ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

Alarm Excretion for Paralysis

ชื่อนักศึกษา 1. นายเจริญ โกยธนาคม รหัสประจำตัว 45035255

2. นางสาวประวีณา สุวรรณมาโจ รหัสประจำตัว 45035268

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 1. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

2. อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
2. อาจารย์โกศล ตราชู	
3. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
4. ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	
5. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2547 เวลา 13.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.../...เดือน.....พ.ศ.....

<BT4620132>

เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

ALARM EXCRETION FOR PARALYSIS

นายเจริญ โกยธนาคม

นางสาวประวีณา สุวรรณมาโจ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51053
วัน,เดือน,ปี 29 ส.ค. 2547

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

Alarm Excretion For Paralysis

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต
2. เพื่อออกแบบวงจรภาคต่างๆ ของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต
3. เพื่อสร้างประกอบวงจรต่างๆ ของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต
4. เพื่อทดลอง ทดสอบภาคต่าง ๆ ของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต
5. เพื่อนำไปทดสอบใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการทำงานของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต
2. ได้วงจรเครื่องตรวจสอบปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต
3. ได้เครื่องตรวจสอบปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต
3. ได้ผลการทดลองและทดสอบการทำงานของวงจรและการทำงานของเครื่อง
4. ได้ผลการทดสอบใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต	
นักศึกษา	นายเจริญ	โกยธนาคม
	นางสาวประวีณา	สุวรรณมาโจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์	อธิพรธรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์
	อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงศ์ดี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอ เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต เพื่อให้เตือนเวลาที่ผู้ป่วยอัมพาตมีการขับถ่ายปัสสาวะและอุจจาระออกมา โดยมีสายแพเงินเป็นตัวตรวจจับ เมื่อตรวจจับได้แล้วว่าผู้ป่วยอัมพาตมีการขับถ่ายปัสสาวะและอุจจาระออกมา ก็จะส่งสัญญาณเตือนไปยังผู้ดูแลผู้ป่วย ด้วยคลื่นวิทยุความถี่ย่านยูเอชเอฟ ช่วงความถี่ 340 เมกะเฮิรตซ์ ส่งได้ไกลเป็นระยะทางประมาณ 20 เมตร ซึ่งมีการเตือนอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบสั่น และระบบเสียง จากการทดลองใช้งานจริงพบว่าเครื่องนี้มีความสะดวกต่อผู้ดูแลผู้ป่วยอัมพาต และสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Alarm Excretion For Paralysis	
Students	Mr.Jaroen	Koytanakom
	Miss Praweena	Suwannamajo
Advisor	Asst.Prof.Wisuit	Atiporntum
Co-Advisor	Mr.Piya	Supavarasuwat
	Mr.Surapong	Siripongdee
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis presents the Alarm Excretion For Paralysis. The objective of this alarm is to give a signal when the paralysis patient excreted. The silver wire is used to check the excretion. When there is an excretion on the patient, it will send signal to the patient's caretaker by radio frequency 340 MHz longed 20 meters. There are two types of transmitting signal ; vibration and voice signal. From testing with real patient, the alarm can work well to meet the objective and make patient's caretaker more convenience.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม รวมถึงนายแพทย์มนต์ชัย ไชยภักดี เจ้าหน้าที่ศูนย์สุขอนามัยประจำสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นายแพทย์ก้องเกียรติ เกษเพ็ชร์ รองผู้อำนวยการโรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ต และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูล สถานที่ และอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงานและในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล ขอขอบใจเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา สุดท้ายที่ควรระลึกอย่างยิ่งคือ บิดามารดาที่ท่านเป็นผู้ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทั้งทางด้านการศึกษา และเป็นกำลังใจในยามที่ท้อแท้ด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ตัวตรวจจับ	3
2.3 หลักการตรวจจับของเหลว	4
2.4 แผนผังการทำงานของระบบสื่อสาร	5
2.5 ระบบสื่อสารทางวิทยุ	5
2.5.1 ระบบสื่อสารทางวิทยุ	6
2.5.2 ระบบสื่อสารเชื่อมโยง	6
2.6 การสื่อสารแบบเคลื่อนที่	8
2.7 ทฤษฎีการสื่อสารข้อมูล	10
2.8 หลักการเบื้องต้นของรีโมตคอนโทรล	14
2.8.1 การเข้ารหัส	15
2.8.2 ภาคส่ง	15
2.8.3 การถอดรหัส	16
2.8.4 ภาครับ	16
2.9 วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	19
3.1 กล่าวนำ	19
3.2 ภาคจ่ายไฟ	20
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	20
3.2.2 การทำงาน	21
3.3 ภาคตรวจจับของเหลว	21
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	21
3.3.2 การทำงาน	21
3.4 ภาคส่งสัญญาณ	22
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	22
3.4.2 การทำงาน	24
3.5 ภาครับสัญญาณ	25
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	25
3.5.2 การทำงาน	26
3.6 ภาคถอดรหัส	26
3.6.1 การออกแบบและการสร้าง	26
3.6.2 การทำงาน	28
3.7 ภาคแสดงผล	28
3.7.1 การออกแบบและการสร้าง	28
3.7.2 การทำงาน	29
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	31
4.1 กล่าวนำ	31
4.2 ความสามารถของการตรวจจับ	31
4.2.1 การทดลอง	31
4.2.2 ผลการทดลอง	31
4.3 ระยะทางการรับ-ส่งสัญญาณของวงจรเครื่องรับและเครื่องส่ง	33
4.3.1 การทดลอง	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.3.2 ผลการทดลอง	33
4.4 เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต	34
4.4.1 การทดลอง	34
4.4.2 ผลการทดลอง	35
4.5 การทดลองใช้งานเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตกับผู้ป่วยที่โรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ต	37
4.5.1 การทดลอง	37
4.5.2 ผลการทดลอง	38
บทที่ 5 บทสรุป	39
5.1 สรุป	39
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา	39
5.2.1 สายแพที่ใช้ตรวจจับของเหลว	39
5.2.2 ระยะทางในการรับ-ส่งสัญญาณ	39
5.2.3 ชั่วโมงการใช้งานของแบตเตอรี่	40
5.2.4 ความปลอดภัย	40
5.3 แนวทางการพัฒนา	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก ก ภาพเครื่องต้นแบบ	42
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	47
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	58
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	63
ภาคผนวก จ ผลการทดสอบจากโรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ต	75
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	77
ภาคผนวก ช รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	83
ประวัติผู้แต่ง	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าความต้านทานจำเพาะของวัสดุ	4
2.2 การแบ่งช่วงความถี่	6
2.3 แนวทางการเลือกเครื่องรับส่งวิทยุสำหรับระยะทางติดต่อสื่อสารต่างๆ	9
3.1 หมายเลขของจำนวนตัวตรวจจับของเหลวที่เปียกชื้น	29
4.1 ผลการทดลองความสามารถของการตรวจจับ	31
4.2 ผลการทดลองความสามารถในการรับส่งสัญญาณ	33
4.3 ผลการทดลองการแสดงผลที่ภาคส่งสัญญาณและเครื่องติดตามผู้ดูแล	35
4.4 ผลการทดลองการใช้งานเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต	38
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	59
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับของเหลว	59
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วนทางด้านภาคส่งสัญญาณ	60
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลจอผลึกเหลวทางด้านภาครับสัญญาณ	61
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวตรวจจับของเหลว	3
2.2 หลักการตรวจจับของเหลว	4
2.3 แผนผังการทำงานของระบบสื่อสาร	5
2.4 แบนด์วิดท์ของระบบ FM ที่มีแบนด์วิดท์แคบ	8
2.5 ระบบวิทยุเรียกตัวหรือเพจจิ้ง	9
2.6 การส่งข้อมูลแบบขนาน	11
2.7 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม	11
2.8 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	12
2.9 การเรียงบิตในแต่ละเฟรมของอะซิงโครนัส	13
2.10 หลักการเบื้องต้นของรีโมทคอนโทรล	14
2.11 หลักการรีโมททางภาคส่ง	14
2.12 หลักการรีโมททางภาครับ	14
2.13 แผนผังการทำงานทางภาคส่ง	15
2.14 แผนผังการทำงานทางภาครับ	17
2.15 วงจรมัลติไวเบรเตอร์ชนิดอะสเตเบิ้ล	17
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต	19
3.2 ภาคจ่ายไฟทางด้านภาคส่งสัญญาณ	20
3.3 วงจรตรวจจับของเหลว	23
3.4 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน	24
3.5 วงจรเครื่องส่งรีโมต	25
3.6 วงจรภาครับสัญญาณ	27
3.7 ภาคถอดรหัส	28
3.8 วงจรแสดงผลจอผลึกเหลว	30
4.1 การตรวจจับของเหลวจากแผ่นรองซับด้วยสายแพเงิน	32
4.2 วงจรเครื่องส่งรีโมต	33
4.3 วงจรเครื่องรับรีโมต	34
4.4 เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 ข้อมูลตัวตรวจจับที่เปียกชื้นขณะเปิดเครื่อง	36
4.6 ข้อมูลตัวตรวจจับที่เปียกชื้นที่เครื่องติดตามผู้ดูแล ขณะทำการตรวจจับปัสสาวะได้ 4 จุด	36
4.7 การติดตั้งสายแพรเพื่อทำการตรวจจับปัสสาวะและอุจจาระ	36
4.8 การใช้งานเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต กับผู้ป่วยที่โรงพยาบาลกรุงเทพ	37
ก.1 โครงงานเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต	43
ก.2 ภาพด้านหน้าของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต	43
ก.3 ภาพด้านหลังของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต	44
ก.4 สายแพรที่ใช้ตรวจจับปัสสาวะและอุจจาระ	44
ก.5 ภาพวงจรรวมของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต	45
ก.6 ภาพด้านหน้าของเครื่องเตือนติดตามตัวผู้ดูแล	45
ก.7 ภาพด้านข้างของเครื่องเตือนติดตามตัวผู้ดูแล	46
ก.8 ภาพวงจรรวมของเครื่องเตือนติดตามตัวผู้ดูแล	46
ข.1 วงจรภาคจ่ายไฟทางด้านภาคส่งสัญญาณ	48
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรภาคจ่ายไฟทางด้านภาคส่งสัญญาณ	48
ข.3 การวางอุปกรณ์ของวงจรภาคจ่ายไฟทางด้านภาคส่งสัญญาณ	48
ข.4 วงจรตรวจจับของเหลว	49
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรตรวจจับของเหลว	50
ข.6 การวางอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับของเหลว	51
ข.7 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน	52
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน	52
ข.9 การวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน	53
ข.10 วงจรเครื่องส่งรีโมต	53
ข.11 วงจรภาครับสัญญาณ	54
ข.12 วงจรภาคถอดรหัส	55
ข.13 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรภาคถอดรหัส	55
ข.14 การวางอุปกรณ์ของวงจรภาคถอดรหัส	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.15 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลจอผลึกเหลว	56
ข.16 การวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลจอผลึกเหลว	56
ข.17 วงจรแสดงผลจอผลึกเหลว	57
ง.1 ผังการทำงานโปรแกรมแสดงผลจอผลึกเหลว	64
ฉ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต	79
ฉ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องติดตามตัวผู้ดูแลผู้ป่วย	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โรคอัมพาต หมายถึง การสูญเสียการเคลื่อนไหวรวมถึงการสูญเสียความรู้สึกที่ผิวหนังด้วย เนื่องจากระบบประสาทหรือระบบกล้ามเนื้อไม่ทำงาน อัมพาตถูกแบ่งออกเป็นอัมพาตครึ่งตัวและอัมพาตทั้งตัว อัมพาตแบบครึ่งตัวยังแบ่งออกได้เป็นครึ่งซีกซ้ายขวาและครึ่งท่อนล่าง ผู้ป่วยอัมพาตนั้นจะมีอาการที่แสดงออกหลายระดับตามความรุนแรงของโรครวมถึงส่วนที่สมองและประสาทไม่สามารถสั่งงานได้ โดยส่วนใหญ่แล้วอาการที่พบเห็นบ่อยคืออัมพาตครึ่งตัวท่อนล่าง เนื่องจากสมองไม่สามารถสั่งงานให้ควบคุมร่างกายและประสาทส่วนนั้นได้ สาเหตุเกิดขึ้นจากผู้ป่วยได้รับอันตรายที่ไขสันหลังเนื่องจากอุบัติเหตุ เมื่อผู้ป่วยสูญเสียการเคลื่อนไหวและความรู้สึกผู้ป่วยจะไม่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายส่วนล่างและไม่สามารถควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะและอุจจาระได้ ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ต้องมีผู้ช่วยคอยดูแลอย่างใกล้ชิด ผู้ป่วยต้องนอนอยู่กับที่เป็นเวลานานๆ ทำให้เกิดแผลกดทับและติดเชื้อได้ การที่ผู้ป่วยไม่รู้สึกตัวเวลาขับถ่ายและนอนทับปัสสาวะและอุจจาระเป็นเวลานานๆ ก็ส่งผลเสียต่อสุขอนามัยของผู้ป่วย

ในกรณีที่ผู้ป่วยนอนรักษาตัวอยู่ที่บ้าน ผู้ดูแลผู้ป่วยไม่สามารถดูแลผู้ป่วยได้ตลอดเวลาและไม่ทราบว่าผู้ป่วยอัมพาตมีการขับถ่ายปัสสาวะและอุจจาระออกมาเมื่อไร ดังนั้น การเตือนให้ผู้ดูแลทราบว่าผู้ป่วยได้มีการขับถ่ายปัสสาวะและอุจจาระออกมาแล้วทำความสะอาดทันที ก็จะส่งผลดีต่อสุขอนามัยของผู้ป่วย

คณะผู้จัดทำโครงงานได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหา จึงได้จัดทำเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระเพื่อช่วยให้ผู้ดูแลทราบว่าผู้ป่วยได้มีการขับถ่ายปัสสาวะและอุจจาระ สามารถทำความสะอาดได้ทันทีโดยไม่ต้องคอยเฝ้าระวังและดูแลอย่างใกล้ชิด สามารถทำกิจกรรมอื่นได้ในเวลาเดียวกัน

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1) สามารถตรวจสอบการขับถ่ายปัสสาวะและอุจจาระของผู้ป่วยอัมพาตได้

2) สามารถส่งสัญญาณเตือนด้วยคลื่นวิทยุความถี่ย่านยูเอชเอฟ ช่วงความถี่ 340 เมกะเฮิรตซ์ ส่งได้ไกลเป็นระยะทางประมาณ 20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สามารถเลือกระบบเตือนได้ 2 ระบบ คือ ระบบสั่น ระบบเสียง

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับโครงสร้างของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยตัวตรวจจับ หลักการตรวจจับของเหลว แผนผังการทำงานของระบบสื่อสาร ระบบสื่อสารทางวิทยุ ระบบสื่อสารเชื่อมโยง การสื่อสารแบบเคลื่อนที่ ทฤษฎีการสื่อสารข้อมูล หลักการเบื้องต้นของรีโมตคอนโทรล วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้ วงจรตรวจจับของเหลว วงจรเครื่องรับและเครื่องส่ง โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของวงจรตรวจจับของเหลว วงจรภาครับและส่ง

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงานปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก ภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ ผลการทดสอบความปลอดภัยของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตโดยโรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ต

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

ภาคผนวก ช รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ผู้ป่วยอัมพาตครึ่งท่อนล่างจะมีปัญหาในการเดิน สูญเสียความรู้สึกที่ผิวหนังส่วนล่างของร่างกาย ไม่สามารถควบคุมร่างกายส่วนล่างได้ ผู้ป่วยต้องนอนอยู่กับที่จนเกิดแผลกดทับ เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตจัดสร้างขึ้น เพื่อต้องการให้ผู้ป่วยอัมพาตที่มีปัญหาในเรื่องของการเคลื่อนที่ไปปัสสาวะและอุจจาระไม่ได้ ซึ่งผู้ดูแลต้องหมั่นคอยตรวจสอบและเฝ้าระวังดูแลสุขอนามัยของผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด หากผู้ดูแลไม่สามารถทำความสะอาดได้ทันทีที่มีการขับถ่ายปัสสาวะและอุจจาระทำให้เกิดการติดเชื้อได้ในกรณีที่ผู้ป่วยมีแผลกดทับและนอนทับปัสสาวะและอุจจาระเป็นเวลานานโดยไม่ได้รับการทำความสะอาดก็ส่งผลเสียต่อตัวผู้ป่วยเอง ดังนั้น การเตือนให้ผู้ดูแลทราบว่าผู้ป่วยได้มีการขับถ่ายปัสสาวะและอุจจาระออกมาแล้ว จึงเป็นการช่วยให้ผู้ดูแลไม่ต้องหมั่นคอยมาตรวจสอบและสามารถทำภารกิจอย่างอื่นได้ในเวลาเดียวกัน

ทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ประกอบในโครงงานนี้ประกอบด้วย ตัวตรวจจับ หลักการตรวจจับของเหลว แผนผังการทำงานของระบบสื่อสาร ระบบสื่อสารทางวิทยุ ระบบสื่อสารเชื่อมโยง การสื่อสารแบบเคลื่อนที่ ทฤษฎีการสื่อสารข้อมูล หลักการเบื้องต้นของรีโมตคอนโทรล วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม

2.2 ตัวตรวจจับ

ตัวตรวจจับเลือกใช้สายแพที่มีตัวนำเป็นเงินดังรูปที่ 2.1 เพราะมีค่าความต้านทานจำเพาะต่ำโดยมีค่าเท่ากับ 0.99 ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งมีค่าความต้านทานจำเพาะต่ำสุดเมื่อเทียบกับวัสดุอื่น และใช้ความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ ในการตรวจจับปัสสาวะและอุจจาระ

รูปที่ 2.1 ตัวตรวจจับของเหลว

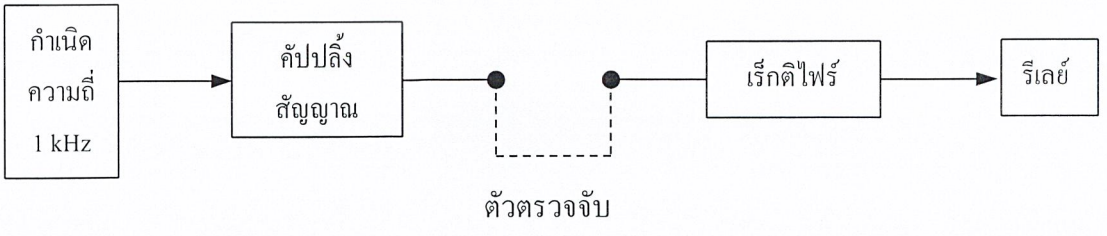
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ค่าความต้านทานจำเพาะ (ρ) ของวัสดุ

วัสดุ	ค่าความต้านทาน
เงิน	0.99
ทองแดง	10.37
ทอง	14.7
อลูมิเนียม	17.0
ทังสเตน	33.0
นิเกิล	47.0
เหล็ก	74.0
นิโครม	600.0

2.3 หลักการตรวจจับของเหลว

จากรูปที่ 2.2 ในการตรวจจับของเหลวจะเริ่มจากวงจรผลิตความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ สาเหตุที่ใช้สัญญาณที่เป็นความถี่แทนที่จะใช้ไฟฟ้ากระแสตรงธรรมดาเป็นสัญญาณในการตรวจจับ จากการวิเคราะห์สารประกอบเคมีด้วยกระแสไฟฟ้าพบว่า หากใช้ไฟกระแสตรงป้อนจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้ปลายด้านหนึ่งของสารประกอบเป็นลักษณะของ “เมือก” การเกิดเมือกนี้จะทำให้ปลายอีกข้างถูกกัดกร่อนด้วย ดังนั้น หากป้อนไฟกระแสตรงให้ตัวตรวจจับจึงไม่เหมาะสม จากนั้นความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ จะถูกคัปปลิ้งไปยังสายแพเงินเพื่อทำการตรวจจับของเหลว เมื่อมีของเหลวมาถูกหน้าสัมผัสของตัวตรวจจับแล้วจะส่งสัญญาณต่อไปยังวงจรเร็กติไฟร์ทำการแปลงสัญญาณความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 8 โวลต์ เพื่อจ่ายแรงดันให้รีเลย์ทำงานและส่งสัญญาณต่อไปยังภาคส่งวิทยุเพื่อเตือนให้ผู้ดูแลทราบว่าขณะนี้ผู้ป่วยได้มีการขับถ่ายปัสสาวะหรืออุจจาระออกมาแล้ว

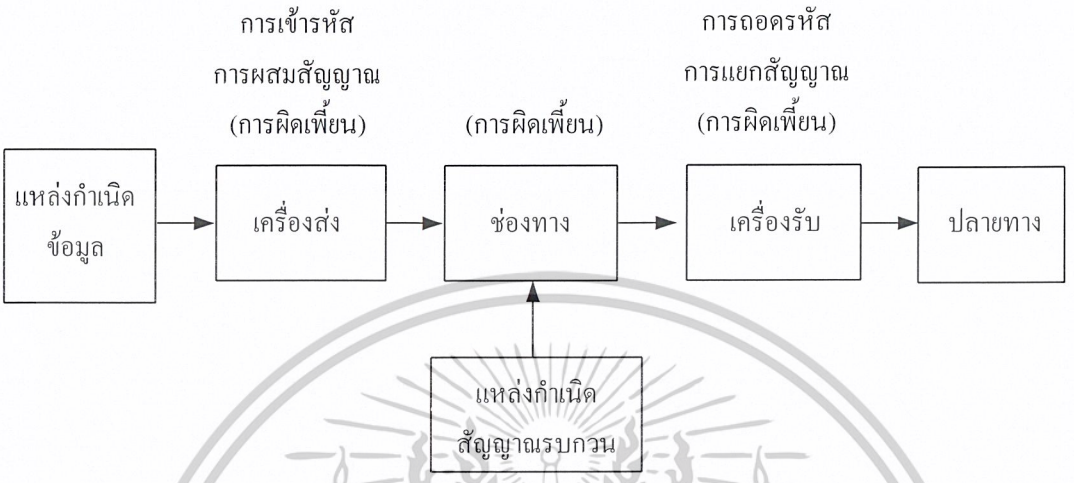


รูปที่ 2.2 หลักในการตรวจจับของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 แผนผังการทำงานของระบบการสื่อสาร

แผนผังการทำงานของระบบการสื่อสารโดยทั่วไป



รูปที่ 2.3 แผนผังการทำงานของระบบการสื่อสาร

ระบบการสื่อสารโดยทั่วไปจะเริ่มต้นจากแหล่งกำเนิดข้อมูล ได้แก่ สัญญาณเสียง สัญญาณภาพ และสัญญาณความถี่ เป็นต้น จากนั้นก็จะทำการผสมสัญญาณระหว่างสัญญาณทางด้านอินพุตกับสัญญาณความถี่พาหะเพื่อเลือกนำส่งออกตามช่องทาง

ช่องทางที่ใช้ในการสื่อสารโดยทั่วไป ได้แก่ อากาศ สายอากาศ สายนำสัญญาณแบบต่างๆ จากนั้นเครื่องรับก็จะรับสัญญาณที่ถูกส่งออกมาจากเครื่องส่ง นำสัญญาณที่รับได้มาถอดรหัสหรือแยกสัญญาณออกให้เหลือเฉพาะข้อมูลที่ได้รับมาเป็นสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการ

การสื่อสารที่สมบูรณ์นั้นจะต้องสื่อสารกันได้รู้เรื่องเข้าใจตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ส่งข้อมูลที่ต้องการให้ผู้รับข้อมูลทราบว่าต้องการสื่อสารอะไรให้เข้าใจกัน ซึ่งในการสื่อสารทุกครั้งก็จะต้องมีสิ่งรบกวนทั้งจากตัวเครื่องมือสื่อสารเองหรือแม้กระทั่งสิ่งแวดล้อมภายนอกก็เป็นปัจจัยให้เกิดการสื่อสารผิดพลาดไปได้

2.5 ระบบสื่อสารวิทยุ

นักวิทยาศาสตร์ได้มีการแบ่งคลื่นวิทยุตลอดทุกความถี่ในสเปคตรัมของความถี่ออกเป็นช่วงๆ อย่างต่อเนื่องและมีการกำหนดชื่อให้แต่ละช่วงของความถี่เหล่านั้น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การแบ่งช่วงความถี่

ชื่อเรียกขาน		ชื่อย่อ	แถบความถี่
Very Low Frequency	(ความถี่ต่ำมาก)	VLF	3-30 กิโลเฮิรตซ์
Low Frequency	(ความถี่ต่ำ)	LF	30-300 กิโลเฮิรตซ์
Medium Frequency	(ความถี่กลาง)	MF	300-3,000 กิโลเฮิรตซ์
High Frequency	(ความถี่สูง)	HF	3-30 เมกะเฮิรตซ์
Very High Frequency	(ความถี่สูงมาก)	VHF	30-300 เมกะเฮิรตซ์
Ultra High Frequency	(ความถี่สูงยิ่ง)	UHF	300-3,000 เมกะเฮิรตซ์
Super High Frequency	(ความถี่สูงยอด)	SHF	3-30 กิกะเฮิรตซ์
Extremely High Frequency	(ความถี่สูงยิบ)	EHF	30-300 กิกะเฮิรตซ์

2.5.1 ระบบสื่อสารทางวิทยุ

การสื่อสารโดยใช้วิทยุเป็นกรรมวิธีส่งข่าวสารจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง โดยใช้คลื่นวิทยุเชื่อมโยงระหว่างกัน การส่งข่าวสารอาศัยการแพร่คลื่นวิทยุจากสถานีส่งผ่านชั้นบรรยากาศไปสู่สถานีรับ

เราอาจแบ่งระบบสื่อสารวิทยุออกได้เป็น 2 ประเภท ตามวัตถุประสงค์และความแตกต่างกันในการรับส่งข่าวสาร ได้แก่

1) ระบบวิทยุกระจายเสียง (Broadcasting) มีวัตถุประสงค์ที่จะเผยแพร่ข่าวสารและบันเทิงแก่ประชาชนโดยทั่วไป

2) ระบบวิทยุเชื่อมโยง (Radio link) เป็นการส่งข่าวสารไปอย่างเจาะจงผู้รับโดยเฉพาะและปกติมิได้มีวัตถุประสงค์ในการเผยแพร่สู่ประชาชนทั่วไป

2.5.2 ระบบสื่อสารเชื่อมโยง

การสื่อสารเชื่อมโยงทางวิทยุแต่ละย่านความถี่มีลักษณะแตกต่างกันเนื่องจากคุณสมบัติของการแพร่กระจายคลื่นในบรรยากาศที่แต่ละความถี่ไม่เหมือนกัน ย่านความถี่ที่นิยมใช้ติดต่อสื่อสาร ได้แก่ ย่านความถี่ HF, VHF, UHF และ SHF ลักษณะเด่นของการสื่อสารเชื่อมโยงในย่านความถี่ HF ก็คือสามารถติดต่อสื่อสารได้ไกลมากนับพันกิโลเมตร โดยอาศัยคลื่นฟ้าสะท้อนกลับจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ไปยังผู้รับ ข่าวสารที่ติดต่อกันได้แก่ เสียงพูดโทรศัพท์ส่งข้อความหรือภาพถ่าย ส่วนใหญ่นิยมใช้คลื่น AM-SSB (AM ซิงเกิลไซด์แบนด์) แบนด์วิดท์ประมาณ 2.5 - 3 กิโลเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารในย่านความถี่ VHF และ UHF ส่วนใหญ่เป็นการสื่อสารในระยะใกล้ๆ และใช้งานในลักษณะวิทยุเคลื่อนที่ (Mobile radio) กล่าวคือสถานีมักจะเคลื่อนที่ไปมา สถานีที่เคลื่อนที่นิยมเรียกว่าโมบายล์ (Mobile) ส่วนสถานีที่อยู่กับที่และเป็นสถานีแม่ข่ายนิยมเรียกว่าเบสสเตชั่น(Base station) ระบบวิทยุเคลื่อนที่นี้มีผู้ใช้จำนวนมาก เช่น ตำรวจ รถพยาบาล รถดับเพลิง เรือต่างๆ

การสื่อสารเคลื่อนที่แบ่งออกเป็นหลายประเภท ดังนี้

1) ระบบดิสแพตซ์ (Dispatch system) เป็นการติดต่อสื่อสารแบบมีศูนย์กลางควบคุม การปฏิบัติงานของเคลื่อนที่ ผ่านช่องความถี่ร่วม (Common channel) เคลื่อนที่สามารถรับฟังข้อความจากพนักงานวิทยุ (Operator) ที่เบสสเตชั่นและสามารถพูดโต้ตอบกันได้ด้วยบางระบบสถานีที่เคลื่อนที่สามารถติดต่อกันเองได้โดยตรง บางระบบก็ต้องพูดผ่านศูนย์

2) ระบบวิทยุเรียกติดตามตัวหรือเพจจิ้ง (Radio paging) ระบบวิทยุเรียกตัวนี้เป็นการสื่อสารทางเดียว (One-way) มิใช่การสื่อสารสองทาง (Two-way radio) ในระบบนี้สมาชิก หรือสถานีที่เคลื่อนที่ จะมีเครื่องรับซึ่งมีรหัสเรียกขานเฉพาะตัว เมื่อมีผู้ต้องการเรียกตัวสมาชิกผู้ใด พนักงานวิทยุที่เบสสเตชั่นก็จะส่งรหัสมาทางคลื่นวิทยุ ถ้ารหัสที่ส่งมาตรงรหัสเรียกขานของสมาชิกผู้นั้น ก็จะแจ้งข้อมูลให้สมาชิกผู้นั้นทราบเพื่อติดต่อกลับไปยังศูนย์ หรือติดต่อไปยังผู้ที่ต้องการเรียกตัว

3) วิทยุแพ็กเก็ต (Packet radio) เป็นการรับส่งข้อความซึ่งเป็นข้อมูลดิจิตอล โดยผ่านทางคลื่นวิทยุ การรับส่งข้อมูลดิจิตอลเป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยให้สามารถรับส่งข่าวสารได้คราวละมากๆ และรวดเร็ว เครื่องรับส่งวิทยุในการติดต่อสื่อสารระบบนี้ควบคุมการทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ต้องการส่ง เช่น แฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น จะถูกแปลงและจัดให้อยู่ในรูปแพ็กเก็ตจะระบุชื่อสถานีส่งและชื่อสถานีรับ ทั้งสถานีส่งและสถานีรับจะโต้ตอบกันในระหว่างการรับส่งโดยอัตโนมัติ

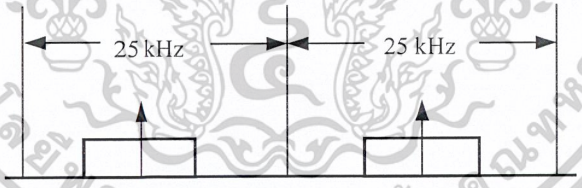
4) วิทยุโทรศัพท์ (Radio telephone) เป็นการเชื่อมระบบวิทยุเข้ากับระบบโทรศัพท์ ทำให้เราสามารถติดต่อโทรศัพท์ผ่านเครื่องรับส่งวิทยุที่สถานีเคลื่อนที่ได้ เหมือนกับการติดต่อโทรศัพท์ธรรมดา แต่ละสถานีจะมีเครื่องรับส่งวิทยุเคลื่อนที่ ซึ่งมีเลขหมายโทรศัพท์ประจำตัวเมื่อเราต้องการโทรศัพท์จากเคลื่อนที่ไปยังสถานีที่ใด ก็เพียงหมุนเหมือนกับโทรศัพท์ธรรมดา และในทางกลับกันเมื่อมีผู้หมุนโทรศัพท์เข้ามายังเคลื่อนที่ก็จะมีกริ่งโทรศัพท์เรียกมาที่เคลื่อนที่ เช่นเดียวกับโทรศัพท์ธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การสื่อสารแบบเคลื่อนที่

การสื่อสารแบบเคลื่อนที่ ส่วนใหญ่จะใช้งานในย่านความถี่ VHF และ UHF โดยใช้คลื่นอากาศในการติดต่อสื่อสาร ลักษณะการใช้งานมักจะติดต่อกันระหว่างสถานีประจำที่ หรือที่เรียกว่า เบสสเตชั่น กับสถานีเคลื่อนที่ เช่น การติดต่อระหว่างหอบังคับการบินกับเครื่องบิน ศูนย์วิทยุรถดับเพลิง การควบคุมเรือในท่าเรือ กิจการตำรวจ กิจการทหาร หน่วยซ่อมบำรุงนอกที่ตั้งของการไฟฟ้าหรือโทรศัพท์ เป็นต้น ระยะทางการติดต่อมักจะใช้ระยะสายตา รัศมีการติดต่อสามารถขยายให้ไกลกว่านี้ได้ด้วยเทคนิคการสื่อสารพิเศษ ดังเช่นใช้สถานีรีพีตเตอร์ เป็นต้น อุปสรรคของการสื่อสารในย่านความถี่นี้ ได้แก่ ภูเขา ตึกหรืออาคารสูงๆ ซึ่งปิดกั้นการเดินทางของคลื่น วิธีแก้คือใช้สถานีที่สูงๆ เหล่านั้นเป็นสถานที่ติดตั้งสายอากาศของสถานีรีพีตเตอร์เสียเลย ซึ่งช่วยให้ระยะสายตาไกลออกไปกว่าเดิมอีกด้วย

เนื่องจากจำนวนช่องที่ใช้งานค่อนข้างจำกัด เพราะมีผู้ใช้ความถี่ย่านนี้มีจำนวนมหาศาล โดยเฉพาะในย่านความถี่ 132 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 174 เมกะเฮิรตซ์ และ 430 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 470 เมกะเฮิรตซ์ เรานิยมใช้ระบบ FM และจำกัดระยะห่างแชนแนลไว้เพียง 25 กิโลเฮิรตซ์ ดังรูปที่ 2.4 การที่แบนด์วิดท์กำหนดไว้แคบเช่นนี้ทำให้ความถี่ของภาคส่งและภาครับของเครื่องรับส่งวิทยุจะต้องมีเสถียรภาพสูง ซึ่งก็คือต้องใช้ผลึกแร่บังคับความถี่ระบบ FM ที่มีแบนด์วิดท์แคบนี้เรียกว่า “NBFM” (ย่อมาจาก Narrow Band FM)



รูปที่ 2.4 แบนด์วิดท์ของระบบ FM ที่มีแบนด์วิดท์แคบ

รัศมีทำการนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะงานเป็นหลัก ความจริงแล้วการสื่อสารเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับผู้ใช้เป็นสำคัญ ซึ่งแต่ละระบบมีลักษณะเด่นด้อยในตัวเอง การเลือกระบบที่เหมาะสมจึงขึ้นอยู่กับลักษณะงานเป็นหลัก ข้อพิจารณาเกี่ยวกับรัศมีทำการ ได้แก่

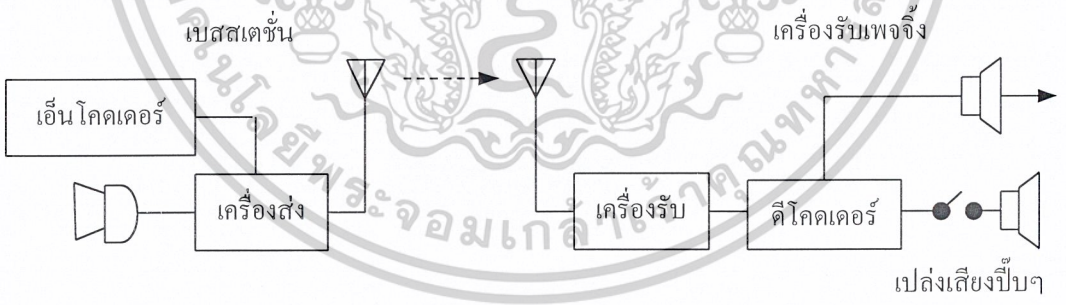
1) ย่านความถี่ใช้งาน
2) กำลังของเครื่องส่ง
3) ความสูงของสายอากาศส่ง
4) ความไวของเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลในตารางที่ 2.3 เป็นค่าประมาณเท่านั้น เพื่อช่วยให้การคาดหมายระยะทางติดต่อกันว่าไปได้ไกลเท่าใด อย่างไรก็ดีรัศมีทำการของการสื่อเคลื่อนที่สามารถขยายให้กว้างขวางได้ โดยใช้ระบบที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น ใช้เครื่องรับบริวาร ใช้รีโมตคอนโทรลไปยังเครื่องรับส่งวิทยุ หรืออาจใช้รีพีตเตอร์ เป็นต้น

ตารางที่ 2.3 แนวทางการเลือกเครื่องรับส่งวิทยุสำหรับระยะทางติดต่อสื่อสารต่างๆ

ระยะที่ติดต่อสื่อสาร (กิโลเมตร)	ชนิดของเครื่องส่งวิทยุ	ย่านความถี่และกำลังส่ง
1.6-3.2	มือถือกับมือถือ	VHF หรือ UHF 1 วัตต์
3.2-8	มือถือกับมือถือ	VHF 1-5 วัตต์
0-16	สถานีที่เคลื่อนที่กับสถานีที่เคลื่อนที่	VHF หรือ UHF 25 วัตต์
0-30	สถานีที่เคลื่อนที่กับสถานีประจำที่	VHF หรือ UHF 25 วัตต์
0-48	สถานีที่เคลื่อนที่กับสถานีประจำที่	VHF 50 วัตต์
0-56	สถานีที่เคลื่อนที่กับสถานีที่เคลื่อนที่	VHF 25 วัตต์ ผ่านรีพีตเตอร์
64-805	สถานีเคลื่อนที่กับสถานีเคลื่อนที่	HF/SSB 100 วัตต์



รูปที่ 2.5 ระบบวิทยุเรียกตัวหรือเพจจิ้ง

การรับส่งข่าวสารในระบบวิทยุเคลื่อนที่ จะเป็นการติดต่อทางเดียวหรือสองทางก็ได้ และความถี่ที่ใช้อาจเป็นแบบความถี่เดียวหรือสองความถี่ก็ได้ เราแบ่งวิธีการรับส่งข่าวสารได้ดังนี้

1) ระบบสื่อสารทางเดียว ได้แก่ ระบบวิทยุเรียกตัว (เพจจิ้ง) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องส่งวิทยุเพจจิ้งที่ศูนย์เพจจิ้งกับสมาชิก (ลูกข่าย) ซึ่งเป็นเครื่องรับวิทยุเพจจิ้ง การติดต่อสื่อสารทางวิทยุจะไปจากศูนย์สู่สมาชิกได้ทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ระบบสื่อสารสองทาง ส่วนใหญ่ระบบวิทยุเคลื่อนที่จะเป็นแบบติดต่อได้สองทาง กล่าวคือสถานีเคลื่อนที่กับเบสสเตชั่นสามารถรับและส่งข่าวสารแลกเปลี่ยนหรือโต้ตอบกันได้ ถ้าการรับส่งข่าวสารเป็นแบบรับหรือส่งคนละครั้ง เรียกว่า แบบซิมเพล็กซ์ (Simplex) และถ้ารับส่งได้พร้อมกันเรียกว่า แบบดูเพล็กซ์ (Duplex)

2.7 ทฤษฎีการสื่อสารข้อมูล

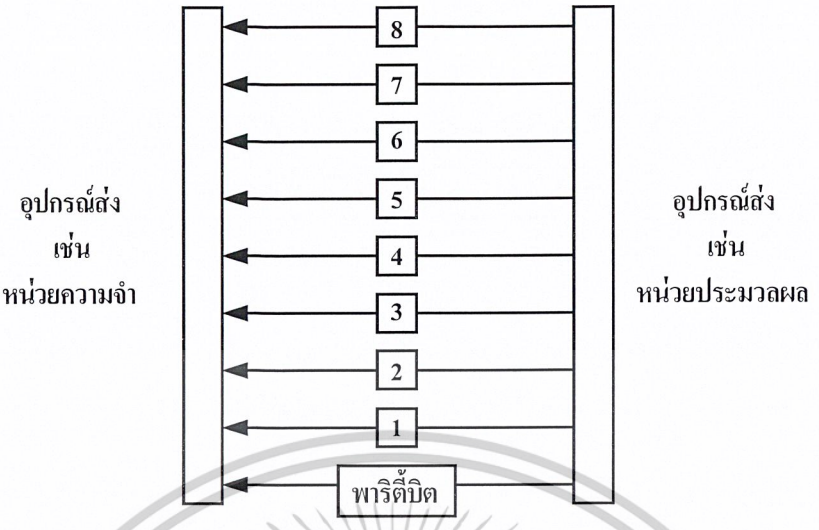
การสื่อสารข้อมูลเป็นการส่งข่าวสารดิจิตอล (Digital Information) ซึ่งโดยมากอยู่ในรูปของเลขฐานสองจากแหล่งกำเนิดไปยังจุดหมายปลายทาง ข้อมูลจากแหล่งกำเนิด จะอยู่ในลักษณะสัญญาณดิจิตอลและข้อมูลที่รับได้จะอยู่ในลักษณะสัญญาณดิจิตอลเช่นกัน ถึงแม้ว่าข้อมูลสามารถส่งได้ในลักษณะสัญญาณแอนะลอกหรือสัญญาณดิจิตอลก็ตาม ข่าวสารจากแหล่งกำเนิดอาจจะเป็นรหัสของตัวอักษร ตัวเลข หรือเครื่องหมายที่อยู่ในเลขฐานสอง เช่น รหัส ASCII หรือรหัส EBCDIC รหัสของไมโครโปรเซสเซอร์ รหัสที่อยู่ของผู้ใช้ (User Address) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ข่าวสารฐานข้อมูล (Data Base Information)

โครงข่ายการสื่อสารข้อมูล (Data Communication Network) แบบง่ายๆ เช่น การเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือไมโครคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องในระยะทางใกล้ๆ ด้วยสายธรรมดาเข้าด้วยกันโดยตรง แต่ถ้าเป็นระยะทางไกลอาจจะต้องใช้สายโทรศัพท์แทนหรือถ้าจะให้เป็น โครงข่ายการสื่อสารข้อมูลที่ยุ่งยาก อาจประกอบด้วยคอมพิวเตอร์เมนเฟรม (Mainframe Computer) หนึ่งเครื่องหรือมากกว่า กับอุปกรณ์ปลายทางข้อมูลเป็นจำนวนร้อยๆ เครื่อง

1) วิธีการถ่ายโอนข้อมูลมีอยู่ 2 ประเภท

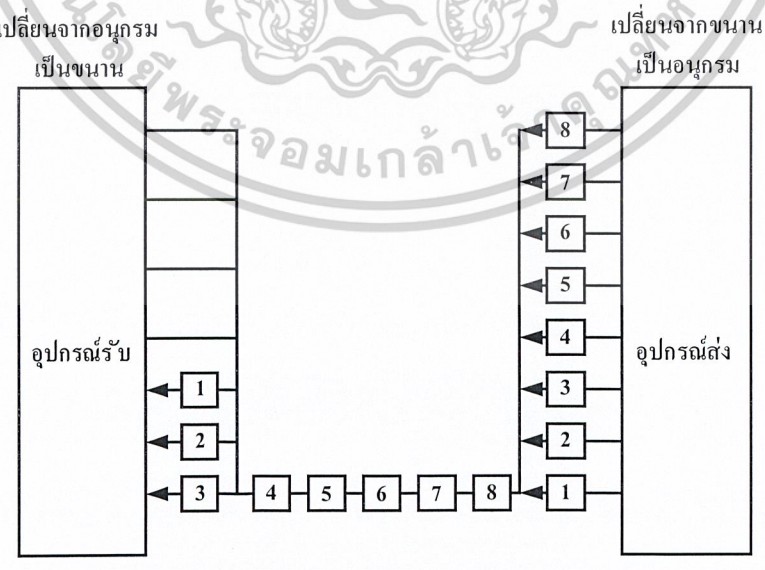
1.1) การถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน ลักษณะการส่งข้อมูลแบบขนาน ทำได้โดยการส่งข้อมูลออกมาทีละ 1 ไบต์ จากอุปกรณ์ส่งไปยังอุปกรณ์รับ ตัวกลางระหว่าง 2 เครื่องจะต้องมีช่องทางให้ข้อมูลเดินทางอย่างน้อย 8 ช่องทาง โดยมากจะเป็นสายขนานถ้ากระแสไฟฟ้าวิ่งมากจะเป็นตัวกลางชนิดอื่น เนื่องจากมีการลดทอนของสัญญาณมาจากความต้านทานของสาย ระยะทางระหว่างเครื่องจึงไม่ควรเกิน 100 ฟุต นอกจากสายที่เป็นทางเดินของข้อมูลแล้ว อาจจะมีทางเดินของสัญญาณควบคุมอื่นๆ อีกเป็นต้นว่าบิตที่บอกพาริตี้ของสัญญาณ เพื่อเป็น การตรวจสอบความผิดพลาดของการรับสัญญาณที่ปลายทางหรือสายที่ควบคุมการโต้ตอบ (Hand Shake) จะเห็นว่าการส่งแบบขนานส่วนมากจะทำในระยะทางใกล้ๆ เนื่องจากจะต้องมีช่องทางเดินของสัญญาณมากกว่า 8 ช่องทางและอุปกรณ์ที่ติดต่อแบบขนานกับคอมพิวเตอร์ได้แก่เครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การส่งข้อมูลแบบขนาน

1.2) การถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม ในการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรมข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิตระหว่างจุดส่งและจุดรับ การส่งข้อมูลแบบนี้จะช้ากว่าแบบขนาน แต่สาเหตุที่มีการนิยมใช้การส่งแบบนี้ก็เพราะตัวกลางที่ใช้ในการสื่อสารแบบนี้ต้องการเพียงช่องทางเดียว หรือสายเพียงคู่เดียว ทำให้ค่าใช้จ่ายในเรื่องของสื่อกลางถูกกว่าแบบขนาน สำหรับการส่งระยะทางไกลๆ โดยเฉพาะเมื่อเรามีระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์ไว้ใช้งานอยู่แล้วย่อมจะเป็นการสะดวกที่จะนำมาใช้ถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรมได้



รูปที่ 2.7 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.7 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจากจุดส่งจะถูกเปลี่ยนให้เป็นอนุกรมก่อนแล้วค่อยทยอยส่งออกไปทีละบิตไปยังจุดรับ ที่จุดรับจะต้องมีกลไกในการเปลี่ยนข้อมูลที่ส่งมาทีละบิต ให้เป็นสัญญาณแบบขนานซึ่งลงตัวพอดี โดยบิต 1 ลงที่ Data Bus เส้นที่ 1 พอดี

การแปลงสัญญาณจากอนุกรมทีละบิตให้ลงพอดี จำเป็นต้องมีกลไกที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการรับกลไกจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1) การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous)

2) การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

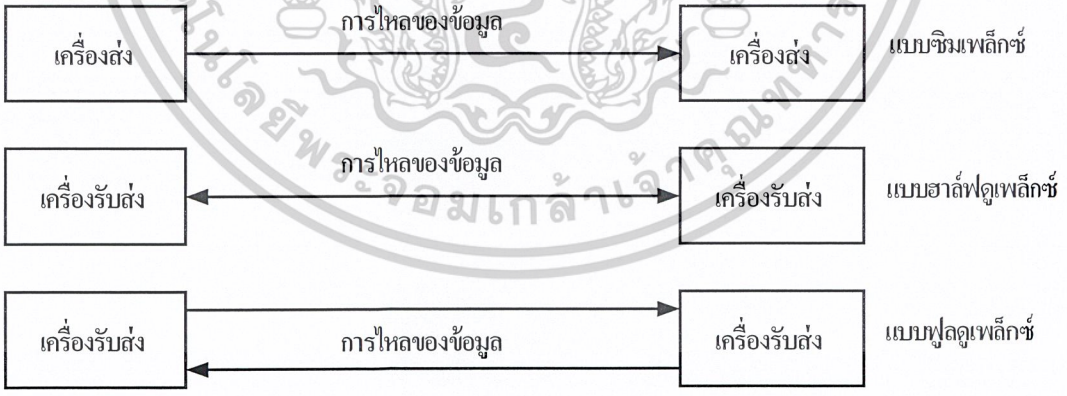
2) รูปแบบของการสื่อสารแบบอนุกรม

การติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมแบ่งได้ 3 แบบ คือ

2.1) แบบซิมเพล็กซ์ (Simplex) ข้อมูลจะส่งได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น บางครั้งก็เรียกว่าการส่งทิศทางเดียว (Undirectional Data Bus) ในการสื่อสารแบบนี้อุปกรณ์สื่อสารด้านหนึ่ง จะส่งข้อมูลไปในช่องสัญญาณได้เท่านั้น

2.2) แบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex) หมายถึง การสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศทาง แต่ในช่วงเวลาหนึ่งได้เพียงทิศทางเดียวเท่านั้น อุปกรณ์สื่อสารทั้ง 2 ด้านจะผลัดกันรับผลัดกันส่ง การสื่อสารแบบนี้ส่วนใหญ่แล้วจะใช้ระบบสาย 2 เส้น

2.3) แบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) หมายถึง การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางพร้อมกัน สามารถใช้ได้ทั้งระบบสาย 2 เส้นและสาย 4 เส้น



รูปที่ 2.8 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

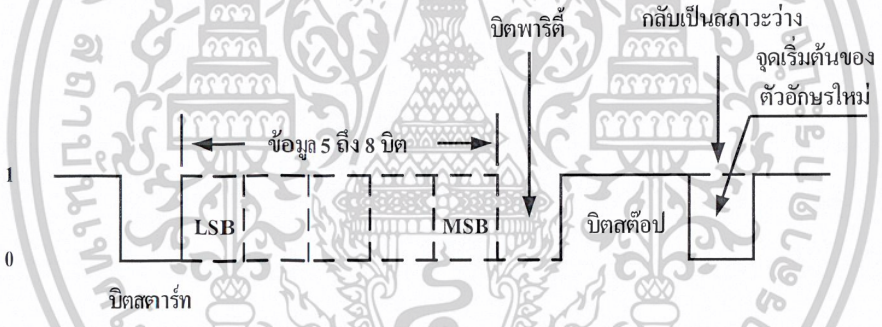
3) ความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม

ความเร็วของการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม หน่วยวัดเป็นบิตต่อวินาที (bps) หน่วยที่บรรยายถึงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณใน 1 วินาที เรียกว่า บอดเรต (Baud rate) หรืออัตราบอด และอัตราบิต (Bit rate) คือ การเปลี่ยนของสัญญาณ 1 ครั้ง อาจจะแสดงถึงการส่งข้อมูลแบบอนุกรมมากกว่า 1 บิต เขียนในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์จะได้เป็น

อัตราบิต (Bit rate) = อัตราบอด (Baud rate) × จำนวนบิตใน 1 บอด (2.1)

4) การส่งแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission)

การส่งแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) พัฒนามาจากการส่งโทรพิมพ์ในสมัยก่อน สัญญาณอะซิงโครนัสจะประกอบด้วยบิตเริ่มต้นหรือบิตสตาร์ท (Start Bit) และบิตสิ้นสุดหรือบิตสต็อป (Stop Bit)



รูปที่ 2.9 การเรียงบิตในแต่ละเฟรมของอะซิงโครนัส

ขณะที่สถานะส่งเป็นแบบว่าง (Idle) คือยังไม่มีสัญญาณส่งออกมาจะมีสัญญาณหรือมีแรงดันตลอดเวลา เมื่อเริ่มส่งข้อมูลสัญญาณของอะซิงโครนัส จะเป็น “0” หนึ่งช่วงสัญญาณนาฬิกา บิตนี้เรียกว่า สตาร์ทบิตตามหลังของสตาร์ทบิตก็จะเป็นข้อมูลสำหรับ 1 ตัวอักษร ซึ่งอาจจะมีขนาดตั้งแต่ 5 บิต จนถึง 8 บิต โดยบิตที่มีค่าน้อยที่สุด (LSB) จะถูกส่งออกมาก่อนไปจนถึงบิต ที่มีค่ามากที่สุด (MSB) การเข้ารหัสอักขระนิยมใช้รหัส ASCII แรกเริ่มในงานของโทรพิมพ์ใช้รหัส Baudot ซึ่งใช้ 5 บิต ในการแทนอักขระ 1 ตัว ตามหลังข้อมูลจะเป็นพาริตี้บิต โดยพาริตี้บิตทำหน้าที่เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณที่ได้รับ อาจเป็นแบบคู่ (Even) หรือเป็นแบบคี่ (Odd) ถ้าเป็นแบบพาริตี้คู่ จำนวนบิตที่เป็น 1 ในช่วงบิตข้อมูลกับพาริตี้รวมแล้วจะต้องเป็นจำนวนคู่ ผู้ส่งจะต้องทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลแล้วใส่พาริตี้เอง ฝ่ายรับเมื่อรับแล้วก็จะต้องตรวจสอบว่าเป็นจริงดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

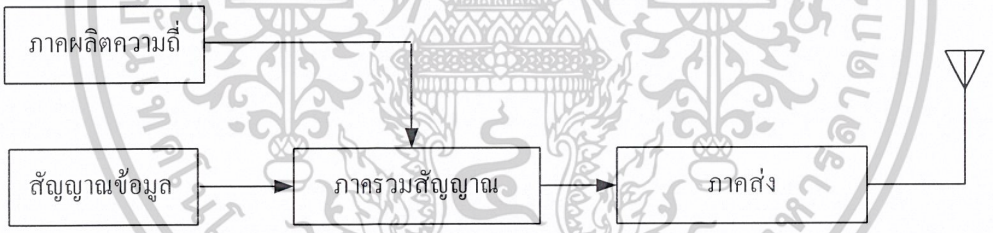
สถานะการณ์ที่ตั้งเอาไว้หรือไม่ จะต้องผิดพลาดเป็นจำนวนคี่เท่านั้น คือผิดไป 1 บิต 3 บิต หรือ 5 บิต พร้อมกันจึงจะตรวจสอบได้ว่าผิด ซึ่งโอกาสที่จะผิดพลาด 2 บิตพร้อมกันมีน้อยมาก

2.8 หลักการเบื้องต้นของรีโมตคอนโทรล

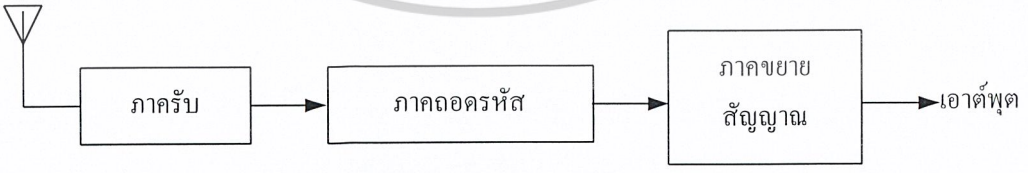
โดยทั่วไประบบรีโมตคอนโทรลจะต้องมีส่วนประกอบอย่างน้อย 2 ส่วนดังรูปที่ 2.10 คือ ภาครับและภาคส่ง และจะต้องมีตัวในการส่งข้อมูลเชื่อมระหว่างตัวรับและตัวส่ง

รูปที่ 2.10 หลักการเบื้องต้นของรีโมตคอนโทรล

1) ภาคส่ง ประกอบด้วยตัวผลิตความถี่เพื่อนำไปควบคุมขบวนการด้านรับและวงจรกำเนิดความถี่พาหะเพื่อมาทำการรวมสัญญาณกับสัญญาณควบคุมแล้วจึงส่งไปให้ตัวส่งสัญญาณออกไปดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 หลักการรีโมตทางภาคส่ง



รูปที่ 2.12 หลักการรีโมตทางภาครับ

2) ภาครับ ทำหน้าที่รับสัญญาณควบคุมที่ด้านตัวกลางมาจากภาคส่ง ดังนั้นภาครับจึงต้องมีความสามารถในการรับความถี่ที่ส่งออกมาจากเครื่องส่งเท่านั้น เพื่อเป็นการป้องกันการรบกวนจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอื่นๆ วงจรภาคนี้ประกอบด้วยตัวรับสัญญาณ ตัวถอดรหัสสัญญาณ และวงจรขยายสัญญาณเพื่อทำให้งานตามสัญญาณควบคุมจากเครื่องส่งดังรูปที่ 2.12

2.8.1 การเข้ารหัส

การเข้ารหัส (Encoder) เป็นการนำข้อมูลมาทำการเข้ารหัสให้ข้อมูลนั้นเหลือน้อยลง ในโครงงานนี้จะเป็นการเข้ารหัสได้โดยการเปลี่ยนจากข้อมูลที่เป็น Binary ขนาด 8 บิต แบบขนานให้เป็นแบบอนุกรม ซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ AX5326P-3 ซึ่งไอซีเบอร์นี้จะทำหน้าที่เป็นตัวเข้ารหัสและส่งข้อมูลแบบอนุกรมขนาด 8 บิต ข้อมูลที่จะส่งมี 3 สถานะคือ (0, 1, Open) โดยที่จะถูกจำกัดที่ขา A1/D1-A8/D8 เป็นขาทางอินพุตซึ่งจะมีความแตกต่างกันถึง $3^8 = 6,561$ ข้อมูลจะถูกส่งเมื่อขา TE ได้รับสัญญาณที่ขอบขาลง (Active low) และถ้า TE Active จะทำให้ข้อมูลถูกส่งออกไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งขา TE เปรียบเสมือนสวิทช์อย่างหนึ่งที่อยู่ภายในไอซี จะทำงานเมื่ออินพุตอยู่ในสภาวะลอจิก “0” ขณะที่สัญญาณขา TE อยู่ในสภาวะลอจิก “1” จะไม่มีการเข้ารหัสเนื่องจาก Oscillator จะเริ่มต้นการเข้ารหัสและจะมีการส่งสัญญาณออกไปอย่างเรียงลำดับ อินพุตจะถูกกำหนดโดยสภาวะของลอจิก ในขณะนั้นที่ขาเอาต์พุต Data Out จะถูกส่งแบบอนุกรม (Series) การส่งจะเริ่มต้นเมื่อขา TE อยู่ในสภาวะลอจิก “0” เพราะจะมีการ Reset เกิดขึ้นภายในเป็นลำดับแรกจากการส่งอย่างเรียบร้อย

2.8.2 ภาคส่ง

รายละเอียดของแผนผังการทำงานทางภาคส่ง

ภาคสัญญาณควบคุมใช้เป็นแชนแนลที่จะใช้เป็นตัวเลือกช่องสัญญาณการควบคุม เมื่อมีการส่งสัญญาณควบคุมมา ก็จะถูกส่งไปยังภาคเข้ารหัส

รูปที่ 2.13 แผนผังการทำงานทางภาคส่ง

โดยภาคสัญญาณควบคุมจะส่งสัญญาณ Enable หรือ Stobe ไปเป็นตัวควบคุมการทำงานของภาคเข้ารหัส เมื่อภาคเข้ารหัสซึ่งเป็นภาคเข้ารหัสควบคุมได้รับสัญญาณข้อมูลที่เข้ารหัสมาแล้วและสัญญาณ Enable ซึ่งมีลอจิก “0” ก็จะทำให้วงจรเข้ารหัสในภาคนี้ทำงาน โดยทำการเข้ารหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

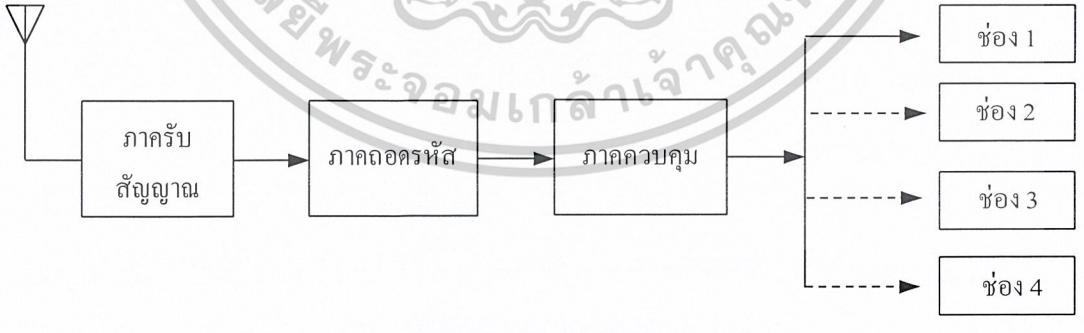
สัญญาณข้อมูลที่รับเข้ามาซึ่งเป็นแบบขนาน ให้เป็นสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรมและส่งสัญญาณแบบอนุกรมที่เข้ารหัสแล้วนี้ไปยังภาคส่งสัญญาณ โดยสัญญาณข้อมูลที่ส่งเข้ามานี้จะมีลักษณะเป็นขบวนพัลซ์ 8 บิต จำนวน 2 Word ต่อเนื่องกันไป

ภาคส่งสัญญาณ (Transmitter) เมื่อได้รับสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรมแล้ว ก็จะนำสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรมนี้มา มอดูเลต เข้ามากับความถี่ Carrier ที่วงจร Oscillator สร้างขึ้นมา ซึ่งการมอดูเลตของวงจรนี้จะเป็นแบบ Pluse Amplitude Modulate (PAM) สัญญาณข้อมูลที่มอดูเลตแล้วก็จะถูกส่งแพร่กระจายออกไปในอากาศด้วยคลื่นความถี่ UHF

2.8.3 การถอดรหัส

สำหรับการถอดรหัส (Decoder) นั้นมีลักษณะตรงข้ามกับการเข้ารหัส กล่าวคือ จะเป็นการนำเอาสัญญาณที่เป็นแบบอนุกรม ทำการถอดรหัสให้เป็นข้อมูลแบบขนานที่ต้องการ ซึ่งในที่นี้จะใช้ไอซีเบอร์ AX5327P-3 ซึ่งไอซีเบอร์นี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณ Serial Data ที่ถูกส่งมาจากภาคเข้ารหัส มาทำการถอดรหัสข้อมูลที่ส่งมาซึ่งประกอบด้วย Two Identical Data Words โดยบิตที่ได้รับ 4 บิตแรกจะเป็น Address bit โดยที่ Address ที่ตัวเข้ารหัสจะต้องตรงกับ Address ที่ตัวรับ Address Bit ถ้าตรงกัน แล้วอีก 4 บิตถัดไปจะเป็นข้อมูล ซึ่งจะนำมาเก็บและเปรียบเทียบ หลังจาก Valid Data 4 ถูกเก็บขณะที่ทำการ เข้ารหัสลำดับที่ 2 ค่า Address ใหม่จะต้อง Math กัน และถ้าเป็นดังนั้นแล้วข้อมูลจะถูกตรวจสอบโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลที่เก็บอยู่แล้ว ถ้าข้อมูลทั้งสองครั้งตรงกันก็จะส่งออกมาทาง Output Data และทำการ Latch ข้อมูลไว้จนกว่าจะส่งข้อมูลใหม่เข้ามา

2.8.4 ภาครับ



รูปที่ 2.14 แผนผังการทำงานทางภาครับ

สัญญาณคลื่นความถี่ UHF ที่ส่งแพร่กระจายออกมาในอากาศจากภาคส่งนั้นทางภาครับ (Reciver) จะสามารถรับสัญญาณความถี่นี้ได้ เนื่องจากทางภาครับก็มีวงจร Oscillator ที่ตั้งความถี่ไว้ตรงกับภาคส่ง ดังนั้นข้อมูลที่ส่งออกมาเป็นแบบอนุกรมอย่างต่อเนื่องขนาด 2 Word ก็จะถูก

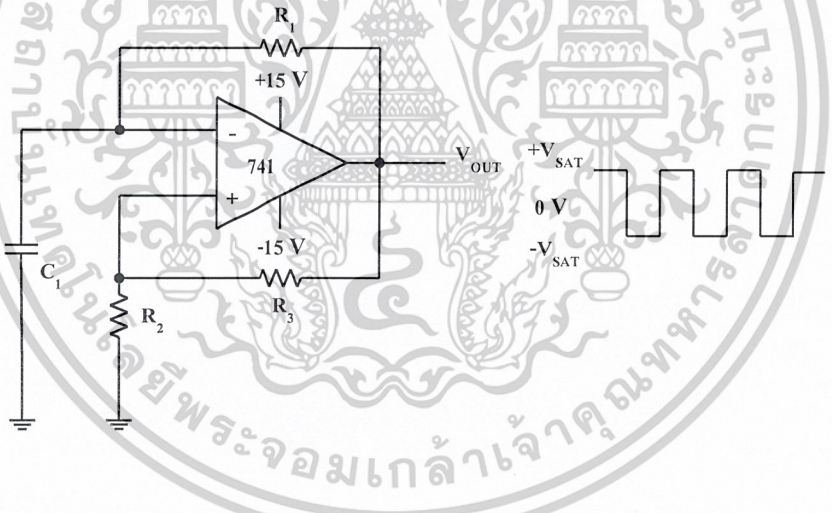
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาครับรับข้อมูลไว้ได้ซึ่งเป็นแบบอนุกรมเช่นกันข้อมูลที่รับได้นั้นจะส่งต่อไปยังภาคถอดรหัสเพื่อทำการถอดรหัสและทำการตรวจสอบข้อมูล โดยที่ข้อมูล Word แรกจะถูกส่งเข้าไปก่อนแล้ว Word ที่สองก็จะถูกส่งตามเข้ามาเพื่อทำการถอดรหัสออกเป็นข้อมูลแบบขนานขนาด 4 บิต และทำการเปรียบเทียบกับข้อมูล Word แรก ถ้าข้อมูลที่ได้รับทั้งสอง Word มีค่าตรงกันแล้ว ข้อมูลก็จะถูกส่งออกไปที่ Bus Data และถูก Latch เอาไว้จนกว่าจะมีข้อมูลใหม่เข้ามาแล้วยังถอดรหัสจากข้อมูลขนาด 4 บิต แบบขนานออกเป็นข้อมูลของเลขฐานสิบจำนวน 4 ค่า ค่านี้จะมีตำแหน่งที่ตรงกับแชนแนลที่ใช้เลือกช่องควบคุมทางภาคส่ง 4 ตำแหน่ง

ในแต่ละตำแหน่งจาก 4 ตำแหน่งของภาคถอดรหัส สามารถนำไปควบคุมการปิด/เปิดอุปกรณ์ทางไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ได้ 1 อย่าง ดังนั้นจึงสามารถทำการควบคุมอุปกรณ์ทางไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ได้ทั้งหมด 4 อย่าง โดยใช้ภาคควบคุมเป็นตัวแยกตำแหน่งการควบคุม

2.9 วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม



รูปที่ 2.15 วงจรมัลติไวเบรเตอร์ชนิดอะสเตเบิ้ล

วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยมเป็นวงจรชนิดหนึ่ง ซึ่งอยู่ในตระกูลของวงจรมัลติไวเบรเตอร์ชนิดอะสเตเบิ้ล (Astable Multivibrater) นั่นคือสัญญาณที่นำออกจากวงจรนี้จะไม่คงที่ แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะตลอดเวลา (ระดับสูงหรือต่ำ) โดยปราศจากสัญญาณอินพุตใดๆ วงจรในรูปที่ 2.15 เป็นวงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยมแบบพื้นฐาน จะเห็นได้ว่ามีการนำสัญญาณจากเอาต์พุตมาป้อนกลับสองทาง สัญญาณเอาต์พุตที่ถูกนำออกมาผ่านตัวต้านทาน R_1 เข้าสู่ขั้วอินพุตลบและต่อกับตัวเก็บประจุ C จะเป็นภาคที่กำหนดความถี่ของคลื่นสี่เหลี่ยม ส่วนตัวต้านทาน R_2 และ R_3 เป็นภาคที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
51053

กำหนดแรงดันอ้างอิงให้กับขั้วอินพุตบวก จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ถ้าเลือกใช้ R_3 ที่มีค่าเป็น 86 เปอร์เซ็นต์ของ R_2 ความถี่ของสัญญาณเอาต์พุตรูปคลื่นสี่เหลี่ยมจะหาได้จากสมการที่ 2.2

$$f_{out} = \frac{1}{2R_1C} \tag{2.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตนี้ ประกอบด้วยภาคต่างๆ 6 ภาค ดังรูปที่ 3.1

1) ภาคจ่ายไฟ
2) ภาคตรวจจับของเหลว
3) ภาคส่งสัญญาณ
4) ภาครับสัญญาณ
5) ภาคถอดรหัส
6) ภาคแสดงผล

รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

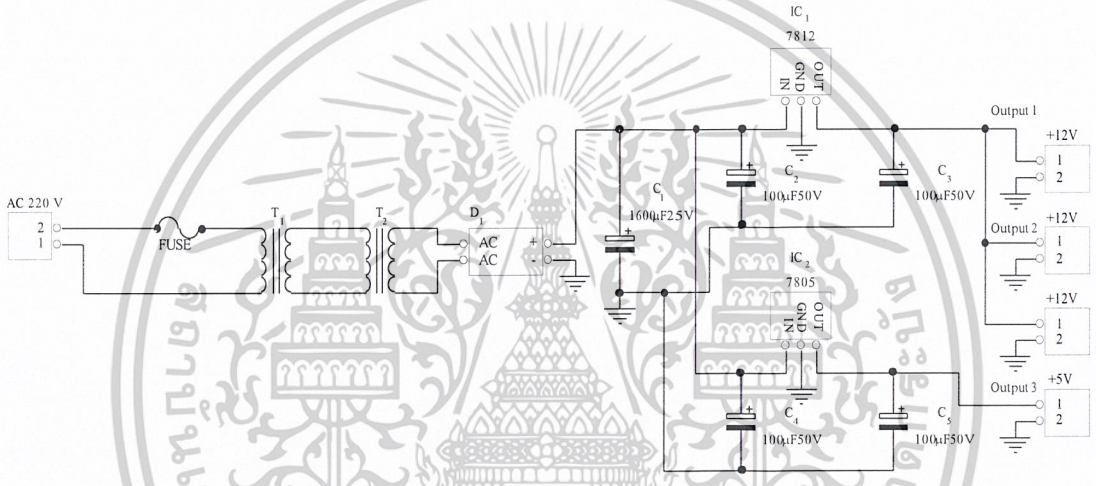
จากแผนผังการทำงานของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตจะเริ่มต้นที่ภาคจ่ายไฟ ทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ให้กับภาคตรวจจับของเหลว และภาคส่งสัญญาณ ภาคตรวจจับของเหลวทำการสร้างความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ ปล่อยไปยังสายแพเงินเพื่อตรวจจับของเหลว เมื่อผู้ป่วยอัมพาตมีการขับถ่ายปัสสาวะและอุจจาระ ภาคตรวจจับจะทำการเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 8 โวลต์ จ่ายแรงดันให้รีเลย์ทำงานเพื่อเลือกให้ภาคส่งสัญญาณส่งสัญญาณวิทยุย่านยูเอชเอฟความถี่ 340 เมกะเฮิรตซ์ ไปยังภาครับสัญญาณ จากนั้นภาคแสดงผลจะทำการแสดงผลตามการเลือกใช้งาน การทำงานทั้งหมดสามารถอธิบายอย่างละเอียดได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ภาคจ่ายไฟ

ภาคจ่ายไฟที่ใช้กับโครงงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับภาครับสัญญาณและภาคส่งสัญญาณ ภาคส่งสัญญาณนั้นใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ จากหม้อแปลงโดยแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 12 โวลต์ ส่งต่อยังวงจรเร็กติไฟร์เพื่อทำการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ในส่วนของภาครับสัญญาณใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่สามารถชาร์จพลังงานได้ ดังรูปที่ 3.2

3.2.1 การออกแบบและการสร้าง



รูปที่ 3.2 ภาคจ่ายไฟทางด้านภาคส่งสัญญาณ

แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าทางด้านภาครับสัญญาณ ใช้แบตเตอรี่ขนาด 9 โวลต์ 1 ก้อน เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 9 โวลต์ ให้กับภาคแสดงผลทางด้านภาครับสัญญาณ

แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าทางด้านภาคส่งสัญญาณ ใช้หม้อแปลง 2 ตัว ตัวที่หนึ่งทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 9 โวลต์ เพื่อส่งไปยังหม้อแปลงตัวที่สอง หม้อแปลงตัวที่สองทำการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจากหม้อแปลงตัวที่หนึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 9 โวลต์ หม้อแปลงตัวที่สองจะพันหม้อแปลงแยกขด เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการเกิดแรงดันไฟฟ้าข้ามขดลวดหากหม้อแปลงตัวที่หนึ่งเกิดเสียหาย หม้อแปลงตัวที่สองจะทำการป้องกันแรงดันไม่ให้เข้าสู่วงจรเร็กติไฟร์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยขณะใช้งานไม่ให้ผู้ป่วยได้รับอันตรายจากแรงดันไฟฟ้า แรงดันเอาต์พุตที่ได้จากหม้อแปลงตัวที่สองจะถูกส่งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังวงจรเร็กติไฟร์ทำการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากวงจรเร็กติไฟร์มี 2 ส่วน คือ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ และ 12 โวลต์

3.2.2 การทำงาน

แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าทางด้านภาคส่งสัญญาณ เริ่มต้นจากนำแรงดันที่ได้จากหม้อแปลงตัวที่สองเข้าสู่วงจรเร็กติไฟร์เพื่อทำการแปลงแรงดันจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ และ 12 โวลต์ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ จะถูกส่งไปยังภาคแสดงผลของเครื่องส่ง และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ จะถูกส่งไปยังวงจรตรวจจับของเหลว

3.3 ภาคตรวจจับของเหลว

ภาคตรวจจับของเหลวจะทำหน้าที่ตรวจจับปัสสาวะและอุจจาระ เมื่อผู้ป่วยอัมพาตมีการขับถ่ายออกมา โดยใช้สายแพเงินเป็นตัวตรวจจับของเหลวเมื่อมีของเหลวมาสัมผัสสายแพเงินจะทำให้วงจรทำงาน โดยวงจรตรวจจับจะมีรีเลย์เพื่อควบคุมเครื่องส่งสัญญาณต่อไปอีกครั้งหนึ่ง

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

ตัวตรวจจับที่เลือกใช้เป็นสายแพเงินขนาด 20 เส้น ป้อนความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ที่ผลิตขึ้นได้มาจากวงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยมชนิดอะสเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ให้กับสายแพเงิน วงจรตรวจจับจะใช้ 2 วงจร วงจรละ 2 จุด วงจรตรวจจับจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนผลิตความถี่และส่วนเร็กติไฟร์เพื่อกรองแรงดันให้เรียบ ซึ่งจะใช้ไอซีออปแอมป์เบอร์ LM324N เป็นตัวควบคุมการทำงานของวงจรทั้งหมดดังรูปที่ 3.3

3.3.2 การทำงาน

การทำงานของวงจรทั้งหมดได้แสดงดังรูปที่ 3.3 จากรูปจะเห็นว่ามีไอซีออปแอมป์อยู่ 4 ตัว แต่ละตัวประกอบอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียว ไอซี 1/1 ทำหน้าที่เป็นวงจรกำเนิดสัญญาณ (oscillator) ทำการกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมโดยมีอุปกรณ์พาสซีฟประกอบด้วย R_2-R_5 และ C_1 เป็นตัวกำหนดความถี่ประมาณ 1 กิโลเฮิรตซ์ มี C_2 และ C_3 เป็นดีคัปปลิ้งแรงดันสู่ปลายด้านหนึ่งของขั้วตัวตรวจจับ และมี C_4 และ C_5 จะดีคัปปลิ้งสัญญาณความถี่จากขั้วปลายด้านหนึ่งของตัวตรวจจับมาสู่ปลายอีกข้าง โดยมีของเหลวเป็นตัวนำเข้าสู่วงจรเร็กติไฟร์และกรองให้เรียบ ตัวตรวจจับที่ 1 มี D_1, D_3 และ C_6 ส่วนตัวตรวจจับที่ 2 มี D_2, D_4 และ C_7 ทำหน้าที่เป็นวงจรเร็กติไฟร์เพื่อกรองสัญญาณให้เรียบ สัญญาณจากทั้งสองจุดนี้จะถูกเปลี่ยนจากสัญญาณความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง คุณสมบัติของออปแอมป์ตัวที่สี่ ไอซี 1/4 จะทำงานคล้ายลอจิก ดังนั้น ในสภาวะแรกที่เอาต์พุตของไอซี 1/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ ไอซี 1/3 มีสภาวะเทียบเท่ากราวด์ที่ขานอนอินเวอร์ติ้งของไอซี 1/4 จะมีระดับแรงดันสูงกว่าขาอินเวอร์ติ้ง เป็นผลให้เกิดเอาต์พุตไปขับให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 นำกระแสและรีเลย์ทำงานเปลี่ยนตำแหน่งหน้าสัมผัสจาก NC ไปเป็น NO

เมื่อตัวตรวจจับของเหลวตรวจจับของเหลวได้ จะทำให้เอาต์พุตไอซี 1/2 มีระดับแรงดันเทียบเท่า +V แต่เอาต์พุตของไอซี 1/3 ยังเทียบเท่ากราวด์อยู่ ทำให้ระดับแรงดันระหว่างขาอินพุตทั้งสองของไอซี 1/4 เทียบเท่ากันทำให้เอาต์พุตไอซี 1/4 ไม่เปลี่ยนสถานะ ยังผลให้ Q_1 ยังนำกระแสขับรีเลย์อยู่จนกว่าตัวตรวจจับแห้ง จึงจะทำให้เอาต์พุตไอซี 1/4 เปลี่ยนระดับแรงดันเป็นเทียบเท่ากราวด์ เพราะเอาต์พุตของไอซี 1/2 และไอซี 1/3 มีระดับแรงดันเทียบเท่า +V และแรงดันที่ขาอินเวอร์ติ้งของไอซี 1/4 สูงกว่าขานอนอินเวอร์ติ้งเอาต์พุตของไอซี 1/4 มีระดับเทียบเท่ากราวด์ Q_1 จึงหยุดนำกระแสขับรีเลย์

เมื่อภาคตรวจจับของเหลวส่งสัญญาณมาที่อินพุตของวงจรภาคแสดงผลจะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1-Q_4 นำกระแส โดยทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ให้กับวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน เมื่อมีสัญญาณเข้ามาที่อินพุตใดอินพุตหนึ่งจะทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่กับอินพุตนั้นนำกระแส ส่งผลให้ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วนแสดงผลเป็นตัวเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามอินพุตที่เข้ามาดังรูปที่ 3.4

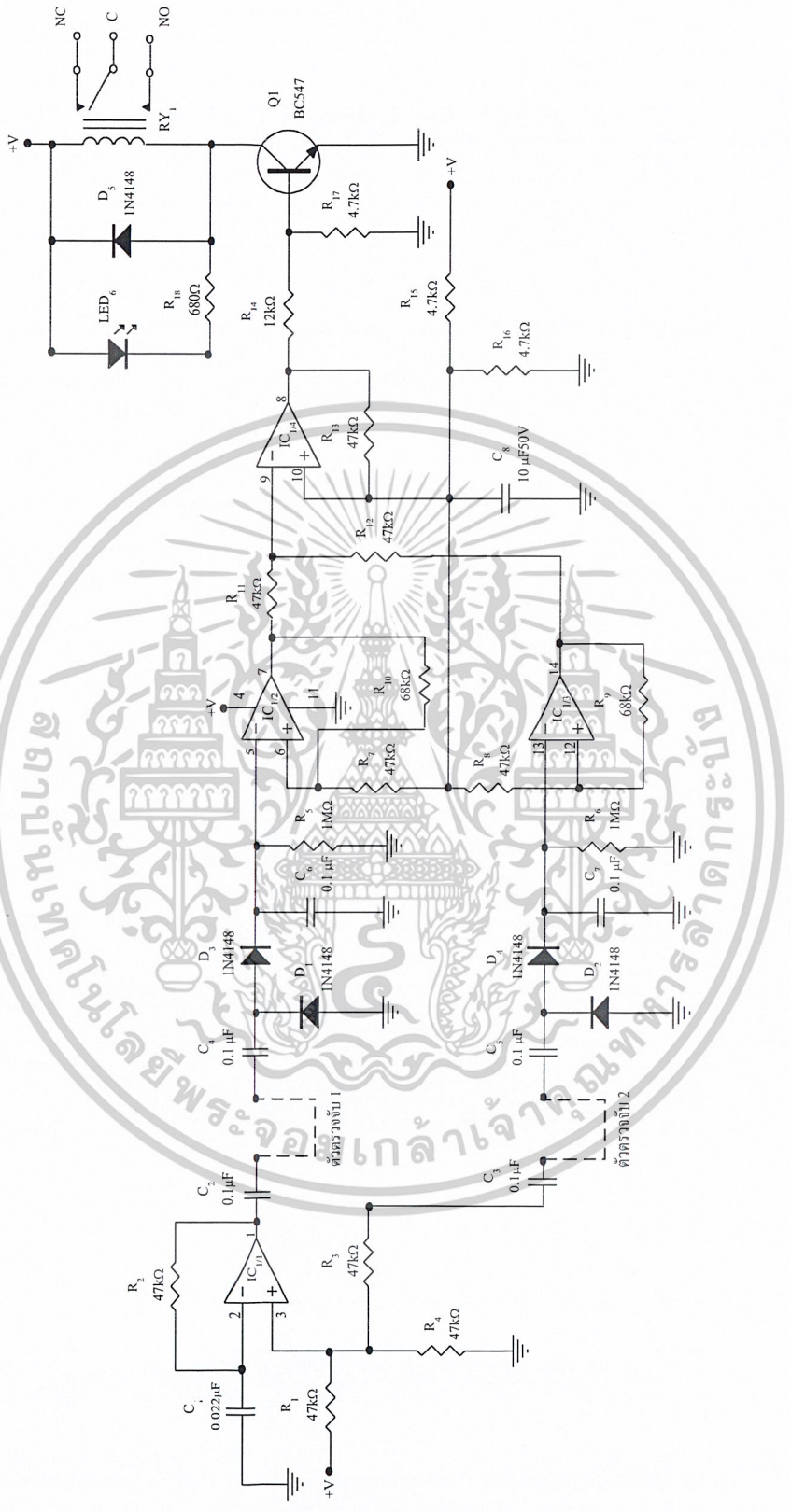
3.4 ภาคส่งสัญญาณ

ภาคส่งสัญญาณจะส่งสัญญาณวิทยุย่านยูเอชเอฟความถี่ 340 เมกะเฮิรตซ์ พร้อมกับข้อมูลของจำนวนตัวตรวจจับที่ทำงานไปยังภาครับสัญญาณเพื่อให้ผู้ดูแลทราบ

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

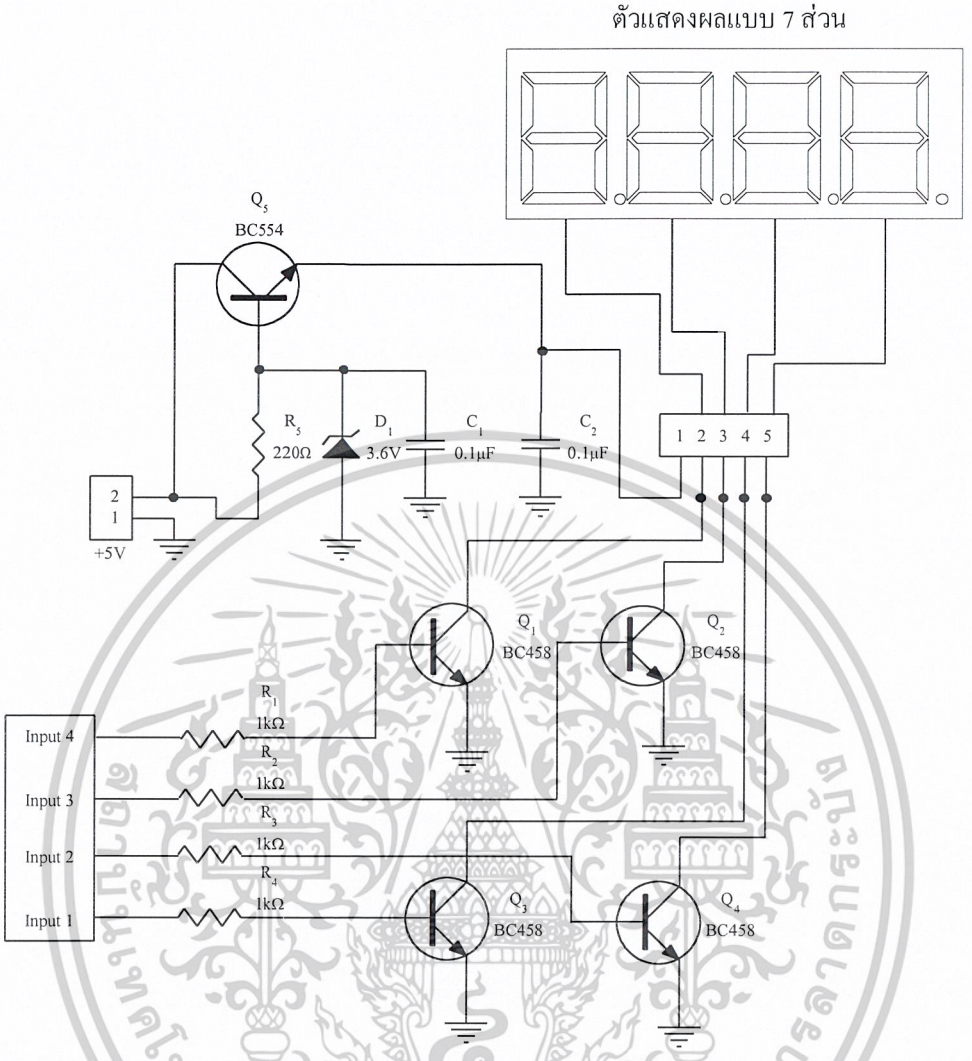
เมื่อภาคตรวจจับของเหลวตรวจจับได้ว่าเป็นจุดที่ 1 2 3 หรือ 4 ก็ตัดวงจรให้ภาคส่งสัญญาณดังรูปที่ 3.5 ส่งสัญญาณวิทยุย่านยูเอชเอฟความถี่ 340 เมกะเฮิรตซ์ พร้อมกับข้อมูลรหัสเลขฐานสอง 8 บิต 3 สถานะ ที่สามารถเลือกได้ถึง 6,561 รหัส สัญญาณวิทยุที่ส่งออกไปนั้นจะมีข้อมูลของตัวตรวจจับที่ทำงาน โดยเลือกส่งออกเป็นช่องสัญญาณ 4 ช่องที่ส่งความถี่เดียวกัน ข้อมูลที่ฝากความถี่เอาต์พุตออกไปนั้นเป็นข้อมูลช่องสัญญาณเพื่อบอกว่าเป็นตัวตรวจจับจุดที่ 1 2 3 หรือ 4 พร้อมกับข้อมูลรหัสเลขฐานสอง ในการส่งสัญญาณความถี่ที่มีรหัสข้อมูลเลขฐานสองมอดูเลตออกมาด้วยนั้น เพื่อป้องกันการรบกวนจากเครื่องส่งข้างเคียงที่ส่งความถี่เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน

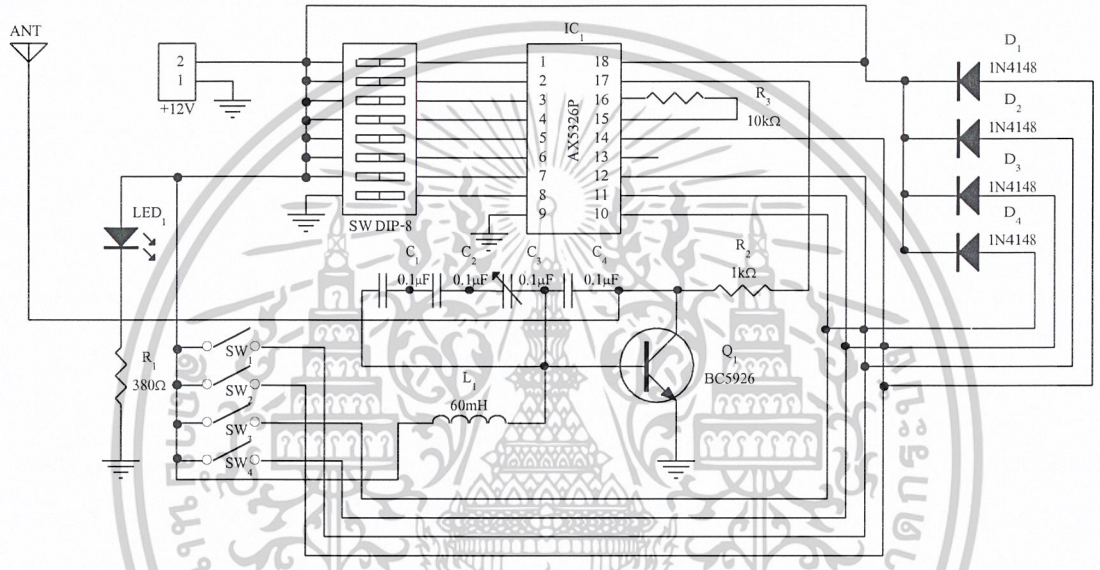
3.4.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.5 เป็นเครื่องส่งรีโมตคอนโทรล มีไอซี 1 (AX5326P) ทำหน้าที่เป็นตัวสร้างรหัสเลขฐานสอง ส่วนทรานซิสเตอร์ Q_1 และอุปกรณ์ร่วม ทำหน้าที่เป็นตัวออสซิลเลตคลื่นพาห์ความถี่ประมาณ 340 เมกะเฮิรตซ์ เป็นสัญญาณวิทยุที่ส่งออกไปยังภาครับ การสร้างรหัสของไอซี 1 สามารถกำหนดรหัสแอดเดรสแต่ละขาได้ 3 สถานะ คือ สถานะ 1 (ต่อเข้ากับไฟบวก) สถานะ 0 (ต่อเข้ากับกราวด์) และสถานะเปิดวงจร การจัดสถานะทั้ง 3 สถานะให้แก่ขาแอดเดรสทั้ง 8 ขานี้ ทำให้สามารถตั้งรหัสได้ถึง 6,561 รหัสโดยไม่ซ้ำกัน

เมื่อตัวตรวจจับของเหลวเปียกชื้นทำให้รีเลย์ทำงานเพื่อเลือกให้ภาคส่งสัญญาณส่งสัญญาณความถี่วิทยุออกไป ในการตรวจจับของเหลว 1 จุด เปรียบเสมือนการกดสวิตช์ 1 ตัวเป็นการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ 1 ช่อง ทำให้ภาคส่งทำงาน และชุดรหัส 8 บิต จากขาที่ 17 ของไอซี 1 จะส่งผ่านเข้าวงจรผลิตความถี่มี L_1 และ C_3 เป็นตัวปรับความถี่ที่ความถี่ 340 เมกะเฮิรตซ์ เข้าไปกระตุ้นที่ขาเบสของ Q_1 เป็นผลให้ Q_1 ผลิตความถี่ 340 เมกะเฮิรตซ์ ตามอัตราความถี่ของขบวนพัลซ์ที่เข้ามาโดย Q_1 จะผลิตความถี่ใช้ช่วงพัลซ์สัญญาณที่ออกจากขา 17 ของไอซี 1 อยู่ในระดับสูง และจะหยุดผลิตความถี่เมื่อสัญญาณออกทางขา 17 เป็นระดับต่ำ ส่วนหลอดแอลอีดีจะต่ออนุกรมกับสวิตช์ เมื่อมีการกดสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่งหรือกดพร้อมกันหลอดแอลอีดีจะสว่าง เป็นการแสดงการทำงานของภาคส่ง



รูปที่ 3.5 วงจรเครื่องส่งรีโมต

3.5 ภาครับสัญญาณ

สัญญาณความถี่ที่ส่งมายังภาครับสัญญาณจะต้องทำการตั้งรหัสเลขฐานสอง 8 บิต 3 สถานะให้ตรงกับรหัสเลขฐานสองของทางภาครับสัญญาณ ภาครับสัญญาณจะเลือกรับสัญญาณที่มีข้อมูลรหัสเลขฐานสองตรงกันเท่านั้น เพื่อป้องกันการรบกวนจากสัญญาณความถี่ของเครื่องส่งข้างเคียง

3.5.1 การออกแบบและการสร้าง

ภาครับสัญญาณจะรับสัญญาณจากภาคส่งสัญญาณที่มีข้อมูลเลขฐานสองและข้อมูลของตัวตรวจจับที่ทำงาน นำข้อมูลเลขฐานสองที่มอดูเลตมาทำการดีมอดูเลตพร้อมกับตรวจสอบว่าส่งสัญญาณข้อมูลเลขฐานสองตรงกันหรือไม่ จากนั้นทำการถอดรหัสและนำข้อมูลของตัวตรวจจับที่ทำงาน ส่งสัญญาณต่อไปยังภาคแสดงผลเพื่อทำการเลือกการแสดงผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การทำงาน

ภาครับสัญญาณวิทยุที่ทำงานในย่านยูเอชเอฟความถี่ 340 เมกะเฮิรตซ์ ดังรูปที่ 3.6 มีทรานซิสเตอร์ Q_1และอุปกรณ์ร่วมทำหน้าที่เป็นวงจรรับแบบริเจนเนอเรตีฟที่มีการดีเทกสัญญาณในตัวเอง (Self-detecting regenerative receiver) ภาครับจะรับสัญญาณวิทยุจากเครื่องส่งแล้วดีเทกออกเป็นสัญญาณข้อมูลเลขฐานสองออกทางขาอีมิตเตอร์ของ Q_1 สัญญาณออกที่จุดนี้จะส่งผ่าน R_6, C_5 และ R_8 เข้ามาเป็นสัญญาณอินพุตที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรขยายอิมิตเตอร์ร่วม

สัญญาณข้อมูลเลขฐานสองที่ผ่านการขยายจาก Q_2 แล้วจะปรากฏออกทางขาคอลเล็กเตอร์ของ Q_2และผ่าน C_{13}, R_{13} เข้าไปยังวงจรขยายกลับเฟสสัญญาณ (Inverting amplifier) ซึ่งทำหน้าที่โดยไอซี 1a (เกนของวงจรขยายนี้ประมาณ 10 เท่า) สัญญาณขยายที่ได้จะส่งผ่านและเข้าไปยังไอซี 1b ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรชมิตต์-ทริกเกอร์ (Schmitt-trigger)โดยมีตัวต้านทาน R_{13} และ R_{16} เป็นตัวจัดแรงดันไบอัสให้กับไอซี 1a และไอซี 1b

ข้อมูลดิจิตอลที่ผ่านวงจรชมิตต์-ทริกเกอร์ จะมีรูปร่างสัญญาณเหมือนต้นฉบับที่ส่งมาทางเครื่องส่ง โดยเอาต์พุตของสัญญาณนี้จะออกจากขา 7 ของไอซี 1b ผ่านเข้ามาที่อินพุตขา 14 ของไอซี 1 โดยไอซี 1 จะทำหน้าที่เป็นตัวถอดรหัสเลขฐานสอง ถ้าสัญญาณเข้ารหัสที่ส่งมาจากเครื่องส่งมีการจัดลำดับรหัสสอดคล้องกับการตั้งรหัสไว้ที่ไอซี 1 เปลี่ยนสถานะเป็นระดับสูง เมื่อไอซี 1 รับสัญญาณได้ เป็นการแสดงผลให้เห็นว่าเครื่องรับสามารถรับข้อมูลจากเครื่องส่งได้ถูกต้อง

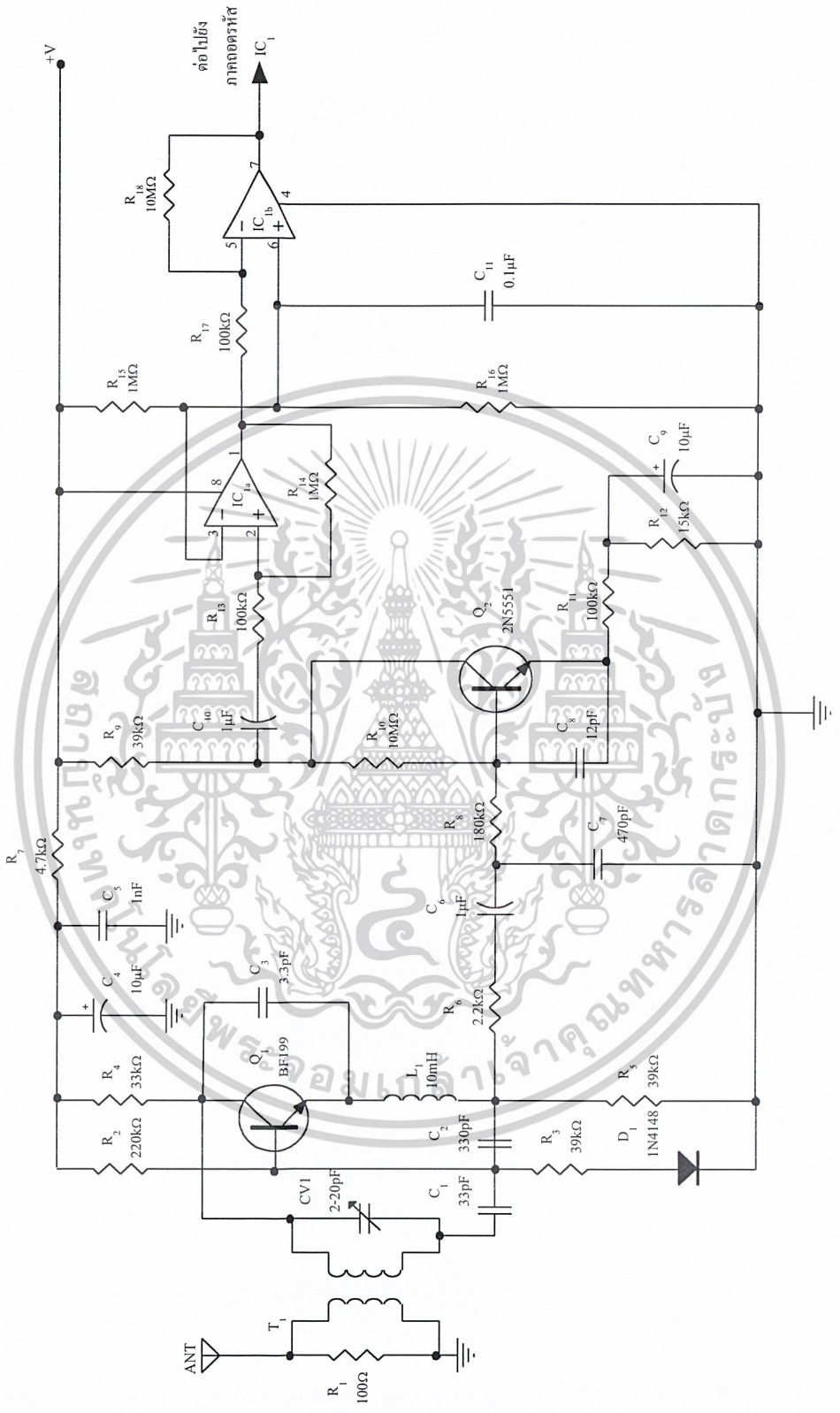
3.6 ภาคถอดรหัส

ภาคถอดรหัสมีความสำคัญมากภาคหนึ่ง เนื่องจากภาคถอดรหัสต้องการความถูกต้องของข้อมูล โดยจะทำการถอดรหัสข้อมูลเลขฐานสองจากภาครับสัญญาณที่ตรงกับรหัสทางภาคส่งสัญญาณ เพื่อป้องกันการรบกวนสัญญาณวิทยุจากเครื่องส่งข้างเคียง

3.6.1 การออกแบบและการสร้าง

ดังแสดงในรูปที่ 3.7 ไอซีเบอร์ AX5327P-3 ทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูลเลขฐานสอง ไอซีเบอร์ D8244P ทำหน้าที่เป็นตัวป้อนสัญญาณควบคุมไปยังภาคแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

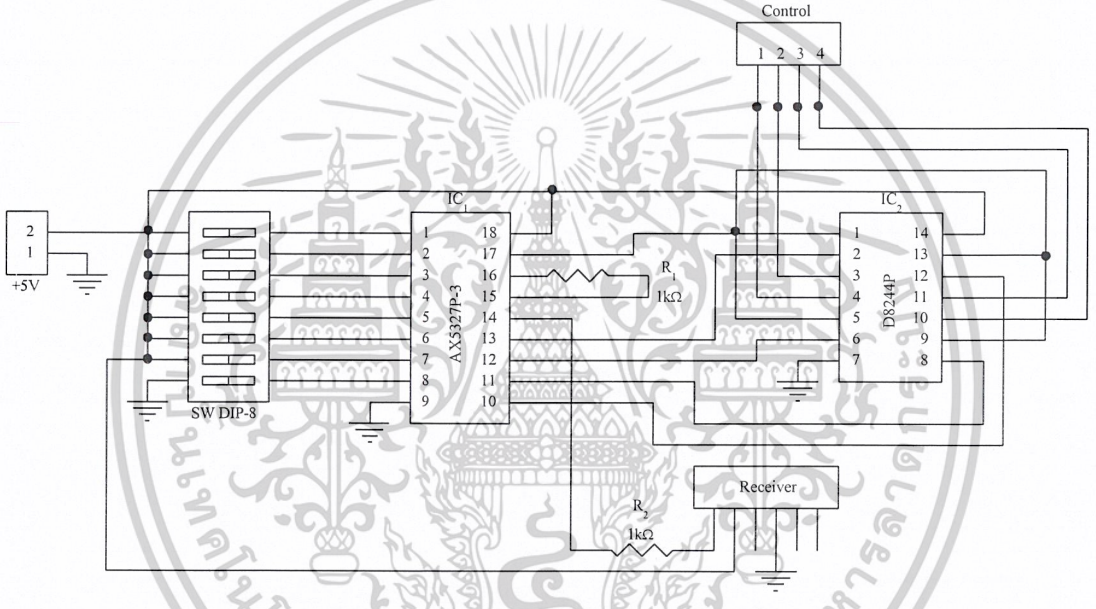


รูปที่ 3.6 วงจรภาครับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การทำงาน

เมื่อภาครับสัญญาณทำงานก็จะส่งสัญญาณมายังขา 14 ของ ไอซี 1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวถอดรหัสข้อมูลเลขฐานสอง ถ้าสัญญาณที่เข้ารหัสส่งมาจากเครื่องส่ง มีการจัดลำดับรหัสที่สอดคล้องกับการตั้งค่ารหัสที่ไอซี 1 จะทำให้ระดับสัญญาณที่ขา10, 11, 12, 13 เปลี่ยนสถานะเป็นระดับสูงส่งเข้าไปที่ขา 2, 6, 8, 12 ของไอซี 2 ซึ่งเป็น ไอซีฟลิปฟลอปแบบ D (D Flip Flop) จะเปลี่ยนระดับลอจิกที่เอาต์พุต Q และ $\overline{Q}$ เป็นตรงข้าม ทำให้ที่ขา 3, 4, 10, 11 เปลี่ยนสถานะจากลอจิกต่ำเป็นสถานะลอจิกสูงเพื่อไปสั่งงานภาคแสดงผลต่อไป



รูปที่ 3.7 ภาคถอดรหัส

3.7 ภาคแสดงผล

ภาคแสดงผลรับสัญญาณข้อมูลของตัวตรวจจับจากภาครับ มาแสดงผลเป็นข้อมูลบนจอผลึกเหลว พร้อมกับส่งสัญญาณเตือนเป็นระบบสั่นสะเทือนและเสียงเตือน

3.7.1 การออกแบบและการสร้าง

ดังแสดงในรูปที่ 3.8 การแสดงผลบนจอผลึกเหลวจะใช้ไอซี 89C1051 ซึ่งเป็นไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดยจะเขียนคำสั่งควบคุมไว้ภายในตัวไอซี เมื่อรับสัญญาณข้อมูลของตัวตรวจจับจากทางภาครับ ไอซี 89C1051 จะทำการประมวลผลออกไปยังจอผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้แสดงข้อมูลเป็นจำนวนตัวตรวจจับของเหลวที่เปียกชื้น ในส่วนการแสดงผลระบบสั่นหรือเสียงนั้นผู้ดูแลสามารถเลือกใช้ระบบสั่นและเสียงได้โดยการเลือกสวิตช์ใช้งาน

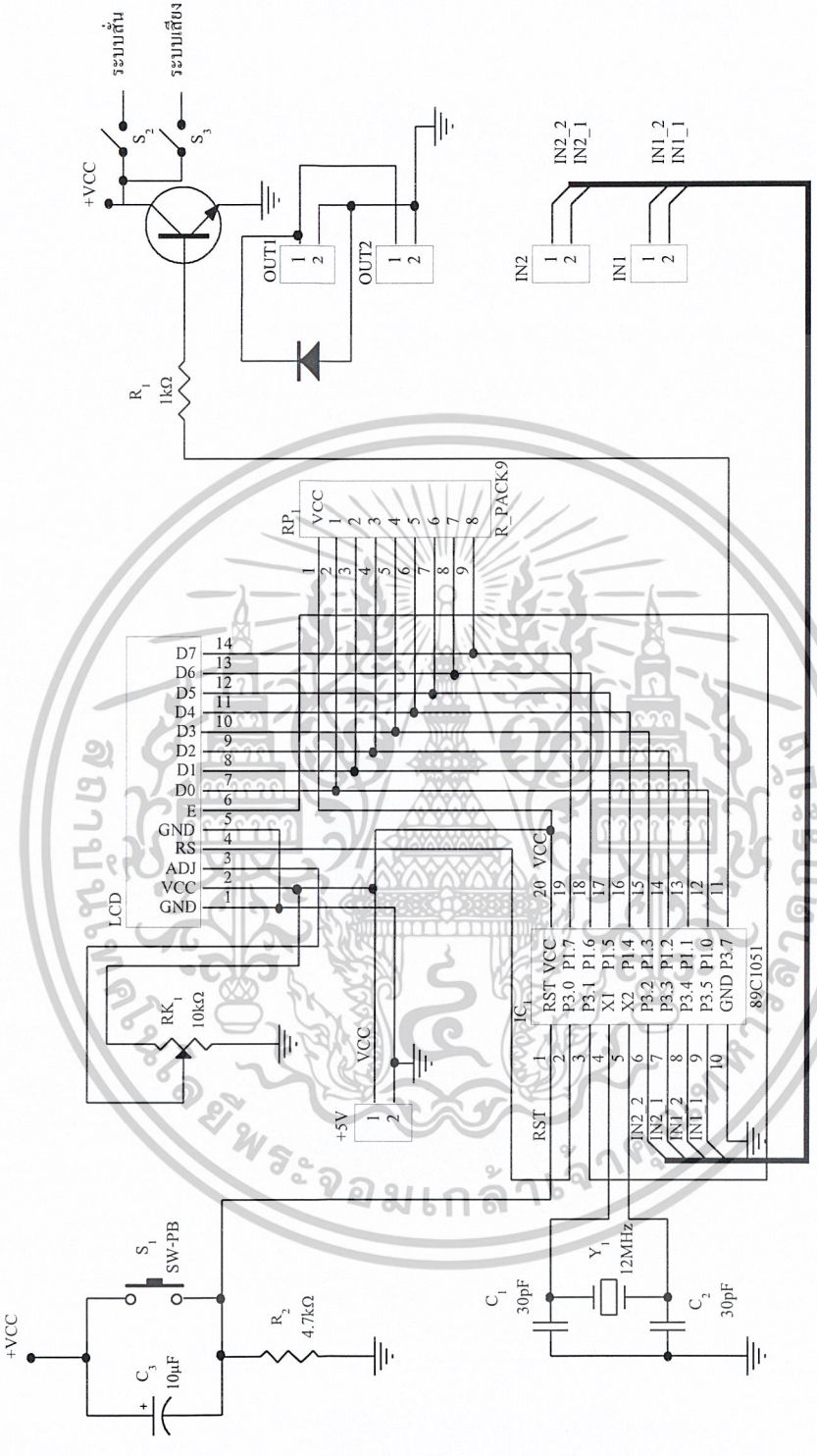
ตารางที่ 3.1 หมายเลขของจำนวนตัวตรวจจับของเหลวที่เปียกชื้น

ขา 6	ขา 7	ขา 8	ขา 9	ตัวเลข
0	0	0	0	0
0	0	0	1	4
0	0	1	0	3
0	0	1	1	34
0	1	0	0	2
0	1	0	1	24
0	1	1	0	23
0	1	1	1	234
1	0	0	0	1
1	0	0	1	14
1	0	1	0	13
1	0	1	1	134
1	1	0	0	12
1	1	0	1	124
1	1	1	0	123
1	1	1	1	1234

3.7.2 การทำงาน

เมื่อข้อมูลที่ได้จากภาคถอดรหัสตามตารางที่ 3.1 จะเข้าสู่ขา 6, 7, 8 และ 9 ของ ไอซี 89C1051 เพื่อทำการประมวลผล แล้วส่งข้อมูลเอาต์พุตไปแสดงผลที่จอผลึกเหลวเป็นข้อมูลตัวเลข ดังตารางที่ 3.1 และที่ขา 11 ของ ไอซี 89C1051 จะมีแรงดันเอาต์พุต 5 โวลต์ เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับทรานซิสเตอร์ โดยที่ขาคอลเลกเตอร์ของทรานซิสเตอร์จะต่อร่วมกับดิพสวิตช์ โดยสวิตช์ตัวที่ 3 ทำหน้าที่ควบคุมบัซเซอร์ให้ทำงานและสวิตซ์ตัวที่ 4 ทำหน้าที่ควบคุมมอเตอร์ให้ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรแสดงผลจอผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

การทดลองและผลการทดลองของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตในแต่ละวงจรและจากการนำแต่ละภาคของการทำงานเข้ามาต่อร่วมกัน เพื่อทำการทดสอบวัดประสิทธิภาพการทำงาน

4.2 ความสามารถของการตรวจจับ

ความไวของการตรวจจับจะขึ้นอยู่กับค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในการทดลองเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่อน้ำหนักแห้ง

$$\frac{\text{น้ำหนักของน้ำ}}{\text{น้ำหนักแห้งของผ้ารองซับ}} \times 100 = \text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่อน้ำหนักแห้} \quad (4.1)$$

4.2.1 การทดลอง

1) ทำการชั่งน้ำหนักของแผ่นรองซับ

2) ทำการชั่งน้ำหนักของน้ำ นำน้ำที่ชั่งน้ำหนักแล้วเทลงบนแผ่นรองซับ

3) ทำการตรวจจับของเหลวจากแผ่นรองซับด้วยสายแพเงินขนาด 20 เส้น ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1

4.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองความสามารถของการตรวจจับ

น้ำหนักของน้ำ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่อน้ำหนักแห้ง	ความสามารถของการตรวจจับ
1	2.5	ไม่สามารถตรวจจับได้
2	5.0	ไม่สามารถตรวจจับได้
3	7.5	ไม่สามารถตรวจจับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดลองความสามารถของการตรวจจับ

น้ำหนักของน้ำ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่อน้ำหนักแห้ง	ความสามารถของการตรวจจับ
4	10.0	ไม่สามารถตรวจจับได้
5	12.5	สามารถตรวจจับได้
6	15.0	สามารถตรวจจับได้
7	17.5	สามารถตรวจจับได้
8	20.0	สามารถตรวจจับได้

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่อน้ำหนักแห้งที่ค่า 12.5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ตัวตรวจจับเริ่มทำการตรวจจับได้ ดังนั้นความสามารถของการตรวจจับจะเริ่มต้นที่น้ำหนักน้ำ 5 กรัมขึ้นไป

รูปที่ 4.1 การตรวจจับของเหลวจากแผ่นรองซับด้วยสายแพเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

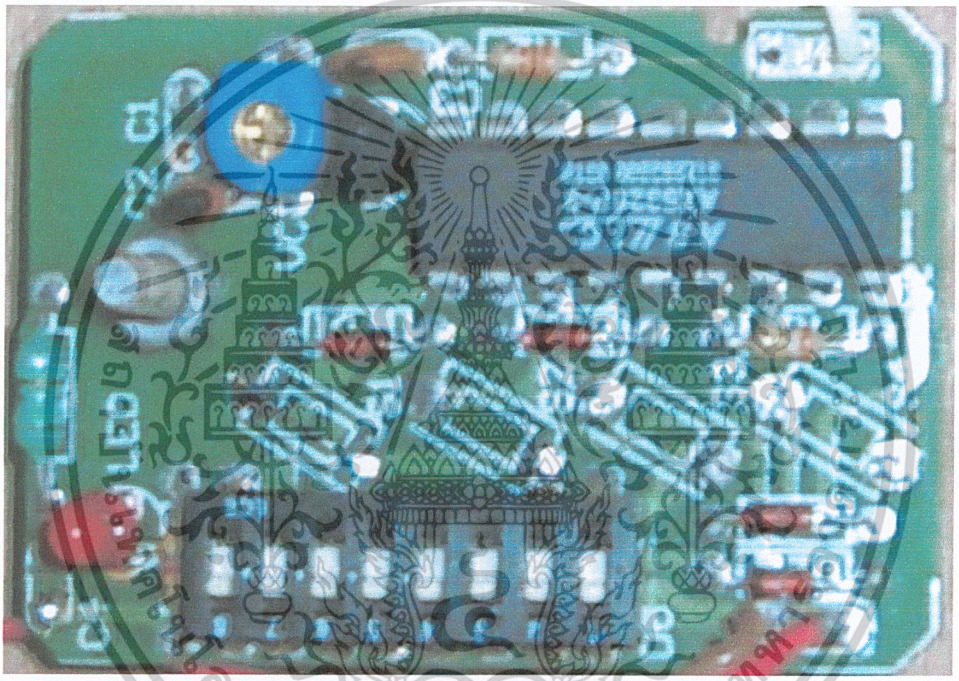
4.3 ระยะทางการรับ- ส่งสัญญาณของวงจรเครื่องรับและเครื่องส่ง

เครื่องรับ-ส่งรีโมตทำการส่งสัญญาณวิทยุย่านยูเอชเอฟ ช่วงความถี่ 340 เมกะเฮิรตซ์ สามารถส่งสัญญาณได้ 4 ช่อง ระยะทางการรับส่งสัญญาณประมาณ 20 เมตร

4.3.1 การทดลอง

1) นำเครื่องรับ-ส่งรีโมตไปใช้ภายในอาคาร ทำการวัดระยะทางในการรับส่งสัญญาณ

2).นำเครื่องรับ-ส่งรีโมตไปใช้ภายนอกอาคาร ทำการวัดระยะทางในการรับส่งสัญญาณ



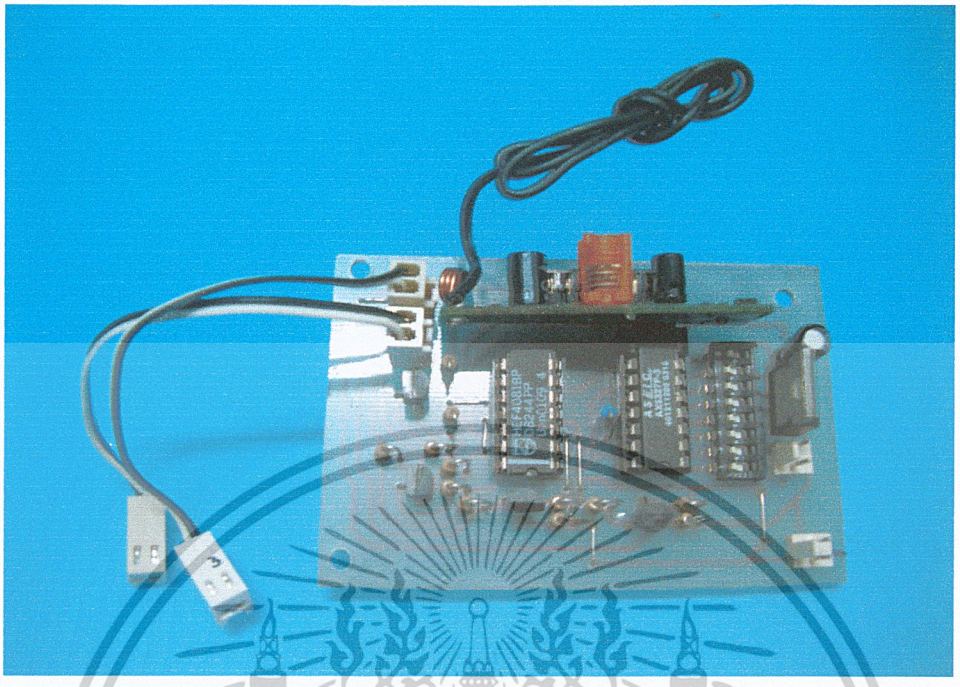
รูปที่ 4.2 วงจรเครื่องส่งรีโมต

4.3.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองความสามารถในการรับส่งสัญญาณ

การทดลอง	ระยะทางในการรับส่งสัญญาณ
ภายในอาคาร	20 เมตร
ภายนอกอาคาร	25 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 วงจรเครื่องรับรีโมต

จากการทดลองเครื่องรับ-ส่งรีโมตย่านยูเอชเอฟ มีความสามารถในการรับส่งสัญญาณภายในอาคารเป็นระยะทาง 20 เมตร และภายนอกอาคารเป็นระยะทาง 25 เมตร

4.4 เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต จะทำการตรวจจับของเหลวจากแผ่นรองซับด้วยสายแพรเงิน พร้อมทั้งแสดงข้อมูลตัวเลขของตัวตรวจจับที่เปียกชื้นไว้ที่ภาคแสดงผลของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต และภาคแสดงผลของเครื่องติดตามตัวผู้ดูแล

4.4.1 การทดลอง

1) เปิดเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

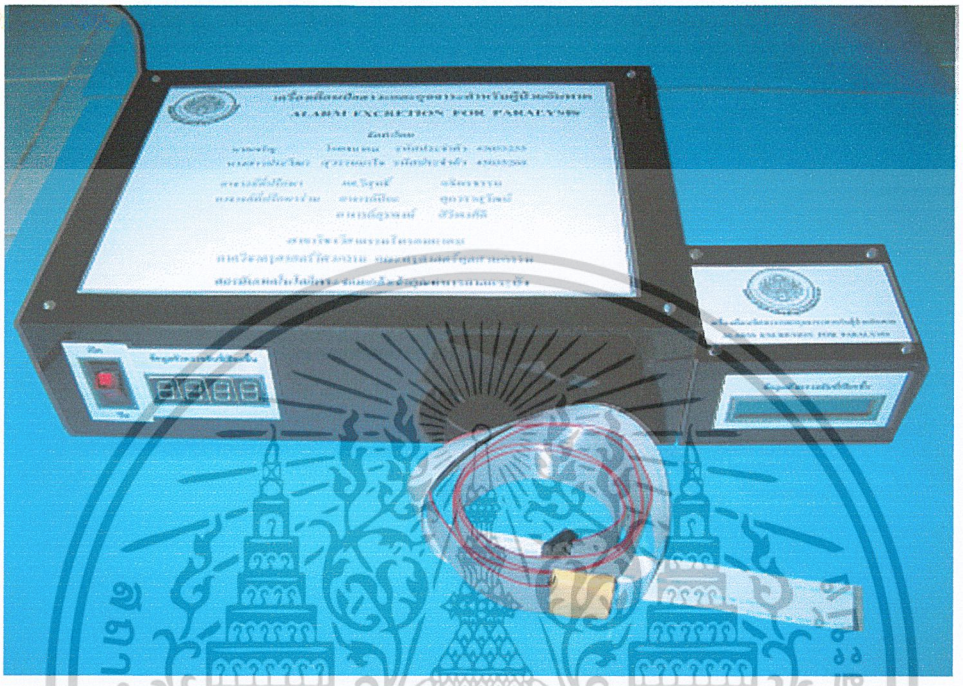
2) ทำการต่อสายแพรเข้ากับเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตที่ภาคส่งสัญญาณ

3) ติดตั้งสายแพรเงินไว้ที่แผ่นรองซับของผู้ป่วยอัมพาต 4 จุด

4) เลือกระบบการแสดงผลที่เครื่องติดตามผู้ดูแลให้เป็นระบบสั่นและเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เมื่อตัวตรวจจับทำการตรวจจับได้ ผลการทดลองที่ภาคส่งสัญญาณและเครื่องติดตามผู้ดูแลแสดงในตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.4 เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

4.4.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการแสดงผลที่ภาคส่งสัญญาณและเครื่องติดตามผู้ดูแล

สายแพรที่ติดตั้ง	การแสดงผลที่ภาคส่งสัญญาณ	การแสดงผลที่เครื่องติดตามผู้ดูแล
จุดที่ 1	แสดงหมายเลข 1	แสดงข้อมูลตัวตรวจจับที่ 1 สั่นและมีเสียงปี๊บเตือน
จุดที่ 2	แสดงหมายเลข 2	แสดงข้อมูลตัวตรวจจับที่ 2 สั่นและมีเสียงปี๊บเตือน
จุดที่ 3	แสดงหมายเลข 3	แสดงข้อมูลตัวตรวจจับที่ 3 สั่นและมีเสียงปี๊บเตือน
จุดที่ 4	แสดงหมายเลข 4	แสดงข้อมูลตัวตรวจจับที่ 4 สั่นและมีเสียงปี๊บเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลตัวตรวจจับที่เปียกชื้น

ALARM EXCRETION

DATA 0

รูปที่ 4.5 ข้อมูลตัวตรวจจับที่เปียกชื้นขณะเปิดเครื่อง

ข้อมูลตัวตรวจจับที่เปียกชื้น

ALARM EXCRETION

DATA 1234

รูปที่ 4.6 ข้อมูลตัวตรวจจับที่เปียกชื้นที่เครื่องติดตามผู้ดูแล ขณะทำการตรวจจับปัสสาวะได้ 4 จุด

รูปที่ 4.7 การติดตั้งสายแพเพื่อทำการตรวจจับปัสสาวะและอุจจาระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองตัวตรวจจับสามารถตรวจจับปัสสาวะและอุจจาระได้ พร้อมทั้งส่งสัญญาณเตือนเป็นระบบสั่นและเสียงตามที่เลือกใช้งาน ภาคแสดงผลจะแสดงข้อมูลตัวตรวจจับที่เปียกชื้น ข้อมูลจะยังคงแสดงผลอยู่จนกว่าตัวตรวจจับที่จุดนั้นจะได้รับการทำความสะอาดและเช็ดให้แห้ง เมื่อตัวตรวจจับแห้งเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตจะคงสภาวะพร้อมใช้งาน โดยจะไม่แสดงข้อมูลใดๆ เลยที่ภาคแสดงผล

4.5 การทดลองใช้งานเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตกับผู้ป่วยที่โรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ต

รูปที่ 4.8 การใช้งานเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตกับผู้ป่วยที่โรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ต

4.5.1 การทดลอง

1) นำเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต ไปใช้กับผู้ป่วยอัมพาตที่โรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ตในวันจันทร์ ที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2547 ช่วงเวลา 13.00-20.00 น.

2) เปิดเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ทำการต่อสายแพรเข้ากับเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตที่ภาคส่งสัญญาณ

4) ติดตั้งสายแพรเงินไว้ที่แผ่นรองซับของผู้ป่วยอัมพาต 1 จุด

5) เลือกระบบการแสดงผลที่เครื่องติดตามผู้ดูแลให้เป็นระบบสั่นและเสียง

6) เมื่อตัวตรวจจับทำการตรวจจับได้ ผลการทดลองที่ภาคส่งสัญญาณและเครื่องติดตามผู้ดูแลแสดงในตารางที่ 4.4

4.5.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการใช้งานเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

เวลา	ระยะทางในการรับ-ส่งสัญญาณภายในอาคาร	สิ่งที่ตรวจจับ	การแสดงผล
13.35 น.	7 เมตร	ปัสสาวะ	แสดงข้อมูลตัวตรวจจับที่ 1 สั่นและมีเสียงปี๊บเตือน
16.24 น.	7 เมตร	ปัสสาวะ	แสดงข้อมูลตัวตรวจจับที่ 1 สั่นและมีเสียงปี๊บเตือน
19.45 น.	7 เมตร	ปัสสาวะ	แสดงข้อมูลตัวตรวจจับที่ 1 สั่นและมีเสียงปี๊บเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดทำขึ้น เพื่อเสนอโครงงานเรื่องเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต หลักการทำงานเบื้องต้นนั้นจะนำตัวตรวจจับของเหลวโดยเลือกใช้สายแพที่มีตัวนำเป็นเงินในการตรวจจับของเหลวจะเริ่มจากวงจรผลิตความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ สาเหตุที่ใช้สัญญาณที่เป็นความถี่แทนที่จะใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงธรรมดาเป็นสัญญาณในการตรวจจับจากการวิเคราะห์สารประกอบเคมีด้วยกระแสไฟฟ้าพบว่า หากใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้ปลายด้านหนึ่งของสารประกอบเป็นลักษณะของ “เมือก” การเกิดเมือกนี้จะทำให้ปลายอีกข้างถูกกัดกร่อนด้วย ดังนั้น หากป้อนไฟกระแสตรงให้ตัวตรวจจับจึงไม่เหมาะสม จากนั้นความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ จะถูกคัปปลิ้งไปยังสายแพเงินเพื่อทำการตรวจจับของเหลว เมื่อมีของเหลวมาถูกหน้าสัมผัสของตัวตรวจจับแล้วจะส่งสัญญาณต่อไปยังวงจรเร็กติไฟร์ทำการแปลงสัญญาณความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 8 โวลต์ เพื่อจ่ายแรงดันให้รีเลย์ทำงานและส่งสัญญาณต่อไปยังภาคส่งวิทยุเพื่อเตือนให้ผู้ดูแลทราบว่าขณะนี้ผู้ป่วยได้มีการขับถ่ายปัสสาวะหรืออุจจาระออกมาแล้วโดยแสดงเป็นข้อมูลตัวเลขของจำนวนตัวตรวจจับที่สัมผัสกับปัสสาวะหรืออุจจาระที่ภาคแสดงผล ผู้ดูแลสามารถเลือกระบบการเตือนให้เป็นระบบสั่นหรือเสียงได้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

5.2.1 สายแพที่ใช้ตรวจจับของเหลว

ปัญหา สายแพเงินที่จำหน่ายมีขนาดสั้น ไม่สามารถนำมาต่อใช้งานได้

แนวทางแก้ไข นำสายแพขนาด 20 เส้น มาต่อร่วมกับสายแพเงินทำให้ได้สายแพตรวจจับที่มีความยาวเพิ่มมากขึ้น

5.2.2 ระยะทางในการรับ-ส่งสัญญาณ

ปัญหา ระยะทางในการรับ-ส่งสัญญาณภายในอาคารที่มีห้องทึบมากหรือบริเวณใกล้ลิฟท์จะรับ-ส่งสัญญาณได้ไกลประมาณ 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนทิศทางการวางของสายอากาศจากแนวราบให้เป็นแนวดิ่งจึงสามารถรับสัญญาณได้เป็นระยะทาง 20 เมตร

5.2.3 ชั่วโมงการใช้งานของแบตเตอรี่

ปัญหา ใช้แบตเตอรี่ 9 โวลต์ ที่ไม่สามารถชาร์จพลังงานได้ จะมีชั่วโมงการใช้งานประมาณ 14 ชั่วโมง สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อแบตเตอรี่

แนวทางแก้ไข ใช้แบตเตอรี่ 9 โวลต์ ที่สามารถชาร์จพลังงานได้ เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อแบตเตอรี่

5.2.4 ความปลอดภัย

ปัญหา อันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าที่มีผลต่อชีวิตและร่างกายผู้ป่วยอัมพาต เนื่องด้วยอุบัติเหตุจากการเกิดแรงดันไฟฟ้าข้ามขดลวด

แนวทางแก้ไข แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าทางด้านภาคส่งสัญญาณ ใช้หม้อแปลง 2 ตัว ตัวที่หนึ่งทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 9 โวลต์ เพื่อส่งไปยังหม้อแปลงตัวที่สอง หม้อแปลงตัวที่สองจะพันหม้อแปลงแยกขด เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการเกิดแรงดันไฟฟ้าข้ามขดลวด หากหม้อแปลงตัวที่หนึ่งเกิดเสียหาย หม้อแปลงตัวที่สองจะทำการป้องกันแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ไม่ให้เข้าสู่วงจรเร็กติไฟร์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยขณะใช้งานไม่ให้ผู้ป่วยได้รับอันตรายจากแรงดันไฟฟ้า

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. พัฒนาเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตให้มีขนาดเล็กลง ทั้งเครื่องตรวจจับและเครื่องติดตามตัวผู้ดูแลผู้ป่วย

2. พัฒนาเครื่องให้สามารถตรวจจับปัสสาวะและอุจจาระจาก 4 เตียง เป็น 8 เตียง

3. พัฒนาโปรแกรมให้รองรับข้อมูลได้กว้างขึ้น เช่น จำนวนเตียงจาก 4 เตียง เป็น 8 เตียง เป็นต้น

4. ใช้เครื่องส่งที่มีกำลังส่งสูง เพื่อให้ได้ระยะทางในการส่งสัญญาณได้ไกลกว่า 20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ฐิรพงษ์ นามแถ่ง. “โครงงานเครื่องแสดงพร้อมควบคุมระดับน้ำ.” **วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์.** ฉบับที่ 233 : หน้า 150 — 157. 2545

นรินทร์ เนาวประทีป. **ออปแอมป์** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. ม.ป.ป.

บรรเจิด ตันติกัลยาภรณ์. **นักเลงรีโมท.** กรุงเทพฯ : สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพรังสิต. 2543

บรรเจิด ตันติกัลยาภรณ์. **นักเลงสายอากาศ.** กรุงเทพฯ : สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพรังสิต. 2540

ยืน ภู่วรวรรณ. **การสื่อสารข้อมูลและไมโครคอมพิวเตอร์เนตเวอร์ค.**กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด. ม.ป.ป.

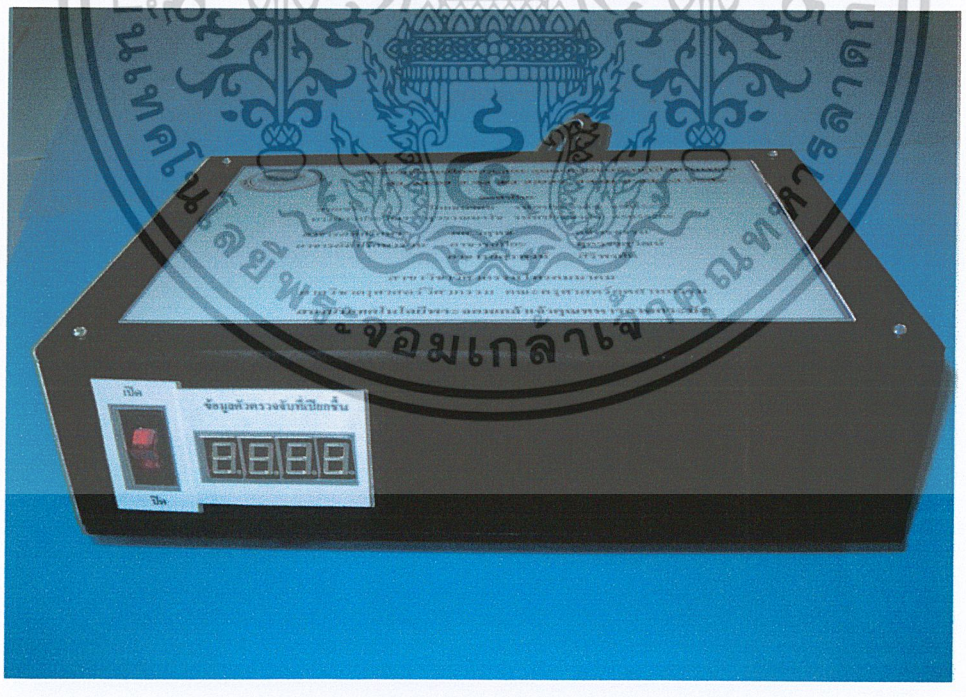
สุชาติ กังวารจิตต์. **เครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

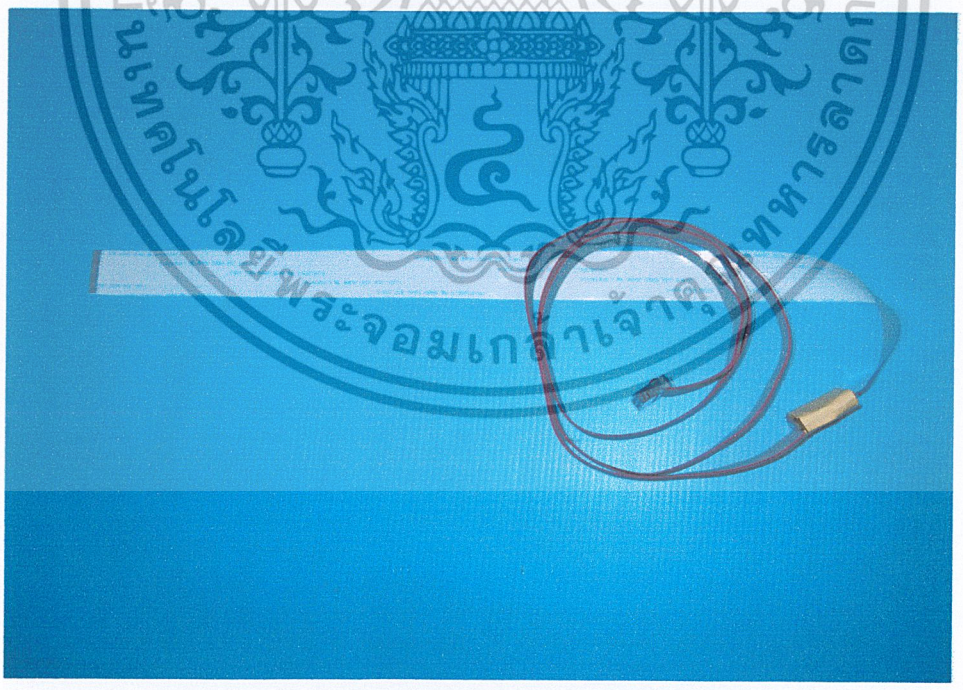
รูปที่ ก.1 โครงงานเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต



รูปที่ ก.2 ภาพด้านหน้าของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

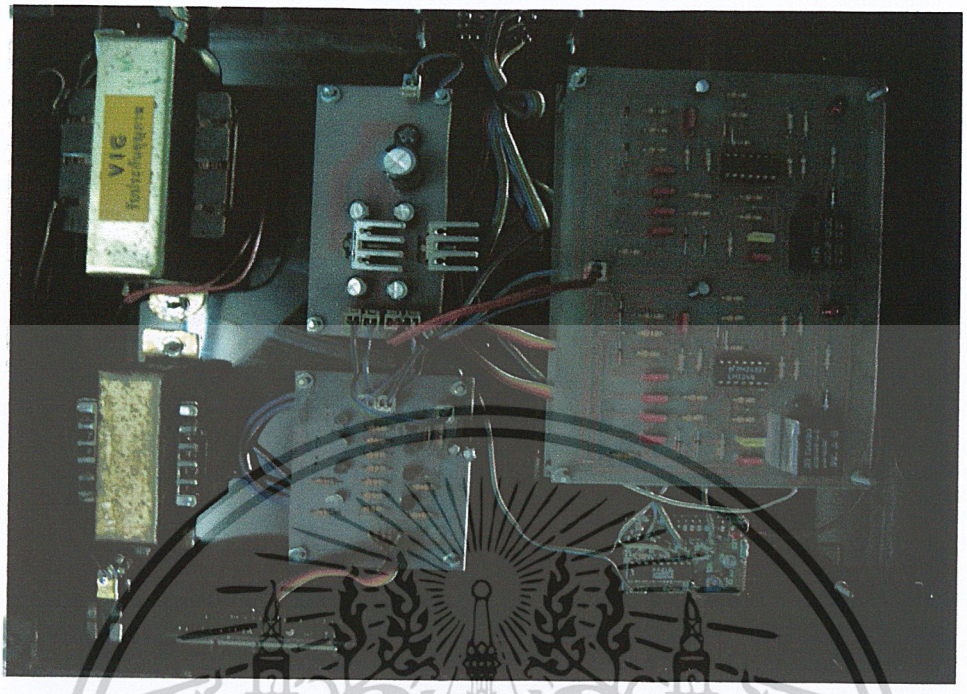
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 ภาพด้านหลังของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต



รูปที่ ก.4 สายแพรที่ใช้ตรวจจับปัสสาวะและอุจจาระ

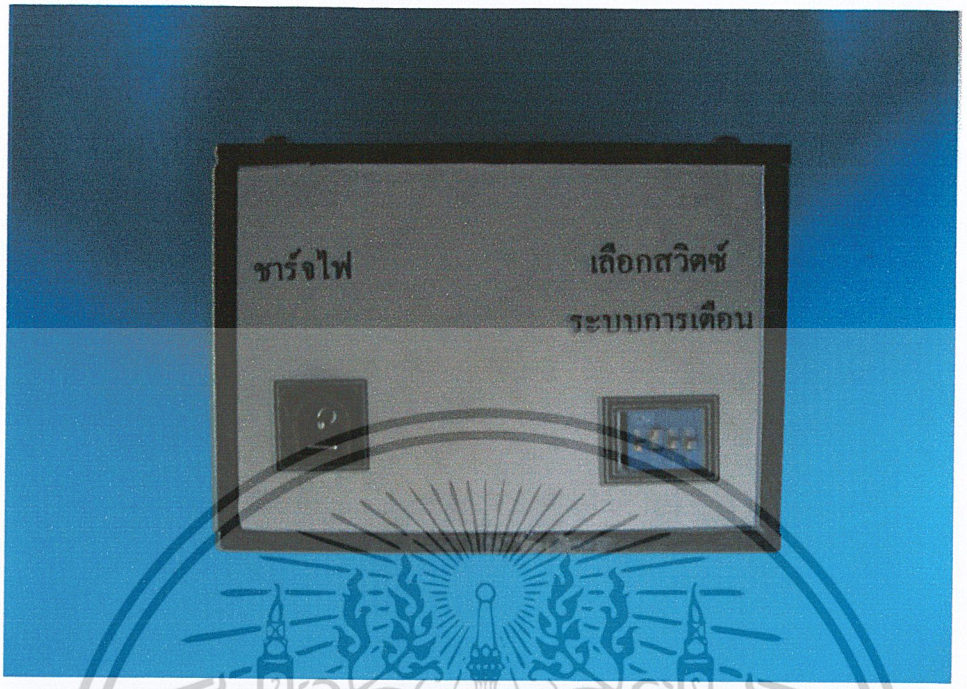
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



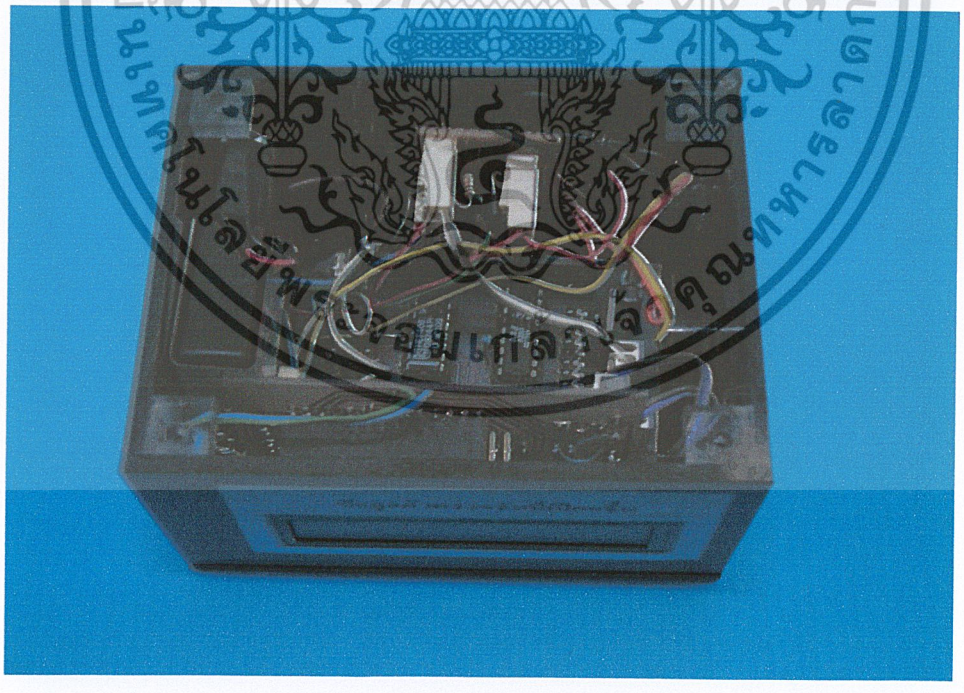
รูปที่ ก.5 ภาพวงจรรวมของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

รูปที่ ก.6 ภาพด้านหน้าของเครื่องเตือนติดตามตัวผู้ดูแล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.7 ภาพด้านข้างของเครื่องเตือนติดตามตัวผู้ดูแล

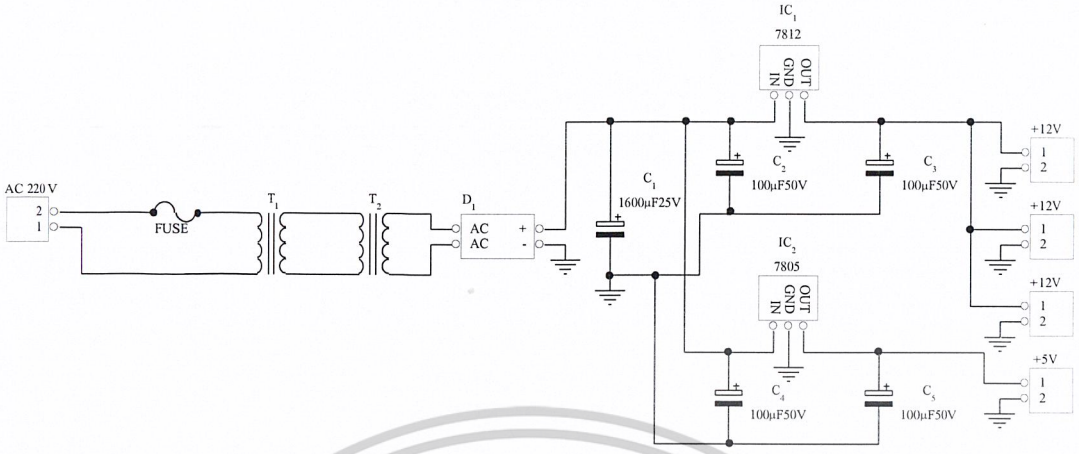


รูปที่ ก.8 ภาพวงจรรวมของเครื่องเตือนติดตามตัวผู้ดูแล

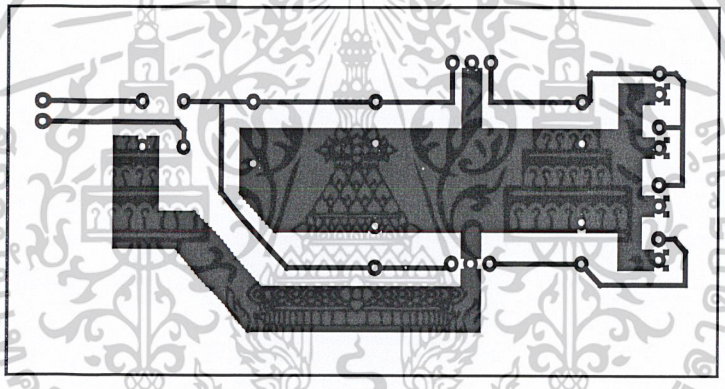
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

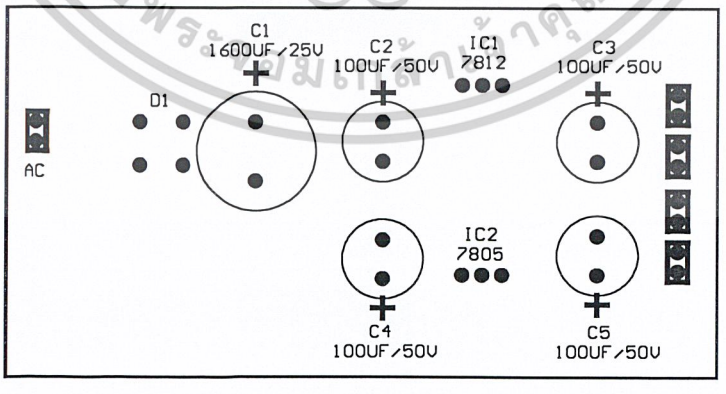
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรภาคจ่ายไฟทางด้านภาคส่งสัญญาณ

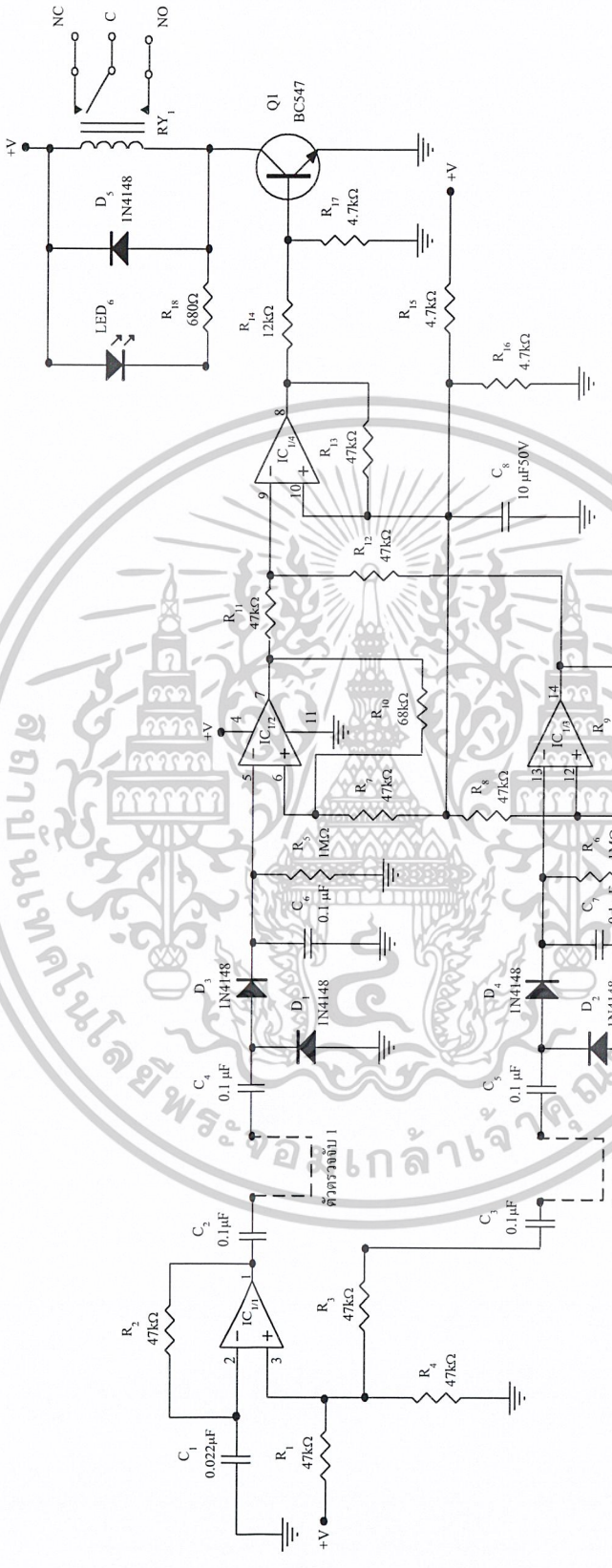


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรภาคจ่ายไฟทางด้านภาคส่งสัญญาณ



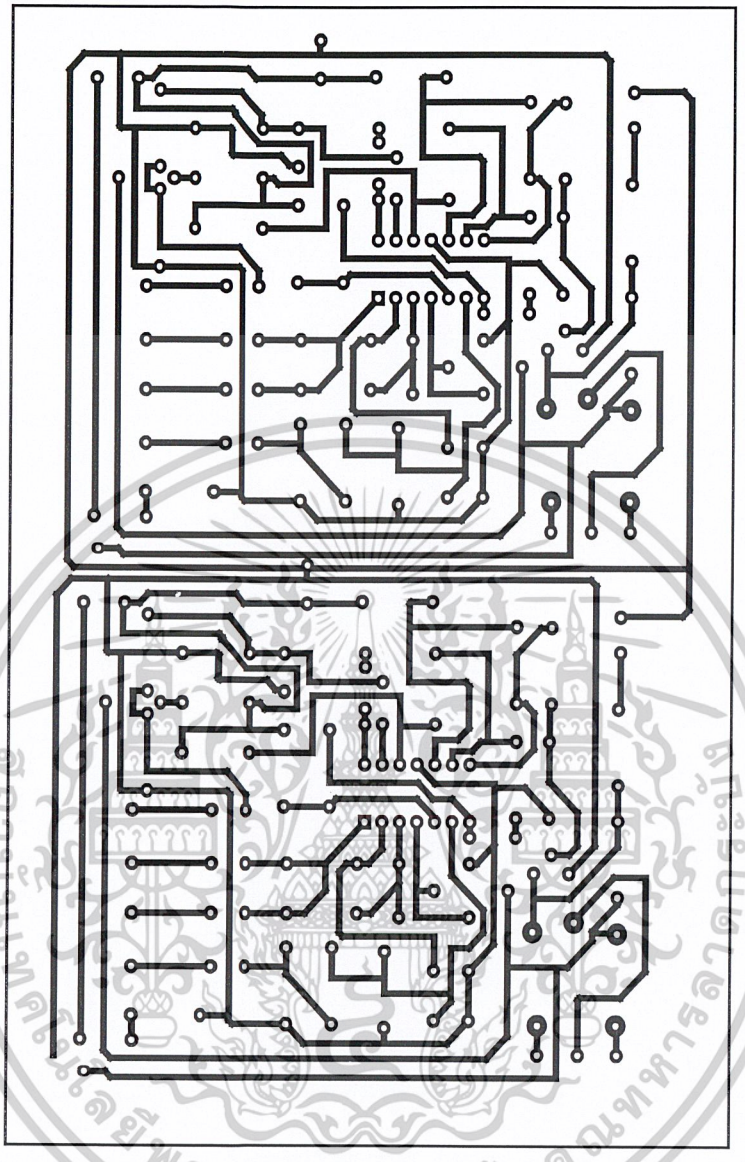
รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์ของวงจรภาคจ่ายไฟทางด้านภาคส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



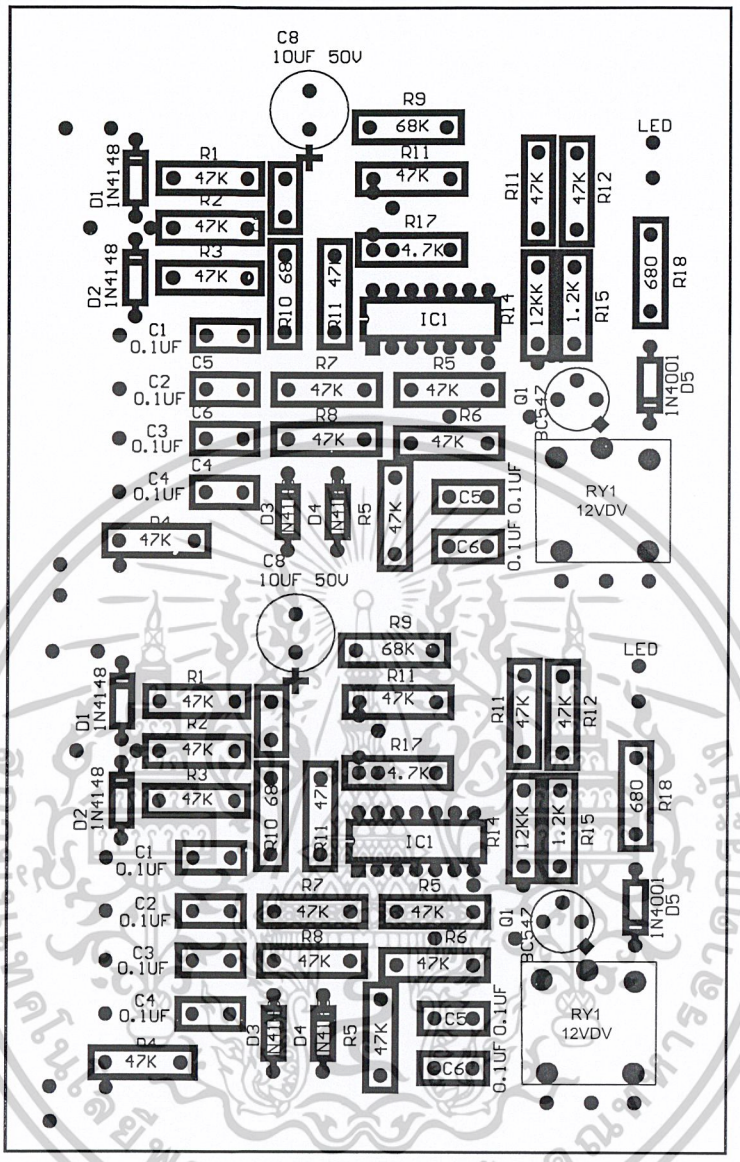
รูปที่ ข.4 วงจรตรวจจับของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



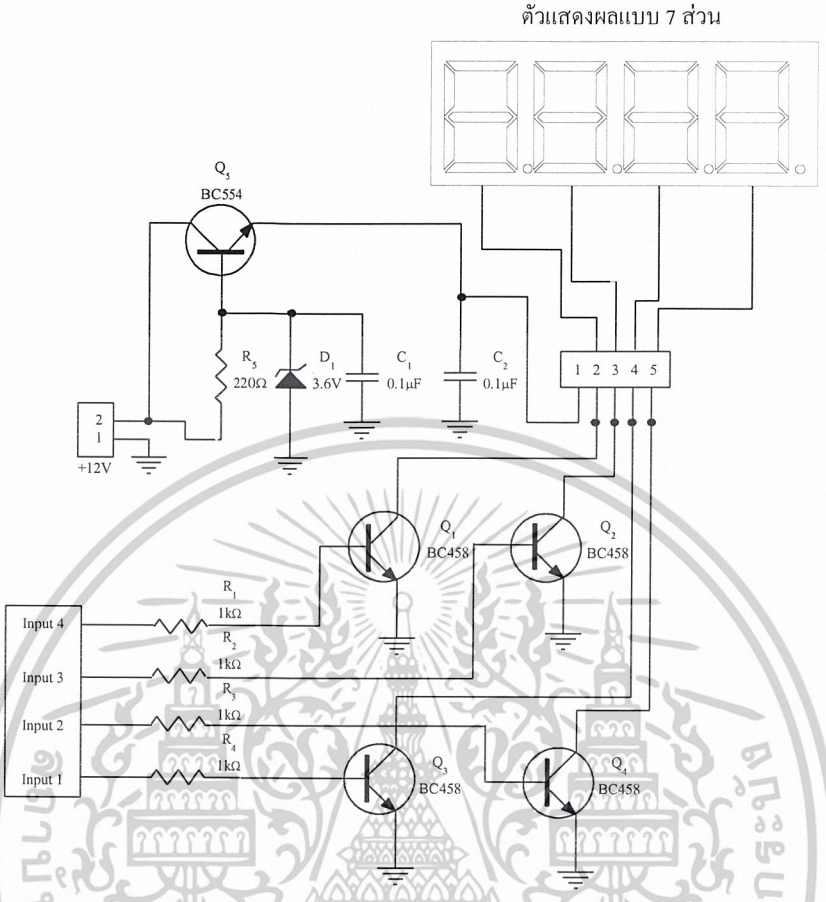
รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรตรวจจับของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

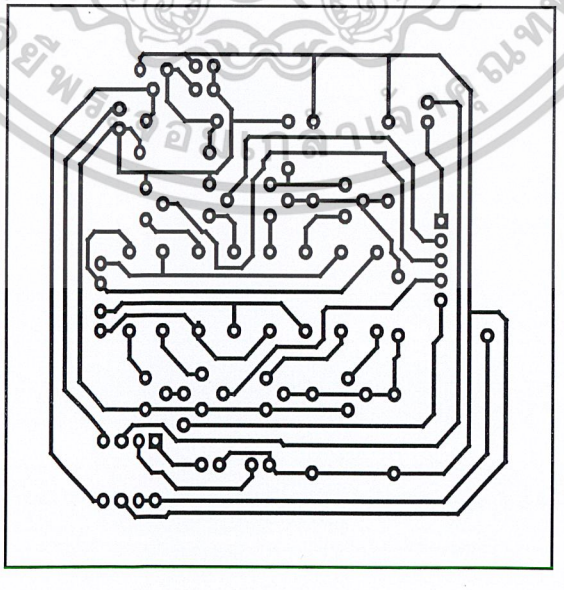


รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

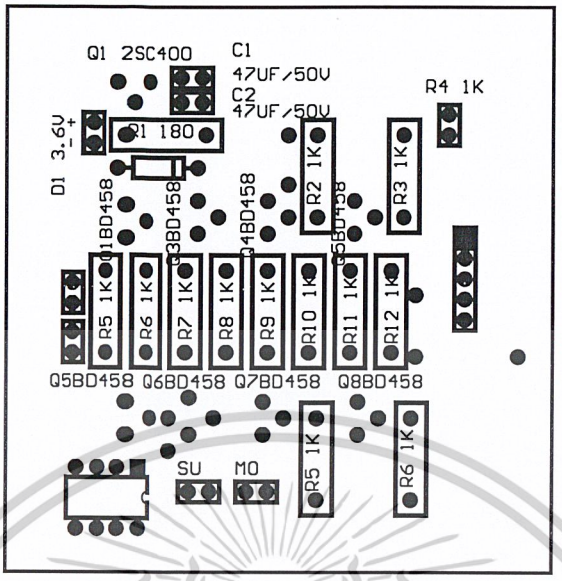


รูปที่ ข.7 วงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน

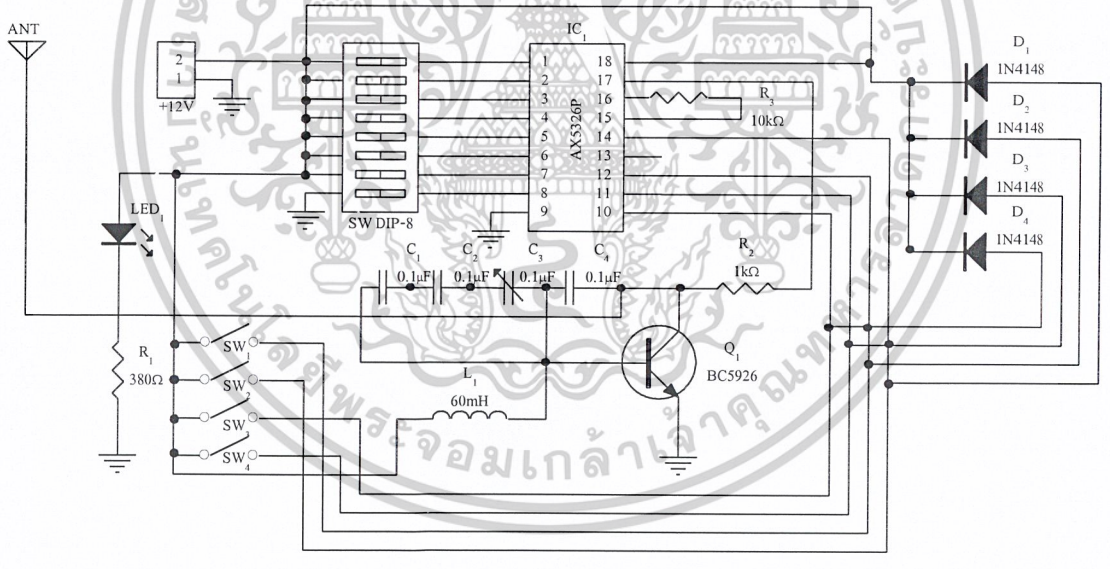


รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

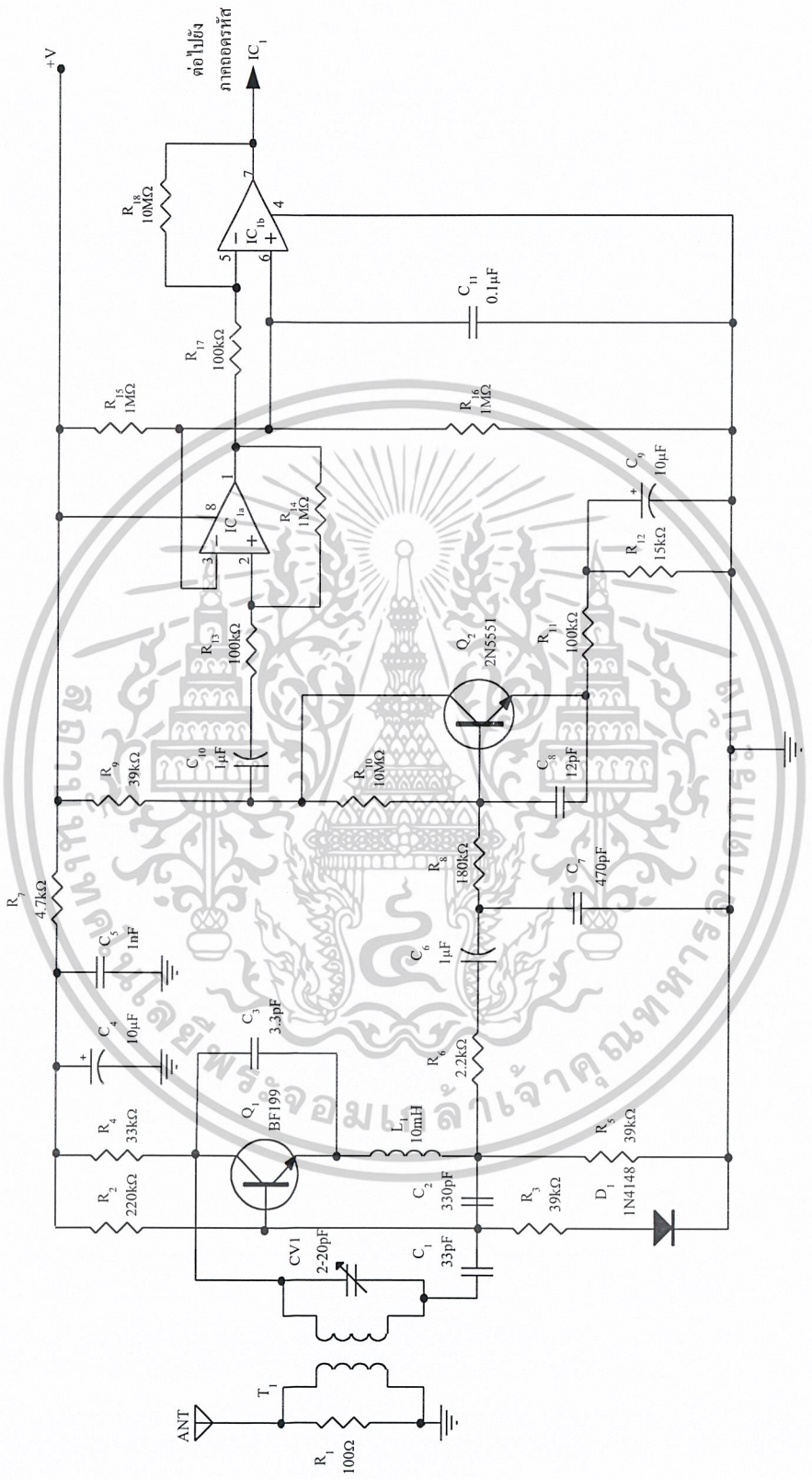


รูปที่ ข.9 การวางอุปกรณ์ของวงจรวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วน



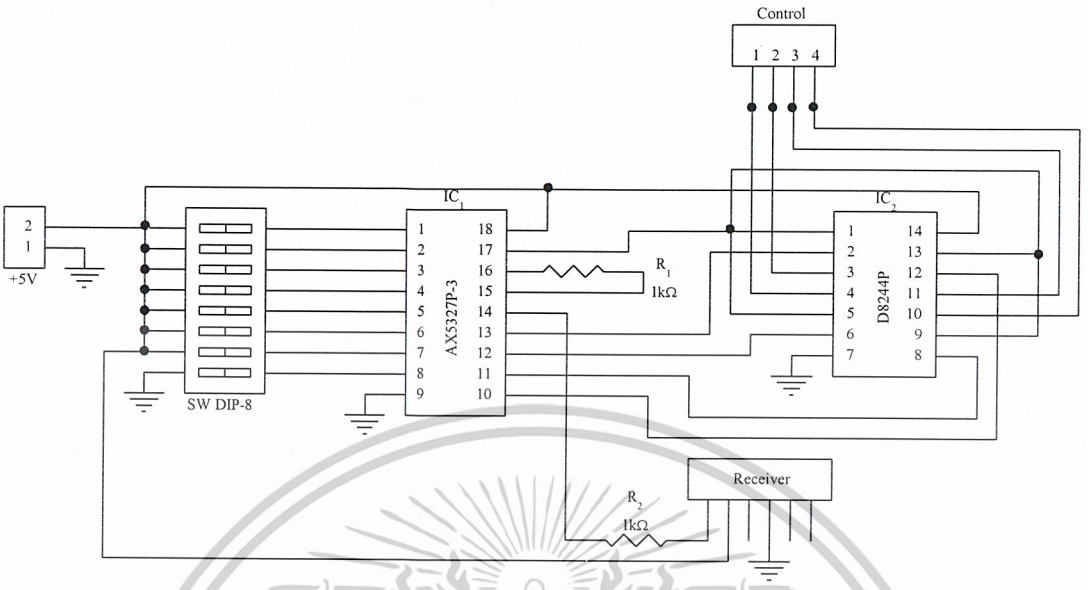
รูปที่ ข.10 วงจรเครื่องส่งรีโมต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

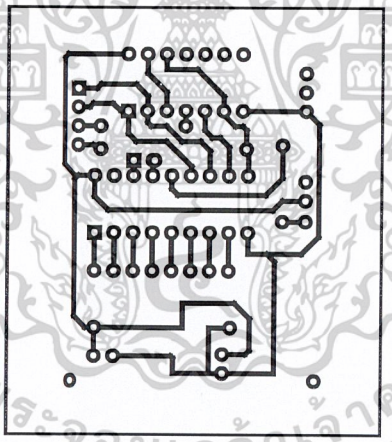


รูปที่ ข.11 วงจรภาครับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

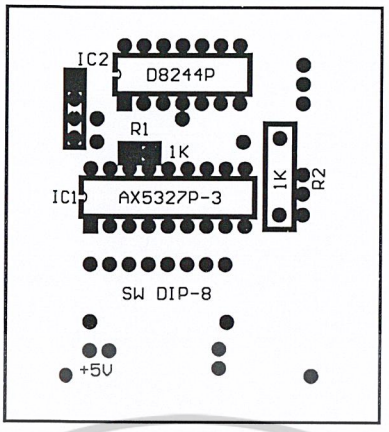


รูปที่ ข.12 วงจรภาคถอดรหัส

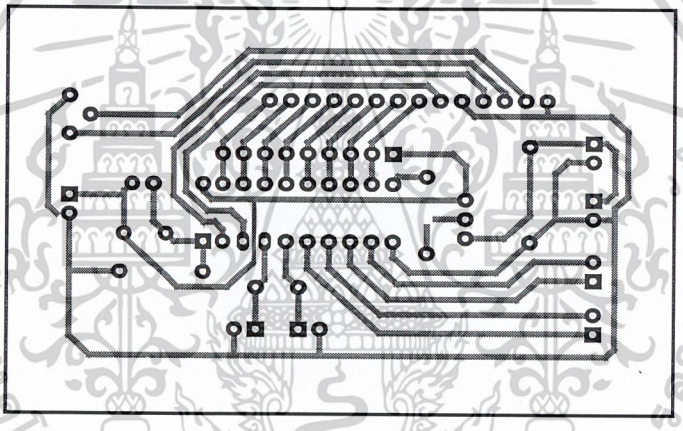


รูปที่ ข.13 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรภาคถอดรหัส

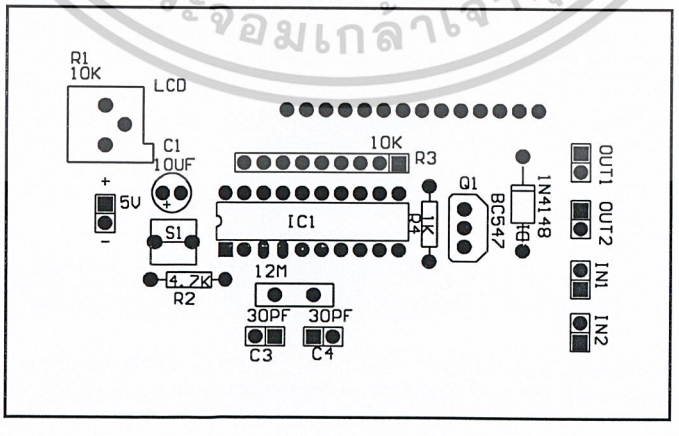
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.14 การวางอุปกรณ์ของวงจรภาคถอดรหัส

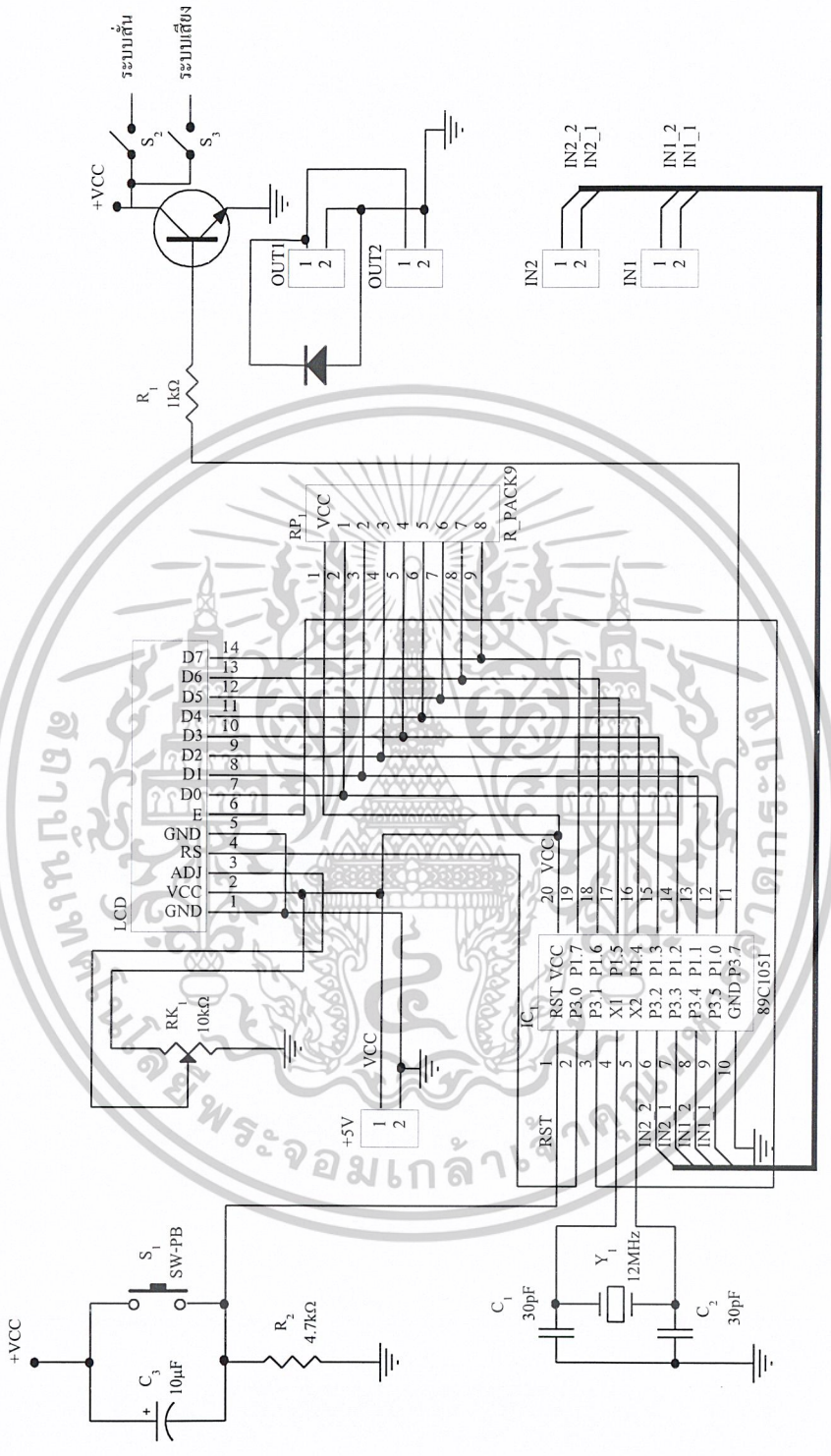


รูปที่ ข.15 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลจอผลึกเหลว



รูปที่ ข.16 การวางอุปกรณ์ของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.17 วงจรแสดงผลจอผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C1	1600μF/50V	1 ตัว
C2-C5	100μF/50V	4 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	ไดโอดบริด	1 ตัว
วงจรรวม		
IC1	7812CT	1 ตัว
IC2	7805	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1	หม้อแปลง 220 /0-12 1A	1 ตัว
T2	หม้อแปลง 0-9 / 0-9 1A	1 ตัว
SW1	สวิตช์ 220V 3A	1 ตัว
FUSE	1A	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับของเหลว

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวต้านทาน		
R1-R4, R7-R8, R11-R13	47kΩ 1/4W	9 ตัว
R5,R6	1MΩ 1/4W	2 ตัว
R9,R10	68kΩ 1/4W	2 ตัว
R15-R17	4.7kΩ 1/4W	3 ตัว
R14	12kΩ 1/4W	1 ตัว
R18	680Ω 1/4W	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับของเหลว

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.022μF	1 ตัว
C2-C5	0.1μF	4 ตัว
C6	100F/50V	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1-D4	1N4148	4 ตัว
D5	1N4148	1 ตัว
Q1	1N4001	1 ตัว
วงจรรวม		
IC1	LM 324N	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
LED	สีแดง	1 ตัว
RELAY	12VDC 1A	1 ตัว
J1-J4	Socket 20 pin	4 ตัว
สายแพร	20 pin	4 เส้น
สายแพรเงิน	20 pin	4 เส้น

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วนทางด้านภาคส่งสัญญาณ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ความต้านทาน		
R1-R4	1kΩ 1/4W	4 ตัว
R5	220Ω 1/4W	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1-C2	0.1μF	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	3.6V 1W	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบ 7 ส่วนทางด้านภาคส่งสัญญาณ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1-Q4	BD458	4 ตัว
Q5	BC554	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
ตัวแสดงผลแบบ 7	คอมมอนคาโถด สีแดง	4 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลจอผลึกเหลวทางด้านภาครับสัญญาณ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวต้านทาน		
R Pack	1kΩ	1 ตัว
R1	1kΩ	1 ตัว
R2	4.7kΩ	1 ตัว
VR1	10kΩ	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1-C2	30PF	2 ตัว
C3	10μF	1 ตัว
สารกึ่งตัวนำ		
D1	1N4148	1 ตัว
Q1	BC458	1 ตัว
วงจรรวม		
IC1	89C1051	1 ตัว
อุปกรณ์กำเนิดความถี่		
X-TAL	12MHz	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
จอผลึกเหลว	2 แถว 16 ตัวอักษร	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

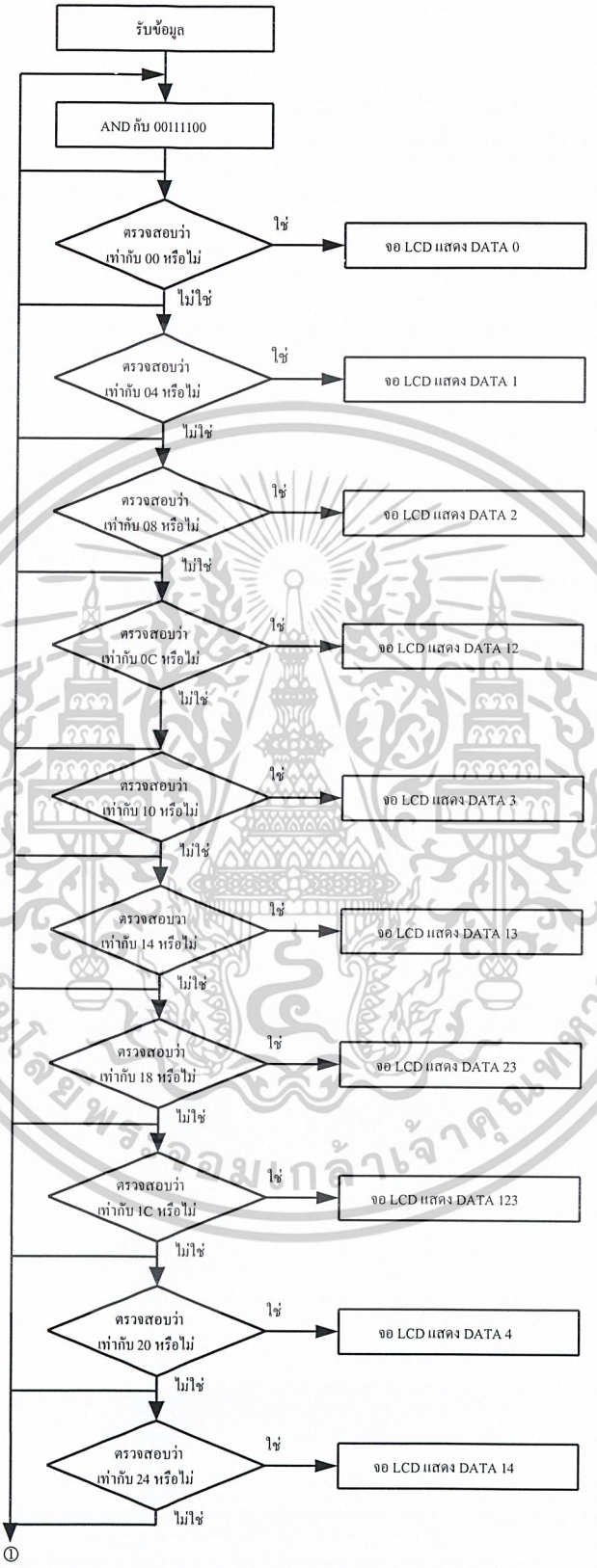
ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวต้านทาน		
R1-R2	1kΩ	2 ตัว
วงจรรวม		
IC1	AX5327P-3	1 ตัว
IC2	D8244P	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
SW-DIP 8		1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

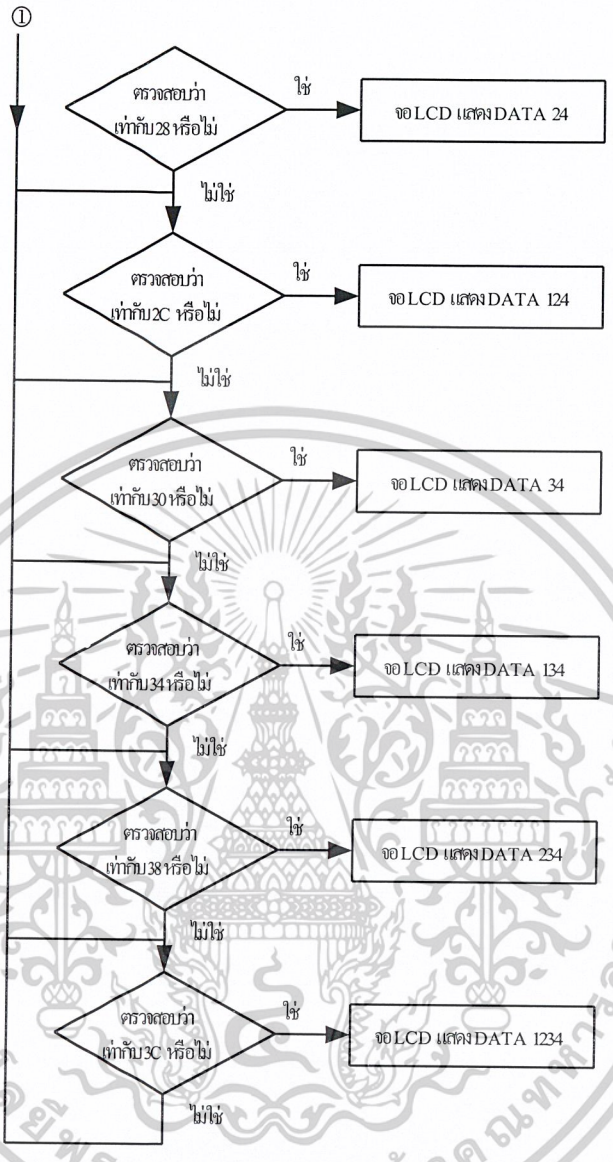
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังการทำงานโปรแกรมแสดงผลจอผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมแสดงผลจอผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแสดงผลจอผลึกเหลว

```
            ORG       0000H
            LJMP      MAIN
B:          EQU       0F0H
A:          EQU       0E0H
PSW:        EQU       0D0H
PC:         EQU       0B8H
P3:         EQU       0B0H
LCD_RS:     EQU       0B0H
LCD_EN:     EQU       0B1H
IN22:       EQU       0B2H
IN21:       EQU       0B3H
IN12:       EQU       0B4H
IN11:       EQU       0B5H
P3.6:       EQU       0B6H
OUT:        EQU       0B7H
IE:         EQU       0A8H
SBUF:       EQU       99H
SCON:       EQU       98H
P1:         EQU       90H
P1.0:       EQU       90H
P1.1:       EQU       91H
P1.2:       EQU       92H
P1.3:       EQU       93H
P1.4:       EQU       94H
P1.5:       EQU       95H
P1.6:       EQU       96H
P1.7:       EQU       97H
TH1:        EQU       8DH
TH0:        EQU       8CH
TL1:        EQU       8BH
TL0:        EQU       8AH
TMOD:       EQU       89H
TCON:       EQU       88H
PCON:       EQU       87H
DPH:        EQU       83H
DPL:        EQU       82H
SP:         EQU       81H
P0:         EQU       80H
C:          EQU       0D7H
AC:         EQU       0D6H
F0:         EQU       0D5H
RS1:        EQU       0D4H
RS0:        EQU       0D3H
OV:         EQU       0D2H
P:          EQU       0D0H
PS:         EQU       0BCH
PT1:        EQU       0BBH
PX1:        EQU       0BAH
PT0:        EQU       0B9H
PX0:        EQU       0B8H
EA:         EQU       0AFH
ES:         EQU       0ACH
ET1:        EQU       0ABH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EX1:        EQU       0AAH
ET0:        EQU       0A9H
EX0:        EQU       0A8H
SM0:        EQU       09FH
SM1:        EQU       09EH
SM2:        EQU       09DH
REN:        EQU       09CH
TB8:        EQU       09BH
RB8:        EQU       09AH
TI:         EQU       099H
RI:         EQU       098H
TF1:        EQU       08FH
TR1:        EQU       08EH
TF0:        EQU       08DH
TR0:        EQU       08CH
IE1:        EQU       08BH
IT1:        EQU       08AH
IE0:        EQU       089H
IT0:        EQU       088H
LCD_ADDR:   EQU   30H
LCD_DATA:   EQU   31H

MAIN:
            CLR   LCD_EN
            CLR   LCD_RS
            LCALL INIT_LCD

LOOP_MAIN:
            MOV   LCD_ADDR,#00H
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"A"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"L"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"A"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"R"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"M"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" "
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"E"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"X"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"C"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"R"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"E"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"T"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"I"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"O"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"N"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" "
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#40H
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" "
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" "
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" "
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" "
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" "
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"D"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"A"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"T"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"A"
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" "
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" "
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" "
            ACALL WRCHAR_LCD
INPUT:
            MOV   A,P3
            ANL   A,#00111100B
            CJNE  A,#0H,CHECK1
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"0" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            CLR   OUT
            LJMP  EX_CHECK
CHECK1:
            CJNE  A,#4H,CHECK2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV   LCD_ADDR,#4BH
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#" " ; 4DH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#"1" ; 4EH
                ACALL WRCHAR_LCD
                SETB  OUT
                LJMP  EX_CHECK
CHECK2:
                CJNE  A,#8H,CHECK3
                MOV   LCD_ADDR,#4BH
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#" " ; 4DH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#"2" ; 4EH
                ACALL WRCHAR_LCD
                SETB  OUT
                LJMP  EX_CHECK
CHECK3:
                CJNE  A,#0CH,CHECK4
                MOV   LCD_ADDR,#4BH
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#"1" ; 4DH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#"2" ; 4EH
                ACALL WRCHAR_LCD
                SETB  OUT
                LJMP  EX_CHECK
CHECK4:
                CJNE  A,#10H,CHECK5
                MOV   LCD_ADDR,#4BH
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#" " ; 4DH
                ACALL WRCHAR_LCD
                MOV   LCD_DATA,#"3" ; 4EH
                ACALL WRCHAR_LCD
                SETB  OUT
                LJMP  EX_CHECK
CHECK5:
                CJNE  A,#14H,CHECK6
                MOV   LCD_ADDR,#4BH
                ACALL SET_ADDR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"1" ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"3" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            SETB  OUT
            LJMP  EX_CHECK
CHECK6:
            CJNE  A,#18H,CHECK7
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"2" ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"3" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            SETB  OUT
            LJMP  EX_CHECK
CHECK7:
            CJNE  A,#1CH,CHECK8
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"1" ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"2" ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"3" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            SETB  OUT
            LJMP  EX_CHECK
CHECK8:
            CJNE  A,#20H,CHECK9
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"4" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            SETB  OUT
            LJMP  EX_CHECK
CHECK9:
            CJNE  A,#24H,CHECK10
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"1" ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"4" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            SETB  OUT
            LJMP  EX_CHECK
CHECK10:
            CJNE  A,#28H,CHECK11
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"2" ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"4" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            SETB  OUT
            LJMP  EX_CHECK
CHECK11:
            CJNE  A,#2CH,CHECK12
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"1" ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"2" ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"4" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            SETB  OUT
            LJMP  EX_CHECK
CHECK12:
            CJNE  A,#30H,CHECK13
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"3" ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"4" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            SETB  OUT
            LJMP  EX_CHECK
CHECK13:
            CJNE  A,#34H,CHECK14
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   LCD_DATA,#"1" ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"3" ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"4" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            SETB  OUT
            LJMP  EX_CHECK
CHECK14:
            CJNE  A,#38H,CHECK15
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#" " ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"2" ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"3" ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"4" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            SETB  OUT
            LJMP  EX_CHECK
CHECK15:
            CJNE  A,#3CH,EX_CHECK
            MOV   LCD_ADDR,#4BH
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"1" ; 4BH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"2" ; 4CH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"3" ; 4DH
            ACALL WRCHAR_LCD
            MOV   LCD_DATA,#"4" ; 4EH
            ACALL WRCHAR_LCD
            SETB  OUT
EX_CHECK:
            LJMP  INPUT
INIT_LCD:
            ACALL    DELAY_100MS
            CLR   LCD_RS
            MOV   P1,#00111000B
            ACALL LCD_CLK
            ACALL DELAY_10MS
            MOV   P1,#00111000B
            ACALL LCD_CLK
            ACALL LCD_OFF
            ACALL LCD_CLR
            MOV   P1,#00000110B
            ACALL LCD_CLK
            ACALL LCD_HOME

LCD_CLR:
            CLR   LCD_RS
            MOV   P1,#00000001B
            ACALL LCD_CLK
            RET
LCD_HOME:
            CLR   LCD_RS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   P1,#00000010B
            ACALL LCD_CLK
            RET
LCD_OFF:
            CLR   LCD_RS
            MOV   P1,#00001000B
            ACALL LCD_CLK
            RET
LCD_CLK:
            SETB  LCD_EN
            ACALL LCD_DELAY
            CLR   LCD_EN
            ACALL LCD_DELAY
            RET
LCD_ON:
            CLR   LCD_RS
            MOV   P1,#00001100B
            ACALL LCD_CLK
            RET
LCD_BLINK:
            CLR   LCD_RS
            MOV   P1,#00001111B
            ACALL LCD_CLK
            RET
LCD_LSHF:
            CLR   LCD_RS
            MOV   P1,#00011000B
            ACALL LCD_CLK
            RET
LCD_RSHF:
            CLR   LCD_RS
            MOV   P1,#00011100B
            ACALL LCD_CLK
            RET
SET_ADDR_LCD:
            CLR   LCD_RS
            MOV   A,LCD_ADDR
            ORL   A,#10000000B
            MOV   P1,A
            ACALL LCD_CLK
            RET
WRCHAR_LCD:
            SETB  LCD_RS
            MOV   P1,LCD_DATA
            ACALL LCD_CLK
            ACALL LCD_ON
            RET
LCD_DELAY:
            MOV   R7,#2
LCD_DELAY_1:
            MOV   R6,#0E6H
LCD_DELAY_2:
            NOP
            NOP
            DJNZ  R6,LCD_DELAY_2
            DJNZ  R7,LCD_DELAY_1
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_10MS:
            MOV    R7,#10
DELAY_10MS_1:
            MOV    R6,#0E6H
DELAY_10MS_2:
            NOP
            NOP
            DJNZ   R6,DELAY_10MS_2
            DJNZ   R7,DELAY_10MS_1
            RET
DELAY_100MS:
            MOV    R7,100
DELAY_100MS_1:
            MOV    R6,#0E6H
DELAY_100MS_2:
            NOP
            NOP
            DJNZ   R6,DELAY_100MS_2
            DJNZ   R7,DELAY_100MS_1
            RET
DELAY_1S:
            MOV    R5,#100
DELAY_1S_1:
            ACALL  DELAY_10MS
            DJNZ   R5,DELAY_1S_1
            RET
            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลการทดสอบจากโรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ต
BANGKOK • PHUKET • HOSPITAL

25 มีนาคม 2547

เรื่อง การใช้เครื่องมือเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

ตามที่ คุณเจริญ โกยธนาคม ได้นำเสนอ "เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต" เพื่อใช้ในการบริการผู้ป่วยที่ไม่สามารถแจ้งเตือนเมื่อปัสสาวะหรืออุจจาระได้นั้น ทางโรงพยาบาลกรุงเทพภูเก็ต ขอขอบคุณ คุณเจริญ โกยธนาคม ที่ได้นำเสนอเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต ให้โรงพยาบาลได้พิจารณาและทดลองใช้เครื่องเตือนดังกล่าว มีความเห็นดังต่อไปนี้

1. เป็นเครื่องมือที่ปลอดภัยใช้กับผู้ป่วยได้ ตามมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ที่มีการไหลของกระแสไฟฟ้าแบบกระแสตรง และสั่งงานที่จุดสัมผัสผู้ป่วยซึ่งจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายเมื่อใช้งานกับผู้ป่วย
2. สามารถแจ้งเตือนได้จริงเมื่อผู้ป่วยมีปัสสาวะและอุจจาระ รดที่นอน

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นพ.ก้องเกียรติ เกษเพ็ชร์)
รองผู้อำนวยการโรงพยาบาล

ผู้ประสานงาน
คุณนาฏกมล จำรัสกาญจน์
โทรศัพท์ : 076-254421-9
โทรสาร : 076-254430

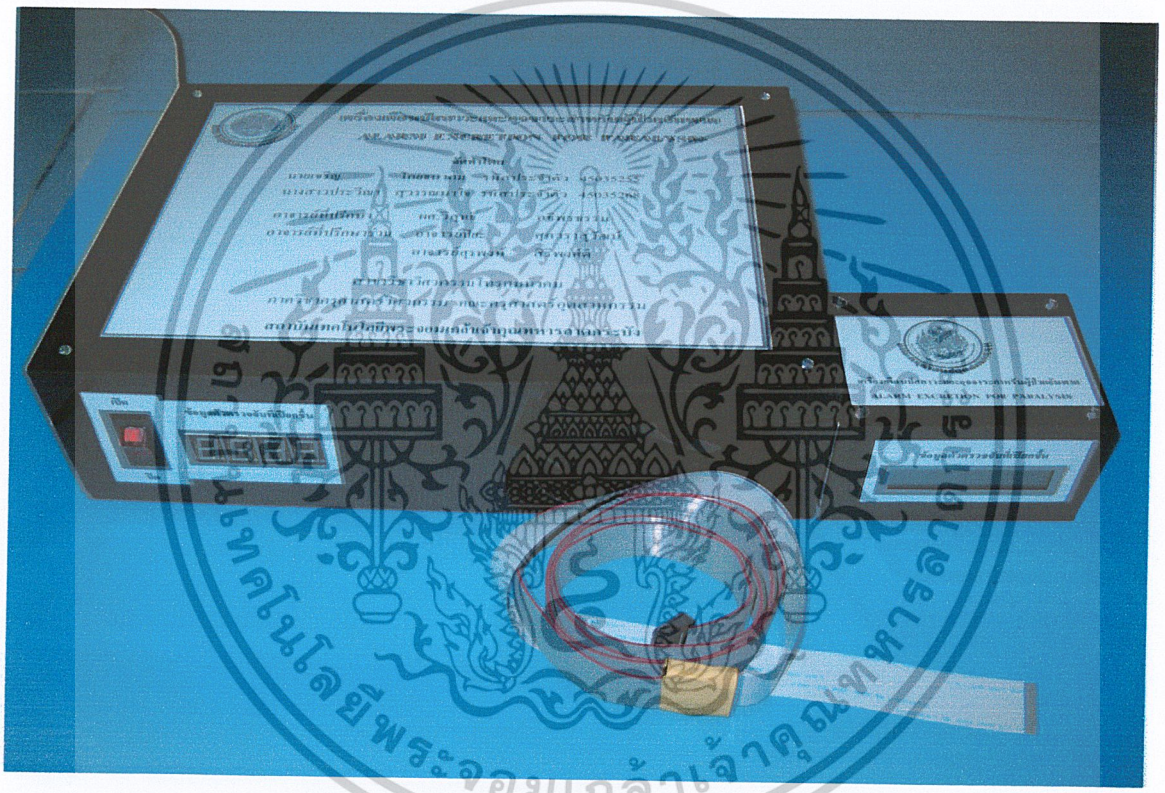
2/1 ถนนหงษ์หยกอุทิศ อ.เมือง จ.ภูเก็ต 83000 2/1 HONGYOK UTIS RD MUANG DISTRICT PHUKET 83000 THAILAND
โทรศัพท์ (076) 254 421-29 โทรสาร (66 76) 254 430 Tel. (076) 254 421-29 Fax (66 76) 254 430

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

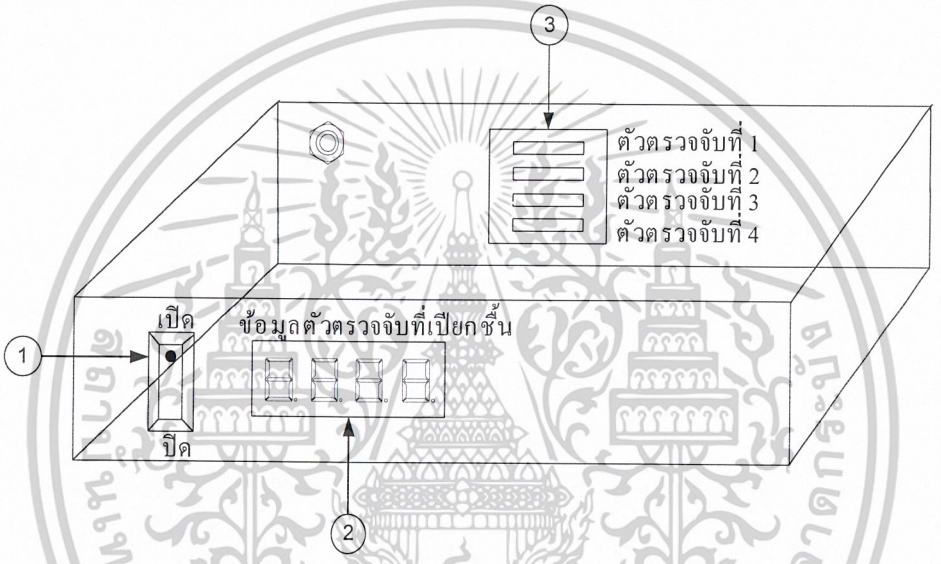
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

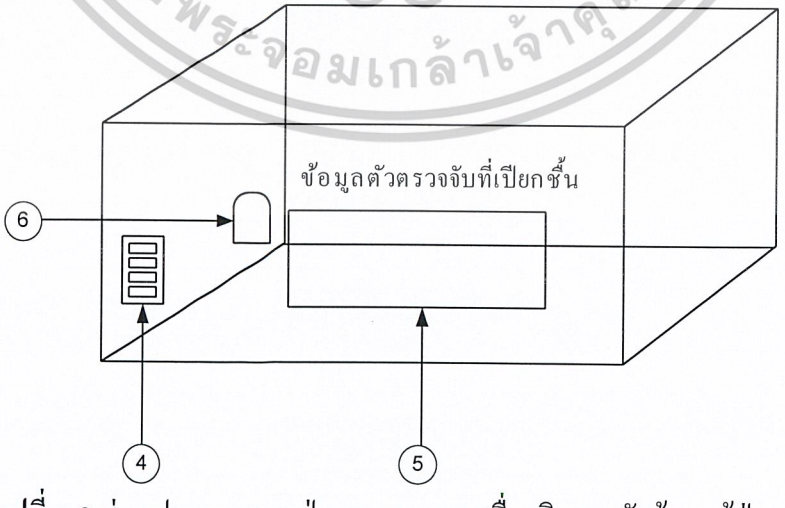
1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อติดตั้งตัวตรวจจับของเหลวตามลักษณะท่านอนให้ถูกต้อง เพื่อผลการตรวจสอบปัสสาวะและอุจจาระที่ถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องเตือน

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ ฉ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต



รูปที่ ฉ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องติดตามตัวผู้ดูแลผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ฉ.1 และรูปที่ ฉ.2 มีรายละเอียดดังนี้

① สวิตช์เปิด-ปิด เครื่อง

② ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน

③ ช่องเสียบสายแพร

④ สวิตช์เลือกเปิดเครื่องและเลือกแสดงผลเป็นระบบเสียง, สั่น หรือแสดงข้อมูลบนจอผลึกเหลว

⑤ จอผลึกเหลว

⑥ ช่องเสียบเพื่อชาร์จไฟ

3. การติดตั้งและการใช้งาน

การติดตั้งและการใช้งานมีดังนี้

3.1 การติดตั้งควรวางไว้ใกล้เตียง โดยให้ตัวเครื่องอยู่ต่ำกว่าเตียงประมาณ 60 เซนติเมตร

3.2 เมื่อต้องการให้เครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตทำงานกดสวิตช์ ①

3.3 นำสายแพรไปเสียบที่ด้านหลังเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต ③ โดยเสียบจะช่องบนสุดก่อน

3.4 นำสายแพรเงินไปติดกับแผ่นรองซับ

3.5 เปิดเครื่องรับเลือกสวิตช์ ④ ตัวที่ 1 ขึ้นบน

3.6 เลื่อนสวิตช์ ④ ตัวที่ 2 ขึ้นบน เพื่อให้จอผลึกเหลวแสดงข้อมูลตัวตรวจจับที่เปียกชื้น

3.7 เลื่อนสวิตช์ ④ ตัวที่ 3 และ 4 ขึ้นบน เพื่อแสดงผลแบบเสียงและสั่น

3.8 เมื่อผู้ป่วยมีการขับถ่ายปัสสาวะหรืออุจจาระออกมาสัมผัสกับสายแพรเงิน จะทำให้ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน ② แสดงข้อมูลตัวตรวจจับที่เปียกชื้น

3.9 เมื่อผู้ป่วยมีการขับถ่ายปัสสาวะหรืออุจจาระออกมาสัมผัสกับสายแพรเงิน เครื่องติดตามตัวผู้ดูแลผู้ป่วยก็จะแสดงผลตามสวิตช์ ④ ที่เลือก

3.10 เครื่องติดตามตัวผู้ดูแลผู้ป่วยสามารถชาร์จไฟได้โดยนำเครื่องชาร์จไฟไปเสียบที่ช่องชาร์จไฟ ⑥

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาต สามารถตรวจสอบแนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการ	สาเหตุ/หรือวิธีแก้ไข
ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วนไม่แสดงผล	ตรวจสอบข้อต่อไฟที่ภาคตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน, ช่องเสียบสายแพร
ตรวจจับของเหลวไม่ได้	ตรวจสอบช่องเสียบสายแพร, การติดตั้งสายแพร ตรวจสอบสายแพรว่าสัมผัสของเหลวหรือไม่, การต่อแรงดันไฟฟ้าเข้าที่ภาคตรวจจับ
รับสัญญาณไม่ได้	ตรวจสอบการต่อแรงดันไฟฟ้าเข้าที่ภาคส่งสัญญาณและภาครับสัญญาณ, ตรวจสอบภาคแสดงผล
จอผลึกเหลวไม่แสดงผล	ตรวจสอบการต่อแรงดันไฟฟ้าเข้าที่ภาคจอผลึกเหลว, ตรวจสอบการเลือกสวิตช์ใช้งานที่เครื่องติดตามผู้ดูแล
ระบบสั่นและเสียงไม่ทำงาน	ตรวจสอบสายไฟระบบสั่นและเสียง, ตรวจสอบการเลือกสวิตช์ใช้งานที่เครื่องติดตามผู้ดูแล

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ก่อนและหลังใช้งานควรทำความสะอาดสายแพรเงินและเช็ดให้แห้งสนิท
- ควรชาร์จไฟให้แบตเตอรี่พร้อมใช้อยู่เสมอ

5.2 ข้อควรระวัง

- ควรตรวจสอบหม้อแปลงทุกๆ 1 เดือน หากเกิดไฟรั่วออกจากหม้อแปลงอาจส่งผลกระทบต่อเครื่องเตือนปัสสาวะและอุจจาระสำหรับผู้ป่วยอัมพาตและผู้ป่วยได้
- ไม่ควรนำของเครื่องติดตามตัวผู้ดูแลผู้ป่วยไปวางใกล้แหล่งกำเนิดคลื่น เพราะอาจเกิดการรบกวนจากแหล่งกำเนิดคลื่นข้างเคียงได้

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ส่วนแสดงผล	ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน, จอผลึกเหลว, เสียงและสั่น
ความยาวของสายตรวจจับ	180 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ความกว้างของสายตรวจจับ	2 เซนติเมตร
ส่งสัญญาณที่ความถี่	340 MHz
สามารถตรวจจับได้	4 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

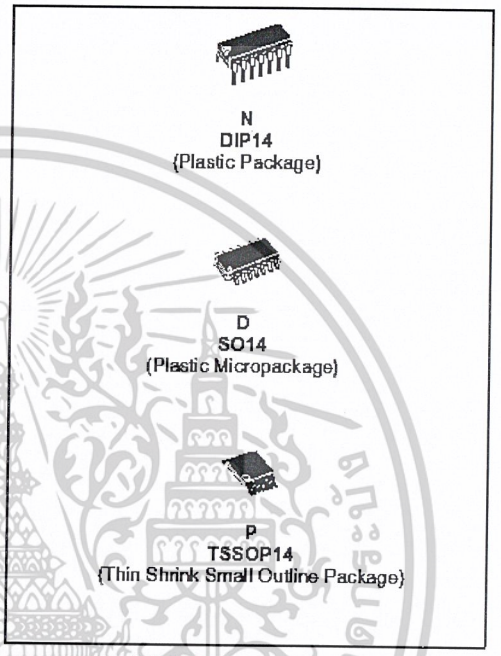
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM124
LM224 - LM324

LOW POWER QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS

- WIDE GAIN BANDWIDTH : 1.3MHz
- INPUT COMMON-MODE VOLTAGE RANGE INCLUDES GROUND
- LARGE VOLTAGE GAIN : 100dB
- VERY LOW SUPPLY CURRENT/AMPLI : 375µA
- LOW INPUT BIAS CURRENT : 20nA
- LOW INPUT OFFSET VOLTAGE : 5mV max. (for more accurate applications, use the equivalent parts LM124A-LM224A-LM324A which feature 3mV max.)
- LOW INPUT OFFSET CURRENT : 2nA
- WIDE POWER SUPPLY RANGE : SINGLE SUPPLY : +3V TO +30V DUAL SUPPLIES : ±1.5V TO ±15V



DESCRIPTION

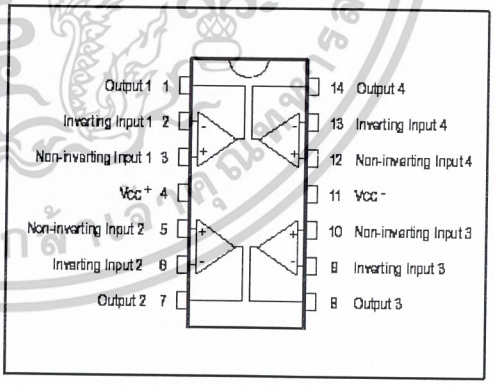
These circuits consist of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers. They operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

ORDER CODE

Part Number	Temperature Range	Package		
		N	D	P
LM124	-55°C, +125°C	•	•	•
LM224	-40°C, +105°C	•	•	•
LM324	0°C, +70°C	•	•	•
Example : LM224N				

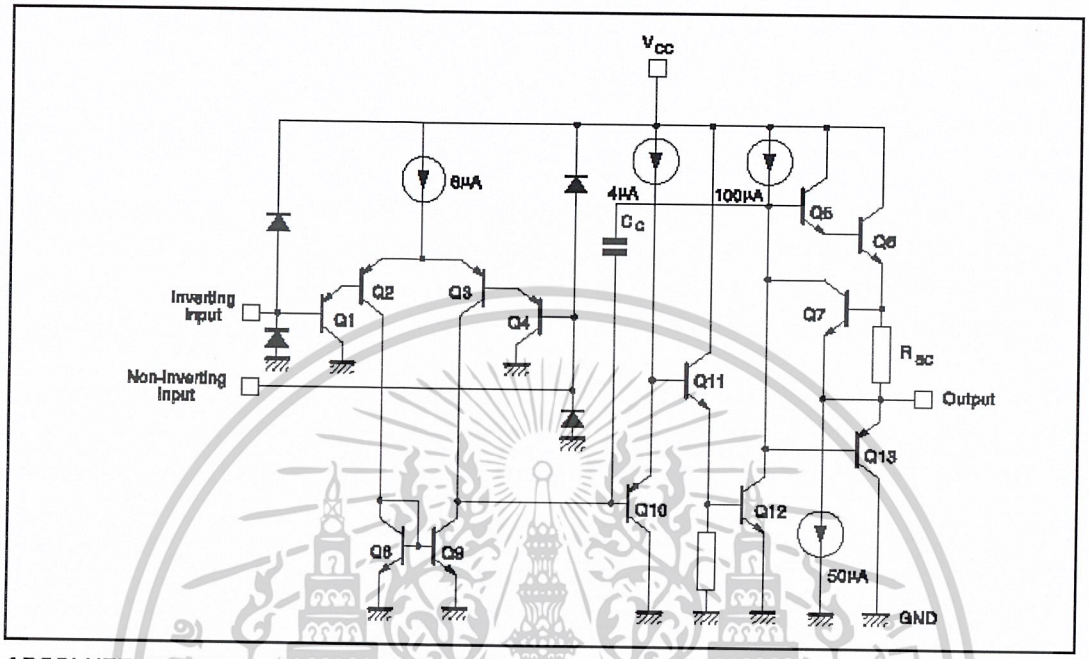
N = Dual in Line Package (DIP)
D = Small Outline Package (SO) - also available in Tape & Reel (DT)
P = Thin Shrink Small Outline Package (TSSOP) - only available in Tape &Reel (PT)

PIN CONNECTIONS (top view)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHEMATIC DIAGRAM (1/4 LM124)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter		LM124	LM224	LM324	Unit
V_{CC}	Supply voltage		±16 or 32			V
V_i	Input Voltage		-0.3 to +32			V
V_{id}	Differential Input Voltage [1]		+32			V
P_{tot}	Power Dissipation	N Suffix D Suffix	500	500 400	500 400	mW mW
	Output Short-circuit Duration [2]		Infinite			
I_{in}	Input Current [3]		50	50	50	mA
T_{oper}	Opearting Free-air Temperature Range		-55 to +125	-40 to +105	0 to +70	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range		-65 to +150			°C

1. Either or both input voltages must not exceed the magnitude of V_{CC}^+ or V_{CC}^-.
2. Short-circuits from the output to VCC can cause excessive heating if V_{CC} > 15V. The maximum output current is approximately 40mA independent of the magnitude of V_{CC}. Destructive dissipation can result from simultaneous short-circuit on all amplifiers.
3. This input current only exists when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistor becoming forward biased and thereby acting as input diodes clamps. In addition to this diode action, there is also NPN parasitic action on the IC chip. this transistor action can cause the output voltages of the Op-amps to go to the V_{CC} voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration than an input is driven negative.
This is not destructive and normal output will set up again for input voltage higher than -0.3V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{CC}^+ = +5V, V_{CC}^- = Ground, V_o = 1.4V, T_{amb} = +25°C (unless otherwise specified)

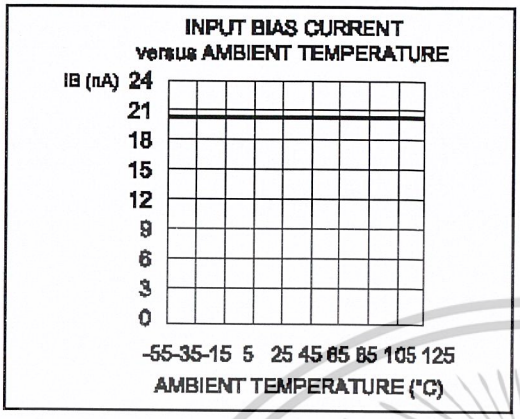
Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_{io}	Input Offset Voltage - note 1) T_{amb} = +25°C LM324 $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$ LM324		2	5 7 7 9	mV
I_{io}	Input Offset Current T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		2	30 100	nA
I_{ib}	Input Bias Current - note 2) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		20	150 300	nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain V_{CC}^+ = +15V, R_L = 2kΩ, V_o = 1.4V to 11.4V T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$	 50 25	 100		V/mV
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio ($R_s \le 10k\Omega$) V_{CC}^+ = 5V to 30V T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$	 65 65	 110		dB
I_{CC}	Supply Current, all Amp, no load T_{amb} = +25°C V_{CC} = +5V V_{CC} = +30V $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$ V_{CC} = +5V V_{CC} = +30V		 0.7 1.5 0.8 1.5	 1.2 3 1.2 3	mA
V_{icm}	Input Common Mode Voltage Range V_{CC} = +30V - note 3) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$	 0 0		 V_{CC} -1.5 V_{CC} -2	V
CMR	Common Mode Rejection Ratio ($R_s \le 10k\Omega$) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$	 70 60	 80		dB
I_{source}	Output Current Source (V_{id} = +1V) V_{CC} = +15V, V_o = +2V	20	40	70	mA
I_{sink}	Output Sink Current (V_{id} = -1V) V_{CC} = +15V, V_o = +2V V_{CC} = +15V, V_o = +0.2V	 10 12	 20 50		mA µA
V_{OH}	High Level Output Voltage V_{CC} = +30V T_{amb} = +25°C R_L = 2kΩ $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$ T_{amb} = +25°C R_L = 10kΩ $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$ V_{CC} = +5V, R_L = 2kΩ T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$	 26 26 27 27 3.5 3	 27 28		V

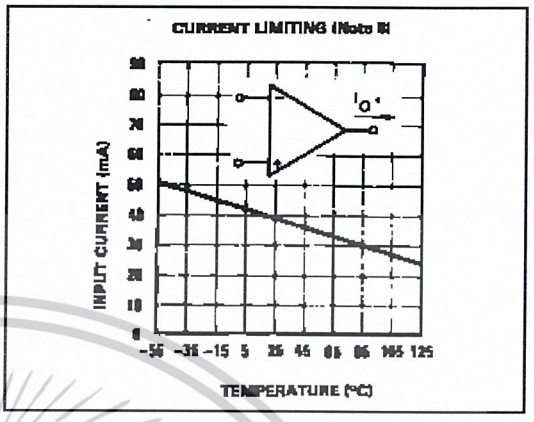
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

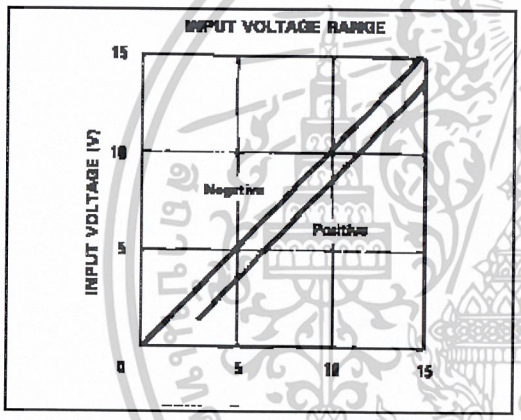
Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_{OL}	Low Level Output Voltage (R_L = 10kΩ) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		5	20 20	mV
SR	Slew Rate V_{CC} = 15V, V_i = 0.5 to 3V, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF, unity Gain		0.4		V/µs
GBP	Gain Bandwidth Product V_{CC} = 30V, f =100kHz,V_{in} = 10mV, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF		1.3		MHz
THD	Total Harmonic Distortion f = 1kHz, A_v = 20dB, R_L = 2kΩ, V_o = $2V_{pp}$, C_L = 100pF, V_{CC} = 30V		0.015		%
e_n	Equivalent Input Noise Voltage f = 1kHz, R_s = 100Ω, V_{CC} = 30V		40		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
DV_{io}	Input Offset Voltage Drift		7	30	µV/°C
DI_{iio}	Input Offset Current Drift		10	200	pA/°C
V_{o1}/V_{o2}	Channel Separation - note 4) 1kHz ≤ f ≤ 20kHZ		120		dB

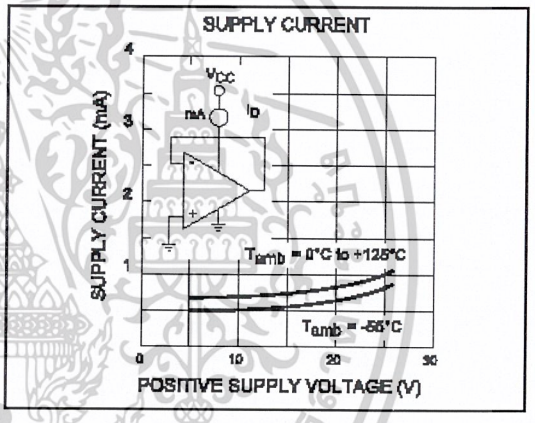
1. V_o = 1.4V, R_s = 0Ω, 5V < V_{CC}^+ < 30V, 0 < V_{ic} < V_{CC}^+ - 1.5V
2. The direction of the input current is out of the IC. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.
3. The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is V_{CC}^+ - 1.5V, but either or both inputs can go to +32V without damage.
4. Due to the proximity of external components insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequences.

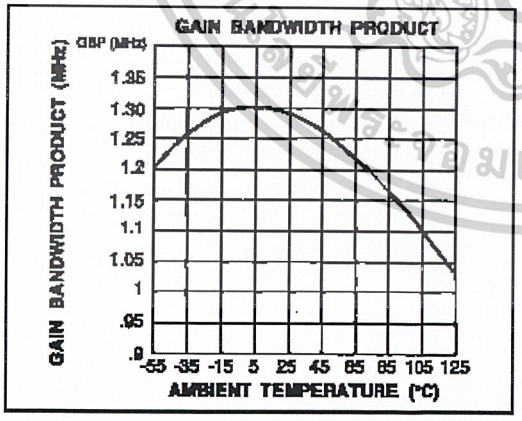
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

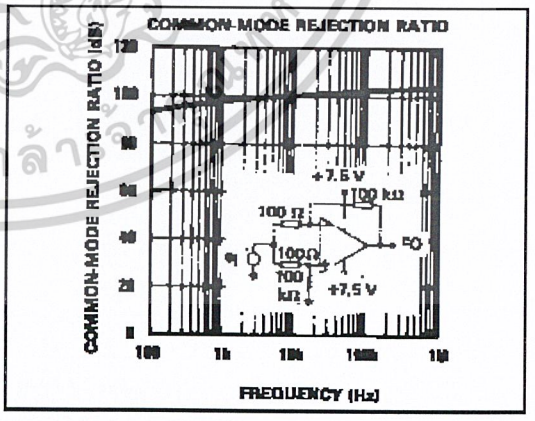




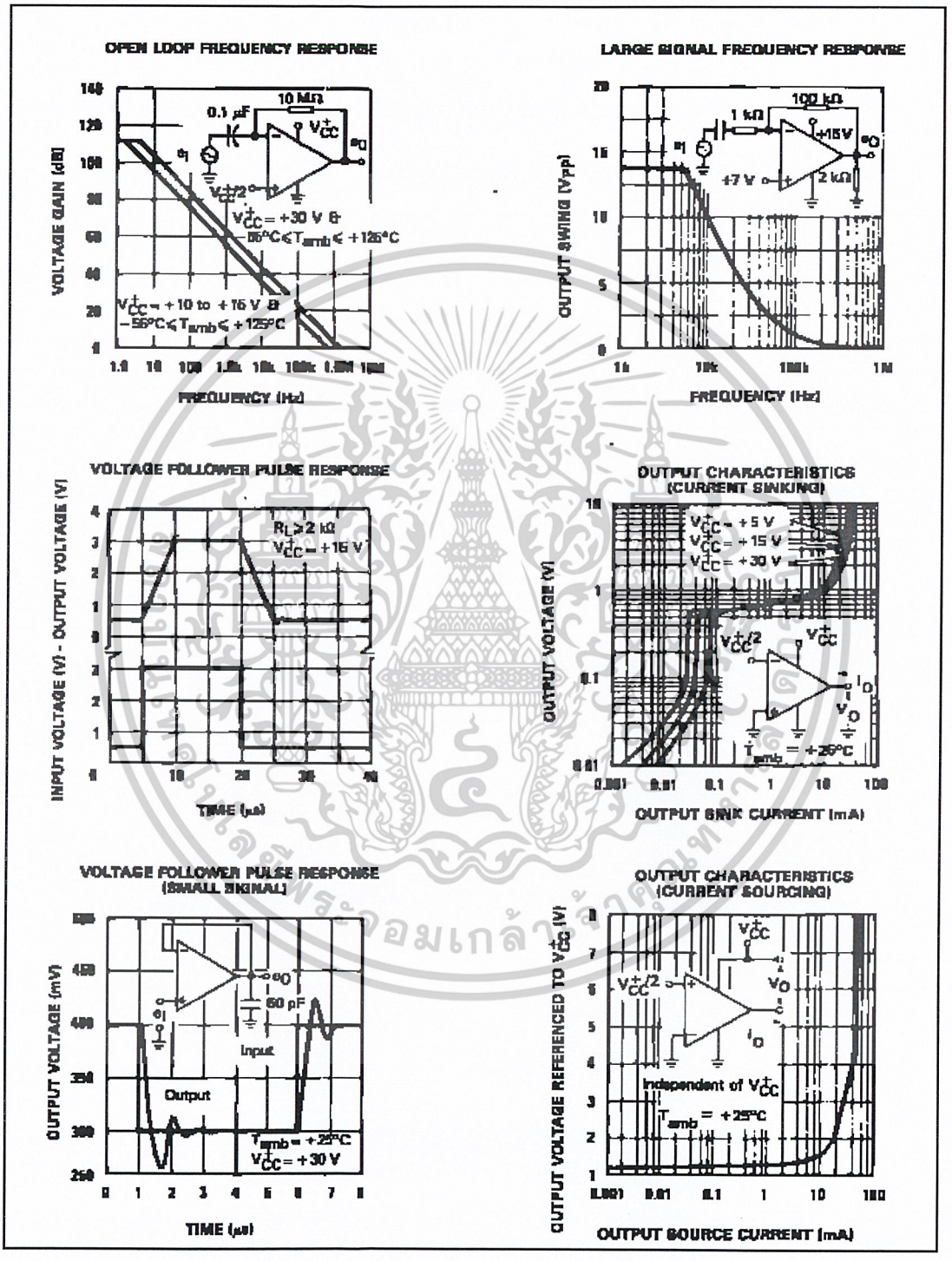




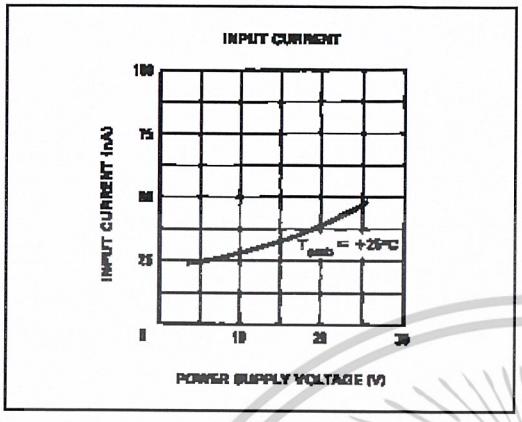


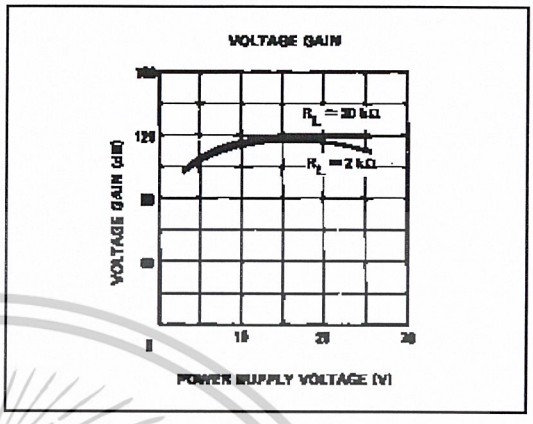


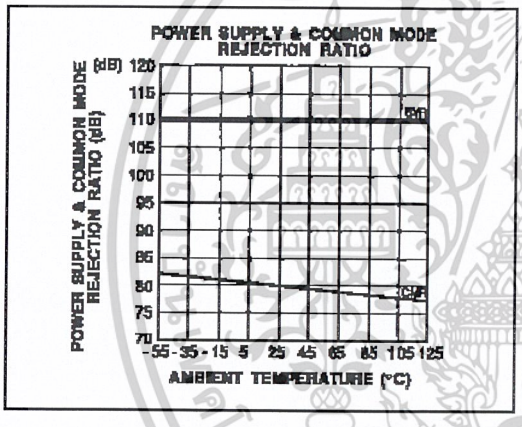
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

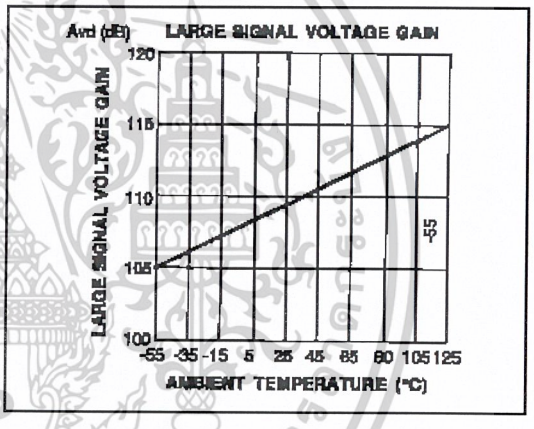


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



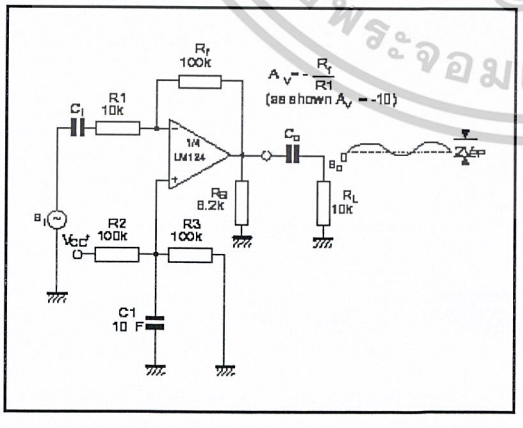




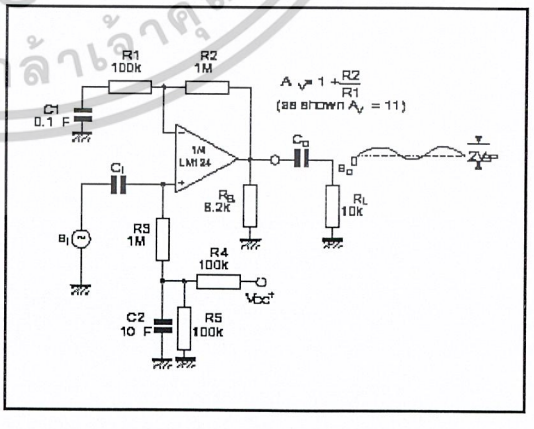


TYPICAL SINGLE - SUPPLY APPLICATIONS

AC COUPLED INVERTING AMPLIFIER



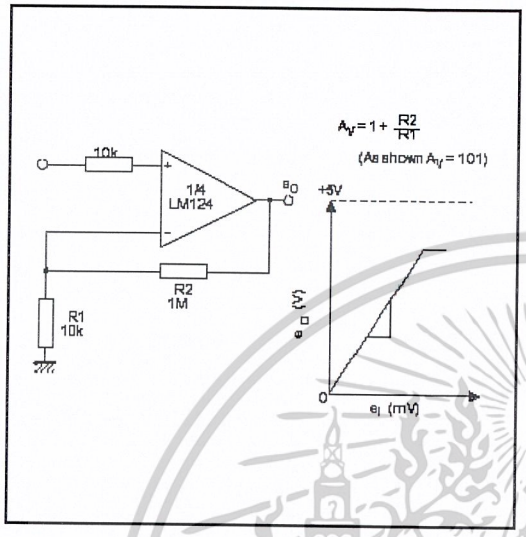
AC COUPLED NON INVERTING AMPLIFIER



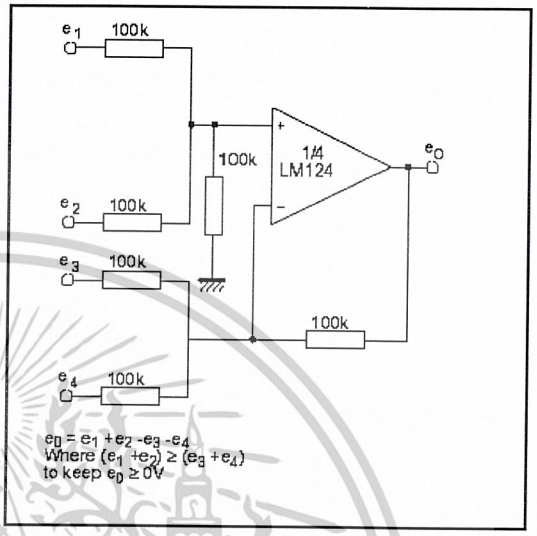
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL SINGLE - SUPPLY APPLICATIONS

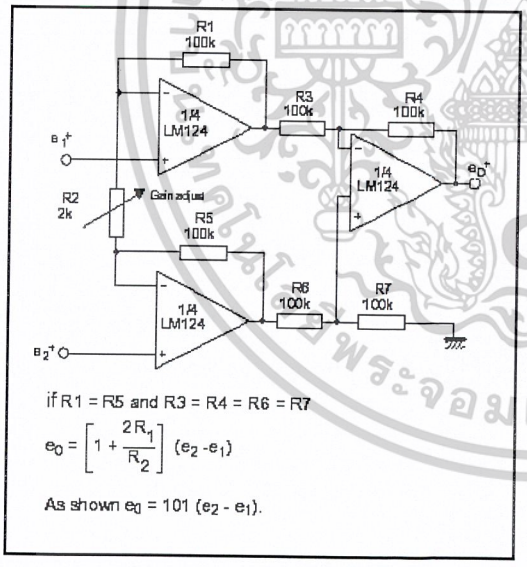
NON-INVERTING DC GAIN



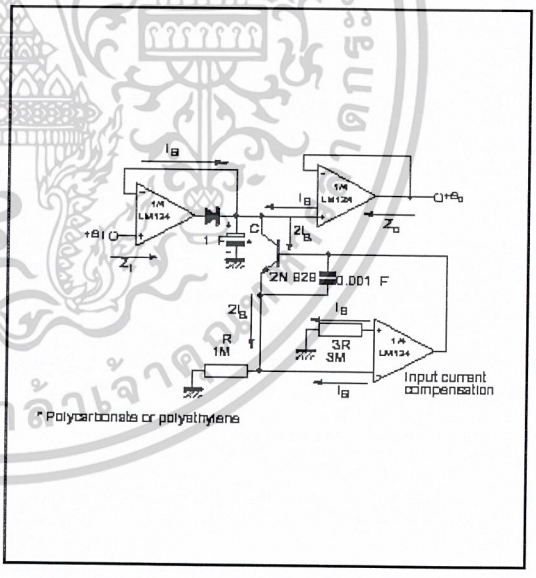
DC SUMMING AMPLIFIER



HIGH INPUT Z ADJUSTABLE GAIN DC INSTRUMENTATION AMPLIFIER



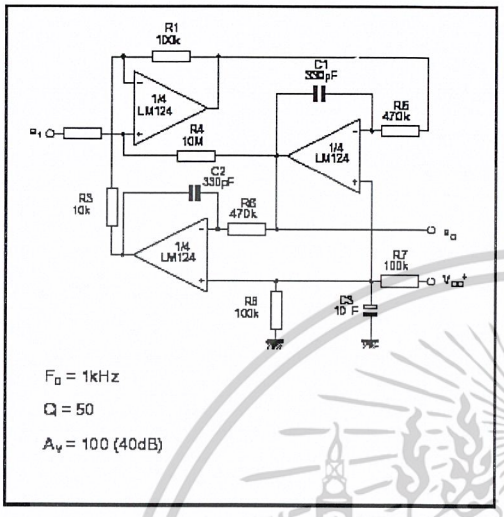
LOW DRIFT PEAK DETECTOR



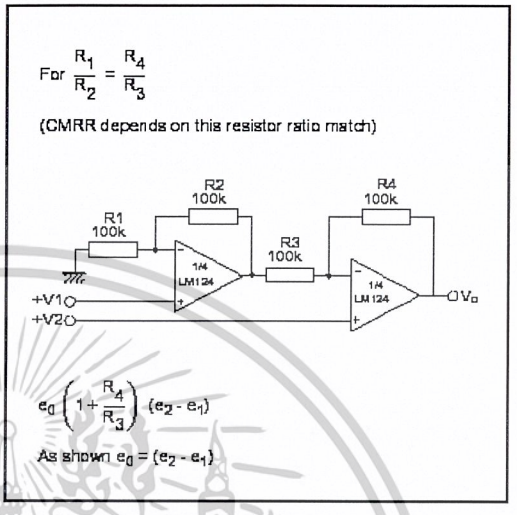
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL SINGLE - SUPPLY APPLICATIONS

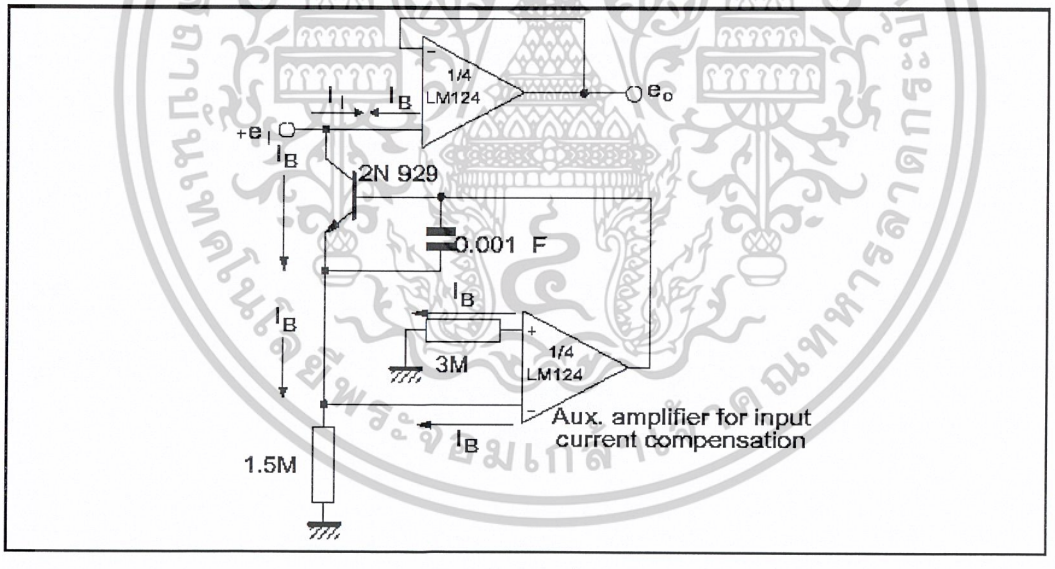
ACTIVER BANDPASS FILTER



HIGH INPUT Z, DC DIFFERENTIAL AMPLIFIER



USING SYMETRICAL AMPLIFIERS TO REDUCE INPUT CURRENT (GENERAL CONCEPT)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MACROMODEL
**** Standard Linear Ics Macromodels, 1993.**

** CONNECTIONS :
* 1 INVERTING INPUT
* 2 NON-INVERTING INPUT
* 3 OUTPUT
* 4 POSITIVE POWER SUPPLY
* 5 NEGATIVE POWER SUPPLY

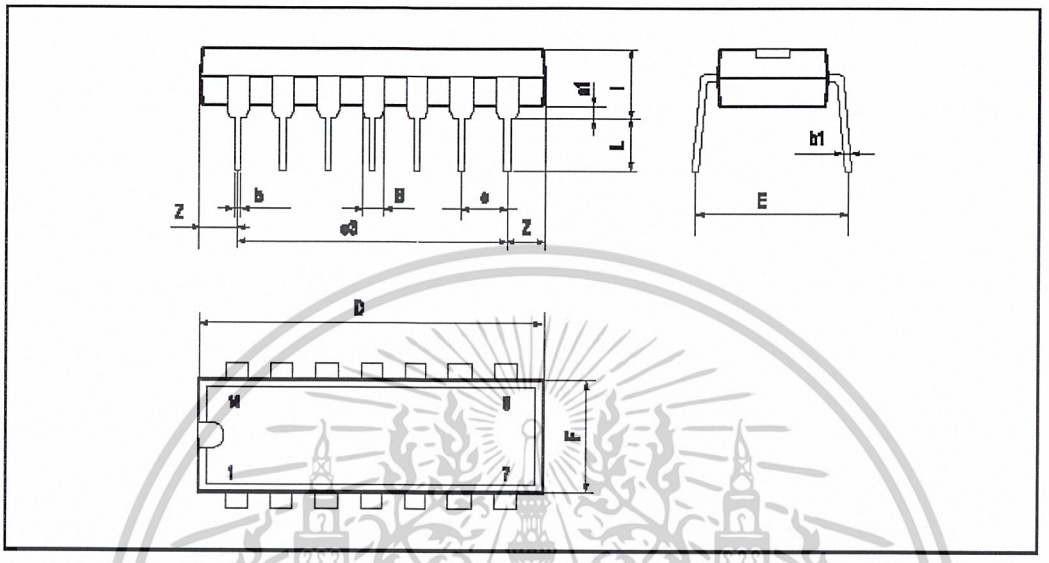
.SUBCKT LM124 1 3 2 4 5 (analog)
****
.MODEL MDTH D IS=1E-8 KF=3.104131E-15 CJO=10F
* INPUT STAGE
CIP 2 5 1.000000E-12
CIN 1 5 1.000000E-12
EIP 10 5 2 5 1
EIN 16 5 1 5 1
RIP 10 11 2.600000E+01
RIN 15 16 2.600000E+01
RIS 11 15 2.003862E+02
DIP 11 12 MDTH 400E-12
DIN 15 14 MDTH 400E-12
VOFP 12 13 DC 0
VOFN 13 14 DC 0
IPOL 13 5 1.000000E-05
CPS 11 15 3.783376E-09
DINN 17 13 MDTH 400E-12
VIN 17 5 0.000000e+00
DINR 15 18 MDTH 400E-12
VIP 4 18 2.000000E+00
FCP 4 5 VOFP 3.400000E+01
FCN 5 4 VOFN 3.400000E+01
FIBP 2 5 VOFN 2.000000E-03
FIBN 5 1 VOFP 2.000000E-03
* AMPLIFYING STAGE
FIP 5 19 VOFP 3.600000E+02
FIN 5 19 VOFN 3.600000E+02
RG1 19 5 3.652997E+06
RG2 19 4 3.652997E+06
CC 19 5 6.000000E-09
DOPM 19 22 MDTH 400E-12
DONM 21 19 MDTH 400E-12
HOPM 22 28 VOUT 7.500000E+03
VIPM 28 4 1.500000E+02
HONM 21 27 VOUT 7.500000E+03
VINM 5 27 1.500000E+02
EOUT 26 23 19 5 1
VOUT 23 5 0
ROUT 26 3 20
COUT 3 5 1.000000E-12
DOP 19 25 MDTH 400E-12
VOP 4 25 2.242230E+00
DON 24 19 MDTH 400E-12
VON 24 5 7.922301E-01
.ENDS

ELECTRICAL CHARACTERISTICS
V_{cc}^+ = +15V, V_{cc}^- = 0V, T_{amb} = 25°C (unless otherwise specified)

Symbol	Conditions	Value	Unit
V_{io}		0	mV
A_{vd}	R_L = 2kΩ	100	V/mV
I_{cc}	No load, per amplifier	350	µA
V_{icm}		-15 to +13.5	V
V_{OH}	R_L = 2kΩ (V_{CC}^+=15V)	+13.5	V
V_{OL}	R_L = 10kΩ	5	mV
I_{os}	V_o = +2V, V_{CC} = +15V	+40	mA
GBP	R_L = 2kΩ, C_L = 100pF	1.3	MHz
SR	R_L = 2kΩ, C_L = 100pF	0.4	V/µs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

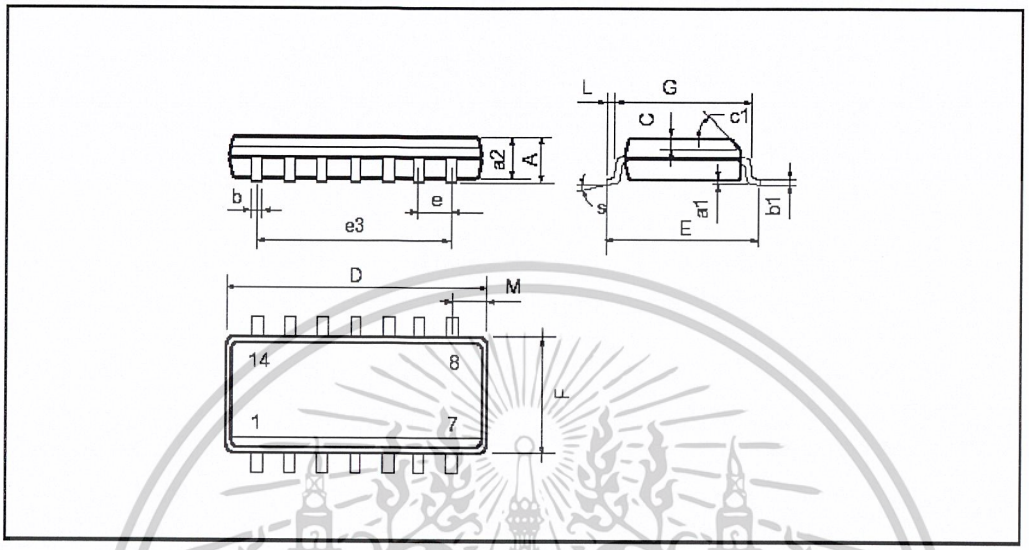
PACKAGE MECHANICAL DATA
14 PINS - PLASTIC DIP



Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
a1	0.51			0.020		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		15.24			0.600	
F			7.1			0.280
i			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z	1.27		2.54	0.050		0.100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA
14 PINS - PLASTIC MICROPACKAGE (SO)

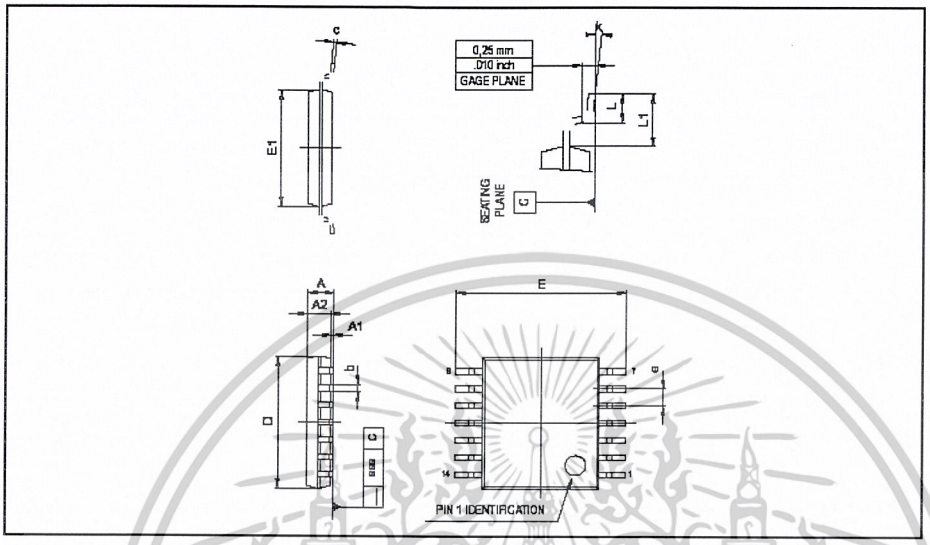


Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.2	0.004		0.008
a2			1.6			0.063
b	0.35		0.46	0.014		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.020	
c1	45° (typ.)					
D (1)	8.55		8.75	0.336		0.344
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		7.62			0.300	
F (1)	3.8		4.0	0.150		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.208
L	0.5		1.27	0.020		0.050
M			0.68			0.027
S	8° (max.)					

Note : (1) D and F do not include mold flash or protrusions - Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm (.006 inc) ONLY FOR DATA BOOK.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA
14 PINS - THIN SHRINK SMALL OUTLINE PACKAGE (TSSOP)



Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			1.20			0.05
A1	0.05		0.15	0.01		0.006
A2	0.80	1.00	1.05	0.031	0.039	0.041
b	0.19		0.30	0.007		0.15
c	0.09		0.20	0.003		0.012
D	4.90	5.00	5.10	0.192	0.196	0.20
E		6.40			0.252	
E1	4.30	4.40	4.50	0.169	0.173	0.177
e		0.65			0.025	
k	0°		8°	0°		8°
L	0.450	0.600	0.750	0.018	0.024	0.030
L1		1.00			0.039	
aaa			0.100			0.004

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

© The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 2001 STMicroelectronics - Printed in Italy - All Rights Reserved
STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES
Australia - Brazil - Canada - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia
Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States
© http://www.st.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายเจริญ โกยธนาคม

วัน เดือน ปีเกิด 4 สิงหาคม พ.ศ. 2523

ภูมลำเนา 4/4 ตำบลตลาดเหนือ อำเภอเมืองภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต 83000

โทรศัพท์ 0-6687-8450

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนปลูกปัญญา จังหวัดภูเก็ต
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนภูเก็ตวิทยาลัย จังหวัดภูเก็ต
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	คนที่คิดดี ทำดี คือคนที่สังคมต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นางสาวประวีณา สุวรรณมาโจ

วัน เดือน ปีเกิด 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2524

ภูมลำเนา 9 ตำบลเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000

โทรศัพท์ 0-9608-0263

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนสุนทรวิจิตรบำรุงวิทยา จังหวัดนครพนม

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคนครพนม

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคนครพนม

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ คนเก่งนั้นมีมากที่หายากนั้นคือคนดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้