ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ

Automatic Liquid Supply to Blood Vessel

ชื่อนักศึกษา

1. นายกิตติชัย	บุตรพรม	รหัสประจำตัว	42035209
2. นายเกรียงศักดิ์	โกษากุล	รหัสประจำตัว	42035211
3. นายชนันท์	บัวคีรี	รหัสประจำตัว	42035215
4. นายธิติพันธ์	นิยมสุจริต	รหัสประจำตัว	42035219

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	.....
2. อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงศ์ดี	.....
3. อาจารย์พงษ์เกียรติ	เชษฐพิทักษ์สกุล	.....
4. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	.....
5. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันเสาร์ที่ 28 เมษายน พ.ศ. 2544 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 9 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ

AUTOMATIC LIQUID SUPPLY TO BLOOD VESSEL

T040185

นายกิตติชัย บุตรพรม
นายเกรียงศักดิ์ โกษากุล
นายชนันท์ บัวคีรี
นายธิติพันธ์ นิยมสุจริต

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

ปพ.
ก 673ค
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 40185
วัน, เดือน, ปี 17 ส.ค. 2544

b. 11092488
i.....

ลิขสิทธิ์เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ

Automatic Liquid Supply to Blood Vessel

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51, วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์, วงจรตรวจจับแสง และหลักการให้น้ำเกลือแก่ผู้ป่วย
2. เพื่อออกแบบวงจรเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ
3. เพื่อสร้างต้นแบบเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ
4. เพื่อทดลอง และทดสอบต้นแบบเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ
5. เพื่อนำเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติไปใช้งานได้จริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ในเรื่องการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51, วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์, วงจรตรวจจับแสง
2. สามารถออกแบบเครื่องจ่ายสารเหลวผ่านทางเส้นเลือดได้
3. สามารถสร้างต้นแบบเครื่องจ่ายสารเหลวผ่านทางเส้นเลือดอัตโนมัติได้
4. สามารถทดลอง และทดสอบต้นแบบเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติได้
5. สามารถนำเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติไปใช้งานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายกิตติชัย บุตรพรม
	นายเกรียงศักดิ์ โกษากุล
	นายชนันท์ บัวคีรี
	นายธิติพันธ์ นิยมสุจริต
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ เครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายสารเหลว ใช้อุปกรณ์ตรวจจับแสง ในการตรวจสอบปริมาณของสารเหลว มีการแสดงผลเป็นตัวเลข และเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นจากค่าที่ได้ตั้งไว้ สัญญาณเตือนก็จะทำงาน ตัวเครื่องสามารถเลือกค่าปริมาณของสารเหลวได้ตามความต้องการ และสามารถส่งสัญญาณเตือนไปยังแพทย์ผู้ควบคุม หากอาการของผู้ป่วยเปลี่ยนแปลง ซึ่งข้อดีของเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ คือ มีความสะดวกในการใช้งาน, สามารถควบคุมการทำงานของตัวมันเองโดยอัตโนมัติ และมีราคาถูกกว่าเครื่องที่ใช้ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Liquid Supply to Blood Vessel
Students	Mr.Kittichai Butrprom
	Mr.Kriangsak Gosagul
	Mr.Chanan Buakeeree
	Mr.Thitiphun Niyomsujarit
Advisor	Mr.Surachai Pimsalee
Co-Advisor	Mr.Surapong Siripongdee
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2000

ABSTRACT

This thesis presents Automatic Liquid Supply to Blood Vessel. The microcontorller MCS-51 is used to control supplying liquid. Infared sensor is used to detect the quantity of liquid. The Automatic Liquid Supply to Blood Vessel can display setting value numerically. More over, an alarm will show on screen in case of emergency. The Automatic Liquid Supply to Blood Vessel has 3 advancetages. First, it is convenient to use. Second, it is cheaper than imported machine. Third, it can operate automatically.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ที่สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น เนื่องจากได้รับคำแนะนำ และกำลังใจจากอาจารย์ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 2 ท่าน คือ อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี และอาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ รวมไปถึงข้อมูล และอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงาน รวมถึง นายนพพร วัฒนสิทธิ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อมูลในการจัดทำโครงงาน

ขอขอบคุณโรงพยาบาลลาดกระบังกรุงเทพมหานคร สำนักการแพทย์ กรุงเทพมหานคร ที่เอื้อเฟื้อ ข้อมูล และอุปกรณ์ในการให้สารเหลวทางเส้นเลือดดำ รวมถึงคณะแพทย์ศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคน ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และที่สำคัญขอขอบพระคุณบิดา, มารดา ที่ได้ให้กำเนิด และอบรมเลี้ยงดู คอยสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา ตลอดจนท่านผู้มีอุปการะทุกท่านที่ได้ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนา การสร้าง เครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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
2.2.6 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	12
2.2.7 ไอซีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์	16
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51	23
2.3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	23
2.3.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	25
2.3.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	27
2.3.4 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	29
2.4 ตัวตรวจจับแสงหรือเซนเซอร์	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.1 พรอกซิมิตีเซนเซอร์	30
2.4.2 เซนเซอร์แสง	30
2.4.3 ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	33
2.5 หลักการของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ในทางการแพทย์	42
2.5.1 เกี่ยวข้องโดยทางตรง	42
2.5.2 เกี่ยวข้องโดยทางอ้อม	42
2.6 หลักการทำงานของเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์	42
2.6.1 ภาคตรวจรับ (Detector)	43
2.6.2 ภาคขยาย และปรับปรุง (Amplifier)	43
2.6.3 ภาคบันทึก และแสดง (Recorder and Display)	43
2.7 การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ	44
2.7.1 วัตถุประสงค์การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ	44
2.7.2 หลักในการพิจารณาให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ	44
2.7.3 การประเมินความต้องการในการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ	45
2.7.4 ชนิดของสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ	46
2.7.5 ส่วนประกอบของสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ	47
2.7.6 หลักการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ	47
2.7.7 อาการแทรกซ้อนของการให้สารน้ำเข้าหลอดเลือดดำ	63
2.7.8 การพยาบาลผู้ป่วยที่ได้รับสารน้ำเข้าหลอดเลือดดำ	65
2.8 การพยาบาลผู้ป่วยที่อยู่ในภาวะความไม่สมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์	66
2.8.1 การกระจายของอีเล็คโทรลัยต์ในร่างกาย	66
2.8.2 การนำน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์เข้า และออกจากร่างกาย	67
2.8.3 กลไกการควบคุมสมดุลสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ในร่างกาย	68
2.8.4 องค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อความสมดุลสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ในร่างกาย	69
2.8.5 ภาวะขาดน้ำ	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.8.6 ภาวะบวม	73
2.8.7 หลักการพยาบาลผู้ป่วยที่มีปัญหาความไม่สมดุลของสารน้ำและอีเล็คโทรลัยต์	78
2.8.8 การบันทึกจำนวนสารน้ำที่นำเข้า และออกจากร่างกาย	80
2.8.9 หลักการบันทึกจำนวนสารน้ำที่นำเข้า และออกจากร่างกาย	81
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	82
3.1 กล่าวนำ	82
3.2 แผนผังการทำงานของโครงงาน	82
3.3 วงจรภาคจ่ายไฟ	83
การทำงานของวงจรภาคจ่ายไฟ	83
3.4 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	84
3.4.1 วิธีการวัดหาปลายของขดลวด	85
3.4.2 การทำงานของวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	87
3.5 วงจรตรวจสอบสารเหลว	89
การทำงานของวงจรตรวจสอบสารเหลว	89
3.6 ชุดสวิตช์เมตริกซ์	90
การทำงานของชุดสวิตช์เมตริกซ์	90
3.7 ชุดควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	91
การทำงานของวงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	91
3.8 วงจรแสดงผล	91
การทำงานของวงจรแสดงผล	91
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	92
4.1 การทดลองวงจรชุดตรวจสอบสารเหลว	92
4.1.1 การทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านกระเปาะพักน้ำ	92
4.1.2 การทดลองตรวจสอบการรับ และส่งแสงอินฟราเรดผ่านสารเหลวชนิดต่างๆ	92
4.1.3 การทดลองวัดค่าแรงดัน	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2 การทดลองวงจรชุดตรวจสอบอากาศ	93
4.3 การทดลองวงจรสเต็ปปิ้งมอเตอร์	94
4.3.1 การทดลองทิศทางการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	94
4.3.2 การทดลองปรับเปลี่ยนเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	94
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	95
5.1 บทสรุป	96
5.2 ปัญหาในการทำงาน	96
5.3 แนวทางการพัฒนา	97
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	98
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	104
ภาคผนวก ค ผังงานการทำงานและโปรแกรม	109
ภาคผนวก ง รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์	119
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	152
บรรณานุกรม	157
ประวัติผู้แต่ง	158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบเวฟ	10
ตารางที่ 2.2 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบ 2 เฟส	11
ตารางที่ 2.3 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบครึ่งสเต็ป	11
ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ UCN5804B	18
ตารางที่ 2.5 ตารางการทำงานของเอาต์พุตทั้ง 4 ของไอซี UCN5804B	21
ตารางที่ 2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmal	24
ตารางที่ 2.7 สารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ	46
ตารางที่ 2.8 วิธีการใช้เข็มแทงเข้าหลอดเลือดดำ	59
ตารางที่ 2.9 วิธีการเปลี่ยนขวดสารน้ำ และชุดสายให้สารน้ำ	61
ตารางที่ 2.10 วิธีการหยุดให้สารน้ำ	62
ตารางที่ 2.11 ปริมาตรโดยประมาณ และค่าของความเป็น กรด-ด่าง ของน้ำย่อยอาหาร	70
ตารางที่ 2.12 ความต้องการสารน้ำโดยประมาณของคนแต่ละวัย	79
ตารางที่ 3.1 รูปแบบการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	89
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านกระเปาะพักน้ำ	92
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองตรวจสอบการรับ และส่งแสงอินฟราเรดผ่านสารเหลวชนิดต่างๆ	92
ตารางที่ 4.3 การวัดค่าแรงดันที่ได้จากชุดตรวจสอบสารเหลว	93
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านสายจ่ายสารเหลว	93
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองควบคุมทิศทางการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	94
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการปรับเปลี่ยนเฟสการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์	5
รูปที่ 2.2 ทิศทางการหมุนโรเตอร์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 4 เฟส	6
รูปที่ 2.3 ไบโพลาร์สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 2 เฟส สนามแม่เหล็กจะเปลี่ยน เมื่อกลับทิศทางการไหลกระแส	7
รูปที่ 2.4 ยูนิโพลาร์สเต็ปปิ้งมอเตอร์ การเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กเกิดจากกระแสไหลต่างขดกัน กระแสจะไม่ไหลพร้อมกัน 2 ขด ในสเตเตอร์เดียวกัน	8
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์	9
รูปที่ 2.6 วงจรทดลองการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	10
รูปที่ 2.7 แผนผังการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์	12
รูปที่ 2.8 การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ และแบบไบโพลาร์	13
รูปที่ 2.9 การใช้กระแสขับเพื่อเพิ่มโมเมนต์เมื่อมีอัตราเร่งสูง	15
รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายใน และการจัดขาของ UCN5804B	17
รูปที่ 2.11 วงจรประยุกต์ใช้งานเบื้องต้น	20
รูปที่ 2.12 แผนผังทางเวลาที่สัมพันธ์กับตารางที่ 2.5	22
รูปที่ 2.13 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	26
รูปที่ 2.14 ลักษณะขาภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบ Pin	29
รูปที่ 2.15 เซลล์สุริยะ	31
รูปที่ 2.16 เซลล์โฟโตคอนดักทีฟ	32
รูปที่ 2.17 โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์	32
รูปที่ 2.18 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็ก และแสดงย่านการใช้งานของออปโต้อิเล็กทรอนิกส์	33
รูปที่ 2.19 การไบแอสตรงของไดโอดแอลอีดีและลักษณะการเกิดแสง	34
รูปที่ 2.20 โฟโต้ไดโอด	36
รูปที่ 2.21 การทำงานของโฟโต้ไดโอด	36
รูปที่ 2.22 กราฟลักษณะสมบัติของโฟโต้ไดโอด	37
รูปที่ 2.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง I_λ และ f_c	37
รูปที่ 2.24 โฟโต้ทรานซิสเตอร์	38
รูปที่ 2.25 วงจรพื้นฐานของโฟโต้ทรานซิสเตอร์	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.26 วงจรไบแอสโฟโต้ทรานซิสเตอร์ และกราฟลักษณะสมบัติของโฟโต้ทรานซิสเตอร์	40
รูปที่ 2.27 การขยายของโฟโต้คาร์ลิงตันแสดงผลของการเกิดกระแสโฟโต้	40
รูปที่ 2.28 แผนผังของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์	43
รูปที่ 2.29 ป้ายปิดขวดสารน้ำ และรายละเอียดที่ต้องระบุ	49
รูปที่ 2.30 ลักษณะชุดสายให้สารน้ำ	50
รูปที่ 2.31 เข็มชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการให้สารน้ำเข้าหลอดเลือดดำ	51
รูปที่ 2.32 ลักษณะฝาครอบพลาสติก การผูกยึดด้วยไม้รองแขน และหมอนทราย	52
รูปที่ 2.33 ตำแหน่งหลอดเลือดดำสำหรับแทงเข็มให้สารน้ำ	54
รูปที่ 2.34 ป้ายบอกเวลาที่ให้สารน้ำเทียบกับระดับสารน้ำ	56
รูปที่ 2.35 การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของน้ำนอกเซลล์ และในเซลล์ ในภาวะขาดน้ำน้อย รุนแรง และภาวะขาดโซเดียม เปรียบเทียบกับภาวะปกติ	71
รูปที่ 2.36 กลไกการบวมจากภาวะโปรตีนในกระแสเลือดต่ำ	75
รูปที่ 2.37 กลไกการบวมจากภาวะระบบไหลเวียนล้มเหลวจากการคั่งของเลือด	77
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโครงงาน	83
รูปที่ 3.2 วงจรภาคจ่ายไฟ	83
รูปที่ 3.3 ลักษณะการต่อขาของสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบต่างๆ	86
รูปที่ 3.4 วงจรสมบูรณ์ของชุดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์	87
รูปที่ 3.5 วงจรตรวจสอบสารเหลว	90
รูปที่ 3.6 ชุดสวิตช์เมตริกซ์	91
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ	99
รูปที่ ก.2 ด้านหลังของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ	99
รูปที่ ก.3 วงจรภาคจ่ายไฟ	100
รูปที่ ก.4 วงจรชุดควบคุม	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ก.5 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	101
รูปที่ ก.6 วงจรตรวจสอบสารเหลว	101
รูปที่ ก.7 ชุดสวิตช์เมตริกซ์	102
รูปที่ ก.8 ชุดแสดงผล	102
รูปที่ ก.9 การต่ออุปกรณ์ภายในกล่องควบคุมเครื่องจ่ายสารเหลว ทางเส้นเลือดอัตโนมัติ	103
รูปที่ ก.10 ขณะใช้งานเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ	103
รูปที่ ข.1 วงจรภาคจ่ายไฟ	105
รูปที่ ข.2 ลายวงจรภาคจ่ายไฟ	105
รูปที่ ข.3 วงจรสมบูรณ์ของชุดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์	106
รูปที่ ข.4 ลายวงจรสมบูรณ์ของชุดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์	107
รูปที่ ข.5 วงจรตรวจสอบสารเหลว	107
รูปที่ ข.6 ลายวงจรตรวจสอบสารเหลว	108
รูปที่ ข.7 ชุดสวิตช์เมตริกซ์	108
รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องจ่ายสารเหลว ทางเส้นเลือดอัตโนมัติ	110
รูปที่ ค.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องจ่ายสารเหลว ทางเส้นเลือดอัตโนมัติ	118
รูปที่ จ.1 ด้านหน้าของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายสารเหลว ทางเส้นเลือดอัตโนมัติ	153
รูปที่ จ.2 ด้านหลังของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายสารเหลว ทางเส้นเลือดอัตโนมัติ	153
รูปที่ จ.3 หน้าปัทม์ชุดสวิตช์เมตริกซ์	154
รูปที่ จ.4 หน้าจอ Display ในสภาวะพร้อมทำงาน	155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เนื่องจากวงการแพทย์ไทยในปัจจุบันยังขาดเครื่องมืออำนวยความสะดวกในด้านการแพทย์ เช่น การให้น้ำเกลือหรือการให้เลือดนั้น การแพทย์ไทย ส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการให้แบบเดิมอยู่โดยวิธีนี้มีข้อเสีย คือ แพทย์ต้องคอยตรวจอาการผู้ป่วยอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากปริมาณการไหลของของเหลวที่ให้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงดั้งนั้นผู้จัดทำจึงได้มีการคิดประดิษฐ์เครื่องมือควบคุมการไหลของน้ำเกลือขึ้น

ซึ่งในปัจจุบัน ประเทศไทยได้นำเข้าเครื่องมือดังกล่าวจากต่างประเทศโดยมีราคาตั้งแต่ 70,000 ถึง 90,000 บาท โดยเครื่องนี้ยังมีข้อเสีย คือ ใช้ระบบการหมุนของมอเตอร์เป็นตัวควบคุมการไหลดังนั้นจึงอาจทำให้เกิดการผิดพลาดและอาจเสียหายได้ง่าย ด้วยเหตุนี้เอง ผู้จัดทำโครงงานจึงมีความคิดเห็นว่าควรประดิษฐ์ เครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติขึ้น เพื่อใช้ในการให้น้ำเกลือแก่ผู้ป่วย โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ควบคุมหลักของเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1) สามารถจ่ายสารเหลว (น้ำเกลือ) ทางเส้นเลือดได้
2) สามารถใช้สายจ่ายสารเหลวขนาด 60 มิลลิลิตร/นาที
3) สามารถเลือกค่าปริมาณของสารเหลวได้ตามความต้องการ
4) สามารถใช้งานแบบ Manual ได้ตามความต้องการ
5) สามารถส่งสัญญาณเตือนไปยังแพทย์ผู้ควบคุมหากอาการของผู้ป่วยเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษาค้นคว้า และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ โดยกล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ หลักการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51, ตัวตรวจจับแสง และหลักการให้น้ำเกลือแก่ผู้ป่วย

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน โดยกล่าวถึง แผนผังการทำงานของโครงงาน, การออกแบบวงจร, หน้าที่ การทำงานของวงจรต่างๆ และการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในโครงงาน

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง กล่าวถึงขั้นตอนการทดลอง และการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของโครงงานนี้ เพื่อตรวจสอบว่าโครงงานสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา เป็นการสรุปผลการทำงาน และได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ไขและแนวทางในการพัฒนาโครงงานให้มีประสิทธิภาพ และการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในภาคผนวกแสดงรายละเอียดของโปรแกรม และรายการอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้จัดทำโครงงานดั้งนี้

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข ผังการทำงาน และโปรแกรม

ภาคผนวก ค วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ง รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎี และหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วยเรื่องของ สเต็ปปิ้งมอเตอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51, ตัวตรวจจับแสง และหลักการให้สารเหลวแก่ผู้ป่วยซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดดังต่อไปนี้

2.2 สเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นมอเตอร์ประเภทหนึ่งที่ถูกนำมาใช้งานกันมากไม่ว่าจะเป็นส่วนประกอบในหุ่นยนต์เครื่องจักรเครื่องกลอัตโนมัติควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ต่างก็ต้องใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ตัวอย่างใกล้ตัวที่มีให้เห็น เช่น ฟลอบปี้ไดรฟ์ และฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ภายในคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ขนาดเล็กในการขับเคลื่อนหัวอ่านเขียนข้อมูลลงไปในพื้นผิวของแผ่นดิสก์เพื่อให้ตรงกับตำแหน่งของแทร็กที่ถูกต้อง

รายละเอียด เกี่ยวกับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ สิ่งแรกที่ควรทราบ คงหนีไม่พ้นพื้นฐานทั่วๆ 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) ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ (Variable Reluctance หรือ VR) มีโครงสร้างโรเตอร์แบบมัลติทูธ (Multi-Tooth) ทำจากเหล็กอ่อน จะทราบว่าเป็นมอเตอร์ชนิดนี้โดยการทดสอบได้ง่ายมาก คือ ใช้มือหมุนเพลาของมอเตอร์ และสังเกตเห็นว่าหมุนได้ตลอดโดยไม่ติดขัด เพราะที่โรเตอร์จะไม่เกิดปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กแตกต่างจากชนิด PM และชนิดไฮบริด ซึ่งมีสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะหมุนจะรู้สึกขัดๆ เหมือนเป็นฟันเฟือง ชนิดนี้มีจุดด้อยในความถูกต้องของตำแหน่ง และทำงานได้ไม่ดีนักเมื่อมีสเต็ปในการหมุนสูง

2) ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต (Permanent Magnet หรือ PM) มีโครงสร้างของโรเตอร์แบบเรียบไม่มีซี่ขั้วแม่เหล็ก บนโรเตอร์จะเป็นแบบแม่เหล็กถาวรการควบคุมทำได้โดยป้อนกระแสกระตุ้นที่ขดลวดบนสเตเตอร์ เช่น ถ้าเป็นสเตเตอร์แบบ 4 เฟส จะมีขั้วแม่เหล็กอยู่ 4 ขั้ว ซึ่งมีคอยล์พันแยกจากกัน ขั้วแม่เหล็กถาวรบนโรเตอร์จะถูกแรงดึงดูดจากขั้วแม่เหล็ก บนสเตเตอร์เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ขดลวด โรเตอร์จะอยู่คงที่ที่ขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์นั้นถึงแม้ว่าจะไม่ป้อนกระแสไฟฟ้าอีกต่อไป ทำให้เกิดเป็นแรงยึดหน่วงขึ้น ชนิดนี้มีข้อดีในความถูกต้องของตำแหน่งแม้ความเร็วจะมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น

3) ชนิดไฮบริด (Hybrid) เป็นชนิดที่นิยมใช้งานกันมากที่สุด โดยเฉพาะนำมาใช้กับอุปกรณ์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โครงสร้างภายในได้จากการรวมเอาโครงสร้างของโรเตอร์ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ และชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต มาประกอบเข้าด้วยกัน จึงทำให้มอเตอร์ชนิดที่มีแรงยึดหน่วงสูง มีแรงบิดดึงและผลักได้ดีซึ่งมีความคงที่และทำงานได้ดีถึงแม้ว่าจะมีสเต็ปต่อรอบในการหมุนสูง

4) ชนิดแรเอิร์ธเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต (Rare Earth Permanent Magnet) เป็นสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบใหม่อีกชนิดหนึ่ง ปรับปรุงมาจากชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต มีโครงสร้างของโรเตอร์เป็นแผ่นยึดติดกับเพลามอเตอร์ มีโมเมนต์ความเฉื่อยต่ำ อัตราเร่งสูง แรงบิดดึงกำลังทางกล และความถูกต้องของตำแหน่งสูงมาก ความเร็วเริ่มหมุนและหยุดสูง สูญเสียพลังงานต่ำ ชนิดนี้มีชื่อเรียกอีก อย่างว่า ดิสก์แมกเน็ตสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Disc Magnet Steppers)

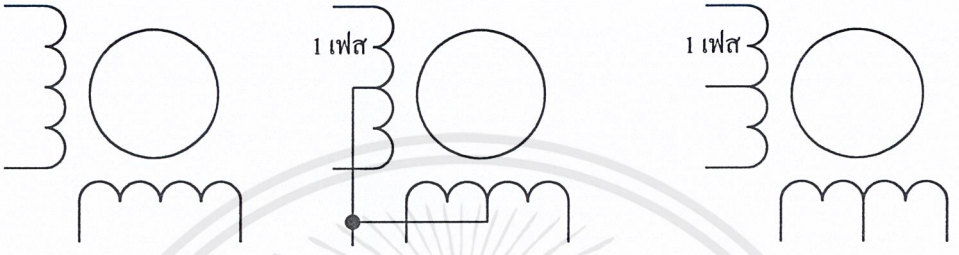
2.2.3 แบ่งตามการพันขดลวดบนสเตเตอร์

1) แบบไบโพลาร์ (Bipolar) มีการพันขดลวด 1 ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนสเตเตอร์ถูกกำหนดโดยทิศทางของกระแสไฟฟ้า และทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามได้โดยกลับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งกำหนดทิศการไหลและการกลับทิศทางของกระแสไฟฟ้า ทำให้โดยการใช้วงจรสวิตชิ่งกลับขั้วไฟฟ้า

2) แบบยูนิโพลาร์ (Unipolar) มีการพันขดลวด 2 ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ซึ่งแต่ละขดจะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามกัน การกลับขั้วของแม่เหล็กเปลี่ยนไปมาทำได้โดยการสวิตชิ่งกระแสไฟฟ้าจากขดลวดขดหนึ่งไปยังอีกขดหนึ่ง ขดลวดทั้งสองจะมีการเชื่อมต่อกันหรือมีจุดร่วม เพื่อลดจำนวนของสายไฟที่ต่อจากมอเตอร์ วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ทำได้ง่ายกว่าชนิดไบโพลาร์ เพราะต้องการเพียงสวิตช์ธรรมดาในการเปิดและปิดกำลังไฟฟ้าให้กับขดลวดบนสเตเตอร์ในทิศทางที่ต้องการให้หมุนได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 โดยเมื่อป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับตัวมัน ก็จะหมุนเพียงเล็กน้อยตามเส้นรอบวง และหยุดแต่มอเตอร์ทั่วไปจะหมุนทันทีและตลอดเวลา สเต็ปปิ้งมอเตอร์สามารถกำหนดตำแหน่งการหมุนด้วยตัวเลขได้อย่างละเอียด โดยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวกำหนด และจัดเก็บตัวเลขเหล่านั้นไว้

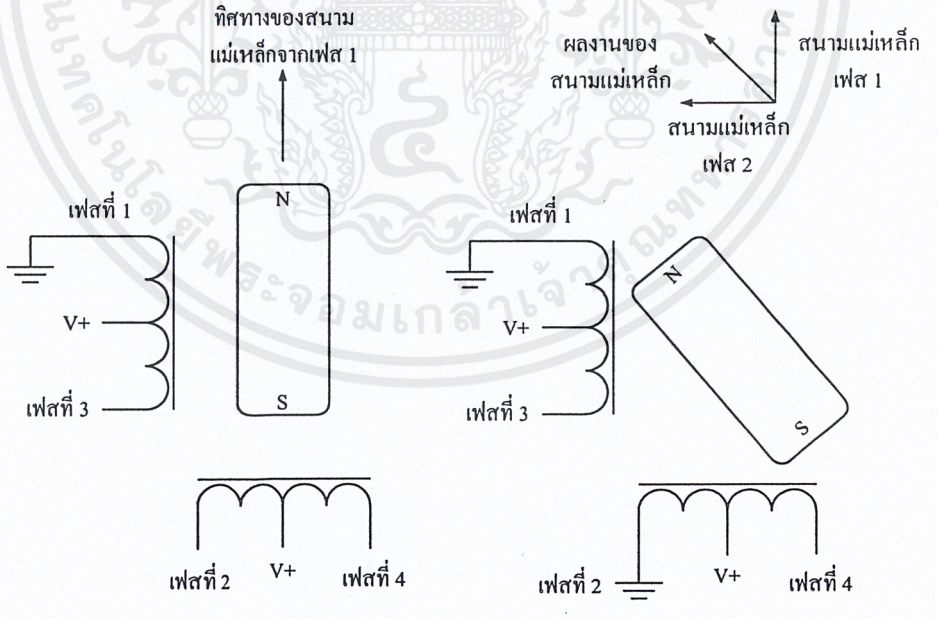
สเต็ปปิ้งมอเตอร์สามารถทำงานในระบบเปิด (Open Loop System) แต่วิธีกำหนดตำแหน่งการหมุนให้ถูกต้องจำเป็นต้องมีการป้อนกลับไปยังระบบให้รับรู้โดยทั่วไปจะใช้การสวิตช์ติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งที่ต้องการตรวจจับ (Limit Switch) เมื่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์เริ่มหมุน และหมุนจนกระทั่งถึงตำแหน่งของสวิตช์ตรวจจับสัญญาณ ก็จะถูกป้อนเข้าสู่ระบบ และทราบการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้ตลอดเวลา ซึ่งโดยปกติในวงจรคอนโทรลเลอร์จะมีการกำหนดจุดอ้างอิงไว้ด้วย เพื่อให้เริ่มต้นทำงาน และอ้างอิงตำแหน่งได้อย่างถูกต้อง

ตัวอย่างง่ายๆ เช่น ถ้าเริ่มจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับฟลอปปี้ดิสก์ไดรฟ์ จะได้ยินเสียงขณะกำลังเคลื่อนที่เพื่อหาจุดอ้างอิงที่กำหนด หลังจากนั้นวงจรไดรฟ์คอนโทรลเลอร์จะเริ่มทำงานได้ โดยตัวมันจะทราบถึงทุกๆ สเต็ปที่กำลังขับเคลื่อนหัวอ่าน-เขียนไปยังแต่ละแทร็กบนดิสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำให้เกิดการหมุนของโรเตอร์ก็เช่นเดียวกับมอเตอร์ทั่วไป คือ ต้องมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นระหว่างโรเตอร์ และสเตเตอร์ซึ่งขึ้นอยู่กับการจัดวางขั้วแม่เหล็กการหมุนทำได้ทั้งแบบต่อเนื่องและกลับทิศทางไปมา โดยกระบวนการทางไฟสลับหรือการจัดวางแปรงถ่าน การจัดแยกคอมมิวเตเตอร์ การสวิตชิ่งกำลังไฟฟ้าให้เกิดแรงดึงดูดของแม่เหล็กที่ขั้วแม่เหล็กสร้าง และหยุดสลับกัน ผล คือ 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)



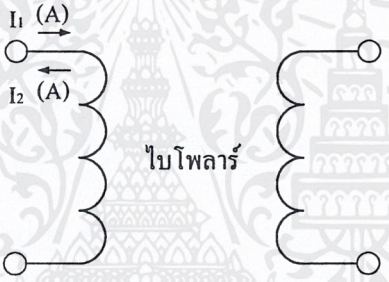
(ก) เฟสที่ 1 ทำงาน (ข) เฟสที่ 1 และ 2 ทำงาน

รูปที่ 2.2 ทิศทางการหมุนโรเตอร์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 4 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

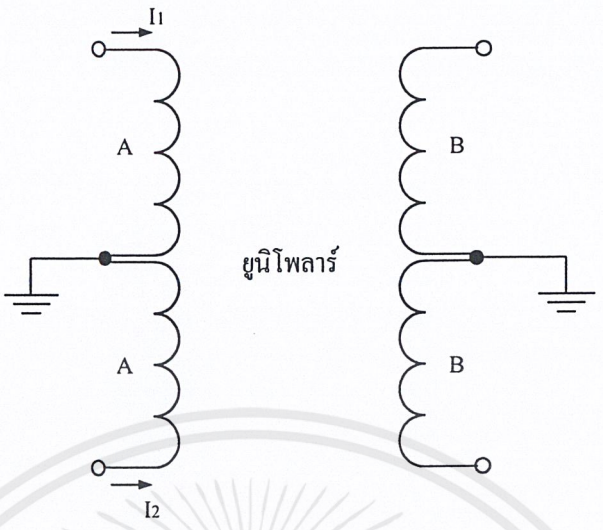
ส่วนในรูปที่ 2.3 เป็นการพันขดลวดแบบไบโพลาร์ เมื่อขดลวด A และ B มีกระแสไหลผ่าน สเตเตอร์จะเกิดขั้วแม่เหล็ก เป็นผลให้โรเตอร์ที่มีขั้วแม่เหล็กต่างกับสเตเตอร์ถูกดูด ต่อมาเมื่อกระแสที่ไหลในขดลวด A เปลี่ยนทิศทางกลับ จึงเป็นผลให้ขั้วแม่เหล็กที่แกน A เปลี่ยนจากขั้ว S เป็นขั้ว N จากขั้ว N เป็นขั้ว S สลับกัน โรเตอร์จึงถูกผลักให้หมุนทวนเข็มไป 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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



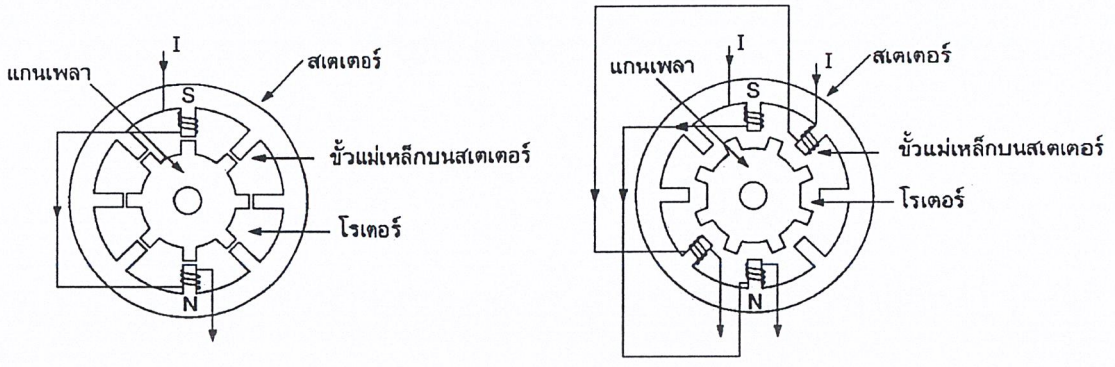
รูปที่ 2.4 ยูนิโพลาร์สเต็ปปิ้งมอเตอร์ การเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กเกิดจากกระแสไหลต่างขดกัน กระแสจะไม่ไหลพร้อมกัน 2 ขด ในสเตเตอร์เดียวกัน

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)

สเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยทั่วไปมีจำนวนของขั้วแม่เหล็กหรือจำนวนสเต็ปต่อรอบเป็นจำนวนมาก ปกติอยู่ที่ประมาณ 100-400 สเต็ปต่อรอบ การมีจำนวนสเต็ปมากๆ นี้ไม่ได้เพิ่มที่จำนวนขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าที่สเตเตอร์ แต่ทำได้โดยเพิ่มจำนวนซี่ขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์ เช่น ถ้า มีขั้วแม่เหล็ก 3 ขั้ว บนสเตเตอร์ และ 8 ซี่ขั้วแม่เหล็กบนโรเตอร์ สเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวนี้จะทำงานที่ 24 สเต็ปต่อรอบ หรือหมุนเป็นมุม 15 องศาต่อสเต็ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

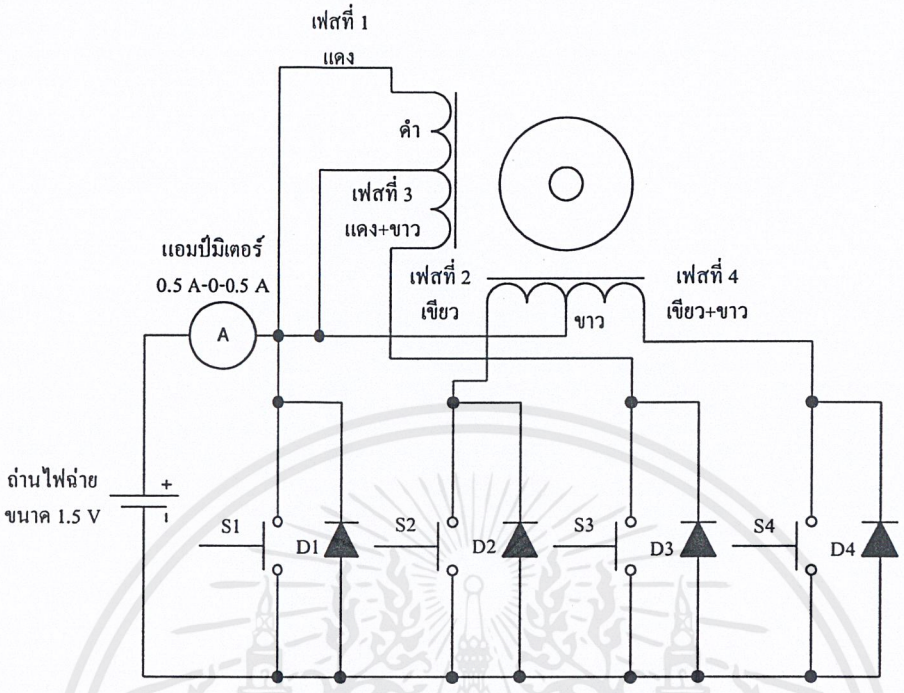
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์

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

การกระตุ้นเพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปแต่ละสเต็ปในการใช้งานจริงทำได้โดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดบนสเตเตอร์ ซึ่งต้องป้อนเป็นแบบซีเควนเชียลในรูปแบบที่ถูกต้อง แบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แบบ 2 เฟส (Two Phase) เป็นการกระตุ้นอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งคล้ายกับแบบเวฟ แต่จ่ายกำลังไฟฟ้าไปที่ขดลวด 2 ขด ที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน และเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบเวฟ คือ 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 แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้นอีกเพราะช่วงสเต็ปมีระยะสั้นลงและแต่ละสเต็ปเกิดแรงดึงจากขดลวด 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	-	-

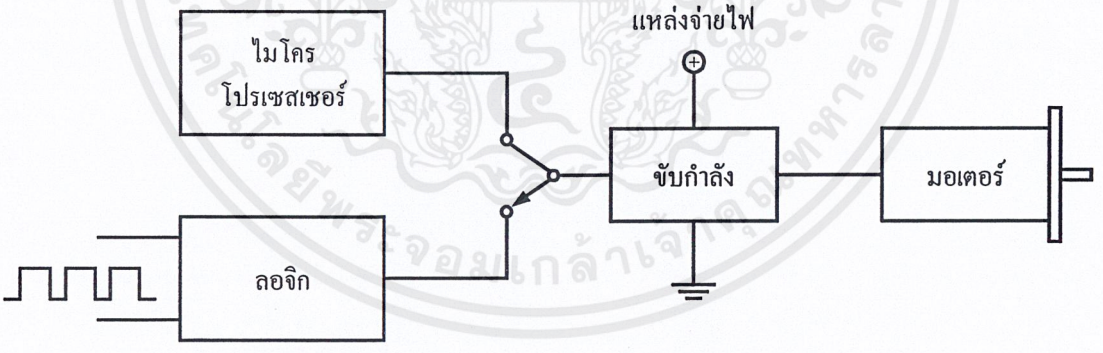
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.2.6 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

การนำเอาวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาใช้กับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ แสดงดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 2.7 การขับด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์นี้ต้องแยกด้วยว่าขับมอเตอร์แบบไบโพลาร์หรือยูนิโพลาร์ อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับเฟสของมอเตอร์ด้วยว่ามีจำนวนเฟสมากน้อยแค่ไหนที่จะต้องควบคุมวงจรขับมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์นั้นแสดงไว้ในรูปที่ 2.8 (ก)

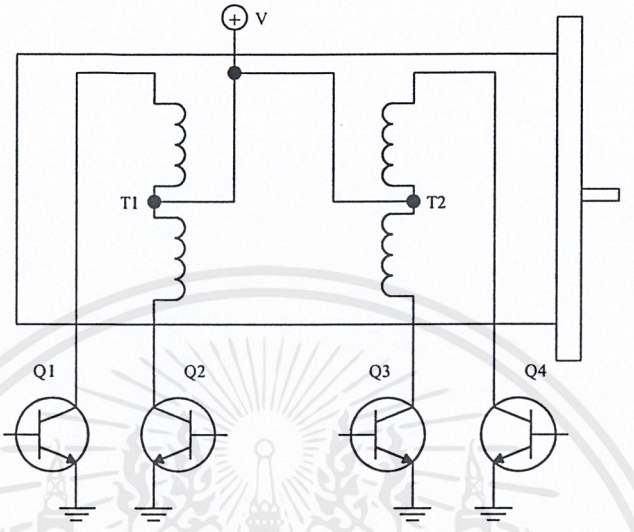


รูปที่ 2.7 แผนผังการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์

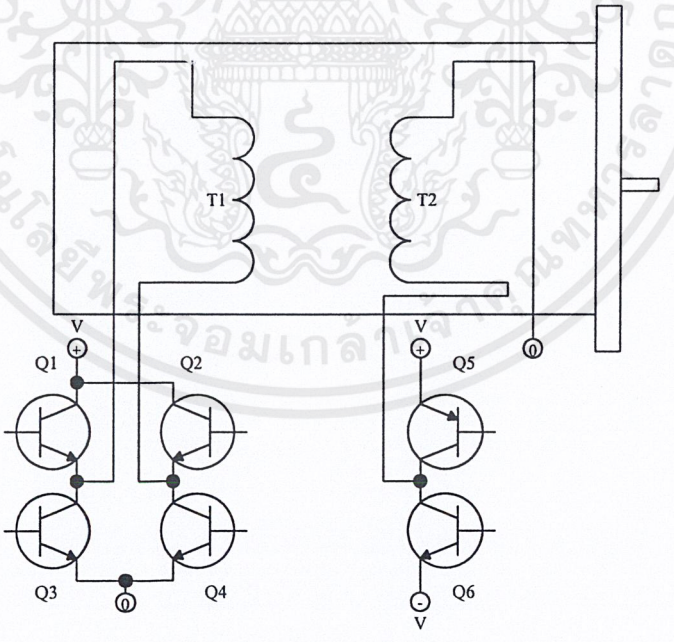
จากวงจรจะเห็นว่าจะใช้ทรานซิสเตอร์ขับขดลวดมอเตอร์ในลักษณะ 1 ขด ต่อทรานซิสเตอร์ 1 ตัว ซึ่งจะแตกต่างจากการขับมอเตอร์ชนิดไบโพลาร์ ขดลวดทางซ้ายมือต้องใช้ทรานซิสเตอร์ถึง 4 ตัว ต่อวงจรแบบบริดจ์มาขับขดลวด 1 ขด ส่วนขดลวดทางขวามือนั้นใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัว มาขับขดลวด 1 ขด ดังรูปที่ 2.8 (ข) แต่เพาเวอร์ซัพพลายที่จ่ายให้กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์ทั้ง 2 ชุด จะไม่เหมือนกัน สังเกตดูให้ดีแล้วในขดทางขวามือจะเป็นแรงดันแบบบวก-กราวด์-ลบ



(ก) ยูนิโพลาร์



(ข) ไบโพลาร์

รูปที่ 2.8 การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์และแบบไบโพลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.9 เป็นวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ โดยจะมีกราฟแสดงการเพิ่มขึ้นของกระแสที่สเตเตอร์ ซึ่งในรูปที่ 2.9 (ก) ตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมเข้าไปนั้นจะไปลดค่าคาบเวลาในการสวิตช์ของทรานซิสเตอร์ให้น้อยลง สำหรับใช้กับโหลดที่มีค่าเหนี่ยวนำน้อย ซึ่งก็แน่นอนว่าจะต้องมีการสูญเสียกำลังงานไปบางส่วน

ในรูปที่ 2.9 (ข) เป็นวงจรที่ช่วยชดเชยค่าอินดักแตนซ์ โดยใช้วงจร RC ซึ่งวงจรนี้จะกำเนิดแดมพ์ออสซิลเลชั่น และทำให้ค่าคงที่ในการแดมพ์น้อยสุดกำหนดด้วย ค่า R และ C คุณสมบัติเหล่านี้จะถูกกำหนดโดยผู้ผลิตสเต็ปปิ้งมอเตอร์

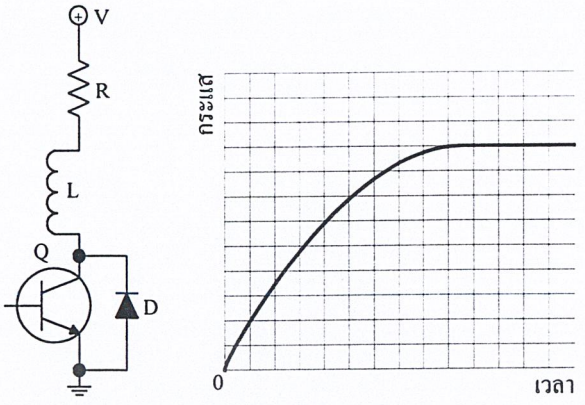
ในรูปที่ 2.9 (ค) ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวขับกระแส ซึ่งจะทำให้ความชันของการสวิตช์ทำงานมีความชันมาก และจะต้องป้อนแรงดันให้สูงอย่างเพียงพอด้วย ขณะที่กระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ในระดับต่ำแล้วตัวทรานซิสเตอร์จะไม่อยู่ในสภาวะอิ่มตัวนานนัก วงจรนี้จะสูญเสียพลังงานมาก จึงต้องระบายความร้อนออกมาในช่วงจังหวะนี้

ในรูปที่ 2.9 (ง) เป็นวงจรขับกระแสที่ดีมากวงจรหนึ่ง เพราะเมื่อกระแสไหลจนถึงค่าๆ หนึ่ง ทำให้ทรานซิสเตอร์หยุดทำงาน และจะทำให้สนามแม่เหล็กลดลง โดยผ่านไดโอดอย่างช้าๆ แล้วเมื่อกระแสตกคร่อมมอเตอร์ลดต่ำลงกว่าค่าที่กำหนดไว้ ทรานซิสเตอร์ทำงานอีกครั้งในวงจรนี้ ทรานซิสเตอร์ก็จะไม่สูญเสียพลังงานมากเหมือนในรูปที่ 2.9 (ค)

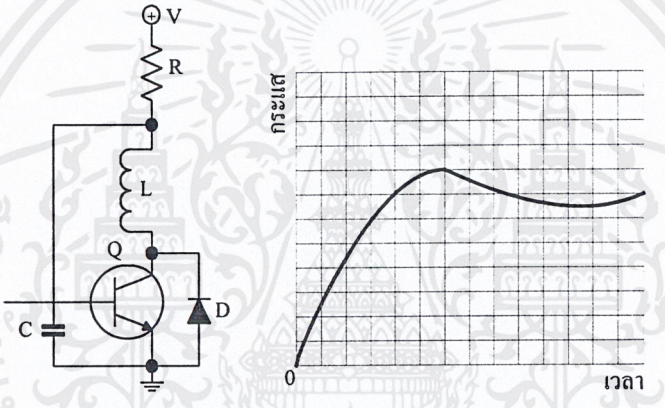
ถ้าต้องการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้มอเตอร์ทำงานตามต้องการ สามารถต่อเอาต์พุตพอร์ตได้โดยตรง และสามารถสั่งงานโดยการใช้ซอฟต์แวร์ เพื่อสั่งงานให้มอเตอร์หมุนเดินหน้าหรือถอยหลังได้ตามต้องการ และนอกจากนั้นยังสามารถเลือกได้ว่าจะหมุนเป็นเวฟหรือครึ่งสเต็ปก็ได้ จากการปรับช่วงห่างระหว่างเวลาแต่ละสเต็ป วิธีการควบคุมก็โดยอาศัยวงจรลอจิกนำเอาต์พุตไปควบคุมทรานซิสเตอร์ผ่านวงจร RC ไบสเตเบิล เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เช่น กรณีของการนำกระแสพร้อมๆ กันของทรานซิสเตอร์ทั้ง 4 ตัว แบบบริดจ์ ในบางกรณีลอจิกเกตจะถูกใช้เป็นตัวเซต และรีเซตวงจรไบสเตเบิลเพื่อกำหนดทิศทางการหมุนก็ได้

มีอุปกรณ์ไอซีที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในการออกแบบเป็นวงจรควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ที่ควบคุมความเร็วด้วยการเปลี่ยนแปลงความเร็วของพัลส์ และที่มีขายกันตามท้องตลาดก็อย่างเช่น เบอร์ SAA1027, L297 และ L298 หรือ TL376, ULN2002-ULN2005, UCN5804B เป็นต้น

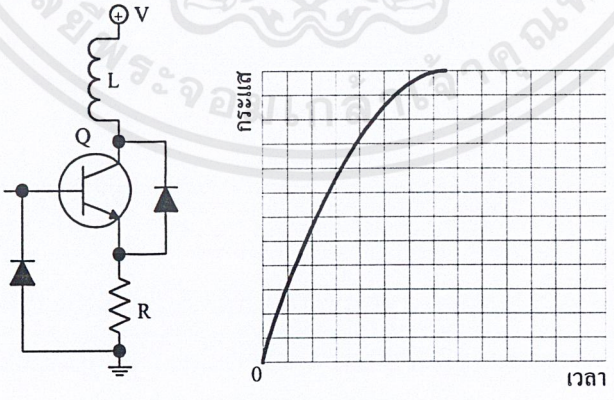
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์



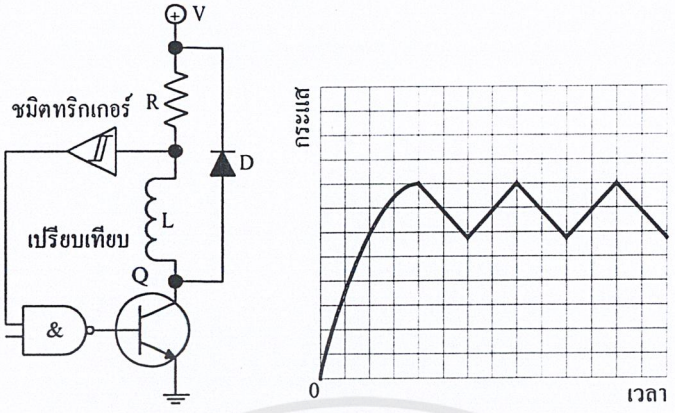
(ข) R-C ชดเชยค่าอินดัคแตนซ์



(ค) การทำงานที่มีความชันของสวิตช์มาก

รูปที่ 2.9 การใช้กระแสขับเพื่อเพิ่มโมเมนต์เมื่อมีอัตราเร่งสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ง) วงจรขับมอเตอร์ที่ดีที่สุด

รูปที่ 2.9 (ต่อ) การใช้กระแสขับเพื่อเพิ่มโมเมนต์เมื่อมีอัตราเร่งสูง

2.2.7 ไอซีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์

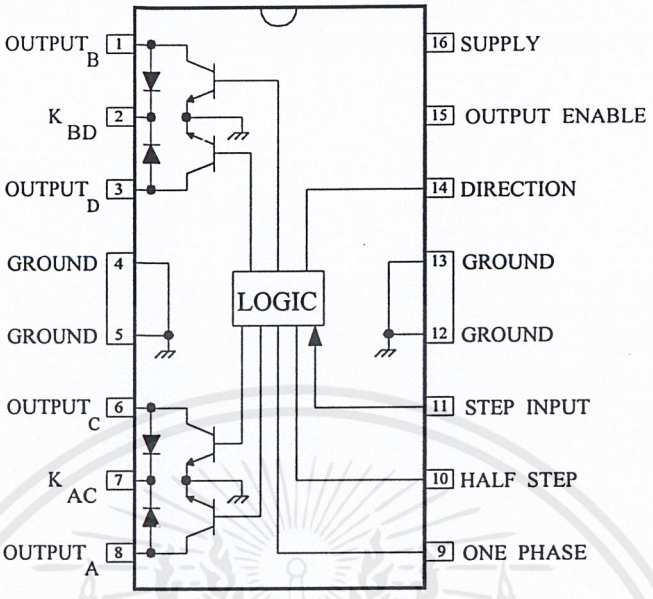
จากในอดีตจะขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์นั้นยังใช้ทรานซิสเตอร์เพาเวอร์ต่อเป็นวงจรขับแยกจากวงจรลอจิกควบคุมต่างหากทำให้เกิดความไม่สะดวกเท่าที่ควรในการสร้างหรือการออกแบบวงจร หากแต่ว่าในปัจจุบัน เมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้ามากยิ่งขึ้นทำให้วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบเก่านั้นถูกออกแบบรวมมาให้อยู่บนตัวถังบรรจุของไอซี โดยมีทรานซิสเตอร์เพาเวอร์ประกอบรวมอยู่ภายในรวมทั้งขารับลอจิกควบคุมทางอินพุตก็ได้มีการจัดเตรียมไว้เรียบร้อย เรียกได้ว่าต่อไฟเลี้ยงเดินสายแล้วใช้งานได้เลย

1) โครงสร้างพื้นฐานของไอซีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ เบอร์ UCN 5804B

UCN 5804B คือ อุปกรณ์ขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ของปัจจุบัน และอนาคต ที่ภายในรวมเอาวงจรควบคุมลอจิกแบบซีมอสที่มีอัตราการสิ้นเปลืองกำลังงานต่ำเข้าไว้ด้วย โดยที่มุ่งเน้นคุณสมบัติของการขับกระแส และแรงดันออกทางเอาต์พุตที่สูงหรือกำลังงานทางเอาต์พุตสูงด้วยดาร์ลิงตันเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ภายใน และให้เอาต์พุตออกมาแบบไบโพลาร์ ไอซีตัวนี้ถูกเรียกว่าเป็นไอซีแบบไบมอส (BiMOS II) ที่ทำหน้าที่แปลงลักษณะการควบคุม และการขับออกเอาต์พุตที่สมบูรณ์ เพื่อขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ยูนิโพลาร์ 4 เฟส ด้วยอัตรากระแสขับทางเอาต์พุตต่อเนื่องสูงถึง 1.25 แอมป์ต่อเฟสที่แรงดัน 35 โวลต์ (กระแสขับขณะเริ่มต้นสูงถึง 1.5 แอมป์) ในรูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างภายใน และการจัดขาใช้งานของ UCN 5804B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายใน และการจัดขาของ UCN5804B

2) คุณสมบัติทั่วๆ ไปของไอซีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ เบอร์ UCN5804B

คุณสมบัติโดยทั่วไปของไอซีนอกจากจะเป็นการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในแบบขับโดยตรงแล้วยังสามารถที่จะควบคุมได้ด้วยลอจิกทางอินพุตอีก คุณสมบัติทางเทคนิคโดยทั่วๆ ไปของไอซีมีดังต่อไปนี้

2.1) ระดับแรงดันเอาต์พุตสูงสุด (V_{CE}) 50 โวลต์

2.2) ระดับแรงดันเอาต์พุตคงที่ ($V_{CE(SUS)}$) 30 โวลต์

2.3) กระแสซิงค์เอาต์พุต (I_{OUT}) 1.5 แอมป์

2.4) รูปแบบการขับได้ทั้ง 2 เฟส, ครึ่งสเต็ป และต่อเนื่อง

2.5) มีไดโอดแคลมป์ต่ออยู่ภายในแล้ว

2.6) เอาต์พุตจะทำงานตามสถานะการควบคุมทิศทางทางอินพุต

2.7) มีระบบการทำงานแบบเพาเวอร์ออนรีเซต

2.8) มีวงจรตรวจจับ และควบคุมการทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน

3) คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไอซีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ เบอร์ UCN5804B

นอกเหนือจากคุณสมบัติทั่วๆ ไปของไอซีข้างต้นแล้วยังมีรายละเอียดข้อมูลของคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ UCN5804B อย่างละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40185

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ UCN5804B

คุณสมบัติ	ค่า	หน่วย
แรงดันเอาต์พุตสูงสุด	50	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตต่อเนื่อง	35	โวลต์
กระแสซิงค์เอาต์พุต	1.5	แอมป์
แรงดันไฟเลี้ยงไอซีหรือระดับลอจิก	7.0	โวลต์
แรงดันอินพุต	7.0	โวลต์
กระแสรั่วไหลทางเอาต์พุต	10-50	ไมโครแอมป์
แรงดันเอาต์พุตจุดทำงาน	1.1-1.5	โวลต์
กระแสรั่วไหลในไดโอดแคลมป์	10-50	ไมโครแอมป์
แรงดันไบแอสตรงในไดโอดแคลมป์	1.5-3.0	โวลต์
กระแสอินพุต	0.5-5.0	ไมโครแอมป์
กระแสสำหรับเลี้ยงตัวไอซี	20-30	มิลลิแอมป์
ช่วงเวลาหน่วงขณะหยุดทำงาน	10	ไมโครวินาที
ช่วงเวลาขณะเริ่มทำงาน	10	ไมโครวินาที
ค่าอุณหภูมิสูงสุดที่จะหยุดทำงานอัตโนมัติ	165	องศาเซลเซียส

ในส่วนของซีมอสลอจิกภายในตัวไอซีจะทำหน้าที่กำหนดลำดับลอจิกควบคุมที่รับเข้ามาทางขาควบคุมอินพุต ขาควบคุมทิศทาง (Direction) และขาควบคุมการขับทางเอาต์พุต (Output Enable) รวมทั้งลอจิกการควบคุมการรีเซตตัวเองเมื่อเริ่มจ่ายแรงดันให้ (Power On Reset) การควบคุมทางเอาต์พุตนั้นจะมีทั้งหมดสามรูปแบบการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่ต่ออยู่ทางเอาต์พุต คือ

3.1) แบบ 1 เฟส (One Phase) หรือแบบ Wave-Drive

3.2) แบบ 2 เฟส

3.3) แบบครึ่งสเต็ป

โดยที่การควบคุมการขับทางเอาต์พุตนี้จะถูกทำการเลือกรูปแบบการขับจากสัญญาณหรือสวิตช์เลือกภายนอกสัญญาณการควบคุมทางอินพุตของไอซีนี้ สามารถรับได้ทั้งสัญญาณควบคุมจากเอาต์พุตของอุปกรณ์ในวงจรประเภท CMOS, PMOS, และ NMOS แต่สำหรับสัญญาณควบคุมจากเอาต์พุตของอุปกรณ์ประเภท TTL หรือ LSTTL นั้นในบางครั้งหรือส่วนมากจำเป็นต้องต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวต้านทานพูลอัพเพิ่มเข้ามาด้วย เพื่อให้เกิดความแน่ใจได้ว่าในระดับลอจิก “High” ทางอินพุตของไอซีมีเสถียรภาพของระดับลอจิกที่แน่นอน

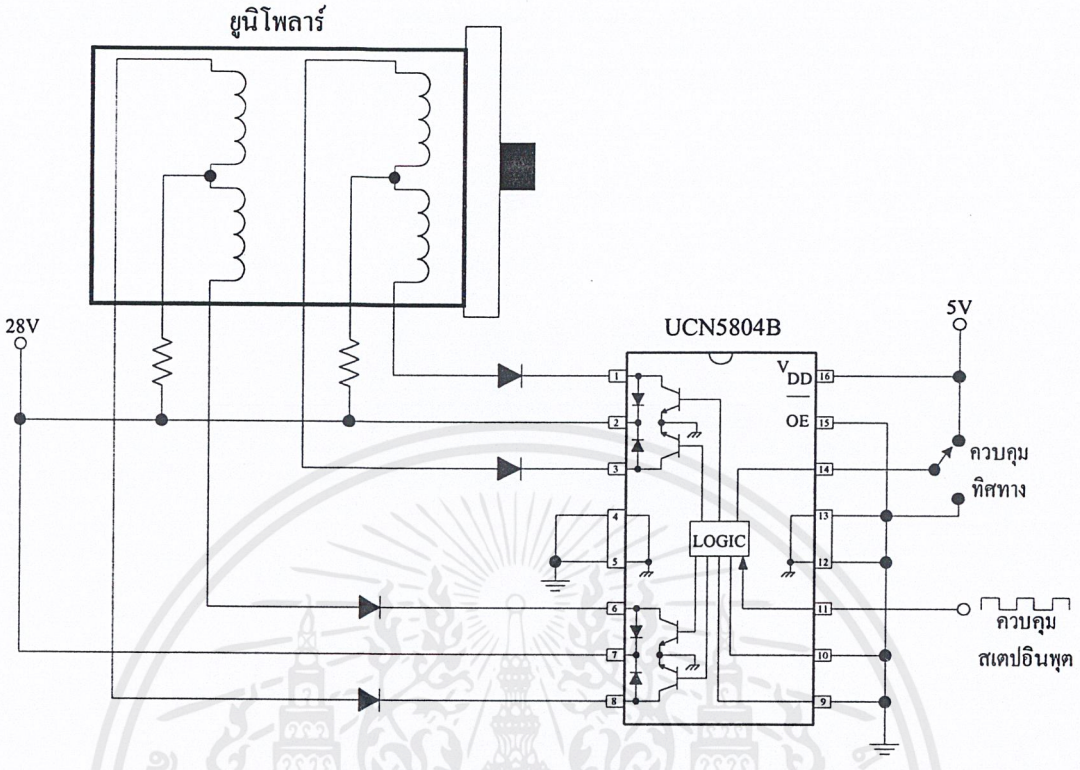
รูปแบบการขับแบบหนึ่งเฟสจะประกอบด้วยการจ่ายกำลังงานไปยังเฟสมอเตอร์หนึ่งเฟสที่เวลาใดๆ ตามลำดับในลักษณะ A-B-C-D (หรือ D-C-B-A) ซึ่งในโหมดการกระตุ้นทำงานหรือโหมดการขับแบบเฟสเดี่ยวนี้จะทำให้มีการสิ้นเปลืองกำลังงานต่ำมากๆ และแน่ใจได้ว่าจะมีความเที่ยงตรงในตำแหน่งของการหมุนโดยที่ไม่ต้องคำนึงถึงความสมดุลของการหมุนในมอเตอร์ ส่วนรูปแบบการขับแบบสองเฟส จะเป็นการขับกำลังงานไปยังเฟสของมอเตอร์ ซึ่งเป็นเฟสที่ติดกัน และในตำแหน่งที่ลำดับไป คือ AB-BC-CD-DA ลำดับการขับในเฟสติดกันของโหมดนี้ จะเป็นการขับเพื่อรองรับ และปรับปรุงค่าของแรงกับความเร็ว (Torque Speed) ที่เกิดขึ้น และเป็นการหน่วงแรงได้ดีที่สุดและทำให้เกิดการสั่นสะเทือนน้อยที่สุดในมอเตอร์ นอกจากนั้นในรูปแบบการขับแบบครึ่งสเต็ปจะเป็นการขับแบบสลับกันระหว่างรูปแบบหนึ่งเฟสกับสองเฟสโหมดดังนี้ A-AB-B-BC-C-CD-D-DA และก็จะแบ่งออกมาได้ทั้งหมด 8 สเต็ปเป็นลำดับกัน

ทางด้านเอาต์พุตที่เป็นแบบไบโพลาร์นี้จะมีการขับกระแสซิงค์ออกมาสูงถึง 1.5 แอมป์ และที่แรงดันคงที่ 50 โวลต์ ขณะที่อยู่ในสภาวะ OFF (จะมีแรงดันเอาต์พุตคงที่หรือต่อเนื่องเท่ากับ 35 โวลต์) การต่อไดโอดแรงดันสูงแคลมป์ถึงกราวด์ภายในเพาเวอร์เอาต์พุตของไอซีนี้จะเป็นการช่วยป้องกันทรานเซียนต์ เนื่องจากค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดในสเต็ปปิ้งมอเตอร์ให้ลดลงได้ นอกจากนั้นแล้วยังมีวงจรตรวจจับ และป้องกันอุณหภูมิสูงเกิน อันเนื่องมาจากการขับกระแสทางเอาต์พุตมีความผิดปกติจนทำให้เกิดความร้อนขึ้นสูงเกิน ซึ่งโดยคุณสมบัติแล้ว UCN8054B สามารถทำงานได้ในสภาวะของอุณหภูมิที่ตัวไอซีมีค่าระหว่าง –20 องศาเซลเซียส ถึง +85 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะที่ขากราวด์ (4, 5 และ 12, 13) จะทำหน้าที่เป็นแท็ปฮีตซิงค์ต่อกับกราวด์เพื่อชดเชยอัตราการสูญเสียกำลังงานทางความร้อนได้อีกด้วย

4) การประยุกต์ใช้งาน

การนำไปประยุกต์ใช้งานนั้น จะคำนึงถึงสภาวะการขับในแต่ละเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ และรูปแบบในการขับมอเตอร์จะต้องสัมพันธ์กันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในแต่ละแบบการใช้งานหรือต้องการความสั่นสะเทือนของมอเตอร์ขณะหมุนให้ต่ำที่สุด หรือต้องการให้มีแรงบิดมากที่สุดเพื่อใช้ในงานหนักเป็นต้น ทั้งนี้จะแสดงวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบสองเฟสเบื้องต้นไว้ในรูปที่ 2.11 เป็นการควบคุมการขับเฟสมอเตอร์ทางเอาต์พุตให้สามารถเลือกเปลี่ยนทิศทางการหมุนได้อย่างง่ายๆ โดยที่ยังไม่มีอุปกรณ์ภายนอกต่อเพิ่มเติมแต่อย่างใด แต่การประยุกต์ใช้งานจะกล่าวโดยรวมในแต่ละแบบว่าจะให้เอาต์พุตแต่ละเฟสออกมาแบบใดบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 วงจรประยุกต์ใช้งานเบื้องต้น

ในวงจรรีเซตอัตโนมัติ เมื่อเริ่มจ่ายไฟให้กับวงจร โดยมีประกอบไว้ภายในตัวไอซีแล้ว โดยสถานะทางลอจิกของวงจรรีเซตอัตโนมัติภายใน (POR) จะอยู่ในสถานะ “ON” หลังจากการรีเซตผ่านไปพร้อมกับทำให้เอาต์พุต A (Output A) มีสถานะ “ON” ต่อจากนั้นการทำงานก็จะเป็นไปตามสภาวะการจ่ายแรงดันลอจิกเข้ามาควบคุมหรือสั่งการ ในกรณีที่เป็นการขับมอเตอร์สองเฟส เอาต์พุต D (Output D) ก็จะให้เอาต์พุตออกมามีสถานะ “ON” เช่นเดียวกับเอาต์พุต A ดังแสดงตารางการทำงานทางเอาต์พุตไว้ในตารางที่ 2.5 และรูปที่ 2.12 จะแสดงไทมิ่งไดอะแกรมที่สัมพันธ์กันกับในตารางที่ 2.5

ที่เอาต์พุตลำดับที่หนึ่งจะเปลี่ยนตำแหน่ง ON จากสภาวะ “High-To-Low” ไปสู่ลำดับตำแหน่งต่อไปนั้นจะขึ้นอยู่กับพัลส์ทางอินพุต โดยที่ระดับลอจิกทางอินพุตของการขับแบบครึ่งสเต็ป และหนึ่งเฟสจะถูกกำหนดโดยรูปแบบของการขับ (ครึ่งสเต็ป, หนึ่งเฟสหรือสองเฟส) นอกจากนั้นที่ขาควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์จะเป็นตัวกำหนดลำดับการทำงาน ในทางตรงกันข้ามของเอาต์พุตทั้งหมด กล่าวคือ ที่อินพุตของขา Step Input จะมีสถานะเป็น “Low” เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการขับทางเอาต์พุตหรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสถานะทิศทางการหมุนของมอเตอร์

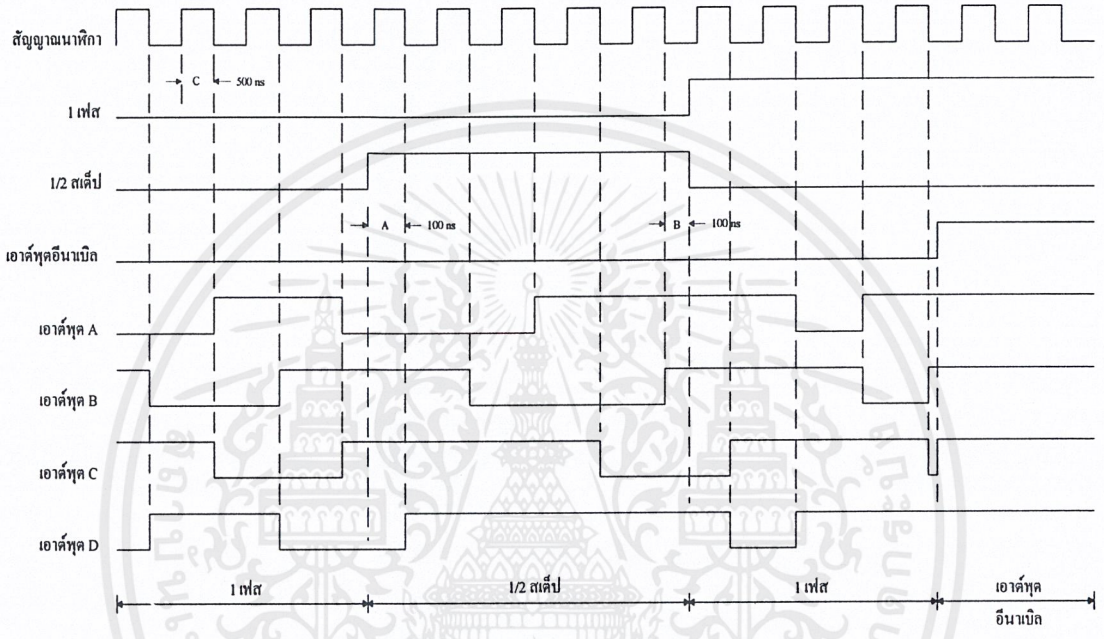
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ตารางการทำงานของเอาต์พุตทั้ง 4 ของไอซี UCN5804B

การขับลำดับแบบ 1 เฟส				
½ สเต็ป = L, 1 เฟส = H				
ทิศทาง = H, = L				
Step	A	B	C	D
POR	ON	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF	OFF
2	OFF	ON	OFF	OFF
3	OFF	OFF	ON	OFF
4	OFF	OFF	OFF	ON
การขับลำดับแบบ 2 เฟส				
½ สเต็ป = L, 1 เฟส = L				
POR	ON	OFF	OFF	ON
1	ON	OFF	OFF	ON
2	ON	ON	OFF	OFF
3	OFF	ON	ON	OFF
4	OFF	OFF	ON	ON
การขับลำดับแบบ ½ สเต็ป				
½ สเต็ป = H, 1 เฟส = L				
POR	ON	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF	OFF
2	ON	ON	OFF	OFF
3	OFF	ON	OFF	OFF
4	OFF	ON	ON	OFF
5	OFF	OFF	ON	OFF
6	OFF	OFF	ON	ON
7	OFF	OFF	OFF	ON
8	ON	OFF	OFF	ON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมาพิจารณาถึงในเอาต์พุตทั้งหมดจะหยุดทำงาน (OFF) เมื่อขาเอาต์พุตอีนาเบิล (Output Enable) มีสถานะลอจิก “High” และถ้ายังไม่มีการกำหนดฟังก์ชันการทำงาน สถานะที่ขาเอาต์พุตอีนาเบิลนี้จะกลับมามีสถานะลอจิกเป็น “Low” เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วสถานะของเอาต์พุตทั้งหมดจะขึ้นอยู่กับสถานะของลอจิกควบคุมการทำงานทางอินพุต



รูปที่ 2.12 ผังงานทางเวลาที่สัมพันธ์กับตารางที่ 2.5

ในช่วงระหว่างที่มีการสลับหรือสับเปลี่ยนกันทำงานในแต่ละเฟสของยูนิโพลาร์สเต็ปปิ้งมอเตอร์นี้จะมีความสัมพันธ์กันของการคัปปลิ้งระหว่างขดลวดของมอเตอร์ที่พึ่งผ่านการทำงานหรือที่กำลัง OFF ทางเอาต์พุตของไอซีจะต้องมีการทำให้ลดลงหรือต้องผ่านลงกราวด์ไปเพื่อเป็นการป้องกันทางเอาต์พุตของไอซี ในลักษณะเช่นนี้จะต้องทำการไบแอสตรงขาของคอลเลกเตอร์กับรอยต่อซับสเตรตและแหล่งจ่ายกระแสจากเอาต์พุตในบางครั้งมีการใช้งานในลักษณะควบคุมให้มีการกลับทิศทางกันบ่อยครั้ง และติดต่อกันจะทำให้เกิดค่ากระแสที่ซับสเตรตสูงมากซึ่งจะมีผลเกี่ยวกับระดับลอจิกในวงจรและทำให้ไม่เกิดการสเต็ปปิ้ง การต่อไดโอดอนุกรมภายนอก (การต่อแบบชอตต์กี้ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพเมื่อใช้ในวงจรแรงดันต่ำ) จะช่วยป้องกันกระแสซับสเตรตจากการที่มีกระแสเริ่มไหลจากแหล่งจ่ายผ่านไปยังเอาต์พุตในทางกลับกันการต่อไดโอดแคลมป์กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราวด์จะช่วยให้ส่วนของกระแสนี้ที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างระดับกราวด์ให้เป็นกราวด์ยิ่งขึ้น หรือผ่านแรงดันย้อนกลับจากขดลวดมอเตอร์ทางเอาต์พุตให้ไหลสู่กราวด์

วงจรป้องกันอุณหภูมิเกินภายในตัวไอซีจะทำการหยุดการทำงานทางเอาต์พุตลง เมื่ออุณหภูมิที่รอยต่อเพิ่มขึ้นสูงเกินกว่า 160 องศาเซสเซียส และทางเอาต์พุตจะเริ่มทำงานอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิที่รอยต่อเย็นหรือลดลงมาต่ำกว่า 145 องศาเซสเซียส

นับได้ว่าให้เกิดความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้นกับการนำไปออกแบบหรือต่อการใช้งานของนักออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และที่สำคัญทำให้ระบบที่ออกแบบขึ้นมีขนาดเล็กลง และมีพื้นที่ของวงจรหรือหากออกแบบเป็นบอร์ดทำงานแล้วก็จะเป็นบอร์ดที่มีขนาดเล็กง่ายแก่การติดตั้ง

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 ทำให้ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีมาตราฐานเดียวกับ 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) มีหลายขนาดขึ้นกับเบอร์ไอซี มีทั้งแบบรอม, อีพรอม และแบบแฟลช

4) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) เป็นแบบแรม ในบางเบอร์มีหน่วยความจำอีอีพรอมเพิ่มเติม

5) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

6) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) หน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลนั้นจะทำงานแยกออกจากกันอย่างละ 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 2.6 แสดงถึงคุณสมบัติบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmal รุ่นต่างๆ ที่นิยมใช้กัน ซึ่งมีส่วนที่แตกต่างกันบางส่วน คือ ส่วนของหน่วยความจำข้อมูลภายใน หน่วยความจำโปรแกรมภายใน จำนวนของวงจรนับ/จับเวลา เป็นต้น

ตารางที่ 2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmal

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมภายใน	หน่วยความจำข้อมูลภายใน	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
AT89C2051	2 กิโลไบต์ (FLASH)	128 ไบต์ (RAM)	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel และบริษัท Atmal

เบอร์	หน่วยความจำ โปรแกรมภายใน	หน่วยความจำ ข้อมูลภายใน	วงจรนับ/จับเวลา 16 บิต
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

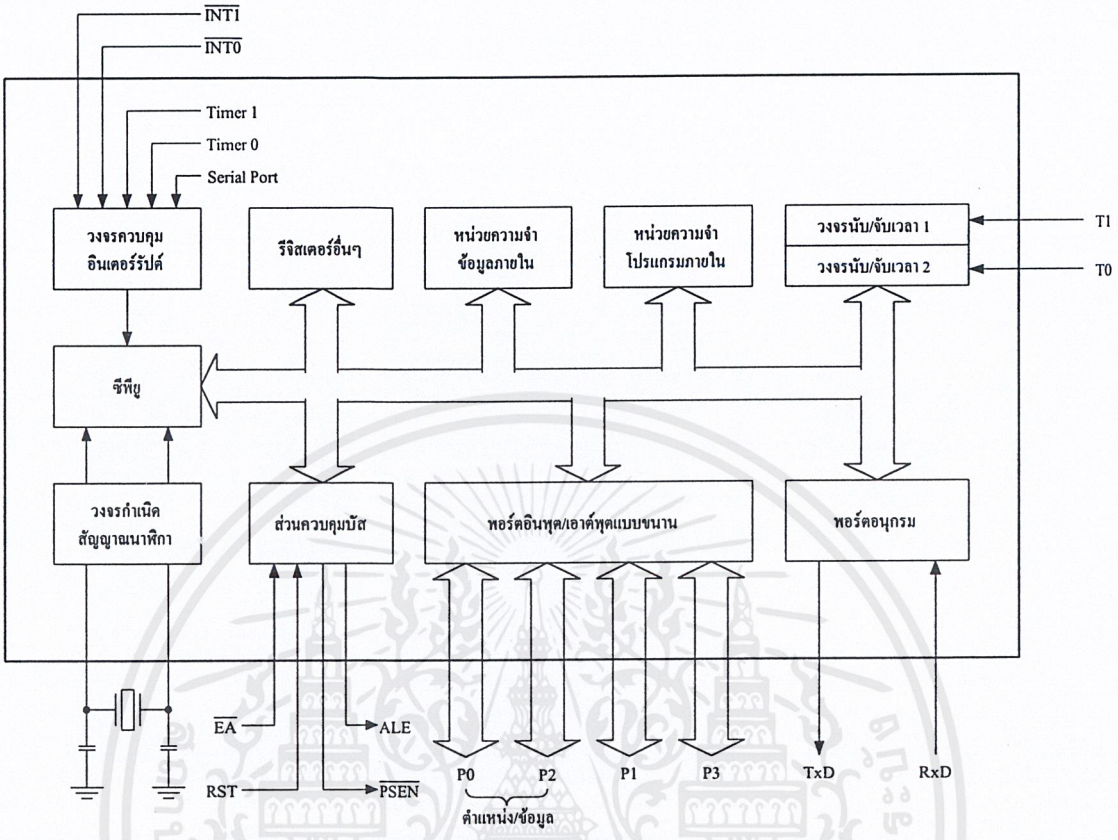
2.3.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

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

ในรูปที่ 2.13 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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 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 kBytes) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้สายสัญญาณกำหนดตำแหน่งทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536)

2.2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำ ในตำแหน่งที่เราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 2.14 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/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป ใช้เป็นเก็บค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์ต่ำ (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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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) : ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

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

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

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) : ขาควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก

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

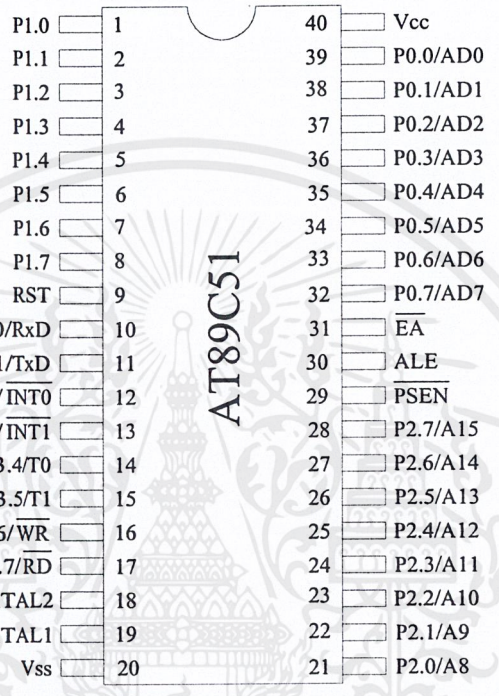
9) $\overline{\text{PSEN}}$: (ขา 29) Program Strobe Enable เป็นขาส่งสัญญาณเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น "0" จะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และถ้าเป็นการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายในขานี้จะไม่ Active

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) XTAL1 : (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

12) XTAL2 : (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นเอาต์พุตออกจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา



รูปที่ 2.14 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 Machine Cycle วงจร Time and Control จะสร้างสัญญาณ ALE ออกมา 2 ไซเคิล เพื่อ Fetch คำสั่งเข้าไป 2 ครั้งเสมอ

2.4 ตัวตรวจจับแสงหรือเซนเซอร์

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

เซนเซอร์ (Sensors) เป็นอุปกรณ์ตรวจรู้ และวัดขนาดของปริมาณกายภาพต่างๆ ดังนั้นเซนเซอร์เป็นทรานสดิวเซอร์ประเภทหนึ่งใช้ในการเปลี่ยนการเปลี่ยนแปลงเชิงกล สนามแม่เหล็ก, ความร้อน, แสง และเคมี เป็นแรงดัน และกระแสไฟฟ้า การจัดหมวดหมู่เซนเซอร์ จัดตามการวัดปริมาณกายภาพ และมีบทบาทที่มีต่อการควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมสมัยใหม่

2.4.1 พรอกซิมิตีเซนเซอร์

พรอกซิมิตีเซนเซอร์ (Proximity Sensor) หรือสวิตช์เป็นอุปกรณ์ไพลอตที่ทำหน้าที่ตรวจรู้ท่าทางของวัตถุ (ปกติจะหมายถึง “เป้าหมาย”) โดยไม่มีการสัมผัสกันเลย เซนเซอร์ประเภทนี้เป็นอุปกรณ์โซลิตสเตทอิเล็กทรอนิกส์ที่บรรจุในแคบซูลที่ป้องกันการสั่น ของเหลว, และสารที่ทำให้ผุกร่อน ซึ่งจะมีใช้ในอุตสาหกรรมเราจะใช้พรอกซิมิตีเซนเซอร์เมื่อ

1) วัตถุที่ต้องการตรวจรู้มีขนาดเล็กมาก น้ำหนักเบามากหรือมีความแข็งไม่เพียงพอที่จะใช้สวิตช์เชิงกล

2) การตรวจรู้ที่ไวต่อการสนอง เช่นนี้จะต้องใช้สวิตช์ที่มีอัตราเร็วสูง ตัวอย่างได้แก่ การนับและควบคุมการฉีด

3) วัตถุที่ต้องการตรวจรู้ผ่านแผ่นอโลหะ เช่น แก้ว, พลาสติก และกระดาษ

4) ใช้ในงานที่ทนได้นานและมีความน่าเชื่อถือ

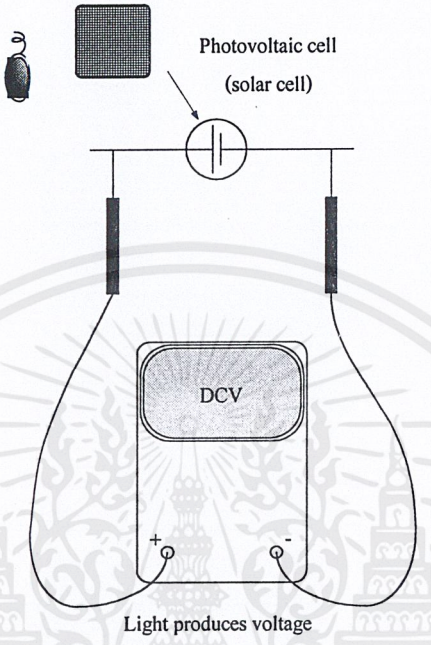
5) ในกรณีระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ความเร็วสูง จะใช้สัญญาณอินพุตที่เรียบ

2.4.2 เซนเซอร์แสง

เซนเซอร์แสง (Light Sensor) คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic) หรือเซลล์สุริยะ (Solar Cell) ดังแสดงในรูป 2.15 เซลล์สุริยะ มีลักษณะเป็นรอยต่อ PN โดยที่ชั้น P สามารถยอมให้แสงผ่านได้ เมื่อฉายแสงลงบนชั้น P จะทำให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กตรอนเคลื่อนผ่านชั้น P ไปยังชั้น N จึงทำให้เกิดแรงดันกระแสตรงโดยทั่วไปแล้วเซลล์สุริยะแต่ละเซลล์ให้แรงดัน 0.5 โวลต์



รูปที่ 2.15 เซลล์สุริยะ

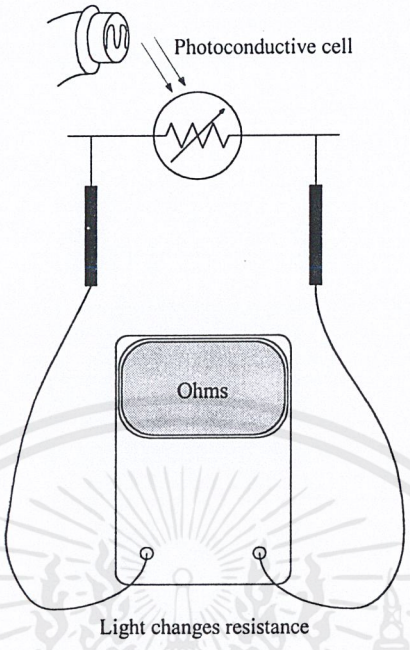
เซลล์โฟโตคอนดักทีฟ (Photo Conductive Cell) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เซลล์โฟโตรีซิสทีฟ (Photoresistive Cell) เป็นทรานสดิวเซอร์แสงที่ใช้กันมาก ในรูปที่ 2.16 แสดงพลังงานแสงตาบนเซลล์โฟโตคอนดักทีฟ ทำให้ความต้านทานของเซลล์เปลี่ยนแปลง เซลล์ที่ใช้กันมาก คือ โฟโตเซลล์ CdS (Cadmium Sulphide) เมื่อไม่มีแสงฉายลงบนเซลล์นี้ ความต้านทานของเซลล์จะสูงมาก แต่เมื่อปล่อยแสงจ้าฉายลงบนเซลล์ CdS ความต้านทานของเซลล์จะลดลงอย่างมาก

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

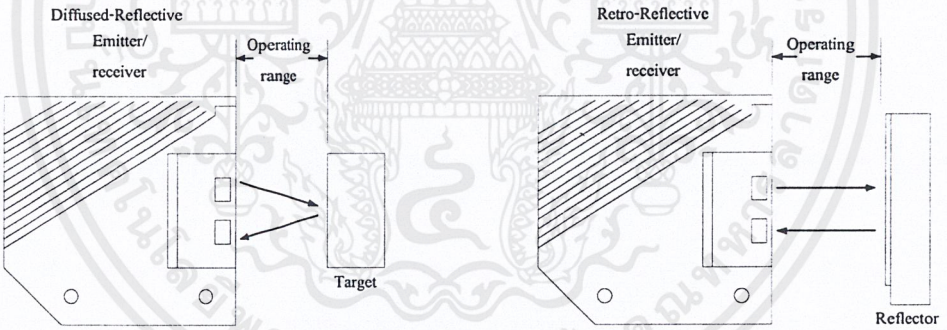
โดยการประยุกต์โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ซึ่งจำแนกเป็นดังนี้

1) การตรวจรู้โดยไม่มีการสัมผัส (Noncontact) การทำงานแบบนี้จะไม่ทำให้เกิดความเสียหายของวัตถุ และหัวเซนเซอร์ซึ่งทำให้ใช้งานได้เป็นเวลานานๆ

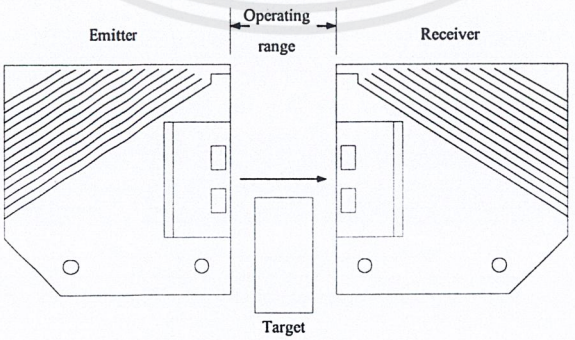
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 เซลล์โฟโตคอนดักทีฟ



(ก) Reflective type



(ข) Through-beam type

รูปที่ 2.17 โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การตรวจรู้ของวัสดุชนิดต่างๆ การตรวจรู้ประเภทนี้จะวัดปริมาณแสงหรือปริมาณแสงที่สะท้อนจากวัตถุ วิธีเช่นนี้สามารถใช้ตรวจรู้ แก้ว, โลหะ, พลาสติก, ไม้ และของเหลวได้

3) การตรวจรู้ระยะไกล โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์แบบสะท้อนสามารถตรวจรู้ในระยะห่าง 1 เมตร และแบบทะลุผ่านสามารถตรวจรู้ได้ในระยะห่าง 10 เมตร

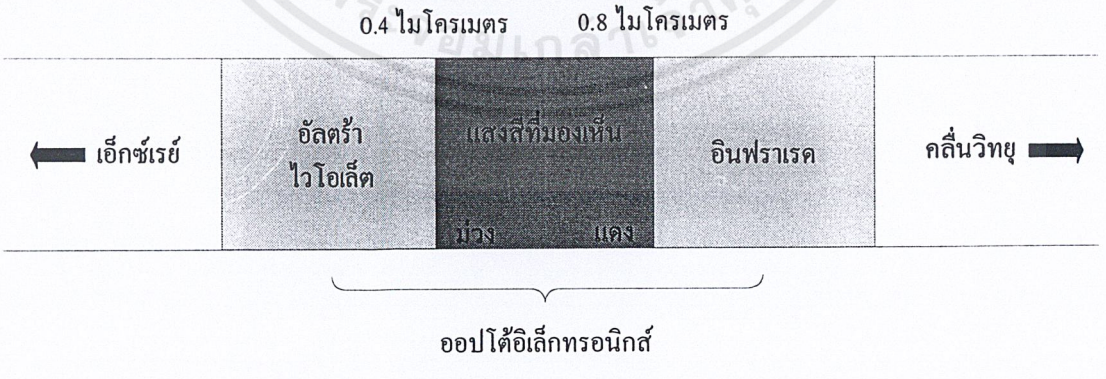
4) การตรวจรู้ด้วยอัตราตอบสนองเร็วมาก อุปกรณ์ตรวจรู้สามารถตอบสนองได้ในระยะเวลาสั้นๆ 50 μs (1/20,000 s)

5) การจำแนกสี เซนเซอร์จะตรวจรู้แสงที่สะท้อนมาจากวัตถุ โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน (Reflectance) และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืน (Absorptance) ของวัตถุที่มีสีต่างๆ จะไม่เท่ากัน จึงทำให้สามารถจำแนกสีได้

6) การตรวจรู้ที่มีความแม่นยำสูง โดยใช้ระบบทางแสง (Optical System) และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีสมรรถนะสูง จะทำให้ตรวจรู้ตำแหน่งของวัตถุได้

2.4.3 ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบหนึ่ง มีความเร็ว 3×10^{8} เมตรต่อนาที แสงที่มองเห็นได้ (Visible Light) เป็นสเปกตรัมหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.4 ไมโครเมตร (แสงสีม่วง) ไปจนถึง 0.8 ไมโครเมตร (แสงสีแดง) ทว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับแสงหรือเรียกว่า ออปโต้อิเล็กทรอนิกส์ (Optoelectronics) นั้น จะมีย่านการใช้งานมากกว่าย่านแสงที่มองเห็น เพราะมันสามารถทำงานได้ในย่านเหนือม่วงหรืออัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) และใต้แดงหรืออินฟราเรด (Infrared) ในรูปที่ 2.18 แสดงสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมย่านการใช้งานของอุปกรณ์ออปโต้อิเล็กทรอนิกส์

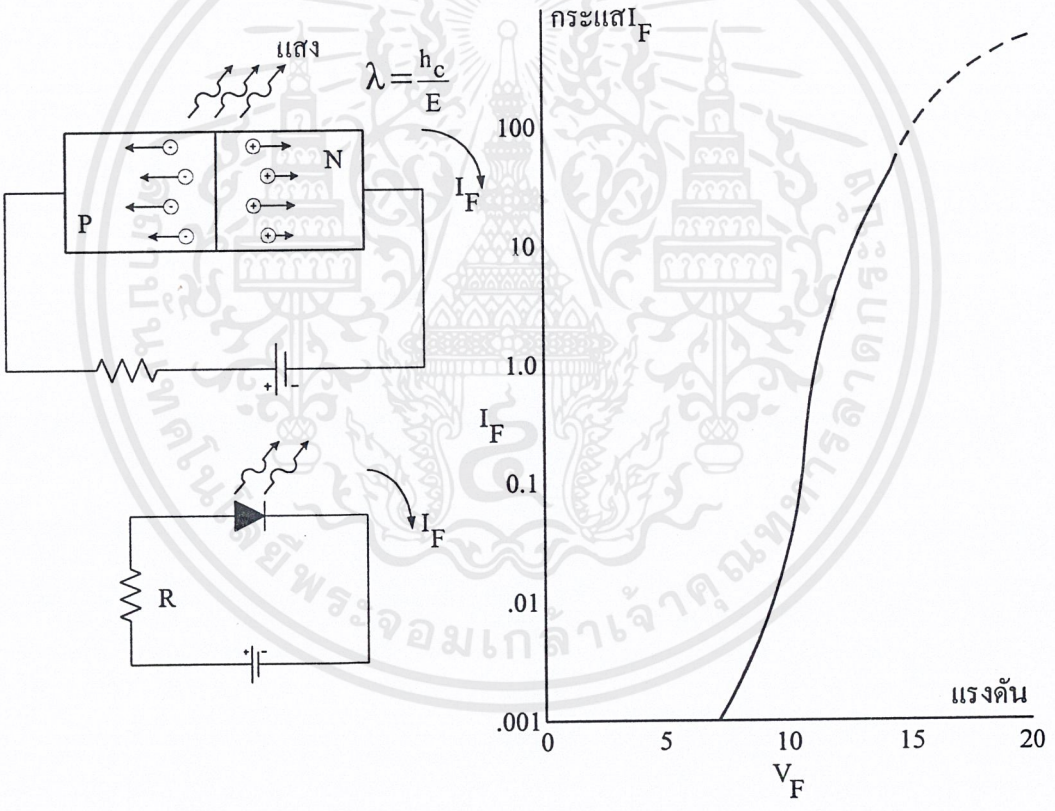


รูปที่ 2.18 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็ก และแสดงย่านการใช้งานของออปโต้อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ต้นกำเนิดแสงทางอิเล็กทรอนิกส์

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



รูปที่ 2.19 การไบแอสตรงของไดโอดแอลอีดี และลักษณะการเกิดแสง

จากรูปที่ 2.19 พอจะอธิบายหลักการของแอลอีดี คือ เมื่อให้แรงดันไบแอสตรงกับมันด้วยแรงดันไฟตรงต่ำๆ กระแสไบแอสตรง คือ อิเล็กตรอนจะไหลผ่านรอยต่อจาก N ไปยังส่วน P และโฮลไหลไปยังส่วน N และจะรวมกับพาหะข้างน้อย เป็นผลทำให้เกิดการรีคอมไบเนชั่น และจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปล่อยพลังงานออกมาเป็นแสง และความร้อน ความถี่แสงปล่อยออกมาขึ้นอยู่กับแถบพลังงานช่องว่างของวัสดุที่ใช้ทำเป็นแอลอีดี

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

คุณสมบัติทั่วไปของแอลอีดีก็เหมือนกับของไดโอดนั่นเองโดยในขณะไบแอสตรง มันจะให้กระแสไหลผ่านได้และจะเกิดแรงดันตกคร่อมตัวมัน มีค่าประมาณ 0.6-1 โวลต์ และในขณะไบแอสกลับแอลอีดีจะมีค่าแรงดันพังที่ต่ำกว่าไดโอดธรรมดา

นอกจากแอลอีดีที่เปล่งแสงสีแดงแล้ว เรายังพบแอลอีดีที่ให้แสงสีอื่นอีกมากมาย เช่น แสงสีเขียว, สีเหลือง, สีแสด เป็นต้น การที่แอลอีดีให้แสงสีแตกต่างกันนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อสารกึ่งตัวนำที่ใช้หรือขึ้นอยู่กับแถบพลังงานช่องว่างนั่นเอง เพราะความยาวคลื่นของแอลอีดีจะขึ้นอยู่กับแถบพลังงานช่องว่างของสารโดยตรง

อุปกรณ์ออปโต้อิเล็กทรอนิกส์ที่จะกล่าวถึงสามารถแบ่งออกเป็นอุปกรณ์ตรวจจับแสงหรือเซนเซอร์ (Sensor) และอุปกรณ์กำเนิดแสงหรืออิมิตเตอร์ (Emitter) แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะอุปกรณ์ตรวจจับแสงหรือเซนเซอร์เท่านั้น

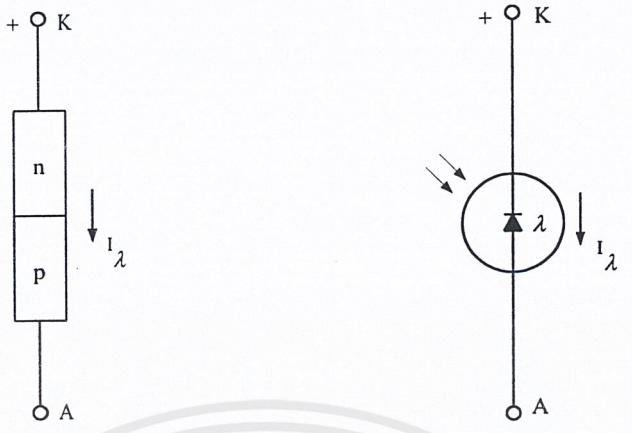
2) อุปกรณ์ตรวจจับแสง

อุปกรณ์ตรวจจับแสง หมายถึง อุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้แปรค่ากับค่าของพลังงานทางไฟฟ้าได้ โดยตัวอุปกรณ์จะต้องประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำซึ่งอาจจะนำมาต่อเชื่อมให้เกิดเป็นรอยต่อหรือเป็นเนื้อสารกึ่งตัวนำอย่างเดียวก็ได้ตัวอย่างอุปกรณ์เหล่านี้ที่จะแยกแยะอธิบายได้ดังนี้

2.1) โฟโต้ไดโอด

โฟโต้ไดโอด คือ ไดโอดชนิดรอยต่อ P-N ที่นำกระแสได้เมื่อแสงมาตกกระทบบริเวณรอยต่อ P-N โครงสร้างและสัญลักษณ์ของโฟโต้ไดโอดแสดงในรูปที่ 2.20 (ก), (ข) ลักษณะภายนอกของโฟโต้ไดโอดจะเห็นว่ามีขา 2 ขา คือ แอโนดและแคโทดบริเวณด้านบนของโฟโต้ไดโอดจะเป็นเลนส์รวมแสง ลักษณะพลาสติกใสมองเห็นชัดเจน

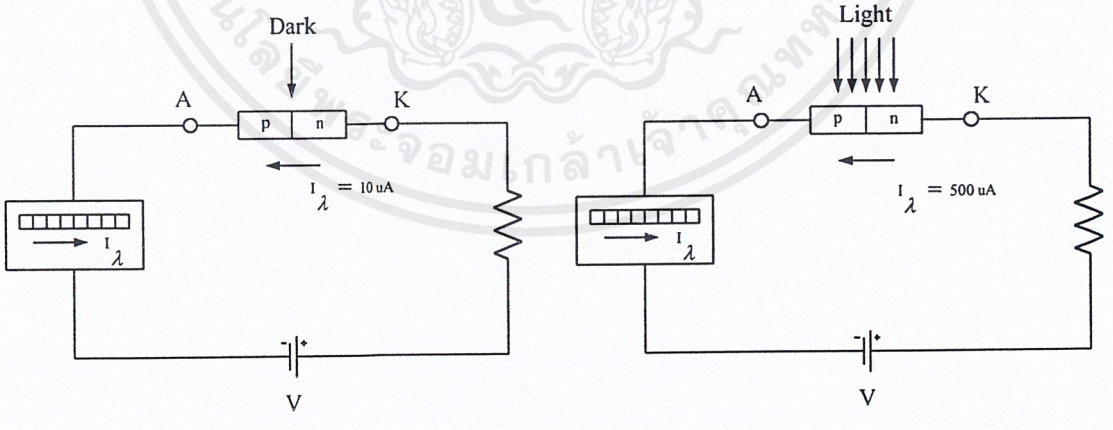
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) โครงสร้าง (ข) สัญลักษณ์

รูปที่ 2.20 โฟโต้ไดโอด

2.1.1) การทำงานของโฟโต้ไดโอด (Photo Diode Operation) การไบแอสโฟโต้ไดโอดทำได้โดย ให้ไบแอสกลับกันไดโอด คือ ต่อขั้วบวกของแรงดันแหล่งจ่ายเข้ากับแคโทด และต่อขั้วบวกของแหล่งจ่ายเข้ากับแอโนดดังแสดงในรูปที่ 2.21 (ก) เมื่อรอยต่อ P-N ได้รับแสงสว่างจากภายนอก ยิ่งความเข้มของแสงมากขึ้นกระแสจะไหลผ่านโฟโต้ไดโอดได้มากขึ้น ดังรูปที่ 2.21 (ข)

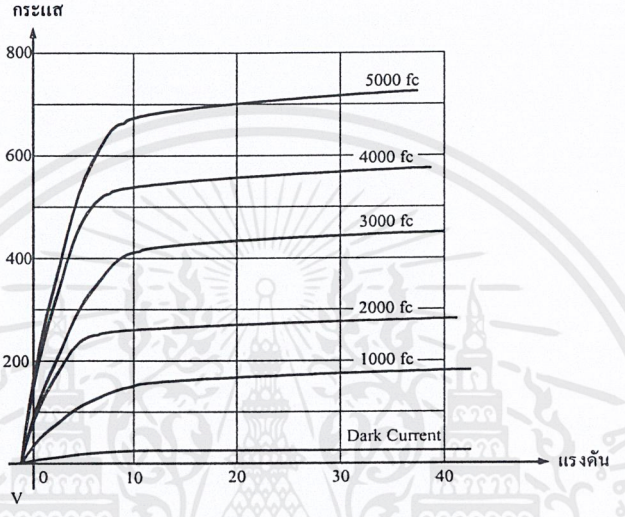


(ก) เมื่อแสงมืด I_λ ค่าน้อย (ข) เมื่อแสงสว่าง I_λ ค่ามาก

รูปที่ 2.21 การทำงานของโฟโต้ไดโอด

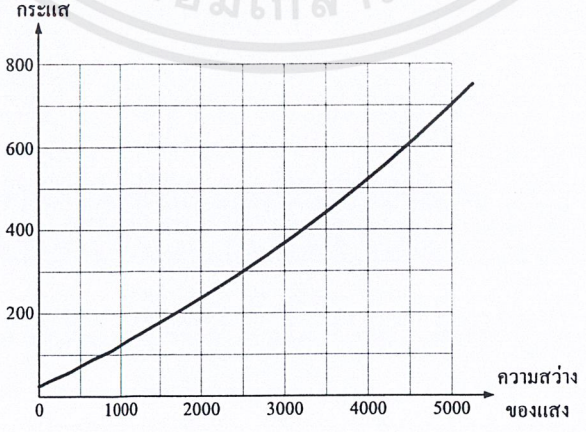
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2) ลักษณะสมบัติของโฟโต้ไดโอด (Photo Diode Characteristic) เมื่อทดลองหาลักษณะสมบัติของโฟโต้ไดโอด โดยทดสอบการนำกระแสของโฟโต้ไดโอด (I_λ) เมื่อไดโอดได้รับแสงสว่าง ปริมาณแตกต่างกันเมื่อ I_λ คือ กระแสที่ผ่านโฟโต้ไดโอด, f_C = ปริมาณความสว่างหน่วยเป็น (Foot-candel) และแรงดันไบแอสโฟโต้ไดโอด คือ V_λ (Reverse Voltage) กราฟลักษณะสมบัติทางกระแส และแรงดันของโฟโต้ไดโอด ($I_\lambda = f(V_\lambda)$) แสดงในรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 กราฟลักษณะสมบัติของโฟโต้ไดโอด

แต่เมื่อทดลองป้อนแรงดันไบแอสให้คงที่ (V_λ = คงที่) สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่ผ่านโฟโต้ไดโอด (I_λ) กับความสว่างของแสงที่ส่องให้กับรอยต่อ P-N ของโฟโต้ไดโอด (f_C) ได้ดังกราฟรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง I_λ และ f_C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) โฟโต้ทรานซิสเตอร์

โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) มีโครงสร้างแตกต่างจากโฟโต้ไดโอด คือ บริเวณที่รับแสง คือ รอยต่อ P-N ระหว่างเบสกับคอลเลกเตอร์ (B-C) และกระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ระหว่างขั้วอิมิตเตอร์กับคอลเลกเตอร์ โฟโต้ทรานซิสเตอร์นั้นเปรียบเหมือนสวิตช์แสง (Light Switch) เพราะเมื่อมีแสงมาตกกระทบรอยต่อระหว่าง B-C จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ มีกระแสคอลเลกเตอร์ไหล (I_C) ตามสมการ

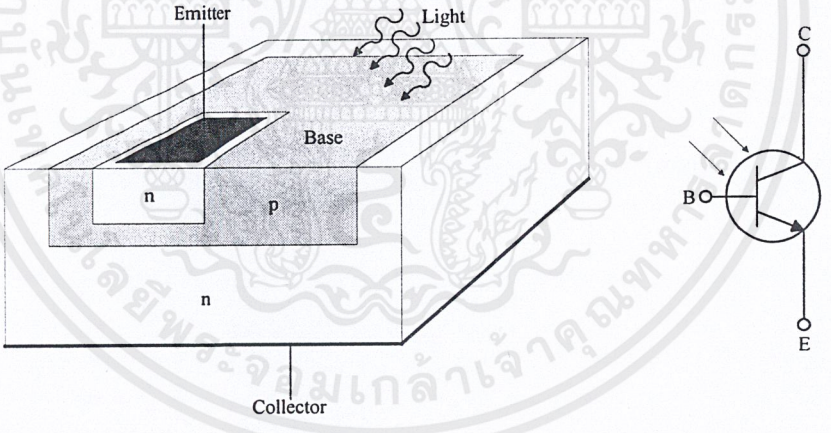
$$I_c = \beta_{dc} \cdot I_\lambda \qquad (2.1)$$

เมื่อ I_c = กระแสคอลเลกเตอร์

β_{dc} = อัตราขยายกระแสของโฟโต้ทรานซิสเตอร์

I_λ = กระแสเบสที่เกิดจากแสงสว่างตกกระทบรอยต่อเบส-คอลเลกเตอร์

ลักษณะของโครงสร้างและสัญลักษณ์ของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ แสดงในรูปที่ 2.24 (ก), (ข)

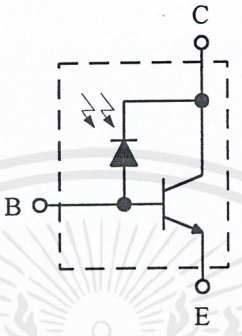


(ก) โครงสร้าง (ข) สัญลักษณ์

รูปที่ 2.24 โฟโต้ทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟโต้ทรานซิสเตอร์ เป็นทรานซิสเตอร์ที่รวมเอาโฟโต้ไดโอดมาไว้ภายในตัวถังเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.25 โดยโฟโต้ไดโอดทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวไบแอสให้แก่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ เมื่อมีแสงมาตกกระทบโฟโต้ไดโอดจะนำกระแส ทำให้มีกระแสไหลที่ขาเบสทรานซิสเตอร์จึงสามารถนำกระแสได้



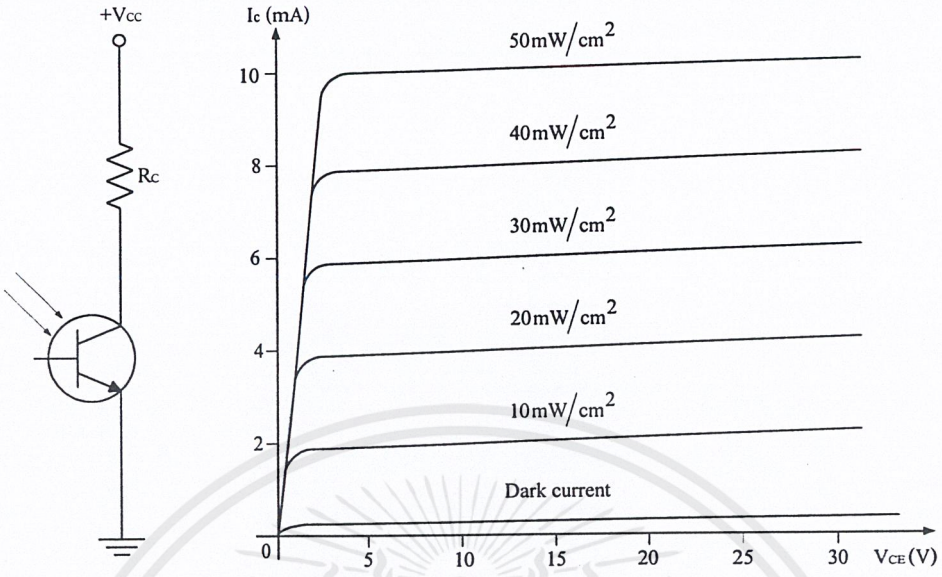
รูปที่ 2.25 วงจรพื้นฐานของโฟโต้ทรานซิสเตอร์

ในเรื่องของกระแสรั่วไหล โฟโต้ทรานซิสเตอร์จะมีมากกว่าโฟโต้ไดโอดเล็กน้อยแต่ถ้าเป็นช่วงนำกระแสแล้วจะเกิดกระแสรั่วไหลสูงกว่ามากเป็นหน่วยมิลลิแอมป์ แต่อย่างไรก็ตามความเร็วในการทำงานของโฟโต้ทรานซิสเตอร์จะช้ากว่าโฟโต้ไดโอด ทำให้โฟโต้ทรานซิสเตอร์สามารถทำงานได้ที่ความถี่ไม่เกิน 100 กิโลเฮิรตซ์ แต่มีข้อดีในแง่ของกระแสเอาต์พุตที่สูงกว่า

2.2.1) การทำงานของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor Operation) เมื่อไบแอสโฟโต้ทรานซิสเตอร์ให้ถูกต้อง โดยให้ไบแอสแรงดันระหว่างขั้วอิมิตเตอร์กับคอลเลกเตอร์ สำหรับเบสไม่ต้องให้ไบแอส ดังรูปที่ 2.26 ขณะนี้ถ้าไม่มีแสงตกกระทบรอยต่อของเบส-คอลเลกเตอร์ทรานซิสเตอร์จะไม่ทำงานจะไม่มีกระแสไหลผ่าน Rc แต่จะมีกระแสรั่วไหลระหว่างรอยต่อคอลเลกเตอร์กับอิมิตเตอร์จำนวนหนึ่ง (μA) เรียกว่า Dark Current

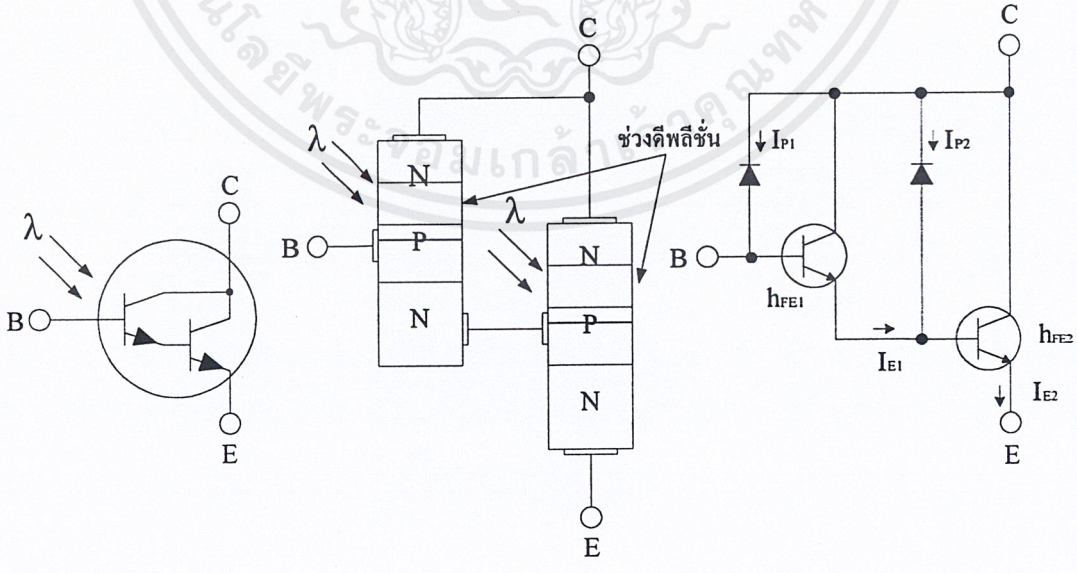
เมื่อให้แสงที่มีความสว่างเล็กน้อยที่รอยต่อเบส-คอลเลกเตอร์จะทำให้กระแส I_C ไหลได้ตามสมการ 2.1 และถ้าเพิ่มความสว่างของแสงให้มากขึ้นค่ากระแส I_C จะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังกราฟลักษณะสมบัติของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ในรูปที่ 2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 วงจรไบแอสโฟโต้ทรานซิสเตอร์ และกราฟลักษณะสมบัติของโฟโต้ทรานซิสเตอร์

2.2.2) โฟโต้ดาร์ลิงตัน โฟโต้ดาร์ลิงตัน คือ โฟโต้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัวที่ต่อร่วมกันในลักษณะวงจรดาร์ลิงตัน คือ ต่อในลักษณะขาอิมิตเตอร์ของตัวหนึ่งจะต่อเข้าขาเบสของอีกตัวหนึ่ง ลักษณะการต่อเช่นนี้จะทำให้ทรานซิสเตอร์มีอัตราขยายกระแสสูงขึ้นอีกมาก สัญลักษณ์ของวงจรแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 การขยายของโฟโต้ดาร์ลิงตันแสดงผลของการเกิดกระแสโฟโต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.27 ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์สองตัวต่อแคสเคดกันในตัวกระป๋องหรือวัสดุห่อหุ้มเดียวกันโดยมีวงจรสมมูลย์แสดงไว้เช่นกัน จากวงจรสมมูลย์เราสามารถหากระแสอิมิตเตอร์ของ Q_1 ได้ดังนี้

$$I_{E1} = I_{P1}(h_{FE1} + 1) \tag{2.2}$$

กระแสของ Q_2 จะหาได้จากการรวมของกระแส $I_{E1} + I_{P2}$ ดังนั้นกระแส I_{E2} สามารถหาได้จาก

$$I_{E2} = (I_{P2} + I_{E1})(h_{FE2} + 1) \tag{2.3}$$

$$I_{E2} = (I_{P2} + I_{P1})(h_{FE1} + 1)(h_{FE2} + 1) \tag{2.4}$$

แต่เนื่องจาก $I_{E1} >> I_{P2}$

ดังนั้น $I_{E2} = I_{P1}\, h_{FE1}\, h_{FE2}$

โดยที่ I_E = กระแสอิมิตเตอร์

I_P = กระแสเนื่องจากแสง

h_{FE} = อัตราขยายกระแสของทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2

I_B = กระแสเบส

และถ้ากรณีการไบแอสด้วยกระแสเบสจากภายนอกด้วย เราจะได้กระแส I_{E2} โดยประมาณเท่ากับ

$$I_{E2} = (I_{P1} \pm I_B)h_{FE1}h_{FE2} \tag{2.5}$$

จะเห็นได้ว่าสำหรับโฟโต้ดาร์ลิงตัน จะได้อัตราการขยายทั้งหมดสูงกว่าแบบโฟโต้ทรานซิสเตอร์ธรรมดาแต่ความเร็วของการสวิตช์จะช้ากว่า และกระแสมืดหรือกระแสเมื่อไม่โดนแสงก็จะสูงกว่าด้วย เนื่องจากอัตราการขยายที่สูง $h_{FE1}\, h_{FE2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักการของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ในทางการแพทย์

ในปัจจุบันนี้วงการแพทย์ และสาธารณสุขได้มีการพัฒนาไปอย่างมาก ส่วนประกอบในการพัฒนานั้น สิ่งหนึ่งก็คืออุปกรณ์ และเครื่องมือทางการแพทย์ ซึ่งเป็นการนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ อาจจะเรียกได้ว่าเป็นเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในทางการแพทย์

เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในทางการแพทย์ อาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เป็นเครื่องที่ทำงานเกี่ยวกับมนุษย์อาจเกี่ยวข้องโดยทางตรง และเกี่ยวข้องโดยทางอ้อม

2.5.1 เกี่ยวข้องโดยทางตรง

1) ทำหน้าที่เก็บสัญญาณเพื่อนำมาบันทึก เช่น การเก็บสัญญาณในการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiography) เพื่อประโยชน์ในการวินิจฉัยโรค หรือตรวจสภาพการทำงาน เพราะหัวใจเป็นอวัยวะอย่างหนึ่งในร่างกายที่ทำให้มีไฟฟ้าเกิดขึ้นขณะทำงาน

2) ทำหน้าที่ปล่อยสัญญาณบางอย่างเข้าไปในตัวคน เช่น การสร้างความร้อนในเนื้อเยื่อด้วยคลื่นสั้น (Short Wave Diathermy) เพื่อการรักษาโรคบางอย่าง

3) ทำหน้าที่ควบคุม และช่วยการทำงานในร่างกาย เช่น เครื่องช่วยการหายใจของผู้ป่วย (Respirator) จะทำหน้าที่เก็บสัญญาณของการหายใจที่อยู่จากร่างกายมาปรับปรุงในเครื่อง แล้วส่งกลับไปควบคุมการหายใจอีกต่อหนึ่ง ซึ่งเป็นการช่วยการหายใจเมื่อผู้ป่วยมีการหายใจไม่เพียงพอ

2.5.2 เกี่ยวข้องโดยทางอ้อม

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

2.6 หลักการทำงานของเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์

เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์โดยทั่วไปมีหลักการทำงาน คือ มีส่วนประกอบใหญ่ๆ 3 ส่วน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 ภาคตรวจรับ

ภาคนี้ทำหน้าที่ตรวจ, เลือก และเก็บสัญญาณจากคนเพื่อเอาไปบันทึกถ้าสัญญาณหรือสิ่งที่จะเก็บเป็นพลังงานไฟฟ้าอยู่แล้ว เช่น จากหัวใจ, สมอง, กล้ามเนื้อ และประสาท ภาคตรวจรับจะทำการตรวจเลือก และเก็บเข้าไปได้โดยตรง แต่ความจริงแล้ว สัญญาณหรือสิ่งที่จะทำการตรวจวัดที่เกิดขึ้นในร่างกายนั้น ส่วนใหญ่เป็นพลังงานอย่างอื่นที่มิใช่พลังงานไฟฟ้า ภาคตรวจรับจึงจำเป็นต้องมีกลไกในการเปลี่ยนพลังงานอย่างอื่นเป็นพลังงานไฟฟ้าก่อนโดยใช้ทรานสดิวเซอร์ (Transducer)

รูปที่ 2.28 แผนผังของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์

2.6.2 ภาคขยาย และปรับปรุง

ภาคนี้ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่ได้รับ และดัดแปลงไว้ในภาคแรกให้มีจำนวนมากขึ้น โดยอาจทำให้ศักย์ไฟฟ้าสูงขึ้นหรือกระแสมากขึ้นจนพอที่จะส่งไปภาคบันทึก และแสดงให้ทำงานได้ เช่น ในการบันทึกไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อหัวใจ แหล่งกำเนิดของไฟฟ้ามีค่าเพียง 1-2 มิลลิโวลต์ ซึ่งไม่เพียงพอที่จะทำให้ภาคบันทึก และแสดงทำงานได้ คือไม่พอที่จะใช้ขับกัลวานอมิเตอร์ให้เข็มเคลื่อนที่ไปบนกระดาษได้จึงจำเป็นต้องส่งให้ภาคขยาย และปรับปรุงซึ่งทำงานเป็นแอมปลิไฟเออร์ ขยายไฟฟ้าให้มากพอจนเป็นหลายๆ โวลต์ ก่อนที่จะส่งไปยังภาคบันทึก และแสดงผล

2.6.3 ภาคบันทึก และแสดงผล

เมื่อสิ่งที่ต้องการตรวจวัดได้ถูกปรับปรุง และขยายให้เป็นไฟฟ้ามากพอตามความต้องการแล้ว จะถูกป้อนเข้ามายังภาคสุดท้ายเพื่อการแสดงผล หรือการบันทึก เช่น บันทึกโดยการเขียนลงบนกระดาษหรืออาจแสดงโดยทางจอภาพออสซิลโลสโคป และอาจมีวิธีบันทึกอย่างอื่นอีกหลายอย่าง เช่น ทางเทปบันทึก และการถ่ายรูป เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ หมายถึง การให้สารน้ำที่ปลอดเชื้อจำนวนมากเข้าทางหลอดเลือดดำโดยการใช้แรงโน้มถ่วงตามธรรมชาติ

น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการมีชีวิตของมนุษย์ ปกติร่างกายได้รับน้ำไปหล่อเลี้ยงส่วนต่างๆ โดยการดื่มกินทางปาก หากร่างกายขาดน้ำจะเกิดภาวะเสียสมดุลของขบวนการเคมีการทำงานของร่างกายจะผิดปกติไป เกิดอาการที่เป็นอันตรายต่อชีวิตได้ ปัจจุบันการให้น้ำแก่ผู้ป่วยมีหลายทาง ได้แก่ ทางปาก ทางสายให้อาหารและทางหลอดเลือดดำ มีผู้ป่วยจำนวนมากได้รับการบำบัดรักษาโดยการให้น้ำ และเกลือแร่ ยา เลือด ส่วนแยกของเลือด ผ่านเข้าทางหลอดเลือดดำ ผู้พยาบาลจึงควรมีความรู้ในการดูแลผู้ป่วยให้ได้รับสารน้ำต่างๆ อย่างถูกต้อง และครบถ้วนทั้งได้รับความสุขสบายในขณะได้รับสารน้ำนั้นด้วย

2.7.1 วัตถุประสงค์การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

1) เพื่อทดแทนปริมาณของน้ำ และเกลือแร่ ที่สูญเสียไปจากร่างกายโดยรวดเร็วในรายที่ผู้ป่วยมีภาวะช็อค 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) เพื่อให้ยาทางเส้นเลือดโดยฉีดเข้าทางหลอดเลือดดำ แทนการให้ทางปาก เพราะยาบางชนิดไม่สามารถจะซึมเข้าสู่ระบบทางเดินของอาหารหรือบางชนิดที่กินทางปากแล้วถูกทำลายโดยน้ำย่อย

2.7.2 หลักในการพิจารณาให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำแก่ผู้ป่วย มีแนวทางที่ควรพิจารณาดังต่อไปนี้

1) สภาพหรือความต้องการของร่างกายที่จะนำน้ำ และเกลือแร่ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การหายใจ การเสียเหงื่อ การขับถ่ายปัสสาวะ อุจจาระ

2) สภาพการสูญเสียน้ำ และเกลือแร่ก่อนเข้ารับการรักษา เช่น การอาเจียน การเหนื่อยหอบเป็นเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สภาพการสูญเสียน้ำ และเกลือแร่ในขณะรับการรักษา ซึ่งเกิดจากการดำเนินของโรค และการตรวจรักษา เช่น ท้องเดิน ตกเลือด การดูดของเหลวออกจากกระเพาะอาหาร

ผู้พยาบาลสามารถประเมินสภาพดังกล่าวได้โดยการสังเกตอาการ ซักถามประวัติจากผู้ป่วย และญาติ ติดตามผลการตรวจจากห้องปฏิบัติการ และรวบรวมข้อมูลจากแผ่นบันทึกการตวงน้ำที่เข้า และออกจากร่างกาย เพื่อนำมาวางแผนให้การรักษาพยาบาลที่เหมาะสมต่อไป

2.7.3 การประเมินความต้องการในการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ

1) ประเมินถึงความต้องการในการรักษา ด้วยการให้น้ำหรือสารละลายอื่นเข้าทางร่างกาย (Fluid Therapy) โดยจะต้องรู้ปัญหาหลัก และปัญหารองเกี่ยวกับโรค และสภาวะของผู้ป่วยจากการพยากรณ์โรคของแพทย์ และการที่พยาบาลได้ประเมินปัญหา และความต้องการของผู้ป่วย

1.1) ดูว่าสภาวะของผู้ป่วย ว่าจะได้รับผลดีหรือผลเสียเกี่ยวกับความสมดุลของน้ำในสาย (Fluid Balance) เพียงใด

1.2) ยาหรือส่วนประกอบที่เพิ่มเข้าไปในสารน้ำ ที่จะให้จะเกิดผลต่อการรักษาเพียงใด

1.3) สัดส่วนของน้ำในร่างกายที่ได้รับ กับที่ถูกขับออกมาเป็นอย่างไร

1.4) ผู้ป่วยจำเป็นต้องจำกัดอาหารหรือไม่

1.5) ผู้ป่วยดื่มน้ำทางปากได้เพียงพอหรือไม่

1.6) การวางแผนในการรักษาเป็นอย่างไร

2) ประเมินสภาวะของความไม่สมดุลของน้ำในร่างกายของผู้ป่วย (Fluid imbalance) โดย

2.1) สำรวจอุณหภูมิของร่างกาย ถ้ามีไข้ อาจเนื่องจากมีการสูญเสียน้ำในร่างกายออกไปทางเหงื่อ

2.2) การกระหายน้ำถ้ามี 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 ใช้ Set ใหม่

3.4) ดูวิธีแนะนำการใช้ที่อยู่บน Set ให้ละเอียดถูกต้อง และใช้วิธีปราศจากเชื้อทุกขั้นตอน และคำนวณการนับหยดให้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 ชนิดของสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ

สารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ สารละลายไอโซนิค (Isotonic Solution) สารละลายไฮเปอร์โทนิค (Hypertonic Solution) และสารละลายไฮโปโทนิค (Hypotonic Solution) แพทย์จะเป็นผู้กำหนดชนิด และปริมาณของสารน้ำที่ให้แก่ผู้ป่วยแต่ละราย เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับประโยชน์อย่างเต็มที่ ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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 ออกใช้ในรายที่ผู้ป่วยโลหิตจาง 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 จึงควรเตรียมตัวผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกครั้งก่อนให้สารน้ำ โดยการแนะนำผู้ป่วยและญาติเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย วิธีการ ระยะเวลาที่ให้สารน้ำ การเคลื่อนไหวร่างกาย และอาการผิดปกติที่ควรแจ้ง พยาบาลควรปฏิบัติต่อผู้ป่วยด้วยความนุ่มนวล ยิ้มแย้มแจ่มใส สามารถสนทนาตอบข้อซักถามให้กำลังใจ และความมั่นใจแก่ผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสม จึงจะทำให้ผู้ป่วยยอมรับ และร่วมมือในการให้สารน้ำด้วยดี

2) การเตรียมการให้สารน้ำ

2.1) การเตรียมเครื่องใช้ในการให้สารน้ำ

การจัดเตรียมเครื่องใช้ในการให้สารน้ำ มีความสำคัญต่อความปลอดภัย และการบำบัดรักษาให้ได้ผลดี กล่าวคือ ผู้ป่วยจะได้รับสารน้ำที่ไร้เชื้อ ถูกต้องตามชนิด และปริมาณที่กำหนดไว้ โดยการตรวจสอบเครื่องใช้ให้ถูกต้องอยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้ได้ตลอดเวลา 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 2.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

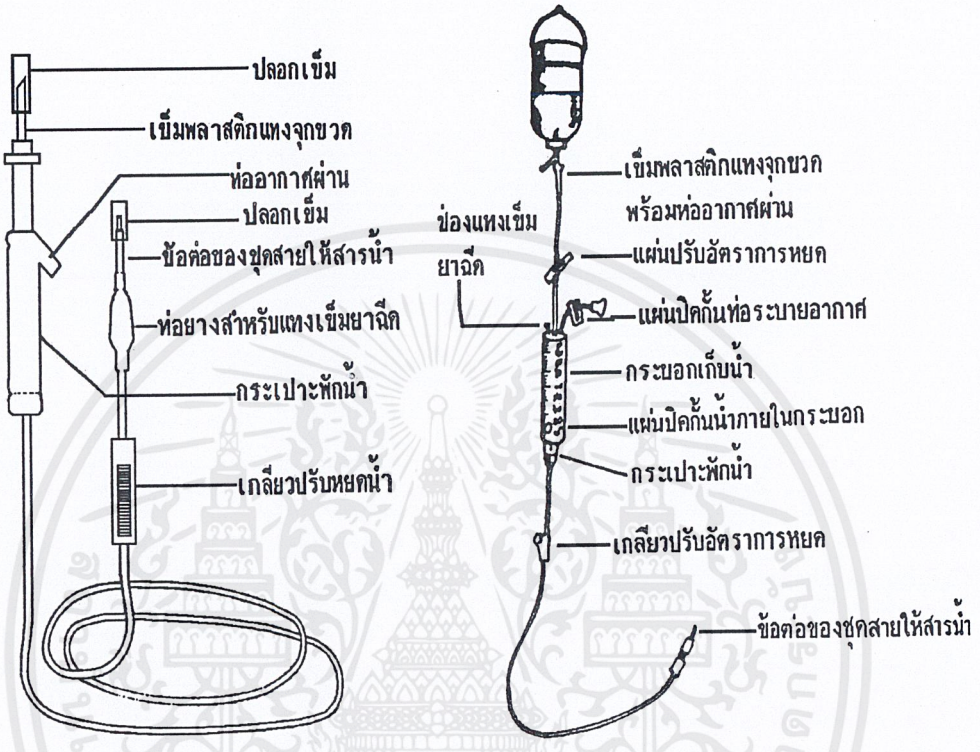
รูปที่ 2.29 ป้ายปิดขวดสารน้ำ และรายละเอียดที่ต้องระบุ

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 2.30

ส่วนชุดสายให้สารน้ำที่สามารถควบคุมอัตราการหยดได้แน่นอนกว่าเรียกว่า ชนิดโวลูโทรล (Volutrol Set) ดังแสดงในรูปที่ 2.30 (ก) มีอัตราการหยด 60 หยด/มิลลิลิตร ใช้สำหรับให้สารน้ำแก่เด็กหรือเพื่อให้ยาเข้าหลอดเลือดดำอย่างช้าๆ เนื่องจากช่วงระหว่างสายให้สารน้ำมีกระบอกเก็บน้ำขนาด 100 มิลลิลิตร ฝากระบอกส่วนบนมีท่อสำหรับแทงเข็มฉีดยา และมีสายให้อากาศผ่านส่วนล่างมีแผ่นยางปิดเปิดให้สารน้ำผ่านท่อโลหะเล็กๆ ลงไปพักในกระเปาะพักน้ำ ขณะให้สารน้ำจึงต้องหมั่นสังเกตกระบอกเก็บน้ำมิให้ว่างเปล่าจนอากาศผ่านเข้าไปในสายให้สารน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดอาการแทรกซ้อนกับผู้ป่วยได้ นอกจากนี้ ในกรณีที่สารน้ำหมดกระบอกจะต้องปล่อยสารน้ำจากขวดลงไปในกระบอกเก็บน้ำให้เต็มใหม่ อาจมีแรงดันทำให้แผ่นยางที่ปิดกั้นน้ำภายในกระบอก ปิดช่องทางที่สารน้ำจะไหลลงในกระเปาะพักน้ำ และสายให้สารน้ำช่วงล่าง ถ้าพบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุการณ์เช่นนี้ ให้บีบกระเปาะพักน้ำด้านล่างของกระบอกเก็บน้ำ แรงบีบจะดันแผ่นยางให้เปิดออก และสารน้ำจะไหลผ่านลงสู่กระเปาะพักน้ำได้ตามปกติ



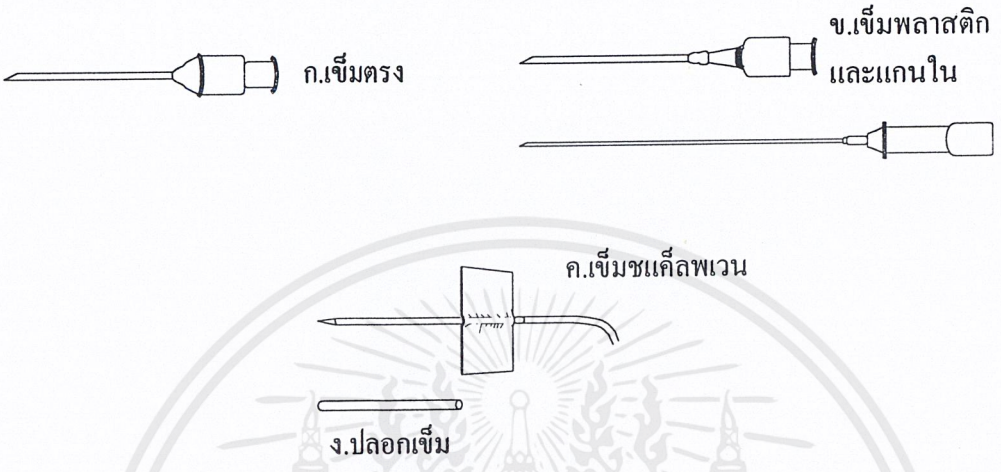
(ก) ชนิดที่มีท่ออากาศผ่าน (ข) ชนิดโวลูโทรล

รูปที่ 2.30 ลักษณะชุดสายให้สารน้ำ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3) เข็ม เข็มที่ใช้แทงเข้าหลอดเลือดดำ มีหลายชนิด และหลายขนาด สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดของหลอดเลือดดำ ชนิดของสารน้ำ อายุของผู้ป่วย และอัตราความเร็วหรือระยะเวลาที่ให้สารน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 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 ปัจจุบันจึงนิยมใช้เข็มซแค็ลพเวน (Scalp Vein) แทน

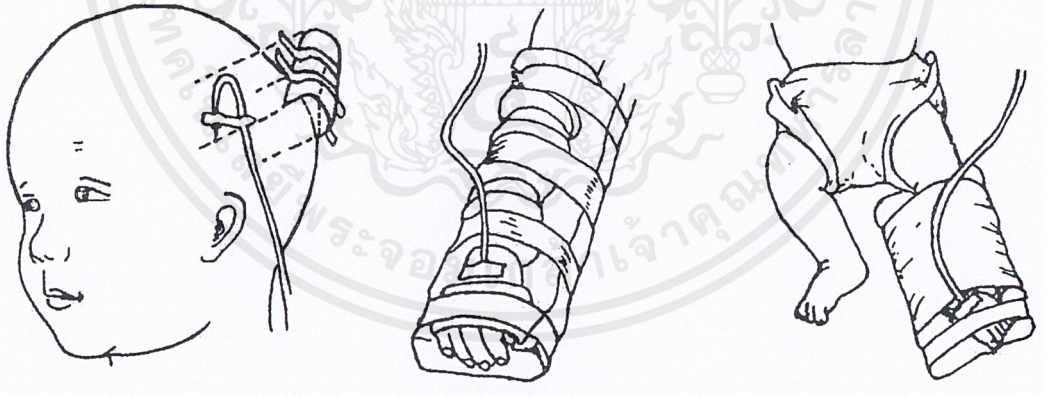
เข็มซแค็ลพเวน มีความยาวเพียง ¾ -1 นิ้ว มีเบอร์ 18-25 เช่นเดียวกับเข็มตรงบริเวณหัวเข็มเป็นปีกพลาสติก จึงสามารถพับปีกจับเข็มแทงได้สะดวก เมื่อวางปีกลงจะแบนราบติดกับผิวหนัง ทำให้ยึดเข็มอยู่กับที่ได้ดีกว่าเข็มตรง นอกจากนี้เข็มมีความไม่มาก สามารถแทงเข้าหลอดเลือดดำได้ง่าย และไม่ค่อยแทงทะลุหลอดเลือด เพราะปลายตัดสั้นกว่าเข็มตรงเหมาะในการให้สารน้ำในระยะเวลาสั้นๆ และให้สารน้ำบริเวณศีรษะเด็กเล็ก

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.1.4) ไม้รองแขน การป้องกันเข็มแทงทะลุออกนอกหลอดเลือดดำ อาจกระทำได้โดยการใช้ไม้รองแขน 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 2.32 ลักษณะฝาครอบพลาสติก การผูกยึดด้วยไม้รองแขน และหมอนทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5) เสาแขวนขวดสารน้ำ ใช้ในการแขวนขวดสารน้ำ เพื่อให้เกิดแรงโน้มถ่วงทำให้สารน้ำไหลลงมาตามสายให้สารน้ำ ถ้าแขวนขวดสารน้ำสูง สารน้ำจะหยดเร็วกว่าการแขวนขวดสารน้ำต่ำ นอกจากนี้เสาแขวนขวดสารน้ำบางชนิดยังใช้เป็นเครื่องพยุงตัวผู้ป่วยให้เดินได้ด้วยตนเอง เพราะฐานเสามีล้อเลื่อน สามารถเคลื่อนย้ายไปได้อย่างสะดวก ควรเช็ดทำความสะอาดไว้เสมอเพื่อป้องกันการหมักหมมของสิ่งสกปรก

2.1.6) เครื่องใช้อื่นๆ

1) อับสำลีแห้ง ผ้าก๊อส ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว บางแห่งใช้พลาสเตอร์ปิดแผลแทนผ้าก๊อส

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

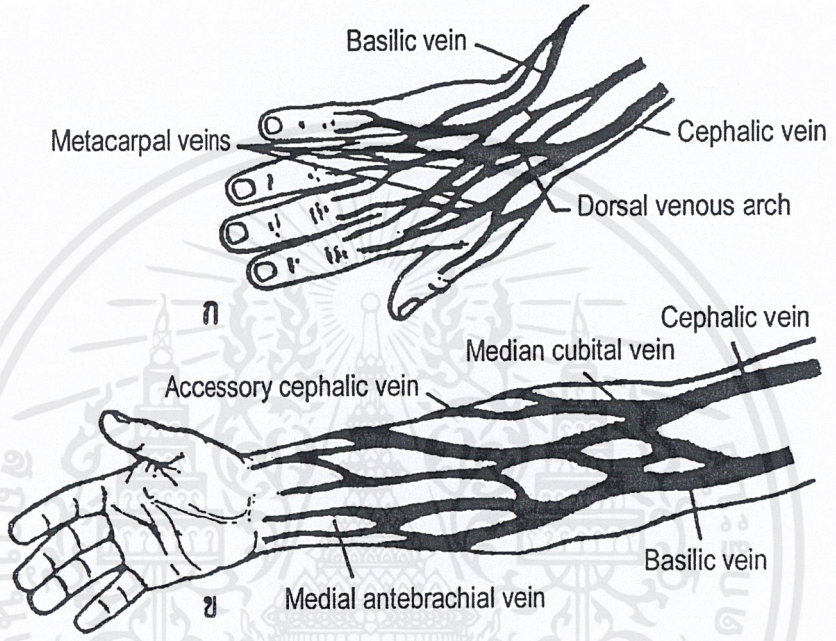
การเลือกหลอดเลือดดำเพื่อแทงเข็มให้สารน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องพิจารณาจากองค์ประกอบ 4 ประการ ดังนี้

2.2.1) ความชัดเจนของหลอดเลือดดำ หลอดเลือดดำที่อยู่ตื้นจะมองเห็นได้ชัด และแทงเข็มได้ง่าย ได้แก่ หลอดเลือดดำบริเวณแขน หลังมือ ขา และศีรษะของเด็กทารก ดังแสดงในรูปที่ 2.33

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



รูปที่ 2.33 ตำแหน่งหลอดเลือดดำสำหรับแทงเข็มให้สารน้ำ
(ก) บริเวณข้อมือ และหลังมือ
(ข) บริเวณข้อพับ และหน้าแขน

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

การเลือกหลอดเลือดดำบริเวณแขน หลังมือ และขา ควรเลือกหลอดเลือดที่มีลักษณะค่อนข้างตรง ในตำแหน่งที่ไม่ผ่านข้อมือหรือข้อพับ เพื่อป้องกันเข็มแทงทะลุหลอดเลือดในขณะที่ผู้ป่วยเคลื่อนไหว

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.2.3) ชนิดของสารน้ำ สารน้ำบางชนิดก่อความระคายเคืองแก่หลอดเลือด เช่น สารละลายไฮเปอร์โทนิค สารน้ำที่มียาผสม สารน้ำที่มีความหนืดสูง สารน้ำดังกล่าวควรให้ผ่านทางหลอดเลือดดำขนาดใหญ่ เพราะจะช่วยเจือจางตัวยาได้มาก และอัตราการไหลผ่านเร็วขึ้น

2.2.4) ปริมาณ และระยะเวลาที่ให้สารน้ำ การให้สารน้ำจำนวนมากหรือให้ช้าๆ จะใช้เวลานาน โอกาสที่เข็มจะแทงทะลุหลอดเลือดจึงมีมากขึ้น ดังนั้นผู้ป่วยที่คาดว่าจะต้องได้รับสารน้ำเป็นเวลานาน หรือให้ยาทางหลอดเลือดดำบ่อยครั้ง จึงควรเริ่มแทงเข็มที่หลอดเลือดดำบริเวณปลายมือก่อน เพื่อสำรองหลอดเลือดขนาดใหญ่กว่า ไว้ใช้ภายหลังเมื่อจำเป็นหรือในเวลาฉุกเฉินได้ 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

2.3.2) คำนวณอัตราการหยด/นาที ใช้สูตร

$$\frac{\textit{จำนวนสารน้ำที่ให้} \times \textit{จำนวนหยด/มิลลิลิตร}}{\textit{เวลาที่ให้ (นาที) ทั้งหมด}} = \textit{อัตราการหยด/นาที} \qquad \textbf{(2.6)}$$

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

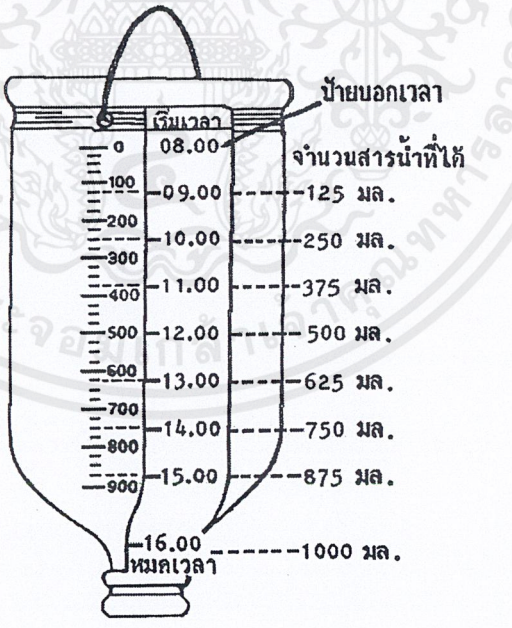
2.3.3) การคำนวณจำนวนสารน้ำที่ผู้ป่วยต้องได้รับใน 1 ชั่วโมง ใช้สูตร

$$\frac{\text{จำนวนสารน้ำที่ให้}}{\text{เวลาที่ให้ (ชั่วโมง) ทั้งหมด}} = \text{จำนวนสารน้ำที่ผู้ป่วยต้องได้รับใน 1 ชั่วโมง} \qquad \textbf{(2.7)}$$

จากตัวอย่างที่ผ่านมาจำนวนสารน้ำที่ผู้ป่วยต้องได้รับใน 1 ชั่วโมง

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

เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบ และปรับอัตราการหยดของสารน้ำให้ได้ตามกำหนด ควรติดป้ายเปรียบเทียบระดับสารน้ำกับเวลาที่คำนวณได้ตลอด 8 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 ป้ายบอกเวลาที่ให้สารน้ำเทียบกับระดับสารน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 และมีโอกาสที่จะใช้จำนวนน้ำที่ได้เร็วกว่า ผู้ที่ร่างกายเล็กกว่า

1.2) สภาพของผู้ป่วย ถ้าผู้ป่วยมีปัญหาเกี่ยวกับหัวใจ และหลอดเลือด (Cardiovascular) หรือเกี่ยวกับไต แพทย์จะเป็นผู้พิจารณาในปริมาณสารน้ำที่จะให้

1.3) อายุของผู้ป่วย ในผู้ป่วยสูงอายุ อัตราหยดของสารน้ำที่จะให้ช้ากว่าธรรมดาเพื่อป้องกันการเพิ่มของความดันในหลอดเลือดดำ Venous Pressure

1.4) ความทนต่อการได้รับยา ยาบางชนิดจะต้องให้ช้าๆ

1.5) ส่วนประกอบของสารน้ำที่เติมลงไป ว่าจะมีผลต่อผู้ป่วยอย่างไรเพียงใด ซึ่งบางชนิดอาจจะต้องให้อัตราหยดแตกต่างกันออกไป

2) เกี่ยวกับอัตราการหยดของสารน้ำขึ้นอยู่กับ

2.1) ความกดดันของสารประกอบแต่ละประเภทที่เติมอยู่ในสารน้ำ

2.2) การขัดสีระหว่างโมเลกุลของน้ำยากับผิวภายในของสายยางที่ให้

2.3) ความกว้าง และความยาวของสายยาง

2.4) ความสูงของภาชนะที่บรรจุ และความสูงที่ใช้แขวนขวดหรือถุงสารน้ำที่ให้

2.5) ขนาดของเข็ม และหลอดเลือด

2.6) ความหนืดของน้ำยา ถ้าน้ำยาเข้มข้นมาก การไหลจะช้ากว่าน้ำยาที่ใส

2.7) หลอดเลือดมีการบุบสลาย อุดตัน หรือเข็มอยู่ไม่ตรงที่

2.8) การแก้ปัญหาอื่นที่เกิดขึ้นอาจถามได้จากแพทย์

2.3.5) อัตราการหยดเพื่อเปิดทางเข้าหลอดเลือดดำ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 สารน้ำจะหยดเร็วกว่าการแขวนขวดในระดับต่ำ และถ้าขวดสารน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับหลอดเลือด แรงดันในหลอดเลือดจะมากกว่า ทำให้เลือดไหลย้อนเข้ามาในเข็ม และปนกับสารน้ำในสายให้สารน้ำ

2) ความหนืดของสารน้ำ ถ้าสารน้ำมีความหนืดสูงอัตราการหยดจะช้า

3) ขนาดของเข็มที่แทงเข้าหลอดเลือดดำ เข็มขนาดใหญ่จะมีทางผ่านกว้าง อัตราการหยดจะเร็วกว่าใช้เข็มขนาดเล็ก

4) เกลียวปรับบังคับหยดที่ลื่นมาก จะบังคับการหยดได้ไม่ดีพอ อัตราการหยดจะเร็ว

5) สายให้สารน้ำ ถ้ามีความยาวมาก มีการหักพับ งอหรือถูกกด จะทำให้สารน้ำผ่านไม่สะดวกอัตราการไหลจะช้าลง และถ้าปลายข้อต่อของสายให้สารน้ำถูกดึงรั้งจนหลวมหลุดจากเข็ม สารน้ำจะไหลเร็วแต่ไม่เข้าหลอดเลือดดำ และจะมีเลือดออกมาจากหัวเข็มด้วย

6) การผูกยึดบริเวณหลอดเลือด แน่นหรือดึงเกินไป จะปิดกั้นทางผ่านของสารน้ำทำให้อัตราการหยดช้าลง

7) การเคลื่อนย้าย และการเคลื่อนไหวร่างกายของผู้ป่วย อาจทำให้เข็มเคลื่อนที่ ปลายตัดเข็มแนบชิดผนังหลอดเลือด หรือแทงทะลุหลอดเลือด สารน้ำไหลไม่สะดวก อัตราการหยดจะช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การแทงเข็มให้สารน้ำเข้าทางหลอดเลือดดำ

มีวิธีการปฏิบัติดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.8 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) ควรให้ผู้ป่วยที่ช่วยเหลือตนเองได้ไปปัสสาวะหรืออุจจาระให้เรียบร้อย จัดให้ผู้ป่วยนอนในท่าที่สบาย	5) เนื่องจากผู้ป่วยต้องนอนบนเตียงขณะได้รับสารน้ำเป็นเวลานาน
6) ล้างมือให้สะอาดอีกครั้ง	6) ป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อโรค
7) วางขวดสารน้ำบนโต๊ะข้างเตียง เปิดฝาผนึก ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล 70 % เช็ดจุกยาง รอให้แห้ง เปิดชุดสายให้สารน้ำ จับเฉพาะส่วนกระเปาะน้ำ หมุนเกลียวปรับหยดน้ำให้แน่น ดึงปลอกเข็มพลาสติกออก แทงผ่านจุกขวดหมุนเล็กน้อยให้แน่นยิ่งขึ้น ระวังอย่าให้ปลายเข็มพลาสติก และปลายข้อต่อสัมผัสกับสิ่งอื่น	7) ป้องกันการปนเปื้อนเชื้อโรคในสารน้ำจากจุกขวด และการต่อชุดสายให้สารน้ำ
8) คว่ำขวด คล้องสายแขวนกับเสาแขวนขวดสารน้ำให้สูงจากผู้ป่วยประมาณ 18-24 นิ้ว	8) การให้สารน้ำไหลเข้าหลอดเลือดดำได้ต้องใช้แรงโน้มถ่วงที่เหมาะสม
9) บีบกระเปาะพักน้ำ ให้สารน้ำไหลเข้าประมาณ 2/3 ส่วน หรือตามรอยขีดที่กำหนดไว้	9) ป้องกันอากาศผ่านเข้าในสายให้สารน้ำ และเหลือช่องว่างส่วนบนไว้ ดูอัตราการหยดของสารน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ) วิธีการใช้เข็มแทงเข้าหลอดเลือดดำ

วิธีปฏิบัติ	เหตุผล
10) ถอดปลอกปลายข้อต่อของชุดให้สารน้ำต่อกับเข็มที่จะแทงเข้าหลอดเลือดดำหรือปลายสายของเข็มชนิดซแค็ลพเวนให้แน่น ระวังอย่าสัมผัสกับปลายข้อต่อ และปลายเข็มถอดปลอกเข็มเก็บไว้ในที่สะอาด	10) เข็มเป็นทางเชื่อมให้สารน้ำผ่าน เข้าหลอดเลือดดำ ต้องป้องกันการปนเปื้อนเชื้อโรคเข้าหลอดเลือดดำ
11) หมุนเกลียวปรับหยดน้ำเปิดให้สารน้ำไหลผ่านสายน้ำ และเข็มลงสู่ชามรูปไต ไล่ฟองอากาศจนหมด หมุนเกลียวปิดให้แน่น สวมปลอกเข็มไว้ตามเดิม แขวนสายให้สารน้ำไว้บนขอแขวน	11) ป้องกันการอุดตันของฟองอากาศในหลอดเลือด
12) เตรียมผิวหนัง และแทงเข็มเข้าหลอดเลือดดำของผู้ป่วยเช่นเดียวกับการฉีดยาเข้าทางหลอดเลือดดำ ข้อ 1-9 ถ้าแทงเข็มบริเวณหลังมือให้กำมือผู้ป่วย และงอข้อมือเล็กน้อย	12) เพื่อให้เข็มอยู่ในหลอดเลือด
13) แทงเข็มเข้าไปในหลอดเลือดประมาณ 1 นิ้ว หรือสุดเข็มซแค็ลพเวน จะเห็นเลือดไหลย้อนเข้ามาที่ปลายสายให้สารน้ำ	13) เนื่องจากแรงดันเลือดปกติจะมากกว่าแรงดันในสายให้สารน้ำ
14) ให้ผู้ป่วยคลายมือ ปลดสายรัดออกเบาๆ	14) การรัดหลอดเลือดดำจะทำให้สารน้ำเข้าสู่หลอดเลือดไม่ได้ 15) ไม่ให้เลือดแข็งตัว
15) หมุนเกลียวเปิดให้สารน้ำไหลผ่านเข้าไปในหลอดเลือดดำช้าๆ	16) ให้เข็มอยู่กับที่ในแนวหลอดเลือด
16) ปิดตำแหน่งที่แทงเข็มด้วยผ้าก๊อส และพลาสเตอร์ (หนุนหัวเข็มด้วยสำลีหรือก๊อสถ้าจำเป็น) ยึดหัวเข็มให้แน่นด้วยการพันพลาสเตอร์ขนาดครึ่งนิ้วไขว้ด้านบน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ) วิธีการใช้เข็มแทงเข้าหลอดเลือดดำ

วิธีปฏิบัติ	เหตุผล
ปิดพลาสเตอร์ริมหัวเข็มอย่าให้ติดกับปลายข้อต่อของสายให้สารน้ำ โค้งสายให้สารน้ำเป็นห่วงโค้งหรือวงกลมปิดทับด้วยพลาสเตอร์	เพื่อถอดเปลี่ยนสายให้สารน้ำชุดใหม่ได้สะดวก ป้องกันการดึงรั้งเข็มหลุดจากหลอดเลือด
17) วางไม้รองแขน และผูกยึดด้วยผ้าพันแผลหรือเทปกระดาษ	17) ป้องกันเข็มแทงทะลุออกนอกหลอดเลือดเมื่อเคลื่อนไหว
18) ปรับอัตราการหยดของสารน้ำตามกำหนด	18) ให้ผู้ป่วยได้รับสารน้ำตามจำนวนที่กำหนด
19) บันทึก ชนิด ปริมาณ เวลาที่ให้ ลงในแผ่นบันทึกจำนวนน้ำเข้า และออกนอกจากร่างกายให้ถูกต้อง และชัดเจน	19) เพื่อประเมินความสมดุลของสารน้ำในร่างกาย
20) นำเครื่องใช้ไปล้างทำความสะอาด และเก็บไว้ที่เดิม	

4) การเปลี่ยนขวดสารน้ำ และชุดสายให้สารน้ำ

เมื่อสารน้ำในขวดเก่าหมด และแพทย์ประสงค์จะให้สารน้ำขวดใหม่ต่อ พยาบาลจะต้องเปลี่ยนขวดสารน้ำ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.9 วิธีการเปลี่ยนขวดสารน้ำ และชุดสายให้สารน้ำ

วิธีปฏิบัติ	เหตุผล
1) เตรียมสารน้ำขวดใหม่ตามใบสั่งการรักษา	1) เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับสารน้ำอย่างถูกต้อง
2) ตรวจสอบ ชื่อ-สกุล ผู้ป่วยหรือดูป้ายข้อมือ	2) ป้องกันการให้สารน้ำผิดตัวผู้ป่วย
3) ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล 70 % เช็ดจุกยางของสารน้ำขวดใหม่ให้สะอาด	3) ป้องกันเชื้อโรคปนเปื้อนผ่านจุกยาง
4) เมื่อสารน้ำขวดเก่า ไหลมาปริ่มบริเวณคอขวด ปิดเกลียวให้แน่น ปลดขวดลงจากขอแขวน	4) ป้องกันฟองอากาศเข้าไปในสายให้สารน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 (ต่อ) วิธีการเปลี่ยนขวดสารน้ำ และชุดสายให้สารน้ำ

วิธีปฏิบัติ	เหตุผล
5) ดึงเข็มออกจากจุกยางขวดเดิม นำไปแทงผ่านเข้าจุกยางขวดใหม่	5) เพื่อต่อสายให้สารน้ำเข้ากับขวดสารน้ำขวดใหม่
6) แขวนขวดสารน้ำขวดใหม่ เปิดเกลียว และปรับอัตราการหยดให้ถูกต้อง	6) เพื่อให้สารน้ำไหลในอัตราการหยดที่กำหนด
7) ลงบันทึกในแผ่นบันทึกจำนวนน้ำเข้า และออกจากร่างกาย	7) เพื่อเป็นข้อมูลพิจารณาความสมดุลของสารน้ำในร่างกาย

4.1) การเปลี่ยนชุดสายให้สารน้ำ

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

5) การหยุดให้สารน้ำ

เมื่อให้สารน้ำครบ หรือเมื่อพบอาการแทรกซ้อน ต้องหยุดให้สารน้ำทันที ซึ่งมีขั้นตอนปฏิบัติดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.10 วิธีการหยุดให้สารน้ำ

วิธีปฏิบัติ	เหตุผล
1) ล้างมือให้สะอาด	1) ป้องกันเชื้อโรคปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายผู้ป่วย
2) แจ้งให้ผู้ป่วยทราบ	2) เพื่อให้ผู้ป่วยร่วมมือ
3) หมุนเกลียวปิดให้แน่น	3) ป้องกันสารน้ำไหลออกจากชุดสายให้สารน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 (ต่อ) วิธีการหยุดให้สารน้ำ

วิธีปฏิบัติ	เหตุผล
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 การสังเกตอย่างใกล้ชิด และสม่ำเสมอของพยาบาล จะทำให้ผู้ป่วยได้รับการช่วยเหลือได้ทันท่วงที มีความปลอดภัย และไม่ต้องทนทุกข์กับความไม่สุขสบายต่างๆ อาการแทรกซ้อนที่อาจพบ ได้แก่

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

การแก้ไข : ให้เปลี่ยนตำแหน่งแทงเข็มใหม่ ถ้าเป็นสารน้ำที่ไม่มีตัวยาที่ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อให้ประคบด้วยความร้อนเพื่อให้สารน้ำซึมเข้าสู่ร่างกาย และยุบบวม ถ้ามียาระคายเคืองซึมใต้เนื้อเยื่อให้รายงานแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

การแก้ไข : ให้เปลี่ยนตำแหน่งแทงเข็มใหม่ และประคบด้วยความเย็นสลับกับความร้อน เพื่อลดความเจ็บปวด และการอักเสบ

3) ฟองอากาศเข้าไปอยู่ในหลอดเลือด (Air Embolism) เกิดจากการไล่ฟองอากาศออกจากสายให้สารน้ำไม่หมด หรือการปล่อยให้สารน้ำหมดขวดจนมีอากาศผ่านเข้าไปในสายให้สารน้ำ หรือการต่อปลายข้อต่อของสายให้สารน้ำกับหัวเข็มที่มีช่องว่างให้ฟองอากาศเข้าแทรกอยู่ได้ อันตรายจากฟองอากาศจะมีมาก ถ้าลอยไปอุดกั้นการไหลเวียนของเลือดที่ไปเลี้ยงอวัยวะสำคัญๆ เช่น สมอง หัวใจ ไต อาการที่พบมักเกิดจากหลอดเลือดแฟบแบนทันที คืออาการเขียวคล้ำจากการขาดออกซิเจน 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 ผู้ป่วยจะมีอาการไข้สูงทันที หนาวสั่นมาก หลังจากได้รับสารน้ำประมาณ 30 นาที ร่วมกับอาการปวดท้อง ปวดศีรษะ คลื่นไส้อาเจียน หากปฏิกิริยารุนแรงมาก ความดันเลือดต่ำ อาการขาดออกซิเจนจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเขียวคล้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนเชื้อที่ได้รับ อัตราการหยดของสารน้ำ และความไวของร่างกาย ผู้ที่มีโรคตับหรืออาการไข้อยู่แล้วจะเกิดอาการได้ง่าย

การแก้ไข : หยุดให้สารน้ำทันที รายงานแพทย์ ตรวจสอบสัญญาณชีวิต เตรียมนำสารน้ำส่งตรวจ

2.7.8 การพยาบาลผู้ป่วยที่ได้รับสารน้ำเข้าหลอดเลือดดำ

1) ดูแลด้านความปลอดภัย ป้องกันการติดเชื้อ และได้รับสารน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1) เตรียมสารน้ำให้ถูกต้องตามใบคำสั่งการรักษา

1.2) ตรวจสอบ ชื่อ-สกุล ผู้ป่วยก่อนให้สารน้ำ

1.3) เตรียม และให้สารน้ำแก่ผู้ป่วยด้วยเทคนิคการกีดกั้นเชื้อ

1.4) ไล่อากาศออกจากชุดสายให้สารน้ำให้หมด

1.5) ตรวจสอบอัตราการหยดของสารน้ำให้ได้ตามกำหนด

1.6) สังเกตอาการแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น

1.7) เปลี่ยนขวดสารน้ำก่อนสารน้ำหมดขวด และเปลี่ยนชุดสายให้สารน้ำทุก 1-3 วัน

1.8) บันทึกจำนวนสารน้ำที่เข้า และออกจากร่างกายให้ถูกต้องชัดเจน

2) การดูแลด้านความสุขสบายของผู้ป่วย

2.1) เช็ดตัวให้ผู้ป่วย เพื่อให้สุขสบาย และสะอาด เมื่อเช็ดใกล้บริเวณที่แทงเข็มให้เช็ดอย่างแผ่วเบา ไม่ให้น้ำหยดไปถูกตำแหน่งที่แทงเข็ม ระมัดระวังมิให้เข็มหลุดจากปลายข้อต่อของสายให้สารน้ำ ไม่ทำพลาสเตอร์หลุด ให้ขยับมือ และแขนของผู้ป่วยไปด้วยกันเพื่อป้องกันเข็มแทงทะลุออกนอกหลอดเลือดดำ

2.2) ขณะถอดเปลี่ยนเสื้อผ้าให้ผู้ป่วย ให้ทำอย่างระมัดระวัง การถอดเสื้อให้ถอดแขนเสื้อข้างที่ไม่ได้แทงเข็มให้สารน้ำก่อน จากนั้นปลดขวดสารน้ำจากขอแขวนถือไว้มือหนึ่ง อีกมือหนึ่งดึงแขนเสื้อของผู้ป่วยไว้พร้อมกันนั้นก็ลอดขวดสารน้ำผ่านแขนเสื้อ อย่าให้แขนเสื้อดึงรั้งสายให้สารน้ำ สำหรับการสวมเสื้อตัวใหม่ ให้นำขวดสารน้ำลอดผ่านแขนเสื้อข้างที่ให้สารน้ำไปก่อนแล้วจึงใส่แขนเสื้ออีกข้างหนึ่งตามปกติ

2.3) การรับประทานอาหาร ถ้าผู้ป่วยช่วยเหลือตนเองได้ดี จะใช้มือ และแขนข้างที่ไม่ได้รับสารน้ำตักรับประทานอาหารได้เอง อาจให้ผู้ป่วยนั่งบนเตียง และวางถาดอาหารไว้บนโต๊ะคร่อมเตียง เตรียมน้ำดื่ม กระดาษเช็ดปากไว้ให้พร้อมใกล้มือผู้ป่วย ถ้าเป็นอาหารชนิดที่ต้องตัดแบ่ง ให้ช่วยตัดแบ่งไว้เพื่อความสะดวกในการตักรับประทาน

2.4) การเคลื่อนย้ายผู้ป่วย ผู้ป่วยที่ช่วยเหลือตนเองได้อาจต้องการเดินไปห้องน้ำควรให้ผู้ป่วยใช้แขนข้างที่ไม่ได้ให้สารน้ำจับเสาแขวนขวดสารน้ำเพื่อพยุงตัวไว้ และ/หรือพยาบาลช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พยุง ข้างใด ข้างหนึ่งให้ผู้ป่วยเดินได้สะดวก ควรให้ใส่รองเท้าชนิดที่ไม่ลื่น ซักถาม และสังเกตดูว่าผู้ป่วยมีอาการมึนศีรษะ เดินเซหรือไม่ ถ้ามีอาการดังกล่าวไม่ควรให้เดินเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการหกล้ม สำหรับการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังหน่วยงานอื่นๆ ในการตรวจรักษา ให้กำชับพนักงานระมัดระวังการเคลื่อนย้าย และรักษาอัตราการหยดไว้เหมือนเดิมด้วย

3) ประเมินผลการให้สารน้ำ โดยการรายงาน และบันทึกสัญญาณชีวิต อาการ การรักษาพยาบาลที่ผู้ป่วยได้รับอย่างละเอียดถูกต้อง

2.8 การพยาบาลผู้ป่วยที่อยู่ในภาวะความไม่สมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์

เซลล์ต่างๆ ภายในอวัยวะของมนุษย์อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ ดังนั้นน้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะขาดเสียไม่ได้ในการดำรงชีวิต ทั้งนี้เนื่องจากน้ำช่วยลำเลียงอาหารไปสู่เซลล์และลำเลียงของเสียจากเซลล์สู่ภายนอก น้ำเป็นสื่อกลางของปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย ร่างกายมนุษย์มีน้ำประกอบอยู่เป็นจำนวนมาก และแตกต่างกันตามวัย เพศ และน้ำหนักตัว ร่างกายทารกมีน้ำประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 70-80 ของน้ำหนักตัว ปริมาณน้ำนี้จะค่อยๆ ลดลงเมื่อเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ และวัยชราตามลำดับ ร่างกายผู้ใหญ่มีน้ำประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 50-70 ของน้ำหนักตัว ร่างกายของผู้ที่มีไขมันมากจะมีปริมาณน้ำน้อย ทั้งนี้เนื่องจากในไขมันมีน้ำประกอบอยู่น้อย ดังนั้นร่างกายผู้หญิงจึงมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่น้อยกว่าชาย

อีเล็คโทรลัยต์ เป็นสารเคมีที่จำเป็นในการดำรงชีพ เช่นเดียวกับน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากอีเล็คโทรลัยต์ช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ ช่วยควบคุมการลำเลียงสารผ่านเยื่อกั้นของเซลล์ควบคุมภาวะสมดุลของ กรด-ด่าง ในร่างกาย และช่วยในการขนถ่ายพลังงานเคมีในร่างกาย สารอีเล็คโทรลัยต์เมื่อแตกตัวจะให้ประจุเหนี่ยวนำเป็นประจุบวก (Cation) และประจุลบ (Anion)

2.8.1 การกระจายของอีเล็คโทรลัยต์ในร่างกาย

น้ำ และอีเล็คโทรลัยต์รวมอยู่ในส่วนที่เป็นของเหลวภายในร่างกาย แทรกอยู่ภายใน และภายนอกเซลล์ กระแสเลือด กระแสน้ำเหลือง เมื่ออาหาร และน้ำผ่านจากปากเข้าสู่กระเพาะอาหารและถูกย่อยด้วยน้ำย่อยอาหาร ซึ่งน้ำย่อยอาหารนี้ประกอบด้วยกรดเกลือ โซเดียมคลอไรด์ โปแตสเซี่ยม หลังจากนั้นอาหารที่ได้รับการย่อยในขั้นต้นแล้วนี้จะเคลื่อนลงสู่ลำไส้เล็ก ภายในลำไส้เล็กจะมีน้ำย่อยจากถุงน้ำดี และตับอ่อน ซึ่งประกอบด้วย คาร์บอนไดออกไซด์ โซเดียมคลอไรด์ โปแตสเซี่ยม จะย่อยอาหารไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต สารอาหารต่างๆ หลังจากย่อยแล้วจะอยู่ในสภาพของเหลว และถูกดูดซึมเข้าสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยการซึมผ่านเยื่อกั้นที่เรียกว่าเยื่อซึมซ่านผ่านได้บ้าง (Semipermeable Membrane) เยื่อกั้นนี้จะควบคุมการซึมผ่านของของเหลวหรือสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผ่านเข้า และออกจากเซลล์ในปริมาณที่เพียงพอแก่ความต้องการของร่างกาย และเยื่อกั้นนี้ยังทำหน้าที่แบ่งของเหลวในร่างกายออกเป็นสองส่วน คือ

1) ของเหลวภายในเซลล์ (Intracellular Fluid) มีปริมาณร้อยละ 40-50 ของน้ำหนักตัว เป็นแหล่งที่เกิดของขบวนการเผาผลาญสารอาหาร ของเหลวในเซลล์มีสารอีเล็คโทรลัยต์ประกอบอยู่ดังนี้

Na^+	10 mEq/L	Cl^-	2 mEq/L
K^+	160 mEq/L	HCO^-_3	8 mEq/L
Ca^{++}	2 mEq/L	HPO^-_4	120 mEq/L
Mg^{++}	35 mEq/L	Protein	55 mEq/L

2) ของเหลวภายนอกเซลล์ (Extracelluiar Fluid) มีประมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักตัว ทำหน้าที่รักษาสภาวะแวดล้อมภายนอกเซลล์ให้คงที่ ของเหลวนอกเซลล์นี้ยังแบ่งออกได้เป็นสองส่วน คือ

2.1) ของเหลวในระหว่างเซลล์ (Interstitial Fluid) มีประมาณร้อยละ 15 ของน้ำหนักตัว ของเหลวในส่วนนี้รวมทั้งของเหลวในลูกตา ไขสันหลัง ช่องอก ช่องท้อง และน้ำย่อยอาหาร เป็นทางผ่านของน้ำ และสารน้ำต่างๆ จากส่วนที่อยู่ภายนอกเซลล์มาสู่ภายในเซลล์ และจากภายในเซลล์มาสู่พลาสม่าที่อยู่ภายนอกเซลล์ ถ้าน้ำในส่วนนี้มีมากกว่า 1-2 เท่าของปกติจะปรากฏอาการบวมให้เห็น

2.2) ของเหลวภายในหลอดเลือด และหลอดน้ำเหลือง (Intravascular Fluid) มีประมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนักตัว และมีสารอีเล็คโทรลัยต์ประกอบอยู่ดังนี้

Na^+	142 mEq/L	Cl^-	130 mEq/L
K^+	4 mEq/L	HCO^-_3	27 mEq/L
Ca^{++}	5 mEq/L	HPO^-_4	2 mEq/L
Mg^{++}	3 mEq/L	Protein	16 mEq/L

2.8.2 การนำน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์เข้า และออกจากร่างกาย

โดยธรรมชาติความต้องการน้ำจะแตกต่างกันตามวัย เพศ น้ำหนักตัวหรือสภาพพื้นผิวของร่างกาย และการเผาผลาญอาหาร ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น โดยปกติทารกต้องการน้ำประมาณ 100 เท่าของน้ำหนักตัว ผู้ใหญ่ต้องการน้ำประมาณ 40 เท่าของน้ำหนักตัว ทารก และเด็กมีความต้องการ และการขับถ่ายน้ำมากกว่าผู้ใหญ่ความแตกต่างนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราการเผาผลาญอาหารที่มากขึ้น ร่วมกับการทำงานของไต ไตของทารกยังทำงานได้ไม่เต็มที่ดังนั้นจึงมีประสิทธิภาพน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าของผู้ใหญ่ เมื่อทารกอยู่ในภาวะที่น้ำและอีเล็คโทรลัยต์ขาดสมดุลจะเกิดภาวะวิกฤติได้เร็ว และมากกว่าผู้ใหญ่

น้ำ และอีเล็คโทรลัยต์เข้าสู่ร่างกายโดย (ค่าโดยประมาณ)

1) น้ำดื่ม 1,000-1,500 มิลลิลิตร/วัน

2) รับประทานเข้าไปในรูปอาหารต่างๆ 900-1,000 มิลลิลิตร/วัน

3) น้ำที่เกิดจากผลผลิตของการสันดาปภายในร่างกายประมาณ 200-400 มิลลิลิตร/วัน น้ำและอีเล็คโทรลัยต์ออกจากร่างกายโดย (ค่าโดยประมาณ)

3.1) ทางไตเป็นปัสสาวะ 1,000-1,500 มิลลิลิตร/วัน

3.2) ทางผิวหนังเป็นเหงื่อ 600-700 มิลลิลิตร/วัน

3.3) ทางปอดโดยการหายใจออก 250-500 มิลลิลิตร/วัน

3.4) ทางลำไส้โดยปนมากับอุจจาระ 100-200 มิลลิลิตร/วัน

จำนวนน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ที่เสียออกไปจากร่างกายนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ที่เข้าสู่ร่างกายในแต่ละวัน

2.8.3 กลไกการควบคุมสมดุลสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ในร่างกาย

1) ไต เป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดในการรักษาระดับความสมดุลสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์เมื่อร่างกายได้รับไม่เพียงพอหรือสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย จำนวนปัสสาวะจะออกน้อยลง ในทางกลับกันถ้าร่างกายได้รับน้ำมากจำนวนปัสสาวะจะออกมากขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการทำงานของไตในส่วนหลอดฝอยของไต

ไตช่วยควบคุมระดับสมดุลของโซเดียม และโปแตสเซี่ยม โดยมีการดูดกลับที่บริเวณหลอดฝอยภายในไต ในกรณีที่ร่างกายต้องการโซเดียม และโปแตสเซี่ยมจะมีการดูดกลับแต่ถ้ามีเกินจะขับออกทางปัสสาวะ ถ้าร่างกายขาดโซเดียมอย่างเฉียบพลันไตจะเก็บโซเดียมไว้ โดยไม่ขับออกทางปัสสาวะ ส่วนโปแตสเซี่ยมนั้นจะขับออกทางปัสสาวะจำนวนเล็กน้อย และไตจะคอยควบคุมระดับของโปแตสเซี่ยมไม่ให้สะสมอยู่ในร่างกายขึ้นซึ่งอาจเกิดอันตรายแก่ร่างกายได้

ปริมาณน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ของร่างกายถูกควบคุมโดยฮอร์โมน 2 ชนิด คือ

1.1) แอนติไดยูรีติค ฮอร์โมน (Antidiuretic Hormone) ผลิตในส่วนของฮัยโปทาลามัสส่วนหน้า และถูกเก็บในต่อมปิตูอิตารีย์ (Pituitary Gland) ทำหน้าที่ควบคุมการดูดกลับน้ำ เมื่อร่างกายได้รับไม่เพียงพอหรือขาดน้ำจากภาวะใดก็ตาม แอนติไดยูรีติคฮอร์โมนจะถูกกระตุ้นให้หลั่งออกมา เป็นผลทำให้หลอดฝอยภายในไตดูดน้ำกลับจึงมีปัสสาวะออกน้อยลง

1.2) อัลโดสเตอโรน (Aldosterone) เป็นสเตียรอยด์ฮอร์โมนที่สร้างขึ้นในส่วนเปลือกต่อมหมวกไต (Adrenal Cortex) ควบคุมระดับของโซเดียม และโปแตสเซี่ยมในร่างกายโดยช่วยให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไตเก็บโซเดียม และขับโปแตสเซี่ยม ถ้าร่างกายได้รับโซเดียมน้อยเกินไปหรือได้รับโปแตสเซี่ยมมากเกินไป อัลโดสเตอโรนจะถูกหลั่งออกมามาก และเมื่อร่างกายอยู่ในภาวะการใช้กล้ามเนื้อมาก มีความตึงเครียดทางอารมณ์หรือเกิดการบาดเจ็บของร่างกายอัลโดสเตอโรนจะถูกหลั่งออกมามากเช่นเดียวกัน

2) ระบบทางเดินอาหาร ช่วยควบคุมภาวะสมดุลสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ โดยมีการดูดกลับน้ำ และสารละลายน้ำในส่วนของลำไส้เล็ก จำนวนน้ำย่อยที่หลั่งออกสู่ทางเดินอาหารในแต่ละวันมีประมาณ 8,200 มิลลิลิตร ในภาวะปกติน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์จำนวนเล็กน้อยสูญเสียไปในทางเดินอาหาร เมื่อเกิดอาการอาเจียนหรือท้องเดินจะสูญเสียน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์จำนวนมาก

3) ความกระหาย เป็นกลไกที่ควบคุมความสมดุลสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ในร่างกายอีกทางหนึ่ง เป็นความต้องการที่จะได้น้ำเพิ่มเมื่อร่างกายเสียน้ำไปทางหนึ่งทางใดมากเกินไป และเป็นผลทำให้เซลล์เกิดภาวะขาดน้ำ (Dehydration) ปริมาตรของของเหลวภายนอกเซลล์ลดลงกลไกการควบคุมภาวะสมดุลจะเกิดขึ้นโดยการหลั่งแอนติไดยูรีติค ฮอร์โมน เพื่อดึงน้ำไว้ในร่างกายมิให้สูญเสียออกไปมาก

4) ปอด เป็นอวัยวะสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาวะสมดุลสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ในร่างกาย การหายใจเร็ว หายใจในสภาวะอากาศแห้ง การมีไข้จะมีผลกระทบต่อการเสียน้ำออกจากร่างกายทางปอด ดังนั้นเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายอาจจะให้หายใจในอากาศที่มีความชื้น การสูญเสียอีเล็คโทรลัยต์ทางลมหายใจนั้นจะให้หายใจในอากาศที่มีความชื้น การสูญเสียอีเล็คโทรลัยต์ทางลมหายใจนั้นจะเสียไปเป็นจำนวนน้อย และปอดสามารถปรับภาวะสมดุลของกรด-ด่าง ภายในร่างกายได้

2.8.4 องค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อความสมดุลสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ในร่างกาย

1) การรับประทานไม่เพียงพอ สารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ของร่างกายได้มาจากน้ำ และอาหารที่รับประทานเข้าไป ดังนั้นถ้าเกิดภาวะใดก็ตามที่เป็นผลให้ร่างกายได้รับน้ำ และอาหารไม่เพียงพอก็จะเกิดความไม่สมดุลของน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ เช่น ภาวะเบื่ออาหารอยู่นานๆ

2) ทางเดินอาหารถูกรบกวน จากภาวะการอาเจียน ท้องเดิน การล้างกระเพาะอาหารด้วยน้ำ การใส่สายยางคาไว้ในกระเพาะอาหารเป็นเวลานาน ในแต่ละวันของเหลวเป็นจำนวนมากถูกหลั่งออกสู่ทางเดินอาหารเป็นน้ำย่อยอาหาร และถูกดูดซึมกลับในระหว่างการย่อยอาหาร เมื่อร่างกายเกิดภาวะอาเจียน จะทำให้เสียน้ำ และกรดออกจากกระเพาะอาหาร อาการท้องเดินจะเป็นผลทำให้เสียน้ำ และด่างออกจากลำไส้เล็ก และถ้าเป็นรุนแรงร่างกายจะเสียโปแตสเซี่ยมมาก การล้างกระเพาะอาหารด้วยน้ำจะทำให้เสียคลอไรด์ การใส่สายยางเข้าสู่กระเพาะอาหารเพื่อดูดของเหลวในกระเพาะอาหารถ้าใส่ไว้นานจะทำให้ร่างกายเสียกรด และน้ำจากกระเพาะอาหารไปมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 ปริมาตรโดยประมาณ และค่าของความเป็น กรด-ด่าง ของน้ำย่อยอาหาร

ชนิดของน้ำย่อยอาหาร	ปริมาตรโดยประมาณ ต่อวันเป็น มิลลิลิตร	ค่าความเป็น กรด-ด่าง
น้ำลาย	1,500	6.7
น้ำย่อยในกระเพาะอาหาร	2,500	1.0-2.0
น้ำย่อยในลำไส้	3,000	7.8-8.0
น้ำย่อยจากตับอ่อน	700	8.0-8.3
น้ำดี	500	7.8

3) หน้าที่ของไตเสีย ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมสมดุลสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ ถ้าหน้าที่ของไตเสียจะเป็นผลทำให้มีปัสสาวะออกน้อยหรือมากเกินไป ถ้าปัสสาวะออกมากเนื่องจากสาเหตุที่ไตไม่สามารถดูดน้ำกลับได้หรือจากการเกิดภาวะไม่สมดุลของแอนติไดยูรีติค ฮอร์โมน ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลของอีเล็คโทรลัยต์โดยเฉพาะโซเดียม

4) การเสียเหงื่อจำนวนมากๆ จากการออกกำลังกายหรืออากาศร้อนมากๆ หรืออยู่ในที่มีผู้คนแออัด ภาวะมีไข้สูง เป็นต้น เหล่านี้จะเป็นสาเหตุของการเสียน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ออกจากร่างกาย

5) การเสียเลือด ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก หรือร่างกายได้รับบาดเจ็บ การเสียเลือดจากสาเหตุใดก็ตาม ร่างกายจะเสียน้ำ และส่วนประกอบอื่นๆ ในเลือดไปด้วย และเป็นผลทำให้ปริมาตรในกระแสเลือดลดลง และถ้าลดลงมากๆ อาจเกิดภาวะช็อคได้ ผู้ที่มีแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวกหรือได้รับบาดเจ็บ จะมีการสูญเสียน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ออกไปจากกระแสเลือด โดยออกมาคั่งอยู่ระหว่างเซลล์ ทำให้โซเดียม และโปแตสเซี่ยมลดจำนวนลงตามจำนวนเซลล์ที่ได้รับบาดเจ็บนั้นๆ

น้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ในร่างกายไม่เพียงแต่จะเป็นกลไกในการลำเลียงสารอาหาร และขนถ่ายของเสียเท่านั้น แต่ยังช่วยให้เซลล์ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และคงไว้ซึ่งสภาพภายในที่เหมาะสม ดังนั้นเมื่อเกิดความไม่สมดุลของน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ย่อมส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบอื่นๆ ในร่างกายด้วย ความไม่สมดุลของน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ที่พบเป็นปัญหาบ่อยๆ คือ ภาวะขาดน้ำ และภาวะบวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 ภาวะขาดน้ำ

ภาวะขาดน้ำ หมายถึง ภาวะที่ร่างกายหรือเนื้อเยื่อของร่างกายขาดน้ำ ซึ่งอาจจะมีสาเหตุจากการได้รับน้ำน้อย การเสียน้ำออกจากร่างกายไปมาก หรือเป็นผลจากภาวะของโรคต่างๆ

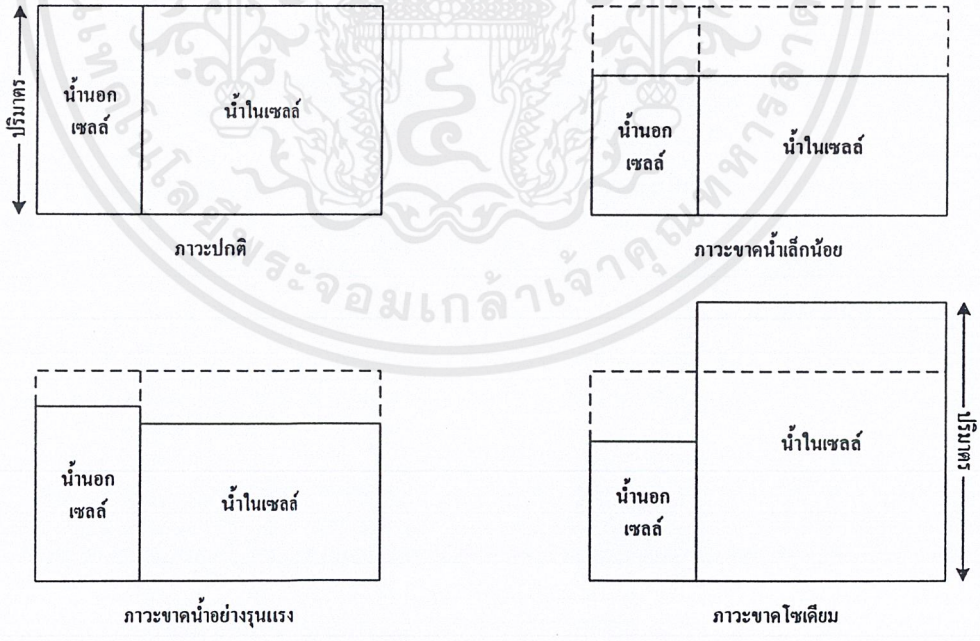
เมื่อเกิดภาวะขาดน้ำ ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงที่เซลล์ เมื่อร่างกายขาดน้ำ ความเข้มข้นของอีเล็คโทรลัยต์ และตัวละลายอื่นๆ ในน้ำนอกเซลล์จะเพิ่มสูงขึ้น ระดับของโซเดียมในซีรั่มสูงกว่าปกติทำให้น้ำนอกเซลล์มีออสโมลาลิตีย์สูงขึ้น และดึงน้ำจากภายในเซลล์ออกสู่ภายนอกเซลล์จนกระทั่งระดับของออสโมลาลิตีย์ของน้ำนอกเซลล์ และในเซลล์เท่ากัน

2) การตอบสนองของร่างกาย

2.1) เมื่อร่างกายอยู่ในภาวะขาดน้ำมาก จะเป็นผลทำให้น้ำนอกเซลล์ลดปริมาตรลง การที่น้ำนอกเซลล์ลดปริมาตรลงเช่นนี้จะกระตุ้นให้ต่อมหมวกไตหลั่งอัลโดสเตอโรนมากขึ้น ไตดูดซึมโซเดียมไว้มากขึ้น ปริมาตรของน้ำนอกเซลล์จึงเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาตรน้ำนอกเซลล์ไม่ลดลงมากจนเป็นผลกระทบต่อระบบไหลเวียนเลือด

2.2) การที่เซลล์ขาดน้ำจะกระตุ้นความกระหายน้ำ จึงต้องดื่มน้ำเพื่อระงับความกระหาย เมื่อเซลล์ได้รับน้ำมากขึ้น ออสโมลาลิตีย์จึงลดลง



รูปที่ 2.35 การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของน้ำนอกเซลล์ และในเซลล์ ในภาวะขาดน้ำน้อย รุนแรง และภาวะขาดโซเดียม เปรียบเทียบกับภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) การเก็บน้ำไว้ของไต ภาวะขาดน้ำจะกระตุ้นสมองส่วนฮัยโปทาลามัส ให้หลั่งแอนติไดยูรีติคฮอร์โมนเพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้ปัสสาวะน้อยลง อาจเหลือเพียงวันละ 400-600 มิลลิลิตร หรือน้อยกว่านี้ก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับอาหารที่รับประทานเข้าไปว่ามีส่วนของโปรตีน และโซเดียมมากน้อยเพียงใด ถ้ารับประทานอาหารโปรตีนมากสิ่งที่ร่างกายไม่ต้องการจากโปรตีนจะถูกขับออกมา ปัสสาวะจะเข้มข้นกว่าคนที่รับประทานอาหารโปรตีนน้อย และปริมาณน้ำที่ถูกพาออกมาพร้อมกับสิ่งที่ร่างกายไม่ต้องการจากโปรตีนก็ต้องมากกว่าคนที่รับประทานอาหารโปรตีนหรือโซเดียมน้อย ฉะนั้นพวกที่รับประทานอาหารโปรตีนหรือโซเดียมมาก เมื่อขาดน้ำมากๆ ปริมาณปัสสาวะอาจมากถึง 600 มิลลิลิตร ความถ่วงจำเพาะอาจเพิ่มมากถึง 1.035 ตรงกันข้ามกับพวกขาดอาหารโปรตีนหรือโซเดียม ปริมาณของปัสสาวะอาจเหลือเพียง 300 มิลลิลิตร ความถ่วงจำเพาะอาจสูงเพียง 1.015-1.020 ในทารกไตยังทำงานไม่เต็มที่ และผู้สูงอายุมากๆ ไตทำงานได้น้อยลงเมื่อในภาวะขาดน้ำปัสสาวะจะไม่เข้มข้นเท่าคนวัยหนุ่มสาว

สาเหตุ พบในผู้ป่วยที่มีอาการดังต่อไปนี้

1) กลืนลำบาก ซึม หรือไม่รู้สึกตัว จะทำให้ได้รับน้ำ และอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย

2) ไม่มีความกระหายน้ำ เนื่องจากการทำหน้าที่ของสมองส่วนฮัยโปทาลามัสถูกทำลาย เช่น ผู้ป่วยที่ศีรษะลักษณะคล้ายบาตร (Hydrocephalus) ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บบริเวณสมอง

3) หายใจหอบ มีไข้สูง หรือผู้ที่อยู่กลางแดดนานๆ

4) โรคเบาจืด เนื่องจากขาดแอนติไดยูรีติค ฮอร์โมน

5) โรคไตที่มีอาการถ่ายปัสสาวะมาก เช่น ไต และกรวยไตอักเสบเรื้อรัง (Chronic Pyelonephritis)

6) การเสียน้ำทางอุจจาระมากเกินไป เช่น เด็กหรือทารกที่มีอาการท้องเสีย รับประทานอาหาร และดื่มน้ำไม่ได้

อาการ และอาการแสดง

ผู้ที่ขาดน้ำประมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักตัวจะมีอาการกระหายน้ำ ถ้าไม่ได้รับน้ำเพียงพอภายใน 3-4 วันอาจทำให้ขาดน้ำได้ถึงร้อยละ 6 ของน้ำหนักตัว เมื่อถึงระยะนี้จะมีอาการลิ้นแห้ง คอแห้ง ไม่ค่อยมีน้ำลาย กลืนลำบาก กระวนกระวาย ปัสสาวะน้อย และสีเข้ม ผิวหนังเหี่ยว น้ำหนักตัวลดลง

ถ้าภาวะขาดน้ำรุนแรงขึ้นมากกว่าร้อยละ 7 ของน้ำหนักตัว ชีพจรจะเต้นอ่อนลงความดันเลือดลดต่ำลง อุณหภูมิสูงขึ้น มีอาการสับสน เกิดภาวะกรดเกินในร่างกาย และจะตามด้วยอาการเป็นลมหมดสติ หรือไม่รู้สึกตัว ในที่สุดการหายใจจะล้มเหลว และเสียชีวิตจากภาวะไตวาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเด็ก และคนสูงอายุจะแสดงอาการขาดน้ำเร็วกว่าผู้ใหญ่ เช่น ในภาวะที่มีอาการอาเจียน ถ่ายอุจจาระเหลวเป็นน้ำภายใน 2-3 วัน จะเกิดอาการขาดน้ำอย่างเฉียบพลันโดยไม่แสดงอาการให้เห็นเป็นขั้นตอน

2.8.6 ภาวะบวม

บวม หมายถึง การคั่งของของเหลวในช่องว่างระหว่างเซลล์ และช่องท้อง ช่องปอดมากกว่าปกติ เป็นผลทำให้มีน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์เกินในร่างกาย อาการบวมอาจเกิดเฉพาะส่วนไต ส่วนหนึ่งของร่างกาย เช่น ผู้ป่วยโรคตับแข็งมีอาการบวมที่ท้อง และที่เท้าทั้งสองข้างเนื่องจากเลือดดำไหลเวียนจากตับสู่หัวใจไม่ปกติ โรคไตบางชนิด เช่น ภาวะความเสื่อมของเยื่อบุผิวที่บริเวณหลอดฝอยของไต (Nephrotic) และหัวใจวาย จะมีอาการบวมทั้งตัว ของเหลวที่แทรกซึมเข้ามาในระหว่างเซลล์ และช่องว่าง ช่องปอดนั้น แบ่งออกได้เป็นสองชนิด คือ

1) **ของเหลวที่เกิดจากการอักเสบ** ถ้านำของเหลวนี้ไปวัดความถ่วงจำเพาะจะมีค่ามากกว่า 1.016

2) **ของเหลวที่เกิดจากสาเหตุอื่นที่ไม่ใช่การอักเสบ** นำไปวัดความถ่วงจำเพาะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.012-1.016

สาเหตุ และกลไกของการบวม

การบวมเกิดจากการขาดสมดุลของความดันภายในหลอดเลือด หลอดน้ำเหลือง และระหว่างเนื้อเยื่อ สรุปสาเหตุ และกลไกการบวมได้ดังนี้

1) การคั่งของเลือดในหลอดเลือดดำหรือการอุดตันของหลอดน้ำเหลือง เป็นผลทำให้ความดันภายในหลอดเลือด และแรงดูดซึมผ่านผนังหลอดเลือดเพิ่มขึ้น เช่น ภาวะหัวใจล้มเหลวจากการมีเลือดคั่งในหัวใจ โรคตับ และการอุดตันของทางเดินน้ำเหลือง

1.1) ภาวะหัวใจล้มเหลวจากการมีเลือดคั่งในหัวใจ อาจเนื่องจากความผิดปกติของลิ้นหัวใจ กล้ามเนื้อหัวใจ ทำให้การหมุนเวียนเลือดผ่านหัวใจเป็นไปไม่ปกติ กล้ามเนื้อหัวใจอยู่ในภาวะขาดเลือดไปเลี้ยง ทำให้กล้ามเนื้อหัวใจขาดกำลังในการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย เลือดคั่งค้างอยู่ในหัวใจ และปอดมากขึ้น เกิดการคั่งภายในหลอดเลือดดำทั่วร่างกายความดันภายในหลอดเลือดดำเพิ่มสูงขึ้นเป็นผลทำให้ของเหลวซึ่งประกอบด้วยน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ออกจากหลอดเลือดดำไปอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์มากขึ้นเกิดภาวะบวม ภาวะบวมนี้มักเกิดบริเวณเท้าทั้งสองข้างก่อนบริเวณอื่น

1.2) โรคตับ ผู้ป่วยโรคตับแข็งหรือมะเร็งที่ตับ การไหลเวียนกลับของเลือดภายในหลอดเลือดดำใหญ่ของตับไม่สะดวก ทำให้เกิดการคั่งของเลือดภายในหลอดเลือดดำใหญ่ของตับ ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดันภายในหลอดเลือดดำเพิ่มขึ้น น้ำซึมผ่านผนังหลอดเลือดออกสู่ช่องท้อง ประกอบกับตับสร้างอัลบูลิน และกลอบบูลินได้น้อยลง ความดันคอยลอยเดิล ออสโมติคต่ำลง จึงทำให้เกิดภาวะบวม

1.3) การอุดตันของทางเดินน้ำเหลือง ทำให้เกิดอาการบวมเฉพาะที่ เช่น ภาวะหลอดเลือดดำอักเสบ

2) ระดับโปรตีนในกระแสเลือดต่ำ พบได้จากสาเหตุการขาดสารอาหาร โรคตับแข็ง โรคไต เช่น จากภาวะความเสื่อมของเยื่อบุผิวที่บริเวณหลอดฝอยของไต

2.1) การขาดสารอาหาร ปกติร่างกายต้องการโปรตีนวันละ 1 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ถ้าได้รับโปรตีนน้อยลงเป็นเวลานานระดับโปรตีนในกระแสเลือดดำจะต่ำ ของเหลวออกจากหลอดเลือดมากขึ้นทำให้เกิดอาการบวม อาการบวมนี้มักพบในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ และมักเกิดร่วมกับการขาดวิตามินบีหนึ่ง นอกจากนั้นยังอาจพบได้ในรายที่ร่างกายดูดซึมสารโปรตีนได้น้อยลงหรือดูดซึมไม่ได้ เช่น โรคทางเดินอาหาร โรคตับ โรคไต โรคหัวใจ

2.2) โรคตับแข็ง ตับเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญต่อร่างกายโดยมีหน้าที่สร้างน้ำดีเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นไกลโคเจนเก็บไว้ที่ตับ เก็บสะสมธาตุเหล็ก ทองแดง สร้างโพรธอมบินอัลบูมิน กลอบบูลินซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการแลกเปลี่ยนน้ำระหว่างเนื้อเยื่อ และหลอดเลือด ถ้าเซลล์ส่วนสำคัญของตับตายการทำหน้าที่ของตับจะเสียไป ระดับโปรตีนในเลือดลดต่ำลงกว่าปกติ จึงเกิดภาวะบวมขึ้นได้

2.3) โรคไต โดยเฉพาะกลุ่มอาการที่เกิดจากการเสื่อมของเยื่อบุผิวที่บริเวณหลอดฝอยของไต ไตมีหน้าที่ดังนี้

2.3.1) กรองของเสียออกจากร่างกาย

2.3.2) ดูดซึมสารที่มีประโยชน์กลับเข้าสู่ร่างกาย เช่นน้ำตาลกลูโคส เกลือแร่บางชนิด

2.3.3) รักษาระดับน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ให้กับร่างกาย

2.3.4) รักษาความเป็นกรดด่างของร่างกาย

2.3.5) ให้ฮอร์โมนเรนิน (Renin) อิริโธโพอิทิน (Erythopoietin)

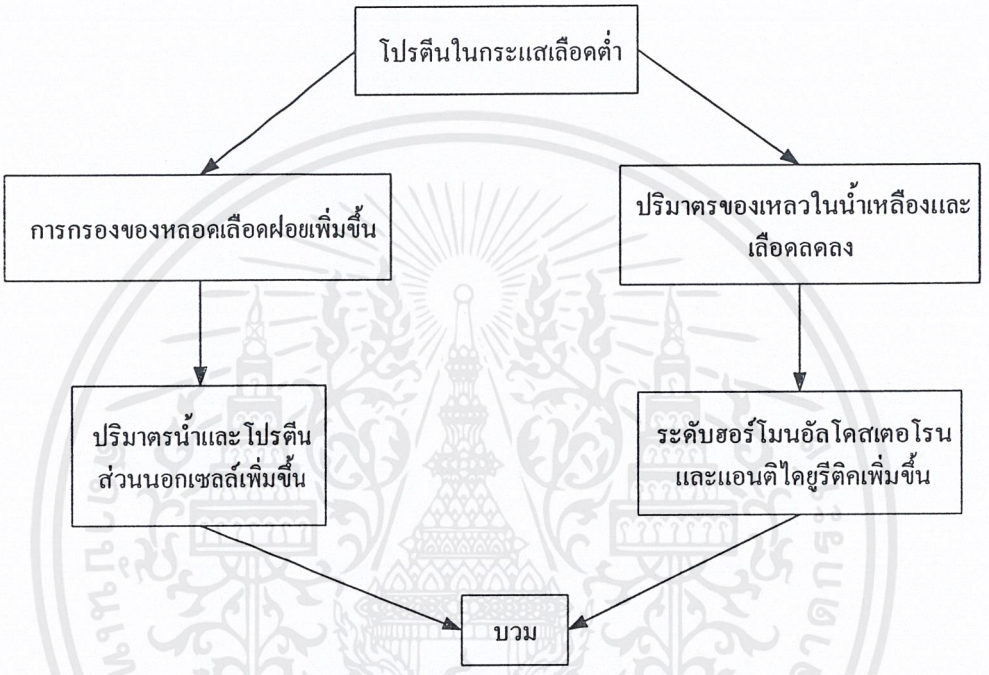
ผู้ป่วยที่มีการเสื่อมของเยื่อบุผิวที่บริเวณหลอดเลือดฝอยของไต โมเลกุลของโปรตีนสามารถลอดผ่านเยื่อกั้นออกมากับปัสสาวะจึงทำให้มีการสูญเสียโปรตีนไปกับปัสสาวะมาก ทำให้ระดับโปรตีนในกระแสเลือดลดต่ำลง

จากสาเหตุทั้ง 3 ประการ คือ ขาดอาหาร โรคตับแข็ง และโรคไตได้กล่าวแล้วมีผลทำให้โปรตีนในกระแสเลือดต่ำ โดยมีกลไกดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การกรองผ่านของหลอดเลือดฝอยสูงทำให้ปริมาตรน้ำนอกเซลล์มากขึ้น โปรตีนออกสู่ภายนอกเซลล์มากขึ้น จึงเกิดภาวะบวม

2) ปริมาตรของเหลวของน้ำเหลือง และของเลือดลดลง ต่อมหมวกไตหลั่งอัลโดสเตอโรนมากขึ้น เกลือโซเดียมถูกดูดกลับมากขึ้น ขณะเดียวกันฮอร์โมนแอนติไดยูรีติคเพิ่มขึ้น ไตดูดน้ำกลับมากขึ้น น้ำส่วนนอกเซลล์เพิ่มขึ้นจึงทำให้เกิดการบวม



รูปที่ 2.36 กลไกการบวมจากภาวะโปรตีนในกระแสเลือดต่ำ

3) ภาวะที่มีการคั่งของโซเดียมในร่างกายสูง พบได้เนื่องจากการดูดซึมโซเดียมที่หลอดฝอยของไตมากกว่าปกติ ภาวะที่เลือดผ่านมาเลี้ยงไตน้อย และในโรคไต เช่น ไตอักเสบเฉียบพลัน ไตอักเสบเรื้อรัง กลุ่มหลอดเลือดที่ไตอักเสบอย่างเฉียบพลัน

3.1) การดูดซึมโซเดียมที่หลอดฝอยของไตมากกว่าปกติเนื่องจากฮอร์โมนอัลโดสเตอโรนจากต่อมหมวกไตหลั่งมาก การดูดซึมกลับสารโซเดียมจึงมีมากขึ้น และเป็นผลทำให้น้ำถูกดูดซึมตามมาด้วยจึงทำให้เกิดอาการบวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูดกลับแบ่งได้เป็น 2 ชนิด

3.1.1) ดูดกลับโดยการแพร่กระจายผ่านผนังเซลล์หลอดฝอยของไต ผนังเซลล์บริเวณหลอดฝอยส่วนต้นของไตสามารถดูดกลับได้ร้อยละ 47 และผนังเซลล์บริเวณหลอดฝอยส่วนปลายของไตสามารถดูดกลับได้ร้อยละ 12 (Passive Reabsorbtion)

3.1.2) ดูดกลับโดยอาศัยสารพิเศษ ได้แก่ กรดอะมิโน โซเดียม โปแตสเซี่ยม กลูโคส (Active Reabsorbtion)

3.2) เลือดผ่านมาเลี้ยงไตน้อย โดยปกติไตทำหน้าที่รักษาจำนวนน้ำในร่างกายโดยการกรองผ่านกลุ่มหลอดเลือดที่ไต ในภาวะหัวใจล้มเหลว เลือดจะผ่านไตน้อยลง แต่ส่วนของหลอดฝอยของไตยังทำงานได้ตามปกติก็ดูดน้ำ และเกลือกลับเข้าสู่กระแสเลือดได้หมด ทำให้มีการคั่งของน้ำ และเกลือเป็นจำนวนมากจึงทำให้เกิดการบวม

3.3) โรคไต เช่น ไตอักเสบอย่างเฉียบพลัน ภาวะนี้จะทำให้โปรตีนสามารถซึมผ่านหลอดเลือดฝอยที่ไตออกมากับปัสสาวะจึงทำให้ระดับโปรตีนในกระแสเลือดต่ำลง ขณะเดียวกันปริมาตรของเหลวของน้ำเหลือง และของเลือดลดลงจึงกระตุ้นให้มีการหลั่งฮอร์โมนอัลโดสเตอโรน และแอนติไดยูรีติคมากขึ้น การดูดกลับเกลือโซเดียม และน้ำมีมากขึ้นเกิดการคั่งของน้ำในร่างกายมาก และเกิดอาการบวมในที่สุด

อาการ และอาการแสดง

1) อาการจากการสังเกต ตรวจร่างกาย และประวัติของผู้ป่วย

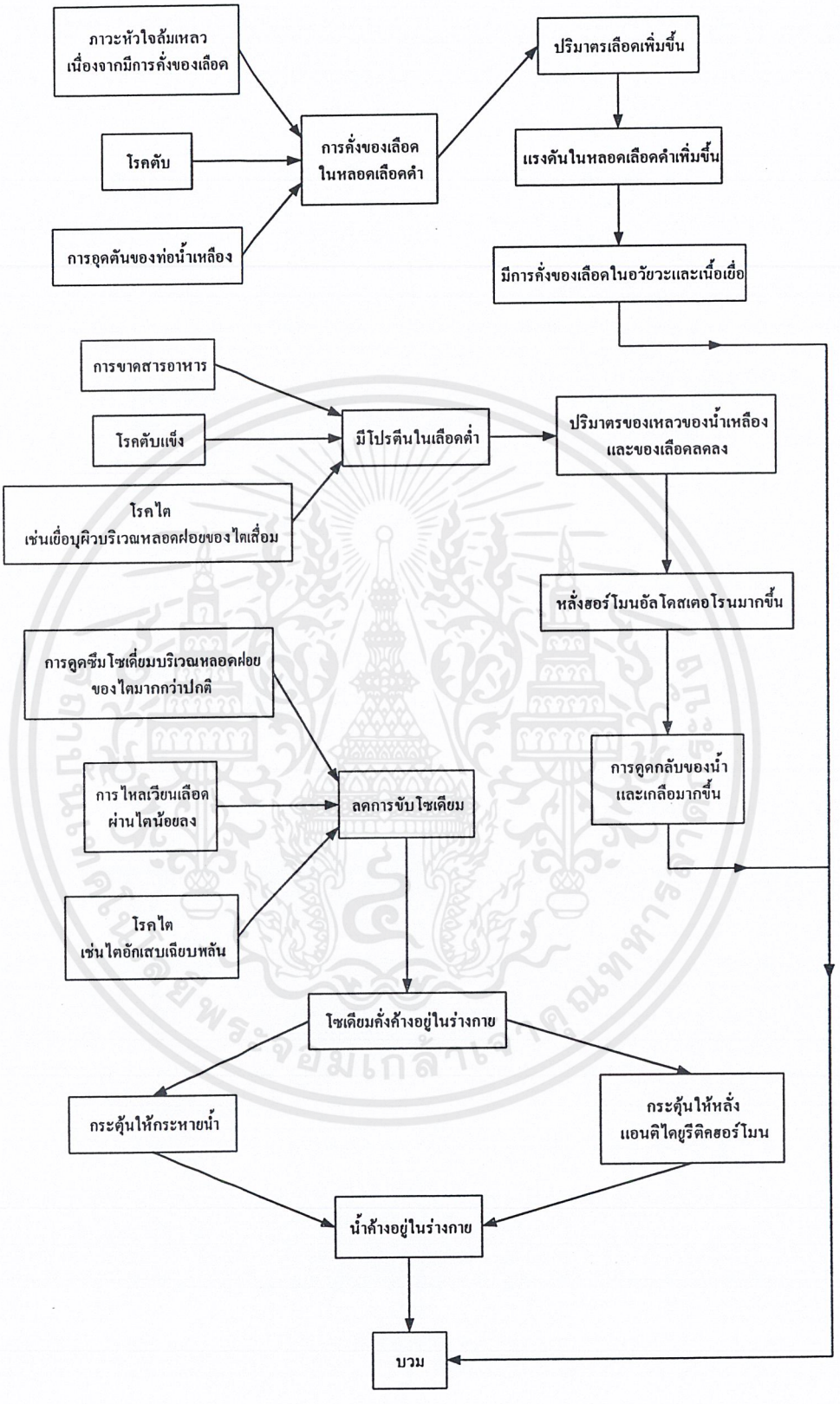
1.1) สังเกตพบผิวหนังบริเวณที่บวม จะตึง ลักษณะมีน้ำขัง สีค่อนข้างซีด

1.2) เมื่อกดผิวหนังบริเวณที่บวมแล้วยกนิ้วออกโดยเร็ว จะปรากฏรอยบุ๋มค้างอยู่ทั้งนี้เนื่องจากขณะที่กด น้ำที่อยู่บริเวณระหว่างเนื้อเยื่อออกจากบริเวณที่ถูกกด

1.3) จากประวัติผู้ป่วยที่มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหรือมีลักษณะตัวอ้วนแบบฉุๆ ก่อนที่จะปรากฏอาการอื่นให้เห็น โดยประวัติผู้ป่วยจะช่วยให้การวินิจฉัยโรคได้แน่ชัดมากขึ้น เช่น

1.3.1) อาการบวมจากโรคไตมักเกิดเนื่องจากไตไม่สามารถกรอง และขับน้ำออกจากร่างกายทำให้ระดับน้ำภายในหลอดเลือดมากขึ้น เกิดความไม่สมดุลของแรงดูดซึมผ่านผนังหลอดเลือด และแรงดันน้ำภายในหลอดเลือด ของเหลวภายในหลอดเลือดซึมสู่ช่องว่างระหว่างเซลล์ทำให้เกิดอาการบวมทั้งตัว และบริเวณที่บวมเห็นชัดในผู้ป่วยโรคไต คือ บริเวณหนังตาทั้งสองข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 กลไกการบวมจากภาวะระบบไหลเวียนล้มเหลวจากการคั่งของเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2) อาการบวมจากโรคหัวใจ เป็นอาการบวมที่เกิดขึ้นเนื่องจากภาวะการคั่งในหลอดเลือดดำทั่วร่างกาย เนื่องมาจากหัวใจไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติมีแรงดันในหลอดเลือดดำสูงน้ำในหลอดเลือดเข้าสู่ช่องว่างระหว่างเซลล์มากขึ้น จึงเกิดอาการบวมทั้งตัว

1.3.3) อาการบวมจากโรคตับ เป็นอาการบวมที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีการอุดตันของระบบทางเดินน้ำเหลืองที่ตับ ระดับโปรตีนในหลอดน้ำเหลืองต่ำ และตับสังเคราะห์อัลบูมินได้น้อย ทำให้เกิดภาวะอัลบูมินในกระแสเลือดต่ำ จึงเกิดอาการบวมในช่องท้องมาก ขณะเดียวกันพบว่ามีอาการบวมที่ส่วนปลายขาด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการไหลกลับของเลือดที่ส่วนปลายของขาไม่สะดวก

1.3.4) อาการบวมจากหลอดน้ำเหลืองถูกอุดตัน จะเป็นการบวมเฉพาะแห่งกดไม่บุ๋มอาจเนื่องจากการอุดตันหรือการอักเสบ

2) อาการที่ตรวจพบทางห้องทดลอง เช่น

2.1) ตรวจเลือดพบว่าระดับโปรตีนในเลือดต่ำกว่าปกติ ระดับของโซเดียมในน้ำระหว่างเซลล์สูงกว่าปกติ ปริมาตรของกลุ่มเม็ดเลือดแดง และสารสีแดงของเม็ดเลือดแดงต่ำลงทั้งนี้เนื่องจากกลไกการสร้างของไขกระดูกเสียไป

2.2) ความถ่วงจำเพาะน้ำระหว่างเซลล์สูงกว่าปกติ

2.3) ตรวจทางเอ็กซเรย์ อาจพบหัวใจโต

2.8.7 หลักการพยาบาลผู้ป่วยที่มีปัญหาความไม่สมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์

หลักการพยาบาลผู้ป่วย ที่มีปัญหาความไม่สมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ที่สำคัญมีดังต่อไปนี้ คือ

1) ช่วยให้ได้รับสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์เพียงพอ ดังได้กล่าวมาแล้วว่าความต้องการสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ขึ้นอยู่กับอายุ น้ำหนัก สภาพพื้นผิวของร่างกาย และการเผาผลาญอาหาร

ทารก และเด็กที่กำลังเจริญเติบโต มีการผันเวียนสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์มากกว่าผู้ใหญ่ จึงมีความต้องการ และสูญเสียสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์มากกว่า อัตราการสูญเสียขึ้นอยู่กับการเผาผลาญอาหารมากขึ้น และทำหน้าที่ของไต ไตของทารกยังทำงานไม่เต็มที่ ดังนั้นประสิทธิภาพการกรองหรือดูดน้ำกลับจึงน้อยกว่าของผู้ใหญ่ ความต้องการสารน้ำโดยประมาณของคนแต่ละวัยดังแสดงในตารางที่ 2.12

สารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ปกติจะมีอยู่ในอาหาร และน้ำที่รับประทานหรืออาจได้รับในรูปของยา ทั้งนี้เพื่อผลของการรักษา พยาบาลจะต้องทราบวัตถุประสงค์ และแผนการรักษาของแพทย์พร้อมทั้งสังเกตอาการ และอาการแสดงที่เปลี่ยนแปลงอย่างใกล้ชิด ทั้งนี้เพื่อช่วยแก้ปัญหาความไม่สมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ได้อย่างเหมาะสม และทันเหตุการณ์ ในกรณีที่ได้รับสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ไม่เพียงพอจำเป็นต้องให้สารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 ความต้องการสารน้ำโดยประมาณของคนแต่ละวัย

ช่วงอายุ	จำนวนสารน้ำโดยประมาณ (มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม)
เกิดใหม่ (แรกเกิด)	80-100
ทารก-1 ปี	100-150
1 ปีขึ้นไป-2 ปี	100-125
2 ปีขึ้นไป-4 ปี	90
4 ปีขึ้นไป-6 ปี	100
6 ปีขึ้นไป-11 ปี	75
11 ปีขึ้นไป-18 ปี	50-75
ผู้ใหญ่	40

2) สังเกตภาวะสมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ ผู้ที่ได้รับสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์เพียงพอ สามารถสังเกตได้ดังนี้

2.1) น้ำหนักตัวคงที่ ตรวจสอบน้ำหนักตัวทุกวัน โดยชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งเครื่องเดียวกัน และเวลาที่ชั่งควรเป็นเวลาใกล้เคียงกับการชั่งครั้งก่อน เพื่อให้คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

2.2) เยื่อเมือกของอวัยวะต่างๆ ในร่างกายชุ่มชื้น เยื่อเมือกที่สามารถสังเกตได้ง่าย คือ เยื่อเมือกในช่องปาก

2.3) ผิวหนังมีความดึงตัว

2.4) ไม่มีอาการอ่อนเพลียหรืออาการสับสน

2.5) รับประทานอาหาร และดื่มน้ำได้ปกติ

2.6) จำนวนสารน้ำที่นำเข้า และออกจากร่างกายอยู่ในภาวะสมดุล ตรวจสอบโดยการบันทึกจำนวนสารน้ำที่นำเข้า และออกจากร่างกายให้ถูกต้องทุกวัน (วิธีการบันทึกจะได้กล่าวโดยละเอียดต่อไป)

2.7) ไม่มีอาการบวมที่ใดที่หนึ่งของร่างกาย ตรวจสอบอาการบวมโดยใช้นิ้วมือกดบริเวณที่สงสัยว่าบวม เมื่อยกนิ้วมือขึ้นรอยบุ๋มจะหายไปทันที ในรายที่มีอาการบวม รอยบุ๋มจะค้างอยู่ ส่วนของร่างกายที่มักแสดงอาการบวมให้เห็นก่อน คือหนังตา ขา

2.8) ไม่มีอาการแสดงให้เห็นว่าขาดน้ำ เช่น เบ้าตาลึก ริมฝีปากแห้งแตก เสียงแห้งลง มีไข้ ชีพจรเต้นเร็ว กระหายน้ำ ปัสสาวะน้อย และสีเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ดูแลการขับถ่ายของเสียให้เป็นไปอย่างปกติ ในผู้ใหญ่ถ่ายปัสสาวะประมาณวันละ 1,500 มิลลิลิตร ถ้าปัสสาวะน้อยกว่า 25 มิลลิลิตร หรือมากกว่า 500 มิลลิลิตร ต่อชั่วโมงถือว่าผิดปกติจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือ และแก้ไข การสังเกต และสามารถแยกลักษณะปกติ และผิดปกติได้เร็วเท่าไรจะมีผลดีต่อผู้ป่วยเท่านั้น นอกจากจำนวนของปัสสาวะแล้วสิ่งที่ควรทราบอื่นๆ เช่น

3.1) ค่าความถ่วงจำเพาะปกติประมาณ 1.010 ถึง 1.030 ถ้าวัดค่าความถ่วงจำเพาะได้มากกว่า 1.030 ผู้ป่วยอยู่ในภาวะขาดน้ำ หรือวัดได้ต่ำกว่า 1.010 ผู้ป่วยอยู่ในภาวะน้ำเกิน

3.2) สารโปรตีนในภาวะปกติจะไม่พบหรือพบน้อยมากในปัสสาวะ

3.3) น้ำตาลกลูโคสโดยปกติไม่มีในปัสสาวะ

3.4) สารอะซีโตน ซึ่งเป็นผลจากการเผาผลาญอาหารไขมันไม่พบในปัสสาวะ

4) ลดภาวะเครียดโดยให้ความช่วยเหลือทั้งด้านร่างกาย และจิตใจ ความเครียดทำให้สมดุลของน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์เสียไป เนื่องจากความเครียดมีผลโดยตรงต่อฮอร์โมนแอนติไดยูรีติค และฮอร์โมนอะดรีนอลคอร์ติคอล ทำให้ร่างกายเสียความสมดุลของโซเดียม โปแตสเซี่ยม และน้ำ ตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยที่ทราบว่าจะต้องรักษาโดยการผ่าตัดมักเกิดความเครียดจากความกลัว และวิตกกังวล ในภาวะนี้จะทำให้สมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์เปลี่ยนแปลงไปดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือ ดูแลในด้านจิตใจให้คลายความเครียด พร้อมทั้งประเมินการขาดสมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ และให้ความช่วยเหลือ และแก้ไขโดยเร็ว

5) ดำรงไว้ซึ่งภาวะสุขภาพที่ดีของผิวหนัง และเยื่อเมือก ในกรณีร่างกายขาดสมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ สังเกตความผิดปกติได้ที่ผิวหนัง และเยื่อเมือกก่อนอวัยวะส่วนอื่น เช่น ภาวะมีสารน้ำเกินจะแสดงให้เห็นด้วยอาการบวมตามร่างกาย ภาวะขาดน้ำทำให้ผิวหนังขาดความยืดหยุ่น เยื่อเมือกแห้ง ผิวหนังของผู้ป่วยที่มีปัญหาสมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์จะอ่อนแอ เยื่อเมือก และเนื้อเยื่อแตก และถลอกได้ง่าย ดังนั้นจึงควรดูแลความสะอาดผิวหนัง อย่าให้ผิวหนังเปียกชื้น ป้องกันการติดเชื้อของผิวหนัง ระวังอันตรายที่จะเกิดกับผิวหนังของผู้ป่วยเมื่อจำเป็นจะต้องใช้กับความร้อน และสารเคมีบริเวณผิวหนัง ทำความสะอาดปากฟันให้ผู้ป่วยบ่อยๆ

2.8.8 การบันทึกจำนวนสารน้ำที่นำเข้า และออกจากร่างกาย

การบันทึกจำนวนสารน้ำที่นำเข้า และออกจากร่างกาย ช่วยให้พยาบาลสามารถประเมินภาวะสมดุลของสารน้ำในระยะเริ่มแรกได้ และวางแผนการพยาบาลเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยได้ทันเหตุการณ์ โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีไข้ ติดเชื้อ หรือผู้ป่วยที่สูญเสียน้ำจากสาเหตุอื่นใดก็ตาม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้สารน้ำเพื่อทดแทนที่เสียไป หรือในผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพเกี่ยวกับไต หัวใจอาจจะถูกจำกัดสารน้ำที่ให้เข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นพยาบาลจึงต้องบันทึกจำนวนสารน้ำที่ผู้ป่วยได้รับ และที่เสียไปจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่างกายให้ได้อย่างถูกต้อง การบันทึกจะมีประสิทธิภาพดีจำเป็นต้องมีรูปแบบ และหลักการบันทึกที่ถือปฏิบัติ และเข้าใจตรงกันในระหว่างผู้ให้การดูแลผู้ป่วย

2.8.9 หลักการบันทึกจำนวนสารน้ำที่นำเข้า และออกจากร่างกาย

1) แบบฟอร์มการบันทึกควรแขวนไว้ที่เตียงผู้ป่วย เพื่อสะดวกในการจดบันทึก และเมื่อครบ 24 ชั่วโมงสรุปลงในแผ่นรายงานประจำตัวของผู้ป่วย

2) อธิบายถึงเหตุผล และความสำคัญของการวัด และการลงบันทึกจำนวนน้ำที่รับเข้า และขับออกจากร่างกาย โดยลงบันทึกของเหลวทุกชนิด เช่น น้ำดื่ม สารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ อาหารที่ให้ทางสายยาง ผู้ป่วยที่สามารถไปห้องน้ำได้จำเป็นต้องแนะนำวิธีการเก็บปัสสาวะเพื่อนำมาบันทึกจำนวน การเก็บปัสสาวะนี้อาจใช้หม้อนอนสำหรับผู้หญิง หรือหม้อเบาสำหรับผู้ชาย

3) ร่วมกับผู้ป่วยในการวางแผนกำหนดจำนวนน้ำที่รับเข้าสู่ร่างกายในแต่ละช่วงเวลา ตัวอย่าง เช่น ต้องการให้น้ำจำนวน 2,000 มิลลิลิตร เข้าสู่ร่างกายภายใน 24 ชั่วโมง ซึ่งในทางปฏิบัติแบ่งเวลา 24 ชั่วโมงออกเป็น 3 ช่วง ตามเวลาการปฏิบัติงานของพยาบาลดังนี้ เช้า (7.00 น.-15.00 น. หรือ 8.00 น.-16.00 น.) บ่าย (15.00 น.-23.00 น. หรือ 16.00 น.-24.00 น.) และดึก (23.00 น.-7.00 น. หรือ 24.00 น.-8.00 น.)

นำน้ำจำนวน 2,000 มิลลิลิตร มาพิจารณาแบ่งให้ตามสภาพความเหมาะสมของผู้ป่วย และสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปแล้วในช่วงกลางวันโอกาสการดื่มน้ำมีมากกว่ากลางคืนซึ่งเป็นเวลาพักหลับเป็นส่วนใหญ่ จึงแบ่งได้ดังนี้ เช้า 900 มิลลิลิตร บ่าย 900 มิลลิลิตร และดึก 200 มิลลิลิตร

การพิจารณาร่วมกับผู้ป่วยนี้ทำให้ผู้ป่วยมีส่วนร่วมในการรักษาพยาบาลเข้าใจถึงเหตุ และผล ความสำคัญ และความจำเป็นในการจดบันทึกอย่างถูกต้องครบถ้วน ทั้งนี้เพื่อให้การจดบันทึกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4) จดบันทึกจำนวนน้ำหรือของเหลวทุกชนิดที่ให้ขณะมื้ออาหาร และระหว่างมื้ออาหาร การจดบันทึกจำนวนน้ำที่ออกจากร่างกายในกรณีผู้ป่วยมีภาวะกลั้นปัสสาวะหรืออุจจาระไม่ได้ จึงทำเปื้อนที่นอน ดังนั้นจำเป็นจะต้องประเมินจำนวนจากการเปียกของผ้าปูที่นอน ผ้าขวางเตียงตลอดจนเสื้อ กางเกงที่ผู้ป่วยสวมอยู่

5) การจดบันทึกควรสรุปทุก 8 ชั่วโมง เพื่อสามารถประเมินภาวะสมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ในผู้ป่วยเป็นระยะ และการบันทึกนี้จำเป็นจะต้องมีรูปแบบของการบันทึก

6) บันทึกจำนวนสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ที่สูญเสียทางอื่นๆ เช่น อาเจียน ท้องเดิน เหงื่อที่ออกมากกว่าปกติ ของเหลวที่ระบายออกจากการใช้เครื่องดูดชนิดสุญญากาศต่อกับสายยางจากกระเพาะอาหาร ท่อระบายจากช่องท้อง และช่องอก สารน้ำหรือของเหลวที่ออกมากับสิ่งเหล่านี้จำเป็นจะต้องจดบันทึก และนำมาประเมินในภาวะสมดุลของสารน้ำ และอีเล็คโทรลัยต์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบ และสร้างเครื่องจ่ายสารเหลวผ่านทางเส้นเลือดอัตโนมัติ ได้แบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ทางด้านฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วยส่วนการตรวจจับสารเหลว, การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์, ส่วนการป้อนข้อมูล (Key Switch) และส่วนการแสดงผล ในส่วนซอฟท์แวร์ประกอบด้วยโปรแกรมแสดงผลทางแอลซีดี (LCD) และโปรแกรมการควบคุมปริมาณการไหลของสารเหลว

3.2 แผนผังการทำงานของโครงงาน

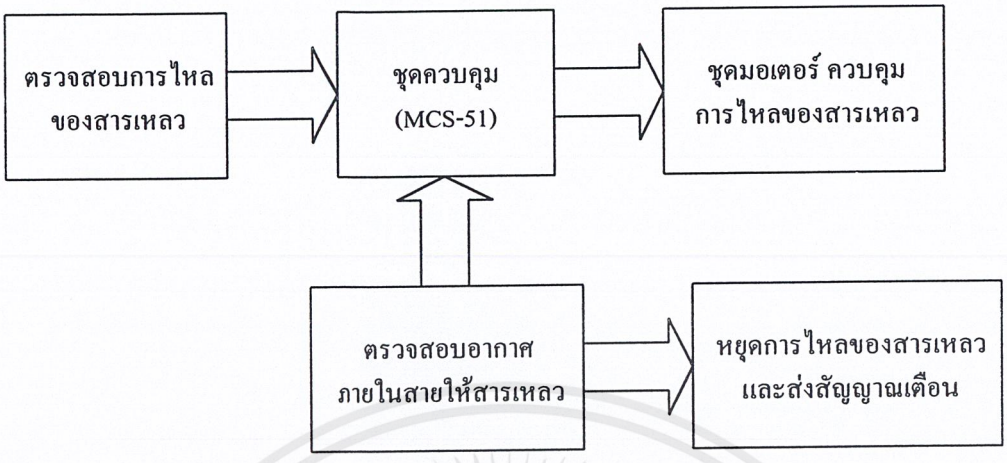
การทำงานของโครงงานตามแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.1 จะเริ่มจากการทำงานของชุดตรวจสอบการไหลของสารเหลว โดยใช้หลักการส่ง และรับแสงตรวจจับสารเหลว แล้วส่งต่อไปยังชุดควบคุมซึ่งทำงานด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในชุดควบคุมจะทำการตรวจสอบ การไหลของสารเหลว เวลาการไหลของสารเหลว เปรียบเทียบกับค่าของสารเหลวที่ตั้งไว้ และจะทำการส่งสัญญาณควบคุมไปยังชุดมอเตอร์ควบคุมการไหลของสารเหลว

จากนั้นชุดควบคุมจะทำการส่งสัญญาณควบคุม ไปยังชุดมอเตอร์ควบคุมการไหลของสารเหลว โดยใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ในการบีบหรือคลายสายที่ใช้สำหรับจ่ายสารเหลวเพื่อควบคุมปริมาณการไหลของสารเหลว

ส่วนตรวจสอบอากาศภายในสายให้สารเหลว ในขณะที่กำลังให้สารเหลวแก่ผู้ป่วยนั้น ถ้าหากว่า สายให้สารเหลวมีอากาศเข้ามา ตัวเซ็นเซอร์จะทำการตรวจจับอากาศในสายให้สารเหลว แล้วส่งสัญญาณไปที่ชุดควบคุม

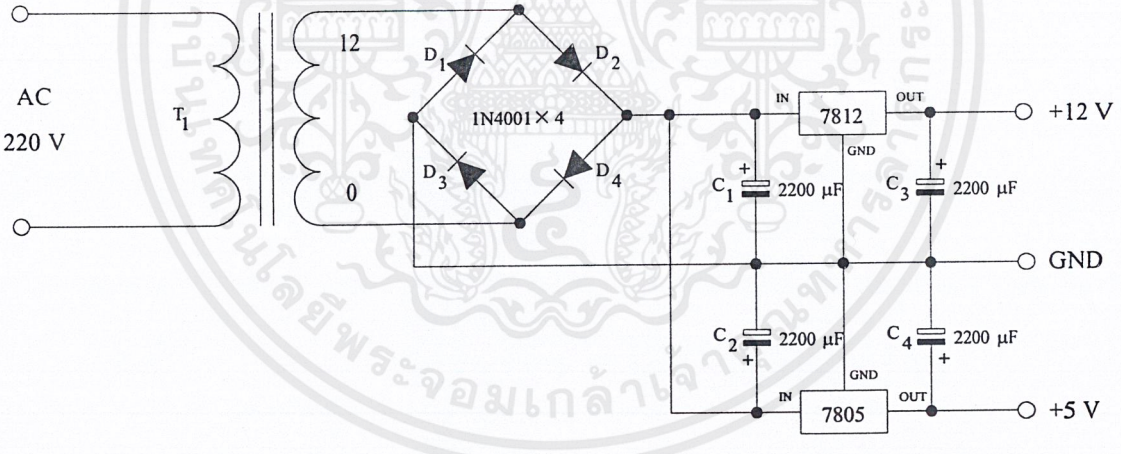
สำหรับส่วนหยุดการไหลของสารเหลว และการส่งสัญญาณเตือนไปยังแพทย์ จากส่วนตรวจสอบอากาศภายในสายให้สารเหลว ชุดควบคุมจะทำการส่งสัญญาณต่อไปยังชุดมอเตอร์ควบคุมการไหลของสารเหลว แล้วยังส่งสัญญาณเตือนไปยังแพทย์ เพื่อตรวจสอบอาการของผู้ป่วยได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโครงงาน

3.3 วงจรภาคจ่ายไฟ



รูปที่ 3.2 วงจรภาคจ่ายไฟ

การทำงานของวงจรภาคจ่ายไฟ

จากรูปที่ 3.2 เป็นวงจรภาคจ่ายไฟ +12 โวลต์ และ +5 โวลต์ โดยแรงดันไฟ +12 โวลต์ ที่ได้จากไอซีเบอร์ 7812 เป็นตัวป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่ตัวเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ ส่วนแรงดัน +5 โวลต์ ที่ได้จากไอซีเบอร์ 7805 จะป้อนแรงดันให้กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์, วงจรตรวจจับสารเหลวด้วยแสง และวงจรแสดงผล (Display)

จากรูปที่ 3.2 ทรานสฟอร์มเมอร์ T_1 จะทำหน้าที่แปลงไฟ เอซี 220 โวลต์ ลงให้เหลือเพียง 12 โวลต์ เพื่อป้อนให้กับวงจรบริดจ์เร็คติไฟเออร์ D_1-D_4 ได้แรงดันไฟตรงออกมาที่ฟิลเตอร์คาปาซิเตอร์ C_1 และ C_2 เท่ากับ 12 โวลต์ ไอซีเบอร์ 7812 และ 7805 ซึ่งเป็นหัวใจในการทำงานของวงจร โดยค่าแรงไฟเอาต์พุตที่ได้จากไอซี จะขึ้นอยู่กับไอซีเบอร์นั้น มีสเปกอย่างไร ทั้งนี้เราจะได้ค่าแรงดันไฟออกโดยประมาณ +12 โวลต์ ที่ไอซีเบอร์ 7812 และ +5 โวลต์ ที่ไอซีเบอร์ 7805 แรงไฟออกที่ขาเอาต์พุตของไอซีจะถูกฟิลเตอร์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นด้วยคาปาซิเตอร์ C_3 และ C_4

3.4 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เหตุผลที่เลือกใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ในโครงงานนี้ เพราะในการใช้งานส่วนใหญ่ต้องการตำแหน่งการหมุน และหยุดหมุนของมอเตอร์ที่แน่นอน รวมทั้งความต้องการแรงบิดที่แกนของมอเตอร์ที่สูงจึงทำให้เหมาะกับงานที่ต้องการคุณสมบัติดังกล่าว ซึ่งในงานประเภทนี้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทั่วๆ ไปไม่สามารถนำมาใช้งานได้ ถ้าใช้งานได้ก็คงต้องสร้างระบบเฟืองทดขึ้นมา และยุ่งยากกว่ามากแน่นอนการใช้งานคงจะดีเท่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์ไม่ได้ เพราะมอเตอร์ไฟกระแสตรงมีแรงบิดที่แกนต่ำ ถึงแม้ว่าจะมีความเร็วรอบที่อาจจะสูงกว่า และใช้งานง่ายกว่าก็ตาม ดังนั้นก็เป็นคำตอบง่ายๆ ในเบื้องต้นว่าทำไมจึงต้องนำสเต็ปปิ้งมอเตอร์มาใช้งาน และความจำเป็นต้องใช้งานหรือใช้งาน งานอะไรบ้างอาจจะกลายเป็นคำถามต่อมาก็ได้

สเต็ปปิ้งมอเตอร์สามารถนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง เพราะมีหลายขนาดจึงสามารถนำไปใช้ได้ แม้กระทั่งในงานจำพวกของเล่น, อุปกรณ์ใช้งานในรถยนต์, กล้องวีดีโอหรือกล้องถ่ายรูปในแบบที่เป็นการซูมอัตโนมัติหรือการกรอฟิล์มอัตโนมัติรวมไปถึงการประยุกต์ใช้ในระบบสายอากาศวิทยุติดรถยนต์ที่เป็นแบบชักขึ้น-ลงอัตโนมัติ และใช้งานในลักษณะที่ต้องการโครงสร้างของมอเตอร์ที่แข็งแรง, ใช้ในการควบคุมการปรับมุมเงยหรือมุมส่วน และปรับระยะโฟกัสของกล้องเทเลสโคปให้ทำงานในลักษณะอัตโนมัติหรือโปรแกรมการทำงานได้ เป็นต้น

นอกจากนั้นแล้ว เมื่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์ถูกออกแบบให้ใช้งานร่วมกับวงจรควบคุมลักษณะการหมุนได้ทั้งแบบหมุนต่อเนื่อง, หมุนทีละสเต็ปสำหรับการค้นหาตำแหน่งที่แน่นอนได้ ในการประยุกต์ใช้งานลักษณะเป็นตัวควบคุมการเลือกตำแหน่ง

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่นำมาใช้ในโครงงานนี้เป็นสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ ชนิด 5, 6 และ 8 เส้น ซึ่งสเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้มีจำหน่ายอย่างกว้างขวาง และมีใช้งานมากในตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันนี้ และสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบไบโพลาร์ซึ่งเป็นแบบเก่าชนิด 4 เส้นนั้นไม่สามารถนำมาใช้งานร่วมกับชุดควบคุมในโครงงานนี้ได้

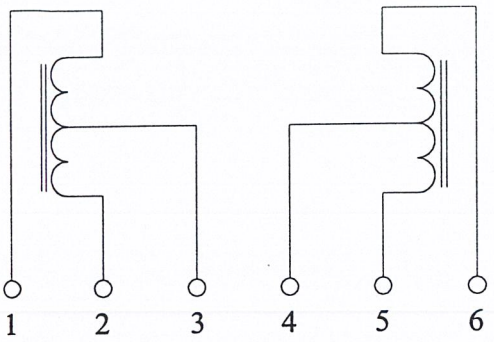
ยูนิโพลาร์สเต็ปปิ้งมอเตอร์ปัจจุบันบางครั้งจะมีแบบ 5 เส้น แต่โดยปกติ และส่วนมากแล้วจะมีแบบ 6 และ 8 เส้น เท่าที่พบ และมีใช้งานกันมากก็จะเป็นแบบ 6 และ 8 เส้น ในแบบ 6 และ 8 เส้น นี้เมื่อนำมาใช้งานในโครงงานนี้ก็จะทำการรวมขา 3 และ 4 เข้าด้วยกันก็จะเหลือเป็นแบบ 5 ขา ทันที และต่อใช้งานง่ายขึ้น สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์นี้จะมี 2 คอยล์ต่อขั้วสเตเตอร์หนึ่งขั้วในมอเตอร์แบบ 8 เส้น นั้นจะมีสองเส้นออกมาจาก 2 คอยล์จากสเตเตอร์คู่ที่จะยื่นออกมาภายนอกตัวมอเตอร์ส่วนในแบบ 6 เส้น นั้นจะมี 2 คอยล์ ในแต่ละขั้วสเตเตอร์ และจะทำการต่อขั้วข้างใดข้างหนึ่งของคอยล์เข้าหากันก่อนที่จะต่อปลายออกมาภายนอกตัวมอเตอร์

3.4.1 วิธีการวัดหาปลายของขดลวด

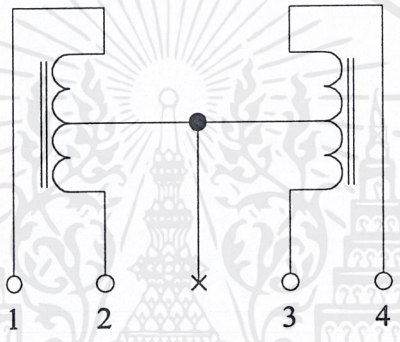
ในแบบ 6 เส้น สามารถตรวจหาคู่ของขดลวดภายในมอเตอร์ได้โดยอาศัยโอห์มมิเตอร์ตั้งย่านวัด ×1 โอห์ม สังเกตดูรูปที่ 3.3 (ก) จะประกอบด้วยขดลวดสองขดบนสเตเตอร์หนึ่งขั้ว ดังนั้นให้ใช้โอห์มมิเตอร์วัดปลายสายใดสายหนึ่งเป็นหลักแล้วทำการวัดอีกสายหนึ่งจะได้ค่าประมาณ 40 โอห์ม แสดงว่าเป็นการวัดเจอขดลวดหนึ่งขดแล้วอาจจะเป็นขดของ 1 กับ 3 หรือ 2 กับ 3 ก็ได้ ให้คงที่ปลายสายแรกไว้ แต่ให้ย้ายปลายสายที่สองไปวัดอีกเส้นหนึ่งจะได้ค่าความต้านทานเป็นสองเท่า แสดงว่าปลายสายหลักนั้นเป็นสายของเซนเตอร์แท็ปหรือขา 3 นั่นเอง ที่เหลือก็จะเป็นขา 1 หรือขา 2 ทำเช่นนี้กับการหาปลายสายของขดลวดที่เหลือ จากในรูปขา 1, 2 ก็คือ A,B และ 5, 6 คือ C, D แล้วนำไปต่อกับตำแหน่งขาบนชุดควบคุมให้ตรงกัน ส่วนขา 3, 4 นั้น จะต้องต่อรวมกันแล้วนำไปต่อที่ตำแหน่งไฟบวก (+) เท่านี้ก็จะสามารถควบคุมมอเตอร์ได้ ในแบบ 5 เส้น และแบบ 8 เส้น ก็มีหลักการหาขั้วปลายของขดลวด เช่นเดียวกัน แต่การรวมขาเซนเตอร์แท็ปนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.3 (ข) และรูปที่ 3.3 (ค) ตามลำดับ

แต่ส่วนมากแล้วสเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่มีมาตรฐานนั้นจะมีการระบุหรือกำหนดสีของสายไฟที่ต่อออกจากปลายขดลวดภายในออกมาสู่ภายนอกต่อใช้งานไว้เรียบร้อยพร้อมกับสัญลักษณ์ของขดลวดภายในด้วย โดยจะเป็นสติกเกอร์หรือลาเบลติดอยู่ที่ตัวถังมอเตอร์ ในบางผู้ผลิตอาจจะมีการบอกขนาดของแรงดันใช้งาน และกระแสแต่ละขดไว้ด้วย แต่ถึงอย่างไรก็ตาม หากต่อปลายขดลวดไม่ถูกต้อง เมื่อต่อเข้ากับชุดควบคุมก็จะไม่สามารถทำงานได้ หรืออาจจะต่อถูกบางเฟส และสลับเฟสกัน การทำงานก็จะทำงานเหมือนกันแต่จะทำงานในลักษณะหมุนไปตามสเต็ปที่ต่อสลับเฟสกันอยู่ อาจจะหมุนกลับไปมาในหนึ่งสเต็ปตลอดก็ได้ ซึ่งก็ยังถือว่าไม่ทำงาน ให้ทำการค้นหาปลายสายของขดลวดภายในมอเตอร์ใหม่ แล้วต่อตามตำแหน่งบนชุดควบคุมให้ถูกต้อง

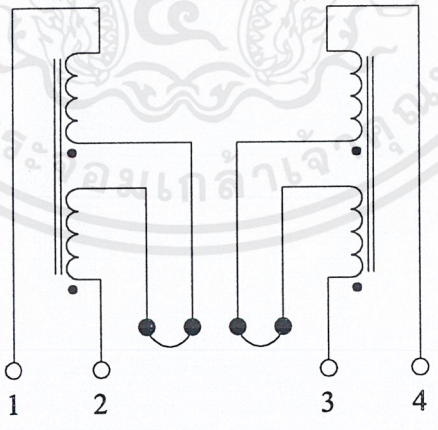
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ยูนิโพลาร์แบบ 6 เส้น



(ข) ยูนิโพลาร์แบบ 5 เส้น

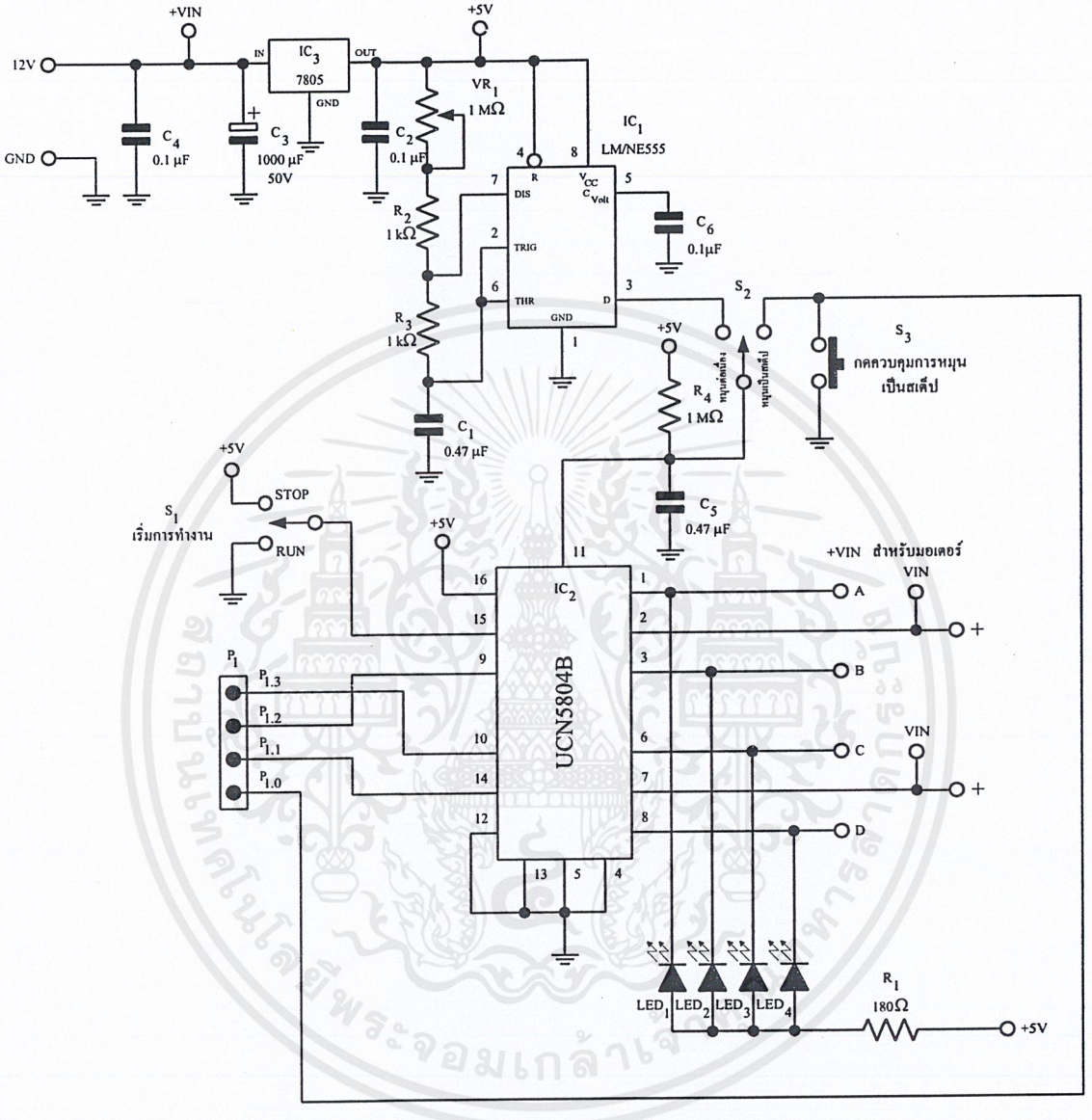


(ค) ยูนิโพลาร์แบบ 8 เส้น

รูปที่ 3.3 ลักษณะการต่อขาของสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การทำงานของวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์



รูปที่ 3.4 วงจรสมบูรณ์ของชุดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์

วงจรสมบูรณ์ของชุดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.4 วงจรก็ประกอบไปด้วยหลายส่วนประกอบหรือหลายส่วนที่เกี่ยวข้อง และต้องต่อร่วมกับไอซีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่นิยมใช้งานคือ UCN5804B ภายในตัวไอซีนี้ประกอบรวมเอาส่วนของทรานซิสเตอร์เพาเวอร์ไว้ภายในตัวทำให้สะดวกสบาย ในวงจรประกอบด้วย ส่วนสวิตช์ควบคุมการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุด LED แสดงผลการทำงานในแต่ละเฟส, ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกาฐานเวลาควบคุมความเร็ว, แหล่งจ่ายไฟ และไอซีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ด้วย ส่วนประกอบเหล่านี้จึงทำให้สามารถที่จะควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ให้หมุนได้ต่อเนื่อง หรือแบบเป็นสเต็ปทั้งแบบหมุนเร็ว และช้า นอกจากนั้นแล้วยังควบคุมทิศทางการหมุนได้ทั้งหมุนตามเข็มหรือทวนเข็มนาฬิกาได้ นอกจากหน้าที่เหล่านี้สวิตช์ควบคุมยังทำการควบคุมรูปแบบการขับมอเตอร์ได้ด้วยพร้อมกับการหยุดหมุนโดยขณะที่ทำงานอยู่ได้คล้ายกับเป็นการเบรก

IC_1 ถูกจัดวงจรให้เป็นวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่สามารถปรับความถี่ได้ด้วย VR_1 ที่ต่อร่วมกับ R_2, R_3, และ C_1 เป็น RC ค่าเวลาคงที่ให้พัลส์ความถี่ออกมาทางขา 3 ผ่านสวิตช์ S_2 ทำหน้าที่เลือกรูปแบบการควบคุมมอเตอร์ว่าจะเป็นการหมุนแบบต่อเนื่องปรับความเร็วได้หรือการหมุนแบบเป็นสเต็ปในตำแหน่งการหมุนแบบเป็นสเต็ปนี้จะทำงานร่วมกับสวิตช์ S_3 ทำการควบคุมการหมุนตามการกดที่สวิตช์โดยมี R_4 และ C_5 ต่อวงจร เพื่อแก้การดีเบาซ์สวิตช์ สัญญาณพัลส์จากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาจะมาเข้าขาอินพุตพัลส์สเต็ปที่ขา 11 ของ IC_2 ต่อจากนั้นรูปแบบการขับ และทิศทางการหมุนของมอเตอร์จะถูกควบคุมด้วยสวิตช์ที่ต่อทางอินพุตควบคุมของ IC_2 ประกอบด้วยสวิตช์ S_1 และต่อไปยังพอร์ต P1.0-P1.3 ซึ่งอยู่ในชุดควบคุม (MCS-51)

สวิตช์ S_1 เป็นสวิตช์ควบคุมการหมุนในลักษณะหมุนหรือหยุดหมุน (ON หรือ OFF) ส่วนควบคุมการหมุนของมอเตอร์ จะต่อไปยัง P1.0, ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ (หมุนซ้ายหรือขวา) ถูกต่อไปยัง P1.1 และการเลือกรูปแบบการหมุนของมอเตอร์ จะต่อไปยัง P1.2 และ P1.3 ของ IC_2 โดยการเลือกรูปแบบการขับทางเอาต์พุต สามารถดูตามตารางที่ 3.1 ซึ่งต้องทำการเซตตำแหน่งพอร์ต P1.2 และ P1.3 ตามความต้องการให้หมุนโดยเลือกได้ทั้งแบบทีละสเต็ป, หนึ่งเฟส, สองเฟส หรือเป็นการเบรก (หยุดหมุนในขณะที่ทำการขับออกทางเอาต์พุตที่ตำแหน่งเฟสใดเฟสหนึ่งของมอเตอร์ในนี้กำหนดไว้ที่เฟสของขดลวด A) ในการเบรกจังหวะนี้จะทำให้แกนมอเตอร์ไม่เกิดการลื่นไถลหรือหมุนด้วยมือเปล่าได้ต่างจากการหยุดหมุนที่ไม่มีการขับออกทางเอาต์พุต เพราะสามารถที่จะหมุนแกนมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ได้ด้วยมือเปล่า

LED_1-LED_4 ที่ต่ออยู่ทางเอาต์พุตของแต่ละเอาต์พุตนั้นจะเป็นตัวแสดงผลการขับของแต่ละเอาต์พุต โดยเมื่อเอาต์พุตใดถูกขับขณะนั้น LED ที่ประจำอยู่ในเอาต์พุตนั้นก็จะติดสว่างด้วย โดยมี R_1 เป็นตัวจำกัดกระแสให้กับ LED

ที่ตำแหน่ง +VIN สำหรับมอเตอร์นั้น สามารถรับได้สูงสุด 35 โวตล์ 1.25 แอมป์ แบบต่อเนื่องจึงสามารถต่อขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้หลายขนาด และการใช้งานกว้างขึ้นในตำแหน่งของ VR_1 นั้น หากต้องการค่าอัตราการหมุนที่ช้าที่สุด สามารถเปลี่ยนค่า VR_1 เป็นค่า 5-10 เมกะโอห์ม ได้ ส่วน IC_3 เป็นเรกูเลต 5 โวตล์ สำหรับไฟเลี้ยงภายในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 รูปแบบการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

โหมดการขับ	P1.3	P1.2
สองเฟส	0	1
หนึ่งเฟส	1	0
½ เฟส	0	1
หยุด	1	1

3.5 วงจรตรวจสอบสารเหลว

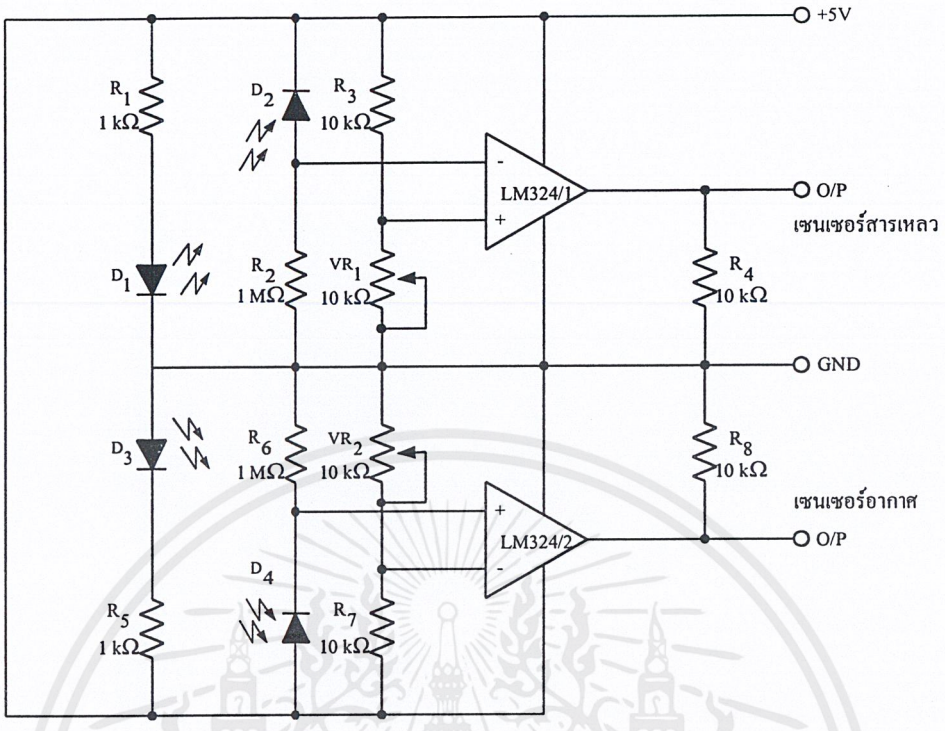
การทำงานของวงจรตรวจสอบสารเหลว

การทำงานของวงจรเซนเซอร์แบ่งออกเป็นสองส่วนด้วยกัน คือ ส่วนวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ และส่วนของวงจรตรวจจับอากาศในสายน้ำเกลือ ซึ่งการทำงานของทั้งสองวงจร มีลักษณะการทำงานที่เหมือนกัน คือ จะประกอบด้วย ส่วนหลักๆ อยู่ 2 ส่วน คือ ชุดอุปกรณ์ตรวจจับ ซึ่งได้แก่โฟโต้ไดโอด ทำหน้าที่ส่ง และรับแสง และส่วนของวงจรออปแอมป์เปรียบเทียบแรงดัน

ลักษณะการทำงาน แหล่งจ่ายไฟในวงจรใช้แรงดันไฟตรง 5 โวลต์ จ่ายไฟให้กับส่วนต่างๆ ของวงจร โดยที่ D_1 และ D_3 เป็นโฟโต้ไดโอดใช้สำหรับเปล่งแสงอินฟราเรด ส่วน D_2 และ D_4 เป็นโฟโต้ไดโอดใช้สำหรับรับแสงอินฟราเรด เนื่องจากลักษณะการต่อเป็นแบบไบแอสกลับ ดังนั้นเมื่อ D_2 และ D_4 ได้รับแสงอินฟราเรดจะทำให้ D_2 และ D_4 สามารถนำกระแสได้ ทำให้มีกระแสไหลผ่านและไบแอสให้กับออปแอมป์ ส่วน VR_1 และ VR_2 ทำหน้าที่ปรับความไวในการทำงานของวงจร คือ จะทำการปรับระดับของแรงดันที่ไบแอสให้กับออปแอมป์ จากหลักการทำงานดังกล่าว จะทำให้ในสภาวะที่ไม่มีวัตถุตัดผ่าน จะทำให้เอาต์พุตของวงจรมีสภาวะเป็นลอจิก “0” หรือมีแรงดันเอาต์พุตเป็น 0 โวลต์ เนื่องจากออปแอมป์ไม่ทำงาน และไม่มีการขยายสัญญาณ เมื่อมีวัตถุตัดผ่านหรือบังแสงอินฟราเรดจะทำให้เอาต์พุต ของวงจรมีค่าเป็นลอจิก “1” หรือมีเอาต์พุต เป็น 5 โวลต์ เนื่องจากออปแอมป์มีการทำงาน และทำการขยายสูงสุดจึงทำให้ได้แรงดันเอาต์พุต เท่ากับแหล่งจ่ายแรงดันที่ป้อนให้กับออปแอมป์ คือ 5 โวลต์

ซึ่งเอาต์พุตของวงจรตรวจสอบอากาศนำไปต่อเข้ากับชุดควบคุมทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยเข้าขาอินเตอร์รัพท์ $\overline{\text{INT0}}$ และส่วนวงจรตรวจสอบสารเหลวนำไปต่อที่ขาอินเตอร์รัพท์ $\overline{\text{INT1}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรตรวจสอบสารเหลว

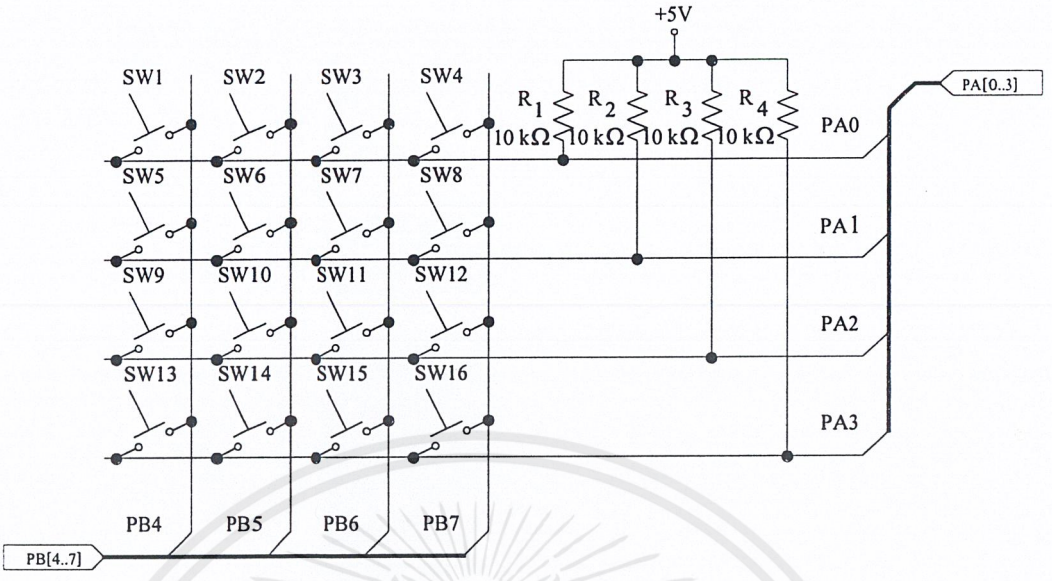
3.6 ชุดสวิตช์เมตริกซ์

การทำงานของชุดสวิตช์เมตริกซ์

จากรูปที่ 3.6 เป็นชุดสวิตช์เมตริกซ์แบบ 4×4 แบ่งออกเป็น 4 แถว และ 4 คอลัมน์ โดยขาข้างหนึ่งของแต่ละแถว และแต่ละแถวคอลัมน์จะถูกต่อถึงกันหมด ในการทำงานจะใช้พอร์ต PA [0..3] เป็นอินพุตพอร์ต และพอร์ต PB[4..7] เป็นเอาต์พุตพอร์ต ส่วน R_1-R_4 ทำการต่อแบบพุชพูล โดยเป็นตัวจำกัดกระแส ซึ่งป้อนแรงดัน +5 โวลต์ให้กับชุดสวิตช์เมตริกซ์

การทำงานของชุดสวิตช์เมตริกซ์นี้จะเริ่มจากรับสัญญาณสแกนไลน์ทางพอร์ต PB[4..7] ของ 8255 มาทำการตรวจเช็คว่ามีการกดสวิตช์ใดๆ หรือไม่ โดยสถานะปกติของสวิตช์ที่ไม่ถูกกดเป็นลอจิก “1” (ต่อสวิตช์กับ +5V) เมื่อมีการกดสวิตช์ใดๆ จะทำให้สถานะของสวิตช์นั้นๆ เป็นลอจิก “0” และนำสัญญาณต่อไปยังพอร์ต PA[0..3] ของ 8255 ซึ่งเรียกสัญญาณนี้ว่ารีซิฟไลน์ เพื่อสำหรับตรวจรับค่าคีย์บอร์ดที่ถูกกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ชุดสวิตช์เมตริกซ์

3.7 ชุดควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

การทำงานของวงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

การทำงานใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 เป็นหลัก ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ที่เป็นแบบ 40-PIN DIP ซึ่งชุดควบคุมนี้จะรับอินพุตเข้ามาสองทาง คือ จากชุดสวิตช์เมตริกซ์ และจากวงจรตรวจสอบสารเหลว โดยใช้พอร์ต PA[0..3], PB[4..7] และ $\overline{\text{INT0}}$, $\overline{\text{INT1}}$ ตามลำดับ ส่วนเอาต์พุตนั้นชุดควบคุมก็มีเอาต์พุตสองทางเหมือนกัน คือ การส่งสัญญาณออกไปควบคุมทิศทางการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ และการส่งสัญญาณข้อมูลออกไปแสดงผลบนจอ แอลซีดีโมดูล โดยใช้พอร์ต P1[0..3] และP2[0..7] ตามลำดับ

3.8 วงจรแสดงผล

การทำงานของวงจรแสดงผล

การทำงานของวงจรแสดงผลนี้ ซึ่งตัวแสดงผลจะใช้ แอลซีดีโมดูล ชนิดแสดงผลเป็นภาษาอังกฤษ แบบ 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด โดยจะรับสัญญาณอินพุตมาจากชุดควบคุม โดยต่อออกทางพอร์ต P2[0..7] มาแสดงผลออกบนจอ แอลซีดีโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 การทดลองวงจรชุดตรวจสอบสารเหลว

4.1.1 การทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านกระเปาะพักน้ำ

การทดลองนี้เป็นการทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านกระเปาะน้ำทั้งสามชนิด ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านกระเปาะพักน้ำ

ขนาดกระเปาะพักน้ำ	ผลการทดลอง
15 หยดต่อมิลลิลิตร	สามารถส่ง และรับแสงได้
40 หยดต่อมิลลิลิตร	สามารถส่ง และรับแสงได้
60 หยดต่อมิลลิลิตร	สามารถส่ง และรับแสงได้

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองตามตารางที่ 4.1 จะแสดงให้เห็นว่าวงจรชุดตรวจสอบสารเหลวสามารถทำการตรวจสอบผ่านกระเปาะพักน้ำทั้งสามชนิดได้

4.1.2 การทดลองตรวจสอบการรับ และส่งแสงอินฟราเรดผ่านสารเหลวชนิดต่างๆ

การทดลองนี้เป็นการทดลองตรวจสอบการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านสารเหลวชนิดต่างๆ ซึ่งมีสีและชนิดของสารเหลวที่แตกต่างกัน ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองตรวจสอบการรับ และส่งแสงอินฟราเรดผ่านสารเหลวชนิดต่างๆ

ชนิดของสารเหลว	ผลการทดลอง
น้ำผสมสีแดง	สามารถตรวจสอบได้
น้ำเกลือ	สามารถตรวจสอบได้
น้ำ	สามารถตรวจสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองวงจรตรวจสอบสารเหลวสามารถทำการตรวจสอบสารเหลวที่มีสี และชนิดของสารที่แตกต่างกันได้

4.1.3 การทดลองวัดค่าแรงดัน

การทดลองนี้เป็นการการทดลองวัดแรงดันที่ได้จากชุดตรวจสอบการหยดของสารเหลว ว่ามีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การวัดค่าแรงดันที่ได้จากชุดตรวจสอบสารเหลว

สถานะ	แรงดันเอาต์พุต
ขณะไม่มีหยดน้ำ	0 โวลต์
ขณะมีหยดน้ำ	4.3 โวลต์

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองตามตารางที่ 4.3 จะแสดงให้เห็นว่าขณะที่ไม่มีหยดน้ำผ่าน แรงดันที่ได้จะได้เท่ากับ 0 โวลต์ และขณะที่มีหยดน้ำผ่านแรงดันที่ได้จะได้เท่ากับ 4.3 โวลต์

4.2 การทดลองวงจรชุดตรวจสอบอากาศ

การทดลองนี้เป็นการทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านสายจ่ายสารเหลว ในขณะที่มีอากาศ และไม่มีอากาศ ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการส่ง และรับแสงอินฟราเรดผ่านสายจ่ายสารเหลว

สถานะ	แรงดันเอาต์พุต
ขณะไม่มีอากาศ	0 โวลต์
ขณะมีอากาศ	4.3 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองตามตารางที่ 4.4 จะแสดงให้เห็นว่าวงจรชุดตรวจสอบอากาศภายในสายจ่ายสารเหลว สามารถทำการตรวจสอบได้ คือ เมื่อภายในสายจ่ายสารเหลวไม่มีอากาศเข้ามาชุดตรวจสอบจะได้แรงดันเอาต์พุตเป็น 0 โวลต์ และเมื่อมีอากาศเข้ามาจะได้แรงดันเอาต์พุตเป็น 4.3 โวลต์

4.3 การทดลองวงจรสเต็ปปิ้งมอเตอร์

4.3.1 การทดลองทิศทางการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

การทดลองนี้เป็นการทดลองควบคุมทิศทางการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ว่ามีทิศทางการหมุนเป็นอย่างไร ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองควบคุมทิศทางการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

P1.1	ทิศทางการหมุน
0	หมุนไปทางซ้าย
1	หมุนไปทางขวา

ผลการทดลอง

จากการทดลองตามตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าหากเราป้อนลอจิก “0” ให้แก่วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ จะทำให้มอเตอร์หมุนซ้าย และถ้าหากเราป้อนลอจิก “1” ให้แก่วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะทำให้มอเตอร์หมุนขวา ดังนั้นวงจรสามารถควบคุมทิศทางการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้

4.3.2 การทดลองปรับเปลี่ยนเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

การทดลองนี้เป็นการทดลองการปรับเปลี่ยนเฟสการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ว่ามีการปรับเปลี่ยนเฟสในการหมุนอย่างไร ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการปรับเปลี่ยนเฟสการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

โหมดการขับ	P1.2	P1.3
2 เฟส	0	0
1 เฟส	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการทดลองการปรับเปลี่ยนเฟสการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

โหมดการขับ	P1.2	P1.3
½ เฟส	0	1
หยุด	1	1

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองตามตารางที่ 4.6 จะแสดงให้เห็นว่าหากเราป้อนลอจิก “0”, “0” โหมดการขับที่ได้จะเป็น 2 เฟส หากป้อนลอจิก “1”, “0” จะได้ 1 เฟส ป้อนลอจิก “0”, “1” จะได้ ½ เฟส และหากป้อน “1”, “1” จะหยุดไม่มีการหมุนปรับเปลี่ยนเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ดังนั้นวงจรนี้สามารถควบคุมเฟสการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา

5.1 บทสรุป

จากการทำงานของเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ จะพบว่าตัวเครื่องสามารถทำงานควบคุมการให้สารเหลวได้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้มีความสะดวก และคล่องตัวในการใช้งานของเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติมากขึ้น

ข้อดี ของเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ คือ มีความสะดวกในการใช้งานโดยไม่ต้องมีการดูแลการจ่ายสารเหลวให้ยุ่งยาก โดยเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัตินี้จะสามารถควบคุมการทำงานของตัวมันเองโดยอัตโนมัติได้ และมีราคาถูกกว่าเครื่องที่มีใช้ในปัจจุบันมาก

ข้อจำกัด ของเครื่องจ่ายสารเหลวอัตโนมัติ คือ ไม่สามารถใช้กับสายจ่ายสารเหลวขนาดอื่นๆ ได้ โดยเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัตินี้จะใช้กับสายขนาด 60 มิลลิลิตร/1 นาที เท่านั้น และค่าความละเอียดของสารเหลวที่ไม่สามารถที่จะปรับให้มีความละเอียด เนื่องจากขึ้นอยู่กับค่าความละเอียดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

ในการจัดทำเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ สามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

1) วงจรตรวจสอบสารเหลว ไม่สามารถตรวจสอบได้

แนวทางการแก้ไข ทำการเปลี่ยนวงจรชุดตรวจสอบสารเหลว โดยใช้หลักการวงจรเปรียบเทียบแรงดัน และทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ในการตรวจสอบทั้งตัวส่ง และตัวรับเป็นโฟโต้ไดโอด

2) แรงดันทางเอาต์พุตของชุดวงจรตรวจสอบสารเหลวมีค่าของแรงดันไม่เพียงพอ

แนวทางการแก้ไข นำ IC Buffer มาต่อเพื่อปรับระดับแรงดันที่เอาต์พุตให้มีค่าเพียงพอต่อการนำไปใช้งาน

3) การบีบสายจ่ายสารเหลวโดยใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยตรงไม่สามารถบีบสายจ่ายสารเหลวให้หยุดไหลได้

แนวทางการแก้ไข ทำการเปลี่ยนรูปแบบการบีบสายจ่ายสารเหลวใหม่โดยใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ขับเคลื่อนแกนเลื่อนเพื่อบีบสายจ่ายสารเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ชุดควบคุมซึ่งใช้คริสตอลค่า 11.0592 MHz ทำให้การคำนวณค่าต่างๆ สามารถทำได้ยาก **แนวทางการแก้ไข** ทำการเปลี่ยนคริสตอลค่า 12.000 MHz มาใช้แทนเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณค่าต่างๆ

5.3 แนวทางการพัฒนา

1) การออกแบบตัวเครื่องควรจะทำให้ใช้ได้กับสายจ่ายสารเหลวได้ทุกขนาด

2) ควรเพิ่มความละเอียดในการจ่ายสารเหลวให้มาก และให้มีความเที่ยงตรง

3) ควรให้เครื่องสามารถตรวจสอบอาการของผู้ป่วย และกำหนดขนาดของสารเหลว และควบคุมการให้สารเหลวได้โดยอัตโนมัติ

4) ควรให้เครื่องสามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือสั่งงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

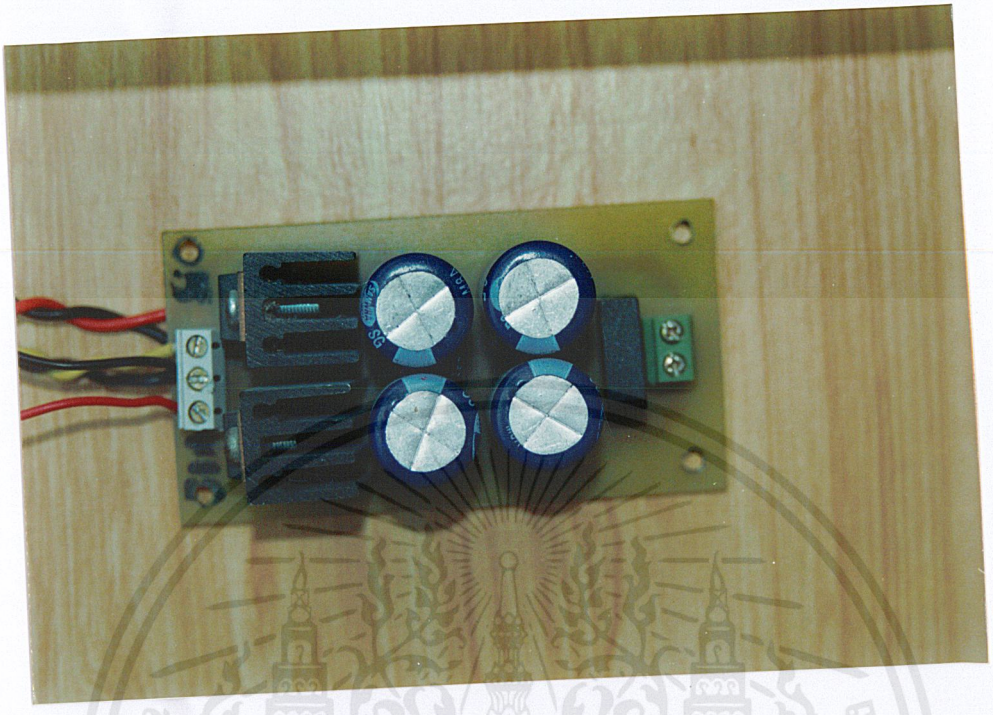
ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

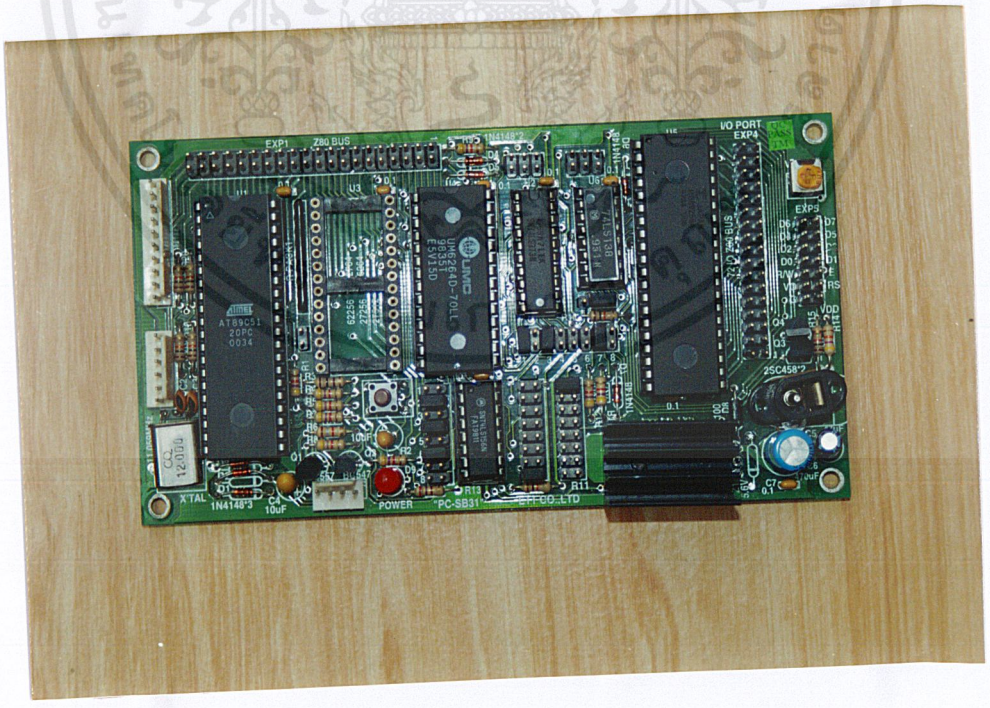
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ

รูปที่ ก.2 ด้านหลังของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

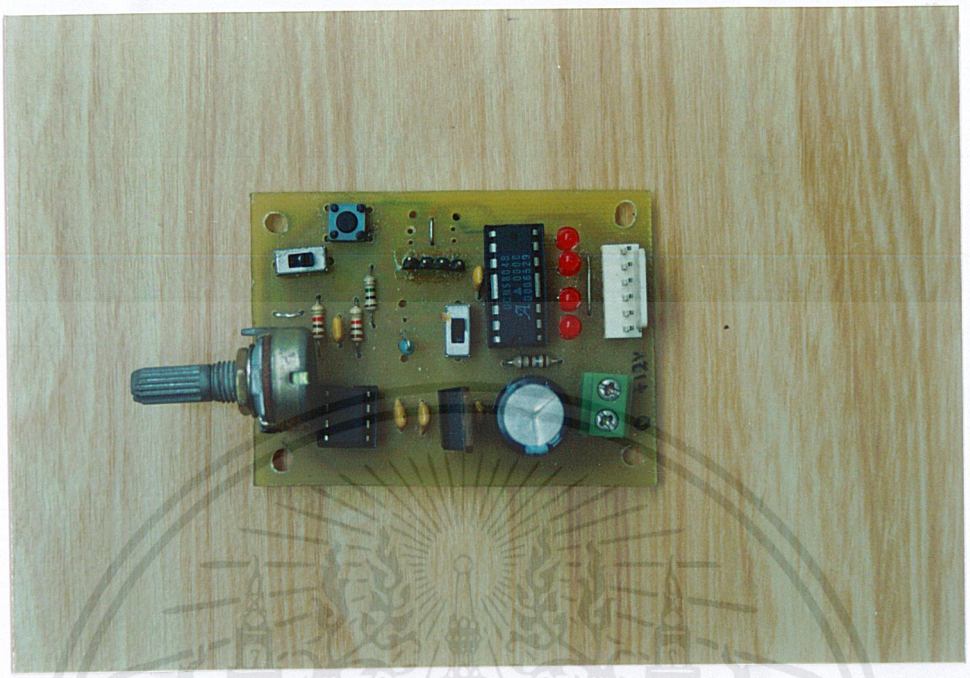


รูปที่ ก.3 วงจรภาคจ่ายไฟ

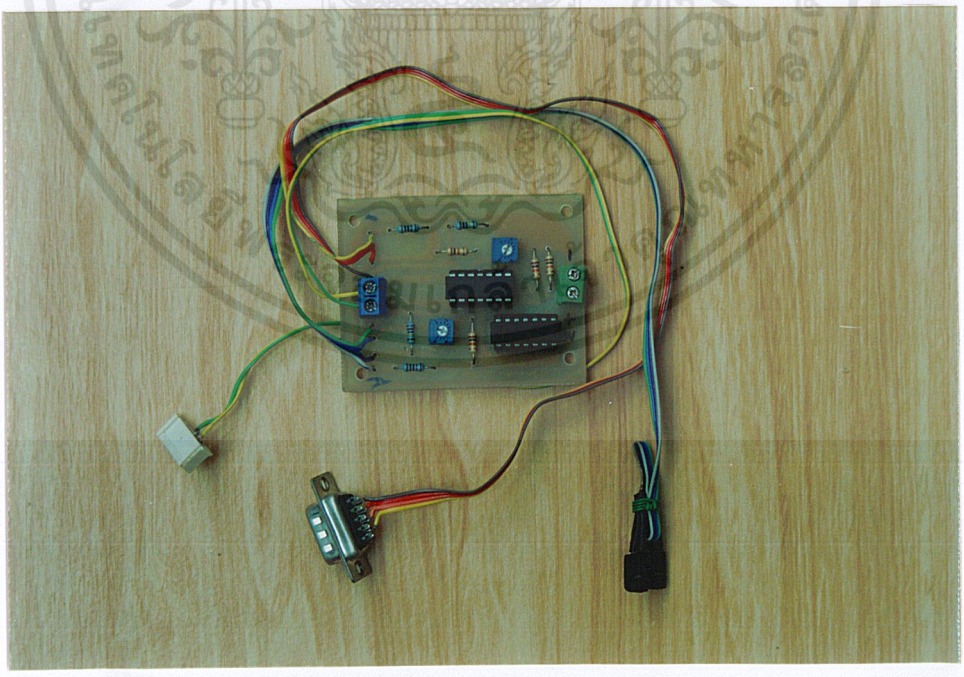


รูปที่ ก.4 วงจรชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

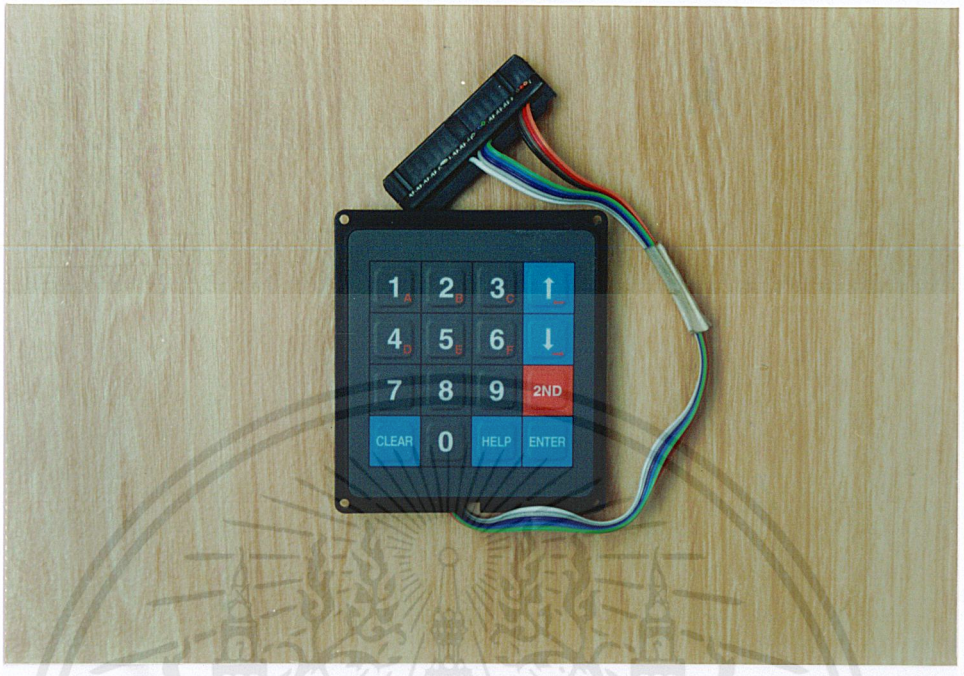


รูปที่ ก.5 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

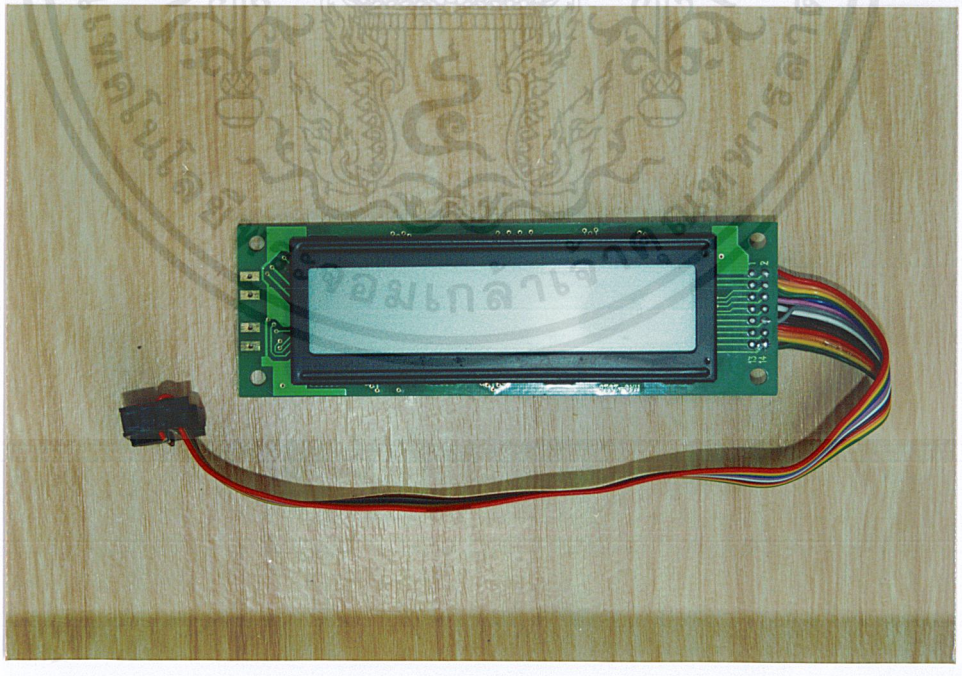


รูปที่ ก.6 วงจรตรวจสอบสารเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

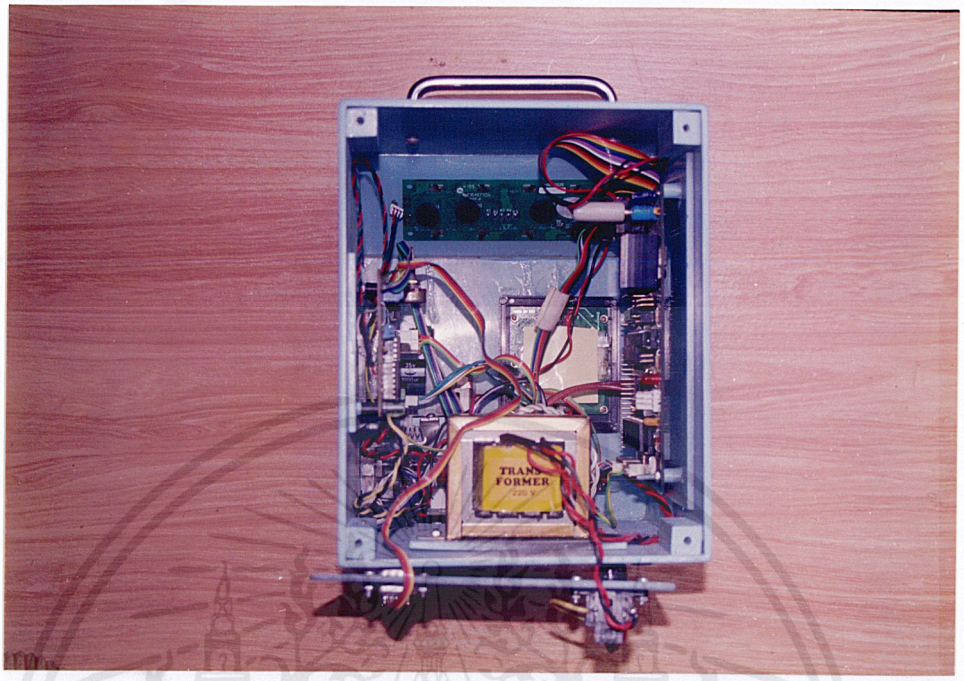


รูปที่ ก.7 ชุดสวิตช์เมตริกซ์

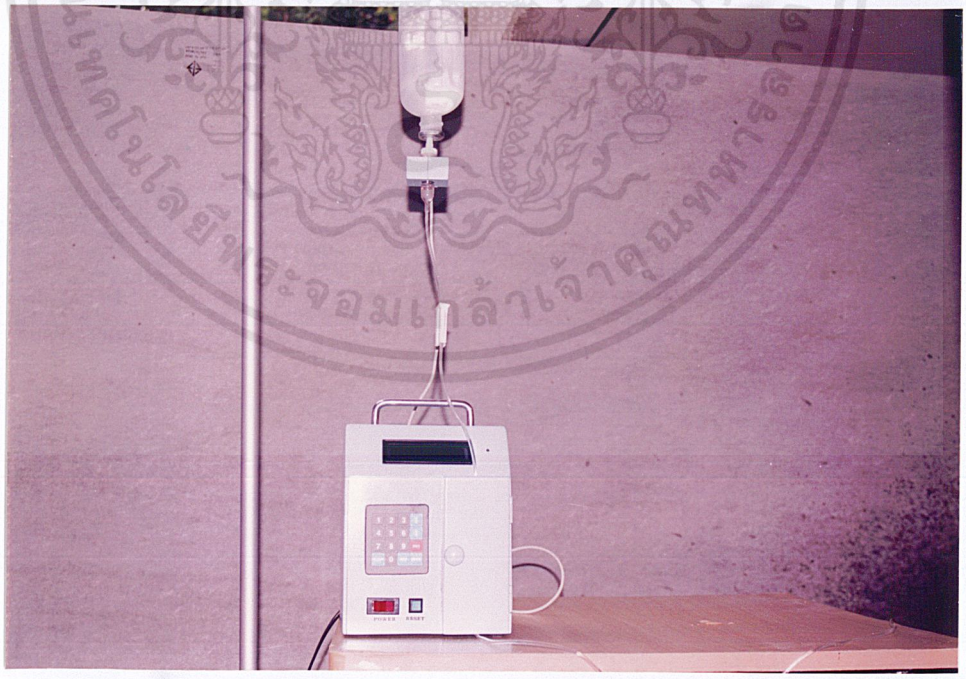


รูปที่ ก.8 ชุดแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 การต่ออุปกรณ์ภายในกล่องควบคุมเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ



รูปที่ ก.10 ขณะใช้งานเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ

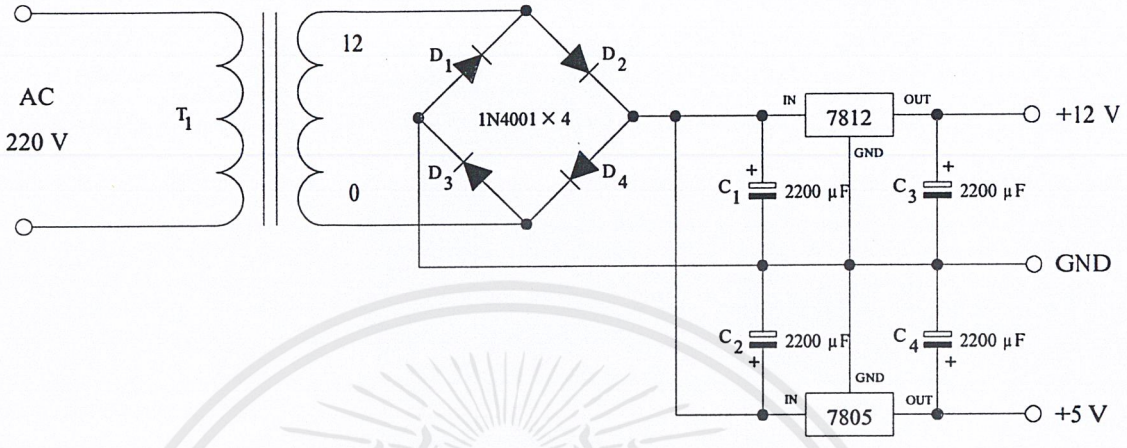
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

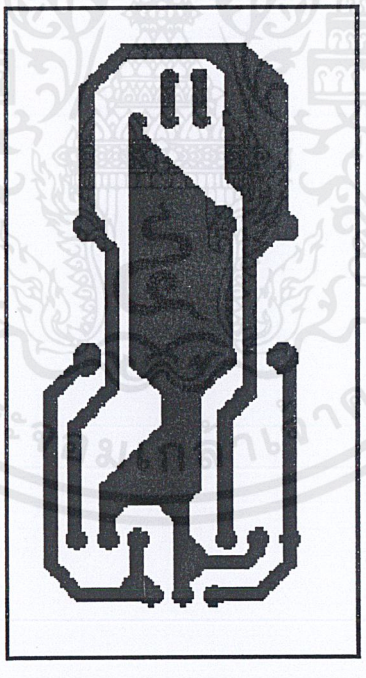
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วงจรภาคจ่ายไฟ



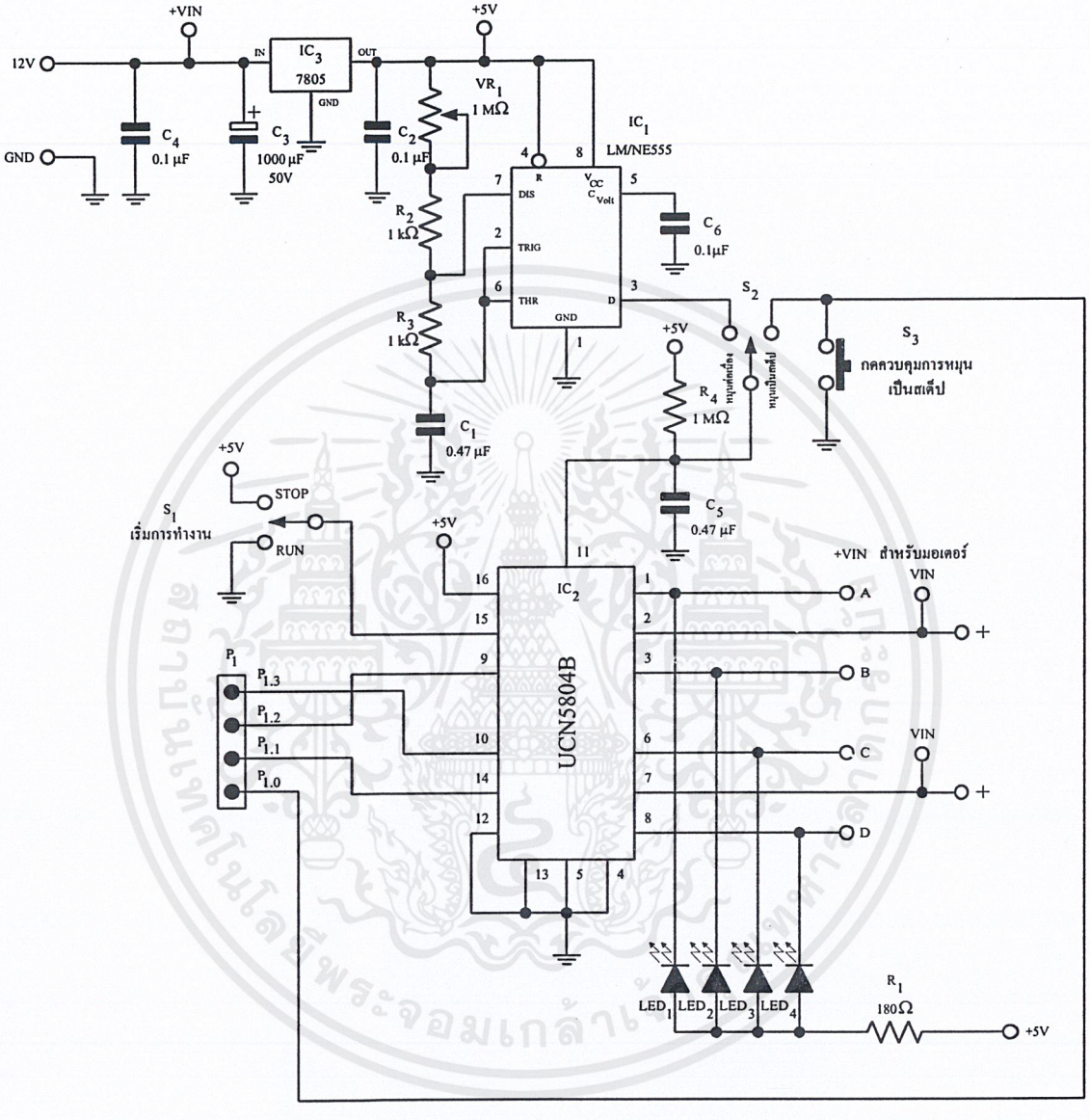
รูปที่ ข.1 วงจรภาคจ่ายไฟ



รูปที่ ข.2 ลายวงจรภาคจ่ายไฟ

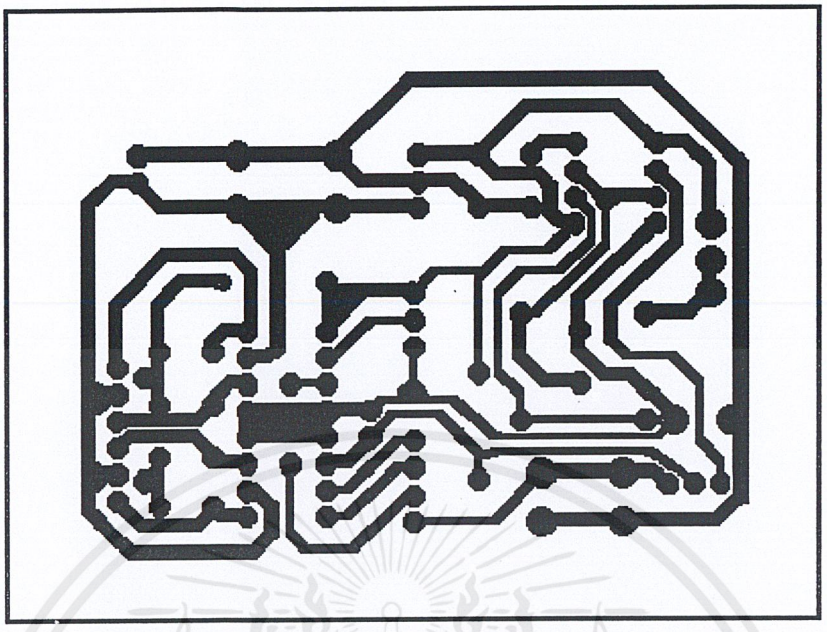
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์



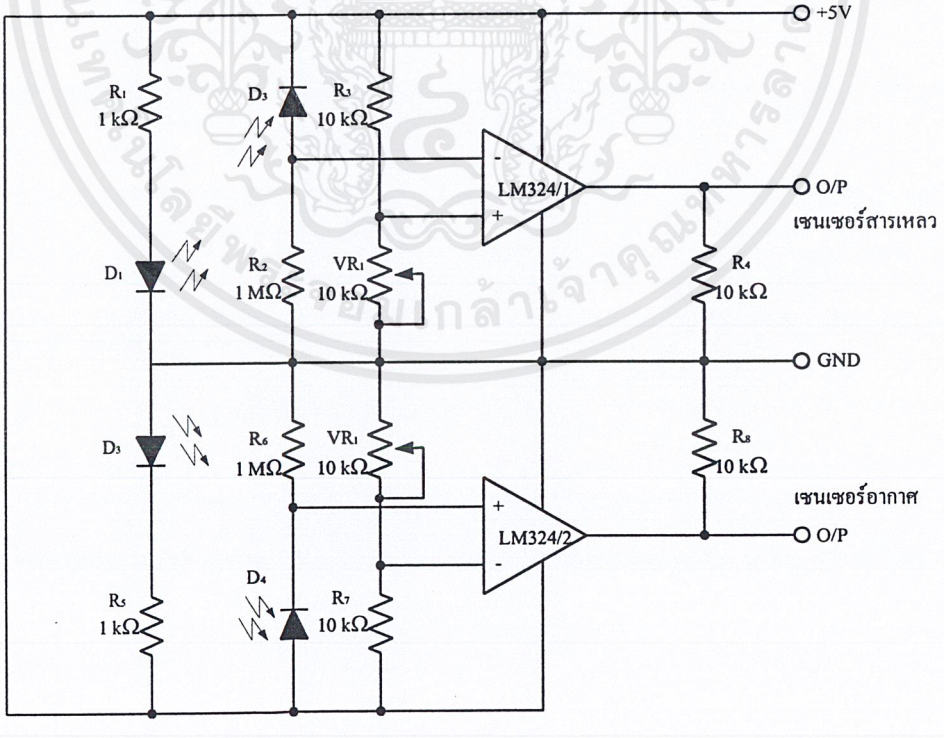
รูปที่ ข.3 วงจรสมบูรณ์ของชุดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



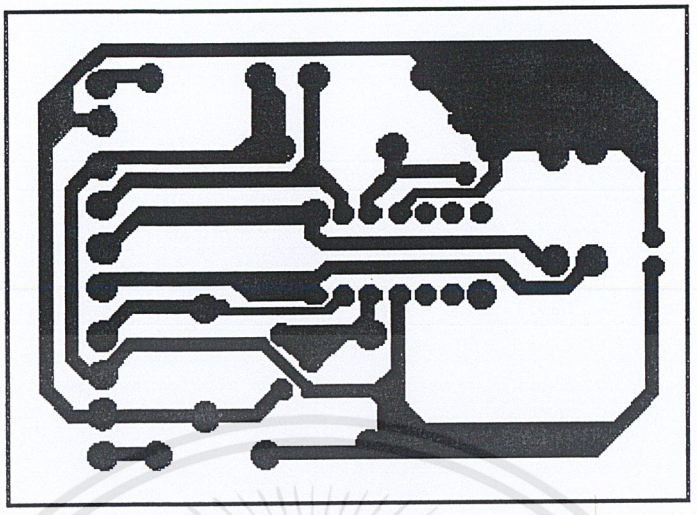
รูปที่ ข.4 ลายวงจรสมบูรณ์ของชุดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์

3. วงจรตรวจสอบสารเหลว



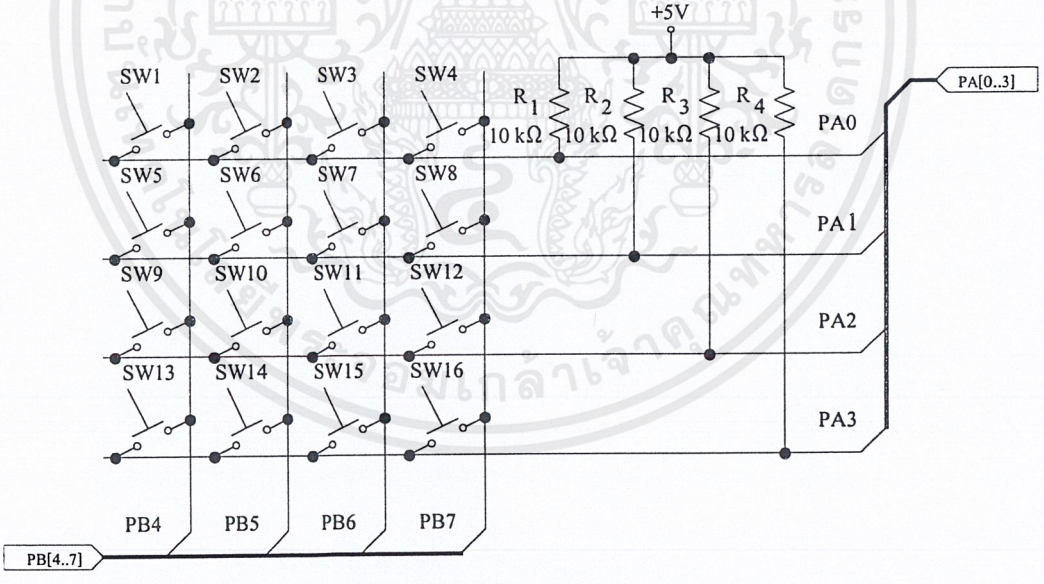
รูปที่ ข.5 วงจรตรวจสอบสารเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 ลายวงจรตรวจสอบสารเหลว

4. ชุดสวิตช์แมทริกซ์



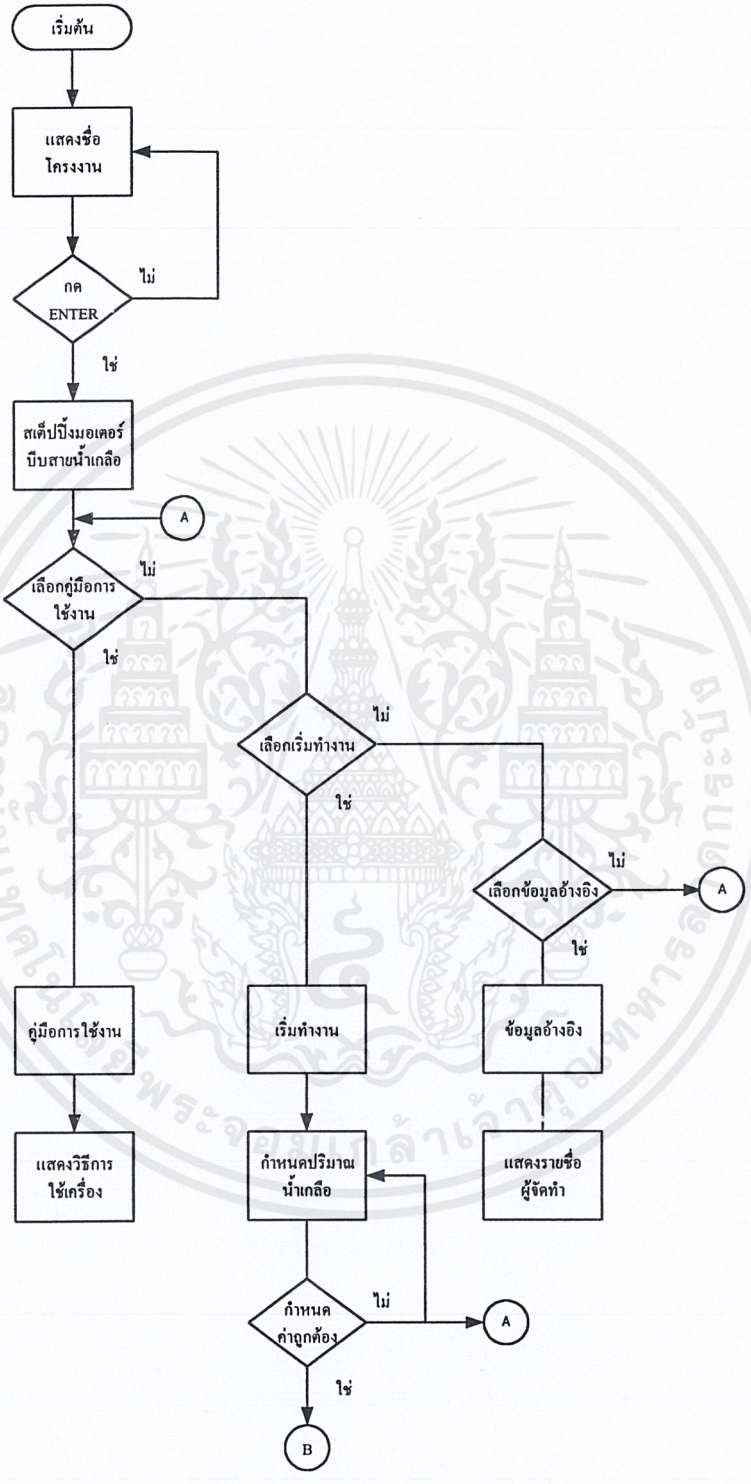
รูปที่ ข.7 ชุดสวิตช์แมทริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

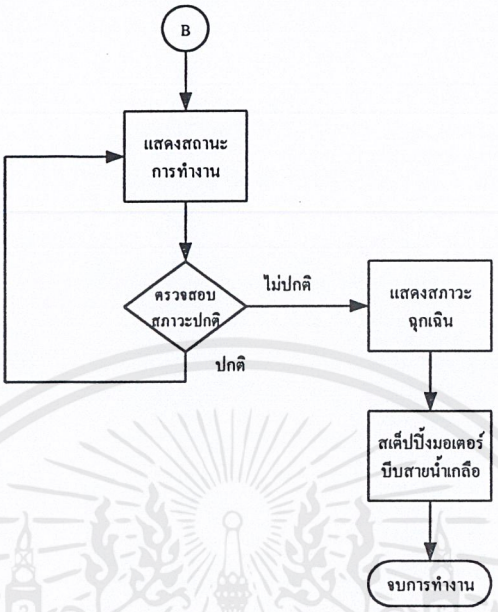
ผังการทำงานและโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 (ต่อ) ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ

```
;-------------------------------------------------------
;** PROGRAM : AUTOMATIC LIQUID SUPPLY TO BLOOD VESSEL  **
;** DATE    : APRIL,04,2001                            **
;** CREATOR : ED_ENGINEER21, KMITL, BANGKOK, THAILAND  **
;-------------------------------------------------------

PORT_A          EQU         0E0E0H
PORT_B          EQU         PORT_A+1
PORT_C          EQU         PORT_A+2
PORT_CT         EQU         PORT_A+3

COMMAND         EQU         0E0C0H
READBUSY        EQU         COMMAND+1
WRITEDATA       EQU         COMMAND+2
READDATA        EQU         COMMAND+3

TIME_0          EQU         65536-50000
PORT_RUN        EQU         P1.0
PORT_DIR        EQU         P1.1

TIME10S         EQU         2FH
DPL_UP          EQU         30H
DPH_UP          EQU         31H
DPL_DW          EQU         32H
DPH_DW          EQU         33H

VALUE           EQU         34H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DROP            EQU         37H
COUNT           EQU         38H

                ORG         0000H
                LJMP        ENTRY

                ORG         0003H
                LJMP        INT_EXT0

                ORG         000BH
                LJMP        INT_T0

                ORG         0013H
                LJMP        INT_EXT1

; --------------
; Entry program.
; --------------

                ORG     0020H
                $INCLUDE "MAIN.ASM"

ENTRY:          MOV     SP,#0FH
                LCALL   INIT_SYS        ; call initial system
                LCALL   INIT_LCD        ; call initial lcd
                LCALL   CREATE_ASCII
                LCALL   WIRE_ON
                LJMP    LOGO_UP         ; jump show logo

MAIN:           MOV     SP,#0FH
                LCALL   CLR_LCD

                LCALL   WIRE_OFF

                MOV     A,#80H          ; show ascii line04
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     DPTR,#LINE04
                LCALL   SHOW
                MOV     A,#0C0H         ; show ascii line05
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     DPTR,#LINE05
                LCALL   SHOW
                LCALL   SCAN_KEY        ; check key
                CJNE    A,#01H,$+6      ; key 1 for manual
                LJMP    MANUAL
                CJNE    A,#02H,$+6      ; key 2 for start
                LJMP    START
                CJNE    A,#03H,$-15     ; key 3 for about
                LJMP    ABOUT

; ------------------------
; Subroutine user manual.
; ------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MANUAL:         LCALL   CLR_LCD          ; clear lcd
                LCALL   SHOW_TIP         ; show tip
                LCALL   CLR_LCD          ; clear lcd
                MOV     R4,#00H

MAMUAL0:        MOV     A,#80H
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     DPTR,#LINE17     ; show manual 1_up
                MOV     DPL_UP,DPL       ; push dptr lcd_up
                MOV     DPH_UP,DPH
                LCALL   SHOW
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     DPTR,#LINE18     ; show manual 1_down
                MOV     DPL_DW,DPL       ; push dptr lcd_up
                MOV     DPH_DW,DPH
                LCALL   SHOW

MANUAL1:        LCALL   SCAN_KEY         ; call scan key
                CJNE    A,#0AH,MANUAL2   ; check key up
                CJNE    R4,#00H,$+6
                LJMP    MANUAL1
                DEC     R4
                MOV     R0,#40
                MOV     DPL,DPL_UP       ; pop dptr lcd_up
                MOV     DPH,DPH_UP

                MOV     A,DPL            ; decrement dptr_up
                JNZ     $+4
                DEC     DPH
                DEC     DPL
                DJNZ    R0,$-8

                MOV     DPL_UP,DPL       ; push dptr lcd_up
                MOV     DPH_UP,DPH
                MOV     A,#80H
                LCALL   WRITE_INS
                LCALL   SHOW

                MOV     R0,#40
                MOV     DPL,DPL_DW       ; pop dptr lcd_down
                MOV     DPH,DPH_DW

                MOV     A,DPL            ; decrement dptr_up
                JNZ     $+4
                DEC     DPH
                DEC     DPL
                DJNZ    R0,$-8

                MOV     DPL_DW,DPL       ; push dptr lcd_down
                MOV     DPH_DW,DPH
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITE_INS
                LCALL   SHOW
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LJMP    MANUAL1

MANUAL2:        CJNE    A,#0BH,MANUAL_END  ; check key down
                INC     R4
                CJNE    R4,#10,$+6
                LJMP    MAIN
                MOV     R0,#40
                MOV     DPL,DPL_UP      ; pop dptr lcd_up
                MOV     DPH,DPH_UP

                INC     DPTR            ; increment dptr_up
                DJNZ    R0,$-1

                MOV     DPL_UP,DPL      ; push dptr lcd_up
                MOV     DPH_UP,DPH
                MOV     A,#80H
                LCALL   WRITE_INS
                LCALL   SHOW

                MOV     R0,#40
                MOV     DPL,DPL_DW      ; pop dptr lcd_down
                MOV     DPH,DPH_DW

                INC     DPTR            ; increment dptr_down
                DJNZ    R0,$-1

                MOV     DPL_DW,DPL      ; push dptr lcd_down
                MOV     DPH_DW,DPH
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITE_INS
                LCALL   SHOW
                LJMP    MANUAL1

MANUAL_END:     CJNE    A,#0CH,$+6      ; check key 2ND (exit)
                LJMP    MAIN
                LJMP    MANUAL1

; -----------------
; Subroutine start.
; -----------------

START:          LCALL   CLR_LCD         ; clear lcd
                LCALL   SHOW_TIP        ; show tip
                LCALL   CLR_LCD         ; clear lcd
                CLR     IE.7            ; interrupt disable
                CLR     TR0
                MOV     A,#80H
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     DPTR,#LINE37    ; show insert value
                LCALL   SHOW
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     DPTR,#LINE38    ; show space for insert value
                LCALL   SHOW
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OK_VALUE:        LCALL   SCAN_KEY
                 CJNE    A,#0DH,$+5      ; check key enter
                 SJMP    $+5
                 LJMP    START_END

CONFIRM:         MOV     A,#80H
                 LCALL   WRITE_INS
                 MOV     DPTR,#LINE39    ; show confirm value
                 LCALL   SHOW
                 LCALL   SCAN_KEY
                 CJNE    A,#0CH,$+6      ; check key 2ND (exit)
                 LJMP    START+6
                 CJNE    A,#0DH,$-9      ; check key enter

AFEW_SHOW: MOV   R0,#5
                 LCALL   CLR_LCD
                 MOV     R5,#10          ; delay 1 sec
                 LCALL   DELAY_100MS
                 MOV     A,#80H
                 LCALL   WRITE_INS
                 MOV     DPTR,#LINE40    ; show a few minute (blink)
                 LCALL   SHOW
                 MOV     R5,#10          ; delay 1 sec
                 LCALL   DELAY_100MS
                 DJNZ    R0,$-24

CUR_SHOW:        MOV     A,#80H
                 LCALL   WRITE_INS
                 MOV     DPTR,#LINE41    ; show currently value
                 LCALL   SHOW
                 MOV     A,#0C0H
                 LCALL   WRITE_INS
                 MOV     DPTR,#LINE42    ; show value
                 LCALL   SHOW

                 MOV     IE,#10000111B   ; set interrupt enable
                 SETB    TR0

AGAIN:           JB      TIME10S,AGAIN_END
                 MOV     A,#0C7H
                 LCALL   WRITE_INS
                 MOV     A,VALUE+2
                 LCALL   WRITE_DATA
                 MOV     A,VALUE+1
                 LCALL   WRITE_DATA
                 MOV     A,VALUE
                 LCALL   WRITE_DATA

AGAIN_END:       LCALL   SCAN_KEY
                 CJNE    A,#0CH,AGAIN    ; check key enter
                 LJMP    START+9

START_END:       CJNE    A,#0CH,$+6      ; check key 2ND (exit)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LJMP    MAIN
                LJMP    START+9

; -------------------------
; Subroutine about project.
; -------------------------

ABOUT:          MOV     R4,#00H
                LCALL   CLR_LCD         ; clear lcd
                LCALL   SHOW_TIP        ; show tip
                LCALL   CLR_LCD         ; clear lcd

HEAD0:          MOV     A,#80H
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     DPTR,#LINE06    ; show creators
                LCALL   SHOW
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITE_INS       ; show name 1
                MOV     DPTR,#LINE10
                LCALL   SHOW

HEAD1:          LCALL   SCAN_KEY
                CJNE    A,#0BH,ABOUT_END; check key down
                INC     R4

HEAD2:          CJNE    R4,#04H,HEAD3
                MOV     A,#80H
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     DPTR,#LINE07    ; show addvisor
                LCALL   SHOW
                MOV     DPTR,#LINE13
                SJMP    CONT

HEAD3:          CJNE    R4,#05H,HEAD4
                MOV     A,#80H
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     DPTR,#LINE08    ; show co-addvisor
                LCALL   SHOW
                MOV     DPTR,#LINE14
                SJMP    CONT

HEAD4:          CJNE    R4,#06H,HEAD5
                MOV     A,#80H
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     DPTR,#LINE09    ; show specail thank
                LCALL   SHOW
                MOV     DPTR,#LINE15
                SJMP    CONT

HEAD5:          CJNE    R4,#07H,$+6     ; check press key over 6
                LJMP    MAIN

CONT:           MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITE_INS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R1,#20          ; show next name
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,$-1
                LCALL   SHOW

ABOUT_END:      CJNE    A,#0CH,HEAD1    ; check key 2ND(exit)
                LJMP    MAIN

; ----------------------------
; Subroutine show logo up_line.
; ----------------------------

LOGO_UP:        MOV     DPTR,#LINE00

LOGO_UP1:       MOV     A,#80H
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     R3,#00H

LOGO_UP2:       MOV     A,R3
                MOVC    A,@A+DPTR
                CJNE    A,#00H,$+6
                LJMP    LOGO_DOWN

                LCALL   WRITE_DATA
                INC     R3
                CJNE    R3,#20,LOGO_UP2
                MOV     R5,#2
                LCALL   DELAY_100MS

                LCALL   SCAN_KEY
                JZ      $+5
                LJMP    MAIN

                INC     DPTR
                LJMP    LOGO_UP1

; ------------------------------
; Subroutine show logo down_line.
; ------------------------------

LOGO_DOWN:      MOV     DPTR,#LINE01

LOGO_DOWN1:     MOV     A,#0C0H
                LCALL   WRITE_INS
                MOV     R3,#00H

LOGO_DOWN2:     MOV     A,R3
                MOVC    A,@A+DPTR
                CJNE    A,#00H,$+6
                LJMP    LOGO_UP

                LCALL   WRITE_DATA
                INC     R3
                CJNE    R3,#20,LOGO_DOWN2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV     R5,#2
LCALL   DELAY_100MS
LCALL   SCAN_KEY
JZ      $+5
LJMP    MAIN

INC     DPTR
LJMP    LOGO_DOWN1

$INCLUDE    "MAIN2.ASM"

END
```

รูปที่ ค.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

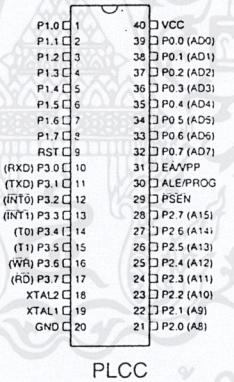
- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt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

Description

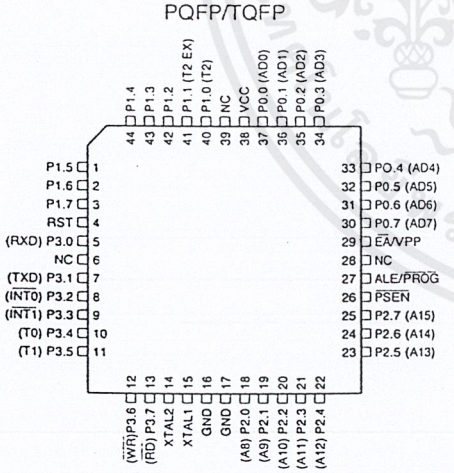
The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and 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

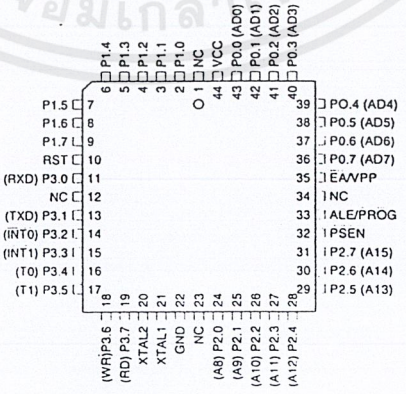
PDIP



PQFP/TQFP



PLCC



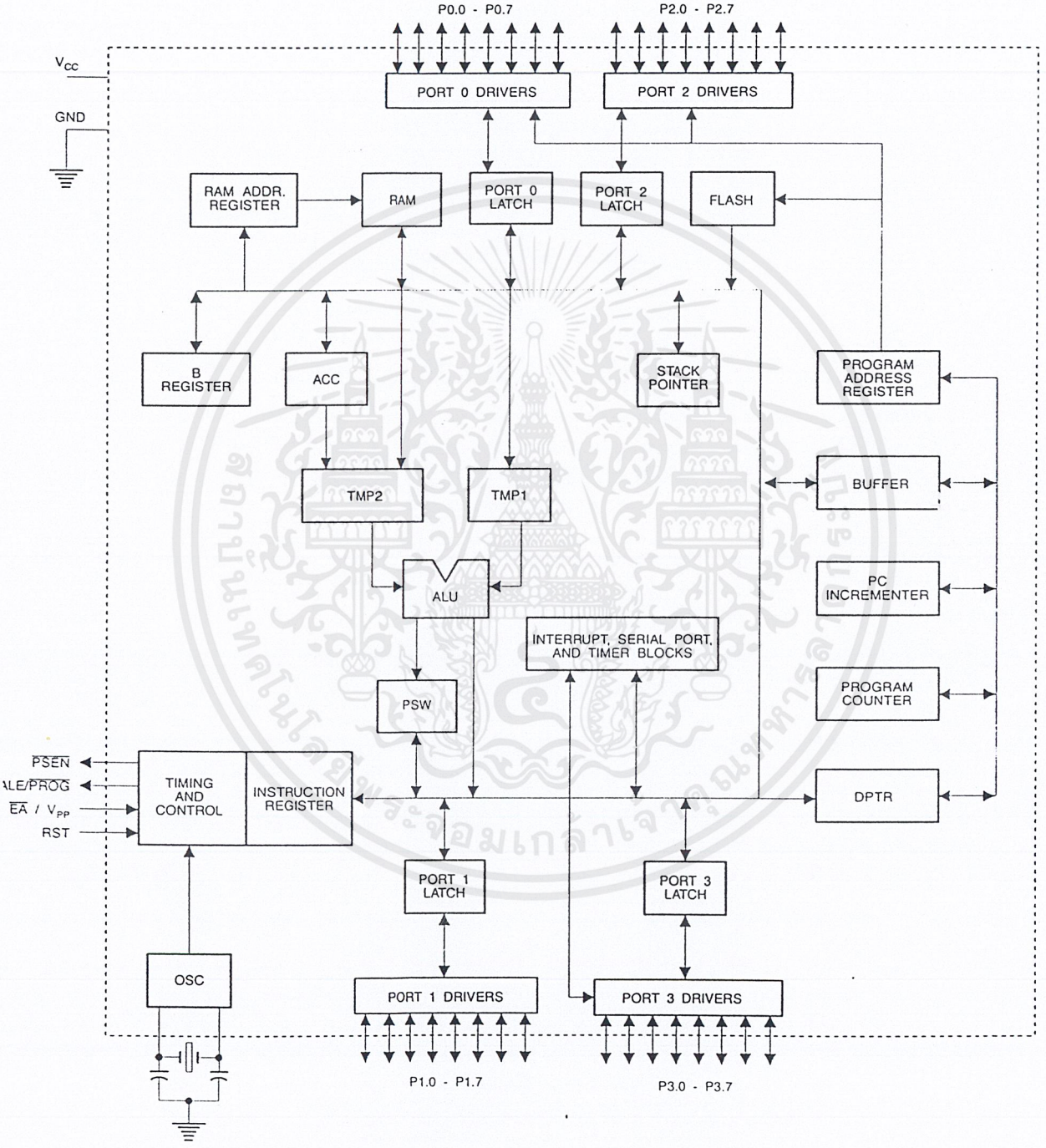
8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

Rev. 0265G–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power-down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open-drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/$\overline{PROG}$

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

$\overline{\text{PSEN}}$

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C51 is executing code from external program memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{\text{EA}}$/VPP

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 12-volt V_{PP}.

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

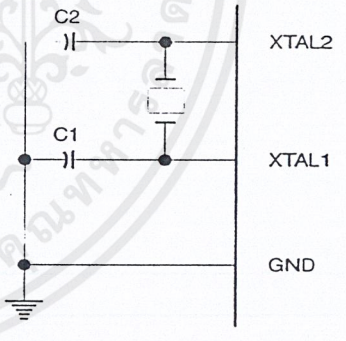
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hard ware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Figure 1. Oscillator Connections



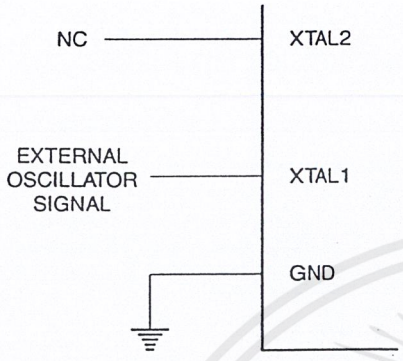
Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{\text{PSEN}}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Power-down Mode

In the power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power-down mode is terminated. The only exit from power-down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below.

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the $\overline{EA}$ pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value, and holds that value until reset is activated. It is necessary that the latched value of $\overline{EA}$ be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				
	LB1	LB2	LB3	Protection Type
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, $\overline{EA}$ is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, also external execution is disabled

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (V_{CC}) program enable signal. The low-voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective top-side marking and device signature codes are listed in the following table.

	V_{PP} = 12V	V_{PP} = 5V
Top-Side Mark	AT89C51 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) =F FH	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = 05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. *To program any non-blank byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.*

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figure 3 and Figure 4. To program the AT89C51, take the following steps.

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise $\overline{EA}/V_{PP}$ to 12V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse ALE/$\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

$\overline{Data}$ Polling: The AT89C51 features $\overline{Data}$ Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{Data}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/$\overline{Busy}$: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/$\overline{BSY}$ output signal. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding ALE/$\overline{PROG}$ low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H, 031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(031H) = 51H indicates 89C51
(032H) = FFH indicates 12V programming
(032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming Modes

Mode		RST	$\overline{PSEN}$	ALE/$\overline{PROG}$	$\overline{EA}$/V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data		H	L		H/12V	L	H	H	H
Read Code Data		H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H	H
	Bit - 2	H	L		H/12V	H	H	L	L
	Bit - 3	H	L		H/12V	H	L	H	L
Chip Erase		H	L	(1)	H/12V	H	L	L	L
Read Signature Byte		H	L	H	H	L	L	L	L

Note: 1. Chip Erase requires a 10 ms $\overline{PROG}$ pulse.

Figure 3. Programming the Flash

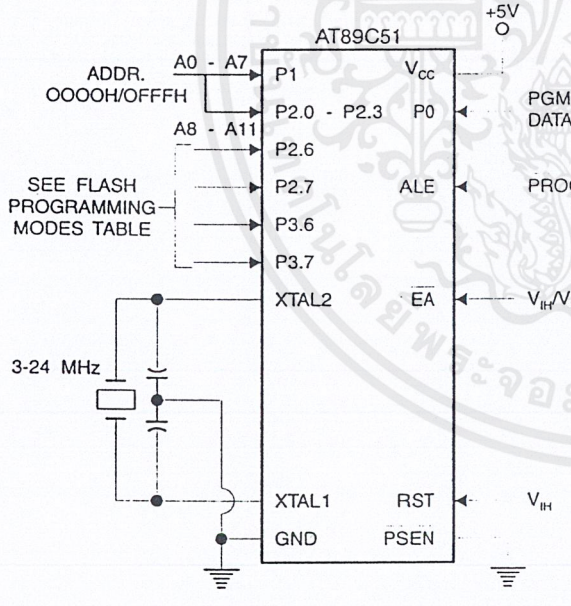
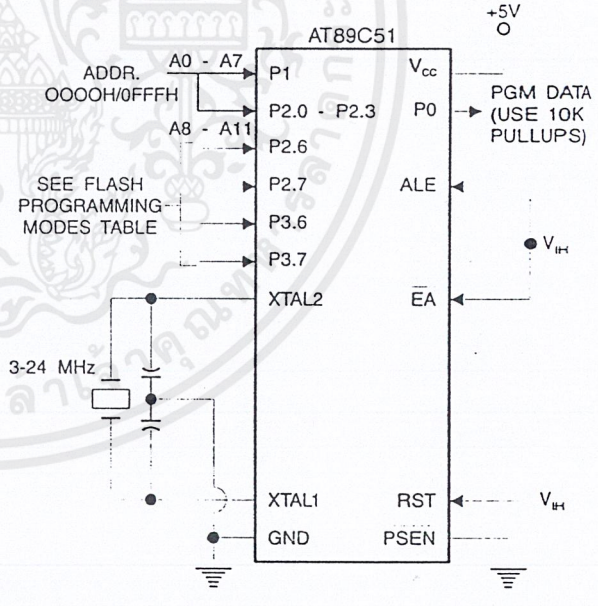
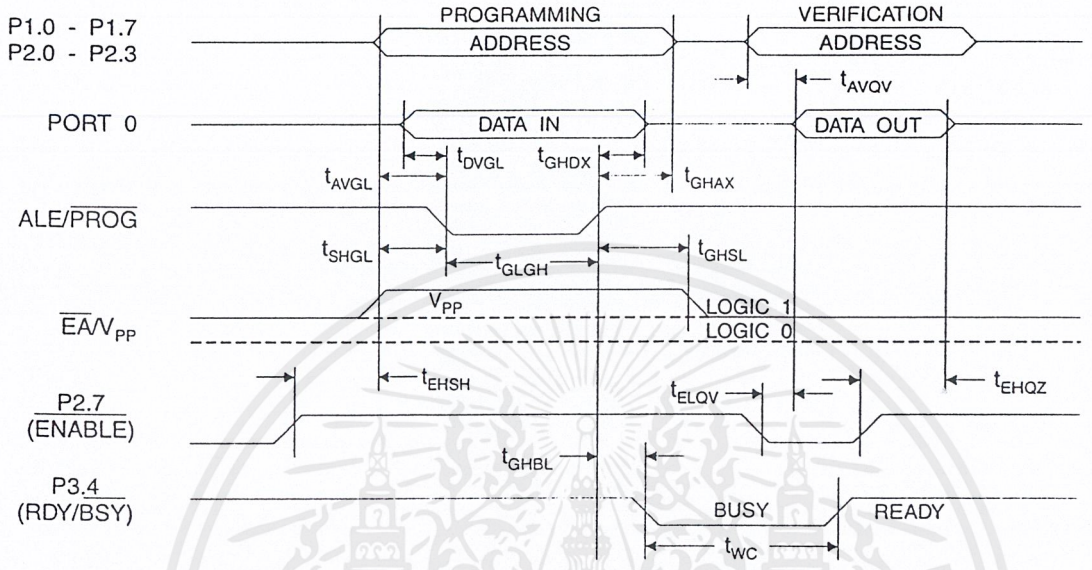


Figure 4. Verifying the Flash

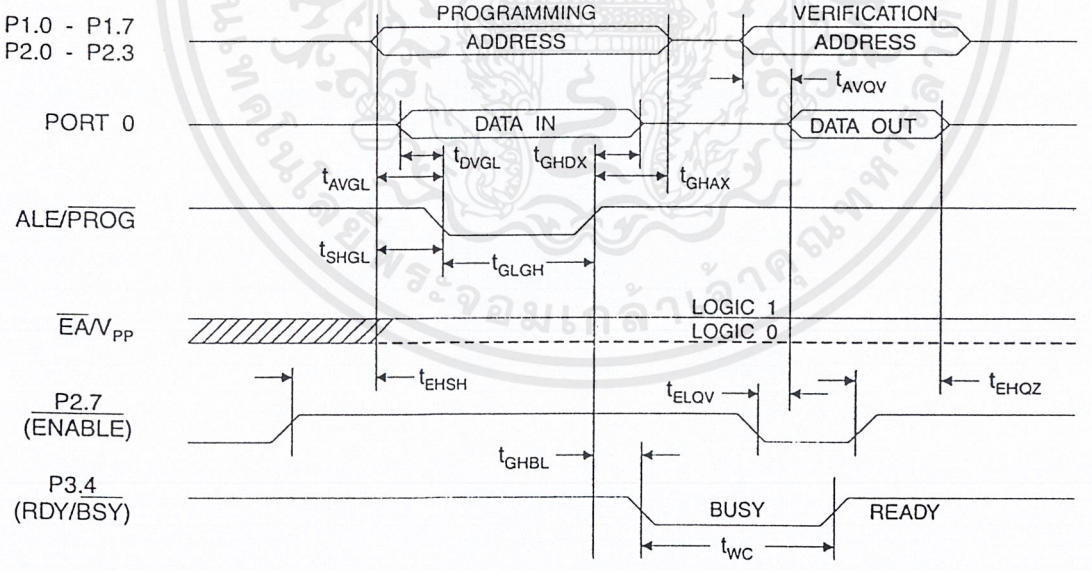


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Waveforms - High-voltage Mode (V_{PP} = 12V)



Flash Programming and Verification Waveforms - Low-voltage Mode (V_{PP} = 5V)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Characteristics

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}[1]	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}[1]	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSH}	P2.7 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}[1]	V_{PP} Hold After $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float After $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 5.0V ± 20% (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low-voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC} - 0.1	V
V_{IL1}	Input Low-voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC} - 0.3	V
V_{IH}	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC} + 0.9	V_{CC} + 0.5	V
V_{IH1}	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC} + 0.5	V
V_{OL}	Output Low-voltage(1) (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V_{OL1}	Output Low-voltage(1) (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 µA	0.9 V_{CC}		V
V_{OH1}	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2V, VCC = 5V ± 10%		-650	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power-down Mode(2)	V_{CC} = 6V		100	µA
		V_{CC} = 3V		40	µA

Notes:
1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
   Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
   Maximum I_{OL} per 8-bit port: Port 0: 26 mA
   Ports 1, 2, 3: 15 mA
   Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
   If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Characteristics

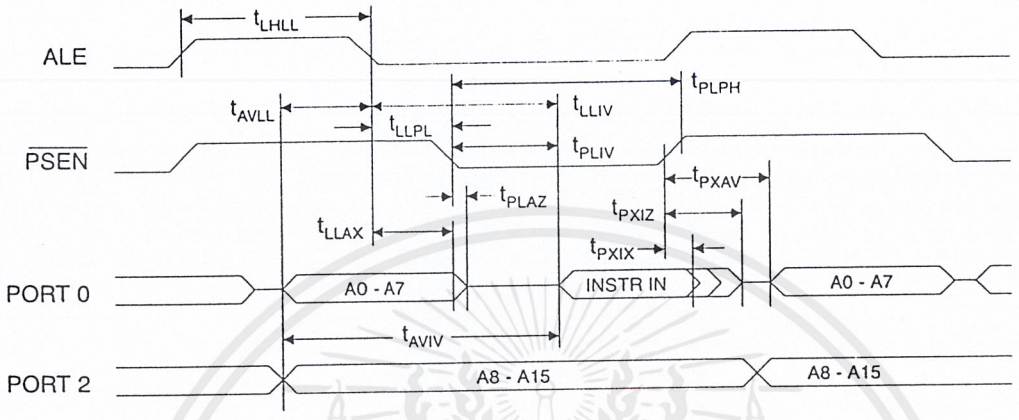
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/$\overline{PROG}$, and $\overline{PSEN}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

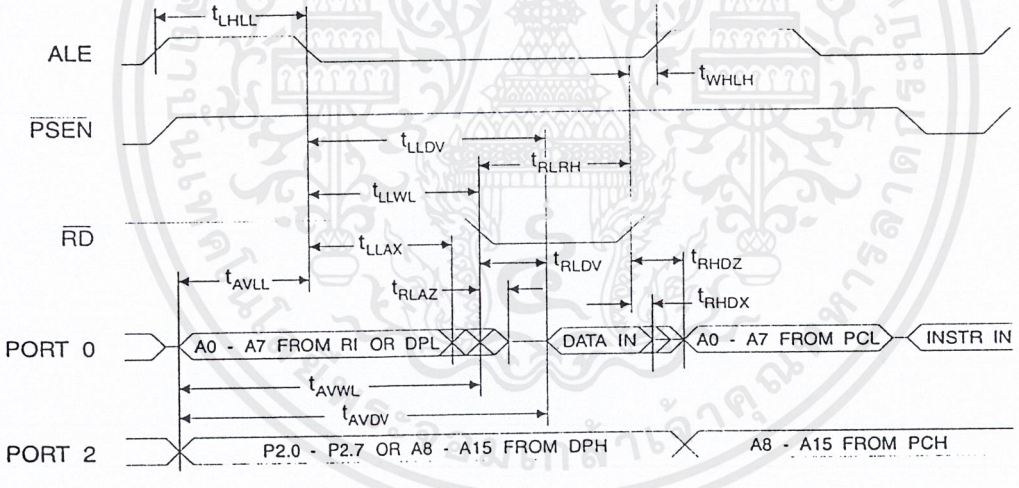
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}$-40		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		t_{CLCL}-20		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}$-65	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{PSEN}$ Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{PLPH}	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	205		$3t_{CLCL}$-20		ns
t_{PLIV}	$\overline{PSEN}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}$-45	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{PSEN}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{PSEN}$		59		t_{CLCL}-10	ns
t_{PXAV}	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	75		t_{CLCL}-8		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}$-55	ns
t_{PLAZ}	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{RD}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{WLWH}	$\overline{WR}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{RLDV}	$\overline{RD}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}$-90	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{RD}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float After $\overline{RD}$		97		$2t_{CLCL}$-28	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}$-150	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}$-165	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	200	300	$3t_{CLCL}$-50	$3t_{CLCL}$+50	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	203		$4t_{CLCL}$-75		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	23		t_{CLCL}-20		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{WR}$ High	433		$7t_{CLCL}$-120		ns
t_{WHQX}	Data Hold After $\overline{WR}$	33		t_{CLCL}-20		ns
t_{RLAZ}	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	43	123	t_{CLCL}-20	t_{CLCL}+25	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Program Memory Read Cycle

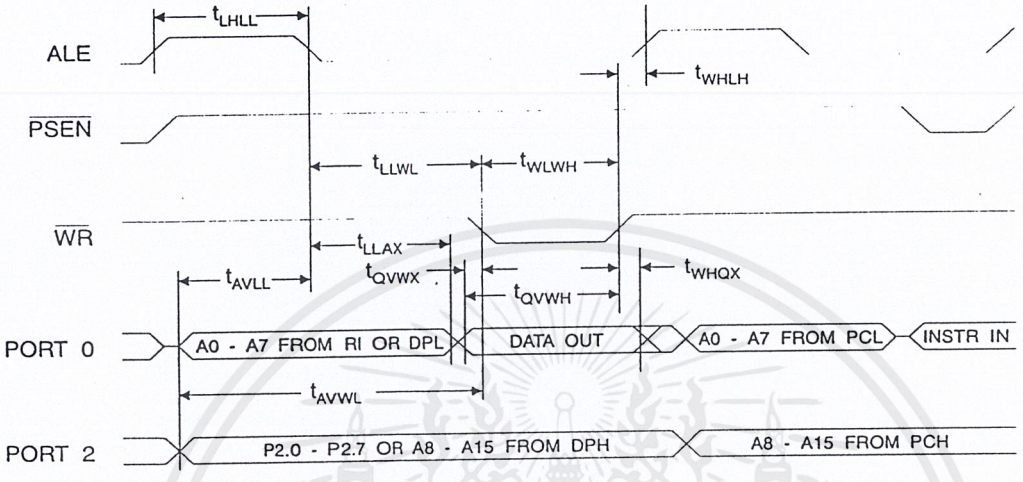


External Data Memory Read Cycle

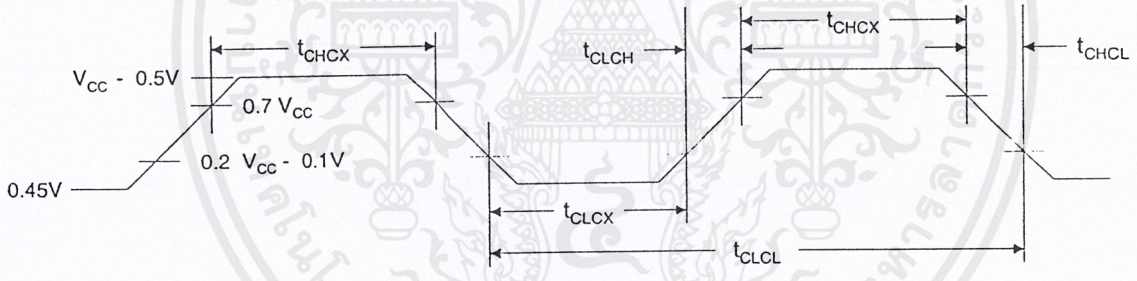


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	15		ns
t_{CLCX}	Low Time	15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20	ns

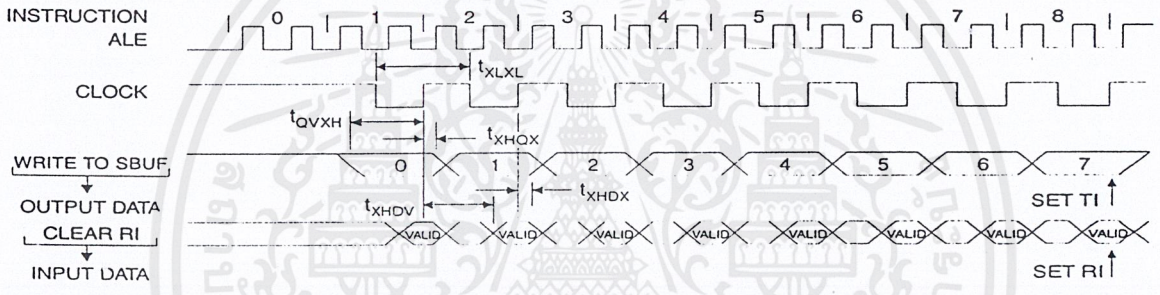
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

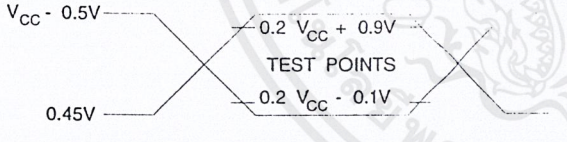
(V_{CC} = 5.0 V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-117		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}$-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

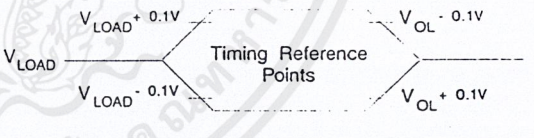


AC Testing Input/Output Waveforms[1]



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms[1]



Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

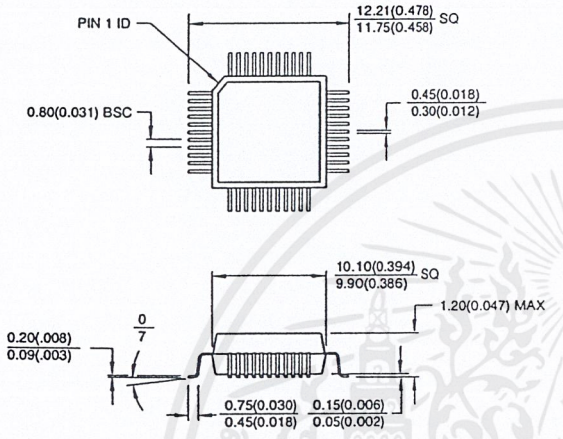
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5V ± 20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-12JC	44J	
		AT89C51-12PC	40P6	
		AT89C51-12QC	44Q	
		AT89C51-12AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-12JI	44J	
		AT89C51-12PI	40P6	
		AT89C51-12QI	44Q	
16	5V ± 20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-16JC	44J	
		AT89C51-16PC	40P6	
		AT89C51-16QC	44Q	
		AT89C51-16AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-16JI	44J	
		AT89C51-16PI	40P6	
		AT89C51-16QI	44Q	
20	5V ± 20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-20JC	44J	
		AT89C51-20PC	40P6	
		AT89C51-20QC	44Q	
		AT89C51-20AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-20JI	44J	
		AT89C51-20PI	40P6	
		AT89C51-20QI	44Q	
24	5V ± 20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-24JC	44J	
		AT89C51-24PC	40P6	
		AT89C51-24QC	44Q	
		AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-24JI	44J	
		AT89C51-24PI	40P6	
		AT89C51-24QI	44Q	

Package Type	
44A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44Q	44-lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

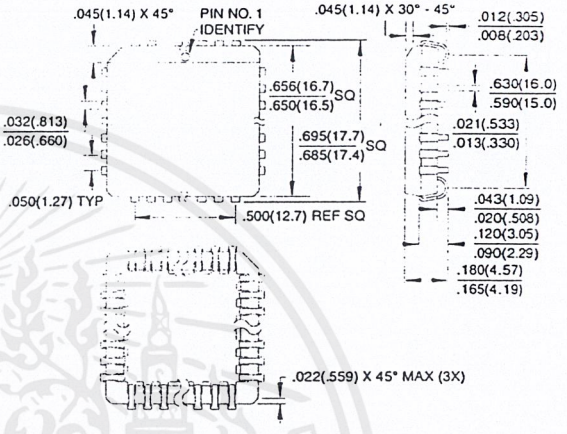
Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-026 ACB

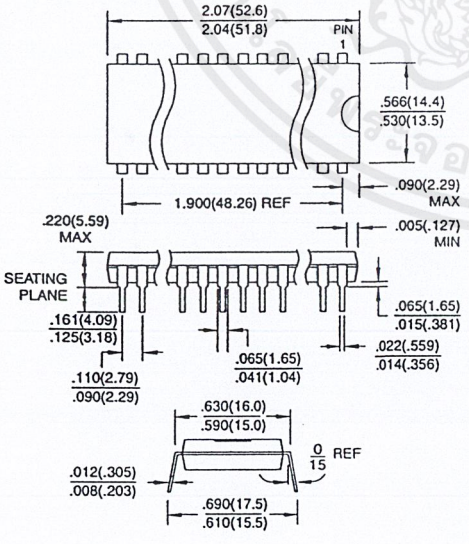


Controlling dimension: millimeters

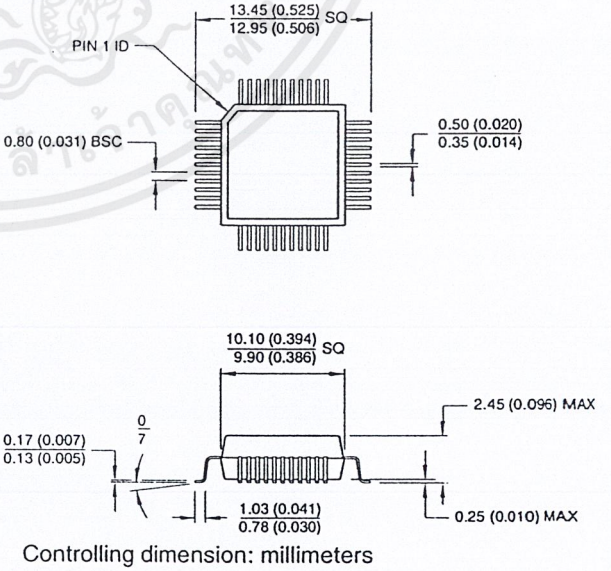
44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-018 AC



40P6, 40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
Dimensions in Inches and (Millimeters)



44Q, 44-lead, Plastic Quad Flat Package (PQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-022 AB



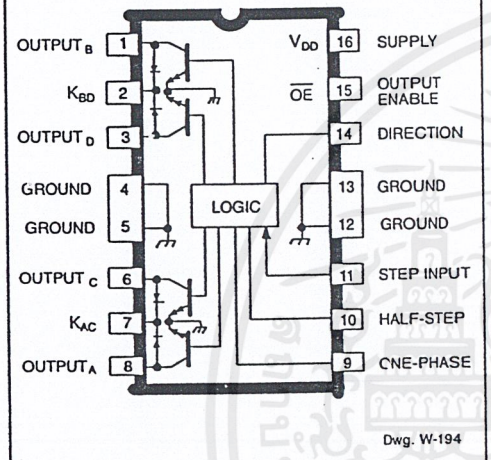
Controlling dimension: millimeters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5804

Data Sheet
26184.12C*

BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER



Dwg. W-194

Note that the UCN5804B (dual in-line package) and UCN5804LB (small outline IC package) are electrically identical and share a common terminal number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{CE} ..... 50 V
Output Sustaining Voltage, $V_{CE\ (sus)}$ ..... 35 V
Output Sink Current, I_{OUT} ..... 1.5 A
Logic Supply Voltage, V_{DD} ..... 7.0 V
Input Voltage, V_{IN} ..... 7.0 V
Package Power Dissipation, P_D ..... See Graph
Operating Temperature Range, T_A ..... -20°C to +85°C
Storage Temperature Range, T_S ..... -55°C to +150°C

Combining low-power CMOS logic with high-current and high-voltage bipolar outputs, the UCN5804B and UCN5804LB BiMOS II translator/drivers provide complete control and drive for a four-phase unipolar stepper-motor with continuous output current ratings to 1.25 A per phase (1.5 A startup) and 35 V.

The CMOS logic section provides the sequencing logic, DIRECTION and OUTPUT ENABLE control, and a power-on reset function. Three stepper-motor drive formats, wave-drive (one-phase), two-phase, and half-step are externally selectable. The inputs are compatible with standard CMOS, PMOS, and NMOS circuits. TTL or LSTTL may require the use of appropriate pull-up resistors to ensure a proper input-logic high.

The wave-drive format consists of energizing one motor phase at a time in an A-B-C-D (or D-C-B-A) sequence. This excitation mode consumes the least power and assures positional accuracy regardless of any winding inbalance in the motor. Two-phase drive energizes two adjacent phases in each detent position (AB-BC-CD-DA). This sequence mode offers an improved torque-speed product, greater detent torque, and is less susceptible to motor resonance. Half-step excitation alternates between the one-phase and two-phase modes (A-AB-B-BC-C-CD-D-DA), providing an eight-step sequence.

The bipolar outputs are capable of sinking up to 1.5 A and withstanding 50 V in the off state (sustaining voltages up to 35 V). Ground-clamp and flyback diodes provide protection against inductive transients. Thermal protection circuitry disables the outputs when the chip temperature is excessive.

Both devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C. The UCN5804B is supplied in a 16-pin dual in-line plastic batwing package with a copper lead frame and heat-sinkable tabs for improved power dissipation capabilities; the UCN5804LB is supplied in a 16-lead plastic SOIC batwing package with a copper lead frame and heat-sinkable tabs.

FEATURES

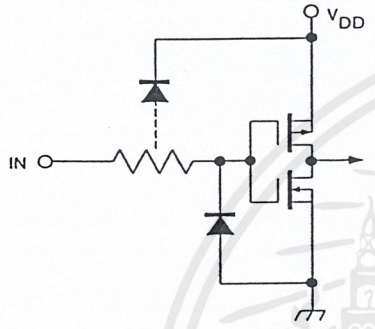
- 1.5 A Maximum Output Current
- 35 V Output Sustaining Voltage
- Wave-Drive, Two-Phase, and Half-Step Drive Formats
- Internal Clamp Diodes
- Output Enable and Direction Control
- Power-On Reset
- Internal Thermal Shutdown Circuitry

Always order by complete part number, e.g., **UCN5804B** .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

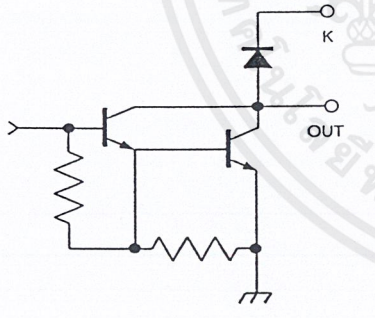
5804
BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER

TYPICAL INPUT CIRCUIT

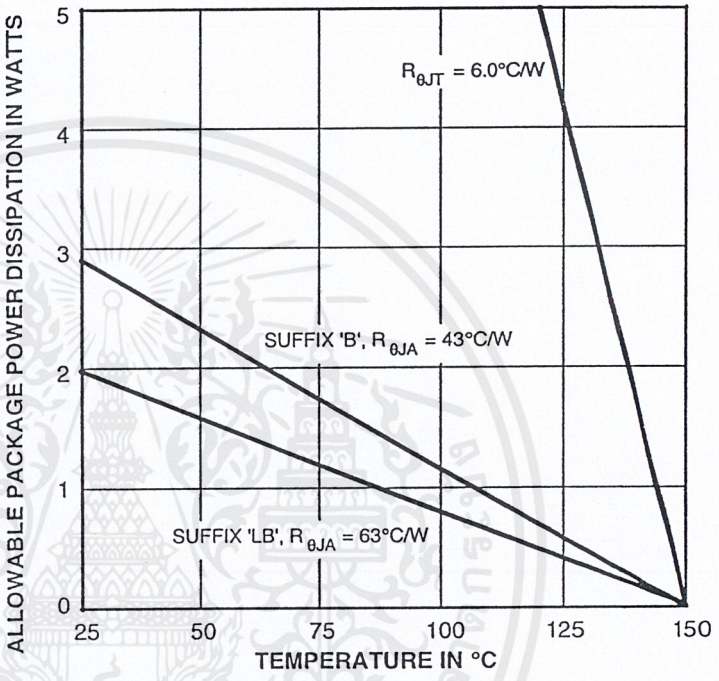


Dwg. EP-010-5

TYPICAL OUTPUT DRIVER



Dwg. EP-021-4



Dwg. GP-049-2A

TRUTH TABLE

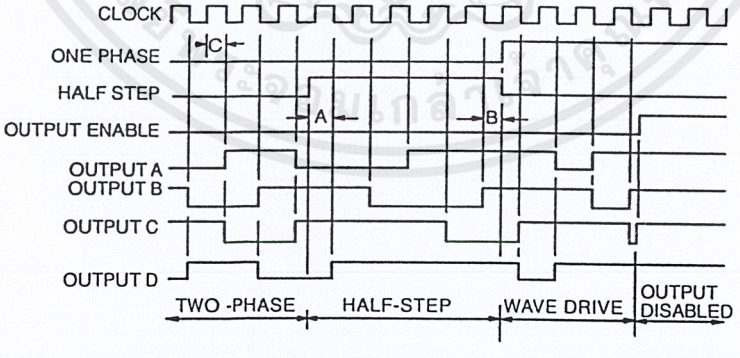
Drive Format	Pin 9	Pin 10
Two-Phase	L	L
One-Phase	H	L
Half-Step	L	H
Step-Inhibit	H	H

Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000
Copyright © 1987, 2000 Allegro MicroSystems, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS at T_A = 25°C, $T_J \leq$ 150°C, V_{DD} = 4.5 V to 5.5 V (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Limits			Units
			Min.	Typ.	Max.	
Output Leakage Current	I_{CEX}	V_{OUT} = 50 V	—	10	50	µA
Output Sustaining Voltage	$V_{CE(sus)}$	I_{OUT} = 1.25 A, L = 3 mH	35	—	—	V
Output Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	I_{OUT} = 700 mA	—	1.0	1.2	V
		I_{OUT} = 1 A	—	1.1	1.4	V
		I_{OUT} = 1.25 A	—	1.2	1.5	V
Clamp Diode Leakage Current	I_R	V_R = 50 V	—	10	50	µA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	I_F = 1.25 A	—	1.5	3.0	V
Input Current	$I_{IN(1)}$	$V_{IN} = V_{DD}$	—	0.5	5.0	µA
	$I_{IN(0)}$	V_{IN} = 0.8 V	—	-0.5	-5.0	µA
Input Voltage	$V_{IN(1)}$	V_{DD} = 5 V	3.5	—	5.3	V
	$V_{IN(0)}$		-0.3	—	0.8	V
Supply Current	I_{DD}	2 Outputs ON	—	20	30	mA
Turn-Off Delay	t_{ON}	50% Step Inputs to 50% Output	—	—	10	µs
Turn-On Delay	t_{OFF}	50% Step Inputs to 50% Output	—	—	10	µs
Thermal Shutdown Temperature	T_J		—	165	—	°C

TIMING CONDITIONS



Dwg. W-110A

A. Minimum Data Set Up Time ..... **100 ns**
B. Minimum Data Hold Time ..... **100 ns**
C. Minimum Step Input Pulse Width ..... **3.0 µs**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5804
BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER

APPLICATIONS INFORMATION

Internal power-on reset (POR) circuitry resets $OUTPUT_A$ (and $OUTPUT_D$ in the two-phase drive format) to the on state with initial application of the logic supply voltage. After reset, the circuit then steps according to the tables.

The outputs will advance one sequence position on the high-to-low transition of the STEP INPUT pulse. Logic levels on the HALF-STEP and ONE-PHASE inputs will determine the drive format (one-phase, two-phase, or half-step). The DIRECTION pin determines the rotation sequence of the outputs. Note that the STEP INPUT must be in the low state when changing the state of ONE-PHASE, HALF-STEP, or DIRECTION to prevent erroneous stepping.

All outputs are disabled (off) when OUTPUT ENABLE is at a logic high. If the function is not required, OUTPUT ENABLE should be tied low. In that condition, all outputs depend only on the state of the step logic.

During normal commutation of a unipolar stepper motor, mutual coupling between the motor windings can force the outputs of the UCN5804B below ground. This condition will cause forward biasing of the collector-to-substrate junction and source current from the output. For many L/R applications, this substrate current is high enough to adversely affect the logic circuitry and cause misstepping. External series diodes (Schottky are recommended for increased efficiency at low-voltage operation) will prevent substrate current from being sourced through the outputs. Alternatively, external ground clamp diodes will provide a preferred current path from ground when the outputs are pulled below ground.

Internal thermal protection circuitry disables all outputs when the junction temperature reaches approximately 165°C. The outputs are enabled again when the junction cools down to approximately 145°C.

WAVE-DRIVE SEQUENCE

Half Step = L, One Phase = H				
Step	A	B	C	D
POR	ON	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF	OFF
2	OFF	ON	OFF	OFF
3	OFF	OFF	ON	OFF
4	OFF	OFF	OFF	ON

TWO-PHASE DRIVE SEQUENCE

Half Step = L, One Phase = L				
Step	A	B	C	D
POR	ON	OFF	OFF	ON
1	ON	OFF	OFF	ON
2	ON	ON	OFF	OFF
3	OFF	ON	ON	OFF
4	OFF	OFF	ON	ON

HALF-STEP DRIVE SEQUENCE

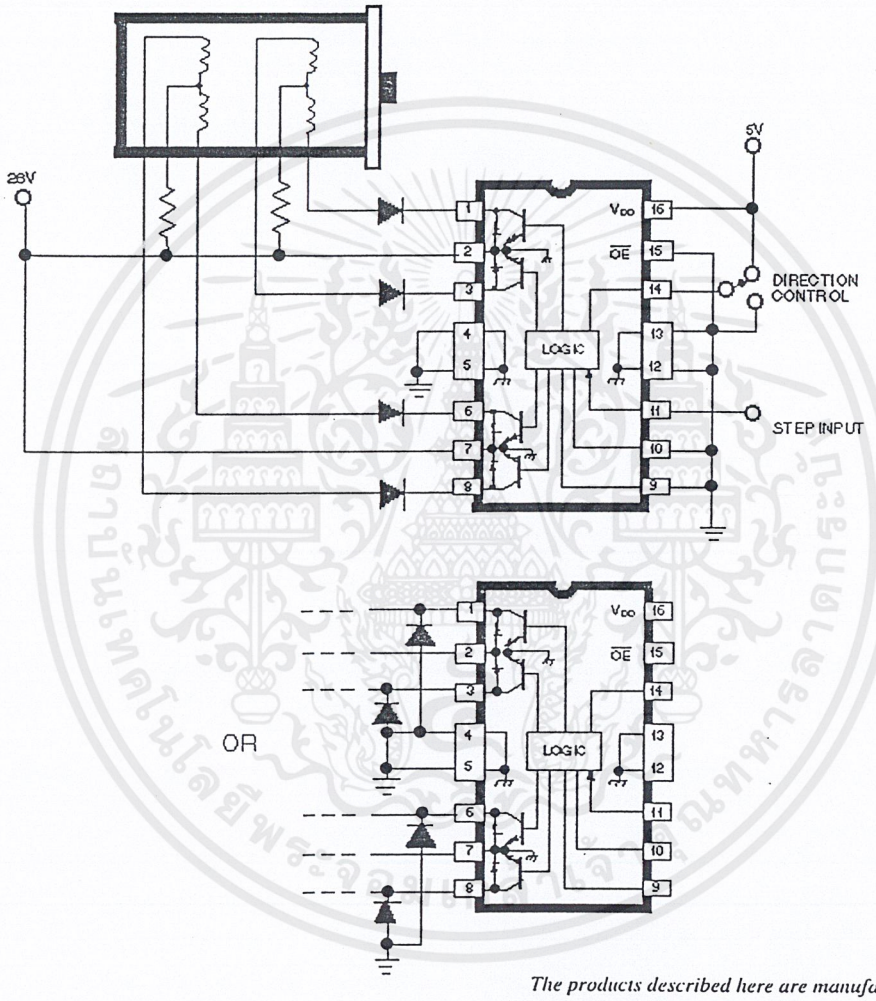
Half Step = H, One Phase = L				
Step	A	B	C	D
POR	ON	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF	OFF
2	ON	ON	OFF	OFF
3	OFF	ON	OFF	OFF
4	OFF	ON	ON	OFF
5	OFF	OFF	ON	OFF
6	OFF	OFF	ON	ON
7	OFF	OFF	OFF	ON
8	ON	OFF	OFF	ON

Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5804
BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER

TYPICAL APPLICATION
L/R Stepper-Motor Drive



The products described here are manufactured under one or more U.S. patents or U.S. patents pending.

Allegro MicroSystems, Inc. reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Allegro products are not authorized for use as critical components in life-support devices or systems without express written approval.

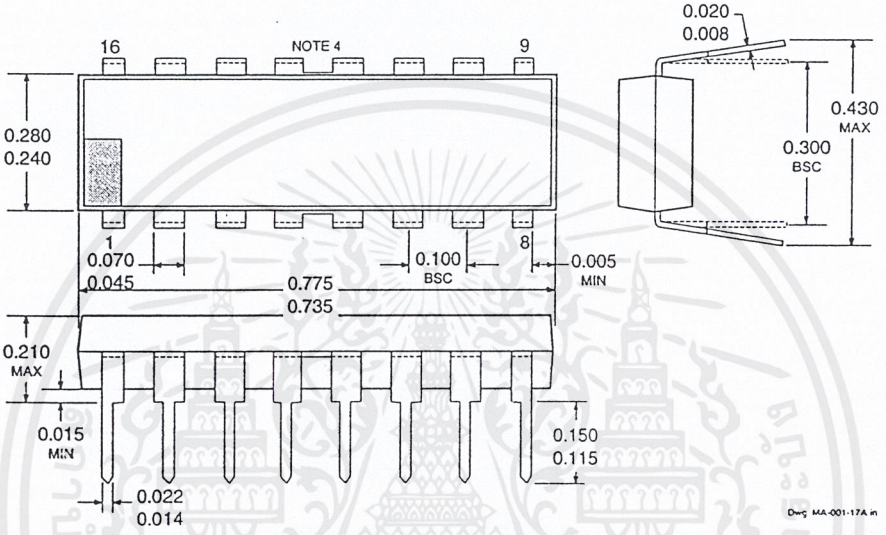
The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems, Inc. assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

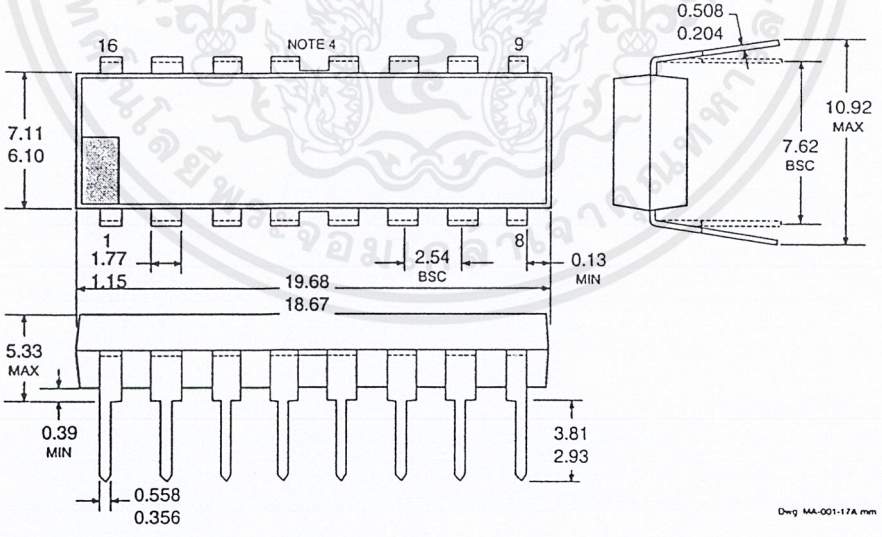
5804
BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER

UCN5804B

Dimensions in Inches
(controlling dimensions)



Dimensions in Millimeters
(for reference only)



NOTES: 1. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.
2. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
3. Lead thickness is measured at seating plane or below.
4. Webbed lead frame. Leads 4, 5, 12, and 13 are internally one piece.
5. Supplied in standard sticks/tubes of 25 devices.

Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

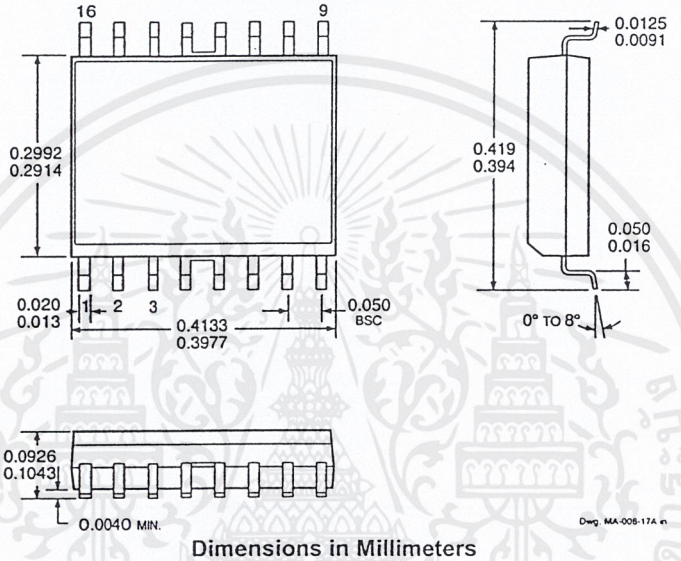
5804
BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER

UCN5804LB

(add "TR" to part number for tape and reel)

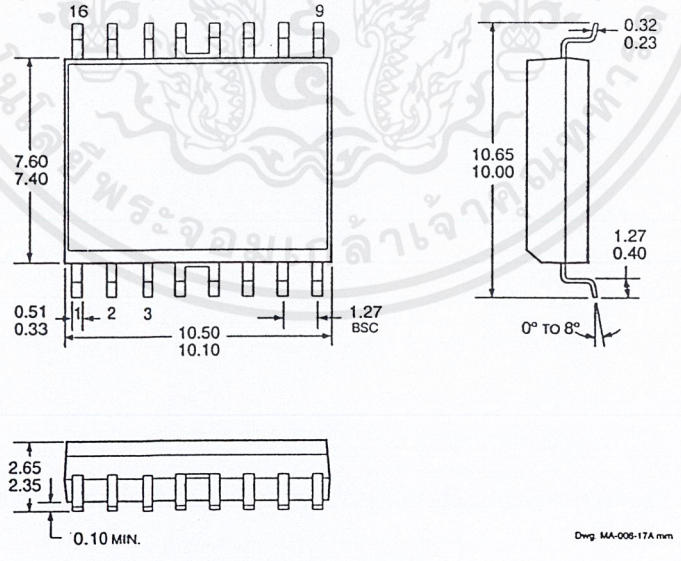
Dimensions in Inches

(for reference only)



Dimensions in Millimeters

(controlling dimensions)



NOTES: 1. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.
2. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
3. Lead thickness is measured at seating plane or below.
4. Webbed lead frame. Leads 4, 5, 12, and 13 are internally one piece.
5. Supplied in standard sticks/tubes of 47 devices or add "TR" to part number for tape and reel.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5804
BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER

MOTOR DRIVERS

Function	Output Ratings*		Part Number†
INTEGRATED CIRCUITS FOR BRUSHLESS DC MOTORS			
3-Phase Power MOSFET Controller	—	28 V	3933
3-Phase Power MOSFET Controller	—	50 V	3932
3-Phase Power MOSFET Controller	—	50 V	7600
2-Phase Hall-Effect Sensor/Driver	400 mA	26 V	3626
Bidirectional 3-Phase Back-EMF Controller/Driver	±600 mA	14 V	8906
2-Phase Hall-Effect Sensor/Driver	900 mA	14 V	3625
3-Phase Back-EMF Controller/Driver	±900 mA	14 V	8902–A
3-Phase Controller/Drivers	±2.0 A	45 V	2936 & 2936-120
INTEGRATED BRIDGE DRIVERS FOR DC AND BIPOLAR STEPPER MOTORS			
Dual Full Bridge with Protection & Diagnostics	±500 mA	30 V	3976
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±650 mA	30 V	3966
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±650 mA	30 V	3968
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±750 mA	45 V	2916
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±750 mA	45 V	2919
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±750 mA	45 V	6219
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±800 mA	33 V	3964
PWM Current-Controlled Full Bridge	±1.3 A	50 V	3953
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±1.5 A	45 V	2917
PWM Current-Controlled Microstepping Full Bridge	±1.5 A	50 V	3955
PWM Current-Controlled Microstepping Full Bridge	±1.5 A	50 V	3957
PWM Current-Controlled Dual DMOS Full Bridge	±1.5 A	50 V	3972
Dual Full-Bridge Driver	±2.0 A	50 V	2998
PWM Current-Controlled Full Bridge	±2.0 A	50 V	3952
DMOS Full Bridge PWM Driver	±2.0 A	50 V	3958
Dual DMOS Full Bridge	±2.5 A	50 V	3971
UNIPOLAR STEPPER MOTOR & OTHER DRIVERS			
Voice-Coil Motor Driver	±500 mA	6 V	8932–A
Voice-Coil Motor Driver	±800 mA	16 V	8958
Unipolar Stepper-Motor Quad Drivers	1 A	46 V	7024 & 7029
Unipolar Microstepper-Motor Quad Driver	1.2 A	46 V	7042
Unipolar Stepper-Motor Translator/Driver	1.25 A	50 V	5804
Unipolar Stepper-Motor Quad Driver	1.8 A	50 V	2540
Unipolar Stepper-Motor Quad Driver	1.8 A	50 V	2544
Unipolar Stepper-Motor Quad Driver	3 A	46 V	7026
Unipolar Microstepper-Motor Quad Driver	3 A	46 V	7044

* Current is maximum specified test condition, voltage is maximum rating. See specification for sustaining voltage limits or over-current protection voltage limits. Negative current is defined as coming out of (sourcing) the output.

† Complete part number includes additional characters to indicate operating temperature range and package style.

Also, see 3175, 3177, 3235, and 3275 Hall-effect sensors for use with brushless dc motors.

Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order this document by LM324/D

MOTOROLA

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V

Quad Low Power Operational Amplifiers

QUAD DIFFERENTIAL INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS

SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

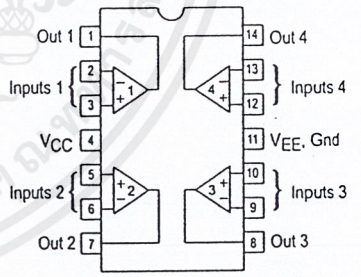
The LM324 series are low–cost, quad operational amplifiers with true differential inputs. They have several distinct advantages over standard operational amplifier types in single supply applications. The quad amplifier can operate at supply voltages as low as 3.0 V or as high as 32 V with quiescent currents about one–fifth of those associated with the MC1741 (on a per amplifier basis). The common mode input range includes the negative supply, thereby eliminating the necessity for external biasing components in many applications. The output voltage range also includes the negative power supply voltage.

- Short Circuited Protected Outputs
- True Differential Input Stage
- Single Supply Operation: 3.0 V to 32 V
- Low Input Bias Currents: 100 nA Maximum (LM324A)
- Four Amplifiers Per Package
- Internally Compensated
- Common Mode Range Extends to Negative Supply
- Industry Standard Pinouts
- ESD Clamps on the Inputs Increase Ruggedness without Affecting Device Operation

N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646
(LM224, LM324, LM2902 Only)

D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751A
(SO–14)

PIN CONNECTIONS



(Top View)

MAXIMUM RATINGS (T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	LM224 LM324, LM324A	LM2902, LM2902V	Unit
Power Supply Voltages Single Supply Split Supplies	V_{CC} V_{CC}, V_{EE}	32 ±16	26 ±13	Vdc
Input Differential Voltage Range (See Note 1)	V_{IDR}	±32	±26	Vdc
Input Common Mode Voltage Range	V_{ICR}	–0.3 to 32	–0.3 to 26	Vdc
Output Short Circuit Duration	t_{SC}	Continuous		
Junction Temperature	T_J	150		°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	–65 to +150		°C
Operating Ambient Temperature Range	T_A	–25 to +85 0 to +70	–40 to +105 –40 to +125	°C

NOTE: 1. Split Power Supplies.

ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
LM2902D	T_A = –40° to +105°C	SO–14
LM2902N		Plastic DIP
LM2902VD	T_A = –40° to +125°C	SO–14
LM2902VN		Plastic DIP
LM224D	T_A = –25° to +85°C	SO–14
LM224N		Plastic DIP
LM324AD	T_A = 0° to +70°C	SO–14
LM324AN		Plastic DIP
LM324D		SO–14
LM324N		Plastic DIP

© Motorola, Inc. 1996

Rev 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 5.0 V, V_{EE} = Gnd, T_A = 25°C, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	LM224			LM324A			LM324			LM2902			LM2902V			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage V_{CC} = 5.0 V to 30 V (26 V for LM2902, V), V_{ICR} = 0 V to V_{CC} −1.7 V, V_O = 1.4 V, R_S = 0 Ω	V_{IO}																mV
T_A = 25°C		–	2.0	5.0	–	2.0	3.0	–	2.0	7.0	–	2.0	7.0	–	2.0	7.0	
T_A = T_{high}(1)		–	–	7.0	–	–	5.0	–	–	9.0	–	–	10	–	–	13	
T_A = T_{low}(1)		–	–	7.0	–	–	5.0	–	–	9.0	–	–	10	–	–	10	
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage T_A = T_{high} to T_{low}(1)	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	–	7.0	–	–	7.0	30	–	7.0	–	–	7.0	–	–	7.0	–	µV/°C
Input Offset Current	I_{IO}	–	3.0	30	–	5.0	30	–	5.0	50	–	5.0	50	–	5.0	50	nA
T_A = T_{high} to T_{low}(1)		–	–	100	–	–	75	–	–	150	–	–	200	–	–	200	
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current T_A = T_{high} to T_{low}(1)	$\Delta I_{IO}/\Delta T$	–	10	–	–	10	300	–	10	–	–	10	–	–	10	–	pA/°C
Input Bias Current	I_{IB}	–	–90	–150	–	–45	–100	–	–90	–250	–	–90	–250	–	–90	–250	nA
T_A = T_{high} to T_{low}(1)		–	–	–300	–	–	–200	–	–	–500	–	–	–500	–	–	–500	
Input Common Mode Voltage Range(2)	V_{ICR}																V
V_{CC} = 30 V (26 V for LM2902, V)		0	–	28.3	0	–	28.3	0	–	28.3	0	–	24.3	0	–	24.3	
V_{CC} = 30 V (26 V for LM2902, V), T_A = T_{high} to T_{low}		0	–	28	0	–	28	0	–	28	0	–	24	0	–	24	
Differential Input Voltage Range	V_{IDR}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	–	–	V_{CC}	V
Large Signal Open Loop Voltage Gain	A_{VOL}																V/mV
R_L = 2.0 kΩ, V_{CC} = 15 V, for Large V_O Swing, T_A = T_{high} to T_{low}(1)		50 25	100 –	– –	25 15	100 –	– –	25 15	100 –	– –	25 15	100 –	– –	25 15	100 –	– –	
Channel Separation 10 kHz ≤ f ≤ 20 kHz, Input Referenced	CS	–	–120	–	–	–120	–	–	–120	–	–	–120	–	–	–120	–	dB
Common Mode Rejection, R_S ≤ 10 kΩ	CMR	70	85	–	65	70	–	65	70	–	50	70	–	50	70	–	dB
Power Supply Rejection	PSR	65	100	–	65	100	–	65	100	–	50	100	–	50	100	–	dB
Output Voltage−High Limit (T_A = T_{high} to T_{low})(1)	V_{OH}																V
V_{CC} = 5.0 V, R_L = 2.0 kΩ, T_A = 25°C		3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	3.3	3.5	–	
V_{CC} = 30 V (26 V for LM2902, V), R_L = 2.0 kΩ		26	–	–	26	–	–	26	–	–	22	–	–	22	–	–	
V_{CC} = 30 V (26 V for LM2902, V), R_L = 10 kΩ		27	28	–	27	28	–	27	28	–	23	24	–	23	24	–	

NOTES: 1. T_{low} = −25°C for LM224 T_{high} = +85°C for LM224
= 0°C for LM324, A = +70°C for LM324, A
= −40°C for LM2902 = +105°C for LM2902
= −40°C for LM2902V = +125°C for LM2902V

2. The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is V_{CC} −1.7 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V

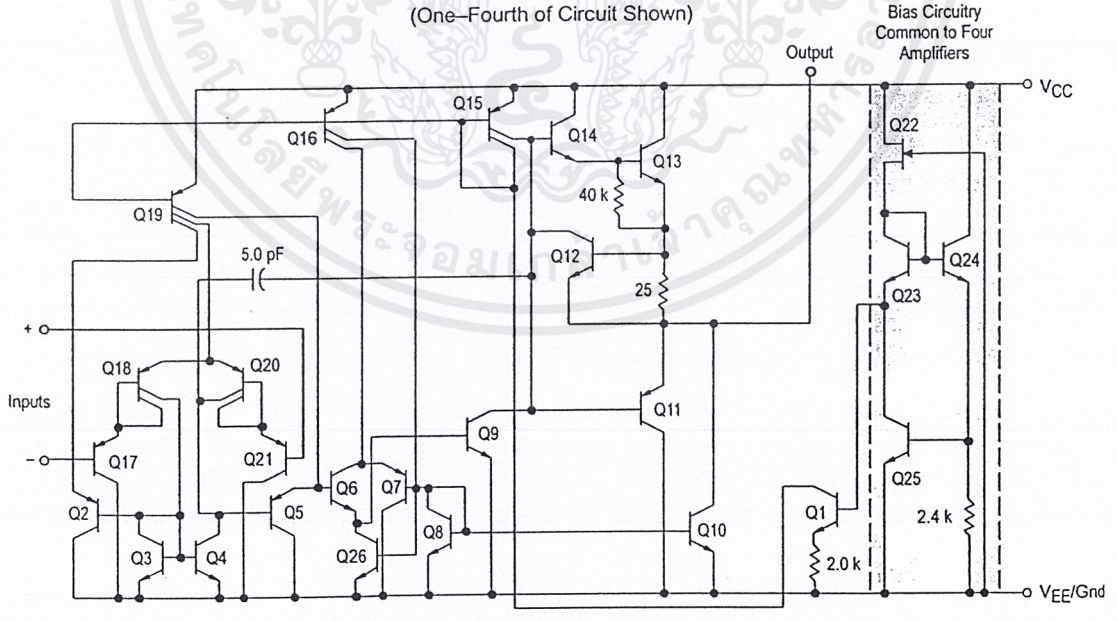
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 5.0 V, V_{EE} = Gnd, T_A = 25°C, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	LM224			LM324A			LM324			LM2902			LM2902V			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage – Low Limit, V_{CC} = 5.0 V, R_L = 10 kΩ, T_A = T_{high} to T_{low}(1)	V_{OL}	–	5.0	20	–	5.0	20	–	5.0	20	–	5.0	100	–	5.0	100	mV
Output Source Current (V_{ID} = +1.0 V, V_{CC} = 15 V)	I_O +																mA
T_A = 25°C		20	40	–	20	40	–	20	40	–	20	40	–	20	40	–	
T_A = T_{high} to T_{low}(1)		10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	
Output Sink Current	I_O –																mA
(V_{ID} = –1.0 V, V_{CC} = 15 V) T_A = 25°C		10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	10	20	–	
T_A = T_{high} to T_{low}(1)		5.0	8.0	–	5.0	8.0	–	5.0	8.0	–	5.0	8.0	–	5.0	8.0	–	
(V_{ID} = –1.0 V, V_O = 200 mV, T_A = 25°C)		12	50	–	12	50	–	12	50	–	–	–	–	–	–	–	µA
Output Short Circuit to Ground(3)	I_{SC}	–	40	60	–	40	60	–	40	60	–	40	60	–	40	60	mA
Power Supply Current (T_A = T_{high} to T_{low})(1)	I_{CC}																mA
V_{CC} = 30 V (26 V for LM2902, V), V_O = 0 V, R_L = ∞		–	–	3.0	–	1.4	3.0	–	–	3.0	–	–	3.0	–	–	3.0	
V_{CC} = 5.0 V, V_O = 0 V, R_L = ∞		–	–	1.2	–	0.7	1.2	–	–	1.2	–	–	1.2	–	–	1.2	

NOTES: 1. T_{low} = –25°C for LM224 = 0°C for LM324, A = –40°C for LM2902 = –40°C for LM2902V; T_{high} = +85°C for LM224 = +70°C for LM324, A = +105°C for LM2902 = +125°C for LM2902V

2. The input common mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3 V. The upper end of the common mode voltage range is V_{CC} –1.7 V.

Representative Circuit Diagram
(One–Fourth of Circuit Shown)



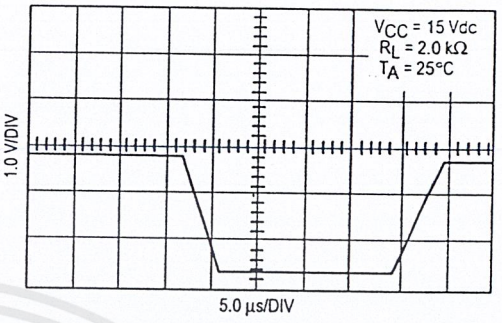
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM324, LM324A, LM224, LM2902, LM2902V

CIRCUIT DESCRIPTION

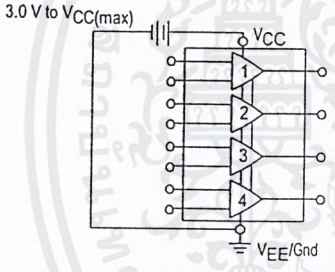
The LM324 series is made using four internally compensated, two–stage operational amplifiers. The first stage of each consists of differential input devices Q20 and Q18 with input buffer transistors Q21 and Q17 and the differential to single ended converter Q3 and Q4. The first stage performs not only the first stage gain function but also performs the level shifting and transconductance reduction functions. By reducing the transconductance, a smaller compensation capacitor (only 5.0 pF) can be employed, thus saving chip area. The transconductance reduction is accomplished by splitting the collectors of Q20 and Q18. Another feature of this input stage is that the input common mode range can include the negative supply or ground, in single supply operation, without saturating either the input devices or the differential to single–ended converter. The second stage consists of a standard current source load amplifier stage.

Large Signal Voltage Follower Response

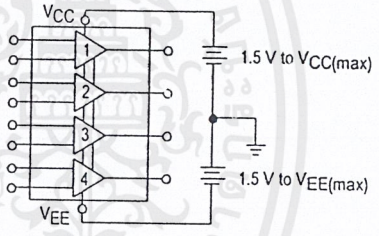


Each amplifier is biased from an internal–voltage regulator which has a low temperature coefficient thus giving each amplifier good temperature characteristics as well as excellent power supply rejection.

Single Supply



Split Supplies



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 1. Input Voltage Range

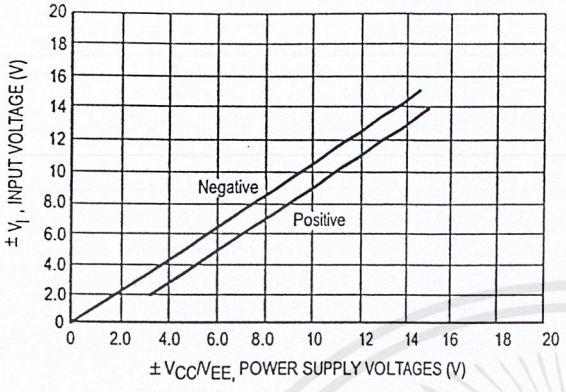


Figure 2. Open Loop Frequency

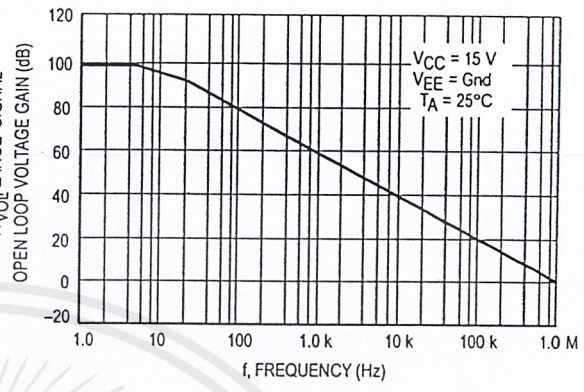


Figure 3. Large–Signal Frequency Response

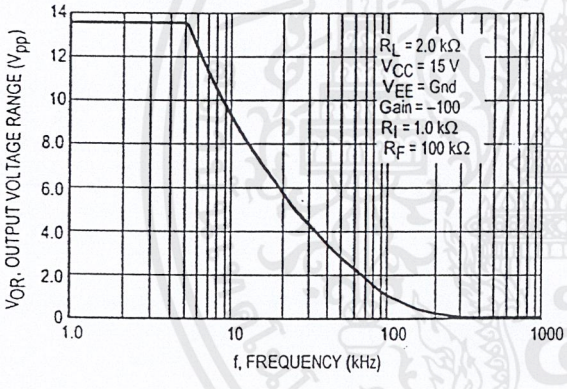


Figure 4. Small–Signal Voltage Follower Pulse Response (Noninverting)

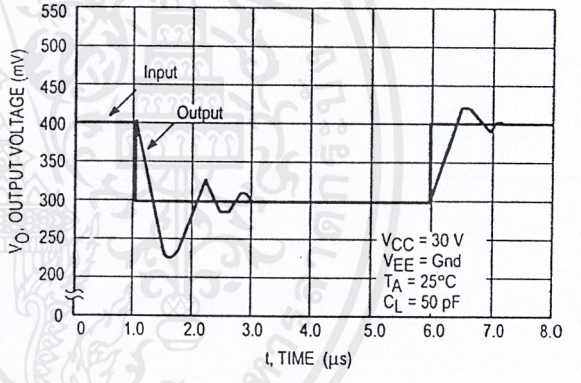


Figure 5. Power Supply Current versus Power Supply Voltage

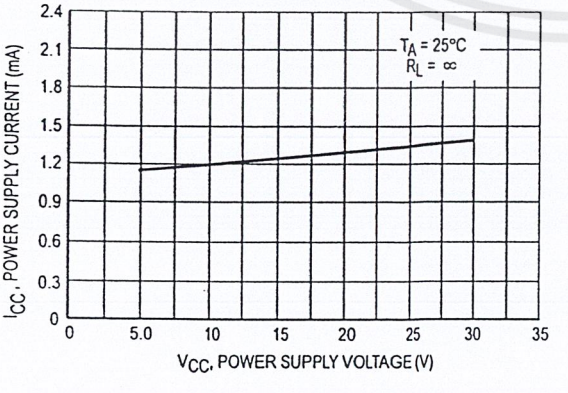
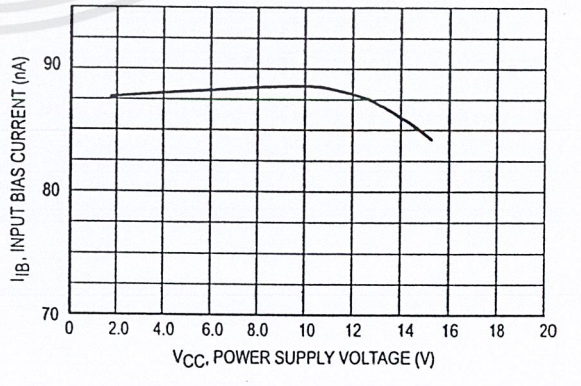
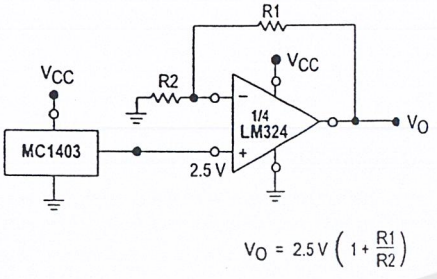


Figure 6. Input Bias Current versus Power Supply Voltage



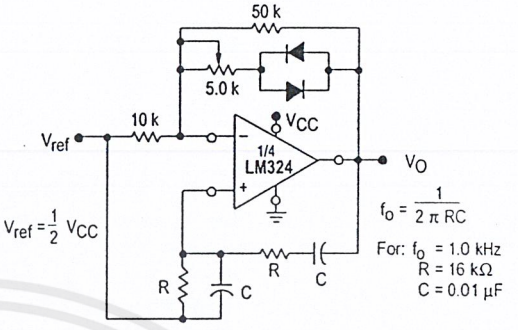
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 7. Voltage Reference



$$V_O = 2.5\,V\left(1 + \frac{R1}{R2}\right)$$

Figure 8. Wien Bridge Oscillator

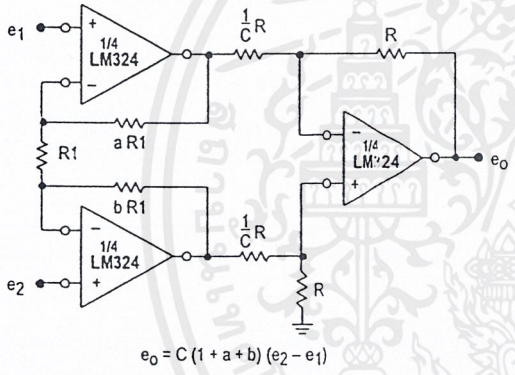


$$V_{ref} = \frac{1}{2} V_{CC}$$

$$f_o = \frac{1}{2\,\pi\,RC}$$

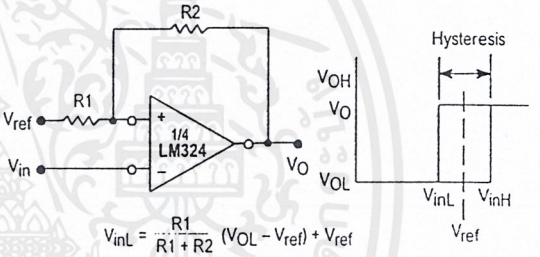
For: f_o = 1.0 kHz
R = 16 kΩ
C = 0.01 µF

Figure 9. High Impedance Differential Amplifier



$$e_o = C\,(1 + a + b)\,(e_2 - e_1)$$

Figure 10. Comparator with Hysteresis

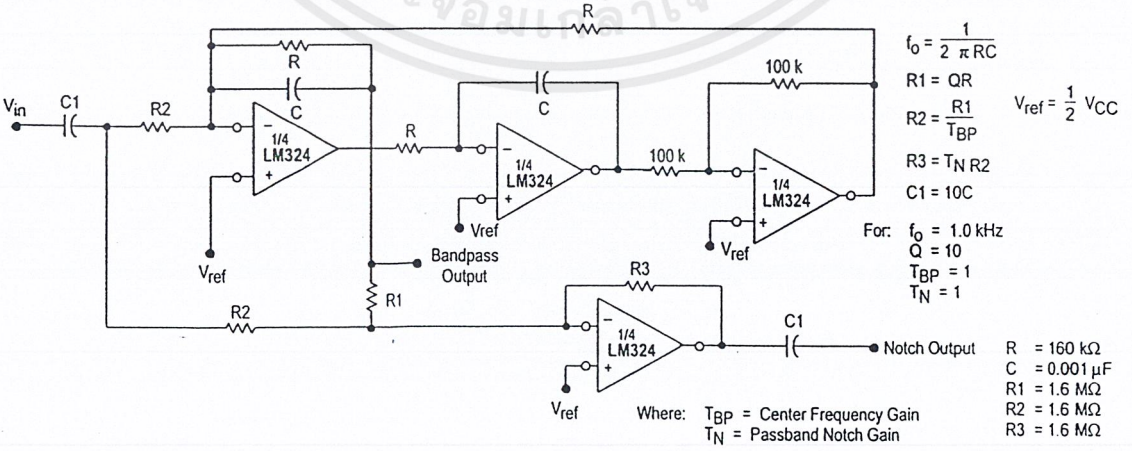


$$V_{inL} = \frac{R1}{R1 + R2}\,(V_{OL} - V_{ref}) + V_{ref}$$

$$V_{inH} = \frac{R1}{R1 + R2}\,(V_{OH} - V_{ref}) + V_{ref}$$

$$H = \frac{R1}{R1 + R2}\,(V_{OH} - V_{OL})$$

Figure 11. Bi–Quad Filter



$$f_o = \frac{1}{2\,\pi RC}$$

R1 = QR

$$R2 = \frac{R1}{T_{BP}}$$

R3 = T_N R2

C1 = 10C

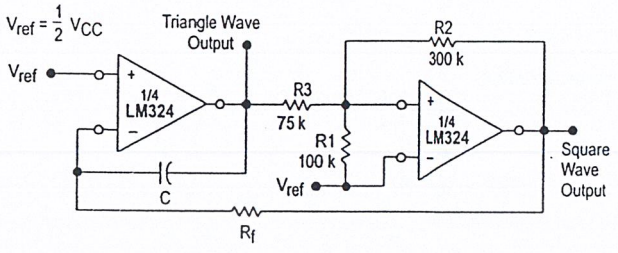
$$V_{ref} = \frac{1}{2} V_{CC}$$

For: f_o = 1.0 kHz
Q = 10
T_{BP} = 1
T_N = 1

R = 160 kΩ
C = 0.001 µF
R1 = 1.6 MΩ
R2 = 1.6 MΩ
R3 = 1.6 MΩ

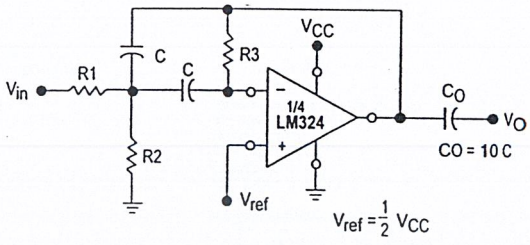
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 12. Function Generator



$$f = \frac{R1 + R_C}{4\,CR_f\,R1} \quad \text{if } R3 = \frac{R2\,R1}{R2 + R1}$$

Figure 13. Multiple Feedback Bandpass Filter



Given: f_o = center frequency
$A(f_o)$ = gain at center frequency

Choose value f_o, C

Then: $R3 = \frac{Q}{\pi f_o C}$

$$R1 = \frac{R3}{2\,A(f_o)}$$

$$R2 = \frac{R1\,R3}{4Q^2\,R1 - R3}$$

For less than 10% error from operational amplifier, $\frac{Q_o f_o}{BW} < 0.1$

where f_o and BW are expressed in Hz.

If source impedance varies, filter may be preceded with voltage follower buffer to stabilize filter parameters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

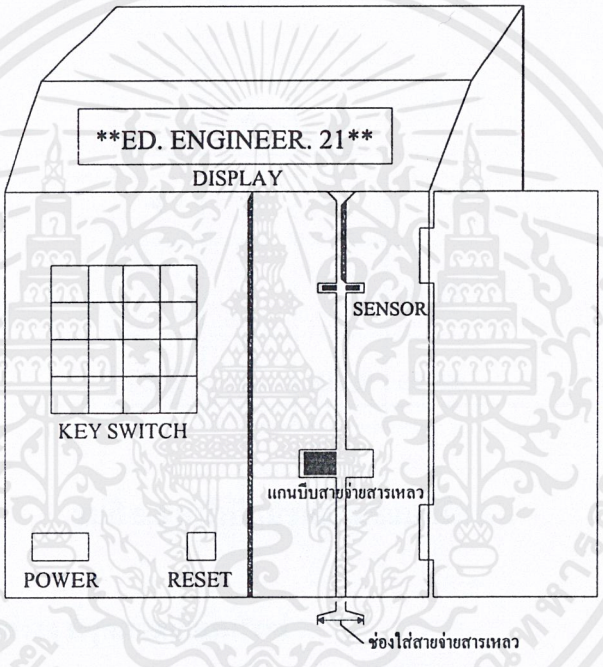
ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งาน

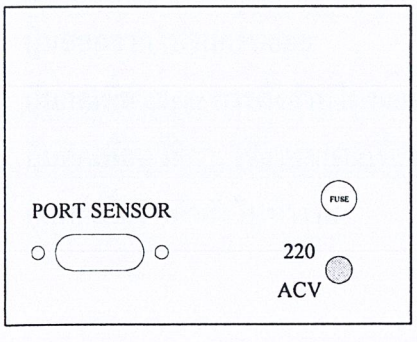
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ
Automatic Liquid Supply to Blood Vessel

คู่มือการใช้งานเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติเป็นส่วนที่อธิบายขั้นตอน และวิธีการใช้งานให้สามารถใช้งานเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติตลอดจนการตรวจซ่อมเบื้องต้นได้ดังนี้



รูปที่ จ.1 ด้านหน้าของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ



รูปที่ จ.2 ด้านหลังของกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายสารเหลวทางเส้นเลือดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัมพล บุญมี และคณะ. “หมุน หมุน หมุน กับสเต็ปเปอร์มอเตอร์.” **HOBBY ELECTRONICS.** 8(93) : หน้า 56-63. 2542

จิรพงษ์ วรพันธ์ตระกูล และคณะ. **“เครื่องวัดการเต้นของหัวใจ.”** ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2540

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **คู่มือ นักอิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2538

นภัทร วัจนเทพินทร์. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์. 2542

ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์, **เอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครโปรเซสเซอร์.** กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543

เพทรูเซลลา, แฟรงค์ ดี. **อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับอุตสาหกรรม.** แปลโดย สุรพล รักวิจัย. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล. 2541

มาลี สนธิเกษตริน. **คู่มือปฏิบัติการพยาบาล (Nursing Manual).** พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : คณะแพทย์ศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล. 2528

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

เศกสิทธิ์ คำชมภู. “UCN 5804B ไอซีขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ยูนิโพลาร์.” **HOBBY ELECTRONICS.** 7(69) : หน้า 63-66. 2540

———— “บอร์ดควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์.” **HOBBY ELECTRONICS.** 7(69) : หน้า 57-62. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายธิติพันธ์ นิยมสุจริต
วันเดือนปีเกิด	27 พฤศจิกายน 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	102 ม. 3 ต. วังเย็น อ. บางแพ จ. ราชบุรี 70160
ที่อยู่ปัจจุบัน	102 ม. 3 ต. วังเย็น อ. บางแพ จ. ราชบุรี 70160
โทรศัพท์	(032) 349137, (01) 9818488
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนวัดกลางวังเย็น
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบางแพปฐมพิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	การมีน้ำใจต่อกัน...จะช่วยสร้างสรรค์ให้สังคมน่าอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้