,#00H  ; SeAddress 00H
                    LCALL        SET_ADDR_LCD;
                    MOV          DPTR,#WRON    ; Index Pointer ROM to Show LCD
                    LCALL        WRLINE_LCD16  ; 00H-07H (Increase automatic)
                    MOV          LCD_ADDR,#40H  ; SeAddress 00H
                    LCALL        SET_ADDR_LCD ;
                    MOV          DPTR,#WRON_STOP       ; Index Pointer ROM to
Show
                    LCALL        WRLINE_LCD16 ; 00H-07H (Increase automatic)
                    LCALL        ON_SOUND_1s
                    LCALL        DELAY_1s
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    LCALL       DELAY_1s
                    AJMP        STOP
;-------------------------------------------------------------------
; MANUAL ADJUST UP DOWN
;-------------------------------------------------------------------
CHECK_SW_UP:        LCALL       GET_KPAD        ; Get Keypad Data
                    MOV         A,KPAD_DATA     ; insert A
                    JZ          RETURN_CON1
                    CJNE        A,#010H,RETURN_CON1
                    AJMP        ROTATE_DOWN5
RETURN_CON1:        RET
;-------------------------------------------------------------------

CHECK_SW_DOWN:      LCALL       GET_KPAD        ;   Get Keypad Data
                    MOV         A,KPAD_DATA     ;   insert A
                    JZ          RETURN_CON2
                    CJNE        A,#013H,RETURN_CON2
                    AJMP        ROTATE_UP5
RETURN_CON2:        RET

;-------------------------------------------------------------------
; SHOW MENU BIG SLIDE 4 STEP
;-------------------------------------------------------------------
SHOW_MENU:          CLR         FULL
                    LCALL       INIT_LCD        ; Call LCD Initial subroutine
                    MOV         LCD_ADDR,#00H   ; Set Address 00H
                    LCALL       SET_ADDR_LCD
                    MOV         DPTR,#MENU_1    ; Index Pointer ROM to Show
LCD (DROPPING)
                    LCALL       WRLINE_LCD16    ; 00H-07H (Increase automatic)
                    MOV         LCD_ADDR,#40H   ; SeAddress 00H
                    LCALL       SET_ADDR_LCD;
                    MOV         DPTR,#ST        ; Index Pointer ROM to

                    LCALL       INIT_LCD        ; Call LCD Initial subroutine
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     LCD_ADDR,#00H  ; SeAddress 00H
                LCALL   SET_ADDR_LCD   ;
                MOV     DPTR,#AMON     ; Index Pointer ROM to Show LCD
(DROPPING)
                LCALL   WRLINE_LCD16   ; 00H-07H (Increase automatic)
                LCALL   DELAY_1s
                LCALL   LCD_CLR

                LCALL   DELAY_1s
                LCALL   DELAY_1s
                RET
;-------------------------------------------------------------
;SERIAL PORT
; TX Serial Text from ROM Pointer
; OUTPUT TO COMPUTER IN SERIAL POR
;-------------------------------------------------------------

SERIAL_COM:     PUSH    ACC
                PUSH    PSW
                SETB    PX0
                CLR     PX1
                MOV     TMOD,#026H     ; T1 8Bit Auto, T0 8BIT COUNTER
                MOV     TH1,#0FDH      ; 9600 bps Timer1 Default
                MOV     TL1,#0FDH      ;
                SETB    TR1            ; Start Timer1
                MOV     SCON,#040H     ; Mode1 RX Disable
                ; send value set
                MOV     A,BUFF_KEY_REAL      ; OUT VALUE REAL
KEY
                LCALL   CON_DECIMAL_SET
                ; send value running
                MOV     A,BUFF_SERIAL ; OUT VALUE RUN
                LCALL   CON_DECIMAL_RUN
                ; send value saline in bottle
                MOV     A,SALINE       ;HOME ENTRY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     TI
                ACALL   TX_CHAR
                POP     PSW
                POP     ACC
                RETI
;-------------------------------------------------------------------
;CONVER DECIMAL TO DISPLAY SET VALUE
;-------------------------------------------------------------------
CON_DECIMAL_SET:MOV     B,A
                SWAP    A
                ANL     A,#0FH
                LCALL   KEY_NEW
                CLR     TI
                LCALL   TX_CHAR
                MOV     A,B
                ANL     A,#0FH
                LCALL   KEY_NEW
                CLR     TI
                ADD     A,#10H
                LCALL   TX_CHAR
                RET
;-------------------------------------------------------------------
;CONVER DECIMAL TO DISPLAY RUN VALUE
;-------------------------------------------------------------------
CON_DECIMAL_RUN:MOV     B,A
                SWAP    A
                ANL     A,#0FH
                LCALL   KEY_NEW
                CLR     TI
                ADD     A,#20H
                LCALL   TX_CHAR
                MOV     A,B         ;COLUME 2
                ANL     A,#0FH
                LCALL   KEY_NEW
                CLR     TI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    ADD         A,#31H
                    LCALL       TX_CHAR
                    RET
;-------------------------------------------------------------------
;INTO COMPUTER
;-------------------------------------------------------------------
TX_CHAR:            MOV         SBUF,A          ; Send Data to SBUF
                    JNB         TI,$            ; Wait until TX already (TI=1)
                    CLR         TI              ; Clear TI
                    LCALL       DELAY_100ms     ; Delay
                    RET                         ; Jump to TX_LOOP
;-------------------------------------------------------------------
; Dummy Delay time LCD_DELAY, 10m, 100m, 1s
;-------------------------------------------------------------------
LCD_DELAY:          MOV         R7,#002         ; Do 2 times
LCD_DELAY_1:        MOV         R6,#0E6H        ; Each loop = 1 ms
LCD_DELAY_2:        NOP
                    NOP
                    DJNZ        R6,LCD_DELAY_2
                    DJNZ        R7,LCD_DELAY_1
                    RET

DELAY_10msec:       MOV         R7,#010         ; Do 10 times
DELAY_10ms_1:       MOV         R6,#0E6H        ; Each loop = 1 ms
DELAY_10ms_2:       NOP
                    NOP
                    DJNZ        R6,DELAY_10ms_2
                    DJNZ        R7,DELAY_10ms_1
                    RET

DELAY_100msec:      MOV         R7,#100         ; Do 100 times
DELAY_100ms_1:      MOV         R6,#0E6H        ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms_2:      NOP
                    NOP
                    DJNZ        R6,DELAY_100ms_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ        R7,DELAY_100ms_1
                RET

DELAY_1sec:     MOV         R5,#100         ; Do 100 times
DELAY_1s_1:     LCALL       DELAY_10msec
                DJNZ        R5,DELAY_1s_1
                RET

;-----------------------------------------------------------------
;  Delay time OFF MOTOR
;-----------------------------------------------------------------
DELAY_MOTOR_NEW:  MOV       R7,#06H         ;FOR FAST MOTOR
DELAY__1:         MOV       R6,#0F0H        ; Each loop  D0
DELAY__2:         NOP
                  NOP
                  DJNZ    R6,DELAY__2
                  DJNZ    R7,DELAY__1
                  RET
;-----------------------------------------------------------------
TABLE_MOTOR_L:  DB          01H,03H,02H,06H,04H,0CH,08H,09H
TABLE_MOTOR_R:  DB          08H,0CH,04H,06H,02H,03H,01H,09H
NUM_KEY:        DB          30H,31H,32H,33H,34H,35H,36H,37H,38H,39H
;++MESSAGE++
ALARM_SONUD:    DB          ' Out Of Saline '
CHANGE:         DB          '  Change Now!  '
SET:            DB          'SetValue '
CAL:            DB          'Cal Run= '
MIN:            DB          '/Min '
KMITL:          DB          '   DROPPING   '
ANYKEY:         DB          ' PRESS ANYKEY '
ENTER1:         DB          'ENTER--> Start '
HELP:           DB          'HELP -->Putline '
ENTER_PUT:      DB          '  Please Enter '
PUTLINE:        DB          '  Put Line NOW! '
WAIT:           DB          '  Please Wait '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

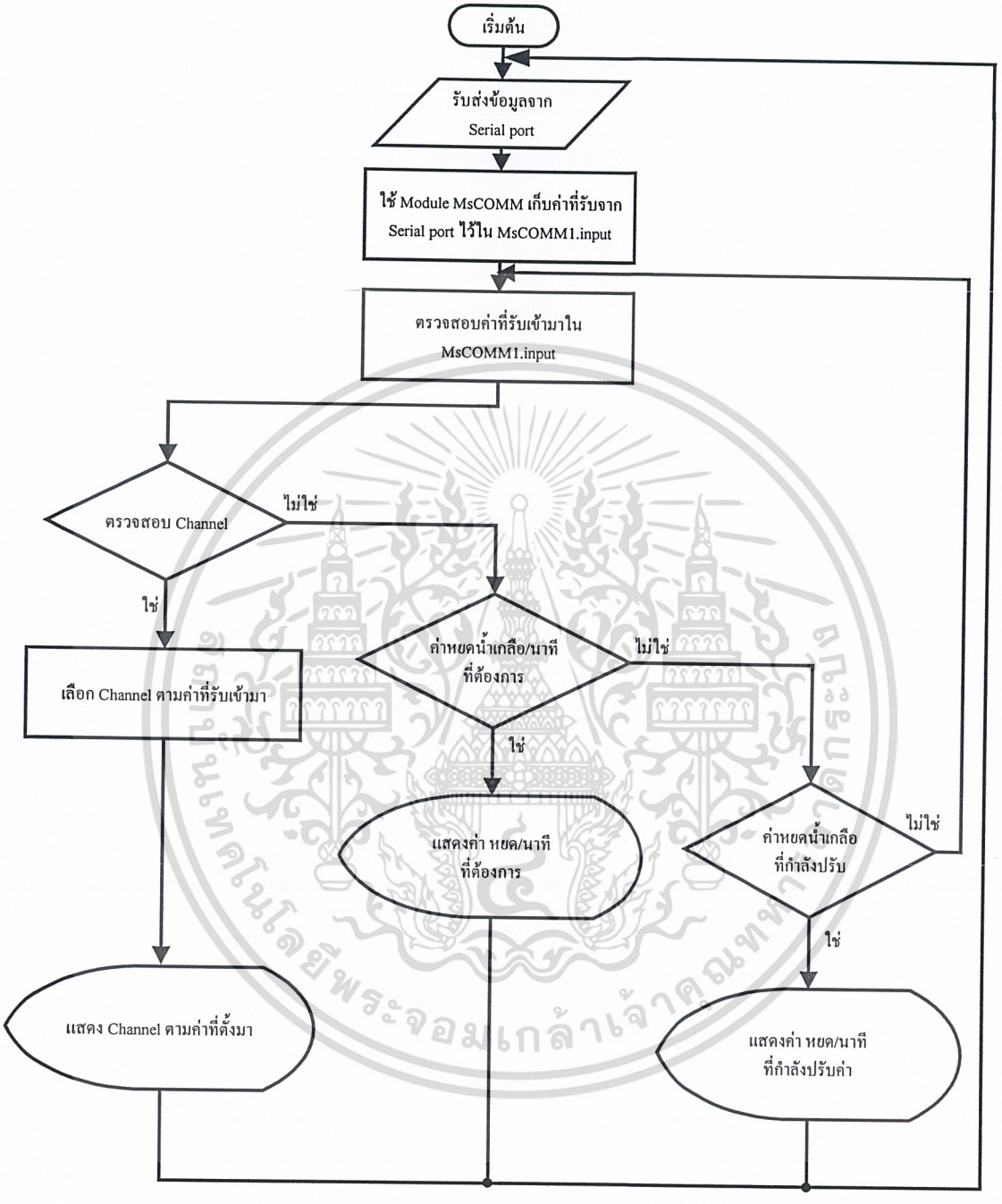
```
KEYNUMBER:          DB          'Key Value 20-60 '
PERSEC:             DB          'SetValue=  /Min '
UP:                 DB          '->'
DOWN:               DB          '<-'
PRO:                DB          '  PRODUCT BY   '
N1:                 DB          'Mr.KECHA    285 '
N2:                 DB          'Mr.MANOP    303 '
N3:                 DB          'Mr.NAKARIN  297 '
N4:                 DB          'Mr.PRASERTP 300 '
SURAPONG:           DB          'Ks.SURAPONG     '
AD:                 DB          '  ADVISER       '
CO:                 DB          '  CO-ADVISER    '
AMON:               DB          'Ks.AMORNCHAI    '
P_ENTER:            DB          ' If to see here '
P_STOP:             DB          'then press clear'
STOPPING:           DB          ' Stopping  water'
STOPPING_OK:        DB          '  Stop water OK '
MENU_1:             DB          'Menu 1          '
MENU_2:             DB          'Menu 2          '
MENU_3:             DB          'Menu 3          '
MENU_4:             DB          'Menu 4          '
MENU_5:             DB          'Menu 5          '

ST:                 DB          ' Start working  '
PU:                 DB          'Put Saline line '
SH:                 DB          'Show name about '
STO:                DB          'Stop water      '
ST_WATER:           DB          'Start water     '
START_WATER_OK:     DB          'Start water OK !'
WRON:               DB          '   WRANING !    '
WRON_START:         DB          'Start water now!'
WRON_STOP:          DB          'Stop  water now!'          ;70/SEC
TABLE_SEC:          DB          46H,45H,44H,43H,42H,41H,40H,3FH,3EH,3DH
                    DB          3CH,3BH,3AH,39H,38H,37H,36H,35H,34H,33H
                    DB          32H,31H,30H,30H,2FH,2EH,2DH,2DH,2CH,2BH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB      2BH,2AH,2AH,29H,29H,28H,27H,27H,26H,26H
        DB      25H,25H,25H,24H,24H,23H,23H,22H,22H,22H
        DB      21H,21H,21H,20H,20H,20H,1FH,1FH,1FH,1EH
        DB      1EH,1EH,1DH,1DH,1DH,1DH,1CH,1CH,1CH,1CH
        DB      1BH,1BH,1BH,1BH,1AH,1AH,1AH,1AH,19H,19H
        DB      19H,19H,19H,18H,18H,18H,18H,18H,17H,17H
        DB      17H,17H,17H,16H,16H,16H,16H,16H,16H,16H
        DB      15H,15H,15H,15H,15H,15H,15H,14H,14H,14H
        DB      14H,13H,12H,11H,10H,0FH,0EH,0DH,0CH,0BH
                ;12/SEC
        END
```

รูปที่ ค.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลือ อัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.3 ผังการทำงานของโปรแกรมแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Frame2_DragDrop(Index As Integer, Source As Control, X As Single, Y As
Single)
End Sub
Private Sub Label18_Click()
End Sub
Private Sub MSComm1_OnComm()
Dim buffer As Variant
Dim buffer1 As Variant
Dim buffer2 As Integer
Dim buffer3 As Integer
Dim buffer4 As Integer
Dim buffer5 As Integer
Dim buffer6 As Variant
Dim buffSet1 As Integer
Dim buffRun1 As Integer
Dim buffSet2 As Integer
Dim buffRun2 As Integer
Dim buffSet3 As Integer
Dim buffRun3 As Integer
Dim buffSet4 As Integer
Dim buffRun4 As Integer
Dim buffSet5 As Integer
Dim buffRun5 As Integer
Dim saline As Integer
Dim a As Integer
Dim b As Integer
Dim i As Integer
Dim c As Integer
Select Case MSComm1.CommEvent
Case comEvReceive
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    buffer = MSComm1.Input
     If (buffer = "p") Or (buffer = "q") Or (buffer = "r") Or (buffer = "s") Or (buffer = "t")
Then
        buffer1 = buffer
    ElseIf (buffer = "0") Or (buffer = "1") Or (buffer = "2") Or (buffer = "3") Or (buffer =
"4") Or (buffer = "5") Or (buffer = "6") Or (buffer = "7") Or (buffer = "8") Or (buffer = "9")
Then
        buffer2 = Asc(buffer) - 48
    ElseIf (buffer = "@") Or (buffer = "A") Or (buffer = "B") Or (buffer = "C") Or (buffer
= "D") Or (buffer = "E") Or (buffer = "F") Or (buffer = "G") Or (buffer = "H") Or (buffer =
"I") Then
        buffer3 = Asc(buffer) - 64
    ElseIf (buffer = "P") Or (buffer = "Q") Or (buffer = "R") Or (buffer = "S") Or (buffer =
"T") Or (buffer = "U") Or (buffer = "V") Or (buffer = "W") Or (buffer = "X") Or (buffer =
"Y") Then
        buffer4 = Asc(buffer) - 80
    ElseIf (buffer = "a") Or (buffer = "b") Or (buffer = "c") Or (buffer = "d") Or (buffer =
"e") Or (buffer = "f") Or (buffer = "g") Or (buffer = "h") Or (buffer = "i") Or (buffer = "j")
Then
        buffer5 = Asc(buffer) - 97
    ElseIf (buffer = "k") Or (buffer = "l") Then
      c = 12
      buffer6 = buffer
    End If
  End Select
Loop Until (c = 12)
    If buffer1 = "p" Then
        Label13.Caption = "ON"
        Label14.Caption = "OFF"
        Label15.Caption = "OFF"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Label16.Caption = "OFF"
        Label17.Caption = "OFF"
        Label13.BackColor = &HFFFF&
        Text1.BackColor = &H80000005
        If buffer6 = "k" Then
           Label19.Caption = "Normal"
           Label19.BackColor = &H8000000B
        ElseIf buffer6 = "l" Then
           Label19.Caption = "Critical"
           Label19.BackColor = &H8080FF
        End If
        buffSet1 = buffer2 * 10 + buffer3
        buffRun1 = buffer4 * 10 + buffer5
        If buffSet1 = buffRun1 Then
           Label1.BackColor = &HC0FFC0
           Label2.BackColor = &HC0FFC0
        Else
        End If
        Label1.Caption = buffSet1
        Label1.BackColor = &HFFFF00
        Label2.Caption = buffRun1
        Label2.BackColor = &HFFFF00
    ElseIf buffer1 = "q" Then
        Label13.Caption = "OFF"
        Label14.Caption = "ON"
        Label15.Caption = "OFF"
        Label16.Caption = "OFF"
        Label17.Caption = "OFF"
        Label14.BackColor = &HFFFF&
        Text2.BackColor = &H80000005
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

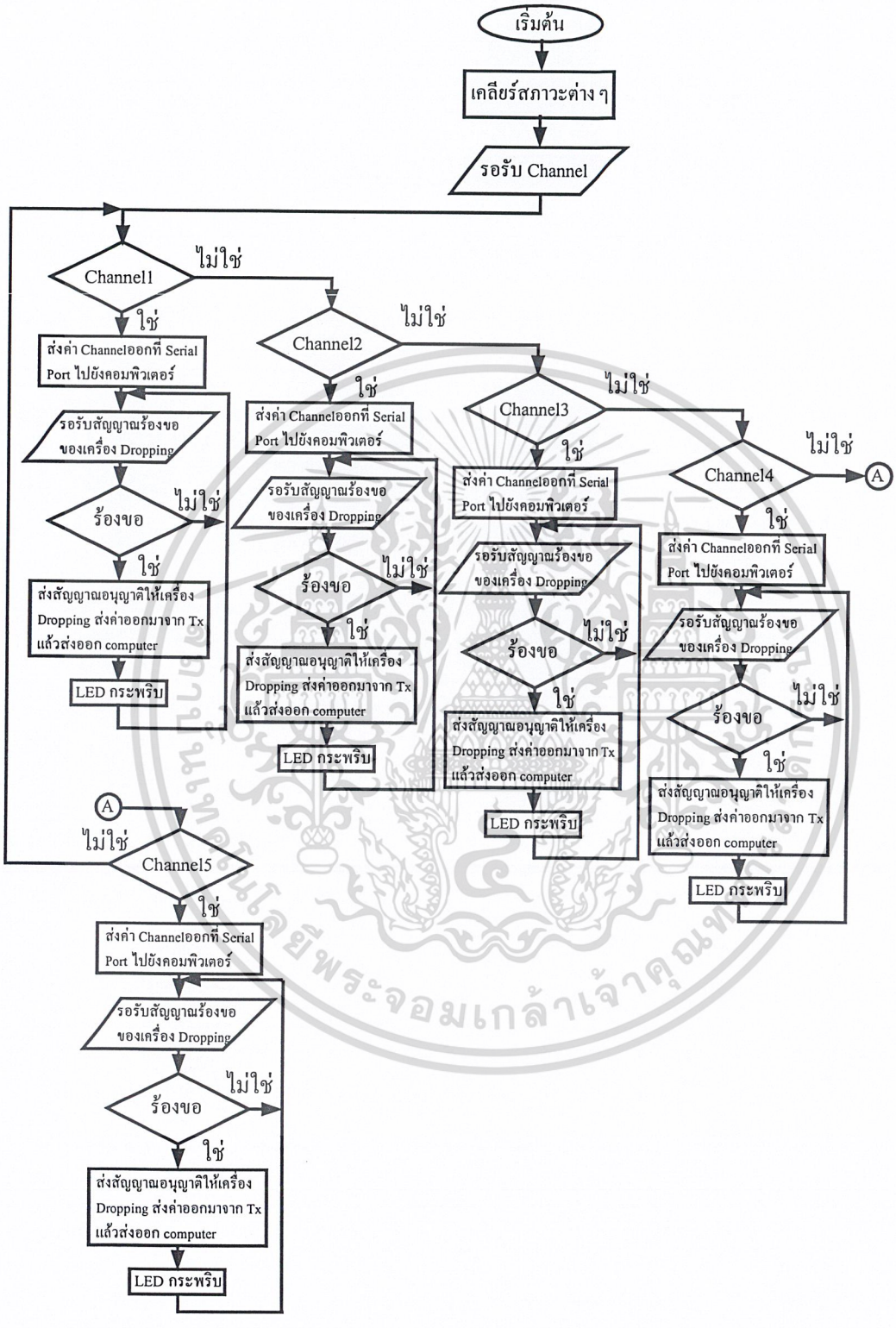
```
buffSet4 = a + buffer3
            Label9.Caption = buffSet4
            Label9.BackColor = &HFFFF00
            b = buffer4 * 10
            buffRun4 = b + buffer5
            Label10.Caption = buffRun4
            Label10.BackColor = &HFFFF00
            If buffSet4 = buffRun4 Then
               Label9.BackColor = &HC0FFC0
               Label10.BackColor = &HC0FFC0
            Else
            End If
      ElseIf buffer1 = "t" Then
            Label13.Caption = "OFF"
            Label14.Caption = "OFF"
            Label15.Caption = "OFF"
            Label16.Caption = "OFF"
            Label17.Caption = "ON"
            Label17.BackColor = &HFFFF&
            Text5.BackColor = &H80000005
            If buffer6 = "k" Then
               Label23.Caption = "Normal"
               Label23.BackColor = &H8000000B
            ElseIf buffer6 = "l" Then
               Label23.Caption = "Critical"
               Label23.BackColor = &H8080FF
            End If
            a = buffer2 * 10
            buffSet5 = a + buffer3
            Label11.Caption = buffSet5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Label11.BackColor = &HFFFF00
            b = buffer4 * 10
            buffRun5 = b + buffer5
            Label12.Caption = buffRun5
            Label12.BackColor = &HFFFF00
            If buffSet5 = buffRun5 Then
               Label11.BackColor = &HC0FFC0
               Label12.BackColor = &HC0FFC0
            Else
            End If
        End If
End Sub
```

รูปที่ ค.4 โปรแกรมควบคุมการทำงานของโปรแกรมแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.5 ผังการทำงานของโปรแกรมชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องให้น้ำเกลืออัตโนมัติกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; This is a Systronix generated Main file
;  Put your include statements in this file
STATUS1         BIT     P3.0
STATUS2         BIT     P3.5
STATUS3         BIT     P3.2
STATUS4         BIT     P3.3
STATUS5         BIT     P3.4
A_INP           BIT     P2.0
B_INP           BIT     P2.1
C_INP           BIT     P2.2
LED1            BIT     P1.5
LED2            BIT     P1.6
LED3            BIT     P1.7
LED4            BIT     P2.3
LED5            BIT     P2.4
ENABLE          BIT     P2.5
START1          BIT     P0.0
START2          BIT     P0.1
START3          BIT     P0.2
START4          BIT     P0.3
START5          BIT     P0.4
FULL1           BIT     P1.0
FULL2           BIT     P1.1
FULL3           BIT     P1.2
FULL4           BIT     P1.3
FULL5           BIT     P1.4
BUFF_SERIAL     EQU     040H
;-------------------------------------------------------------------

; MAIN PROGRAM HUB
;-------------------------------------------------------------------

                ORG     0000H
                CLR     LED1
                CLR     LED2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     LED3
                CLR     LED4
                CLR     LED5
                MOV     P2,#00H         ; CLEAR ABC LED
                ACALL   LR_STATUS
BEGIN:          SETB    ENABLE          ; OFF 74#151
;-------------------------------------------------------------------

; GET STATUS INPUT IN OFF 5 ENGINE

STEP1:          JNB     STATUS1,STEP2
                AJMP    CH1
STEP2:          JNB     STATUS2,STEP3
                AJMP    CH2
STEP3:          JNB     STATUS3,STEP4
                AJMP    CH3
STEP4:          JNB     STATUS4,STEP5
                AJMP    CH4
STEP5:          JNB     STATUS5,STEP1
                AJMP    CH5
;-------------------------------------------------------------------

; WORKING CHANNEL 1
;-------------------------------------------------------------------
CH1:            SETB    LED1
                CLR     LED2
                CLR     LED3
                CLR     LED4
                CLR     LED5
                CLR     ENABLE          ; ON 74151
                CLR     ENABLE
                ACALL   DELAY_100ms
                ACALL   INI_SERIAL      ; Mode1 RX Disable

                MOV     A,#70H          ;HOME ENTRY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; WORKING CHANNEL 2
;-------------------------------------------------------------------
CH2:        CLR     LED1
            SETB    LED2
            CLR     LED3
            CLR     LED4
            CLR     LED5
            CLR     ENABLE          ; on 74151
            ACALL   DELAY_100ms
            CLR     ENABLE
            ACALL   DELAY_100ms
            ACALL   INI_SERIAL

            MOV     A,#71H          ;HOME ENTRY
            CLR     TI
            ACALL   TX_CHAR
            ACALL   SELECT_CH2      ;SET ABC
            ACALL   DELAY_100ms
            CLR     ENABLE
            ACALL   DELAY_100ms
            SETB    START2          ; off start bit
            JNB     FULL2,$         ; wait full ON
            ACALL   CLK_INT2
            CLR     LED2
            ACALL   DELAY_100ms
            ACALL   CLR_STATUS
            AJMP    BEGIN
;-------------------------------------------------------------------

; WORKING CHANNEL 3
;-------------------------------------------------------------------
CH3:        CLR     LED1
            CLR     LED2
            SETB    LED3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     LED4
                CLR     LED5
                CLR     ENABLE          ; on 74151
                ACALL   DELAY_100ms
                CLR     ENABLE
                ACALL   DELAY_100ms
                ACALL   INI_SERIAL      ; Mode1 RX Disable
                MOV     A,#72H          ; HOME ENTRY
                CLR     TI
                ACALL   TX_CHAR
                ACALL   SELECT_CH3      ; SET ABC
                ACALL   DELAY_100ms
                CLR     ENABLE
                ACALL   DELAY_100ms
                SETB    START3          ; off start bit
                JNB     FULL3,$         ; wait full ON
                ACALL   CLK_INT3
                CLR     LED3
                ACALL   DELAY_100ms
                ACALL   CLR_STATUS
                AJMP    BEGIN
;---------------------------------------------------------------

; WORKING CHANNEL 4
;---------------------------------------------------------------
DATA SHOW DISPLAY
                ACALL   DELAY_1s
                SETB    START3
                ACALL   DELAY_1s
                RET
CLK_INT4:       CLR     START4          ; GET DATA SHOW DISPLAY
                ACALL   DELAY_1s
                SETB    START4
                ACALL   DELAY_1s
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CLK_INT5:       CLR     START5          ; GET DATA SHOW DISPLAY
                ACALL   DELAY_1s
                SETB    START5
                ACALL   DELAY_1s
                RET
;-----------------------------------------------------------------
; TX Serial Text from ROM Pointer

TX_CHAR:        MOV     SBUF,A          ; Send Data to SBUF
                JNB     TI,$            ; Wait until TX already
(TI=1)
                CLR     TI              ; Clear TI
                ACALL   DELAY_100ms             ; Delay
                RET                     ; Jump to TX_LOOP

;DELAY
;-----------------------------------------------------------------
LCD_DELAY:      MOV     R7,#002         ; Do 2 times
LCD_DELAY_1:    MOV     R6,#0E6H        ; Each loop = 1 ms
LCD_DELAY_2:    NOP
                NOP
                DJNZ    R6,LCD_DELAY_2
                DJNZ    R7,LCD_DELAY_1
                RET

DELAY_10ms:     MOV     R7,#010         ; Do 10 times
DELAY_10ms_1:   MOV     R6,#0E6H        ; Each loop = 1 ms
DELAY_10ms_2:   NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DELAY_10ms_2
                DJNZ    R7,DELAY_10ms_1
                RET

DELAY_100ms:    MOV     R7,#100         ; Do 100 times
DELAY_100ms_1:  MOV     R6,#0E6H        ; Each loop = 1 ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_100ms_2   NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DELAY_100ms_2
                DJNZ    R7,DELAY_100ms_1
                RET

DELAY_1s:       MOV     R5,#100         ; Do 100 times
DELAY_1s_1:     ACALL   DELAY_10ms
                DJNZ    R5,DELAY_1s_1
                RET
                END
```

รูปที่ ค.6 โปรแกรมชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องให้น้ำเกลืออัตโนมัติกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

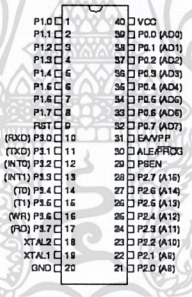
- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

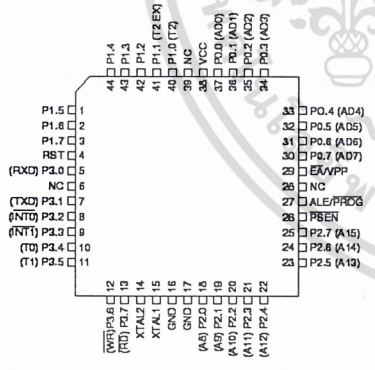
The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations

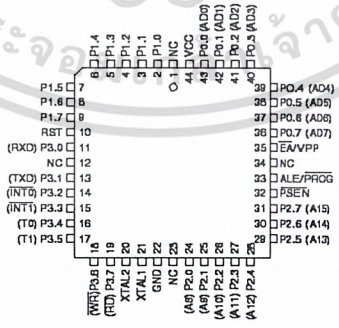
PDIP



PQFP/TQFP



PLCC



8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

Rev. 0265G–02/00

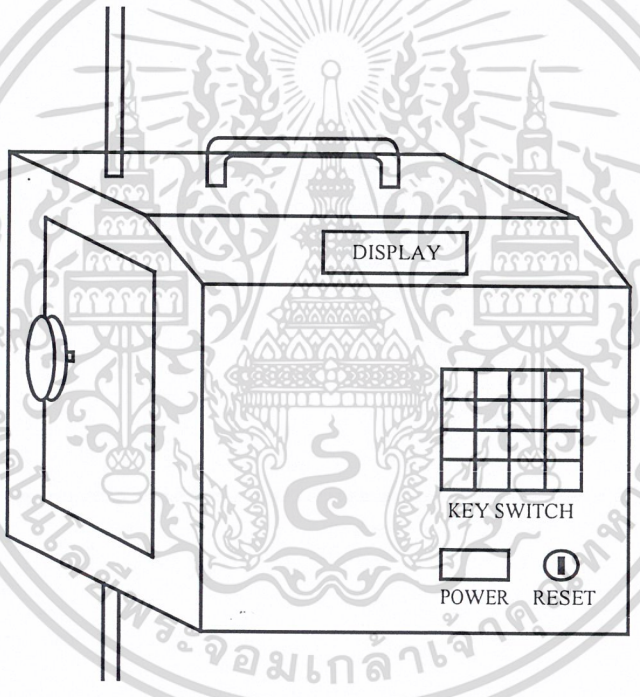
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

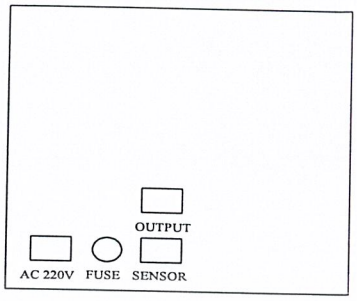
คู่มือการใช้งาน
เครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์
Automatic Saline Dripping Controller Display by Monitor

คู่มือการใช้งานเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นส่วนที่อธิบายขั้นตอน และวิธีการใช้งานให้สามารถใช้งานเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ตลอดจนการซ่อมเบื้องต้นได้ดังนี้



รูปที่ จ.1 ด้านหน้าของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.2 ด้านหลังของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

หน้าที่การใช้งานของปุ่มควบคุมการทำงานต่างๆที่ตัวเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

1) POWER ใช้ปิด-เปิด ควบคุมเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ให้มีสภาวะพร้อมที่จะทำงาน

2) DISPLAY เป็นตัวแสดงข้อมูล จำนวนหยดของสารเหลว ตลอดจนลำดับขั้นการทำงานของเครื่องให้ผู้ใช้ทราบ

3) PORT SENSOR ทำหน้าที่เป็นจุดต่อของสายจากชุดควบคุมไปยัง Sensor หยดน้ำเกลือ

4) RESET ทำหน้าที่เริ่มต้นการทำงานใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	2	3	⇧
4	5	6	⇩
7	8	9	2ND
CLR	0	HELP	ENTER

รูปที่ จ.3 หน้าปัทม์ชุดสวิตช์เมตริกซ์

หน้าที่การใช้งานของปุ่มต่างๆที่ชุดสวิตช์เมตริกซ์

1) (0-9) หน้าที่ ปุ่มกดสำหรับการเลือกปริมาณของสารเหลว

2) (↑) หน้าที่ ปุ่มกดเพื่อเลือกเมนูการทำงาน(เลื่อนขึ้นข้างบน) และใช้ในการปรับเพิ่มความเร็วของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ขณะกำลังหมุนเพื่อปรับค่าจำนวนหยดน้ำเกลือ(หมุนคลายสายออก)

3) (↓) หน้าที่ ปุ่มกดเพื่อเลือกเมนูการทำงาน(เลื่อนลงข้างล่าง) และใช้ในการปรับเพิ่มความเร็วของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ขณะกำลังหมุนเพื่อปรับค่าจำนวนหยดน้ำเกลือ(หมุนบีบสายเข้า)

4) (CLEAR) หน้าที่ กดสำหรับกลับไปที่เมนูหลักขณะเครื่องกำลังทำงานอยู่

5) (ENTER) หน้าที่ กดเพื่อรับคำสั่งไปทำงาน

เริ่มต้นการใช้งาน

1) นำเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ไปวางบนแท่นวาง

2) นำขวดน้ำเกลือที่จะจ่ายให้กับผู้ป่วยไปแขวนกับที่แขวนขวดน้ำเกลือ

3) เปิดสวิตช์ POWER

4) DISPLAY จะแสดง DROPPING PRESS ANYKEY จากนั้นให้กดคีย์ใดๆก็ได้ เพื่อเข้าสู่เมนูการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) หากต้องการเริ่มต้นการใช้งานใหม่ สามารถทำได้โดยการกดสวิตช์ RESET

การทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

เมื่อเครื่องอยู่ในสภาวะที่พร้อมจะทำงานเราสามารถดูการทำงานของเครื่องควบคุมการไหลของน้ำเกลืออัตโนมัติแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ได้ดังนี้

1) เปิดสวิตช์ POWER

2) หน้าจอแสดงดังนี้

DROPPING PRESS ANYKEY

รูปที่ จ.4 หน้าจอ DISPLAY ในสภาวะพร้อมทำงาน

3) กดคีย์ใดๆเพื่อเข้าสู่เมนูที่ 1 หรือถ้าต้องการเลือกเมนูอื่นให้กดปุ่มลูกศร (↓) เพื่อเข้าสู่เมนูอื่น

4) การทำงานของเครื่องแบ่งเป็น 2 กรณีคือ ขณะที่ไม่มีสายน้ำเกลือและมีสายน้ำเกลืออยู่ในเครื่อง

4.1) ขณะที่ไม่มีสายน้ำเกลืออยู่ในเครื่อง

4.1.1) กดเลือกเมนูที่ 1 หน้าจอแสดง Put Saline line กด Enter มีเสียงดังปี๊บ 1 ครั้ง หน้าจอแสดง Please Wait เพื่อให้แกนบีบสายเลื่อนลงมาด้านล่างสุด

4.1.2) เมื่อแกนเลื่อนจนถึงด้านล่างสุด หน้าจอแสดง Put Line NOW! Please Enter ให้ใส่สายน้ำเกลือเข้าไปในช่องใส่สายน้ำเกลือ จากนั้นกด Enter หน้าจอแสดง Please Wait

4.1.3) รอจนกว่าแกนบีบสายเลื่อนขึ้นไปบนสุด จะเข้าสู่เมนูการทำงานของเครื่อง ให้เลือกเมนูที่ 3 หน้าจอแสดง Water Start กด Enter มีเสียงดังปี๊บ 1 ครั้งหน้าจอแสดง Please Wait รอจนหน้าจอแสดง Water Start OK! ก็จะกลับเข้าสู่เมนูการทำงานของเครื่อง

4.1.4) เลือกเมนูที่1 หน้าจอแสดง Set Value กด Enter มีเสียงดังปี๊บ 1 ครั้งหน้าจอแสดง Key Value 20-60, SetValue=__/ Min ใส่จำนวนหยดตามต้องการ กด Enter ซึ่งสามารถใส่ได้ 20-60 หยด/นาที

4.1.5) เครื่องจะเริ่มปรับหาจำนวนหยดตามที่ใส่ค่าไว้ ในที่นี้ทดลองใส่ค่า 31 หยด/นาที หน้าจอแสดง SetValue 31/Min, Cal Run = 31/Min

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6) ในกรณีที่น้ำเกลือใกล้หมดขวด หน้าจอแสดง Out Of Saline Change Now! และ ** ALARM ** ! Change saline ! สลับกันไป พร้อมกับมีเสียงเตือนดัง ปี๊บๆ จากนั้นเครื่องจะเข้าสู่สภาวะการทำงานปกติ

4.1.7) ถ้าต้องการให้น้ำเกลือต่อให้กด clear เพื่อเข้าสู่เมนูหลัก ถ้าต้องการเอาสายน้ำเกลือออกให้เลือกเมนู 1 เพื่อให้แกนบีบสายเลื่อนลงด้านล่าง

4.2) ขณะที่มีสายน้ำเกลืออยู่ในเครื่อง(เฉพาะกรณีน้ำเกลือยังไม่ไหล ถ้าน้ำเกลือเริ่มไหลแล้ว ให้เลือกเมนูที่ 1 ได้เลย)

4.2.1) เลือกเมนูที่ 3 หน้าจอแสดง Water Start กด Enter มีเสียงดังปี๊บ 1 ครั้งหน้าจอแสดง Please Wait รอจนหน้าจอแสดง Water Start OK! ก็จะกลับเข้าสู่เมนูการทำงานของเครื่อง

4.2.2) เลือกเมนูที่ 2 หน้าจอแสดง Set Value กด Enter มีเสียงดังปี๊บ 1 ครั้งหน้าจอแสดง Key Value 20-60, SetValue=__/ Min ใส่จำนวนหยดตามต้องการ กด Enter ซึ่งสามารถใส่ได้ 20-60 หยด/นาที

4.2.3) เครื่องจะเริ่มปรับหาจำนวนหยดตามที่ใส่ค่าไว้ ในที่นี้ทดลองใส่ค่า 55 หยด/นาที หน้าจอแสดง SetValue 55/Min, Cal Run = 55/Min

4.2.4) ในกรณีที่น้ำเกลือใกล้หมดขวด หน้าจอแสดง Out Of Saline Change Now! และ ** ALARM ** ! Change saline ! สลับกันไป พร้อมกับมีเสียงเตือนดัง ปี๊บๆ จากนั้นเครื่องจะเข้าสู่สภาวะการทำงานปกติ

4.2.5) ถ้าต้องการให้น้ำเกลือต่อให้กด clear เพื่อเข้าสู่เมนูหลัก ถ้าต้องการเอาสายน้ำเกลือออกให้เลือกเมนู 1 เพื่อให้แกนบีบสายเลื่อนลงด้านล่าง

การตรวจซ่อมเบื้องต้น

1) หากกดสวิตช์ POWER แล้วไฟแสดงผลที่หน้าจอไม่ติด ให้ทำการตรวจสอบว่าฟิวส์ขาดหรือไม่

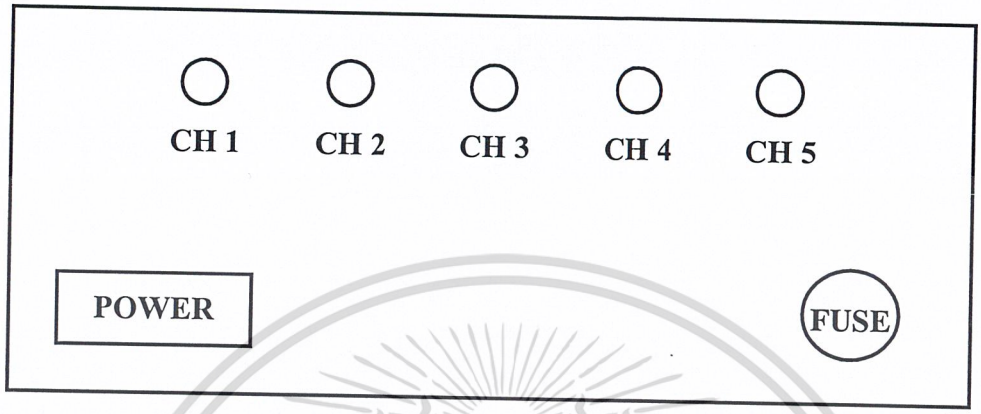
2) หากที่จอ DISPLAY ไม่แสดงผลใดๆ ให้ทำการตรวจสอบสายว่าเสียบแน่นหรือไม่

3) หาก Stepping Motor ไม่หมุน ให้ตรวจสอบว่าปลั๊กที่ต่อกับ Stepping Motor ต่อแน่นหรือไม่

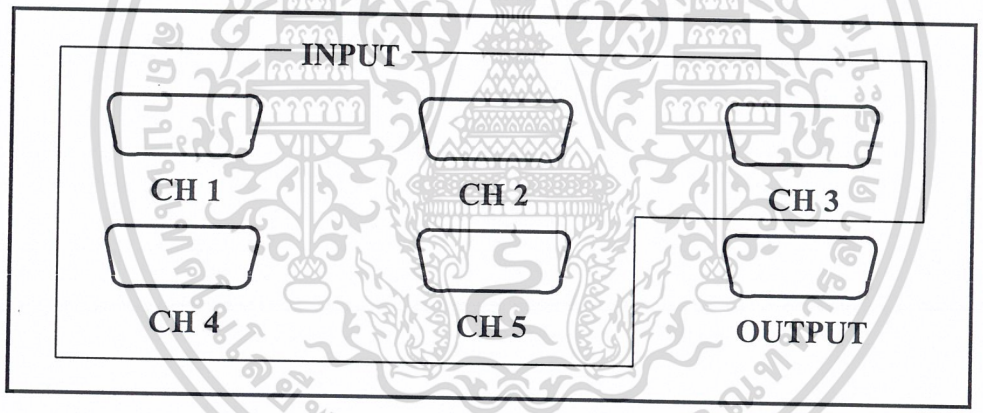
4) หากเลือกค่าแล้วเครื่องนับจำนวนหยดน้ำเกลือไม่ได้ให้ตรวจสอบตรง Sensor ที่กระเปาะน้ำเกลือว่าวางตรงแนวการหยดของน้ำเกลือหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์



รูปที่ จ.5 ด้านหน้าของเครื่องเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์



รูปที่ จ.6 ด้านหลังของเครื่องเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์

การใช้งานของเครื่องเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์

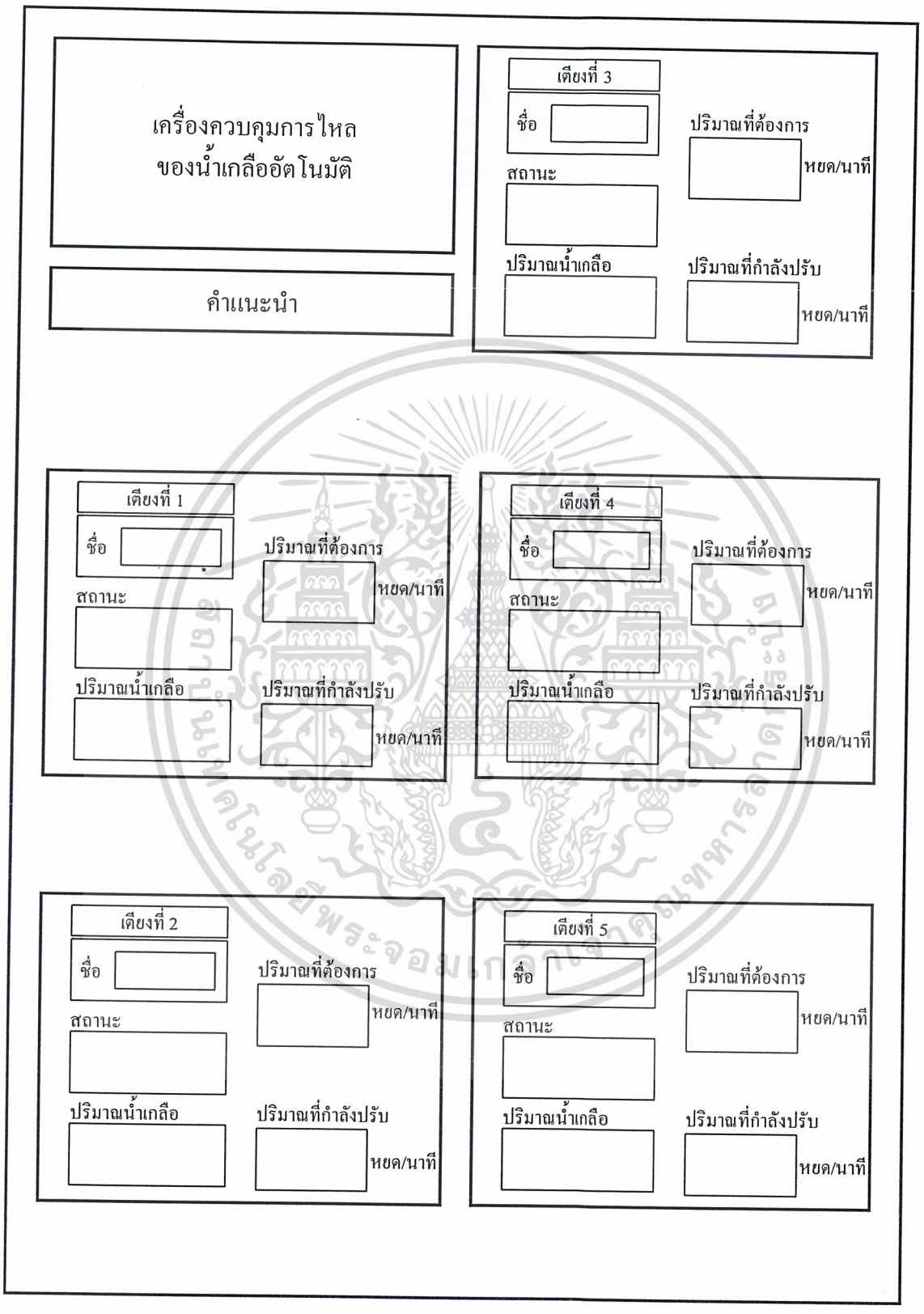
1) เสียบสายส่งข้อมูลแบบอนุกรมระหว่างเครื่องให้น้ำเกลืออัตโนมัติกับเครื่องเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์

2) เปิดสวิตช์ POWER

3) เรียกโปรแกรม Dropping จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ จ.7

4) จากหน้าจอ Dropping สามารถพิมพ์ชื่อผู้ป่วยได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.7 การแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติชัย บุตรพรม และคณะ. **"เครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ."** ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543

ธาริน สิทธิธรรมชารี. **คู่มือการเขียนโปรแกรม Visual Basic Version 6.0.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ยืน ภู่วรวรรณ. **ทฤษฎี และการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์.** เล่ม 2 . กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2536

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ฉบับ AT89C5x ของ Atmel.** กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์.

สมยศ จุณณะปิยะ. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.** กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายเกชา อยู่แก้ว
วันเดือนปีเกิด	7 พฤศจิกายน 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดอุทัยธานี
ภูมิลำเนาเดิม	61/20 หมู่ 2 ตำบลวังหิน อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี
ที่อยู่ปัจจุบัน	61/20 หมู่ 2 ตำบลวังหิน อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี
โทรศัพท์	0-1722-5304

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านวังพง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านทุ่งนาวิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ไม่มีสิ่งใดที่เราทำไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายประเสริฐพงษ์ ทองพลู
วันเดือนปีเกิด	13 พฤศจิกายน 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
ภูมิลำเนาเดิม	201 หมู่ 2 ตำบลเมืองปัก อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา
ที่อยู่ปัจจุบัน	201 หมู่ 2 ตำบลเมืองปัก อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา
โทรศัพท์	0-4428-3636 , 0-9764-0416

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านเมืองปักชุณหะวัณวิทยาคาร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย 2
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ความพยายามอยู่ที่ไหน ความสำเร็จอยู่ที่นั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายนครินทร์ ปันสุยะ
วันเดือนปีเกิด	5 มิถุนายน 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดน่าน
ภูมิลำเนาเดิม	59 หมู่ 2 ตำบลม่วงตึ๊ด กิ่งอำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน
ที่อยู่ปัจจุบัน	59 หมู่ 2 ตำบลม่วงตึ๊ด กิ่งอำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน
โทรศัพท์	-

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนราชานุบาล
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	-
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ เชียงใหม่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	คนหว่านพืชเช่นใด ย่อมได้รับผลเช่นนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายมานพ บ่อพงษ์
วันเดือนปีเกิด	28 มกราคม 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ภูมิลำเนาเดิม	201 หมู่ 2 ตำบลเสนา อำเภออุทัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ที่อยู่ปัจจุบัน	201 หมู่ 2 ตำบลเสนา อำเภออุทัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
โทรศัพท์	-

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนเทพเสนานุสรณ์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอุทัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	กิ่งไผ่ในมือจอมยุทธคือ.....ดาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้