เครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สาย

WIRELESS SECURITY SYSTEM

โดย

นายเจษฎา สาททอง

นายฉัฐวัติ มาลัย

นายวสันต์ นาถวีระนันท์

เลขเรียกหนังสือ ๆ๗ ๑๓๕๑ 2541

เลขทะเบียน 040524

วัน เดือน ปี ๑๖ ๓๓ ๔๒

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

040524

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สาย (WIRELESS SECURITY SYSTEM)		
โดย	นายเจษฎา	สาททอง	เลขประจำตัว 39013306
	นายณัฐวัติ	มาลัย	เลขประจำตัว 39013310
	นายวสันต์	นาถวีระนันท์	เลขประจำตัว 39013323
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประดิษฐ์		วัชรพิบูลย์
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม		
ปีการศึกษา	2541		

คณะวิศวกรรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สาย

โดย นายเจษฎา สาททอง

นายณัฐวัติ มาลัย

นายวสันต์ นาถวีระนันท์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์

ปีการศึกษา 2541

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันระบบรักษาความปลอดภัยได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์มาก เครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สายเป็นระบบที่สร้างขึ้นมา เพื่อรักษาความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ทั้งยังมีความสะดวกในการใช้งานอีกด้วยเพราะเป็นแบบไร้สาย โดยใช้คลื่นวิทยุย่าน UHF ในการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับกับส่วนควบคุม

ในปริญญานิพนธ์นี้ได้ออกแบบ และพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยให้เหมาะสมสำหรับบ้านหรือที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก โดยมีการวางอุปกรณ์ตรวจจับไว้ภายในบ้านตามจุดที่เราคิดว่าจะมีผู้บุกรุกเข้ามา โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นจุดศูนย์กลางควบคุมการแสดงผลที่จอ LCD และเสียงสัญญาณเตือนภัย การทำงานของระบบจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับกับภาคส่ง ส่วนของภาครับ และส่วนของภาคควบคุม สำหรับซอฟแวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมใช้ภาษาแอสเซมบลี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT WIRELESS SECURITY SYSTEM

BY Mr. Jesada Sartthong
Mr. Natawat Malai
Mr. Wasan Nathveeranant

ADVISOR Asst. Prof. Pradith Watcharapiboon

ACADEMIC YEAR 1998

ABSTRACT

In recent year , security system is going to be the important system in our daylife. Wireless security system is developed for security . This system use the UHF radio waves for to be in contact with between the sensors and control unit

This project designed and developed for home or small residence . Sensors are placed any where in our home at a point that burglar may be come in . LCD display and alarm controled by MCS-51 Microcontroller . This project is devided in to three main parts Sensor and Transmitter , Reciever and Controller , Alarm and LCD display. This program used assembly language.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นปริญญานิพนธ์ฉบับแรกที่พวกเราได้ร่วมมือกันทำอย่างเต็มความสามารถเพื่อที่จะทำให้งานออกมาอย่างมีคุณภาพ ซึ่งก็ได้ใช้เวลาในการค้นคว้า หาข้อมูล และรวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจกับข้อมูลและหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ซึ่งก็ได้รับคำแนะนำ ความช่วยเหลือต่างๆ และคำปรึกษาจากหลายๆ ท่าน จึงขอกล่าวขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง

คุณเสมา เสริมสกุล ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับระบบการรับส่งสัญญาณความถี่วิทยุย่าน UHF และให้ยืมอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งให้ยืมหนังสือคู่มือไอซีอีกด้วย

และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอน แก่พวกเราจนมีความรู้ความสามารถในด้านต่างๆ และขอขอบคุณบิดา มารดา และเพื่อนๆ ที่ช่วยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

นาย เจษฎา สาททอง
นาย ณัฐวัติ มาลัย
นาย วสันต์ นาถวีระนันท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญภาพ	IV
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตัวตรวจจับ(SENSOR) และวงจรต่างๆ	3
2.1 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch)	3
2.2 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสงอินฟราเรด (Infrared)	5
2.3 ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวแบบอินฟราเรด (Infrared)	7
2.4 วงจรหน่วงเวลาโดยใช้ไอซี 555	12
2.5 วงจรแทงค์เซอร์กิต (Tank Circuit)	13
2.6 ทฤษฎีของ IC MC145026	16
2.7 ทฤษฎีของ IC MC145027	19
บทที่ 3 ภาคส่งและภาครับย่าน UHF	20
3.1 วงจรภาคส่ง (Transmitter)	20
3.1.1 วงจรของภาคส่งชุดที่ 1	21
3.1.2 วงจรของภาคส่งชุดที่ 2	23
3.1.3 วงจรของภาคส่งชุดที่ 3	24
3.2 วงจรภาครับ (Receiver)	26
บทที่ 4 สถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	30
4.1 การจัดขาลักษณะภายนอกของ MCS-51	30
4.2 การจัดการทางสถาปัตยกรรม	33
4.3 หน่วยศูนย์กลางประมวลผลหรือซีพียู	34
4.4 โครงสร้างพอร์ตและการทำงาน	37
4.5 การเข้าถึงของหน่วยความจำภายนอก	38
4.6 ตัวจับเวลา/ตัวนับ (Timer/Counter)	40
4.7 ชุดคำสั่งของ MCS-51	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 แนวทางการใช้งาน LCD MODULE 48
5.1 ชุดคำสั่งควบคุมและการแสดงข้อความ 49
5.2 ความเข้าใจพื้นฐาน 49
5.3 รายละเอียดของแต่ละคำสั่ง 50
5.4 การอ่านและเขียนข้อมูลกับ DDRAM/CGRAM 53
5.5 แนวทางการเขียนโปรแกรมควบคุม 54
บทที่ 6 โปรแกรมการรับค่าอินพุตและแสดงผลทางจอ LCD 55
6.1 การทำงานของโปรแกรมและอุปกรณ์ 56
6.2 การรับอินพุตจากเซ็นเซอร์ 57
6.3 การแสดงผลออกทาง LCD 58
บทที่ 7 สรุปวิจารณ์ผลการทดลองและแนวทางการพัฒนา 61
7.1 ผลการทดลองภาคส่งชุดที่ 1 61
7.2 ผลการทดลองภาคส่งชุดที่ 2 62
7.3 ผลการทดลองภาคส่งชุดที่ 3 63
7.4 ภาครับส่วนควบคุมและ LCD แสดงผล 64
7.5 สรุปวิจารณ์และแนวทางการพัฒนา 67
เอกสารอ้างอิง 68
ภาคผนวก ก. วงจรแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ ก-1
ภาคผนวก ข. โปรแกรมในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ข-1
ภาคผนวก ค. แสดงรายละเอียดของแผ่น PCB ที่ใช้ในระบบ ค-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สาย	2
รูปที่ 2.1 แสดงสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch)	3
รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการติดตั้งสวิตช์แม่เหล็ก	4
รูปที่ 2.3 แสดงวงจรภาคส่ง TX	5
รูปที่ 2.4 แสดงวงจรภาครับ RX	6
รูปที่ 2.5 แสดงวงจรภาคควบคุมรีเลย์	6
รูปที่ 2.6 แสดงวงจรภาคควบคุมรีเลย์ (ต่อ)	7
รูปที่ 2.7 แสดงการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสงอินฟราเรด	7
รูปที่ 2.8 แสดงพื้นที่ที่ถูกตรวจจับแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ตามจำนวนเลนส์	8
รูปที่ 2.9 แสดงสัญลักษณ์ภายในตัวไพโรอิเล็คตริค และรูปร่างตัวไพโรอิเล็คตริค	9
รูปที่ 2.10 แสดงวงจรการใช้งานจริงของไพโรอิเล็คตริค	11
รูปที่ 2.11 แสดงการทำงานของวงจรหน่วงเวลา	12
รูปที่ 2.12 แสดงการทำงานของวงจรเมื่อสวิตช์ ON	13
รูปที่ 2.13 แสดงการทำงานของวงจรเมื่อสวิตช์ OFF	14
รูปที่ 2.14 แสดงการคีสชาร์จกระแสของคอนเดนเซอร์	14
รูปที่ 2.15 แสดงการคีสชาร์จกระแสของ C กับ L	15
รูปที่ 2.16 แสดงการคีสชาร์จกระแสของ L กับ C	15
รูปที่ 2.17 การสร้างความถี่กระแสสลับของวงจรTank Circuit เมื่อได้รับไฟกระแสตรง	16
รูปที่ 2.18 แสดงลักษณะบล๊อคไดอะแกรมของวงจรออสซิลเลเตอร์	16
รูปที่ 2.19 แสดงขาต่างๆ ของ MC145026 ENCODER	17
รูปที่ 2.20 แสดงขาต่างๆ ของ MC145027 DECODER	19
รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของภาคส่ง	21
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรภาคส่งชุดที่1	22
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรภาคส่งชุดที่2	23
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรภาคส่งชุดที่ 3	25
รูปที่ 3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของภาครับ	27
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรของภาครับ	28
รูปที่ 4.1 แสดงการจัดขาตามลักษณะภายนอกของชิพ MCS-51	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 แสดงสถาปัตยกรรมภายในของ MCS-51	33
รูปที่ 4.3 แสดงวงจรการแลทช์และบัฟเฟอร์	38
รูปที่ 4.4 แสดงโหมด 0 ของตัวจับเวลา/ตัวนับ 1	40
รูปที่ 6.1 แสดงการทำงานของเครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สาย	55
รูปที่ 6.2 แสดงโฟลว์ชาร์ทการทำงานของโปรแกรม	56
รูปที่ 6.3 แสดงการรับอินพุตโดยใช้ Opto Isolator	57
รูปที่ 6.4 แสดงการต่อแบบ I/O พอร์ต	59
รูปที่ 7.1 แสดงสัญญาณที่ออกจากภาคส่งชุดที่ 1	62
รูปที่ 7.2 แสดงสัญญาณที่ออกจากภาคส่งชุดที่ 2	63
รูปที่ 7.3 แสดงสัญญาณที่ออกจากภาคส่งชุดที่ 3	64
รูปที่ 7.4 แสดงสัญญาณ Demodulation ของภาคส่งชุดที่ 1	65
รูปที่ 7.5 แสดงสัญญาณ Demodulation ของภาคส่งชุดที่ 2	65
รูปที่ 7.6 แสดงสัญญาณ Demodulation ของภาคส่งชุดที่ 3	65
รูปที่ 7.7 แสดงสัญญาณออดรหัสของ IC MC145027	66
รูปที่ ก-1 วงจรของภาคส่งชุดที่ 1	ก-1
รูปที่ ก-2 วงจรของภาคส่งชุดที่ 2	ก-2
รูปที่ ก-3 วงจรของภาคส่งชุดที่ 3	ก-3
รูปที่ ก-4 วงจรของภาครับและภาคถอดรหัส	ก-4
รูปที่ ก-5 วงจรภาคแสดงผลของไมโครคอนโทรลเลอร์กับ LCD	ก-5
รูปที่ ค-1 แสดงลายปริ้นท์ของภาคส่ง	ค-1
รูปที่ ค-2 แสดงลายปริ้นท์ของภาครับ	ค-1
รูปที่ ค-3 แสดงลายปริ้นท์ของภาคควบคุมและส่วนแสดงผล	ค-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่2-1 แสดงค่า R/C (ค่า R และ C มีค่าผิดพลาด ± 5 %) 18
ตารางที่4-1 แสดงรีจิสเตอร์คำแสดงสถานะโปรแกรม 35
ตารางที่5-1 แสดงรายละเอียดชุดคำสั่ง 49
ตารางที่6-1 แสดงขาสัญญาณของ LCD MODULE 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันรูปแบบการโจรกรรมของมิจฉาชีพมีรูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งเครื่องป้องกันการโจรกรรม ส่วนใหญ่จะเป็นแบบเดินสายระหว่างส่วนควบคุมกับตัวตรวจจับ (Sensor) ถ้าผู้บุกรุกตัดสายระหว่างส่วนควบคุม กับตัวตรวจจับบางทีอาจจะทำให้ระบบป้องกันผู้บุกรุกใช้ไม่ได้ผล และผู้โจรกรรมยังสามารถสังเกตเห็นได้ง่ายอีกด้วย ฉะนั้นจึงมีแนวความคิดที่จะทำเครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สาย ซึ่งมีวัตถุประสงค์ต่างๆ ดังนี้ คือ

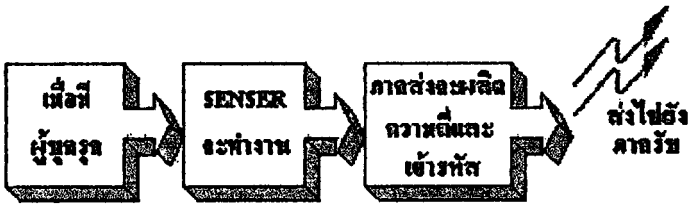
1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สาย
2. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของตัวตรวจจับ (Sensor) แบบต่างๆ
3. เพื่อศึกษาการทำงานของภาครับและภาคส่ง ที่ใช้ในความถี่ย่าน UHF
4. เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) MCS-51 และนำมาประยุกต์ใช้ในงานจริง
5. เพื่อศึกษาชุดคำสั่งต่างๆ ของ MCS-51 และสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ตามต้องการ

เครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นแบบใช้คลื่นความถี่วิทยุย่าน UHF ซึ่งเครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สายนี้ เหมาะที่จะใช้ในอาคารขนาดเล็ก หรือ ภายในบ้านเพื่อเป็นตัวตรวจจับผู้บุกรุกในขณะที่เจ้าของบ้านไม่อยู่ หรือในยามวิกาล ในระบบป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สายนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ (Hard Ware)
2. ส่วนที่เป็นซอฟแวร์ (Soft Ware)

การทำงานของระบบป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สาย นั้นเราจะใช้ชุดภาคส่งและชุดภาครับที่เป็นแบบไร้สาย โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุย่าน UHF ซึ่งใช้ตัวตรวจจับแบบต่างๆ มาตรวจจับผู้บุกรุก และส่งสัญญาณจากภาคส่งมายังภาครับ และภาครับจะส่งข้อมูลที่รับมาได้ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ไปประมวลผล และส่งไปแสดงผล (Display) โดยใช้ LCD ซึ่งจะทำให้อ่านการแสดงผลได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่1.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สาย

การประมวลผลเราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อใช้เป็นส่วนประมวลผลและส่วนควบคุมสัญญาณแจ้งภัยต่างๆ และสำหรับส่วนที่เป็นซอฟแวร์ (Soft Ware) นั้นเราจะนำเอาชุดคำสั่งต่างๆ มาเขียนโปรแกรมเพื่อรองรับ กับส่วนฮาร์ดแวร์(Hard Ware) อีกทีหนึ่ง เพื่อให้แน่ใจได้ว่า เครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สายนี้ มีประสิทธิภาพที่เชื่อถือได้

ประโยชน์ของโครงงานนี้ที่คาดว่าจะได้รับ นอกจากจะติดตั้งง่ายเพราะไม่ต้องเดินสายไปตามจุดต่างๆ ภายในบ้านแล้ว ยังช่วยรักษาความปลอดภัยภายในบ้านได้ดีมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตัวตรวจจับ (SENSOR) และวงจรต่างๆ

ในระบบป้องกันภัย ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) จะมีความสำคัญไม่น้อยกว่าส่วนควบคุม (Control Unit) เพราะถ้าตัวตรวจจับสัญญาณเกิดทำงานผิดพลาดแล้ว ส่วนควบคุมจะไม่สามารถตรวจจับสัญญาณต่างๆ ที่แปลกปลอมเข้ามาในระบบได้ ตัวตรวจจับสัญญาณมีหลายชนิด แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียง 3 แบบ คือ

2.1 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch)

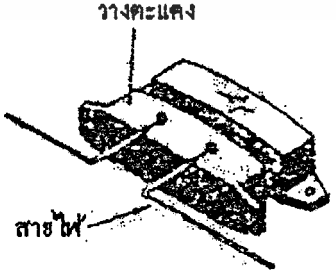
2.2 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสงอินฟราเรด (Infrared)

2.3 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบตรวจจับความเคลื่อนไหว (Infrared)

2.1 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch)

ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิตช์แม่เหล็กนี้เป็นที่นิยมกันมากเพราะมีราคาถูก แต่มีความแม่นยำเชื่อถือได้ ทำการติดตั้งง่าย มีขายกันโดยทั่วไปจะเป็นดังรูปที่ 2.1

การวางลักษณะที่ 1



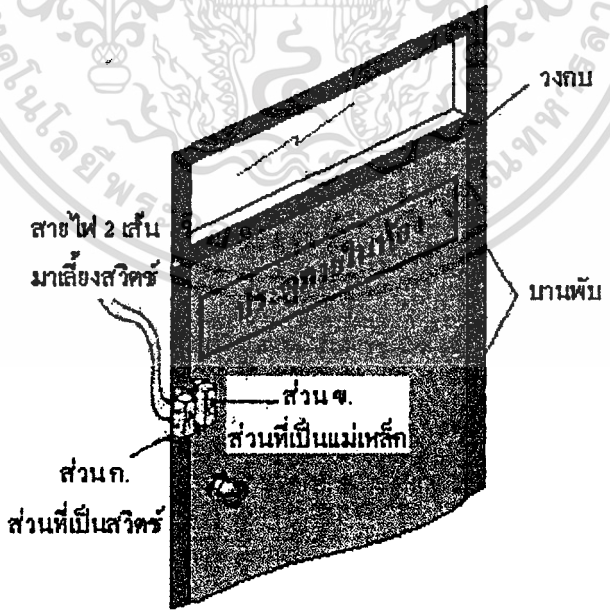
การวางลักษณะที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่2.1 แสดงสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch)

ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิตช์แม่เหล็กมีให้เลือกหลายแบบ เช่น แบบสภาวะเดียว คือ สภาวะปกติปิด (Normally Closed or N.C.) หรือไม่ก็เป็นแบบสภาวะปกติเปิด (Normally Opened or N.O.) อย่างใดอย่างหนึ่ง และอีกแบบเป็นแบบคู่คือ มีขั้วต่อให้แบบสภาวะปกติปิด และสภาวะปกติเปิด แล้วแต่เราจะเลือกใช้แบบใด

โครงสร้างโดยทั่วๆ ไปของตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิตช์แม่เหล็กนี้คล้ายๆ กัน โดยมีส่วนหนึ่งเป็นแม่เหล็กถาวร และอีกส่วนหนึ่งเป็นสวิตช์ทางกลสำหรับต่อสายส่งสัญญาณจากภายนอก ในกรณีของตัวตรวจจับสัญญาณแบบสภาวะเดียว จากรูปที่ 2.1 ส่วน ก. เป็นส่วนที่เป็นตัวสวิตช์ทางกลอยู่ภายใน ส่วนมากเป็นหรีดรีเลย์ (Reed Relay) จะเป็นแบบสภาวะปกติเปิด หรือสภาวะปกติปิด ก็ขึ้นอยู่กับชนิดที่ต้องการใช้ ส่วนมากมักจะวางห่างกันไม่เกิน 1 เซนติเมตร ในสภาวะปกติเมื่อวางส่วน ก. และส่วน ข. อยู่ใกล้กัน ส่วน ข. จะส่งอำนาจแม่เหล็กซึ่งมีกำลังแรงกว่า ความแข็งของตัวโลหะที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ในส่วน ก. บังคับให้แผ่นโลหะทั้งสองสัมผัสกัน (สมมุติว่าอยู่ในสภาวะปกติเป็นแบบไม่สัมผัสกัน) เมื่อมีการเคลื่อนที่ ส่วน ก. ห่างออกจากส่วน ข. ทำให้อำนาจแม่เหล็กจากส่วน ข. น้อยลงจนกระทั่งไม่สามารถบังคับให้แผ่นโลหะทั้งสองสัมผัสกันได้ ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิตช์แม่เหล็กที่ใช้หรีดรีเลย์ ในลักษณะนี้จะทนกระแสได้ต่ำ เช่น ทนกระแสได้ 0.2 แอมป์ ที่ 50 โวลท์ ดี.ซี. เป็นต้น



รูปที่2.2 แสดงลักษณะการติดตั้งสวิตช์แม่เหล็ก

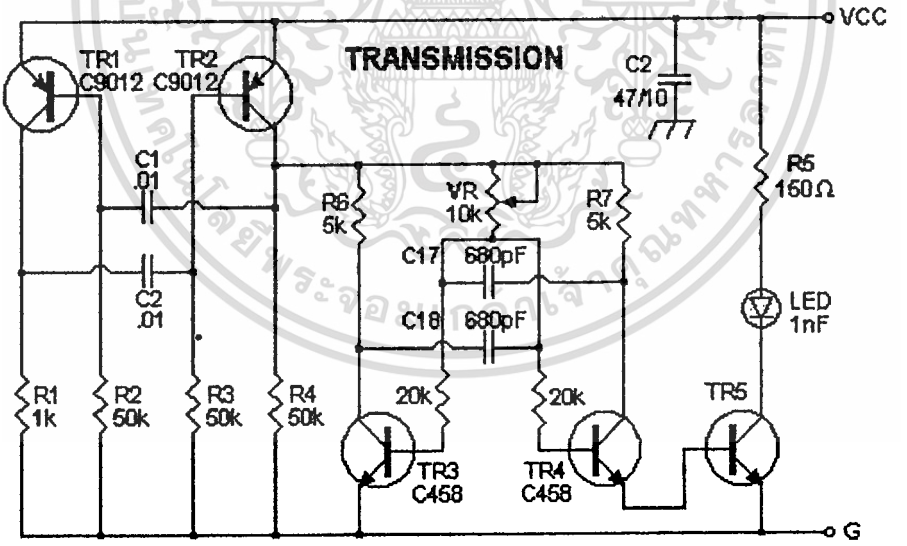
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสงอินฟราเรด (Infrared)

ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสงอินฟราเรด จะใช้แสงอินฟราเรดในการตรวจจับ ซึ่งแสงอินฟราเรดนี้มีคุณสมบัติ คือคนเราไม่สามารถมองเห็นถ้าแสงได้ ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสงอินฟราเรดที่กล่าวถึงนี้ มีวงจรหน่วงเวลาเข้า-ออกได้ ในตำแหน่งหน่วงเวลาเข้าจะมีสวิตช์เลือกว่าจะให้มีการหน่วงหรือไม่ เพื่อให้เหมาะสมกับสถานที่ใช้งานแต่ละประเภท มีวงจรควบคุมเวลาให้วงจรสัญญาณเตือนภัย การทำงานของวงจรตรวจจับสัญญาณแบบใช้ลำแสงอินฟราเรดนี้มีวงจรทั้งหมด 3 ภาค คือ

1. ภาคส่ง TX (Transmission)
2. ภาครับ RX (Receiver)
3. ภาคควบคุมเวลาเข้า - ออก (Delay Control)

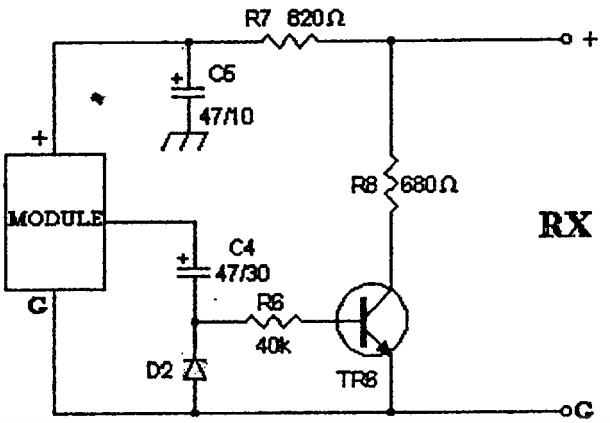
1. ภาคส่ง TX (Transmission) TR_1 ,TR_2 ต่อเป็นวงจรกำเนิดความถี่ต่ำ ซึ่งความถี่ต่ำนี้จะไปควบคุม TR_3 ,TR_4 ซึ่ง TR_3 ,TR_4 นี้กำเนิดความถี่สูงประมาณ 39 MH_z ซึ่งเป็นคลื่นพาห์ คลื่นพาห์ที่ควบคุมด้วยความถี่ต่ำนี้ส่งเข้า TR_5 ขยายกระแสให้ LED ส่งลำแสงออกไป



รูปที่2.3 แสดงวงจรภาคส่ง TX

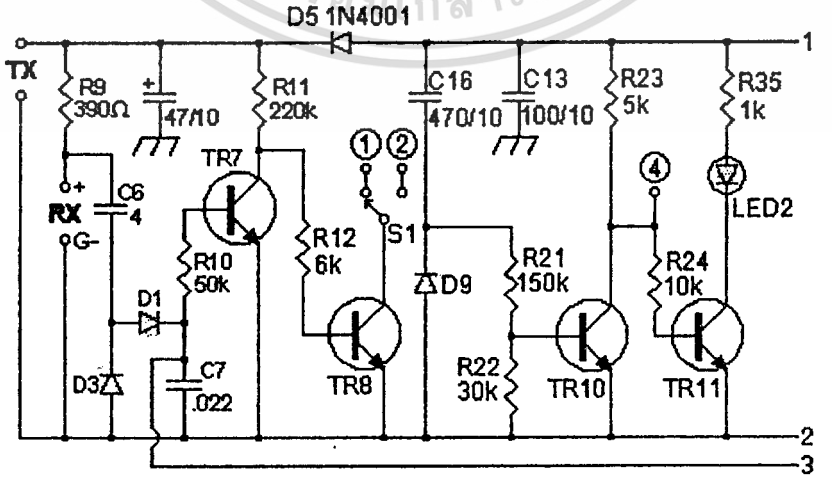
2. ภาครับ RX (Receiver) โฟโต้ไดโอดในโมดูลจะรับลำแสง ไอซีที่อยู่ในโมดูลจะทำการดีเทคเอาความถี่ต่ำออกทางขา Out ส่งเข้า TR_6 เพื่อทำการขยายและมิคซ์ความถี่ต่ำไปตามสาย เพื่อไปเข้าภาคควบคุมรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



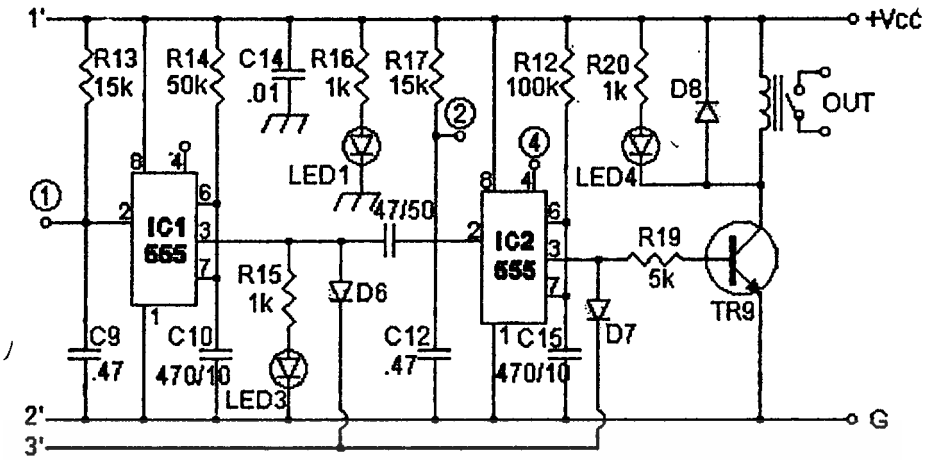
รูปที่2.4 แสดงวงจรภาครับ RX

3. ภาคควบคุมเวลาเข้า-ออก (Delay Control) ความถี่ต่ำที่ส่งมาตามสายจะถูกขยายโดย TR_7,TR_8 ที่ขา C ของ TR_8 จะต่อผ่านสวิตช์ ถ้าเลื่อนมาทางหมายเลข 1 เมื่อมีคนมาบังวงจรจะทำการหน่วงเวลาเข้าโดย IC_1 เป็นเวลาประมาณ 30 วินาที LED3 จะติดด้วย เมื่อ IC_1 หยุดทำงาน และ LED3 กับ IC_2 ก็จะทำงาน LED4 จะติดเป็นเวลา 1 นาที แต่ถ้าเราเลื่อนสวิตช์มาทางหมายเลข 2 เมื่อมีคนมาบัง IC_2 จะทำงาน LED4 จะติดเป็นเวลา 1 นาที ในตำแหน่งนี้ IC_1 จะไม่ทำงาน และ LED3 จะไม่ติด ดังนั้นทุกครั้งที่ IC_3 ทำงาน รีเลย์ก็จะทำงานด้วย ที่จุด Out ของรีเลย์จะนำไปต่อกับวงจรภาคส่ง ซึ่งหน้าคอนแทคของรีเลย์ปกติเราจะใช้ที่ N.O. เมื่อผู้บุกรุกเดินตัดผ่านลำแสงอินฟราเรด ก็จะทำให้หน้าคอนแทคของรีเลย์ในตัวรับแสง จะเปลี่ยนสภาวะเป็น N.C. เป็นผลให้ภาคส่งทำงานทันที



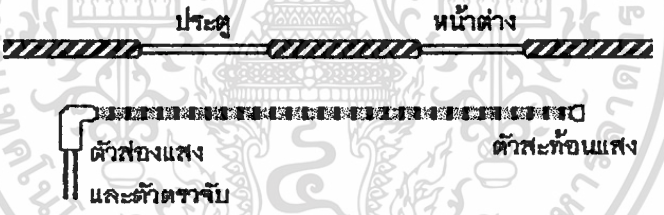
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่2.5 แสดงวงจรภาคควบคุมรีเลย์



รูปที่2.6 แสดงวงจรภาคควบคุมรีเฉย์ (ต่อ)

ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสงอินฟราเรด นำไปใช้งานในระบบตรวจจับได้ดีเพราะผู้บุกรุกไม่สามารถมองเห็นลำแสง และตำแหน่งที่ติดตั้งได้ ลักษณะการติดตั้งมักยิงขนานไปกับผนังที่มีบานประตู หรือบานหน้าต่างหลายๆ บาน ดังรูปที่ 2.7



รูปที่2.7 แสดงการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสงอินฟราเรด

2.3 ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวแบบอินฟราเรด (Infrared)

ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวแบบอินฟราเรด สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

2.3.1 ไพโรอีเล็คตริค (Pyroelectric)

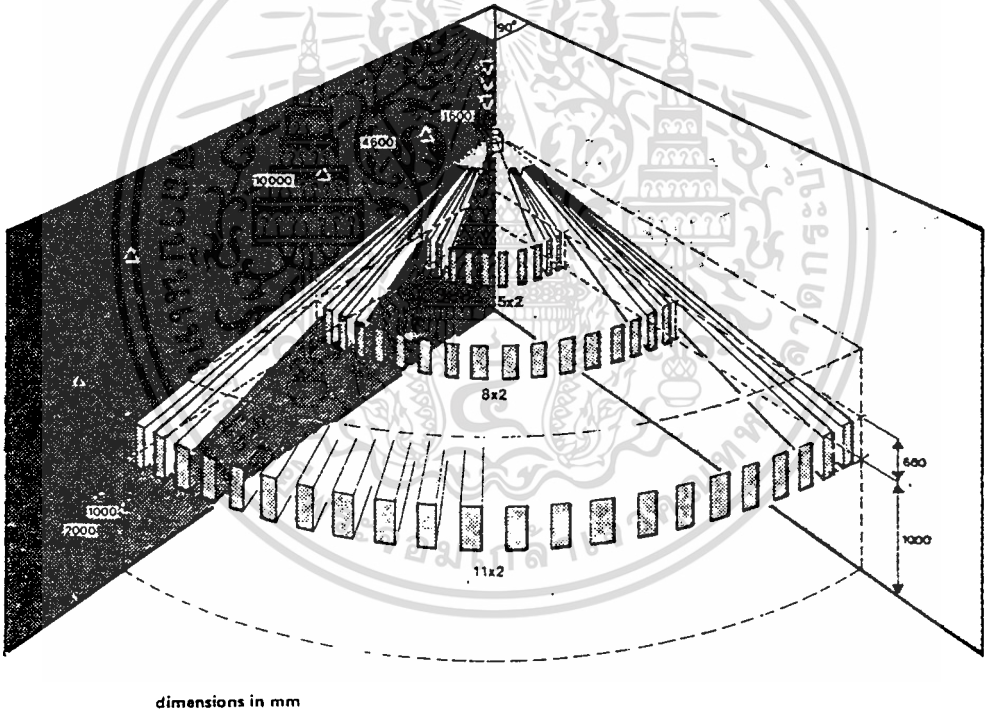
ตัวตรวจจับนี้อาศัยการเปลี่ยนแปลงของอินฟราเรด แต่ไม่ใช่วิธีก่อนๆ ที่ใช้ตัวส่งพัลซ์และตัวตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของพัลซ์ที่ถูกส่งออกมา แต่จะเป็นชนิดที่เรียกว่า ชนิดส่งทางเดียว (Single-end Type) คือ มีแต่ตัวรับเท่านั้น โดยอาศัยหลักการที่เรียกว่า ตัวรับอินฟราเรดชนิดพาสซีฟ (Passive Infrared Detector) คือ การตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความร้อน จากการเปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรด ที่แผ่ออกมาจากตัวของคนหรือสัตว์ ในขณะที่มีการเคลื่อนไหวในตัวคนหรือสัตว์ จะมีพลังงานความร้อนแผ่ออกมาในปริมาณที่แน่นอนอยู่จำนวนหนึ่ง แต่เมื่อเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว จะเป็นเหตุให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไป แถบอินฟราเรด (Infrared Region) พลังงานที่แผ่ออกมาจะถูกตรวจจับด้วยตัวตรวจจับที่เรียกว่า ไพโรอีเล็คตริค โดยมีเลนส์กรองแสงเฟรชนอลเลนส์ (Freshnel Lens) เป็นตัวช่วยตัดแสงที่ไม่ต้องการออก และยอมให้แสงในย่านที่ตามองไม่เห็น (ย่านอินฟราเรด) ผ่านไปได้ ทั้งยังเป็นตัวกำหนดรัศมีของการตรวจจับให้ได้ความไวสูงขึ้นอีกด้วย

2.3.2 เฟรชนอลเลนส์

เฟรชนอลเลนส์ประกอบด้วยเลนส์ขนาดเล็กๆ หลายชุดวางเรียงกันไป ซึ่งจะให้ความยาวโฟกัสที่สั้นมาก ในการใช้งานพื้นที่ที่ถูกตรวจจับจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ ตามจำนวนเลนส์ที่ประกอบเข้าด้วยกัน เมื่อจำนวนเลนส์เพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้สามารถตรวจจับครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่2.8 แสดงพื้นที่ที่ถูกตรวจจับแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ตามจำนวนเลนส์

เมื่อมีคนหรือสัตว์เคลื่อนที่ผ่านจากพื้นที่ส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง ซึ่งอยู่ในรัศมีของเฟรชนอลเลนส์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางอุณหภูมิ โดยมีเลนส์ทำหน้าที่เป็นตัวรวมแสงหรือพลังงานความร้อนที่แผ่ออกมานี้ไปยังจุดโฟกัส ซึ่ง ณ จุดนี้เป็นตำแหน่งที่เราได้ติดตั้งตัวรับแสงคือ ไพโรอิเล็คตริคไว้ ซึ่งมันจะรับรู้การเปลี่ยนแปลง และผลิตสัญญาณป้อนเข้าวงจรกำเนิด

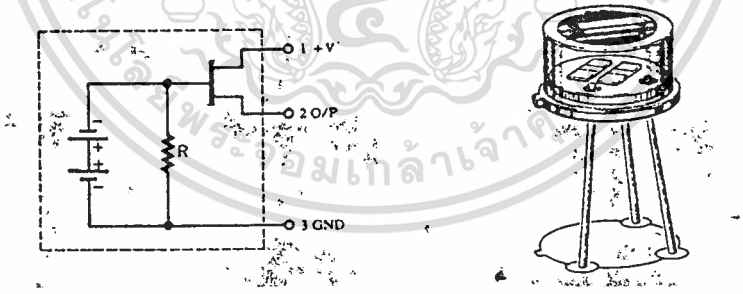
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเตือนภัยอีกทีหนึ่ง โครงสร้างภายในของตัวตรวจจับแบบไพโรอิเล็คตริคมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

1. ตัวไวแสงที่ทำจากผลึกของลิเทียมซัลเฟต 2 ชุด และ
2. เฟตอีก 1 ตัว ประกอบเข้าด้วยกันภายในตัวถังแบบ TO-5

ชิ้นของผลึกแร่แต่ละตัวจะมีขนาดประมาณ 2*1 มม. ต่ออนุกรมกันอยู่แต่ต่อกลับขั้วกัน ซึ่งจากคุณสมบัติของผลึกชนิดนี้ เมื่อมันถูกทำให้ร้อนจะเกิดประจุไฟฟ้าที่ผิวของมันทั้ง 2 ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน ดังนั้นเมื่อมีสัญญาณใดๆ (ซึ่งเป็นสัญญาณที่มันจะตอบสนองได้โดยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะของตัวมัน) มาตกกระทบตัวมันเข้าอย่างต่อเนื่อง จะเป็นเหตุให้สัญญาณลบและบวกถูกผลิตขึ้น ซึ่งสัญญาณที่ถูกผลิตขึ้นนี้จะเกิดจากยอดถึงยอดของสัญญาณ แต่เนื่องจากผลึกทั้ง 2 ต่อกลับขั้วกันอยู่ จึงทำให้ผลรวมของทั้ง 2 สัญญาณหักล้างกันหมดไป ลักษณะดังกล่าวนับเป็นผลดีอย่างมากในอันที่จะป้องกันการทำงานในสภาวะที่เราไม่ต้องการ เช่น

- แสงรบกวนจากภายนอก เช่น แสงแดดซึ่งจัดเป็นแสงที่ต่อเนื่อง
- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเนื่องจากสภาวะแวดล้อมซึ่ง โดยปกติไม่ได้เปลี่ยนในทันทีทันใด
- การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการสั่นสะเทือน ที่ไม่ได้เกิดจากคนหรือสัตว์



รูปที่2.9 แสดงสัญลักษณ์ภายในตัวไพโรอิเล็คตริค และรูปร่างตัวไพโรอิเล็คตริค

สัญลักษณ์ภายในตัวไพโรอิเล็คตริคประกอบด้วย คาปาซิเตอร์ 2 ตัวต่อกลับขั้วกันอยู่เอาท์พุทของผลึกทั้ง 2 ชุด ต่อเข้ากับเฟตแบบช่องทางเดินชนิดเอ็น (N-Channel) และอุปกรณ์ที่ประเภทไม่เป็นเชิงเส้น เพื่อป้องกันการเสียหายของเฟตเนื่องจากแรงดันสูง ๆ เฟตตัวนี้มีหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

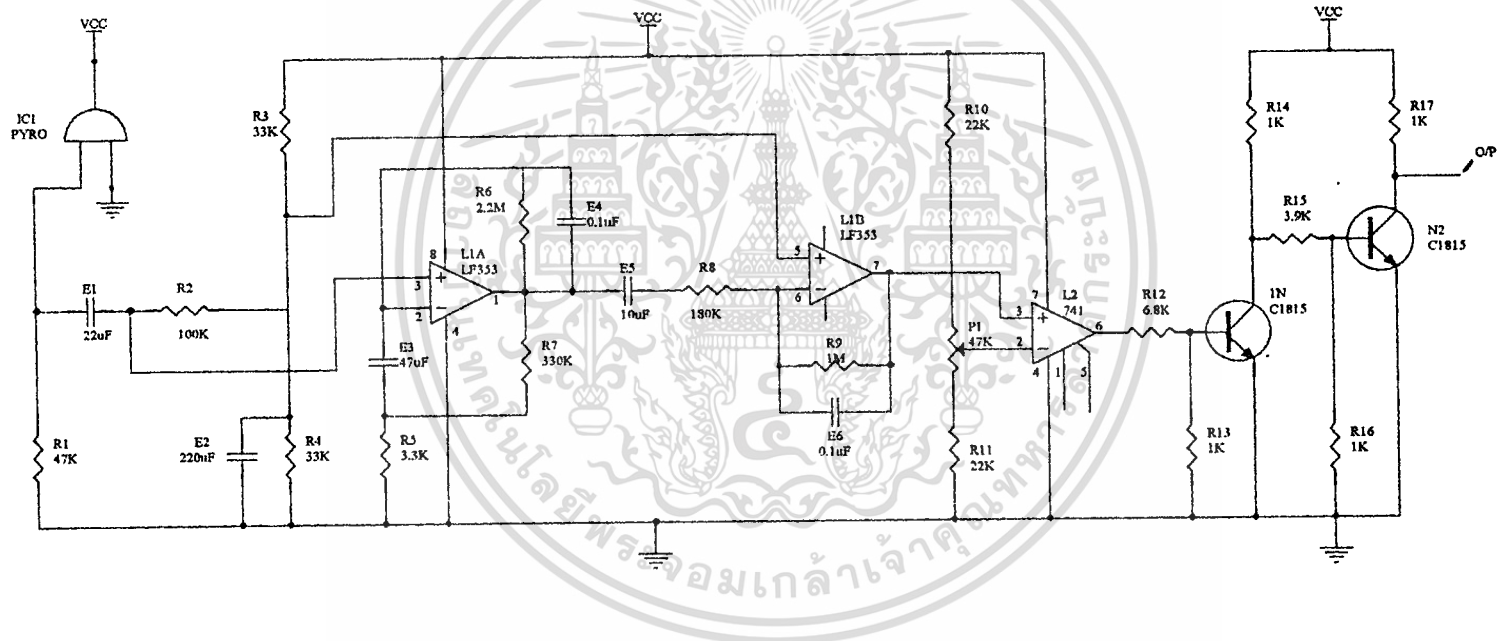
เป็นปรีแอมป์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้แรงขึ้น โดยมีคุณสมบัติทางด้านของสัญญาณรบกวนต่ำ และความต้านทางขาเข้าสูง

ไพโรอิเล็คตริคถูกบรรจุอยู่ในตัวถังแบบ TO-5 โดยมีช่องเพื่อให้ลำแสงอินฟราเรดผ่านเข้าไปตกกระทบยังตัวคริสตอล ทั้ง 2 เป็นสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่ต่อเนื่อง และไม่สม่ำเสมอจะเป็นเหตุให้เกิดค่าความแตกต่างเกิดขึ้น ระหว่างผลึกทั้ง 2 ชิ้น ทำให้ได้สัญญาณจำนวนหนึ่งมาขยายให้แรงขึ้นและป้อนเข้าวงจรเตือนภัย ที่ถูกออกแบบขึ้นโดยเฉพาะ

การทำงานของวงจรตัวตรวจจับไพโรอิเล็คตริค ต้องการไฟเลี้ยงในช่วง 2.2-10 โวลท์ ในที่นี้เราจ่ายไฟเลี้ยงให้ 5 โวลท์ เมื่อสัญญาณถูกตรวจจับได้ สัญญาณอินพุทซึ่งมีกำลังอ่อนมากๆ จะถูกส่งมายังวงจรขยายสัญญาณกำลังสูง 2 สถานะ โดยวงจรขยายชุดแรกจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส และวงจรขยายชุดที่สองจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณแบบกลับเฟส จะทำให้เมื่อเวลามีสัญญาณผ่านเข้ามาทางอินพุท จะทำให้แรงดันที่ขา 7 ของ LF351 ลดลงซึ่งการจัดวงจรแบบนี้ จะทำให้มีคุณสมบัติเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดัน โดยมี VR1 เป็นตัวตั้งระดับความแรงของสัญญาณที่จะให้วงจรเริ่มทำงาน ซึ่งก็เป็นการปรับความไวของเครื่องมือตรวจจับนั่นเอง

โดยปกติเมื่อยังไม่มีสัญญาณเข้ามาต้องปรับ VR1 ให้แรงดันที่ขา 2 ของ uA741 มีค่าน้อยกว่าที่ขา 3 อยู่เล็กน้อย จนทำให้แรงดันที่ขา 6 มีสถานะเป็นแรงดันบวกสูงสุด จากนั้นถ้าหากมีสัญญาณเข้ามาจะทำให้แรงดันที่ขา 3 ของ uA741 ตกลง หากตกลงจนมีค่าน้อยกว่าแรงดันที่ขา 2 จะทำให้แรงดันที่ขา 6 ตกเป็น 0 ไป วงจรตรวจจับแบบอินฟราเรดให้ผลการทำงานที่ดีมาก แต่วงจรตรวจจับแบบนี้จะแตกต่างจากวงจรตรวจจับแบบอื่นตรงที่สามารถรับรู้ได้เฉพาะวัตถุที่เคลื่อนที่ได้เท่านั้น และวัตถุนั้นต้องแผ่รังสีอินฟราเรดอีกด้วย จากเงื่อนไขอันนี้ ฝน หิมะ หรือ แมลงตัวโต ๆ ไม่มีสิทธิ์รบกวนการทำงานของมันอย่างแน่นอนลักษณะของวงจร ที่ใช้งานจะแสดงได้ในรูปที่ 2.10

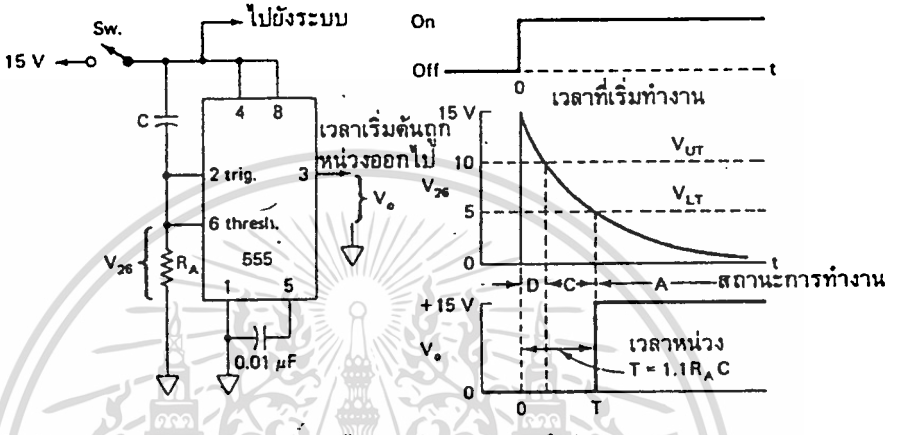
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



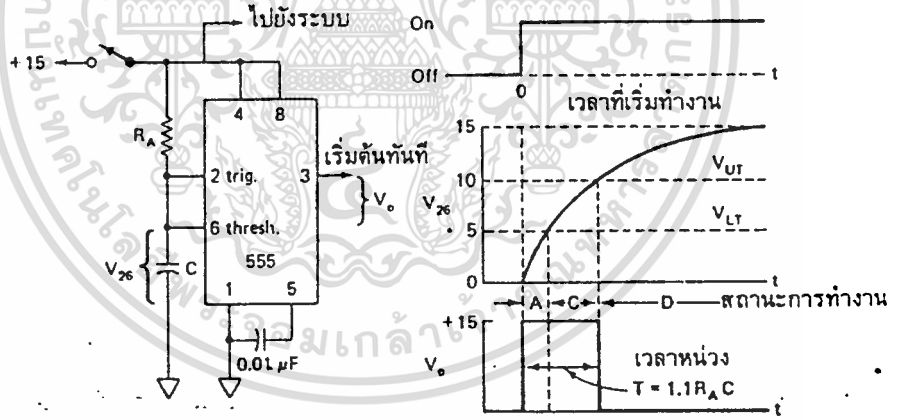
รูปที่2.10 แสดงวงจรการใช้งานจริงของไพโรอิเล็คตริค

2.4 วงจรหน่วงเวลาโดยใช้ไอซี 555

ในการออกแบบวงจรหน่วงเวลาซึ่งมีอยู่สองแบบด้วยกัน แบบแรกเมื่อเราต้องการจ่ายไฟให้กับบางส่วนของระบบก่อน จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไปช่วงหนึ่ง จึงค่อยจ่ายไฟให้กับระบบส่วนที่เหลือ แบบที่สองเมื่อเราต้องการให้เวลาเปิดเครื่องทุกครั้งให้มีการรีเซตวงจรนับต่างๆ ให้เป็นศูนย์ก่อน สำหรับวงจรแบบแรกสามารถต่อได้ดังรูปที่ 2.11(ก)



(ก) แรงดันเอาต์พุตจะยังไม่เป็นค่าสูงจนกว่าจะถึงช่วงเวลา T



(ข) แรงดันเอาต์พุตจะมีค่าสูงอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเท่ากับ T

รูปที่2.11 แสดงการทำงานของวงจรหน่วงเวลา

โดยเมื่อเปิดเครื่องที่เวลา t = 0 ในขณะนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดันอย่างทันที และเกิดความถี่สูงอย่างมากมาย ทำให้ตัวเก็บประจุเสมือนกับถูกลัดวงจรไป หรือมีแรงดันตกคร่อมเท่ากับศูนย์ และทั้งขาที่ 2 และ 6 ก็จะมีค่าแรงดันเท่ากับแรงดันไฟเลี้ยงซึ่งมีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิง ที่ขาเทรสโฮลด์ และขาทริกเกอร์ ยังผลให้แรงดันเอาท์พุทมีค่าต่ำ ต่อจากนั้นเมื่อตัวเก็บประจุ C เริ่มทำการเก็บประจุ แรงดันที่ตกคร่อมที่ขา 2 และ 6 ก็จะลดลงตามลำดับ โดยใน

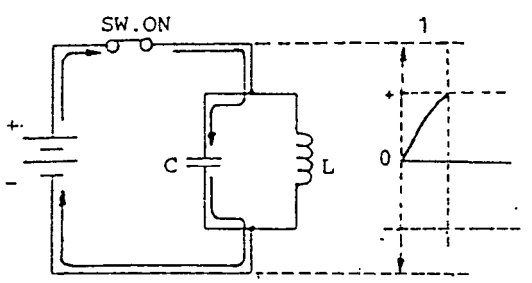
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนแรกแรงดันตกคร่อมก็อาจจะมีค่าลดลง ต่ำกว่าค่า V_{UT} แต่มากกว่า V_{LT} ซึ่งทำให้ไอซี 555 ยังคงทำหน้าที่รักษาสถานะเดิมอยู่ กล่าวคือยังคงทำให้ แรงดันเอาท์พุท มีค่าต่ำอยู่ต่อไป และเมื่อแรงดันตกคร่อม มีค่าลดลงต่ำกว่าค่า V_{LT} ก็จะทำให้แรงดันที่เอาท์พุทมีค่าสูง ณ เวลาเท่ากับ $T= 1.1R_AC$ แบบที่สองสำหรับคนที่ต้องการให้ช่วงเวลาที่หน่วงเวลาแล้ว แรงดันเอาท์พุทมีค่าสูงก็สามารถต่อวงจรได้ดังรูปที่ 2.11(ข) ซึ่งเป็นการวางสลับกันระหว่างตัวเก็บประจุกับตัวต้านทาน R_A โดยเมื่อเปิดเครื่องแรงดันเอาท์พุทจะมีค่าสูงตลอดเป็นระยะเวลาเท่ากับ T จากนั้นจึงค่อยกลับเป็นแรงดันต่ำเหมือนเดิม

2.5 วงจรแทงค์เซอร์กิต (Tank Circuit)

วงจรแทงค์เซอร์กิต เป็นวงจรผสมที่ต่อรวมกันอยู่ระหว่างคอนเดนเซอร์กับขดลวดเหนี่ยวนำ ซึ่งมีความสำคัญและใช้มากพอสมควรในวงจรอีเล็คทรอนิคส์แบบอนาล็อก อาศัยคุณสมบัติที่มีต่อสัญญาณกระแสของขดลวด และคอนเดนเซอร์ซึ่งแตกต่างกันไปในทางตรงกันข้าม จะทำให้เกิดผลต่อแรงดันกระแสตรง และแรงดันกระแสสลับในลักษณะต่างๆ เช่น จะเกิดการจ่ายและรับกระแสซึ่งกันและกันทำให้เกิดกระแสสลับตกคร่อมวงจรขึ้น เมื่อวงจรได้รับแรงดันกระแสตรงเกิดการต่อต้านและยอมให้กระแสสลับบางความถี่ผ่านเป็นต้น จากคุณสมบัติเช่นนี้จึงสามารถนำวงจรแทงค์เซอร์กิตไปใช้เป็นชุดสร้างความถี่ ให้กับวงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) นำมาใช้สำหรับเลือกให้สัญญาณที่ต้องการผ่าน ใช้เป็นวงจรกั้นหรือกำจัดสัญญาณที่ไม่ต้องการ เมื่อจ่ายแรงดันกระแสตรงให้กับวงจรแทงค์เซอร์กิต จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระดับแรงดันที่ตกคร่อมวงจรแทงค์เซอร์กิต กลายเป็นวงจรกระแสสลับตกคร่อมวงจรโดยค่าความถี่ที่เกิดขึ้นนั้นจะมีค่าคงที่ ซึ่งลักษณะการสร้างแรงดันกระแสสลับของวงจรแทงค์เซอร์กิตได้แสดงพร้อมคำอธิบายไว้ในรูปที่2.12 - 2.16

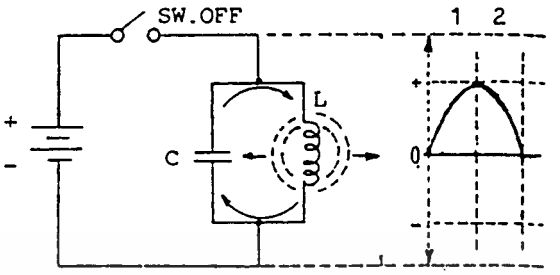
1. จากรูปเมื่อสวิตช์ ON คอนเดนเซอร์จะทำการชาร์จกระแส เกิดศักย์ตกคร่อมสูงขึ้นจนเท่าแหล่งจ่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

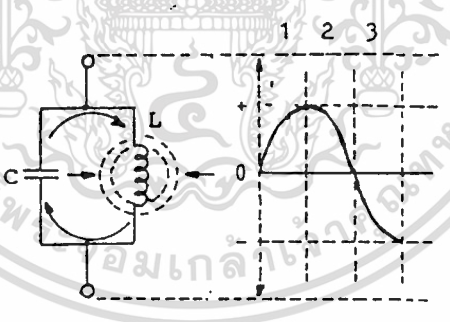
รูปที่2.12 แสดงการทำงานของวงจรเมื่อสวิตช์ ON

2. เมื่อสวิตช์ OFF คอนเดนเซอร์จะดีสชาร์จกระแสให้กับขดลวด เกิดเส้นแรงแม่เหล็กพองรอบขดลวดซึ่งทำให้แรงดันที่ตกคร่อมคอนเดนเซอร์ ลดต่ำลงเป็น 0



รูปที่2.13 แสดงการทำงานของวงจรเมื่อสวิตช์ OFF

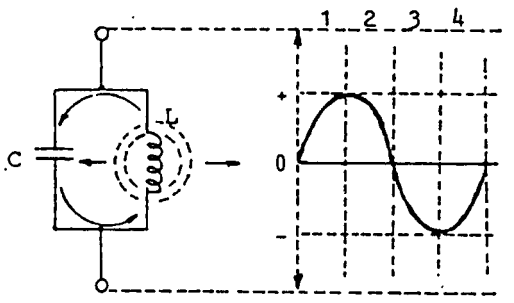
3. เมื่อคอนเดนเซอร์ดีสชาร์จกระแสให้ขดลวดหมดแล้ว เส้นแรงแม่เหล็กที่พองออกรอบๆ ขดลวด จะยุบลงตัดกับขดลวด เกิดกระแสชักนำตัวเองจ่ายออกจากขดลวด ไปชาร์จเข้าคอนเดนเซอร์ทางแผ่นเพลทด้านล่าง ซึ่งทำให้ศักย์ตกคร่อมคอนเดนเซอร์ ในทิศทางตรงกันข้ามกับจังหวะที่ 1 คือ แผ่นเพลทด้านบนมีศักย์เป็นลบ และด้านล่างมีศักย์เป็นบวก



รูปที่2.14 แสดงการดีสชาร์จกระแสของคอนเดนเซอร์

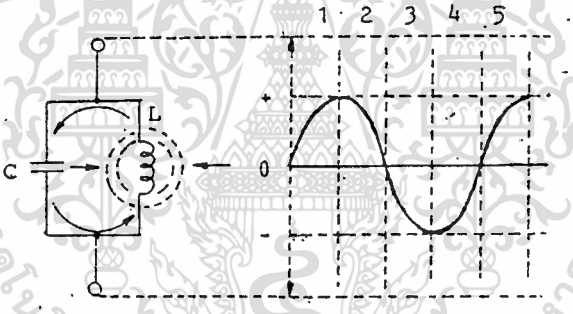
4. เมื่อเส้นแรงแม่เหล็กยุบตัวหมดแล้ว จะไม่มีกระแสไหลจากขดลวดเข้าไปชาร์จคอนเดนเซอร์ ดังนั้นคอนเดนเซอร์จะทำการดิสชาร์จกระแสนั้นจ่ายกลับไปให้ขดลวดอีก โดยส่งจากแผ่นเพลทด้านล่างไปให้ปลายขดลวดดังกล่าวผ่านขึ้นไปด้านบน จึงเกิดเส้นแรงแม่เหล็กพองออกรอบๆ ขดลวดอีก แรงดันที่ตกคร่อมคอนเดนเซอร์อยู่ จึงลดต่ำลงเรื่อยๆ จนเป็น 0 เมื่อคอนเดนเซอร์ดีสชาร์จกระแสหมดแล้ว จากขั้นตอนที่ 1-4 จะเป็นแรงดันกระแสสลับครบ 1 ไซเคิ้ล ตกคร่อมวงจรแทงค์เซอร์กิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.15 แสดงการดีสชาร์จกระแสของ C กับ L

5. เมื่อคอนเดนเซอร์ดีสชาร์จกระแสหมดแล้ว เส้นแรงแม่เหล็กที่ขดลวดจะยุบตัว เกิดกระแสชักนำตัวเองจ่ายเข้าไปชาร์จคอนเดนเซอร์ทางเพลทด้านบน ซึ่งทำให้เพลทด้านบนมีศักย์เป็นบวก และแผ่นเพลทด้านล่างมีศักย์เป็นลบ เกิดเป็นส่วนของแรงดันกระแสสลับในช่วงต่อไป



รูปที่2.16 แสดงการดีสชาร์จกระแสของ L กับ C

ค่าความถี่ที่วงจรแทงค์เซอร์กิต สร้างขึ้นซึ่งเรียกว่าความถี่เรโซแนนซ์นี้ จะขึ้นอยู่กับค่าของคอนเดนเซอร์ และขดลวดที่ต่อประกอบอยู่ในวงจร โดยหาค่าความถี่จากสูตรต่อไปนี้

$$fo = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

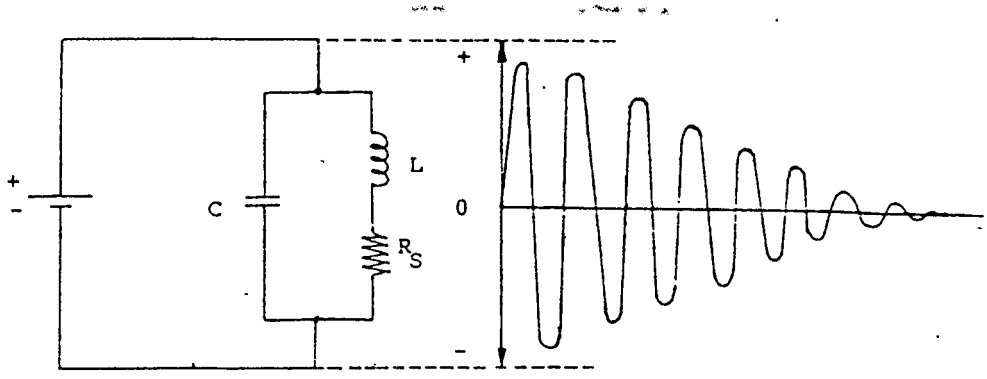
fo คือค่าความถี่เรโซแนนซ์ที่วงจรสร้างขึ้น มีหน่วยเป็นเฮิทซ์ (Hz) ต่อวินาที

$2\pi = 6.28$ (เป็นค่าคงตัวมีค่า 3.14 ดังนั้น 2π จึงมีค่า = 6.28)

L คือค่าของขดลวดที่ต่ออยู่ในวงจร มีหน่วยเป็นเฮนรี่ (H)

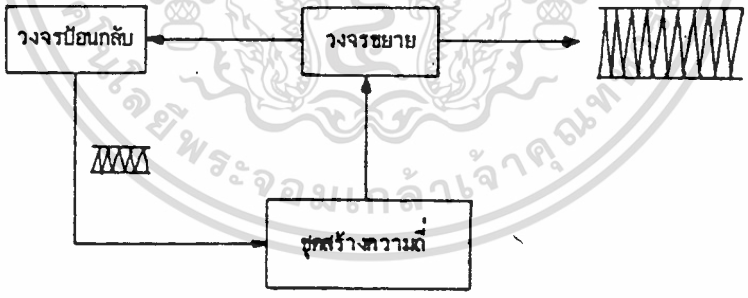
C คือค่าของคอนเดนเซอร์ที่ต่ออยู่ในวงจร มีหน่วยเป็นฟารัด (F)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.17 การสร้างความถี่กระแสสลับของวงจร Tank Circuit เมื่อได้รับไฟกระแสตรง

ในรูปที่2.14 แอมปลิจูด (ความแรง) ของความถี่กระแสสลับที่เกิดขึ้น จะลดต่ำลงเรื่อยๆ จนกระทั่งกลายเป็นไฟกระแสตรง เนื่องจากมีค่าความต้านทานในวงจรจะทำให้ปริมาณการไหลของกระแส ในจังหวะที่ L และ C จ่ายให้ซึ่งกันและกัน ลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่มีกระแสไหลในวงจรแทงค์เซอร์กิต นั่นคือวงจรจะหยุดสร้างความถี่ จากการทำงานดังกล่าวข้างต้น จึงสามารถนำวงจรแทงค์เซอร์กิต ไปใช้เป็นชุดสร้าง และกำหนดความถี่ของวงจรออสซิลเลเตอร์ โดยจะเอาความถี่ที่สร้างขึ้นส่วนหนึ่งไปทำการขยาย และอีกส่วนหนึ่งจะป้อนกลับมาเพื่อทำการกระตุ้นชุดสร้างความถี่ ออกมาต่อเนื่องตลอดเวลา โดยมีความแรงเท่ากันตลอด



รูป2.18 แสดงลักษณะบล็อคไดอะแกรมของวงจรออสซิลเลเตอร์

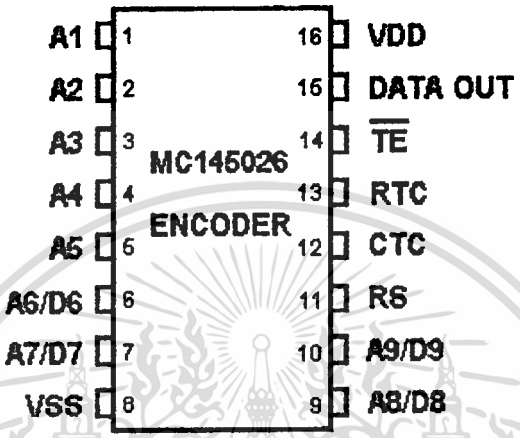
2.6 ทฤษฎีของ IC MC145026

เป็นไอซี CMOS ทำหน้าที่เข้ารหัส โดยการกำหนดขาแอดเดรส 1 ถึง แอดเดรส 9 ได้ 3 สถานะ (High , Low , Open) ถ้าในกรณีที่ใช้ IC ถอดรหัสเป็นเบอร์ MC145027 IC จะมีความสามารถเข้ารหัส และถอดรหัสได้สูงถึง 1963 รหัส การทำงานของไอซีกำหนดได้โดยกำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา TE (TRANSMITE ENABLE) โดยที่ตัวไอซีจะผลิตความถี่โดยกำหนดจากอุปกรณ์ภายนอก (R , C) โดยจะส่งออกมาเป็นรหัส แล้วแต่จะกำหนดขาแอดเดรส

รายละเอียดการใช้งานหน้าที่ขาต่าง ๆ ของ IC MC 145026



รูปที่2.19 แสดงขาต่างๆ ของ MC145026 ENCODER

- ขา 1 ถึงขา 7 และขา 9,ขา10 (A_1 ถึง A_9)

  เป็นขาที่ทำหน้าที่ กำหนดแอดเดรส ของ IC คือ A1 ถึง A9 สามารถกำหนดแต่ละขาได้ 3 สภาวะ (High , Low , Open)

- ขา 11 , 12 ,13 (RS , CTC , RTC)

  เป็นขาที่ต่ออุปกรณ์ภายนอก เพื่อเป็นการกำหนดความถี่ของส่วนออสซิลเลเตอร์ ซึ่งแสดงไว้ในรูปการต่อใช้งาน และการคำนวณความถี่ออสซิลเลเตอร์แสดงไว้ในรูปที่ 1

- ขาที่ 14 (TE)

  เป็นขา TRANSMITE ENABLE ทำงานที่สภาวะ LOW จะกำหนดให้ IC ส่งสัญญาณที่เข้ารหัสออกไป

- ขา 15 (DATA OUT PUT)

  เมื่อกำหนดให้ IC ส่งสัญญาณที่มีการเข้ารหัส โดยที่จะให้ OUT PUT ออกจากขานี้

- ขา 8 (VSS)

  ปกติใช้งานต่อแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน IC ENCODER MC145026

1. การคำนวณค่า ความถี่ให้กับ MC145026 (ENCODER) เสียก่อนโดยใช้สูตร

$$Fa.s.c = \frac{1}{2.3RtcCtc'} \qquad \text{(Hz)}$$

$$R1C1 = 3.95RtcCtc$$

$$R2C2 = 77RtcCtc$$

จาก DATA SHEET กำหนดให้ $Ctc' = Ctc + 20pF$

และ Rtc มีค่าไม่ต่ำกว่า 10 K ; $Rs = 2Rtc$

$R1$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 10 K

$C1$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 400 pF ขึ้นไป

$R2$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 100 K

$C2$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 700 pF ขึ้นไป

2. การคำนวณค่าให้กับ MC 145027 MC 145028 (DECODER) คำนวณได้จากสูตร

fosc(HKz)	*Rtc*	*Ctc'*	*Rs*	*R1*	*C1*	*R2*	*C2*
362	10k	120pF	20k	10k	470pF	100k	910pF
181	10k	240pF	20k	10k	910pF	100k	1800pF
88.7	10k	490pF	20k	10k	2000pF	100k	3900pF
42.6	10k	1020pF	20k	10k	3900pF	100k	7500pF
21.5	10k	2020pF	20k	10k	8200pF	100k	0.015uF
8.53	10k	5100pF	20k	10k	0.02pF	200k	0.02uF
1.71	50k	5100pF	100k	50k	0.02pF	200k	0.1uF

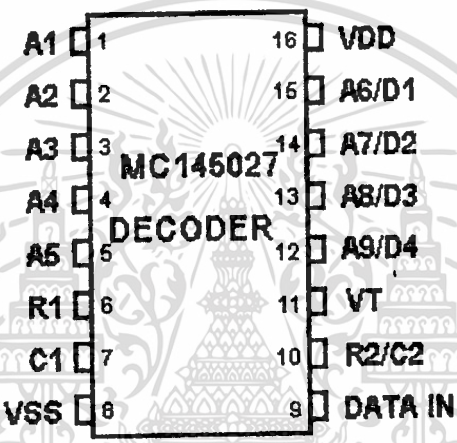
ตารางที่2-1 แสดงค่า R/C (ค่า R และ C มีค่าผิดพลาด ± 5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ทฤษฎีของ IC MC145027

เป็น IC CMOS ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณที่ส่งมาจาก IC เข้ารหัส โดยอาศัยหลักการง่ายๆ คือ กำหนดแอดเดรสของ IC ทั้งสองให้ตรงกันอีก ทั้งต้องกำหนดอุปกรณ์ภายนอกที่มาต่อร่วม (R ,C) ให้แมทกัน โดยมีสูตรในการคำนวณเมื่อกำหนดเงื่อนไขที่ได้ กล่าวมาแล้ว IC ถอดรหัสสามารถรับได้ก็จะให้ OUTPUT เป็น High อยู่ชั่วขณะหนึ่งซึ่งสามารถนำไปควบคุม (Control) หรือแสดงผล (Display) ได้

รายละเอียดการใช้งานหน้าที่ขาต่าง ๆ ของ IC MC145027



รูปที่2.20 แสดงขาต่างๆ ของ MC145027 DECODER

-ขาที่1 ถึงขาที่ 5 และขา 15,14,13,12 (A1 ถึง A9) เป็นขาที่ทำหน้าที่กำหนดแอดเดรสของ IC ถอดรหัสกำหนดได้ 3 สถานะ คือ High , Low , Open และขา 15 , 14 ,13 , 12 ยังเป็นขา Data Output ด้วย คือ D1 , D2 , D3 , D4 ตามลำดับ

- ขา 6 , 7 , 10 (R1,C1,R2,C2) เป็นขาที่ต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดยอุปกรณ์พวกนี้จะมีสูตรในการคำนวณหาค่าของอุปกรณ์เพื่อให้สัมพันธ์กับความถี่ของ IC เข้ารหัส

- ขา 11 (VT) เป็นขา Output ของ IC ถอดรหัสจะให้สภาวะเป็น High ต่อเมื่อรหัสของ IC ทั้งสองตัวตรงกัน

- ขา 8 (VSS) ปกติใช้งานต่อกราวด์

- ขา 10 (VDD) ปกติใช้งานต่อแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

040524

บทที่ 3
ภาคส่งและภาครับย่าน UHF

ภาคส่งและภาครับเป็นแบบใช้คลื่นความถี่วิทยุย่าน UHF ซึ่งเครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สายนี้ นั้นเราจะใช้ชุดภาคส่งและชุดภาครับที่เป็นแบบไร้สาย ซึ่งใช้ตัวตรวจจับแบบต่างๆ มาตรวจจับผู้บุกรุก และส่งสัญญาณจากภาคส่งมายังภาครับ ซึ่งภาครับจะส่งข้อมูลที่รับมาได้ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล และแสดงผลออกทางจอ LCD

3.1 วงจรภาคส่ง (Transmitter)

ภาคส่งจะใช้ความถี่วิทยุย่านUHF จะแบ่งเป็น 3 ชุด ตามจำนวนของตัวตรวจจับ (Sensor) ในที่นี้ใช้ตัวตรวจจับสัญญาณทั้งหมด 3 ตัว ภาคส่งชุดที่ 1 จะใช้ตรวจจับสัญญาณแบบสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) ส่วนภาคส่งชุดที่ 2 จะใช้ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสงอินฟราเรด (Infrared) และภาคส่งชุดที่ 3 จะใช้ตัวตรวจจับสัญญาณแบบตรวจจับความเคลื่อนไหว ในการส่งจะต้องเข้ารหัสแอดเดรส เพราะภาคส่งแต่ละชุดจะใช้ความถี่เดียวกันในการส่งสัญญาณไปยังภาครับ และภาคส่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

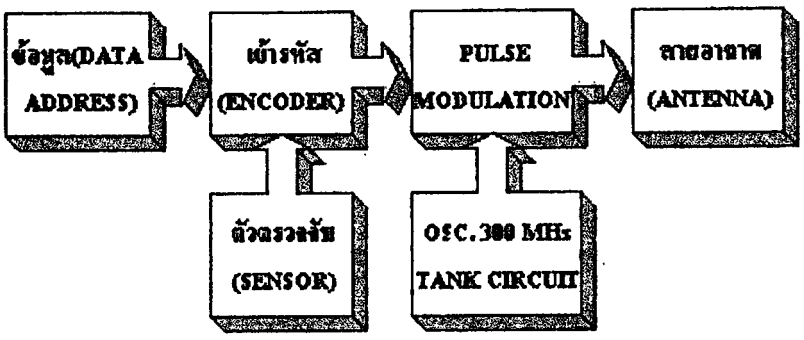
- ตัวตรวจจับ (Sensor) เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจจับผู้บุกรุก ซึ่งตัวตรวจจับที่ใช้จะเป็นแบบสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) , แบบใช้แสงอินฟราเรด (Infrared) และแบบตรวจจับความเคลื่อนไหวเป็นตัวตรวจจับ

- ส่วนเข้ารหัส (Encoder) ใช้ IC เบอร์ MC145026 เป็นตัวที่ทำการเข้ารหัสที่ขา A1 ถึง A9 โดยรหัสนี้สามารถตั้งได้มี 3 สถานะ คือ High , Low และ Open

- ส่วนมอดูเลท (Modulate) โดยนำเอาความถี่ที่เป็น Sine Wave ซึ่งที่สร้างขึ้นโดยวงจรแทงค์เซอร์กิต (Tank Circuit) ซึ่งมีค่าประมาณ 300 MHz มาผสม (Modulate) กับสัญญาณเอาท์พุทที่ออกมาทางขา 15 ของ IC MC145026 ซึ่งเป็นสัญญาณที่ผ่านการเข้ารหัสมาแล้วจะเป็นสัญญาณ Serial Pulse ขนาด 9 บิต

- ส่วนที่ทำการสร้างความถี่วิทยุ และเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่กระจายออกไปในอากาศโดยใช้วงจรแทงค์เซอร์กิต และในขณะเดียวกันเราก็ใช้ L ในวงจรแทงค์เซอร์กิตเป็นสายอากาศที่ทำการแพร่กระจายคลื่นสนามแม่เหล็กออกไปในอากาศด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของภาคส่ง

3.1.1 วงจรของภาคส่งชุดที่ 1

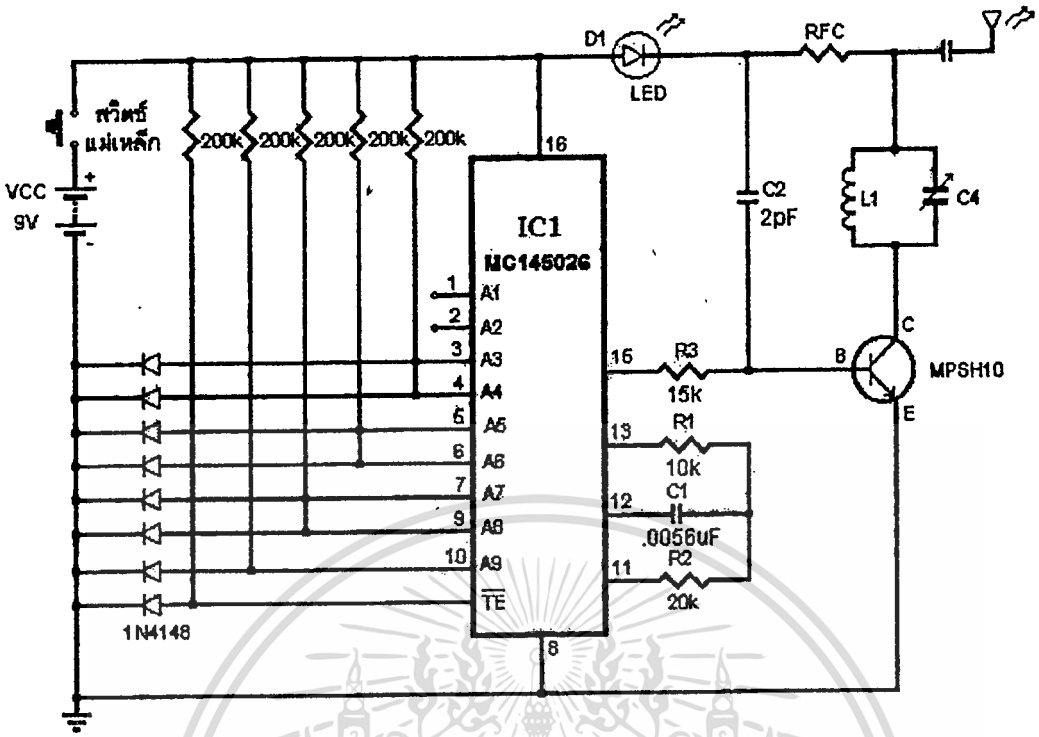
วงจรของภาคส่งชุดที่ 1 จะใช้ตรวจจับสัญญาณแบบสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) จากรูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจรภาคส่ง จะเห็นว่าการทำงานของเครื่องส่งแยกออกเป็น 3 ภาคคือ ภาคเซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับซึ่งในวงจรใช้เซ็นเซอร์แบบสวิตช์แม่เหล็ก และภาคที่สองเป็นวงจรสร้างรหัสไบนารี่(Binary Encoder) ตามที่เรากำหนดไว้ จากนั้นสัญญาณรหัสจะถูกส่งเข้าไปมอดูเลทกับสัญญาณความถี่วิทยุ 300 MH_z ที่ถูกสร้างขึ้นโดยวงจรแทงค์เซอร์กิต และสุดท้ายสัญญาณมอดูเลทระหว่างสัญญาณรหัสไบนารี่กับคลื่นพาห์จะถูกส่งออกอากาศไปยังภาครับ การเข้ารหัสสัญญาณบังคับควบคุมที่ภาคสร้างรหัสมีความสำคัญ เพราะภาคส่งแต่ละชุดจะใช้ความถี่เดียวกันในการส่งสัญญาณไปยังภาครับ ทำให้ภาครับสามารถที่จะแยกได้ว่าสัญญาณนั้นถูกส่งออกมาจากเครื่องส่งตัวไหน

การทำงานของวงจร

จากวงจร IC_1 (MC145026) ทำหน้าที่เป็นตัวสร้างรหัสไบนารี่ (Binary Encoder) การสร้างรหัสของ IC_1 สามารถกำหนดรหัสได้จากการจัดสถานะที่ขาแอดเดรส A1 ถึง A9 ของ IC_1 การจัดสถานะของขาแอดเดร่สแต่ละขาทำได้ 3 แบบ คือ สถานะ 1 (ต่อเข้ากับไฟบวก) สถานะ 0 (ต่อเข้ากับกราวด์) และสถานะเปิดวงจร (เว้นว่างไว้) จากการจัดสถานะทั้ง 3 สถานะให้แก่แต่ละขาแอดเดรททั้ง 9 ขานี้ จะทำให้สามารถตั้งรหัสได้มากถึง 19,122 รหัส โดยไม่ซ้ำกันซึ่งการตั้งรหัสที่ขา A1 ถึง A9 สามารถตั้งได้ 3 สถานะ คือ

1. สถานะ High โดยต่อกับไฟบวก (Vcc)
2. สถานะ Low โดยต่อกับกราวด์
3. สถานะ High Impedance (เว้นว่างไว้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.2 แสดงวงจรภาคส่งชุดที่1

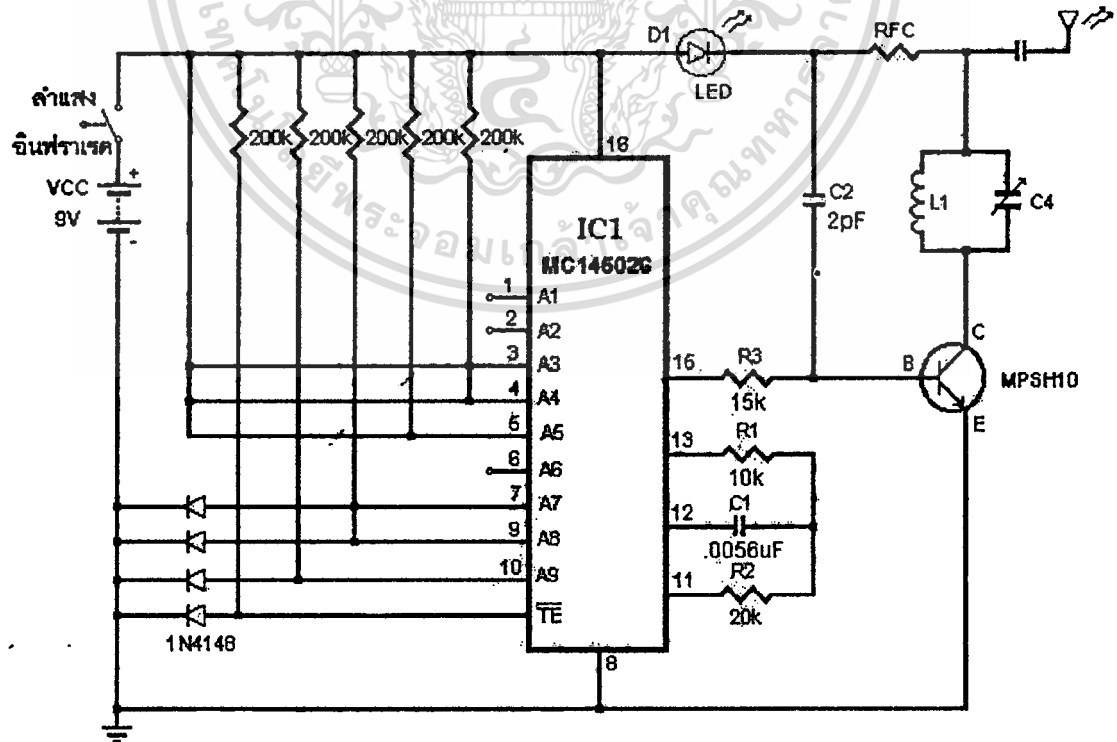
สัญญาณรหัสของ IC_1 เป็นขบวนพัลซ์ 9 บิต (Bit) แบบอนุกรมออกซึ่งจะปรากฏออกทางขา 15 ของ IC_1 ความถี่ของพัลซ์รหัสที่ออกทางขา 15 นี้ สามารถกำหนดได้จากการจัดค่าของตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ R_1 , R_2 และ C_1 ที่ต่ออยู่ทางขา 13 , 12 และ 11 ของ IC_1 และเมื่อเซ็นเซอร์แบบสวิตช์แม่เหล็กที่ใช้ตรวจจับซึ่งปกติหน้าสัมผัสจะเป็น N.O. จะติดอยู่กับขอบของหน้าต่างหรือประตูบ้าน ทันทีที่ผู้บุกรุกทำการงัดบ้าน เช่น ผลักประตู หรืองัดหน้าต่างเข้ามาทำให้สวิตช์แม่เหล็กส่วนที่เป็นแม่เหล็กถาวร กับส่วนที่เป็นหน้าคอนแทคแยกออกจากกัน หน้าสัมผัสของหน้าคอนแทคจะเปลี่ยนสภาวะจาก N.O. เป็น N.C. จะทำให้ภาคส่งทำงาน ชุดรหัส 9 บิต จากขา 15 ของไอซี 1 จะส่งผ่าน R_3 เข้าไปกระตุ้นที่ขา B ของ Q_1 ซึ่ง Q_1 เป็นทรานซิสเตอร์แบบ NPN ซิลิกอน RF Amp ใช้กับย่านความถี่สูงซึ่งจะต่ออยู่กับวงจรออสซิสเลเตอร์ แบบ Tank Circuit เป็นผลให้ Q_1 ทำงานผลิตความถี่ 300 MH_Z เป็นห้วง ๆ ตามอัตราความถี่ของขบวนพัลซ์ที่เข้ามา โดย Q_1 จะทำงานออสซิลเลทความถี่ 300 MH_Z ในช่วงที่พัลซ์สัญญาณออกทางขา 15 ของไอซีมีสถานะเป็น High (ระดับสูง) และจะหยุดออสซิลเลทเมื่อสัญญาณออกทางขา 15 ของ IC_1 มีสถานะเป็น Low (ระดับต่ำ) วงจรออสซิลเลเตอร์ซึ่งทำหน้าที่ผลิตความถี่คลื่นพาห์ 300 MH_Z มี Q_1 เป็นตัวทำหน้าที่หลักโดยมี L_1 ซึ่งเป็นลายทองแดงบนแผ่นปริ้นและทริมเมอร์ C4 ที่ต่อคร่อมขนานอยู่ด้วยกันทำหน้าที่เป็นตัวจูนที่ความถี่ 300 MH_Z LED (D1) ซึ่งต่ออนุกรม

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างวงจรภาคส่งและถ่านแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นแหล่งกระจายกำลังให้กับวงจรทำหน้าที่เป็นตัวแสดงการทำงานของภาคส่งคือ จะกระพริบแสดงการทำงานของเครื่องส่งที่จุดต่อระหว่าง D1 และ R3 เป็นจุดสำหรับโยงต่อสายทดสอบ (Test Link) เข้ากับไฟจ่ายเป็นการชั่วคราวในระหว่างที่มีการทดสอบ และปรับจูนวงจรออสซิสเลเตอร์เพื่อให้ได้สัญญาณความถี่พาห์ 300 MH_z เมื่อมีการโยงต่อสายทดสอบจากจุดต่อระหว่าง D1 และ R3 เข้ากับจุดไฟจ่ายโดยตรง จะทำให้มีแรงดันผ่าน R3 เข้าไป Bias ให้กับขา B ของ Q1 ตลอดเวลาเป็นผลให้ Q1 ทำงานออสซิเลทความถี่คลื่นพาห์โดยต่อเนื่อง การปรับแต่งเพื่อให้วงจรออสซิเลทที่ความถี่ 300 MH_z โดยใช้เครื่องนับความถี่ (Frequency Counter) ตรวจวัดที่วงจร Tank Circuit พร้อมกับใช้ไขควงที่ไม่เป็นโลหะหมุนปรับแต่งค่าที่ ทริมเมอร์ C4 จนกระทั่งได้ค่าความถี่ 300 MH_z ตามต้องการ เมื่อปรับแต่งแล้วก็นำสายทดสอบออกภาคส่งก็จะกลับไปอยู่ตำแหน่งการส่งตามรหัสที่ตั้งไว้

3.1.2 วงจรของภาคส่งชุดที่ 2

วงจรของภาคส่งชุดที่ 2 จะใช้ตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสงอินฟราเรด (Infrared) การทำงานของภาคส่งชุดที่ 2 ก็จะเหมือนกับการทำงานของภาคส่งชุดที่ 1 แต่มีส่วนที่แตกต่างเล็กน้อยคือ ที่ตัวเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับผู้บุกรุก



รูปที่3.3 แสดงวงจรภาคส่งชุดที่2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับภาคส่งชุดที่ 2 นี้เราใช้เซ็นเซอร์แบบใช้แสงอินฟราเรด (Infrared) ในการตรวจจับซึ่งแสงอินฟราเรดนี้มีคุณสมบัติคือ คนเราไม่สามารถมองเห็นได้ที่ตัวเซ็นเซอร์แบบอินฟราเรดนี้จะมีวงจรทั้งหมด 3 ภาค คือ ภาคส่ง ภาครับ และภาคควบคุมรีเลย์

การทำงานของตัวตรวจจับที่ใช้แสงอินฟราเรด

- ภาคส่ง TX TR_1 ,TR_2 ต่อเป็นวงจรกำเนิดความถี่ต่ำ ความถี่ต่ำนี้จะไปควบคุม TR_3 ,TR_4 ซึ่ง TR_3 ,TR_4 นี้กำเนิดความถี่สูงประมาณ 39 MH_Z ซึ่งเป็นคลื่นพาห์ คลื่นพาห์ที่ควบคุมด้วยความถี่ต่ำนี้ส่งเข้า TR_5 ขยายกระแสให้ LED Infared ส่งแสงออกไป

- ภาครับ RX โฟโต้ไดโอดในโมดูลจะรับแสง IC อยู่ในโมดูลจะทำการดีเทคเอาความถี่ต่ำออกทางขา Out ส่งเข้า TR_6 เพื่อทำการขยายและมิคซ์ความถี่ต่ำไปตามสาย เพื่อไปเข้าภาคควบคุมรีเลย์

- ภาคควบคุมรีเลย์ ความถี่ต่ำที่ส่งมาตามสายจะถูกขยายโดย TR_7 ,TR_8 ที่ขา C ของ TR_8 จะต่อผ่านสวิตช์ ถ้าเลื่อนมาทางหมายเลข 1 เมื่อมีคนมาบังวงจรจะทำงานหน่วงเวลาเข้าโดย TC1 เป็นเวลาประมาณ 30 วินาที LED 3 จะติดด้วย เมื่อ IC1 หยุดทำงาน และ LED3 กับ IC2 ก็จะทำงาน LED4 จะติดเป็นเวลา 1 นาที แต่ถ้าเราเลื่อนสวิตช์มาทางหมายเลข 2 เมื่อมีคนมาบัง IC2 จะทำงาน LED4 จะติดเป็นเวลา 1 นาที ในตำแหน่งนี้ IC1 จะไม่ทำงาน และ LED3 จะไม่ติด ดังนั้นตำแหน่งนี้จะไม่มีการหน่วงเวลาเข้าที่เอาต์พุตของ IC2 จะส่งเข้า TR9 เมื่อขับรีเลย์ ดังนั้นทุกครั้งที่ IC3 ทำงาน รีเลย์ก็จะทำงานด้วยที่จุด Out ของรีเลย์นำไปต่อกับวงจรภาคส่ง ซึ่งหน้าคอนแทคของรีเลย์ปกติเราจะใช้ที่ N.O. เมื่อผู้บุกรุกเดินตัดผ่านลำแสงอินฟาเรด จะทำให้หน้าคอนแทคของรีเลย์ในตัวรับแสง จะเปลี่ยนสภาวะเป็น N.C. เป็นผลให้ภาคส่งทำงาน ซึ่งการทำงานของภาคส่งชุดที่ 2 ก็จะเหมือนกับภาคส่งชุดที่ 1 ซึ่งได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

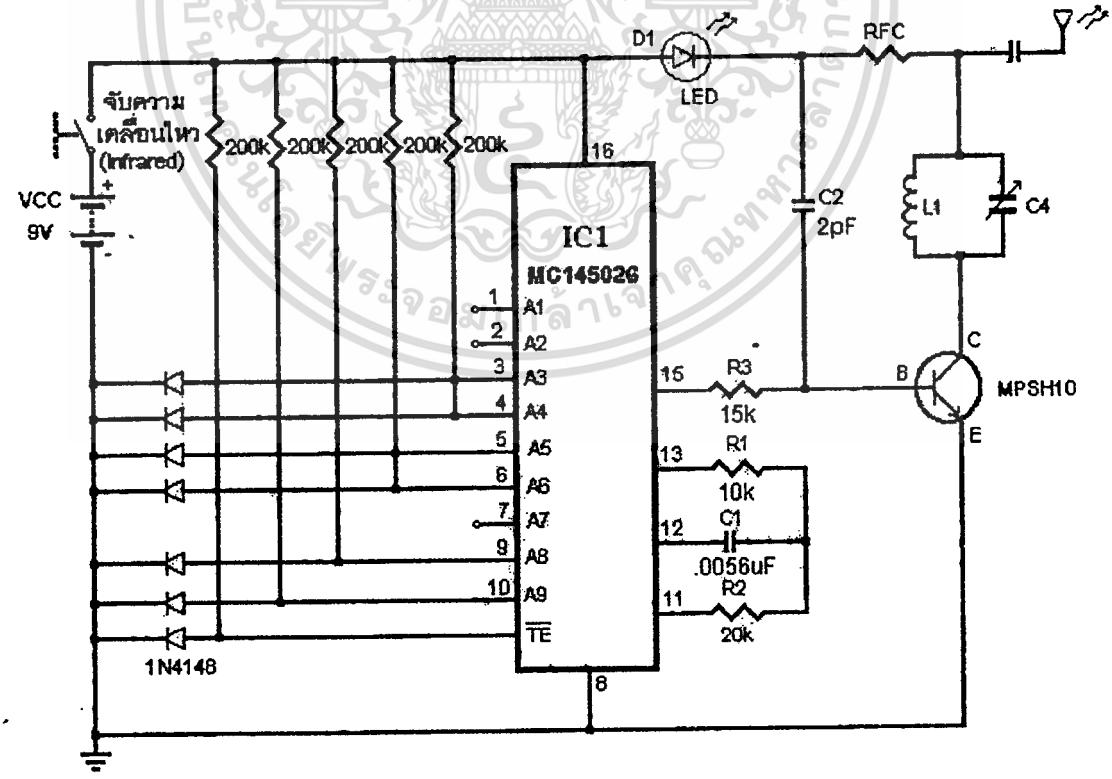
3.1.3 วงจรของภาคส่งชุดที่ 3

วงจรของภาคส่งชุดที่ 3 จะใช้ตรวจจับความเคลื่อนไหวแบบอินฟราเรด (Infrared) การทำงานของภาคส่งชุดที่ 3 ก็จะเหมือนกับการทำงานของภาคส่งชุดที่1 และภาคส่งชุดที่2 แต่มีส่วนที่แตกต่างเล็กน้อยคือ ที่ตัวเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับผู้บุกรุก

สำหรับภาคส่งชุดที่ 3 นี้เราใช้เซ็นเซอร์แบบตรวจจับความเคลื่อนไหวแบบอินฟราเรด (Infrared) ตัวตรวจจับนี้อาศัยการเปลี่ยนแปลงของอินฟราเรด แต่ไม่ใช่วิธีก่อนๆ ที่ใช้ตัวส่งพัลซ์และตัวตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของพัลซ์ที่ถูกส่งออกมา แต่จะเป็นชนิดที่เรียกว่า ชนิดส่งทางเดียว (Single-end Type) คือ มีแต่ตัวรับเท่านั้น โดยอาศัยหลักการที่เรียกว่า ตัวรับอินฟราเรดชนิดพาสซีฟ (Passive Infrared Detector) คือ การตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความร้อน จากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากตัวของคนหรือสัตว์ ในขณะที่มีการเคลื่อนไหวในตัวคนหรือสัตว์ จะมีพลังงานความร้อนแผ่ออกมาในปริมาณที่แน่นอนอยู่จำนวนหนึ่ง แต่เมื่อเกิดการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว จะเป็นเหตุให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไป แถบอินฟราเรด (Infrared Region) พลังงานที่แผ่ออกมาจะถูกตรวจจับด้วยตัวตรวจจับที่เรียกว่า ไพโรอิเล็คตริค โดยมีเลนส์กรองแสงเฟรชนอลเลนส์ (Freshnel Lens) เป็นตัวช่วยตัดแสงที่ไม่ต้องการออก และยอมให้แสงในย่านที่ตามองไม่เห็น (อินฟราเรด) ผ่านไปได้ ทั้งยังเป็นตัวกำหนดรัศมีของการตรวจจับให้ได้ความไวสูงขึ้นอีกด้วย เฟรชนอลเลนส์ประกอบด้วยเลนส์ขนาดเล็ก ๆ หลายชุดวางเรียงกันไปซึ่งจะให้ความยาวโฟกัสที่สั้นมาก ในการใช้งานพื้นที่ที่ถูกตรวจจับจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ ตามจำนวนเลนส์ที่ประกอบเข้าด้วยกัน เมื่อจำนวนเลนส์เพิ่มมากขึ้น ก็จะทำสามารถตรวจจับครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างขึ้น เมื่อมีคนและสัตว์ เคลื่อนที่ผ่านจากพื้นที่ส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง ซึ่งอยู่ในรัศมีของเฟรชนอลเลนส์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางอุณหภูมิ โดยมีเลนส์ทำหน้าที่เป็นตัวรวมแสงหรือพลังงานความร้อนที่แผ่ออกมานี้ไปยังจุดโฟกัส ซึ่งที่จุดนี้เป็นตำแหน่งที่เราได้ติดตั้งตัวรับแสงคือ ไพโรอิเล็คตริคไว้ซึ่งมันจะรับรู้การเปลี่ยนแปลงและผลิตสัญญาณป้อนเข้าวงจรกำเนิดสัญญาณเตือนภัยอีกที่หนึ่ง



รูปที่3.4 แสดงวงจรภาคส่งชุดที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรตัวตรวจจับไพโรอิเล็คตริคต้องการไฟเลี้ยงในช่วง 2.2 - 10 โวลท์ ในที่นี้เราจ่ายไฟเลี้ยงให้ 5 โวลท์ เมื่อมีสัญญาณถูกตรวจจับได้ สัญญาณอินพุทซึ่งมีกำลังอ่อนมากๆ จะถูกส่งมายังวงจรขยายสัญญาณกำลังสูง 2 สถานะ โดยวงจรขยายชุดแรกจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส และวงจรขยายชุดที่สองจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณแบบกลับเฟส จะทำให้เมื่อเวลามีสัญญาณผ่านเข้ามาทางอินพุท จะทำให้แรงดันที่ขา 7 ของ LF351 ตกลงซึ่งการจัดวงจรแบบนี้ จะทำให้มีคุณสมบัติเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดัน โดยมี VR1 เป็นตัวตั้งระดับความแรงของสัญญาณที่จะให้วงจรเริ่มทำงาน ซึ่งก็เป็นการปรับความไวของเครื่องมือตรวจจับนั่นเอง โดยปกติเมื่อยังไม่มีสัญญาณเข้ามาต้องปรับ VR1 ให้แรงดันที่ขา 2 ของ uA741 มีค่าน้อยกว่าที่ขา 3 อยู่เล็กน้อย จนทำให้แรงดันที่ขา 6 มีสถานะเป็นแรงดันบวกสูงสุด จากนั้นถ้าหากมีสัญญาณเข้ามาจะทำให้แรงดันที่ขา 3 ของ uA741 ตกลง หากตกลงจนมีค่าน้อยกว่าแรงดันที่ขา 2 จะทำให้แรงดันที่ขา 6 ตกเป็น 0 ไป วงจรตรวจจับแบบอินฟราเรดให้ผลการทำงานที่ดีมาก แต่วงจรตรวจจับแบบนี้จะแตกต่างจากวงจรตรวจจับแบบอื่นตรงที่สามารถรับรู้ได้เฉพาะวัตถุที่เคลื่อนที่ได้เท่านั้น และวัตถุนั้นต้องแผ่รังสีอินฟราเรดอีกด้วย จากเงื่อนไขอันนี้ ฝน หิมะ หรือ แมลงตัวโตๆ ไม่มีสิทธิ์รบกวนการทำงานของมันอย่างแน่นอน

3.2 วงจรภาครับ (Receiver)

ภาครับจะรับสัญญาณจากภาคส่งที่มีการตั้งรหัสที่ภาคส่ง จะต้องตั้งรหัสแอดเดรสที่ภาครับให้ตรงกับภาคส่ง ถ้าภาคส่งชุดที่ 1 ส่งสัญญาณเอาท์พุท (Output) มาที่ขา 11 ของ IC_2 จะเปลี่ยนสถานะเป็นระดับสูง (High) และถ้าภาคส่งชุดที่ 2 ส่งสัญญาณเอาท์พุท (Output) มาที่ขา 11 ของ IC_3 จะเปลี่ยนสถานะเป็นระดับสูง (High) และเช่นเดียวกันถ้าภาคส่งชุดที่ 3 ส่งสัญญาณเอาท์พุท (Output) มาที่ขา 11 ของ IC_4 จะเปลี่ยนสถานะเป็นระดับสูง (High) ซึ่งเราจะนำสัญญาณเอาท์พุททั้ง 3 ไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล และแสดงผลออกทางจอ LCD ซึ่งที่ภาครับจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

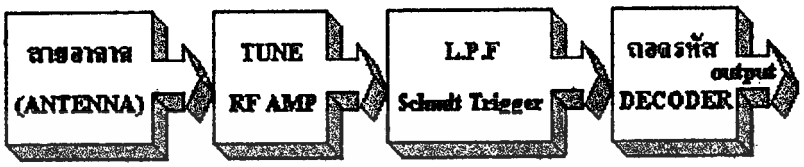
- **ส่วนดีเทคสัญญาณ (Detect)** โดยใช้สายอากาศเปลี่ยนจากคลื่นสนามแม่เหล็กเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วนำสัญญาณนี้มาดีเทคออกเป็นสัญญาณข้อมูลเลขฐาน 2

- **ส่วนขยายสัญญาณ** โดยสัญญาณที่ดีเทคได้นั้นจะมีระดับที่ต่ำมาก จึงต้องนำมาขยายให้สูงขึ้น และปรับแต่งรูปร่างสัญญาณให้เหมือนต้นฉบับที่ส่งมา โดยใช้ IC LM358

- **ส่วนถอดรหัส (Decoder)** โดยจะเอาสัญญาณที่ผ่านการดีเทคแล้วมาเข้า IC MC145027 เป็นตัวถอดรหัส ถ้าการลำดับของรหัสที่ภาคส่งตรงกับภาครับก็จะทำให้ Output ที่ขา 11 ของ IC MC145027 มีสถานะเป็น High แล้วส่งให้ส่วนประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนประมวลผล (Display) โดยนำสัญญาณที่ถอดรหัสมาผ่านไอซี(IC) มัลติเพล็กซ์ (Multiplex) 3 to 8 เพื่อให้ตรงกับพอร์ต (Port) ของชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แล้วนำมาประมวลผลค่าสัญญาณที่ส่งมาว่า เป็นของภาคส่งชุดใดแล้วแสดงผล ในรูปของเสียงไซเรน และแอลซีดี (LCD)

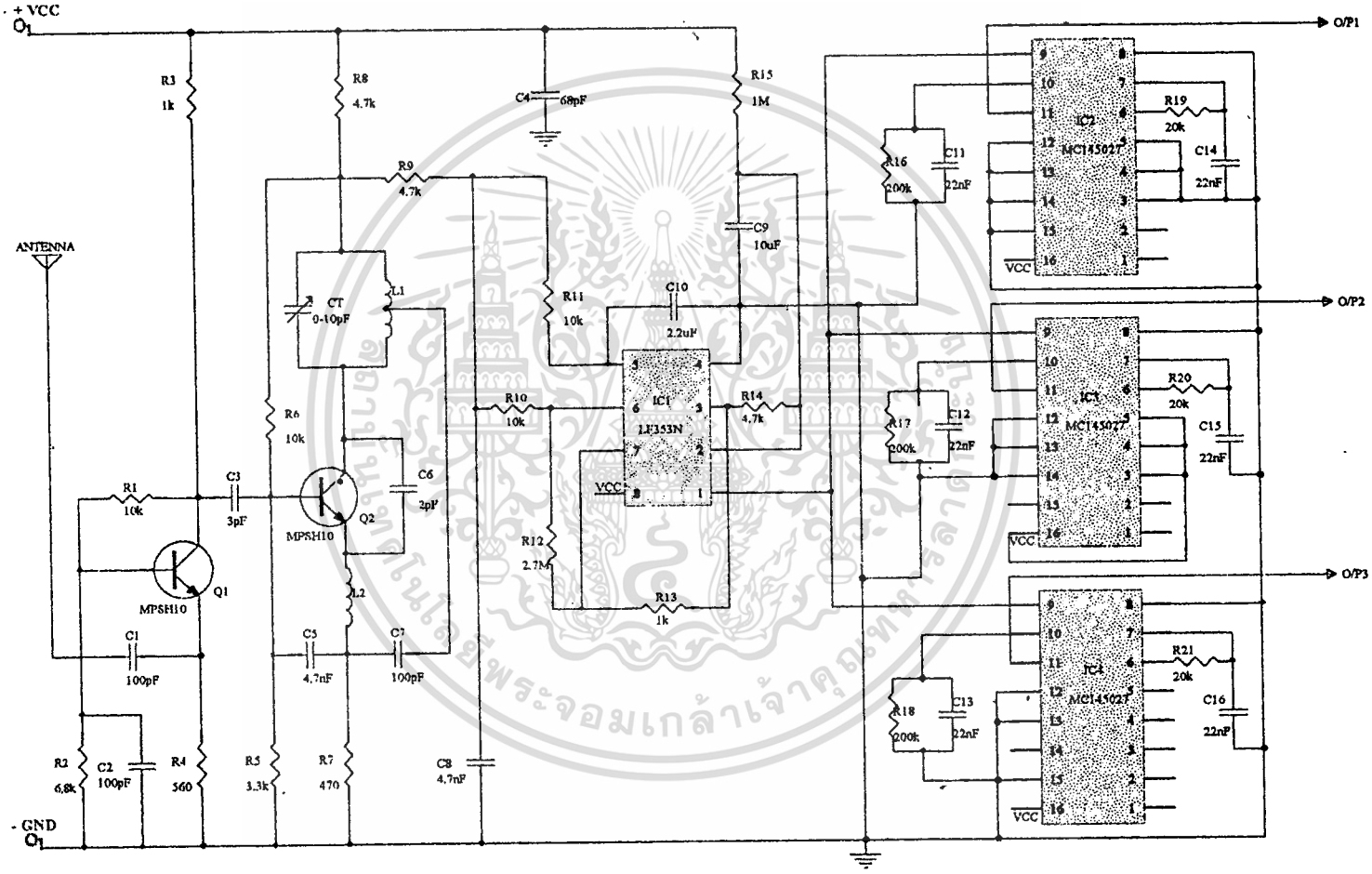


รูปที่3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของภาครับ

การทำงานของวงจรภาครับ

เริ่มที่วงจรส่วนแรกเป็นภาครับสัญญาณวิทยุที่ทำงานในย่าน UHF สายอากาศที่รับสัญญาณ RF เข้ามาที่ Q_1 เพื่อทำการขยายให้สูงขึ้น สัญญาณที่ถูกขยายแล้วจะผ่าน C_3 เข้ามาที่ Q_2 ซึ่งที่ทรานซิสเตอร์ Q_2 นี้ ลักษณะการต่ออุปกรณ์ร่วมทำหน้าที่เป็นวงจรรับแบบเย็นเนอเรทีฟ ที่มีการดีเท็คสัญญาณในตัวเอง (Self-Detecting Regenerative Receiver) โดยมี C_5 และ C_7 เป็นตัวส่งผ่านสัญญาณ RF เข้ามาที่วงจรแทงค์จูน (Tank Tune) C_T และ L_1 วงจรแทงค์จูนจะทำการเลือกความถี่ที่เราต้องการจะรับและมี C_6 และ L_2 ทำการดีเท็ค (Detect) ให้ความถี่ต่ำเท่านั้นที่ถูก Q_2 ขยายและสัญญาณที่ดีเท็คได้ เป็นสัญญาณข้อมูลเลขฐานสอง (Binary) และจะผ่าน R_9 เข้าไปยังวงจรขยายกลับ ส่วนสัญญาณอินเวอร์ติ้งแอมปลิไฟเออร์ (Inverting Amplifier) และ วงจรชมิตต์-ทริกเกอร์ (Schmitt-Triger) โดยมี R_{10} และ R_{12} เป็นตัวกำหนดเกรนของวงจรขยายและมี C_9 เป็นตัวกำหนดแรงดันอ้างอิง (Referent) ของวงจรชมิตต์-ทริกเกอร์ ซึ่งทั้งวงจรขยาย และวงจรชมิตต์-ทริกเกอร์ จะรวมอยู่ใน IC_1 (LF353N) เป็น IC - Dual Low Noise JFET Input Op Amp ข้อมูลดิจิตอล (Binary) ที่ผ่านวงจรชมิตต์-ทริกเกอร์แล้ว จะมีรูปสัญญาณเหมือนต้นฉบับที่ส่งมาทางเครื่องส่ง และสัญญาณนี้จะออกที่ขา 1 ของ IC_1 ผ่านเข้ามาที่อินพุทขา 9 ของ IC_2 , IC_3 และ IC_4 ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวถอดรหัสไทรนารี่ (Trinary Decoder) โดย IC_2 จะทำหน้าที่ถอดรหัสของสัญญาณที่ส่งมาจากภาคส่งชุดที่ 1 และ IC_3 จะทำหน้าที่ถอดรหัสของสัญญาณที่ส่งมาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.6 แสดงวงจรของภาครับ

ภาคส่งชุดที่ 2 และ IC_4 จะทำหน้าที่ถอดรหัสของสัญญาณที่ส่งมาจากภาคส่งชุดที่ 3 ตามลำดับ ถ้าสัญญาณเข้าสัญญาณเข้ารหัสที่ส่งมาจากเครื่องส่งมีการจัดลำดับรหัส (Code Sequence) สอดคล้องกับการตั้งรหัสไว้ที่ IC_2 , IC_3 และ IC_4 ทั้งทางด้านแอดเดรสไลน์ (Address Line) และทางด้านอัตราของการจัดลำดับรหัส (Rate Of The Code Sequence) ซึ่งค่านี้กำหนดได้จากค่าของ R_{16} ถึง R_{21} และ C_{11} ถึง C_{16} เมื่อมีการตั้งรหัสแอดเดรสที่ภาคส่งและภาครับตรงกันแล้ว ถ้าภาคส่งชุดที่ 1 ส่งสัญญาณเอาท์พุทมาที่ขา 11 ของ IC_2 จะเปลี่ยนสถานะเป็นระดับสูง (High) และถ้าภาคส่งชุดที่ 2 ส่งสัญญาณเอาท์พุทมาที่ขา 11 ของ IC_3 จะเปลี่ยนสถานะเป็นระดับสูง (High) และเช่นเดียวกันถ้าภาคส่งชุดที่ 3 ส่งสัญญาณเอาท์พุทมาที่ขา 11 ของ IC_4 จะเปลี่ยนสถานะเป็นระดับสูง (High) ซึ่งเราจะนำสัญญาณเอาท์พุททั้ง 3 (o/p1 , o/p2 และ o/p3) ไปให้ไมโครคอนโทรเลอร์ประมวลผลต่อไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

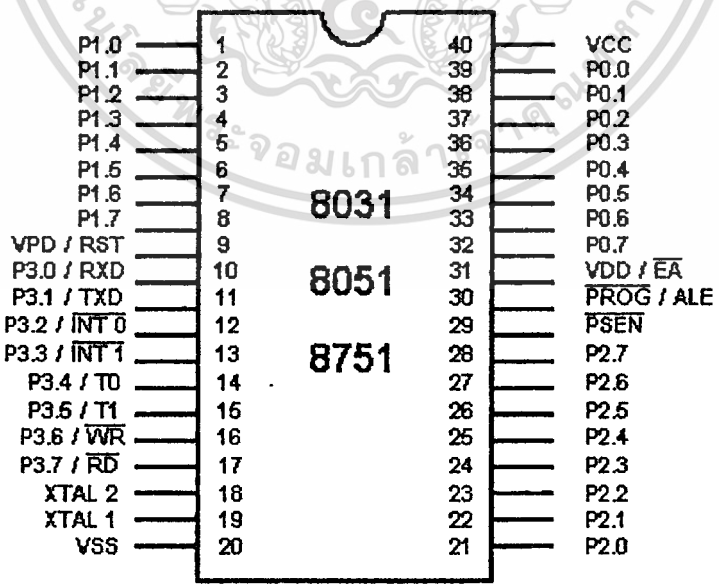
บทที่ 4
สถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งเป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิพเดี่ยว (ไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกก็สามารถทำงานได้) มีความสะดวกในการใช้งาน และเขียนโปรแกรมควบคุม MCS-51 นี้เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองความต้องการของผู้ใช้คือ มีสายอินพุตเอาต์พุตภายในตัวเองพอร์ตของอินพุต และเอาต์พุตบัฟเฟอร์อินเตอร์เฟส และสายควบคุมอื่นๆ ที่ใช้สำหรับแยกข้อมูลกับแอดเดรส และยังมีชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูล

4.1 การจัดขาลักษณะภายนอกของ MCS-51

ในรูปที่ 4.1 แสดงการจัดขาตามลักษณะภายนอกของ MCS-51 ซึ่งจะมีการแบ่งกลุ่มการจัดขาตามสถาปัตยกรรมของ MCS-51 อยู่ 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มขารับแหล่งจ่ายไฟฟ้า และระบบสัญญาณนาฬิกา
2. กลุ่มขาแอดเดรสและข้อมูล
3. กลุ่มขาควบคุม
4. กลุ่มขาพอร์ตแบบขนานและอนุกรม



รูปที่4.1 แสดงการจัดขาตามลักษณะภายนอกของชิพ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดหน้าที่ขาแต่ละขามีดังนี้

ขา Vss (ขา20) เป็นขาสำหรับต่อลงดิน

ขา Vcc (ขา40) เป็นขาที่ต่อแรงดันไฟกระแสตรงขนาด 5 V และใช้สำหรับการโปรแกรม

ขา PORT0 (P0.0-P0.7/ AD0-AD7) (ขา 32-37) ทำหน้าที่เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิตแบบ Open Drain Bi-directional สามารถที่จะรับโหลดทีทีแอลได้ 8 ตัว การเขียนค่า "1" ไปที่พอร์ตนี้ จะเป็นการปล่อยลอย (Float) ขาของพอร์ตนี้ ทำให้มันทำงานเป็นอินพุต มีสถานะอิมพีแดนซ์สูง

ขา PORT1 (P1.0-P1.7) (ขา 1-8) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต แบบ Open Drain Bi-directional พร้อมด้วยการพูลอัพภายใน ถ้าเป็นพอร์ตเอาต์พุตบัฟเฟอร์ สามารถขับโหลดทีทีแอลตระกูลแอลเอสไอได้ 4 ตัว พอร์ต 1 เมื่อถูกเขียนค่า "1" ด้วยโปรแกรม มันจะมีสถานะสูงด้วยการพูลอัพภายใน

ขา PORT2 (P2.0P2.7) (ขา 21-28) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิตแบบ Open Drain Bi-directional ด้วยการพูลอัพภายใน พอร์ต 2 ที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์เอาต์พุต สามารถจ่ายโหลดทีทีแอลตระกูลแอลเอสได้ 4 ตัว อีกหน้าที่หนึ่งของพอร์ตร่วมกับหน่วยความจำภายนอกเพื่อให้แอดเดรสได้ถึง 16 บิต

ขา PORT 3 (P3.0-P3.7) (ขา 10-17) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิตแบบพูลอัพภายใน นอกจากทำเป็นพอร์ตไอโอที่สามารถรับโหลดทีทีแอล พวกตระกูลแอลเอสได้ 4 ตัว แล้วยังมีอีกหน้าที่หนึ่งของตระกูล MCS-51 ตามรายการข้างล่างนี้ด้วย

ขาพอร์ต	ขา	การทำงานตามฟังก์ชั่นพิเศษ
P3.0	10	RxD พอร์ตอนุกรมอินพุต
P3.1	11	TxD พอร์ตอนุกรมเอาต์พุต
P3.2	12	INTO อินเตอร์รัพต์ภายนอกตัวที่ 1
P3.3	13	INT 1 อินเตอร์รัพต์ภายนอกตัวที่ 2
P3.5	14	T0 สัญญารกระตุ้นเข้าที่ตัวจับเวลา/ตัวนับ 0
P3.6	15	T1 สัญญาณกระตุ้นเข้าที่ตัวจับเวลา/ตัวนับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.7	16	WR สัญญาณควบคุมการเขียน
P3.8	17	RD สัญญาณควบคุมการอ่าน

การที่จะให้ทำงานตามฟังก์ชั่นข้างบนได้ จะต้องติดตั้งโปรแกรมด้วย การส่งค่า "1" ไปแลทช์ไว้ก่อนที่ให้ทำงานตามฟังก์ชั่นข้างบน

ขา RST (ขา 9) ต้องคงสถานะค่าสูงเป็นเวลาประมาณอย่างน้อย สองไซเคิ้ลระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ทำงานขณะที่ต้องการรีเซต (Reset) ทั้งระบบงานโดยจะต่อรีซิสเตอร์พูลดาวน์ (8.2 กิโลโอห์ม)จากขา RST ไปลงดิน

ขาALE/PROG (ขา 30) เป็นขาแอดเดรสแลทช์อีนาเบิ้ลด้วยการส่งพัลส์ออกไปใช้ สำหรับแลทช์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำจากพอร์ต 0 ในระหว่างการเข้าถึงข้อมูลจากหน่วยความจำภายใน ALE จะถูกส่งสัญญาณนาฬิกาออกมาใน อัตราความเร็วคงที่ ที่ 1/8 ของความถี่ออสซิเลเตอร์ตลอดเวลา

ขา PSEN (ขา 29) Program Storage Enable เป็นสโตรบอ่านข้อมูลจากโปรมแกรม หน่วยความจำภายนอก เมื่อซิพทำงานด้วยโปรแกรมหน่วยความจำภายนอก ขาPSEN จะสร้างสโตรบต่ำสองครั้งภายในแต่ละแมชชีนไซเคิ้ล สัญญาณจะมีสถานะสูง หรือพัลส์ต่ำทั้งสองลูกจะหายไป เมื่อทำงานในช่วงการอ่าน หรือเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก และ PSEN ไม่มีพัลส์ส่งออก ถ้าซิพทำงานด้วยโปรแกรมหน่วยความจำภายใน

ขา EA/Vpp (ขา 31) ถ้ามีสถานะสูง ตัวซีพียูในชิพจะทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำภายใน (โดยที่โปรมแกรมจะต้องไม่ยาวกว่า 4 กิโลไบต์ สำหรับเบอร์ 8051 AH และ 8 กิโลไบต์ สำหรับเบอร์ 8052 AH) การทำให้ EA มีสถานะต่ำจะเป็นการควบคุมให้ซีพียูทำงาน ตามโปรแกรมหน่วยความจำภายนอก ซึ่งขยายโปรแกรมได้ยาวถึง 64 กิโลไบต์

ขา XTAL1 (ขา 19) ใช้เป็นตัวอินพุตเข้าสู่ตัวออสซิเลเตอร์ขยายแบบ Invert

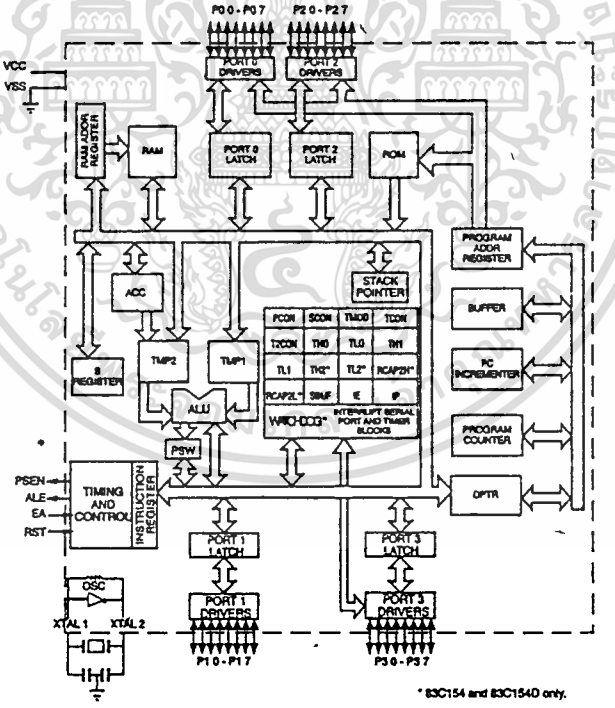
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา XTAL2 ใช้เป็นตัวเอาต์พุตเข้าสู่ตัวออสซิเลเตอร์ขยายแบบ Invert

(ขา 18)

4.2 การจัดการทางสถาปัตยกรรม

จากรูปที่ 4.2 จะแสดงบล็อกไดอะแกรมที่แบ่งตามลักษณะงานทางสถาปัตยกรรมภายใน MSC-51 โดยชิงเกิลชิพแต่ละตัวของตระกูลนี้ จะประกอบด้วยหน่วยศูนย์กลางประมวลผล หน่วยความจำสองชนิดคือ แบบ RAM กับ ROM หรือ EPROM พอร์ตเอาต์พุตอินพุตโหมด รีจิสเตอร์สถานะและข้อมูล ส่วนวงจรตรรกในการ RANDOM ที่จำเป็นสำหรับตัวแปรของฟังก์ชั่น การต่อพ่วงส่วนต่างๆ ที่กล่าวนี้จะติดต่อกันด้วยบัสข้อมูลขนาด 8 บิต และจะมีบัฟเฟอร์สำหรับการติดต่อข้อมูลกับภายนอกผ่านพอร์ตอินพุตเอาต์พุต เมื่อต้องการขยายหน่วยความจำหรือพอร์ตอินพุตเอาต์พุต



รูปที่4.2 แสดงสถาปัตยกรรมภายในของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 หน่วยศูนย์กลางประมวลผลหรือซีพียู

ซีพียูเป็นมันสมองของระบบไมโครคอมพิวเตอร์การอ่านโปรแกรม และทำงานตามคำสั่งโปรแกรมจะกระทำที่ส่วนนี้โดยการใช้ส่วนคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ทำงานร่วมกับรีจิสเตอร์ A , B , PSW (Program Status Word) , SP (Stack Pointer) ตัวนับโปรแกรม (PC:Program Conter) ขนาด 16 บิต และตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล (DPTR:Data Pointer) ส่วนคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ (ALU : Arithmetic Logic Unit) ALU นี้ทำงานในฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ด้วยตัวแปรต่าง ๆ ขนาด 8 บิต ที่มีลักษณะการทำงานทางคณิตศาสตร์เป็น บวก ลบ คูณ หาร รวมทั้งทางตรรกศาสตร์ เช่น AND OR XOR รวมทั้งการเลื่อน และวนรอบบิต การเคลียร์ค่า และกลับค่า (Complement) เป็นต้น

สิ่งสำคัญในการทำงานทางสถาปัตยกรรมของ MCS-51 คือ ความสามารถในการทำงานสำหรับข้อมูลขนาด 8 บิต และ 1 บิต การใช้งานในระดับในการเซตเคลียร์ หรือกลับค่าการเคลื่อนย้ายการทดสอบ และใช้ในการคำนวณทางตรรกขนาด 1 บิต ความสามารถเช่นนี้เหมาะสำหรับใช้ในงานควบคุมของสัญญาณเข้า และออกที่มีการคิดและออกแบบทางตรรกด้วยพีชคณิต Boolean ซึ่งโดยปกติทำได้ลำบากสำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ทั่ว ๆ ไป งานในลักษณะเช่นนี้จึงได้ชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า ตัวประมวลผลบูลีน (Boolean Processor)

1. แอกคูมิวเตอร์ (Accumulator : ACC)

MCS-51 ก็เช่นเดียวกับ MCS-48 ที่ใช้ ACC ที่มีขนาด 8 บิต ตัว ACC ยังสามารถใช้เป็นตัวแหล่งกระทำหรือถูกกระทำในการทำงานทางตรรกและใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายเทข้อมูลในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกไอโอ และหน่วยความจำภายนอก รวมถึงการตรวจสอบตารางข้อมูล

2. รีจิสเตอร์ B

เป็นรีจิสเตอร์พิเศษที่ใช้งานสำหรับคำสั่งของการคูณ และหารโดยใช้เป็นที่เก็บตัวคูณหรือตัวหาร และที่เป็นที่เก็บผลลัพธ์ตัวที่สองหลังการคูณและเศษหลังการหาร

3. รีจิสเตอร์คำแสดงสถานะโปรแกรม (Program Status Word : PSW)

รีจิสเตอร์ PSW เป็นรีจิสเตอร์ที่แสดงผลที่ได้หลังจากการใช้คำสั่งต่างๆ และใช้เป็นตัวเลือกกลุ่มการทำงานของรีจิสเตอร์กลุ่มต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์	ตำแหน่ง	ข้อกำหนดการทำงาน
CY	PSW7	แฟลกตัวทดจะเซต/เคลียร์ด้วยฮาร์แวร์หรือซอฟต์แวร์ ระหว่างผลลัพธ์ หลักการใช้คำสั่งทางคณิตศาสตร์ หรือ ตรรกศาสตร์ที่แน่นอน
AC	PSW6	แฟลกตัวทดของ Auxitiary จะเซต/เคลียร์ด้วยฮาร์ดแวร์ระหว่างการบวก และลบที่แสดงผลจากการทดหรือยืมจากบิตที่ 3 ของ ACC
FO	PSW5	แฟลก 0 จะเซต/เคลียร์ ด้วยซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้กำหนดสถานะแฟลกนี้เอง
RS1	PSW4	รีจิสเตอร์ตัวควบคุมการเลือกแบงค์ด้วยค่า RS1 และ RS0
RS2	PSW3	จะเซต/เคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์ เพื่อเลือกกลุ่มรีจิสเตอร์ทำงานในแต่ละแบงค์โดยปรับค่าใน RS1 และ RS0 ให้อีนาเบิลดลุมลักษณะการเลือกแบงค์ต่อไปนี้ RS1 RS0 เลือกแบงค์ ค่าแอดเดรส 0 0 แบงค์ 0 00H-07H 0 1 แบงค์ 1 08H-0FH 1 0 แบงค์ 2 10H-17H 1 1 แบงค์ 3 18H-1FH
0V	PSW2	แฟลก Overflow จะเซต/เคลียร์ด้วยฮาร์ดแวร์ระหว่างหารใช้คำสั่งที่แสดงผลถึงการเกิดลักษณะ Overflow ทางคณิตศาสตร์
-	PSW1	บิตสำรองจะไม่สามารถเซต / เคลียร์ ด้วยผู้ใช้เพราะสำรองไว้สำหรับโรงงานผู้สร้าง
P	PSW0	แฟลกพาริตี้ จะเซต/เคลียร์ด้วยฮาร์ดแวร์ ในแต่ละไซเคิลคำสั่งแสดงถึงตัวเลขค่า "1" ในแต่ละบิตของแอกคูมิวเลเตอร์ เช่น "1" มี 6 ตัวจะเป็นพาริตี้คู่ P บิตจะเท่ากับ 0

ตารางที่ 4-1 รีจิสเตอร์คำแสดงสถานะโปรแกรม

4. ตัวชี้สแตก (Stack Pointer : SP)

MCS-51 จะใช้ RAM ภายในเป็นบริเวณสแตกทางฮาร์ดแวร์ สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมหลักสแตกการผ่านพารามิเตอร์ระหว่างงานในแต่ละส่วน โปรแกรมและสแตกเก็บตัวแปรข้อมูลชั่วคราว หรือสแตกการเก็บสถานะระหว่างการบริการบริการงานอินเตอร์รัพต์ไว้ภายในชิพโดยที่ SP จะมีขนาด 8 บิต จะเพิ่มค่าขึ้นโดยอัตโนมัติก่อนที่ข้อมูลจะนำมาเก็บในหน่วยความจำระหว่างการใช้คำสั่ง PUSH และ CALL และจำลดค่าของ SP ลงหลังจากที่ได้ถ่ายเทข้อมูลออกไปแล้ว ในคำสั่ง POP หรือ RETURN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ตัวชี้ข้อมูล (Data Pointer : DPTR)

DPTR รีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ที่ประกอบด้วยไบต์สูง (DPH) และไบต์ต่ำ (DPL) ที่สามารถเลือกแบ่งออกเป็นรีจิสเตอร์ 8 บิตสองตัวที่ใช้ได้อย่างอิสระ หรือจะใช้รวมกันทั้ง 16 บิตก็ได้ ในการ Increment หรือ Decrement เพื่อประโยชน์ในการใช้เป็นฐานของเลขที่อยู่ในรีจิสเตอร์ในการกระโดดโดยทางอ้อม ในการใช้คำสั่งเกี่ยวกับตารางข้อมูล และชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำภายนอก

6. พอร์ต 0 ถึง 3

รีจิสเตอร์ P0 , P1 , P2 และ P3 ของกลุ่มรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register :SFR) จะเป็นตัวรีจิสเตอร์ที่แลทช์ค่าของพอร์ต 0 , 1 , 2 , 3 ตามลำดับ ในขณะใช้งาน

7. บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรม (Serial Data Buffer : SBUF)

บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรมแบ่งออกเป็นรีจิสเตอร์สองตัว ตัวหนึ่งเป็นบัฟเฟอร์การส่งและอีกตัวเป็นบัฟเฟอร์การรับ เมื่อข้อมูลถ่ายเทเข้า SBUF มันจะถ่ายเข้าบัฟเฟอร์ส่งซึ่งเป็นตัวจักการส่งข้อมูลอนุกรม วิธีการเคลื่อนย้ายเข้า SBUF ขึ้นอยู่กับการติดตั้งโปรแกรมการส่งเมื่อข้อมูลย้ายออกจาก SBUF จะเป็นการรับข้อมูลจากบัฟเฟอร์ตัวรับ

8. รีจิสเตอร์ CAPTURE

ไอซีเบอร์ 8032/8052 จะมีคู่รีจิสเตอร์ (RCAP2H , RCAP2L) เพิ่มเติมเป็นรีจิสเตอร์เค็ปเจอร์ สำหรับตัวจับเวลา 2 ในโหมดการใช้งานของรีจิสเตอร์ตัวนี้ จะรับการเปลี่ยนแปลงที่เข้ามาที่ขา T2EX ตัว TH2 และ TL2 จะถอกข้อมูลเข้าไปในรีจิสเตอร์คู่ RCAP2H และ RCAP2L ด้วยการใช้ตัวจับเวลา จะมีโหมดการบรรจุอัตโนมัติขนาด 16 บิต สำหรับการใช้ตัวจับเวลา/ตัวนับ 2

9. รีจิสเตอร์ควบคุม (Control Register)

กลุ่ม SFR ที่เป็น IP , IE , TMOD , TCON , T2CON , SCON และ PCON จะประกอบด้วยบิตที่ใช้ในการควบคุม และแสดงสถานะของการใช้งานในระบบอินเตอร์รัพต์ ตัวจับเวลา/ตัวนับ และพอร์ตต่ออนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 โครงสร้างพอร์ตและการทำงาน

ในตัว MCS-51 มีพอร์ต 4 พอร์ต และทั้งสี่พอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง แต่ละพอร์ตจะประกอบด้วยแลทช์เป็น P0 ถึง P3 ของ SFR จะมีตัวขับเอาต์พุตและบัฟเฟอร์อินพุต ตัวขับเอาต์พุตของพอร์ต 0 และ 2 และบัฟเฟอร์อินพุตของพอร์ต 0 จะใช้งานสำหรับการเข้าถึงหน่วยความจำภายนอก ในการใช้งานลักษณะนี้เอาต์พุตพอร์ต 0 จะทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดไบต์ต่ำของแอดเดรส หน่วยความจำภายนอก โดยที่ค่าแอดเดรส และค่าข้อมูลจะถูกมัลติเพลกซ์ด้วยช่วงจังหวะการแฟกซ์และการอ่านหรือเขียนข้อมูล ส่วนเอาต์พุต 2 จะทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดส่งไบต์สูงของแอดเดรส ในการเข้าถึงหน่วยความจำภายนอกบางขาของตัวขับเอาต์พุต และบัฟเฟอร์อินพุตของขา 1.0 , 1.1 และพอร์ต 3 ทั้งหมดสามารถนำไปใช้งานเป็นแบบหลายฟังก์ชั่นได้ดังนี้

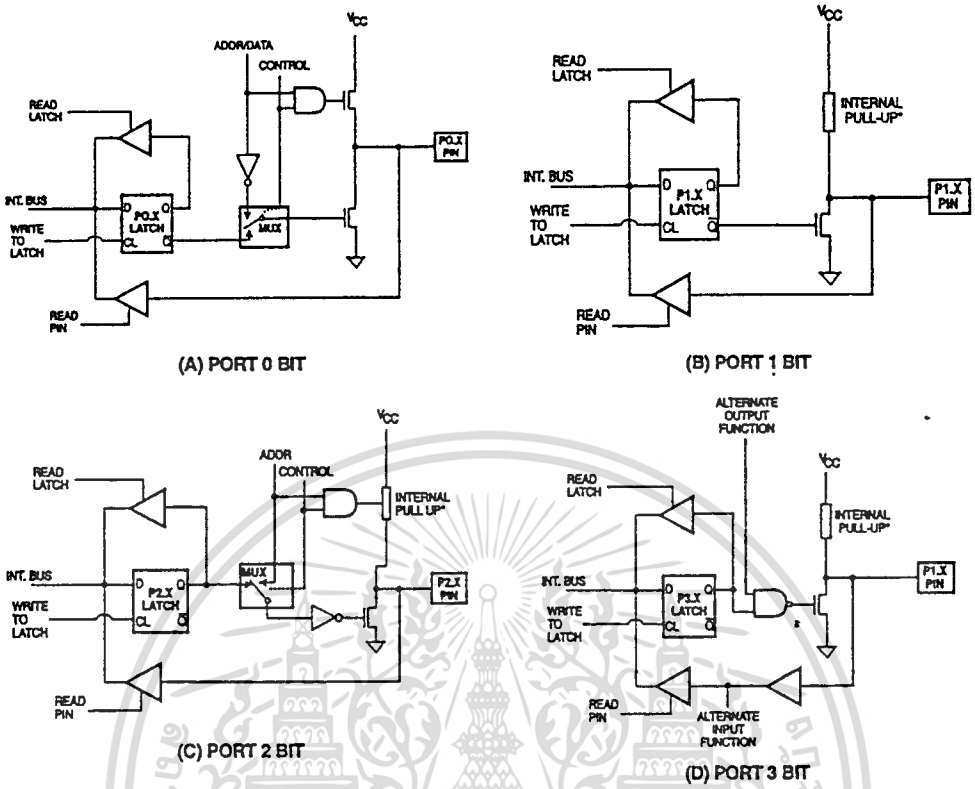
ขาพอร์ต	การใช้งานตามฟังก์ชั่น
*P1.0	T2 (Timer/Counter2 สัญญาณอินพุตจากภายนอก)
*P1.1	T2RST (Timer/Counter 2 สัญญาณอินพุตการรีเซตภายนอก)
P3.0	RxD (พอร์ตรับข้อมูลอนุกรม)
P3.1	TxD (พอร์ตส่งข้อมูลอนุกรม)
P3.2	INT 0 (การใช้อินเตอร์รัพภายนอกตัวที่ 1)
P3.3	INT 1 (การใช้อินเตอร์รัพภายนอกตัวที่ 2)
P3.4	T0 (Timer/Counter 0 สัญญาณอินพุตภายนอก)
P3.5	T1 (Timer/Counter 1 สัญญานอินพุตภายนอก)
P3.6	WR (สโตรบการเขียนหน่วยความจำภายนอก)
P3.7	RD (สโตรบการอ่านหน่วยความจำภายนอก)

ตัวขับเอาต์พุตแลทช์ในการที่จะใช้ทำงานตามตารางบน จะต้องเริ่มโปรแกรมด้วยการเซตค่า "1" เก็บในแลทช์ก่อน

1. การกำหนดใช้งานไอโอ (I/O Configuration)

จากรูปที่4.3 เป็นพอร์ตวงจรการแลทช์และบัฟเฟอร์ แสดงรูปแบบของบิตแต่ละพอร์ต ที่พอร์ต 1 , 2 และ 3 จะมีพูลอัพภายใน พอร์ต 0 เอาต์พุต เป็น Open Drain แต่ละเส้นไอโอจะเป็นอิสระในการกำหนดเป็นอินพุตหรือเอาต์พุต พอร์ต 0 และ 2 อาจใช้เป็นไอโอทั่วไปไม่ได้ ถ้าถูกกำหนดให้ใช้เป็นบัสแอดเดรสและข้อมูลแล้ว กรณีการใช้พอร์ตเป็นอินพุตนั้น จะสามารถรับการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากระดับสูงสู่ระดับต่ำ ดังนั้นการใช้ขาใดขาหนึ่งของพอร์ตเป็นอินพุตต้องทำการเซตขานั้นให้เป็นระดับสูงก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.3 แสดงวงจรการแลทช์และบัฟเฟอร์

2. การเขียนไปยังพอร์ต

การทำงานตามคำสั่งที่เปลี่ยนค่าในแลทช์ของแต่ละพอร์ต ค่าใหม่จะเข้ามาก็บในช่วงระหว่าง S6P2 ของไซเคิ้ลสุดท้ายของคำสั่งอย่างไรก็ตามพอร์ตจะเก็บค่าในแลทช์ เมื่อมีการใช้ส่งข้อมูลออกที่บัฟเฟอร์เอาต์พุตระหว่างเฟส 1 ของคาบเวลาใดๆ ของสัญญาณนาฬิกา โดยลำดับค่าใหม่ที่แลทช์ไว้ จะยังไม่ไปปรากฏที่ขาของพอร์ตจนกว่าจะถึงเฟส 1 ตัวใหม่ ซึ่งอยู่ในช่วง S1P1 ของแมชชีนไซเคิ้ลตัวต่อมา

4.5 การเข้าถึงของหน่วยความจำภายนอก

ลักษณะการเข้าถึงของหน่วยความจำภายนอกมี 2 แบบ คือ การเข้าถึงของหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก กับของหน่วยความจำข้อมูลภายนอก การเข้าถึงของหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกจะใช้ขาสัญญาณ PSEN (Program Store Enable) แอกทีฟต่ำเป็นสโตรบควบคุมการอ่าน และการเข้าถึงของหน่วยความจำข้อมูลภายนอก จะใช้ขา RD หรือ WR แอกทีฟต่ำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณสโตรบควบคุมหน่วยความจำการแฟทช์โปรแกรมภายนอกจะใช้ขาแอดเดรส 16 บิต เสมอ ส่วนการเข้าถึงของหน่วยความจำข้อมูลสามารถที่จะใช้กำหนดเลขคี่อยู่ได้ทั้ง16 บิ ตแอดเดรส เช่น MOVX @ DPTR หรือ 8 บิตแอดเดรส เช่น MOVX @Ri

เมื่อไรที่ใช้ 16 บิต แอดเดรสไบต์สูงของค่าแอดเดรสจะส่งออกที่พอร์ต 2 และจะคงสถานะค่านั้นตลอดในช่วงไซเคิ้ลการอ่านและเขียน ระหว่างช่วงเวลานี้ ตัวแลทช์ของพอร์ต 2 ใน SFR จะไม่ต้องประกอบด้วยค่า "1" และค่าข้อมูลใน SFR จะไม่มีการเซต ถ้าช่วงไซเคิ้ลการใช้หน่วยความจำภายนอกไม่มีการเข้าถึงข้อมูลในไซเคิ้ลต่อมา ค่าใน SFR ของพอร์ตจะยังคงค่าเดิมที่ขาพอร์ต 2 ตลอดช่วงไซเคิ้ลการใช้ความจำภายนอก ซึ่งมีลักษณะนี้จะเป็นการใช้งานด้านเพจของหน่วยความจำ

ในกรณีใช้แอดเดรสไบต์ต่ำเป็นช่วงเวลามัลติเพลกซ์กับข้อมูลของพอร์ต 0 ขาสัญญาณแอดเดรส/ข้อมูล จะขับ FET ทั้ง 2 ตัวในพอร์ต 0 เป็นบัฟเฟอร์ส่งข้อมูลออก ดังนั้นในการใช้งานพอร์ต 0 จะไม่มีการรับกระแสเข้า จึงไม่จำเป็นต้องพูลอัพจากภายนอก สัญญาณ ALE : Address Latch Enable ก็จะใช้เป็นขาควบคุมรับไบต์แอดเดรสเก็บไว้ภายนอก ซึ่งค่าแอดเดรสจะคงที่ที่ช่วงขอบขาลงของ ALE ดังนั้นในไซเคิ้ลการเขียนออกไปที่พอร์ต 0 ก่อนที่ WR จะแอกทีฟต่ำ ส่วนไซเคิ้ลการอ่านข้อมูลจะรับเข้ามาที่พอร์ต 0 ก่อนสโตรบ การอ่านจะปรากฏเล็กน้อย และระหว่างการเข้าถึงของหน่วยความจำภายนอกตัวซีพียูจะส่งค่า OFFH มาเก็บไว้ที่พอร์ต 0 ของ SFR

การใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก จะขึ้นอยู่กับสองกรณี คือ

1. เมื่อไรก็ตามที่ EA แอกทีฟ หรือ
2. เมื่อไรก็ตามที่ตัวนับโปรแกรม PC ประกอบด้วยตัวเลขที่มีค่ามากกว่า 0FFFH

ในรุ่นที่ไม่มี ROM ในตัวให้ใช้ค่าแอกทีฟต่ำป้อนที่ขา EA เพื่อกำหนดแฟทช์โปรแกรมภายนอกที่มีค่าต่ำกว่า 4 กิโลไบต์ได้ เมื่อโปรแกรมหน่วยความจำภายนอกถูกใช้งานทั้ง 8 บิต ของพอร์ต 2 จะส่งค่าแอดเดรสออกมาด้วย ทำให้ไม่สามารถจะใช้งานเป็นพอร์ตไอโอในระหว่างการแฟทช์โปรแกรมภายนอก เพราะจะส่งค่าไบต์สูงจาก PC ออกมาที่พอร์ต 2 นี้ แสดงระหว่างการเข้าถึงของข้อมูลภายนอก จะใช้พอร์ต 2 เป็นตัวส่งแอดเดรสไบต์สูงจาก DPH ใน SFR ขึ้นอยู่กับการใช้คำสั่งว่า จะใช้แบบให้คำสั่งส่งเอาต์พุตออกจาก DPH ในการกำหนดแอดเดรสข้อมูลภายนอก ก็จะใช้คำสั่ง MOVX @ DPTR หรือจะใช้แบบให้ข้อมูลส่งข้อมูลออกที่พอร์ตของ SFR ก็จะใช้คำสั่ง MOVX @RI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ตัวจับเวลา/ตัวนับ (Timer/Counter)

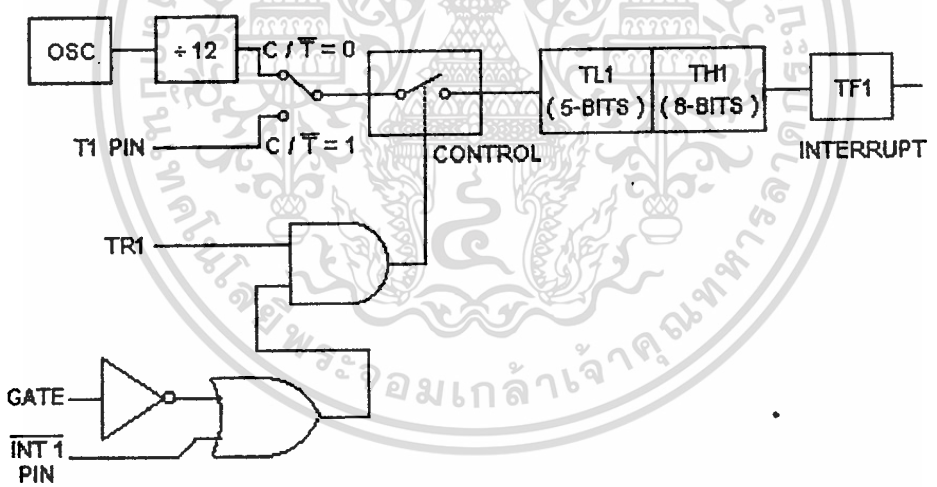
MCS-51 มี 16 บิตตัวจับเวลา/ตัวนับ 2 ตัว คือ Timer/Counter 0 และ Timer/Counter ส่วน 8032/8052 มีเพิ่มอีก 1 ชุด คือ Timer/Counter 2 ขณะที่แต่ละตัวจับเวลา/ตัวนับ สามารถที่จะติดตั้งให้ทำงานได้เป็นตัวจับเวลาหรือตัวนับก็ได้

1. ตัวจับเวลา/ตัวนับ 0 และตัวจับเวลา/ตัวนับ 1

แต่ละตัวจะถูกติดตั้งให้ทำงานเป็นตัวจับเวลาหรือเป็นตัวนับได้ด้วย การเซตหรือเคลียร์บิตที่ตัวควบคุมในรีจิสเตอร์ TMOD ในกลุ่ม SFR ในฟังก์ชั่นตัวจับเวลา ตัวรีจิสเตอร์จะเพิ่มค่าทุก ๆ แมชชีนไซเคิ้ลประกอบด้วย 12 คาบของออสซิลเลเตอร์ อัตราการนับแต่ละครั้ง จะกินเวลาเป็น 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์

โหมด 0

การใช้ตัวจับเวลา/ตัวนับ 0 หรือ 1 ให้อยู่ในโหมด 0 จะทำงานคล้ายกับของ MCS-48 โดยจับตัวเวลาของ MCS-48 มีขนาด 8 บิต มีตัว Prescaler เป็นตัวหาร 12 รูปที่4.4 แสดงการทำงานในโหมด 0 ของตัวจับเวลา/ตัวนับ 1



รูปที่4.4 แสดงโหมด 0 ของตัวจับเวลา/ตัวนับ 1

รีจิสเตอร์ตัวนับจะมี 13 บิต ประกอบด้วย TH1 8 บิต และ TL1 อีก 5 บิต อันดับต่ำส่วนอีก 3 บิตที่เหลือในอันดับสูงของ TL1 จะไม่ใช้ การเซตเฟส TR1 ให้ทำงานไม่ได้เคลียร์ค่าในรีจิสเตอร์ของ TH1 และ TL1 การทำงานโหมด 0 ในตัวจับเวลา/ตัวนับ 0 จะทำงานเหมือนกับตัวจับเวลา/ตัวนับ 1 โดยใช้ TR0 และ INT0 รวมกันควบคุมแทนสัญญาณต่างๆ ในรูปที่4.4 มีความแตกต่างในการควบคุม คือ บิตของ Gate ทั้งสอง ตัวหนึ่งจะแทนตัวจับเวลา/ตัวนับ 1 และอีกตัวจะแทนตัวจับเวลา/ตัวนับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ตัวจับเวลา/ตัวนับ 2

ตัวจับเวลา/ตัวนับ 2 เป็นตัวตัวจับเวลา และตัวนับขนาด 16 บิต แบบบรรจุเข้าโดยอัตโนมัติ และใช้รีจิสเตอร์ควบคุมของ SFR เป็นT2CON เมื่อตัวเวลา / ตัวนับ 2 ทำงานเป็นตัวจับเวลารีจิสเตอร์ตัวจับเวลา / ตัวนับ 2 จะเพิ่มค่าทุกครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิ้ล ขณะที่ใช้เป็นตัวนับ ตัวจับเวลา / ตัวนับ 2 จะเพิ่มค่าขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนสถานะจาก "1" → "0" ที่เข้ามาที่ T2 (P1.0) สัญญาณอินพุตถูกแซมปลิ้งที่ S3P2 ของทุกแมชชีนไซเคิ้ล ในการใช้ฟังก์ชั่นให้แอกทีฟ เพราะฉะนั้นเมื่อสัญญาณตัวอย่างแสดงสถานะสูงในช่วงแมชชีนไซเคิ้ลหนึ่ง และระดับต่ำในอีกไซเคิ้ลหนึ่ง การนับจะเพิ่มขึ้นหนึ่งค่าตัวใหม่จะปรากฏที่รีจิสเตอร์ตัวจับเวลา / ตัวนับ 2 ช่วง S3P1 ของแต่ไซเคิ้ล เป็นการนับหนึ่งที่สัญญาณการเปลี่ยนแปลง ถูกกระตุ้น ดังนั้น อัตราการนับสูงสุดจะเป็น 1/24 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ ไม่มีการกำหนดความกว้างของพัลซ์ของสัญญาณที่เข้ามาจากภายนอก แต่ต้องแน่ใจว่าระดับหนึ่งที่ถูกแซมปลิ้งอย่างน้อยจะต้องคลุมหนึ่งแมชชีนไซเคิ้ลก่อนที่มันจะเปลี่ยนระดับใหม่

3. Timer/Control และรีจิสเตอร์ Status

การกำหนดโหมดการทำงานและควบคุมฟังก์ชั่นต่างๆ ของตัวจับเวลา/ตัวนับ จะควบคุมได้ที่ SFR :Special Function Register TMOD , TCON และ T2CON ด้วยซอฟแวร์ โดยที่เมื่อมีคำสั่งเปลี่ยนค่าบิตต่างๆ ใน TMOD , TCON ค่าที่ถูกเปลี่ยนก็จะถูกแลทช์เข้าไปที่ SFR และเกิดมีผลตามคำสั่งควบคุมที่ช่วง S1P1 ของไซเคิ้ลตัวแรกของคำสั่งต่อมารีจิสเตอร์ต่างๆ ที่ใช้นั้นทุกบิตของรีจิสเตอร์เหล่านี้จะถูกเคลียร์ด้วยการรีเซต

4.7 ชุดคำสั่งของ MCS-51

ชุดคำสั่ง MCS-51 จะมีทั้งสิ้น 111 คำสั่ง ประกอบด้วยคำสั่งที่มี 1 ไบต์อยู่ 49 คำสั่งสองไบต์ 45 คำสั่ง และอีก 17 คำสั่งที่เหลือมีขนาดยาว 3 ไบต์ รูปแบบคำสั่งออปโค้ดจะประกอบด้วยคำสั่งของนิวมอนิคที่ตามด้วยตัวโอเปอร์แรนด์ที่มีรูปแบบ คือ นิวมอนิคคำสั่งต่าง ๆ

โอเปอร์แรนด์ < >, < >

ตัวข้อมูลที่ < รับถ่ายทอดมา > , < แหล่งกำเนิด > ในฟิลด์โอเปอร์แรนด์นี้ จะมีรูปแบบที่กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ที่สามารถแทนความหมายของการเรียกใช้โหมดการกำหนดเลข ที่อยู่ตามรูปแบบของ MCS-51 MACRO ASSEMBLY LANGUAGE ซึ่งรูปแบบต่างๆ จะอธิบายการใช้ในหัวข้อรายละเอียดของชุดคำสั่ง ตามการออกแบบฮาร์ดแวร์ MCS-51 ของอินเทล การกำหนดแอดเดรส ขนาด 16 บิต หรือ 2 ไบต์ ตัวโอเปอร์แรนด์ข้อมูลจะเก็บไบต์ที่มีความสำคัญนัยต่ำไว้ที่แอดเดรสตำแหน่งสูง และไบต์ที่มีความสำคัญนัยสูงไว้ที่แอดเดรสตำแหน่งต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการทำงานตามฟังก์ชั่น ชุดคำสั่งของ MCS-51 จะถูกแบ่งเป็นลักษณะการทำงานตามฟังก์ชั่นได้ 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มการถ่ายเทข้อมูล
2. กลุ่มคณิตศาสตร์
3. กลุ่มตรรกศาสตร์
4. กลุ่มการควบคุมการถ่ายเท

1. กลุ่มการถ่ายเทข้อมูล

การถ่ายเทข้อมูลนับเป็นส่วนสำคัญของการทำงาน MCS-51 ตัวนี้จะมีการแบ่งการใช้งานย่อยออกไปเป็น 3 ขั้นด้วยกัน คือ

- เพื่อจุดประสงค์ทั่วไป
- ด้วยการกำหนดงานเฉพาะที่แอกคูมิวเลเตอร์
- เป้าหมายการกำหนดเลขที่อยู่แอดเดรส

การทำงานลักษณะงานทั้งหมดนี้ไม่มีผลต่อแฟลก PSW ยกเว้นการใช้คำสั่ง POP หรือ MOV เข้ารีจิสเตอร์ PSW

การถ่ายเทข้อมูลเพื่อจุดประสงค์ทั่วไป ได้แก่ การใช้คำสั่ง

MOV ที่จะทำงานในลักษณะการถ่ายเทข้อมูล เป็นขนาดไบต์หรือบิตก็ได้ จากตัวแหล่งกำเนิด เข้าสู่ตัวรับข้อมูลในฟิลด์โอเปอร์แรนด์

PUSH จะทำงานโดยเพิ่มค่าในรีจิสเตอร์ SP ก่อน แล้วจึงถ่ายเทข้อมูลขนาด 1 ไบต์ จากแหล่งกำเนิดที่ฟิลด์โอเปอร์แรนด์กำหนดไว้ ไปยังบริการสแตกตามตำแหน่งที่รีจิสเตอร์ SP กำหนด

POP การถ่ายเทข้อมูลขนาด 1 ไบต์ จากบริเวณสแตกตามกำแหน่งที่รีจิสเตอร์ SP กำหนดไปยังตัวรีจิสเตอร์ที่โอเปอร์แรนด์กำหนด และหลังจากนั้นรีจิสเตอร์ SP จะลดค่าลงหนึ่งค่า

การกำหนดการถ่ายเทโดยใช้แอกคูมิวเลเตอร์ จะมีคำสั่ง

XCH คำสั่งแลกเปลี่ยนขนาดไบต์ระหว่างแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์กับแอกคูมิวเลเตอร์

XCHD คำสั่งแลกเปลี่ยนขนาดนิบเบิ้ลนัยต่ำของแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์กับนิบเบิ้ลนัยต่ำของแอกคูมิวเลเตอร์

MOVX การเคลื่อนย้ายขนาด 1 ไบต์ ระหว่างหน่วยความจำข้อมูลภายนอก กับแอกคูมิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลเตอร์แอดเดรสภายนอก สามารถที่จะถูกกำหนดได้ด้วยรีจิสเตอร์ DPTR ได้เต็มขนาด 64 กิโลไบต์ หรือรีจิสเตอร์ R1 หรือ R0 ขนาด 8 บิต มีขนาดข้อมูล 256 ไบต์

MOVC การเคลื่อนย้ายขนาด 1 ไบต์ จากหน่วยความจำโปรแกรมเข้าสู่แอกคูมิวเลเตอร์ โดยใช้ตัวโอเปอร์แรนด์ใน A เป็นดัชนีตัวชี้ตารางข้อมูลได้ถึง 256 ไบต์ ด้วยการใช้ร่วมกับรีจิสเตอร์ DPTR หรือ PC เป็นฐานรีจิสเตอร์ ที่ถูกกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของกลุ่มข้อมูล จะถ่ายเทเข้าสู่แอคคูมิวเลเตอร์

การถ่ายเทข้อมูลคงที่จากการกำหนดตำแหน่งข้อมูลโปรแกรม

MOV DPTR , #DATA เป็นการโหลดขนาดข้อมูลโดยทันที 16 บิต เข้าสู่รีจิสเตอร์ DPH กับ DPL รวมเป็นรีจิสเตอร์ DATA POINTER ขนาด 16 บิต ซึ่งสามารถที่จะกำหนดตำแหน่งได้ถึง 64 กิโลไบต์

2. กลุ่มทางคณิตศาสตร์

ตัว MCS-51 มีคำสั่งเกี่ยวกับการทำงานทางคณิตศาสตร์ทางพื้นฐานสี่งานด้วยกัน และจะใช้ขนาดข้อมูล 8 บิต ที่ไม่คิดเครื่องหมายเป็นคำนวณโดยตรง อย่างไรก็ตามการใช้แฟลก Overflow ยังคงใช้งานการบวกและลบเพื่อบริการข้อมูลที่เป็นตัวเลขลงตัวทางบวก และลบได้ทางคณิตศาสตร์ยังสามารถที่จะทำงานได้โดยตรง ด้วยการใช้ค่าข้อมูลที่แทนด้วย Pack Decimal (BCD) การใช้งาน Pack Decimal คือการแทนตัวเลขฐานสิบในแต่ละหลักด้วยค่าไบนารี่ 4 บิต ดังนั้นในหนึ่งไบต์ก็จะแทนได้ 2 หลักตัวเลขฐานสิบ ส่วนตัวเป็น Unpack ก็จะเป็น 1 หลักฐานสิบต่อ 1 ไบต์

คำสั่งการบวกกัน

INC (Increment) เป็นการบวกหนึ่งเข้ากับแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์ และใส่ค่าใหม่กลับเข้าตัวโอเปอร์แรนด์เดิม

ADD เป็นการบวกค่าในแอกคูมิวเลเตอร์ เข้ากับค่าในแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์ และใส่ผลลัพธ์ กลับคืนมาที่แอกคูมิวเลเตอร์

ADDC (Add with carry) เป็นการบวกค่าในแอกคูมิวเลเตอร์กับค่าในแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์ แล้วบวกค่าที่อยู่ในบิตตัวทด และใส่ผลลัพธ์กลับคืนมาที่แอกคูมิวเตอร์

DA (Decimal-Add-Adjust) สำหรับการบวกกันทางระบบตัวเลข BCD เป็นการหรับค่าผลรวม ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการบวกกันทางไบนารี่ของระบบตัวเลข BCD ขนาด 2 หลัก สองหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนที่เป็น Packed Decimal ด้วยการใช้คำสั่ง DA จะได้ผลลัพธ์เก็บ กลับมาที่แอกคูมิวเลเตอร์ ถ้าผลลัพธ์ BCD ทำให้บิตตัวทด CY เซตจะแสดงว่าค่าที่ Packed แล้ว จะมีค่ามากกว่า 99 ส่วนผลลัพธ์ตัวที่น้อยกว่าตัวทด CY จะเคลียร์

คำสั่งการลบกัน

SUBB (Subtracwith Borrow) เป็นการนำตัวเลขที่อยู่ในแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์ ลบออกจากตัวเลขที่อยู่ในแอกคูมิวเลเตอร์ และหลังจากนั้น ก็นำค่าที่อยู่ในบิตทด CY ไปลบอีกครั้งหนึ่งแล้วนำผลลัพธ์กลับมาเก็บที่แอกคูมิวเลเตอร์

DEC (Decrement) เป็นการลบหนึ่งออกจากตัวเลขที่อยู่ในแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์และนำผลลัพธ์กลับมาเก็บที่ตัวโอเปอร์แรนด์นั้น ๆ

การคูณกัน

MULL จะเป็นคำสั่งการคูณกันแบบไม่คิดเครื่องหมายของตัวเลข ที่อยู่ในแอกคูมิวเลเตอร์ A กับตัวเลขในรีจิสเตอร์ B แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งขนาดสูงสุดได้ 2 ไบต์ นำกลับเก็บที่ AB โดยที่ A จะรับนัยไบต์ต่ำ ส่วน B จะรับนัยไบต์สูง ค่าบิต 0 V ใน PSW จะเคลียร์ถ้ารีจิส เตอร์ใน B เป็น 0 และจะเซตถ้า B ไม่เป็น 0 ส่วนบิต CY จะเคลียร์ตลอดและจะไม่มีผลต่อบิต AC

คำสั่งการหารกัน

DIV จะเป็นคำสั่งการหารกันด้วยตัวเลขที่ไม่คิดเครื่องหมายที่อยู่ในแอกคูมิวเตอร์ A ที่ถูกหารด้วยตัวเลขที่อยู่ในรีจิสเตอร์ B และนำผลลัพธ์ที่ได้กลับมาไว้ที่แอกคูมิวเตอร์ และเศษส่วนไว้ที่รีจิสเตอร์ B การหารด้วยค่า 0 จะไม่มีผลต่อข้อมูลในรีจิสเตอร์ A และ B และจะเซตบิต 0 V

ส่วนการหารด้วยค่าอื่นเนื่องจากการหารด้วยค่าตัวเลขต่างๆ บิต 0 V จะเคลียร์และจะไม่มีผลต่อบิต AC ถ้าไม่มีการหารกันด้วยตัวเลขที่ไม่เป็นแบบที่กล่าวตามข่อหน้าข้างบนนี้ แล้วค่าบิตแฟลกต่าง ๆ ใน PSW จะมีผลดังต่อไปนี้

- บิต CY เซต ถ้ามีการทำงานเนื่องจากผลของบิตอันดับสูงมีการทดเข้าสู่ หรือยืมออกจากตัวทด

- บิต AC เซต ถ้าผลจากการทำงานเกิดมีการทดจากนิบเบิ้ลต่ำ หรือสี่บิตอันดับต่ำ ระหว่างการบวกกัน หรือมีการยืมจากนิบเบิ้ลสูงเข้าสู่นิบเบิ้ลต่ำ ระหว่างการลบกัน นอกเหนือจากนี้ บิต AC จะเคลียร์

- บิต O V เซตถ้าผลจากการทำงานเกิดตัวทด ทดเข้าสู่บิตอันดับสูงสุดของผลลัพธ์แต่ไม่มีการทดบิตสูงสุดเข้าสู่บิตตัวทด หรือในทางกลับกัน คือ OV จะเคลียร์ถ้าผลลัพธ์ทำให้มีการทดจากบิตสูงสุดเข้าสู่บิตตัวทด แต่ไม่มีการทดเข้าสู่บิตอันดับสูงสุดของผลลัพธ์ ส่วนผลทางด้านอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น ทดทั้งสองครั้ง หรือไม่ทดทั้งสองครั้ง ในผลลัพธ์ บิต O V ยังใช้เป็น Two ' Complement ทางคณิตศาสตร์ เพราะมันจะเซตถ้าผลลัพธ์ที่แสดงเครื่องหมายไม่สามารถที่จะแสดงลงภายในขนาด 8 บิต

- บิต P เซตถ้าค่าฐานตัวเลข Modulo 2 หรือ ค่าตัวเลข 1 รวมกันทั้ง 8 บิต ในแอกคูมิวเลเตอร์เป็นจำนวนคี่ และบิต P จะเคลียร์ถ้ารวมกันเป็นคู่ เมื่อค่าในบิตต่างๆ ถูกเขียนเข้าไปยังรีจิสเตอร์ PSW ค่าบิต P จะไม่เปลี่ยนแปลงค่าและจะมี ผลตามค่าพาริตี้ของ A เสมอ

3. กลุ่มตรรกศาสตร์

การทำงานทางพื้นฐานทางตรรกศาสตร์ของ MSC-51 จะทำให้ทั้งขนาดไบต์ และบิตโอเปอร์แรนด์คำสั่งการทำงานโอเปอร์แรนด์ภายในตัวเองจะมี

CLR ปรับค่าในแอกคูมิวเลเตอร์ หรือการให้ตำแหน่งของแอดเดรสบิตนั้นๆ เป็น 0

SETB ปรับค่าในตำแหน่งแอดเดรสตามบิตนั้นเป็น 1

CPL ด้วยการสั่งกับค่า หรือ Complement ข้อมูลใดๆ ที่สามารถกำหนดโดยตรงโดยไม่มีผลใดๆ ต่อค่าแฟลกใดๆ PSW หรือบิตในตำแหน่งแอดเดรส RL , RLC , RR , RRC , SWAP ทั้ง 5 คำสั่ง นี้เป็นการสั่งทำงานการวนบิตที่สามารถที่สั่งให้ทำบนตัวแอกคูมิวเลเตอร์ RL เป็นการวนซ้าย RR เป็นการวนขวา RLC เป็นการวนซ้ายผ่านบิตทด CRRC เป็นการวนขวา ผ่านบิตทด C และ SWAP เป็นการวนซ้ายสี่ครั้ง สำหรับ RLC และ RRC ค่าแฟลกทด CY จะมีค่าเท่ากับบิตสุดท้ายที่วนออกมา การ SWAP จะวนซ้ายค่าข้อมูลในแอกคูมิวเลเตอร์ เป็นการเปลี่ยนค่าบิต 3 ถึง 0 กับบิต 7 ถึง 4

คำสั่งการทำงานร่วมระหว่างสองโอเปอร์แรนด์

ANL เป็นการ AND กันทางตรรก ระหว่างแหล่งกำเนิดสองโอเปอร์แรนด์ ซึ่งจะสั่งให้ทำงานตรรกข้อมูลขนาดเป็นไบต์หรือบิตก็ได้ และจะนำผลกลับมาเก็บไว้ที่ตำแหน่งตัวโอเปอร์แรนด์ที่สั่งในโอเปอร์แรนด์เป็นตัวแรก

ORL เป็นการ OR ทางตรรกกันระหว่างกำเนิดสองโอเปอร์แรนด์ ซึ่งจะส่งให้ทำงานตรรกข้อมูลขนาดเป็นไบต์หรือบิตก็ได้ และจำนำผลกลับมาเก็บไว้ที่ตำแหน่งตัวโอเปอร์แรนด์ที่สั่งในโอเปอร์แรนด์เป็นตัวแรก

XRL เป็นการ XOR ทางตรรกกันระหว่างแหล่งกำเนิดสองโอเปอร์แรนด์ ซึ่งจะส่งให้ทำงาน ตรรกข้อมูลขนาดเป็นไบต์หรือบิตก็ได้ และจะนำผลกลับมาไว้ที่ตำแหน่งตัวโอเปอร์แรนด์ที่สั่งในโอเปอร์แรนด์เป็นตัวแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.กลุ่มคำสั่งควบคุมการถ่ายเทข้อมูล

คำสั่งควบคุมการถ่ายเทข้อมูลมี 3 รูปแบบ คือ การเรียกโปรแกรมย่อยโดยไม่ต้องตั้งข้อแม้แล้วกลับคืนมาที่โปรแกรมหลักและการกระโดดไป และการกระโดยไปด้วยการตั้งข้อแม้ และการใช้อินเตอร์รัพต์การใช้คำสั่งควบคุม การทำงานด้วยเหตุจากการกำหนดข้อแม้ของตัวโปรแกรมหลักที่ทำงานอยู่ จะไม่เป็นไปตามลำดับในหน่วยความจำโปรแกรม

1. การเรียกโปรแกรมย่อยโดยไม่ต้องตั้งข้อแม้

แล้วกลับคืนมาที่โปรแกรมหลัก และการกระโดดไปตามคำสั่งการเรียกโปรแกรมย่อยโดยไม่ต้องตั้งข้อแม้แล้วกลับคืนมา และการกระโดดไปเป็นการควบคุมค่าข้อมูลของตัวนับโปรแกรมในขณะนั้น ให้กระโดดไปยังตำแหน่งแอดเดรสใหม่ที่ต้องการจะกระโดดไป การถ่ายเทมีให้ใช้ทั้งแบบโดยตรงและทางอ้อม

คำสั่ง ACALL และ LCALL จะทำงานตามลำดับ ดังนี้โดยคำสั่งจะ PUSH ค่าตำแหน่งของคำสั่งตัวต่อมาของโปรแกรมหลัก ไว้ที่บริเวณสแตก และถ่ายเทควบคุมเปลี่ยนตำแหน่งใหม่เป็นแอดเดรสที่จะกระโดดไป ACALL จะมีขนาดคำสั่ง 2 ไบต์ โดยใช้เป้าหมายแอดเดรสที่จะกระโดดไปภายใน 2 กิโลไบต์เพจ หรือใช้รหัสแอดเดรสทั้งหมด 11 บิต LCALL จะมีขนาดคำสั่ง 3 ไบต์ เป้าหมายแอดเดรสจะกระโดดไปได้เต็ม 64 กิโลไบต์ หรือใช้รหัสแอดเดรสเต็ม 16 บิต

ในการใช้แอดเดรสขนาด 11 บิต ของ ACALL จะเป็นการเปลี่ยนค่าบิตของ PC เฉพาะช่วง 11 บิตกลุ่มอันดับต่ำเท่านั้น ส่วนอีก 5 บิตในตำแหน่งกลุ่มอันดับสูงของ PC ในขนาดที่เหลือจะไม่เปลี่ยนแปลง ถ้าคำสั่ง ACALL อยู่ที่ตำแหน่งสองไบต์ของเพจขนาด 2 กิโล หลังจากเรียกโปรแกรมย่อยแล้ว จะเป็นการเรียกตำแหน่งเพจใหม่ เพราะ PC จะเพิ่มค่าไปถึงตำแหน่งคำสั่งตัวต่อมา ซึ่งจะเป็นการเรียกเพจใหม่เป็นการเปลี่ยนค่าบิตที่ 12 ไบต์แล้ว

RET คำสั่งนี้เป็นการควบคุมถ่ายเทกลับคืนสู่โปรแกรมหลัก ซึ่งค่าตำแหน่งของโปรแกรมหลักได้เก็บอยู่ที่สแตกด้วยคำสั่งการเรียกทำงานโปรแกรมย่อยก่อนหน้าที่จะทำโปรแกรมย่อย คำสั่ง RET นี้จะดึงเอาข้อมูลจากสแตกที่ชี้ ด้วย SP หรือที่เรียกว่า POP มาไว้ที่ PC และค่า SP จะลดลงสอง

AJMP, LIMP, SJMP เป็นการควบคุมถ่ายเทไปยังเป้าหมายที่ถูกกำหนดในโอเปอร์แรนด์ การทำงานของคำสั่ง AJMP และ LIMP จะมีลักษณะการเปลี่ยนแปลง และทำงานเช่นเดียวกับ ACALL กับ LCALL ยกเว้นที่ไม่มีการกลับมาที่ทำงานที่เดิม ส่วน SJMP เป็นการกระโดดถอยหลังหรือเดินหน้าภายใน 256 ไบต์เท่านั้น จากตำแหน่งของคำสั่งนี้ต่อจาก SJMP ซึ่งจะกระโดยได้ -128 ถึง +127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JMP @A+DPTR คำสั่งนี้ ใช้ความสัมพันธ์ร่วมกับรีจิสเตอร์ DPTR ค่าโอเปอร์แรนด์ใน A จะใช้เป็น Offset (0-255) ต่อจากแอดเดรสใน DPTR ดังนั้นค่าแอดเดรสที่ถูกชี้ด้วย Effective จะกระโดดไปในส่วนใด ๆ ของหน่วยความจำโปรแกรมภายใน 256 ไบต์

2. การกระโดดแบบมีข้อแม้

คำสั่งการกระโดดแบบมีข้อแม้จะกระโดดไปสู่เป้าหมายที่กำหนดให้ ขึ้นอยู่กับข้อแม้ที่ตั้งไว้และจะกระโดดไปได้ไกลจากตำแหน่งของคำสั่งตัวต่อจากคำสั่งนี้ได้ภายใน -128 ถึง +127 ซึ่งจะมีคำสั่งต่าง ๆ พอสรุปได้ดังนี้

JZ จะกระโดดได้ถ้าค่าในแอกคูมิวเลเตอร์เป็น 0

JNZ จะกระโดดได้ถ้าค่าในแอกคูมิวเลเตอร์ไม่เป็น 0

JC จะกระโดดได้ถ้าค่าในแฟลกตัวทดเซต

JNC จะกระโดดได้ถ้าค่าในแฟลกตัวทดไม่เซต หรือเคลียร์

JB จะกระโดดได้ถ้าค่าในบิตที่ถูกกำหนดด้วยการกำหนดเลขที่อยู่โดยตรงเซต

JNB จะกระโดดได้ถ้าค่าในบิตที่ถูกกำหนดด้วยการกำหนดเลขที่อยู่โดยตรงไม่เซต หรือเคลียร์

JBC จะกระโดดได้ถ้าค่าในบิตที่ถูกกำหนดด้วยการกำหนดเลขที่อยู่โดยตรงเซต และจะเคลียร์ค่าบิตใหม่ตามตำแหน่งของการกำหนดเลขที่อยู่โดยตรง

CJNZ เป็นการเปรียบเทียบกันระหว่างโอเปอร์แรนด์ตัวแรก กับโอเปอร์แรนด์ตัวที่สอง และจะกระโดดไป ถ้าหากทั้งสองค่านี้ไม่เท่ากัน และบิตทด CY จะเซตถ้าหากค่าโอเปอร์แรนด์มีค่าน้อยกว่าค่าโอเปอร์แรนด์ตัวที่สอง แต่ถ้าค่าโอเปอร์แรนด์กลับกันบิต CY จะเคลียร์การเปรียบเทียบกันสามารถเปรียบเทียบได้ระหว่าง A กับค่าไบต์ของหน่วยความจำข้อมูลภายใน หรือระหว่างค่าที่ให้โดยทันทีกับ A หรือกับตัวรีจิสเตอร์อื่น ๆ ในแบงค์ที่ถูกเรียกให้ทำงาน หรือกับข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลภายในที่กำหนดเลขที่อยู่โดยอ้อมจากตัว @Ri (i=1,2)

DJNZ เป็นการลดค่าข้อมูลภายในที่กำหนดจากตัวแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์ และนำผลกลับไปตามการกำหนดของโอเปอร์แรนด์ตัวนั้น การกระโดดจะเกิดขึ้นถ้าการลดค่านั้นแล้วมีผลลัพธ์ไม่เป็น 0 ตัวแหล่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์ของคำสั่งนี้ จะเป็นค่าไบต์ใด ๆ ในหน่วยความจำข้อมูลภายใน การกำหนดเลขที่อยู่ทั้งแบบโดยตรงหรือโดยตัวรีจิส เตอร์ สามารถที่จะถูกใช้เป็นตัวกำหนดตำแหน่งได้ จากตำแหน่งกำเนิดโอเปอร์แรนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
แนวทางการใช้งาน LCD MODULE

ปัจจุบัน LCD เป็นที่นิยมกันเป็นอย่างมาก สำหรับการแสดงผลในเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีความเหมาะสมหลายๆ ด้าน เช่น การใช้กระแสต่ำสามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรและตัวเลข หรือแสดงเป็นกราฟฟิคได้ (เฉพาะรุ่น) ขณะนี้ผู้ผลิต LCD จะทำรุ่นที่เป็น LCD จะผลิตเป็น Module ออกมาคือเป็น Module ที่มีตัว LCD และวงจรควบคุมมาให้พร้อม ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่าย และสะดวกสำหรับการเขียนโปรแกรม รวมทั้งมีจำหน่ายกันอย่างกว้างขวางและมีราคาที่เหมาะสม ทำให้ผู้ใช้งานทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์หันมาใช้แผงแสดงผลด้วย LCD Module กันมากขึ้น

LCD Module มีอยู่หลายรุ่น และมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ แบบ Dot Matrix และGraphic โดยแบบ Dot Matrix จะแสดงผลเป็นตัวอักษรขนาด 5×8 Dot และมีจำนวนอักษรและบรรทัดแตกต่างกันไปในแต่ละรุ่น ส่วนแบบ Graphic จะสามารถแสดงผลในแบบ Bit Map คือจะสร้างเป็นภาพใดๆ ก็ได้ตามต้องการ แนวทางในการใช้งานของทั้ง 2 แบบ จะมีลักษณะใกล้เคียง การใช้งานโดยทั่วไปมักจะใช้แบบ Dot Matrix มากกว่าเนื่องจากมีราคาถูกกว่า และเพียงพอต่องานส่วนใหญ่

คุณสมบัติของ Dot Matrix LCD Module สามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. มีให้เลือกหลายรุ่นตามการใช้งาน โดยมีจำนวนตัวอักษรและบรรทัดแตกต่างกันไป
2. ตัวอักษรแสดงด้วย Dot Matrix ขนาด 5×8 Dot
3. สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ 2 ลักษณะคือ แบบ Memory Map และแบบผ่าน 8255 Port ซึ่งจะใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 14 Pin (ขั้วต่อ 16 Pin)
4. การใช้งานง่ายและสะดวก ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงแค่ส่งข้อมูลได้กับแผงแสดงผลเท่านั้น ข้อความก็จะปรากฏบนแผงแสดงผล และจะค้างไว้ตลอดทำให้ไม่ต้องเสียเวลาหลักของระบบ
5. มีคำสั่งพิเศษสำหรับอำนวยความสะดวกมากมาย เช่น CLEAR ,DISPLAY ,HOME CURSOR ON OFF CURSOR , BLANK CHARACTER และอื่นๆ อีก
6. สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษและตัวเลขได้ 160 ตัวและสัญลักษณ์พิเศษอีก 32 ตัว รวมทั้งสามารถกำหนดอักษรที่ออกแบบเองได้อีก 8. ตัว
7. กินกระแสน้อยและมีน้ำหนักเบา รวมทั้งทำงานได้ด้วยไฟเลี้ยงระดับ 5 V เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 ชุดคำสั่งควบคุมและการแสดงข้อความ

ขาสัญญาณ VEE มีไว้สำหรับกำหนดความเข้มของตัวอักษร โดยถ้าต่อกับ GND จะมีความเข้มสูงสุด แต่ถ้าต่อกับ VCC จะมีความเข้มต่ำสุด ปกติ LCD รุ่นธรรมดา อาจต่อกับ GND ไว้เลยก็ได้ ไม่ต้องใส่ VR ให้สิ้นเปลือง แต่ถ้าเป็นรุ่น STN (มุมมองกว้าง) ให้ใช้ R 2K ต่อลง GND อีกที เพื่อให้ความเข้มมีความเหมาะสม การเขียนหรืออ่านข้อมูลกับ LCD Module ก็คือการกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ในการใช้งานของ LCD ตามชุดคำสั่งควบคุม และรวมไปถึงการเขียนข้อมูลที่เป็นข้อความ เพื่อให้ปรากฏบนแผงแสดงผลด้วย โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 5-1

INSTRUCTION	RS	R/W	DATA BIT								EXETIME
			7	6	5	4	3	2	1	0	
CLEAR DISPLAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1640
CURSOR AT HOME	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	1640
ENTRY MODE SET	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	40
DISPLAY ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	40
DISPLAY SHIFT	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	40
FUNCTION SET	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	40
SET CGRAM ADD.	0	0	0	1	CGRAM ADDRESS						40
SET DDRAM ADD.	0	0	1	DDRAM ADDRESS							40
BUSY ADD. READ	0	1	BF	ADDRESS							0

ตารางที่5-1 แสดงรายละเอียดชุดคำสั่ง

5.2 ความเข้าใจพื้นฐาน

1. การเขียนข้อมูลให้กับ LCD Module จะแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ Instruction และ Data โดยจะกำหนดด้วยขาสัญญาณ RS คือถ้า RS = 0 จะหมายถึงส่งสัญญาณควบคุม (Instruction) หรืออ่านค่า Flag สภาพการทำงานของ LCD Module และถ้า RS = 1 จะหมายถึงการเขียนหรืออ่านข้อมูลกับ LCD Module

2. หลักการในการเขียนข้อมูลให้ LCD Module นี้ คือเมื่อมีการเขียนข้อมูลไปแล้ว ตัว LCD Module จะต้องใช้เวลาในการทำงานชั่วขณะหนึ่ง (ตามค่า Execute Time ในตาราง) ซึ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถตรวจสอบได้จาก Busy Flag (BF) และถ้าเรียบร้อยแล้ว จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเขียนข้อมูลอันต่อไปได้ ในกรณีที่การต่อวงจรเป็นแบบ I/O Port คือไม่สามารถอ่านข้อมูลย้อนกลับได้ ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะต้องใช้วิธีการหน่วงเวลาแทน

3. การเขียนข้อมูลให้กับ LCD Module นี้ สามารถทำได้ทั้งแบบ 8 Bit และ 4 Bit โดยกรณี 4 Bit จะใช้สายสัญญาณข้อมูลเพียง 4 เส้น คือ DB4-DB7 (ใช้สำหรับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 4 Bit หรือเพื่อการประหยัดสาย) การเขียนข้อมูลจะกระทำเหมือน 8 Bit เพียงแต่ให้เขียน 2 ครั้ง คือ DB4-DB7 ก่อน แล้วตามด้วย DB0-DB3 และจะต้องกำหนดคุณสมบัติตามค่า DL ในคำสั่ง Function Set ด้วย

4. DDRAM (Display Data Ram) คือหน่วยความจำภายในตัว LCD Module ที่เป็น Buffer ของข้อมูลโดยถ้าเขียนรหัส ASCII ใด ๆ ลงไปในหน่วยความจำนี้ ก็จะปรากฏเป็นตัวอักษรที่แผงแสดงทันที

5. CGRAM (Character Generator Ram) คือหน่วยความจำภายในตัว LCD Module สำหรับเก็บภาพตัวอักษรที่ผู้ใช้สามารถสร้างได้เอง(8ตัว)โดยจะอ้าง Address ได้ทั้งหมด 64 Byte คือ 8 ตัวอักษร คูณกับ 8 Row

5.3 รายละเอียดของแต่ละคำสั่ง

1. ล้างจอแสดงผล (Clear Display) โดยการเขียนตัวอักษร Space ลงไปใน DDRAM ทั้งหมด และกำหนดค่า DDRAM Address ให้เป็น 0 พร้อมทั้ง Cursor จะกลับไปที่ตำแหน่งซ้ายบนสุดของจอภาพ

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

2. คำสั่งให้เคอร์เซอร์ไปอยู่ที่จุดเริ่มต้น (Cursor At Home) สำหรับกำหนดค่า DDRAM Address ให้เป็น 0 พร้อมทั้ง Cursor จะไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายบนสุดของจอภาพ โดยที่ข้อมูลใน DDRAM ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำสั่งกำหนดรูปแบบการใส่ข้อมูล (Entry Mode Set)

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

I / D = 0 กำหนดทิศทางของ Cursor และ DDRAM ให้เป็นแบบ Decrement

I / D = 1 กำหนดทิศทางของ Cursor และ DDRAM ให้เป็นแบบ Increment

S = 0 เมื่อเขียนข้อมูลแล้ว ตัว Cursor จะถูกเลื่อนไปตามทิศทางของค่า I/D

S = 1 เมื่อเขียนข้อมูลแล้ว ตัว Cursor จะอยู่กับที่ และตัวอักษรจะถูกดันไปตามทิศทางของค่า I/D

การกำหนด I/D และ S นี้ ให้กำหนดก่อนการเขียนข้อมูลใน DDRAM และเมื่อกำหนดแล้วจะต้องไม่ใช้คำสั่ง Clear Display อีก

4. คำสั่งแสดงหรือไม่แสดงหน้าจอ (Display ON/OFF)

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

D = 0 กำหนดให้ไม่แสดงผลหน้าจอ (Off Display)

D = 1 กำหนดให้แสดงผลหน้าจอ (On Display)

C = 0 กำหนดให้ไม่แสดงเคอร์เซอร์ (Off Cursor)

C = 1 กำหนดให้แสดงเคอร์เซอร์ (On cursor) โดยเคอร์เซอร์เป็นเส้นขีดใต้ตัวอักษร

B = 0 กำหนดให้ไม่มีการกระพริบที่ตำแหน่งเคอร์เซอร์

B = 1 กำหนดให้มีการกระพริบที่ตำแหน่งเคอร์เซอร์ (กระพริบเป็นรูปสี่เหลี่ยม)

5. คำสั่งการเลื่อนตัวอักษร (Display Shift)

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S / C = 0 กำหนดให้เลื่อนเคอร์เซอร์ตามทิศทาง R/L ไป 1 ตำแหน่ง

S / C = 1 กำหนดให้เลื่อนข้อความบนแผ่นแสดงตามทิศทาง R/L ไป 1 หลัก (เลื่อนทุกบรรทัด)

R / L = 0 กำหนดให้มีทิศทางไปทางซ้าย

R / L = 1 กำหนดให้มีทิศทางไปทางขวา

6. คำสั่งกำหนดหน้าที่การทำงาน (Function Set)

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

DL = 0 กำหนดให้การติดต่อกับแผงแสดงผลเป็นแบบ 4 บิต

DL = 1 กำหนดให้การติดต่อกับแผงแสดงผลเป็นแบบ 8 บิต จะสังเกตว่า การกำหนดค่า DL นี้ สามารถกระทำได้ที่ DB4-DB7 ซึ่งถ้ามีการกำหนดให้เป็นแบบ 4 บิต ตั้งแต่ครั้งแรก หลังจากจ่ายไฟเลี้ยงก็จะทำให้แผงแสดงผลมีการรับข้อมูลแบบ 4 บิตทันที

N = 0 กำหนดจำนวนบรรทัดแบบ 1/8 Duty และ 1/11 Duty

N = 1 กำหนดจำนวนบรรทัดแบบ 1/16 Duty

F = 0 กำหนดให้ตัวอักษรเป็นแบบ 5*7 จุด

F = 1 กำหนดให้ตัวอักษรเป็นแบบ 5*10 จุด (กรณีที่ LCD Module เป็นแบบ 5*7 อยู่แล้ว ก็จะไม่มีผลอะไร)

7. คำสั่งกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำอ้างอิงตัวอักษร (Set CGRAM Address)

สำหรับการกำหนดแอดเดรสของ CGRAM เมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้วการอ่านและเขียนข้อมูลที่ต่อจากนี้ จะเป็นไปตามแอดเดรสที่กำหนดทันที

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	CGRAM ADDRESS					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. คำสั่งกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำแสดงผลข้อมูล (Set DDRAM Address)

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	DDRAM ADDRESS						

สำหรับการกำหนดแอดเดรสของ DDRAM เมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้วการอ่านและเขียนข้อมูลที่ต่อจากนี้ จะเป็นไปตามแอดเดรสที่กำหนดทันที ตำแหน่งของแอดเดรสในแต่ละรุ่นจะมีความแตกต่างกันบ้าง เพราะจำนวนตัวอักษรต่อบรรทัดไม่เท่ากัน

9. บิตแสดงสถานะพร้อม/ไม่พร้อมและอ่านค่าตำแหน่ง (Busy Flag And Address Read)

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	ADDRESS						

สำหรับการอ่านค่า BF (Busy Flag) ซึ่งบอกถึงความพร้อมของ LCD Module ในการรับข้อมูลถ้า BF = 0 หมายความว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลต่อไปได้ แต่ถ้า BF = 1 หมายความว่ายังไม่พร้อม นอกจากนี้ยังเป็นการอ่านค่า Address ของ CGRAM หรือ DDRAM ด้วย

5.4 การอ่านและเขียนข้อมูลกับ DDRAM/CGRAM

1. WRITE DATA TO DDRAM OR CGRAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	0	DATA							

สำหรับการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำ DDRAM หรือ CGRAM โดยเมื่อทำการเขียนแล้วแอดเดรสจะถูกเพิ่มหรือลดลง โดยอัตโนมัติตามที่กำหนดจากค่า I/D ในคำสั่ง Entry Mode Set และการเขียนจะเป็น DDRAM หรือ CGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. READ DATA FROM DDRAM OR CGRAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	1	DATA							

สำหรับการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ DDRAM หรือ CGRAM โดยเมื่อทำการเขียนแล้วแอดเดรสจะถูกเพิ่มหรือลดลงโดยอัตโนมัติ ตามที่กำหนดจากค่า I/D ในคำสั่ง Entry Mode Set และการอ่านจะเป็น DDRAM หรือ CGRAM

5.5 แนวทางการเขียนโปรแกรมควบคุม

1. เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับ LCD Module ครั้งแรก ภายในจะมีการ Reset ระบบโดยอัตโนมัติซึ่งจะใช้เวลา 10 mS หลังจากที่ระดับแรงดันขึ้นถึง 4.5 V แล้วทั้งนี้ระบบ Reset ดังกล่าวจะกระทำสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ทำการ Clear จอภาพทั้งหมด (Clear Display)
- กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่ง Function Set คือ DL = 1 (ติดต่อกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในแบบ 8 บิต) , N=0 (แสดงข้อมูล 1 บรรทัด) , F=0 (กำหนดตัวอักษรแบบ 5*7 จุด)
- กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่ง Display ON/OFF คือ D = 0 (ไม่แสดงข้อมูล) , C = 0 (CURSOR OFF) , B = 0 (BLINK OFF)
- กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่ง Entry mode set คือ I/D=1 (Increment) , S=0 (No shift)

การใช้งาน LCD Module ต้องรอให้ขบวนการ Reset ภายในทำงานเรียบร้อยก่อนซึ่งจะตรวจสอบได้ด้วย BF (Busy Flag) หรืออาจจะใช้การหน่วงเวลาก็ได้

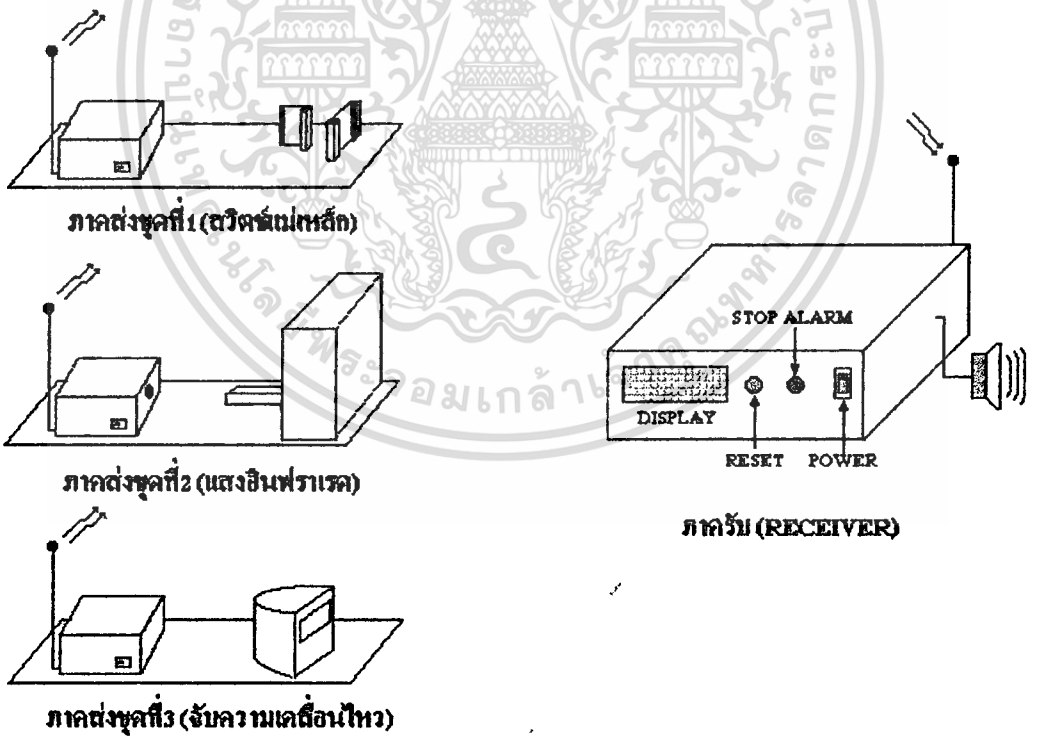
2. การใช้งาน LCD Module จะต้องเกี่ยวข้องกับทางด้านโปรแกรมเป็นส่วนใหญ่ ชุดคำสั่งต่างๆ รวมทั้งการอ่านหรือเขียนข้อมูลนั้น จะถูกกำหนดด้วยขาสัญญาณทั้งหมดที่มีอยู่ปกติ โปรแกรมจะต้องกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ที่ต้องการไว้ที่ส่วนต้น จากนั้นก็จะเป็นการอ่านและเขียนข้อมูลลงใน DDRAM ซึ่งก็คือข้อความที่จะให้แสดงผลนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

โปรแกรมการรับค่าอินพุตและแสดงผลทางจอ LCD

การทำงานเมื่อมีผู้บุกรุกผ่านเข้ามาในรัศมีของตัวเซ็นเซอร์ จะทำให้เซ็นเซอร์ทำการส่งสัญญาณไปที่ภาคส่ง จะทำให้ภาคส่งทำงานโดยการผสมความถี่ขึ้นมาความถี่หนึ่งและทำการเข้ารหัสส่งไปยังภาครับ ส่วนทางภาครับจะรับคลื่นความถี่และทำการถอดรหัสที่รับมา เพื่อจะส่งต่อให้ภาคคอนโทรลเลอร์ ส่วนของภาคคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผลสัญญาณที่รับมา และเมื่อสัญญาณที่รับมาเป็นไปตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่เขียน จะทำการส่งค่าออกทาง LCD และจะมีเสียงสัญญาณเตือนภัยดังขึ้น เพื่อเตือนให้ทราบว่ามีผู้บุกรุกเข้ามา จะมีสวิตช์อยู่สองตัวเพื่อตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดคือ เมื่อมีผู้บุกรุกผ่านเข้ามาเสียงสัญญาณเตือนภัยจะดังขึ้นมา และสามารถหยุดการทำงานของระบบได้โดยการกดสวิตช์ STOP ALARM และทำการเซตระบบโดยการกดสวิตช์ RESET เพื่อให้เริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง

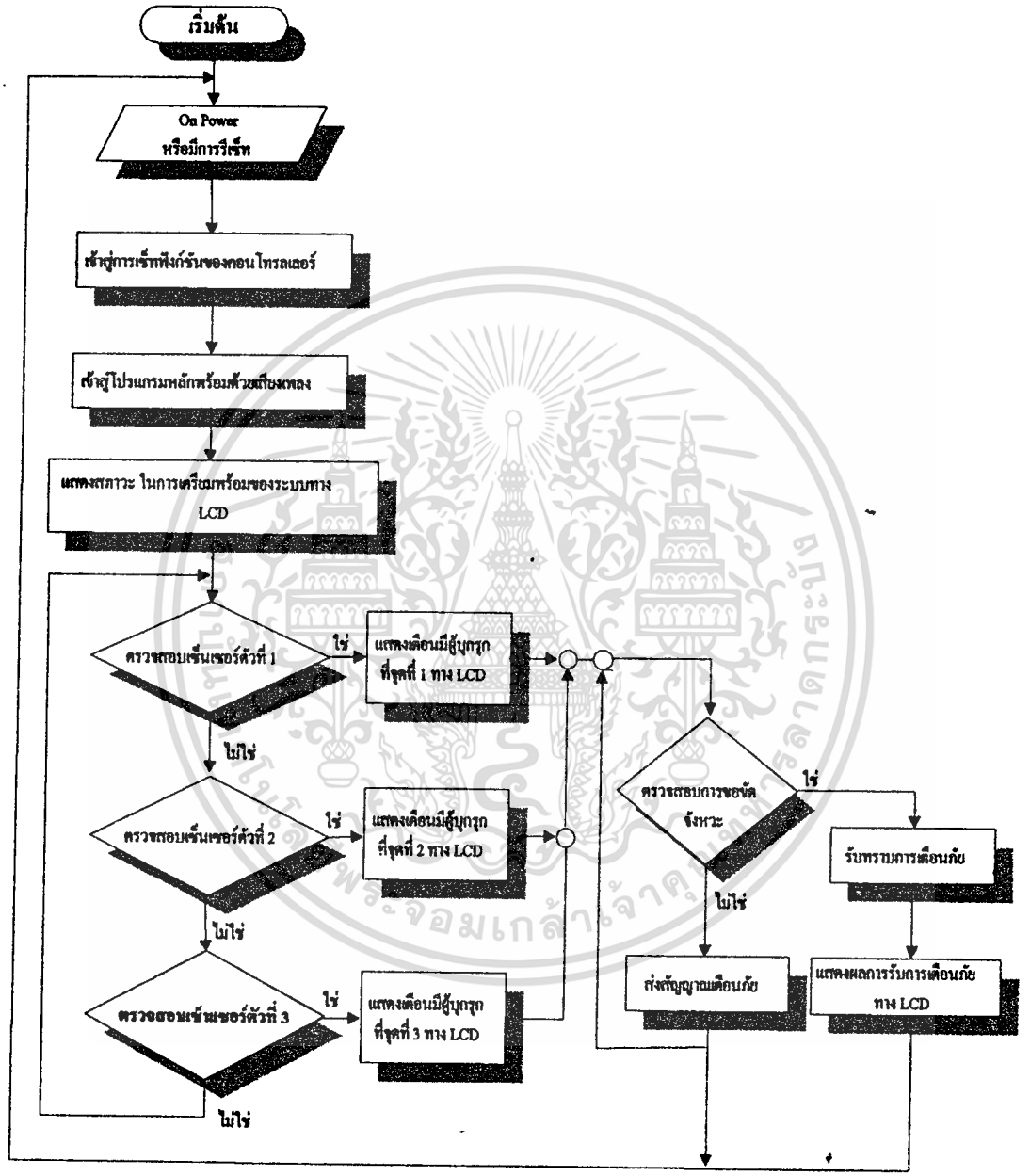


รูปที่6.1 แสดงการทำงานของเครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 การทำงานของโปรแกรมและอุปกรณ์

ลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องป้องกันผู้บุกรุกแบบไร้สาย สามารถเขียนเป็นโฟลว์ชาร์ท (FLOW CHART) ได้ดังนี้



รูปที่6.2 แสดงโฟลว์ชาร์ทการทำงานของโปรแกรม

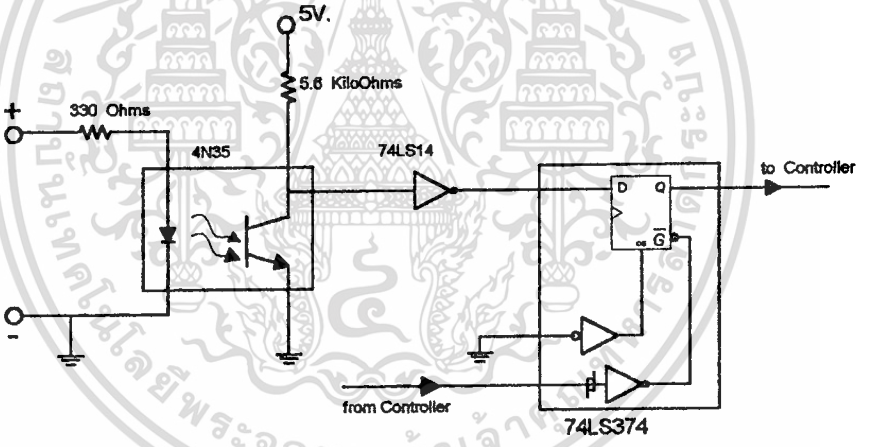
เมื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรมจะมีการเซตค่าฟังก์ชั่น การเซตโหมดต่างๆ และจะมีโปรแกรมเสียงเพลง พร้อมทำการส่งค่าออกทางส่วนการแสดงผล ต่อไปก็จะเป็นการตรวจสอบสัญญาณที่เข้ามาที่พอร์ตที่ 1 จุดที่ 1 , 2 , 3 ตามลำดับถ้าไม่มีสัญญาณเข้ามาก็จะทำการตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอบอยู่ตลอดเวลา และถ้ามีสัญญาณเข้ามาก็จะมีการไปทำในส่วนของโปรแกรมแสดงผลของสัญญาณที่เข้ามา พร้อมทั้งเซตไซเรนให้มีเสียงสัญญาณเตือนภัยดังขึ้นมา เมื่อมีการกดสวิตช์หยุดสัญญาณเตือนภัย ก็จะไปหยุดการทำงานของสัญญาณเตือนภัย และแสดงผลออกทางจอแสดงผล เมื่อมีการกดสวิตช์รีเซตก็จะไปเริ่มต้นทำโปรแกรมตั้งแต่ต้นใหม่

6.2 การรับอินพุตจากเซ็นเซอร์

ในการรับอินพุตจากเซ็นเซอร์ที่มีไฟกระแสตรง 12 V มาเป็นอินพุตของคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ไฟกระแสตรง 5 V จะมีการใช้ Opto Isolator เป็นตัวแยกแหล่งจ่ายไฟ การทำงานของอุปกรณ์ Opto Isolator โดยจะมีการรับสัญญาณจากภายนอกแล้วแปลงให้เป็นสัญญาณแสง ส่งให้กับ Photo Trasistor แปลงเป็นระดับลอจิกส่งมาเก็บไว้ที่ Buffer (74LS374) เพื่อรอสัญญาณจากคอนโทรลเลอร์มานำลอจิกที่รับมาไปประมวลผล



รูปที่6.3 แสดงการรับอินพุตโดยใช้ Opto Isolator

ส่วนของโปรแกรมรับค่าอินพุต

```
main :  mov    p1 , #0          ; clear port1
        lcall  exlatch
        mov    p1 , #0ffh       ; p1
        lcall  exlatch
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        clr     a
        mov     a , p1
        lcall   exlatch
        anl     a , #07h
mainx:  cjne    a , #01h , mainx1
        lcall   revid
mainx1:         cjne    a , #02h , main2
        lcall   revid1
mainx2:cjne     a , #04h , main
        lcall   revid
```

ในส่วนของโปรแกรมการรับค่าอินพุตจะทำการส่งค่า 0 ไปที่พอร์ต 1 ก่อน และเรียกโปรแกรมไป Exlatch เพื่อนำค่าจาก Buffer เข้ามา ต่อจากนั้นก็จะเป็นการส่งค่า 1111 1111 ไปที่พอร์ต 1 เพื่อให้สภาวะของพอร์ต 1 เป็นอินพุต และทำการเรียกการทำโปรแกรม Exlatch อีกครั้ง ทำการเคลียร์รีจิสเตอร์ A ให้เป็นศูนย์ เพื่อจะได้นำค่าจากพอร์ต 1 มาไว้ที่รีจิสเตอร์ A และเรียกโปรแกรม Exlatch อีก หลังจากได้รับค่าอินพุตจากพอร์ต 1 แล้วเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A จะนำมาทำการ AND กับ 0000 0111 ก็จะได้ผลลัพธ์ที่เก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ A นำมาเปรียบเทียบกับค่า 01h , 02h , 04h ถ้าได้เท่ากับค่าดังกล่าวก็จะไปทำบรรทัดต่อไปคือ การเรียกโปรแกรม Revid ซึ่งเป็นโปรแกรมการส่งค่าออกทางส่วนแสดงผล และการเตือนภัย ถ้าเกิดไม่ได้ก็จะกระโดดจากแถวที่เป็นโปรแกรมของ Mainx ไปที่ Mainx1 และไปที่ Mainx2 และไปที่ Main จะวนอยู่อย่างนี้ ในกรณีที่ไม่มีผู้บุกรุกผ่านเข้ามาในรัศมีของเซ็นเซอร์

6.3 การแสดงผลออกทาง LCD

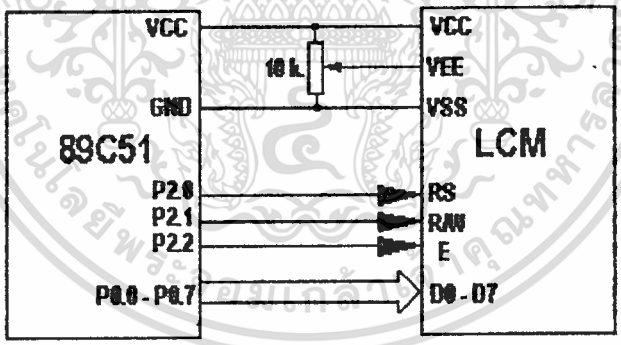
หน่วยแสดงผลแบบ LCD แบบ Dot Matrix LCD เป็นอุปกรณ์แสดงผลอีกประเภทหนึ่งที่นำมาประยุกต์ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าหน่วยแสดงผลแบบอื่นมาก และมีขนาดกระทัดรัด ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ใช้บอร์ด LCD สำเร็จรูป (LCD Module) ซึ่งประกอบด้วยจอภาพแบบ LCD ตัวขับสัญญาณ และตัวควบคุมการแสดงผล LCD อยู่ภายใน สำหรับการแสดงผลต่างๆ เช่น การแสดงตัวอักษรบนจอภาพ เป็นต้น การนำไปใช้งานจึงมีเพียงเฉพาะคำสั่งการควบคุมที่ใช้ภายในโมดูลของ LCD เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การต่อใช้งานของ LCD

ตัว LCD Module เป็นหน่วยแสดงผลแบบ Dot Matrix LCD สนับสนุนการเชื่อมต่อเพื่อรับคำสั่ง และข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทั้งแบบ I/O พอร์ต และแบบ Memory Map แต่ในที่นี้จะขอกล่าวแต่การต่อแบบ I/O พอร์ต เท่านั้น

1. สามารถต่อเข้ากับ I/O Port ใดๆ ก็ได้ โดยใช้สายสัญญาณจำนวน 11 เส้น และใช้โปรแกรมเป็นตัวสร้างสัญญาณขึ้นมา ให้ตรงกับข้อกำหนดของ LCD Module
2. ผู้ใช้จะเขียนข้อมูลให้ LCD Module ได้อย่างเดียว ซึ่งผู้ใช้ควรจะกำหนด Membry ส่วนหนึ่งให้เสมือน Buffer ให้กับ LCD Module
3. เนื่องจากไม่สามารถอ่านข้อมูลกลับได้ จึงต้องใช้การหน่วงเวลาของระบบเอง เพื่อรอให้ LCD Module กระทำขบวนการต่างๆ
4. ใช้ได้กับบอร์ดทั่วๆ ไปที่มี Port
5. ไม่เปลืองส่วนของ Memory ในการใช้งาน
6. การจัดขาสัญญาณกระทำได้อย่างอิสระ



รูปที่6.4 แสดงการต่อแบบ I/O พอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขาสัญญาณของ LCD MODULE

PIN	SYMBOL	LEVEL	FUNCTION
1	V_{ss}	---	OV GND
2	Vcc	---	+ 5V POWER SUPPLY
3	Vee	---	+V FOR LIQUID CRYSTAL DRIVE
4	RS	H/L	REGISTER SELECT
5	R/W	H/L	H: DATA INPUT L: INSTRUCTION INPUT
6	E	H	ENABLE SIGNAL (L → H)
7	DB 0	H/L	DATA BUS BIT 0
8	DB 1	H/L	DATA BUS BIT 1
9	DB 2	H/L	DATA BUS BIT 2
10	DB 3	H/L	DATA BUS BIT 3
11	DB 4	H/L	DATA BUS BIT 4
12	DB 5	H/L	DATA BUS BIT 5
13	DB 6	H/L	DATA BUS BIT 6
14	DB 7	H/L	DATA BUS BIT 7

ตารางที่6-1 แสดงขาสัญญาณของ LCD MODULE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
สรุปวิจารณ์ผลการทดลองและแนวทางการพัฒนา

ผลการทดลองทั้งหมดจะประกอบไปด้วยผลการทดลองของภาคส่งจำนวน 3 ชุด แบ่งตามจำนวนของตัวตรวจจับหรือเซ็นเซอร์ ในที่นี้ใช้เซ็นเซอร์จำนวน 3 ตัว โดยแบ่งเป็นภาคส่งชุดที่ 1 ที่ใช้ตัวตรวจจับแบบสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) ภาคส่งภาคส่งชุดที่ 2 ที่ใช้ตัวตรวจจับแบบแสงอินฟราเรด (Infrared) ภาคส่งชุดที่ 3 ที่ใช้ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว และผลการทดลองของภาครับ ส่วนควบคุมและ LCD แสดงผล

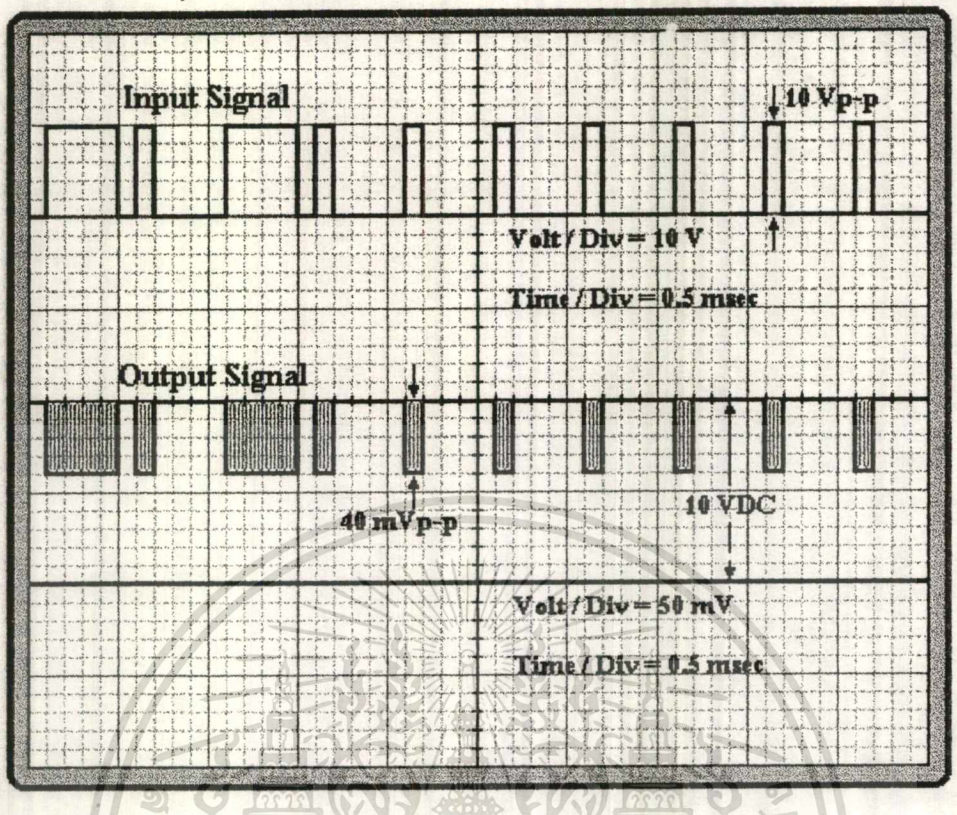
7.1 ผลการทดลองภาคส่งชุดที่ 1

ในภาคส่งชุดที่ 1 นี้เราจะใช้สวิตช์แม่เหล็กเป็นตัวที่ทำหน้าที่ควบคุมการ ON และ OFF การทำงานของภาคส่งที่มีลักษณะการทำงานแบบปกติปิด หรือแบบปกติเปิดก็ได้ ส่วนในการทดลองนี้เราได้ใช้ชนิดแบบปกติปิด ซึ่งให้ผลการทดลองเป็นดังนี้

1. ในขณะที่สวิตช์หน้าสัมผัสแม่เหล็กอยู่ในสภาวะปกติ จะทำให้ภาคส่งไม่ทำงาน หรืออยู่ในสภาวะ OFF
2. เมื่อผู้บุกรุกมากระทำให้สวิตช์หน้าสัมผัสแม่เหล็กถูกแยกออกจากกัน จะทำให้ภาคส่งทำงาน หรืออยู่ในสภาวะ ON ซึ่งสัญญาณของภาคส่ง ที่ส่งออกไปนั้นเป็นสัญญาณแบบพัลซ์มอดดูเลชั่นระหว่างสัญญาณ Signal ที่ผ่านการเข้ารหัสแล้วกับสัญญาณ Carrier ที่สร้างโดยวงจรแทงค์เซอร์กิต (Tank Circuit) เมื่อภาคส่ง ON แล้ว วงจรหน่วงเวลาก็จะทำงานเป็นเวลา 7 วินาที จากนั้นก็จะสั่งให้รีเลย์ทำการ OFF ภาคส่งโดยอัตโนมัติ

ลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตเป็นพัลซ์มอดูเลทชั่น (Pulse Modulation) ที่มีสัญญาณ AC (Square Wave) 40 mVp-p ขี่อยู่บนสัญญาณ DC 10 Volt และสัญญาณเอาต์พุตจะ Out of Phase (180^{0}) กับสัญญาณอินพุต ดังรูปที่ 7.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่7.1 แสดงสัญญาณที่ออกจากภาคส่งชุดที่ 1

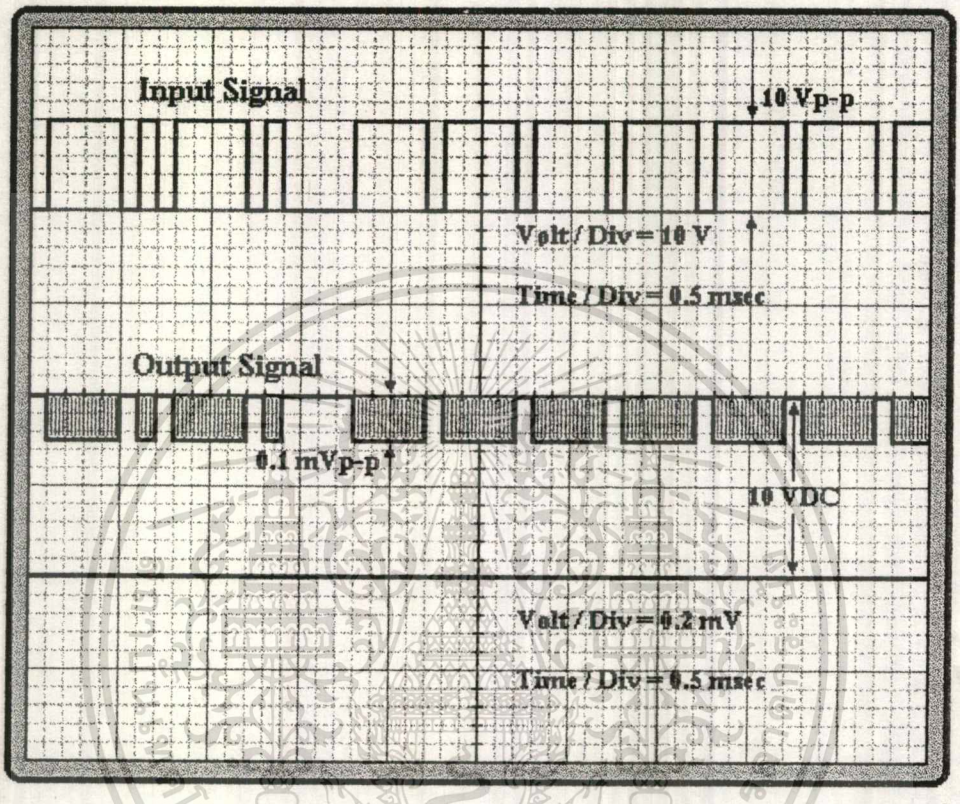
7.2 ผลการทดลองภาคส่งชุดที่ 2

ภาคส่งชุดที่ 2 จะใช้ตัวตรวจจับแบบแสงอินฟราเรด (Infrared) เป็นตัวที่ทำหน้าที่ควบคุมการ ON และ OFF ของภาคส่งชุดที่ 2 ลักษณะการตรวจจับจะใช้แสงย่านอินฟราเรดที่คนเราไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งลักษณะการตรวจจับเป็นดังนี้

1. ในสภาวะปกติ ไม่มีการตัดผ่านของวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตใดๆ ระหว่างภาคส่ง และภาครับของวงจรตรวจจับแสงอินฟราเรด จะทำให้ภาคส่งไม่ทำงาน หรืออยู่ในสภาวะ OFF
2. แต่ถ้าเมื่อไหร่ก็ตามมีวัตถุ หรือสิ่งมีชีวิตใดๆ มาบังระหว่างภาคส่ง และภาครับของวงจรแสงอินฟราเรด ก็จะทำให้ภาคส่งทำงาน หรืออยู่ในสภาวะ ON จนกว่าวัตถุที่มาบังจะพ้นจากแนวรัศมีของลำแสงอินฟราเรด ภาคส่งถึงจะ OFF ตัวเองโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตเป็นพัลซ์มอดูเลทชั่น (Pulse Modulation) ที่มีแอมปลิจูด (Amplitude) 0.1 mVp-p (AC) ขี่อยู่บนสัญญาณ DC 10 Volt และสัญญาณเอาต์พุตจะ Out of Phase กับสัญญาณอินพุต ดังรูปที่ 7.2



รูปที่7.2 สัญญาณที่ออกจากภาคส่งชุดที่ 2

7.3 ผลการทดลองภาคส่งชุดที่ 3

ภาคส่งชุดที่ 3 จะใช้ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว ในตัวตรวจจับแบบนี้สามารถตรวจจับได้เฉพาะสิ่งมีชีวิตเท่านั้น พวกวัตถุต่างๆ หรืออีกในหนึ่งก็คือสิ่งที่ไม่มีชีวิต และอาจจับรวมถึงสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กวงจรตรวจจับนี้ใช้ไม่ได้ ซึ่งในวงจรตรวจจับแบบนี้จะมีวงจรหน่วงเวลาอยู่ เมื่อเวลาเปิดเครื่องวงจรตรวจจับจะไม่ทำงานเลยทันที จะหน่วงเวลาไว้ประมาณ 2 นาที เพื่อให้เจ้าของบ้านที่มา ON วงจรสามารถออกจากรัศมีของการตรวจจับได้ทัน และเราก็เอาวงจรตรวจจับความเคลื่อนไหวนี้มาควบคุม ภาคส่งชุดที่ 3 อีกทีหนึ่ง ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังนี้

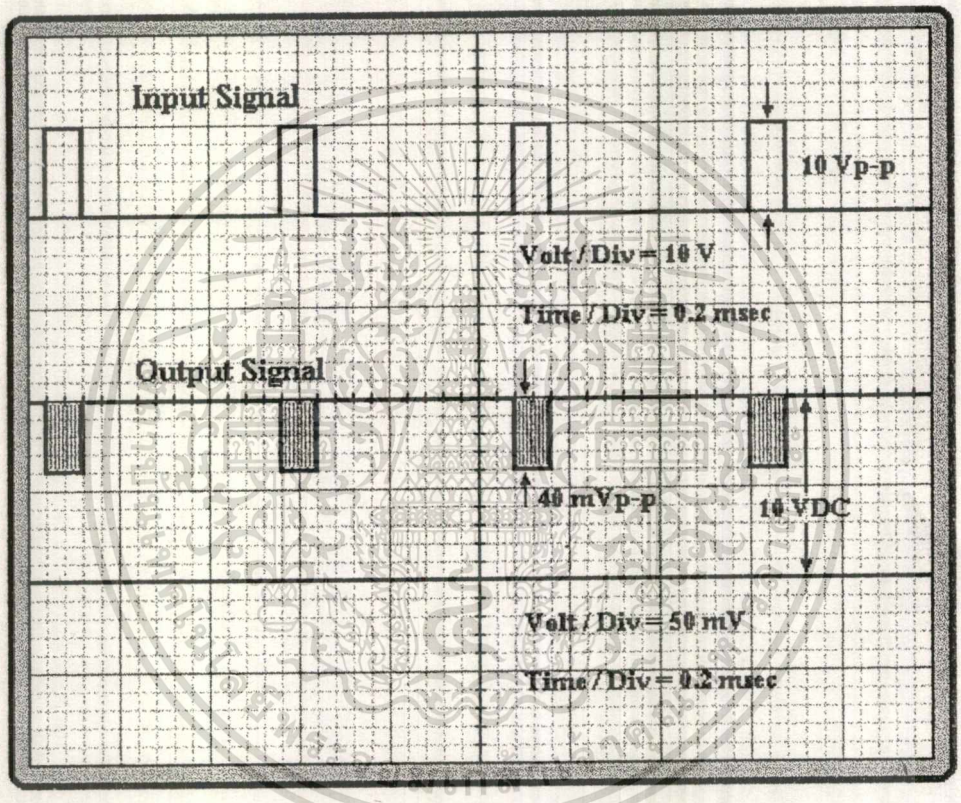
1. ในขณะที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตตัดผ่าน จะทำให้ภาคส่งอยู่ ในสภาวะ OFF หรือไม่ทำงาน

2. แต่ถ้ามีสิ่งมีชีวิตตัดผ่านจะทำให้ภาคส่งอยู่ในสภาวะ ON หรือจะทำการส่งสัญญาณออกไปยังภาครับ ซึ่งในขณะที่ภาคส่ง ON นี้จะมีช่วงเวลาในการ ON ประมาณ 2 วินาที แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OFF และอีก 2 วินาที ต่อมาก็จะ ON อีก เป็นช่วงๆ แบบนี้เรื่อยๆ จนกว่าสิ่งไร้ชีวิตจะหลุดออกไปจากรัศมีของการตรวจจับวงจรภาคส่งถึงจะ OFF ตลอด ซึ่งสัญญาณที่ภาคส่งชุดที่ 3 นี้จะแสดงได้ดังนี้

ลักษณะของสัญญาณเอาต์พุตเป็นพัลซ์มอดูเลทชั่น (Pulse Modulation) 40 mVp-p (AC) ขี่อยู่บนสัญญาณ DC 10 Volt และสัญญาณเอาต์พุตจะ Out of Phase กับสัญญาณอินพุต 180^{0} เพราะเป็น Common Emitter ดังรูปที่ 7.3



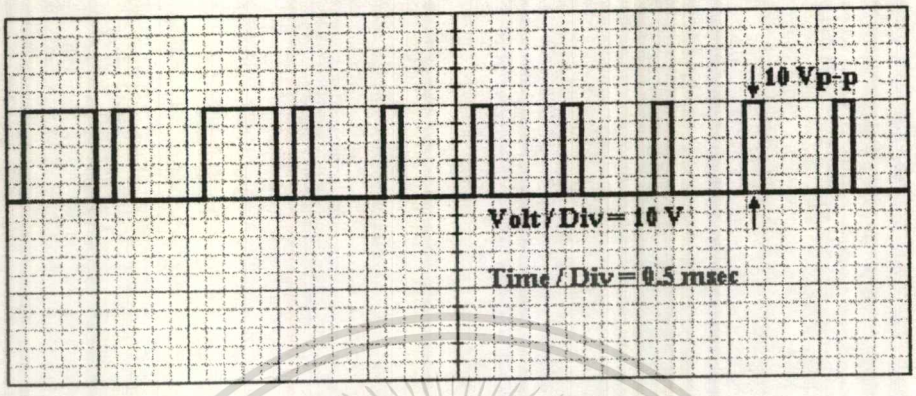
รูปที่7.3 แสดงสัญญาณที่ออกจากภาคส่งชุดที่ 3

7.4 ภาครับส่วนควบคุมและ LCD แสดงผล

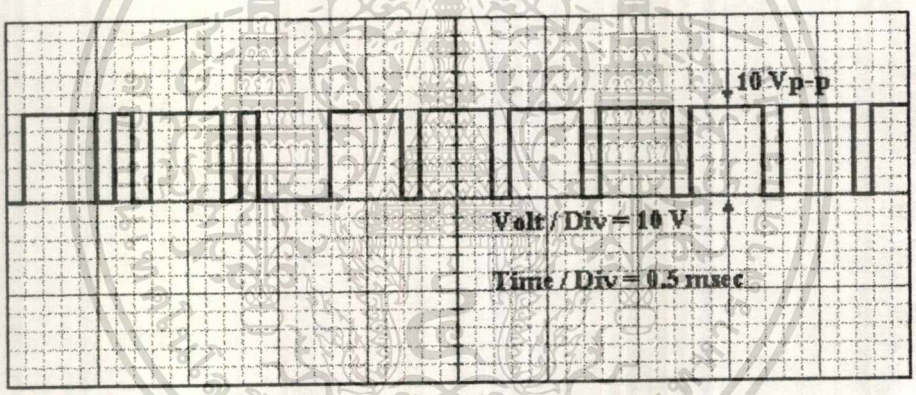
สำหรับในส่วนของภาครับจะทำหน้าที่รับสัญญาณ RF จากภาคส่ง แล้วทำการดีมอดูเลทชั่น (Demodulstion) ให้เป็นสัญญาณ Signal ความถี่ต่ำ แล้วนำสัญญาณความถี่ต่ำนี้มาทำการถอดรหัส (Decoder) ซึ่งในการดีมอดนั้นจะทำการดีมอดได้ทีละภาคส่งเท่านั้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะภาคส่งทั้ง 3 ชุด ใช้ย่านความถี่เดียวกัน ถ้าเมื่อไหร่ก็ตามภาคส่ง เกิดส่งสัญญาณ RF มาพร้อมกันจะทำให้ภาคถอดรหัส ทำการถอดรหัสไม่ได้ เพราะสัญญาณ Signal ที่เข้ามาที่ภาคถอดรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

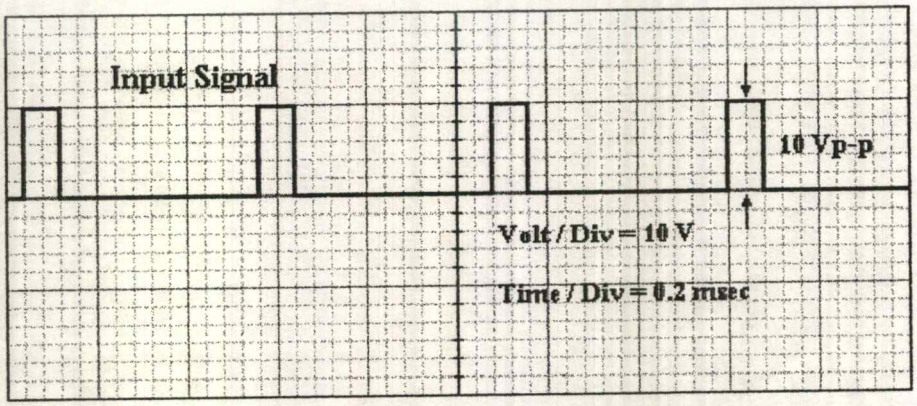
ผสมกัน ทำให้ภาคถอดรหัสตัดสินใจไม่ได้ว่าเป็นของภาคส่งชุดใดที่ส่งสัญญาณมา ซึ่งสัญญาณที่ได้จากภาคดีมอด (Demodulation) จากภาคส่งทั้ง 3 ชุด มีลักษณะสัญญาณดังรูป



รูปที่7.4 แสดงสัญญาณ Demodulation ของภาคส่งชุดที่ 1



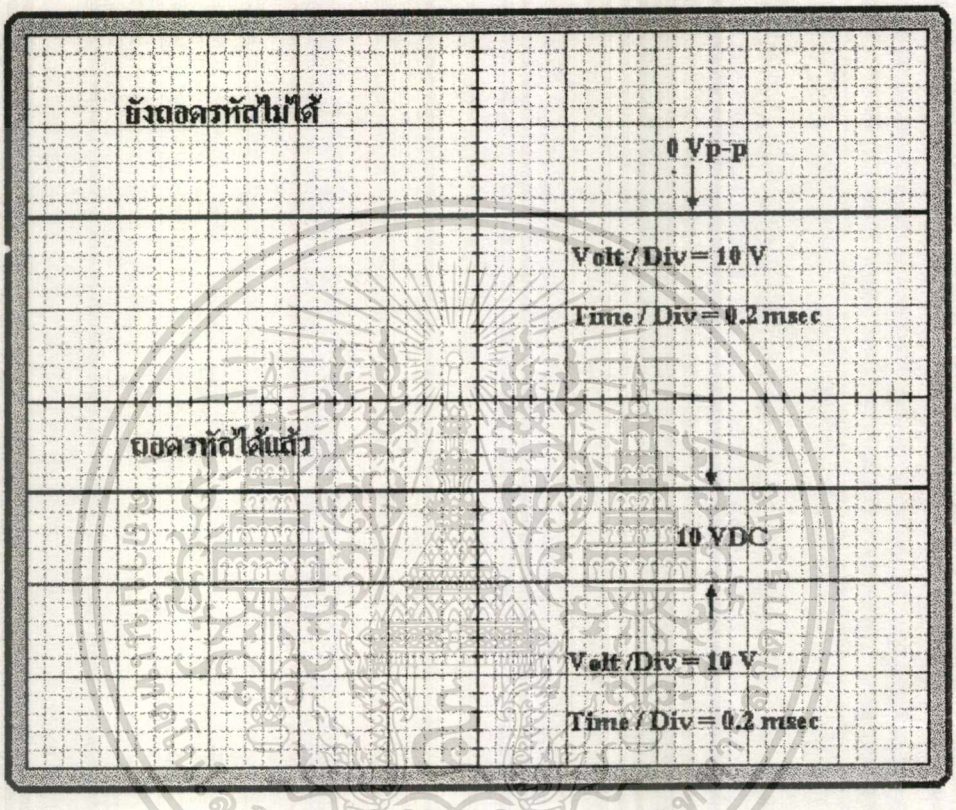
รูปที่7.5 แสดงสัญญาณ Demodulation ของภาคส่งชุดที่ 2



รูปที่7.6 แสดงสัญญาณ Demodulation ของภาคส่งชุดที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่ได้จากการดีมอดจะเข้ามายังภาคถอดรหัส ซึ่งการถอดรหัสจะใช้ IC MC145027 3 ตัว ซึ่ง IC แต่ละตัวจะทำการตั้งแอดเดรสไว้ให้ตรงกับแอดเดรสของภาคส่งแต่ละชุด เมื่อภาคส่งสัญญาณมามีการจัดลำดับของรหัสไบนารี่ตรงกับที่เราตั้งไว้ที่ IC ถอดรหัสก็จะให้เอาต์พุตเปลี่ยนระดับจาก Low เป็น High หรือจาก 0 Volt เป็น +Vcc ดังรูป



รูปที่7.7 สัญญาณถอดรหัสของ IC MC145027

สัญญาณที่เป็นระดับแรงดันไฟ DC ที่ได้จากเอาต์พุตของ IC ถอดรหัสทั้ง 3 จะเข้ามายังภาคควบคุม ซึ่งใช้ IC ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8031 เป็นหน่วยประมวลผล ซึ่งหน้าที่ของหน่วยประมวลผลนี้ จะทำการตรวจเช็คว่าสัญญาณที่เข้ามาเป็นของภาคส่งชุดใด แล้วหลังจากนั้นก็จะแสดงเอาต์พุตออกทางจอ LCD แสดงผล และจะมีเสียงออกทางลำโพง เพื่อที่จะบอกกับเจ้าของบ้านว่ามีผู้บุกรุกเข้ามาภายในบ้านแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.5 สรุปวิจารณ์และแนวทางการพัฒนา

จากการทดลองตัวตรวจจับแบบสวิตช์แม่เหล็ก กับแบบแสงอินฟราเรดทำงานได้ดีในระดับหนึ่ง แต่มีข้อแม้ว่าตัวตรวจจับแบบสวิตช์แม่เหล็ก ถ้าจะนำไปใช้ในงานจริงจะต้องไม่ติดตั้งในพื้นที่ที่มีสนามแม่เหล็กความเข้มสูง ส่วนตัวตรวจจับแบบแสงอินฟราเรดที่ภาครับต้องต่อท่อสีดำคลอบไว้ที่ตัวโมดุลรับแสงอินฟราเรด เพื่อป้องกันแสงจากแหล่งอื่นมารบกวน ซึ่งอาจจะทำให้การทำงานผิดพลาดได้ และส่วนตัวตรวจจับแบบจับความเคลื่อนไหวนั้นก็ใช้งานได้ดีพอสมควร แต่มีข้อแม้ว่าเวลาใช้งานจริงต้องติดตั้งให้สูงกว่าพื้นประมาณ 1-2 เมตร และระยะที่ตรวจจับยังได้ไม่ไกลนักประมาณ 2-3 เมตร ส่วนภาครับและภาคส่งเป็นวงจรที่ใช้งานได้ดีในระดับหนึ่ง ซึ่งสามารถส่งสัญญาณได้ไกลประมาณ 8-10 เมตร แต่จะให้ดีควรปรับแต่งวงจรให้ส่งสัญญาณได้ไกลมากขึ้นอีก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

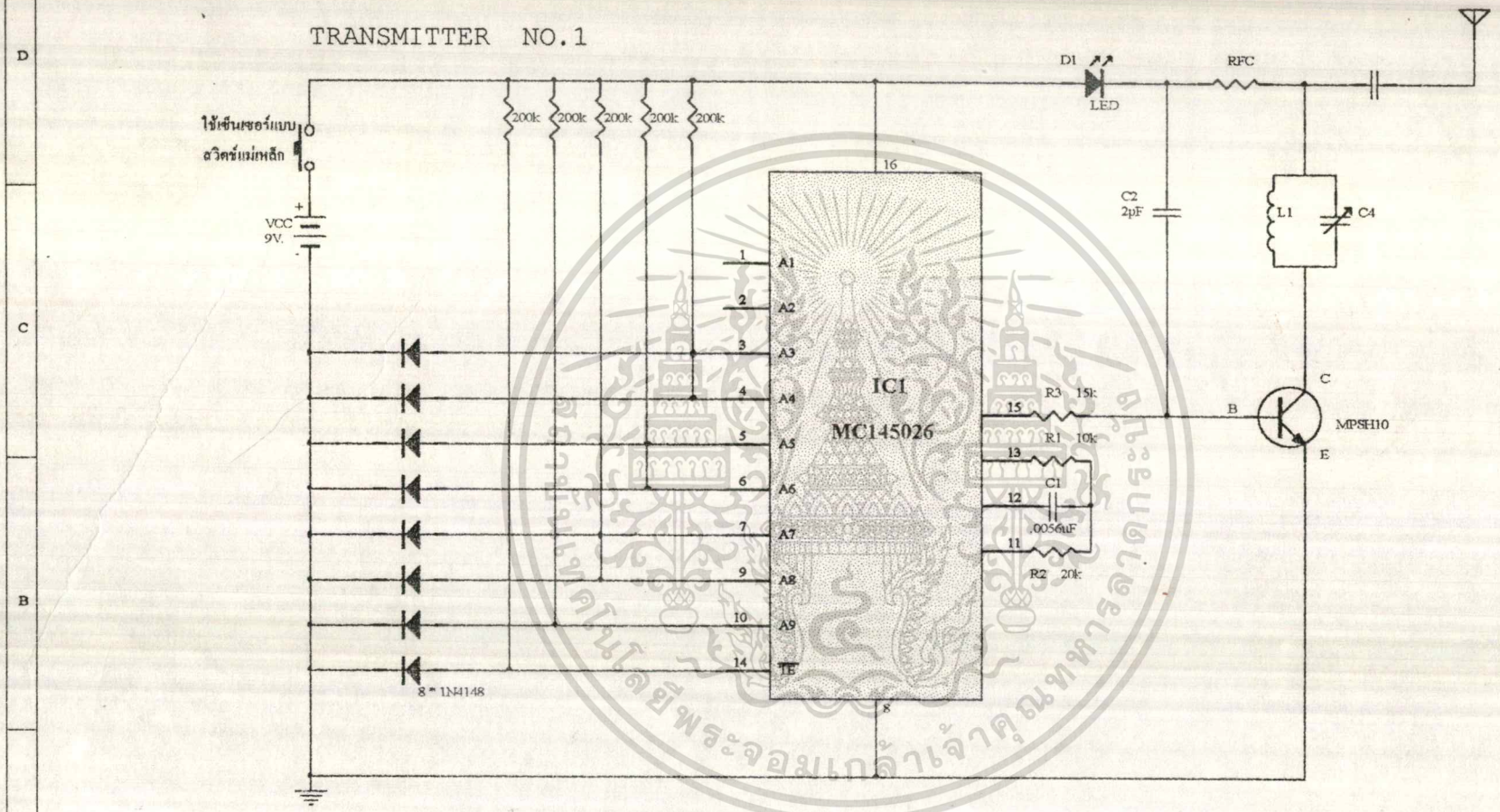
1. Marvin Terper , Basic Radio NewYork John F. Rider Publisher , Inc. 1961
2. Bernard Grob , Electronic Circuits And Applications Japan Tosho Printing Co., LTD. 1982
3. ชูเกียรติ จันทรานี , "ทฤษฎีตรวจซ่อมโทรทัศน์ขาวดำ" , ศูนย์หนังสือเทพนิมิต , กรุงเทพ 2533
4. ไพสาน ปราณีตพลกรัง , เกียรติ อินทรสุริยวงษ์ , "เครื่องป้องกันภัย" , ซีเอ็ดยูเคชั่น , กรุงเทพ 2539
5. วิโรจน์ อัศวรังสี , "การใช้งานออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี" , ซีเอ็ดยูเคชั่น กรุงเทพ 2536
6. พิพัฒน์ เลาหสงคราม , "พื้นฐานวิศวกรรมไมโครโปรเซสเซอร์" , พระจอมเกล้าลาดกระบัง , กรุงเทพ 2536
7. สุเจตน์ จันทรังษ์ , "ไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยว 8051" , มหาวิทยาลัยมหานคร , กรุงเทพ 2535
8. Apnote 1 , "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ เล่ม 1" , บริษัท ศิลารีเสิร์ช จำกัด (Sila Research co., LTD.)
9. ทีมงาน ETT , "Microprocessor Training System CP3" , บริษัท อีทีที จำกัด (ETT co., LTD.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

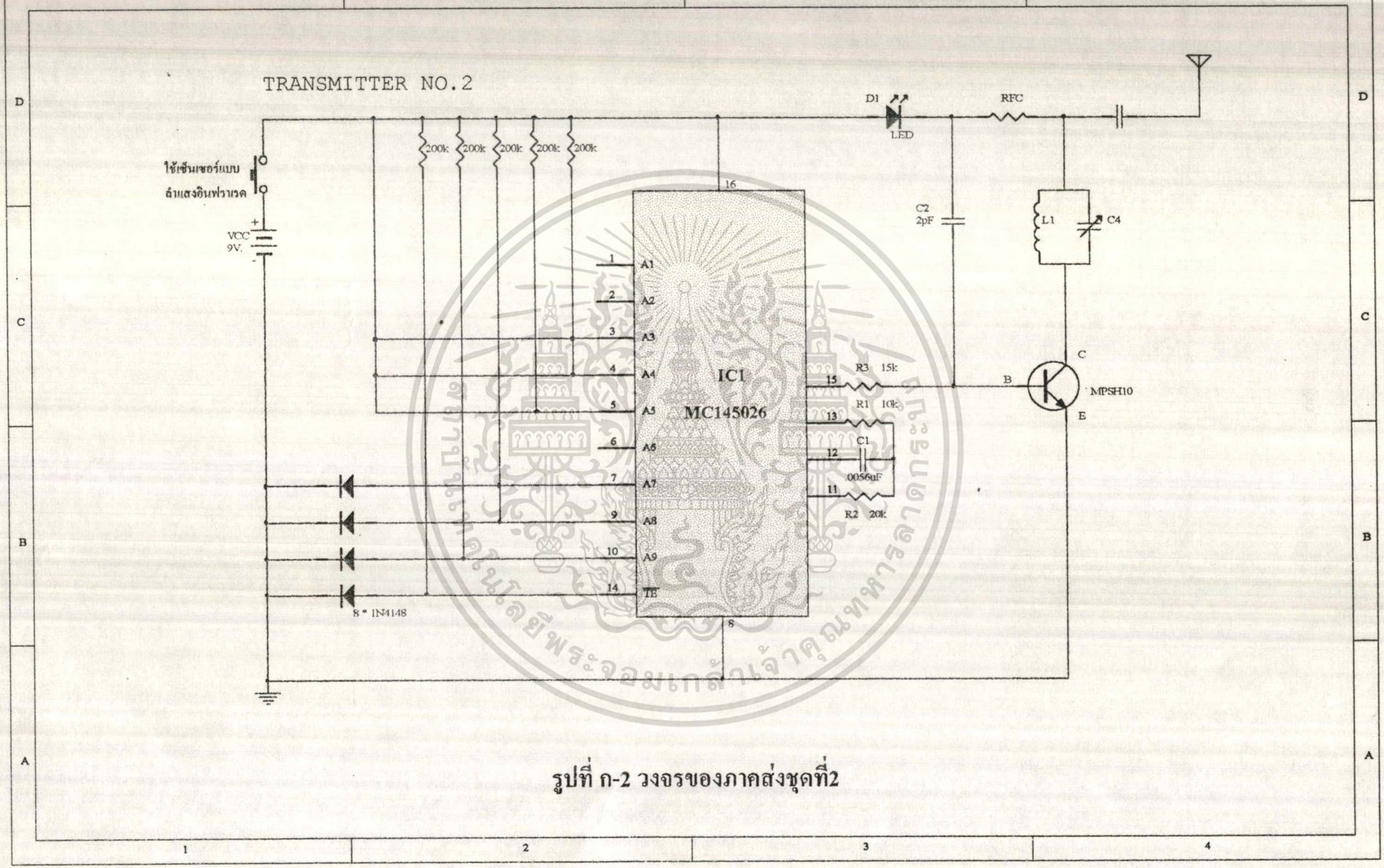
ภาคผนวก ก.

วงจรแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ

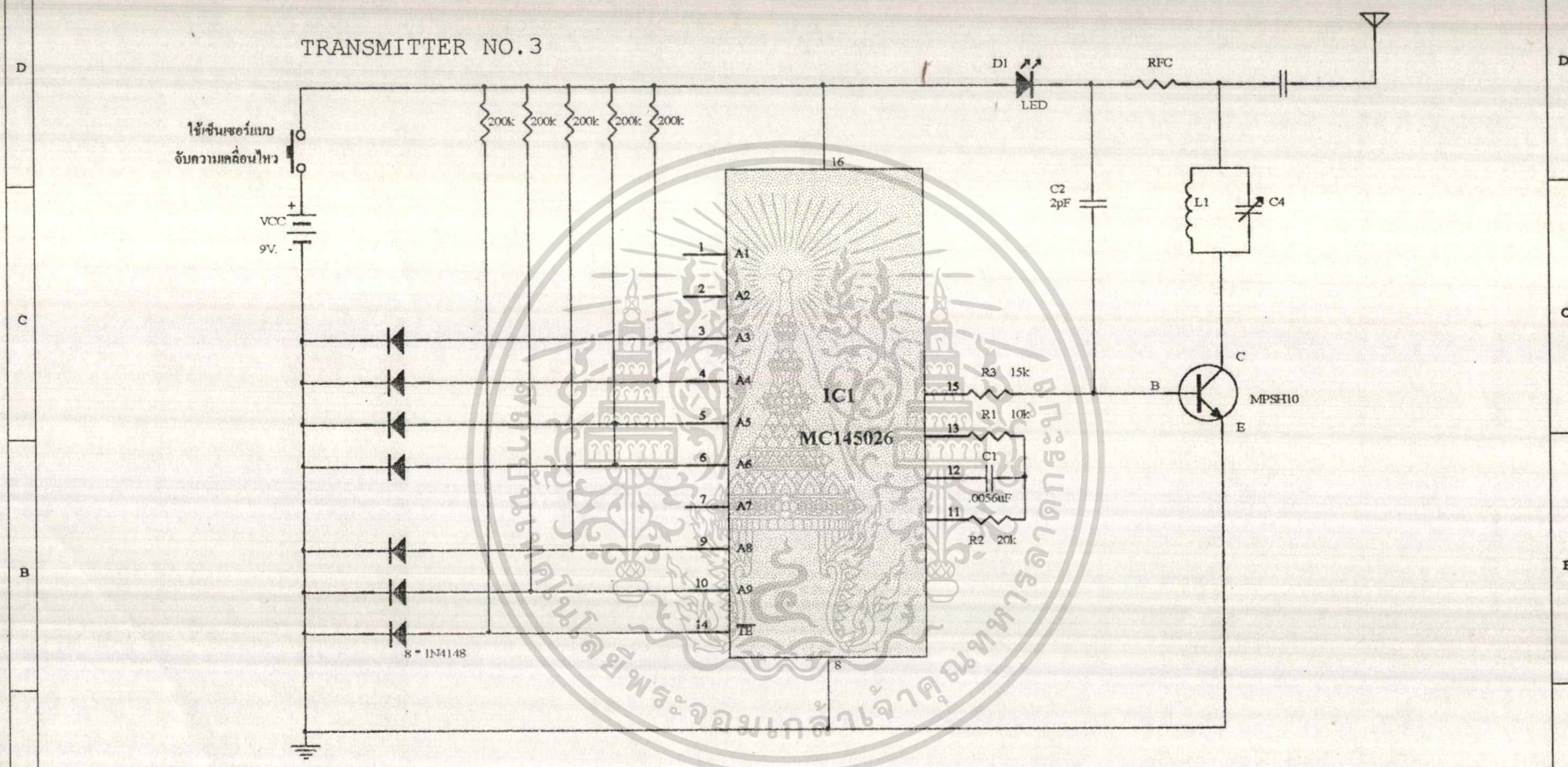
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



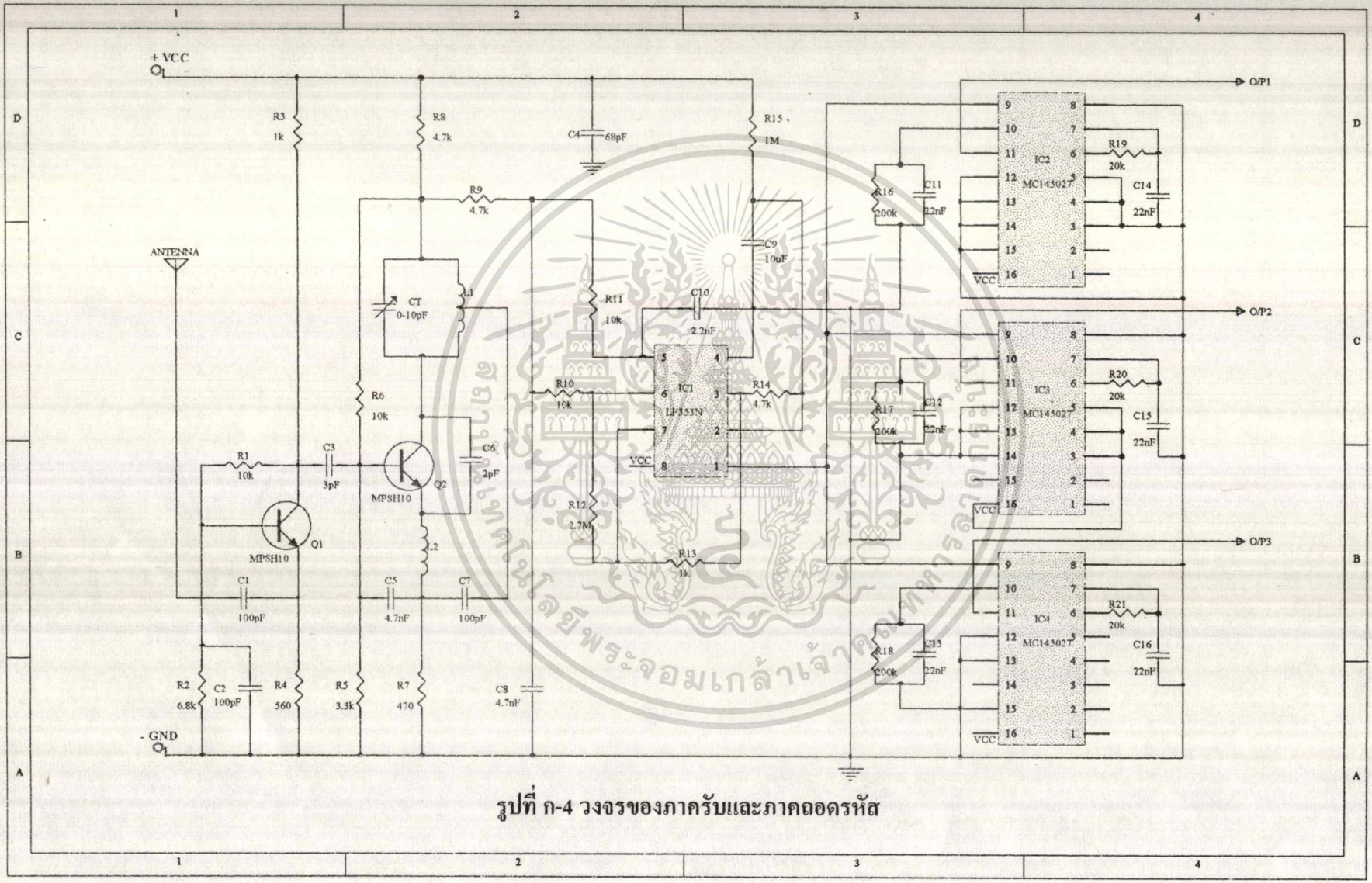
รูปที่ ก-1 วงจรของภาคส่งชุดที่1



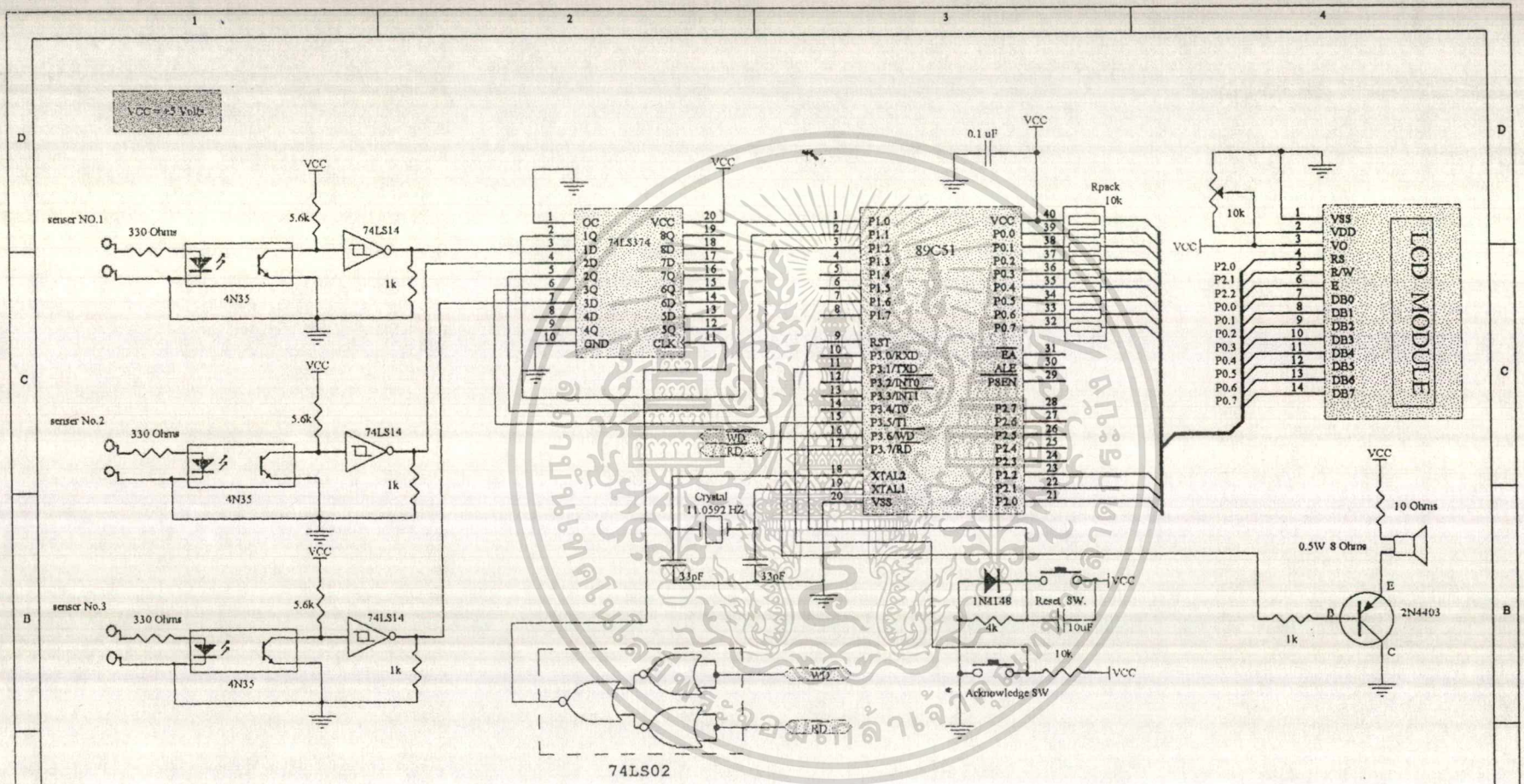
รูปที่ ก-2 วงจรของภาคส่งชุดที่2



รูปที่ ก-3 วงจรของภาคส่งชุดที่3



รูปที่ ก-4 วงจรของภาครับและภาคถอดรหัส



รูปที่ ก-5 วงจรภาคแสดงผลของไมโครคอนโทรลเลอร์กับ LCD

ภาคผนวก ข.

โปรแกรมในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

```
                1       ;filename       control . asm
                2       ;description    input from sensor & output to lcd , buzzer
                3       ;hardware       design from experiment.
                4       ;assembler      sxa51 or cross-assembler
                5       ;software eng.  wasan n.(kuang)
                6       ;institude      Kmit'L
                7
                8       ;***************** variable **********************
                9
0080=           10      port0   equ   p0          ;lcd data(p0.0-p0.7)
00A0=           11      lcdrs   equ   p2.0        ;p2.0 -> rs
00A1=           12      lcdrw   equ   p2.1        ;p2.1 -> r/w
00A2=           13      lcden   equ   p2.2        ;p2.2 -> e
00B5=           14      soundb  equ   t1          ;buzzer
                15
                16      ;***************** internal ram *********************
                17
0000            18              org   0000h
0000            19              ds    8           ;register bank 0
0008            20      sysstk: ds    24
                21
                22      ;******************* power **********************
                23
0000            24              org   0000h
0000 020500     25      power:  ljmp  res
0003            26              org   0003h
0003 020582     27              ljmp  timdow
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                28
                29      ;******************** res ********************
                30
0500            31              org     0500h
0500 7A28       32      res:    mov     r2,#40          ;power up delay
0502 7B01       33      res1:   mov     r3,#1
0504 DAFC       34              djnz    r2,res1
0506 758108     35              mov     sp,#sysstk      ;set sysem stack
0509 C2B5       36              clr     soundb          ;sound bit low frist
050B 7A02       37              mov     r2,#2           ;frist delay
050D D288       38              setb    it0             ;failing edge int
050F D2A9       39              setb    et0             ;int 0 enable
0511 D2AF       40              setb    ea              ;all enable interupt
0513 D2B8       41              setb    px0
0515 D2A8       42              setb    ex0
0517 758700     43              mov     pcon,#00h
051A 758920     44              mov     tmod,#20h       ;time1 mode2
051D 759834     45              mov     scon,#52        ;serial 8 bit urat mode
0520 D28C       46              setb    tr0             ;time0 on
                47
                48      ;****************** lcd-initialize ******************
                49
0522 7438       50              mov     a,#00111000b    ;function set
0524 120845     51              lcall   lcdwi
0527 740C       52              mov     a,#00001100b    ;display on\off
0529 120845     53              lcall   lcdwi
052C 7401       54              mov     a,#01h          ;clear
052E 120845     55              lcall   lcdwi
0531 7A02       56              mov     r2,#2
0533 120811     57              lcall   delay
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0536 7440      58            mov   a,#01000000b    ;cgram add
0538 120845    59            lcall lcdwi
053B 7F30      60            mov   r7,#8*6         ;load char
053D 9005C4    61            mov   dptr,#maintd
0540 E4        62    title:  clr   a
0541 93        63            movc  a,@a+dptr
0542 C083      64            push  dph
0544 C082      65            push  dpl
0546 120857    66            lcall lcdwd
0549 D082      67            pop   dpl
054B D083      68            pop   dph
054D A3        69            inc   dptr
054E DFF0      70            djnz  r7,title
0550 900566    71            mov   dptr,#title1
0553 12081C    72            lcall lcdld
0556 7A10      73            mov   r2,#10h
0558 120811    74            lcall delay
055B 900597    75    stitle: mov   dptr,#jupeter
055E 120769    76            lcall song
0561 00        77            nop
0562 00        78            nop
0563 0205F4    79            ljmp  main
0566           80    title1:
0566 20202800  81            db " (",0,1,2,3,4,5,") "
056A 01020304
056E 05292020
0572 53656375  82            db "Security System "
0576 72697479
057A 20537973
057E 74656D20
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    83
                    84      ;****************** interrupt ******************
                    85
0582 C0D0           86      timdow:   push  psw
0584 C083           87                push  dph
0586 C082           88                push  dpl
0588 C2B5           89                clr   soundb
058A BFFF03         90                cjne  r7,#0ffh,out
058D 1206EB         91                lcall acknow
0590 D082           92      out:      pop   dpl
0592 D083           93                pop   dph
0594 D0D0           94                pop   psw
0596 32             95                reti
                    96
                    97      ;****************** title-song ********************
                    98
0597                99      jupeter:
0597 25020C02       100               db  25h,02h,0ch,02h,0eh,02h
059B 0E02
059D 11041104       101               db  11h,04h,11h,04h,11h,04h
05A1 1104
05A3 15021802       102               db  15h,02h,18h,02h
05A7 1A041104       103               db  1ah,04h,11h,04h,15h,04h
05AB 1504
05AD 11021502       104               db  11h,02h,15h,02h
05B1 13041104       105               db  13h,04h,11h,04h,0eh,04h
05B5 0E04
05B7 0C020E02       106               db  0ch,02h,0eh,02h
05BB 11041104       107               db  11h,04h,11h,04h,11h,04h
05BF 1104
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
05C1 2502      108              db  25h,02h
05C3 FF        109              db  0ffh
               110
               111        ;****************** 6 char-build ******************
               112
05C4           113        maintd:
05C4 19        114              db  00011001b
05C5 1E        115              db  00011110b
05C6 00        116              db  00000000b
05C7 1F        117              db  00011111b
05C8 09        118              db  00001001b
05C9 11        119              db  00010001b
05CA 11        120              db  00010001b
05CB 11        121              db  00010001b
               122
05CC 00        123              db  00000000b
05CD 00        124              db  00000000b
05CE 00        125              db  00000000b
05CF 1A        126              db  00011010b
05D0 0A        127              db  00001010b
05D1 0A        128              db  00001010b
05D2 0F        129              db  00001111b
05D3 0B        130              db  00001011b
               131
05D4 00        132              db  00000000b
05D5 00        133              db  00000000b
05D6 00        134              db  00000000b
05D7 1A        135              db  00011010b
05D8 0A        136              db  00001010b
05D9 0A        137              db  00001010b
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
05DA 0A     138             db  00001010b
05DB 0C     139             db  00001100b
            140
05DC 0D     141             db  00001101b
05DD 12     142             db  00010010b
05DE 1C     143             db  00011100b
05DF 04     144             db  00000100b
05E0 04     145             db  00000100b
05E1 04     146             db  00000100b
05E2 06     147             db  00000110b
05E3 06     148             db  00000110b
            149
05E4 00     150             db  00000000b
05E5 00     151             db  00000000b
05E6 00     152             db  00000000b
05E7 19     153             db  00011001b
05E8 09     154             db  00001001b
05E9 09     155             db  00001001b
05EA 1F     156             db  00011111b
05EB 19     157             db  00011001b
            158
05EC 00     159             db  00000000b
05ED 00     160             db  00000000b
05EE 00     161             db  00000000b
05EF 19     162             db  00011001b
05F0 11     163             db  00010001b
05F1 19     164             db  00011001b
05F2 11     165             db  00010001b
05F3 1F     166             db  00011111b
            167
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                168   ;***************** description ******************
                169
05F4 900630     170   main:   mov   dptr,#maints
05F7 12081C     171           lcall lcdld
05FA 7A10       172           mov   r2,#10h
05FC 120811     173           lcall delay
05FF 759000     174   main1:  mov   p1,#0          ;clear port1
0602 12086C     175           lcall exlatch
0605 00         176           nop
0606 7590FF     177           mov   p1,#0ffh      ;p1 pull up
0609 12086C     178           lcall exlatch
060C E4         179           clr   a
060D E590       180           mov   a,p1
060F 12086C     181           lcall exlatch
0612 5407       182           anl   a,#07h
0614 00         183           nop
0615 B40106     184   mainx:  cjne  a,#01h,mainx1
0618 12064D     185           lcall revid
061B 0205F4     186           ljmp  main
061E B40206     187   mainx1: cjne  a,#02h,mainx2
0621 120659     188           lcall revid1
0624 0205F4     189           ljmp  main
0627 B404D5     190   mainx2: cjne  a,#04h,main1
062A 120665     191           lcall revid2
062D 0205F4     192           ljmp  main
0630            193   maints:
0630 20436F6D   194           db " Complete System"
0634 706C6574
0638 65205379
063C 7374656D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0640 2A3C3C20  195              db "*<< KmitL >>*"
0644 4B6D6974
0648 4C203E3E
064C 2A
                196
                197     ;****************** alarm ********************
                198
064D 900671     199     revid:   mov   dptr,#dsendt
0650 12081C     200              lcall   lcdld
0653 7A10       201              mov   r2,#10h
0655 1206C5     202              lcall   siren
0658 22         203              ret
0659 90068D     204     revid1:  mov   dptr,#dsendt1
065C 12081C     205              lcall   lcdld
065F AA10       206              mov   r2,10h
0661 1206C5     207              lcall   siren
0664 22         208               ret
0665 9006A9     209     revid2:  mov   dptr,#dsendt2
0668 12081C     210              lcall   lcdld
066B AA10       211              mov   r2,10h
066D 1206C5     212             lcall   siren
0670 22         213              ret
0671            214     dsendt:
0671 20686176   215              db " have Theft 1 "
0675 65205468
0679 65667420
067D 3120
067F 20617420   216              db " at point  1  "
0683 706F696E
0687 74202031
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
068B 2020
068D              217     dsendt1:
068D 20686176     218             db " have Theft 2 "
0691 65205468
0695 65667420
0699 3220
069B 20617420     219             db " at point  2  "
069F 706F696E
06A3 74202032
06A7 2020
06A9              220     dsendt2:
06A9 20686176     221             db " have Theft 3 "
06AD 65205468
06B1 65667420
06B5 3320
06B7 20617420     222             db " at point  3  "
06BB 706F696E
06BF 74202033
06C3 2020
                  223
                  224     ;****************** siren ********************
                  225
06C5 7FFF         226     siren:  mov   r7,#0ffh
06C7 7E10         227             mov   r6,#10h       ;loop ccount
06C9 7860         228             mov   r0,#60h       ;start frequency
                  229                                 ;up sound loop
06CB 7910         230     exam41: mov   r1,#10h       ;up sounnd count
06CD E8           231     exam42: mov   a,r0
06CE FA           232             mov   r2,a          ;frequency
06CF 120742       233             lcall sound
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
06D2 18        234                dec   r0          ;up
06D3 D9F8      235                djnz  r1,exam42
               236                                  ;down sound loop
06D5 7901      237                mov   r1,#01h     ;down loop count
06D7 E8        238    exam43:     mov   a,r0        ;frequency
06D8 FA        239                mov   r2,a
06D9 7B14      240                mov   r3,#20      ;length
06DB 120742    241                lcall sound
06DE 08        242                inc   r0          ;down
06DF D9F6      243                djnz  r1,exam43
06E1 E8        244                mov   a,r0        ;next frequency
06E2 9403      245                subb  a,#3
06E4 F8        246                mov   r0,a
06E5 DEE4      247                djnz  r6,exam41   ;loop again
06E7 00        248                nop
06E8 0206C5    249                ljmp  siren       ;loop forever
               250
               251    ;********************** acknow **********************
               252
06EB 00        253    acknow:     nop
06EC 1207DF    254                lcall lbeep
06EF 00        255                nop
06F0 900725    256    acknow1:    mov   dptr,#ack1
06F3 12081C    257                lcall lcdld
06F6 7A10      258                mov   r2,#10h
06F8 120811    259                lcall delay
06FB 740C      260                mov   a,#00001100b
06FD 120845    261                lcall lcdwi
0700 7480      262                mov   a,#80h
0702 120845    263                lcall lcdwi
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0705 7A10        264                mov   r2,#10h
0707 120811      265                lcall delay
070A 7480        266                mov   a,#80h
070C 120845      267                lcall lcdwi
070F 7F28        268                mov   r7,#40
0711 741C        269    acknow2:    mov   a,#00011100b
0713 120845      270                lcall lcdwi
0716 7A01        271                mov   r2,#1
0718 120811      272                lcall delay
071B DFF4        273                djnz  r7,acknow2
071D 7A10        274                mov   r2,#10h
071F 120811      275                lcall delay
0722 0206F0      276                ljmp  acknow1
0725             277    ack1:
0725 2A3E3E41    278                db "*>>Acknowlage>>"
0729 636B6E6F
072D 776C6167
0731 653E3E
0734 2A3E5374    279                db "*>Stop Alarm>>"
0738 6F702041
073C 6C61726D
0740 3E3E
                 280
                 281    ;****************** sound ********************
                 282    ;sound generator
                 283    ;in = r2 frequency
                 284    ;  = r3 length
                 285    ;reg= a,r2,r3,r4,r5
                 286
0742 7D00        287    sound:  mov   r5,#0          ;end flag
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0744 7C00      288              mov   r4,#0          ;delay constant
0746 12074D    289   sound1:    lcall sounds
0749 BD01FA    290              cjne  r5,#1,sound1
074C 22        291              ret
074D D2B5      292   sounds:    setb  soundb         ;out1
074F 120758    293              lcall soundx
0752 C2B5      294              clr   soundb         ;out0
0754 120758    295              lcall soundx
0757 22        296              ret
0758 EA        297   soundx:    mov   a,r2           ;frequency delay
0759 120760    298   soundx1:   lcall soundy
075C 14        299              dec   a
075D 70FA      300              jnz   soundx1
075F 22        301              ret
0760 DC06      302   soundy:    djnz  r4,soundy1     ;length count down
0762 7C00      303              mov   r4,#0
0764 DB02      304              djnz  r3,soundy1
0766 7D01      305              mov   r5,#1
0768 22        306   soundy1:   ret
               307
               308   ;******************** song sub **********************
               309   ;play note by song table
               310   ;in =internal table(nn,ll,nn,ll,....,nn,ll,ff)
               311   ;          nn =0-25h  ll =0-4
               312   ;out =@r0(next)
               313   ;reg =a,r2,r3,r4,r5
               314
0769 E4        315   song:      clr   a
076A 93        316              movc  a,@a+dptr
076B A3        317              inc   dptr
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
076C B4FF01   318              cjne   a,#0ffh,song1
076F 22       319              ret                    ;end by 0ffh
0770 FA       320      song1:  mov    r2,a            ;memory freq.
0771 E4       321              clr    a
0772 93       322              movc   a,@a+dptr       ;length
0773 FB       323              mov    r3,a
0774 A3       324              inc    dptr
0775 C083     325              push   dph
0777 C082     326              push   dpl
0779 EA       327              mov    a,r2
077A 900790   328              mov    dptr,#songt1
077D 93       329              movc   a,@a+dptr
077E FA       330              mov    r2,a            ;length
077F 120742   331              lcall  sound
0782 7A40     332              mov    r2,#40h         ;delay
0784 7B00     333      song4:  mov    r3,#0
0786 DBFE     334              djnz   r3,$
0788 DAFA     335              djnz   r2,song4
078A D082     336              pop    dpl
078C D083     337              pop    dph
078E 80D9     338              sjmp   song
0790          339      songt1:
0790 00F4E4D9 340              db  000h,0f4h,0e4h,0d9h ;g,g#,a.a#
0794 CCC0B4AA 341              db  0cch,0c0h,0b4h,0aah ;b,c,c#,d
0798 A1989088 342              db  0a1h,098h,090h,088h ;d#,e,f,f#
079C 8078726B 343              db  080h,078h,072h,06bh ;g,g#,a,a#
07A0 655F5A55 344              db  065h,05fh,05ah,055h ;b,c,c#,d
07A4 504C4743 345              db  050h,04ch,047h,043h ;d#,e,f,f#
07A8 3F3B3835 346              db  03fh,03bh,038h,035h ;g,g#,a,a#
07AC 322F2C2A 347              db  032h,02fh,02ch,02ah ;b,c,c#,d
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
07B0 27252321   348          db  027h,025h,023h,021h ;d#,e,f,f#
07B4 1F01       349          db  01fh,001h       ;g,s
07B6            350  songt2:
07B6 084080C0   351          db  008h,040h,080h,0c0h ;0,1,2,3
07BA 00         352          db  000h            ;4
                353
                354  ;******************** nbeep sub ********************
                355  ;any beep subroutine
                356  ;reg =a,r2,r3,r4,r5
                357
07BB 7A50       358  fbeep:   mov   r2,#50h       ;direct function key beep
07BD 7B15       359          mov   r3,#15h
07BF 120742     360          lcall sound
07C2 22         361          ret
07C3 7A40       362  xbeep:   mov   r2,#40h       ;hex key beep
07C5 7B15       363          mov   r3,#15h
07C7 120742     364          lcall sound
07CA 22         365          ret
07CB 7A30       366  obeep:   mov   r2,#30h       ;operate key beep
07CD 7B15       367          mov   r3,#15h
07CF 120742     368          lcall sound
07D2 22         369          ret
07D3 7A18       370  hbeep:   mov   r2,#18h       ;success beep
07D5 7B50       371          mov   r3,#50h
07D7 120742     372          lcall sound
07DA 7A12       373          mov   r2,#12h
07DC 7B60       374          mov   r3,#60h
07DE 22         375          ret
07DF 7A90       376  lbeep:   mov   r2,#90h       ;warning beep
07E1 7B90       377          mov   r3,#90h
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
07E3 120742  378            lcall sound
07E6 22      379            ret
07E7 7A5F    380     sbeep: mov   r2,#5fh      ;reset beep
07E9 7B20    381            mov   r3,#20h
07EB 120742  382            lcall  sound
07EE 7A3F    383            mov   r2,#3fh
07F0 7B20    384            mov   r3,#20h
07F2 120742  385            lcall  sound
07F5 7A2F    386            mov   r2,#2fh
07F7 7B40    387            mov   r3,#40h
07F9 120742  388            lcall  sound
07FC 22      389            ret
07FD 7A0D    390     ubeep: mov   r2,#0dh      ;user beep
07FF 7B60    391            mov   r3,#60h
0801 120742  392            lcall  sound
0804 22      393            ret
             394
             395    ;***************** dmsec sub ********************
             396    ;delay 1/1000 second
             397    ;in =r2
             398    ;reg =r2,r3
             399
0805 7BE6    400     dmsec:   mov   r3,#230      ;1 msec loop
0807 7C00    401     dmsec1:  mov   r4,#0
0809 DCFE    402              djnz  r4,$
080B 00      403              nop
080C DBF9    404              djnz  r3,dmsec1
080E DAF5    405              djnz  r2,dmsec
0810 22      406              ret
             407
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                408     ;****************** delay *********************
                409     ;delay subroutine
                410     ;in =r2
                411     ;reg =r2,r3,r4
                412
0811 7B00       413     delay:  mov   r3,#0
0813 7C00       414     delay1: mov   r4,#0
0815 DCFE       415             djnz  r4,$
0817 DBFA       416             djnz  r3,delay1
0819 DAF6       417             djnz  r2,delay
081B 22         418             ret
                419
                420     ;****************** lcddis ********************
                421     ;load internal-ram to lcd-module(dmc 164)
                422     ;in =lcdbuf
                423     ;reg =a,r0,r2
                424
081C 7480       425     lcdld:  mov   a,#80h      ;set address line1
081E 120827     426             lcall lcdlds
0821 74C0       427             mov   a,#0c0h     ;set address line2
0823 120827     428             lcall lcdlds
0826 22         429             ret
0827 C083       430     lcdlds: push  dph         ;load sub
0829 C082       431             push  dpl
082B 120845     432             lcall lcdwi
082E D082       433             pop   dpl
0830 D083       434             pop   dph
0832 7A10       435             mov   r2,#16      ;16 char
0834 E4         436     lcdlds1: clr  a
0835 93         437             movc  a,@a+dptr
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0836 C083   438          push  dph
0838 C082   439          push  dpl
083A 120857 440          lcall lcdwd        ;write data
083D D082   441          pop   dpl
083F D083   442          pop   dph
0841 A3     443          inc   dptr
0842 DAF0   444          djnz  r2,lcdlds1
0844 22     445          ret
            446
            447  ;********************* lcdwi ********************
            448  ;lcd write instrution(rs=0)
            449  ;in =a
            450  ;reg =a
            451
0845 F580   452  lcdwi:   mov   port0,a     ;data to port0
0847 C2A0   453          clr   lcdrs        ;rs =0
0849 C2A1   454          clr   lcdrw        ;r/w =0
084B D2A2   455          setb  lcden        ;enable =1
084D 00     456          nop
084E C2A2   457          clr   lcden        ;enable =0
0850 00     458          nop
0851 7400   459          mov   a,#0         ;delay
0853 14     460  lcdwi1: dec   a
0854 70F    461          jnz   lcdwi1
0856 22     462          ret
            463
            464  ;********************* lcdwd ********************
            465  ;lcd write data(rs =1)
            466  ;in =a
            467  ;reg =a
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                468
0857 F580       469     lcdwd:  mov   port0,a       ;data to port0
0859 D2A0       470             setb  lcdrs         ;rs =1
085B C2A1       471             clr   lcdrw         ;r/w =0
085D D2A2       472             setb  lcden         ;enable =1
085F 00         473             nop
0860 C2A2       474             clr   lcden         ;enable =0
0862 00         475             nop
0863 D2A2       476             setb  lcden         ;enable =1
0865 00         477             nop
0866 7400       478             mov   a,#0
0868 14         479     lcdwd1: dec   a
0869 70FD       480             jnz   lcdwd1
086B 22         481             ret
                482
                483     ;****************** latch data ext ******************
                484     ;reg =rd,wr(p3.6+p3.7)
                485
086C 00         486     exlatch: nop
086D C2B7       487             clr   p3.7          ;reset buffer(rd)
086F 00         488             nop
0870 D2B7       489             setb  p3.7          ;read p1
0872 00         490             nop
0873 C2B6       491             clr   p3.6          ;reset buffer(wr)
0875 00         492             nop
0876 D2B6       493             setb  p3.6          ;read p1
0878 22         494             ret
                495
0000 =          496             end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ack1 = 0725 acknow = 06EB acknow1 = 06F0 acknow2 = 0711

0delay = 0811 delay1 = 0813 dmsec = 0805 dmsec1 = 0807

dsendt = 0671 dsendt1 = 068D dsendt2 = 06A9 exam41 = 06CB

exam42 = 06CD exam43 = 06D7 exlatch = 086C fbeep = 07BB

hbeep = 07D3 jupeter = 0597 lbeep = 07DF lcden = 00A2

lcdld = 081C lcdlds = 0827 lcdlds1 = 0834 lcdrs = 00A0

lcdrw = 00A1 lcdwd = 0857 lcdwd1 = 0868 lcdwi = 0845

lcdwi1 = 0853 main = 05F4 main1 = 05FF maintd = 05C4

maints = 0630 mainx = 0615 mainx1 = 061E mainx2 = 0627

obeep = 07CB out = 0590 port0 = 0080 power = 0000

res = 0500 res1 = 0502 revid = 064D revid1 = 0659

revid2 = 0665 sbeep = 07E7 siren = 06C5 song = 0769

song1 = 0770 song4 = 0784 songt1 = 0790 songt2 = 07B6

sound = 0742 sound1 = 0746 soundb = 00B5 sounds = 074D

soundx = 0758 soundx1 = 0759 soundy = 0760 soundy1 = 0768

stitle = 055B sysstk = 0008 timdow = 0582 title = 0540

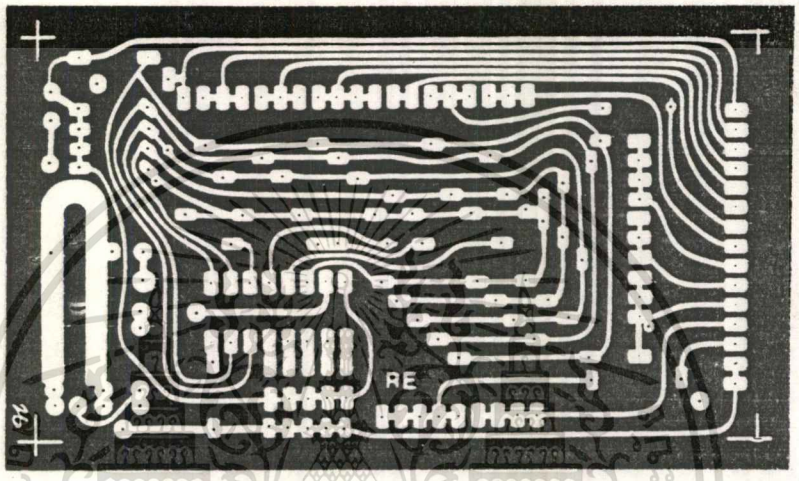
title1= 0566 ubeep = 07FD xbeep = 07C3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

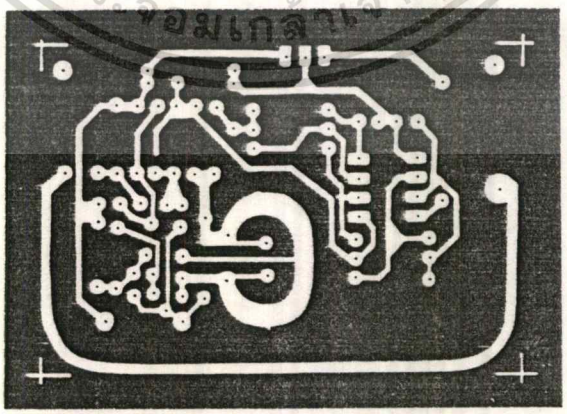
แสดงรายละเอียดของแผ่น PCB ที่ใช้ในระบบ

1. แบบปริ้นท์ของภาคส่ง



รูปที่ ค-1 แสดงลายปริ้นท์ของภาคส่ง

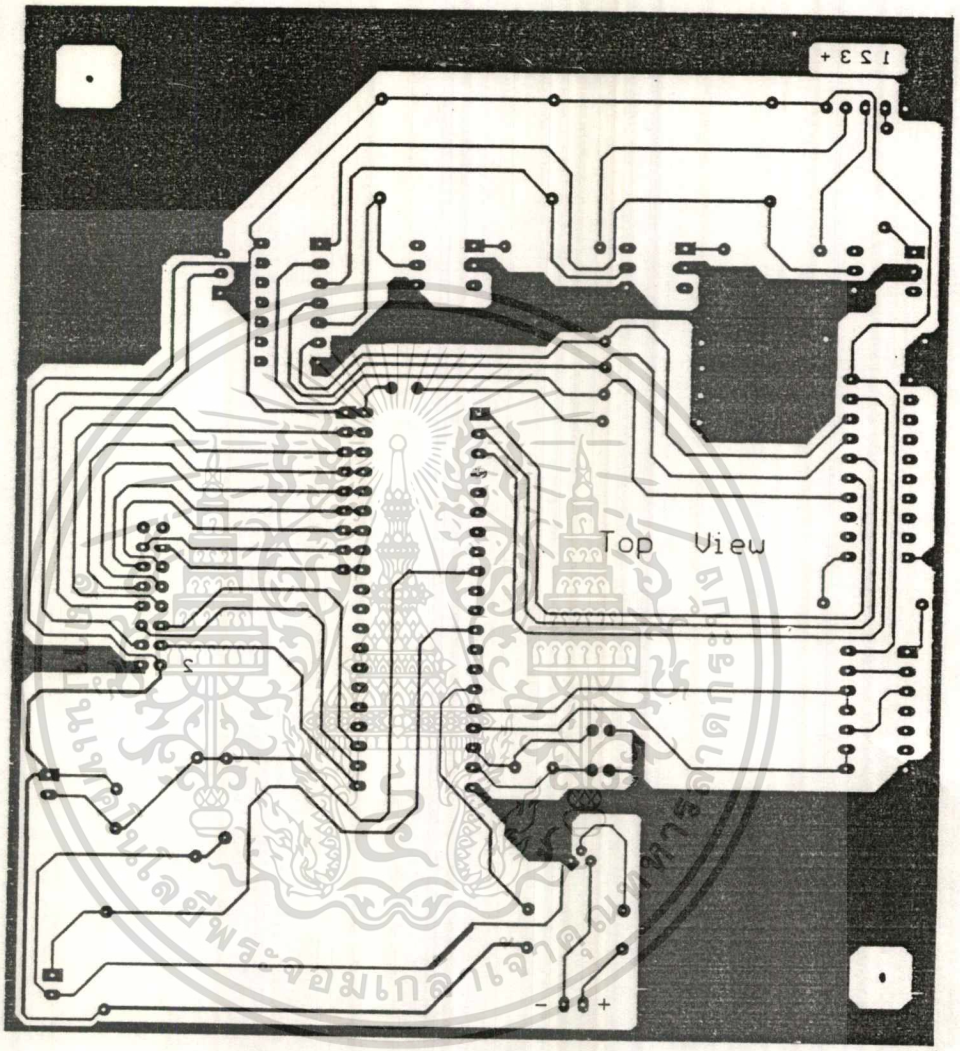
2. แบบปริ้นท์ของภาครับ



รูปที่ ค-2 แสดงลายปริ้นท์ของภาครับ

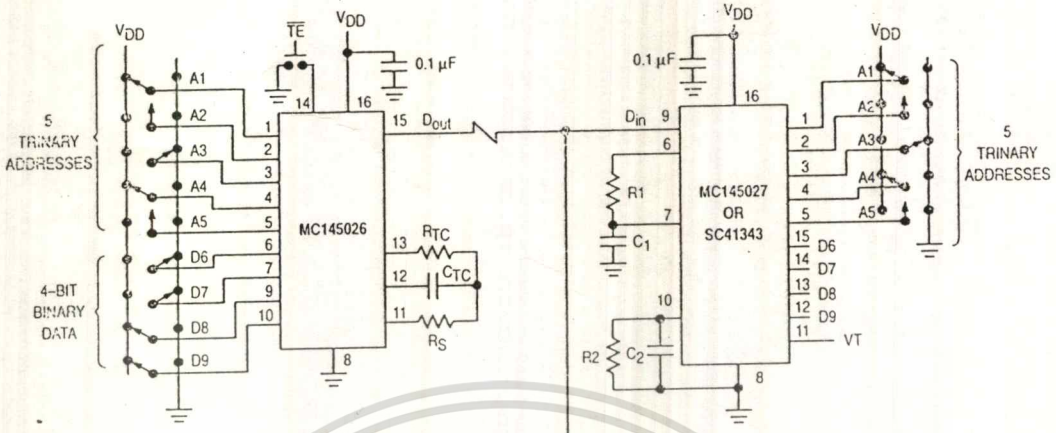
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบปริ้นท์ของภาคควบคุมและส่วนแสดงผล



รูปที่ ค-3 แสดงลายปริ้นท์ของภาคควบคุมและส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$f_{osc} = \frac{1}{2.3\ R_{TC}C_{TC}'}$$

$$R_1C_1 = 3.95\ R_{TC}C_{TC}$$

$$R_2C_2 = 77\ R_{TC}C_{TC}$$

$C_{TC}' = C_{TC} + C_{layout} + 12$ pF
100 pF ≤ C_{TC} ≤ 15 µF
R_{TC} ≥ 10 kΩ; $R_S = 2\ R_{TC}$
R_1 ≥ 10 kΩ
C_1 ≥ 400 pF
R_2 ≥ 100 kΩ
C_2 ≥ 700 pF

Example R/C Values (All Resistors and Capacitors are ± 5%)

($C_{TC}' = C_{TC} + 20$ pF)

f_{osc} (kHz)	R_{TC}	C_{TC}'	R_S	R_1	C_1	R_2	C_2
362	10 k	120 pF	20 k	10 k	470 pF	100 k	910 pF
181	10 k	240 pF	20 k	10 k	910 pF	100 k	1800 pF
88.7	10 k	490 pF	20 k	10 k	2000 pF	100 k	3900 pF
42.6	10 k	1020 pF	20 k	10 k	3900 pF	100 k	7500 pF
21.5	10 k	2020 pF	20 k	10 k	8200 pF	100 k	0.015 µF
8.53	10 k	5100 pF	20 k	10 k	0.02 µF	200 k	0.02 µF
1.71	50 k	5100 pF	100 k	50 k	0.02 µF	200 k	0.1 µF

Figure 17. Typical Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145026
MC145027
MC145028
SC41343
SC41344

Encoder and Decoder Pairs
CMOS

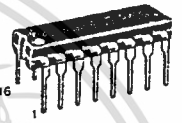
These devices are designed to be used as encoder/decoder pairs in remote control applications.

The MC145026 encodes nine lines of information and serially sends this information upon receipt of a transmit enable ($\overline{TE}$) signal. The nine lines may be encoded with trinary data (low, high, or open) or binary data (low or high). The words are transmitted twice per encoding sequence to increase security.

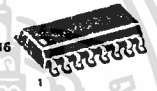
The MC145027 decoder receives the serial stream and interprets five of the trinary digits as an address code. Thus, 243 addresses are possible. If binary data is used at the encoder, 32 addresses are possible. The remaining serial information is interpreted as four bits of binary data. The valid transmission (VT) output goes high on the MC145027 when two conditions are met. First, two addresses must be consecutively received (in one encoding sequence) which both match the local address. Second, the 4 bits of data must match the last valid data received. The active VT indicates that the information at the Data output pins has been updated.

The MC145028 decoder treats all nine trinary digits as an address which allows 19,683 codes. If binary data is encoded, 512 codes are possible. The VT output goes high on the MC145028 when two addresses are consecutively received (in one encoding sequence) which both match the local address.

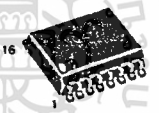
- Operating Temperature Range: – 40 to + 85°C
- Very–Low Standby Current for the Encoder: 300 nA Maximum @ 25°C
- Interfaces with RF, Ultrasonic, or Infrared Modulators and Demodulators
- RC Oscillator, No Crystal Required
- High External Component Tolerance; Can Use ± 5% Components
- Internal Power–On Reset Forces All Decoder Outputs Low
- For Infrared Applications, See Applications Notes AN1016 and AN1126
- Operating Voltage Range: MC145026 = 2.5 to 18 V*
  MC145027, MC145028 = 4.5 to 18 V
- Low–Voltage Versions Available:
  SC41343 = 2.8 to 10 V Version of the MC145027
  SC41344 = 2.8 to 10 V Version of the MC145028



P SUFFIX
PLASTIC DIP
CASE 648



D SUFFIX
SOG PACKAGE
CASE 751B



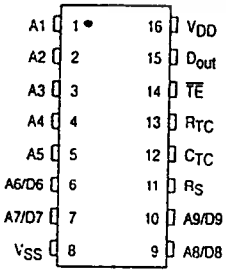
DW SUFFIX
SOG PACKAGE
CASE 751G

ORDERING INFORMATION

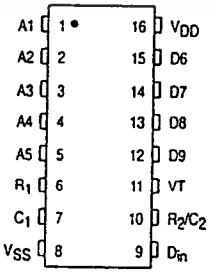
MC145026P	Plastic DIP
MC145026D	SOG Package
MC145027P, SC41343P	Plastic DIP
MC145027DW, SC41343DW	SOG Package
MC145028P, SC41344P	Plastic DIP
MC145028DW, SC41344DW	SOG Package

PIN ASSIGNMENTS

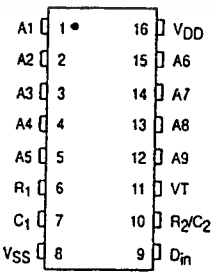
MC145026
ENCODER



MC145027/SC41343
DECODERS



MC145028/SC41344
DECODERS



* All MC145026 devices manufactured after date code 9314 or 314 are guaranteed over this wider voltage range. All previous designs using the low–voltage SC41342 should convert to the MC145026, which is a drop–in replacement. The SC41342 part number will be discontinued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — MC145026*, MC145027, and MC145028 (Voltage Referenced to V_{SS})

Symbol	Characteristic	V_{DD} V	Guaranteed Limit						Unit
			−40°C		25°C		85°C		
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
V_{OL}	Low–Level Output Voltage (V_{in} = V_{DD} or 0)	5.0	—	0.05	—	0.05	—	0.05	V
		10	—	0.05	—	0.05	—	0.05	
		15	—	0.05	—	0.05	—	0.05	
V_{OH}	High–Level Output Voltage (V_{in} = 0 or V_{DD})	5.0	4.95	—	4.95	—	4.95	—	V
		10	9.95	—	9.95	—	9.95	—	
		15	14.95	—	14.95	—	14.95	—	
V_{IL}	Low–Level Input Voltage								V
	(V_{out} = 4.5 or 0.5 V)	5.0	—	1.5	—	1.5	—	1.5	
	(V_{out} = 9.0 or 1.0 V)	10	—	3.0	—	3.0	—	3.0	
	(V_{out} = 13.5 or 1.5 V)	15	—	4.0	—	4.0	—	4.0	
V_{IH}	High–Level Input Voltage								V
	(V_{out} = 0.5 or 4.5 V)	5.0	3.5	—	3.5	—	3.5	—	
	(V_{out} = 1.0 or 9.0 V)	10	7.0	—	7.0	—	7.0	—	
	(V_{out} = 1.5 or 13.5 V)	15	11	—	11	—	11	—	
I_{OH}	High–Level Output Current*								mA
	(V_{out} = 2.5 V)	5.0	−2.5	—	−2.1	—	−1.7	—	
	(V_{out} = 4.6 V)	5.0	−0.52	—	−0.44	—	−0.36	—	
	(V_{out} = 9.5 V)	10	−1.3	—	−1.1	—	−0.9	—	
	(V_{out} = 13.5 V)	15	−3.6	—	−3.0	—	−2.4	—	
I_{OL}	Low–Level Output Current								mA
	(V_{out} = 0.4 V)	5.0	0.52	—	0.44	—	0.36	—	
	(V_{out} = 0.5 V)	10	1.3	—	1.1	—	0.9	—	
	(V_{out} = 1.5 V)	15	3.6	—	3.0	—	2.4	—	
I_{in}	Input Current — $\overline{TE}$ (MC145026, Pull–Up Device)	5.0	—	—	3.0	11	—	—	μA
		10	—	—	16	60	—	—	
		15	—	—	35	120	—	—	
I_{in}	Input Current R_S (MC145026), D_{in} (MC145027, MC145028)	15	—	±0.3	—	±0.3	—	±1.0	μA
I_{in}	Input Current								μA
	A1 – A5, A6/D6 – A9/D9 (MC145026),	5.0	—	—	—	±110	—	—	
	A1 – A5 (MC145027),	10	—	—	—	±500	—	—	
	A1 – A9 (MC145028)	15	—	—	—	±1000	—	—	
C_{in}	Input Capacitance (V_{in} = 0)	—	—	—	—	7.5	—	—	pF
I_{DD}	Quiescent Current — MC145026	5.0	—	—	—	0.1	—	—	μA
		10	—	—	—	0.2	—	—	
		15	—	—	—	0.3	—	—	
I_{DD}	Quiescent Current — MC145027, MC145028	5.0	—	—	—	50	—	—	μA
		10	—	—	—	100	—	—	
		15	—	—	—	150	—	—	
I_{dd}	Dynamic Supply Current — MC145026 (f_c = 20 kHz)	5.0	—	—	—	200	—	—	μA
		10	—	—	—	400	—	—	
		15	—	—	—	600	—	—	
I_{dd}	Dynamic Supply Current — MC145027, MC145028 (f_c = 20 kHz)	5.0	—	—	—	400	—	—	μA
		10	—	—	—	800	—	—	
		15	—	—	—	1200	—	—	

* Also see next Electrical Characteristics table for 2.5 V specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — MC145026 (Voltage Referenced to V_{SS})

Symbol	Characteristic	V_{DD} V	Guaranteed Limit						Unit
			−40°C		25°C		85°C		
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
V_{OL}	Low–Level Output Voltage (V_{in} = 0 V or V_{DD})	2.5	—	0.05	—	0.05	—	0.05	V
V_{OH}	High–Level Output Voltage (V_{in} = 0 V or V_{DD})	2.5	2.45	—	2.45	—	2.45	—	V
V_{IL}	Low–Level Input Voltage (V_{out} = 0.5 V or 2.0 V)	2.5	—	0.3	—	0.3	—	0.3	V
V_{IH}	High–Level Input Voltage (V_{out} = 0.5 V or 2.0 V)	2.5	2.2	—	2.2	—	2.2	—	V
I_{OH}	High–Level Output Current (V_{out} = 1.25 V)	2.5	0.28	—	0.25	—	0.2	—	mA
I_{OL}	Low–Level Output Current (V_{out} = 0.4 V)	2.5	0.22	—	0.2	—	0.16	—	mA
I_{in}	Input Current ($\overline{TE}$ — Pull–Up Device)	2.5	—	—	0.09	1.8	—	—	µA
I_{in}	Input Current (A1–A5, A6/D6–A9/D9)	2.5	—	—	—	± 25	—	—	µA
I_{DD}	Quiescent Current	2.5	—	—	—	0.05	—	—	µA
I_{dd}	Dynamic Supply Current (f_c = 20 kHz)	2.5	—	—	—	40	—	—	µA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — SC41343 and SC41344 (Voltage Referenced to V_{SS})

Symbol	Characteristic	V_{DD} V	Guaranteed Limit						Unit
			−40°C		25°C		85°C		
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
V_{OL}	Low–Level Output Voltage (V_{in} = 0 V or V_{DD})	2.8	—	0.05	—	0.05	—	0.05	V
		5.0	—	0.05	—	0.05	—	0.05	
		10	—	0.05	—	0.05	—	0.05	
V_{OH}	High–Level Output Voltage (V_{in} = 0 V or V_{DD})	2.8	2.75	—	2.75	—	2.75	—	V
		5.0	4.95	—	4.95	—	4.95	—	
		10	9.95	—	9.95	—	9.95	—	
V_{IL}	Low–Level Input Voltage								V
	(V_{out} = 2.3 V or 0.5 V)	2.8	—	0.84	—	0.84	—	0.84	
	(V_{out} = 4.5 V or 0.5 V)	5.0	—	1.5	—	1.5	—	1.5	
	(V_{out} = 9.0 V or 1.0 V)	10	—	3.0	—	3.0	—	3.0	
V_{IH}	High–Level Input Voltage								V
	(V_{out} = 0.5 V or 2.3 V)	2.8	1.96	—	1.96	—	1.96	—	
	(V_{out} = 0.5 V or 4.5 V)	5.0	3.5	—	3.5	—	3.5	—	
	(V_{out} = 1.0 V or 9.0 V)	10	7.0	—	7.0	—	7.0	—	
I_{OH}	High–Level Output Current								mA
	(V_{out} = 1.4 V)	2.8	− 0.73	—	− 0.7	—	− 0.55	—	
	(V_{out} = 4.5 V)	5.0	− 0.59	—	− 0.5	—	− 0.41	—	
	(V_{out} = 9.0 V)	10	− 1.3	—	− 1.1	—	− 0.9	—	
I_{OL}	Low–Level Output Current								mA
	(V_{out} = 0.4 V)	2.8	0.35	—	0.3	—	0.24	—	
	(V_{out} = 0.5 V)	5.0	0.8	—	0.6	—	0.4	—	
	(V_{out} = 1.0 V)	10	3.5	—	2.9	—	2.3	—	
I_{in}	Input Current — D_{in}	10	—	± 0.3	—	± 0.3	—	± 1.0	µA
I_{in}	Input Current	2.8	—	—	—	± 30	—	—	µA
	A1 – A5 (SC41343)	5.0	—	—	—	± 140	—	—	
	A1 – A9 (SC41344)	10	—	—	—	± 600	—	—	
C_{in}	Input Capacitance (V_{in} = 0)	—	—	—	—	7.5	—	—	pF
I_{DD}	Quiescent Current	2.8	—	—	—	60	—	—	µA
		5.0	—	—	—	75	—	—	
		10	—	—	—	150	—	—	
I_{dd}	Dynamic Supply Current (f_c = 20 kHz)	2.8	—	—	—	300	—	—	µA
		5.0	—	—	—	500	—	—	
		10	—	—	—	1000	—	—	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS — MC145026*, MC145027, and MC145028 (C_L = 50 pF, T_A = 25°C)

Symbol	Characteristic	Figure No.	V_{DD}	Guaranteed Limit		Unit
				Min	Max	
t_{TLH}, t_{THL}	Output Transition Time	4,8	5.0 10 15	— — —	200 100 80	ns
t_r	D_{in} Rise Time — Decoders	5	5.0 10 15	— — —	15 15 15	µs
t_f	D_{in} Fall Time — Decoders	5	5.0 10 15	— — —	15 5.0 4.0	µs
f_{osc}	Encoder Clock Frequency	6	5.0 10 15	0.001 0.001 0.001	2.0 5.0 10	MHz
f	Decoder Frequency — Referenced to Encoder Clock	12	5.0 10 15	1.0 1.0 1.0	240 410 450	kHz
t_w	$\overline{TE}$ Pulse Width — Encoders	7	5.0 10 15	65 30 20	— — —	ns

* Also see next Switching Characteristics table for 2.5 V specifications.

SWITCHING CHARACTERISTICS — MC145026 (C_L = 50 pF, T_A = 25°C)

Symbol	Characteristic	Figure No.	V_{DD}	Guaranteed Limit		Unit
				Min	Max	
t_{TLH}, t_{THL}	Output Transition Time	4, 8	2.5	—	450	ns
f_{osc}	Encoder Clock Frequency	6	2.5	1.0	250	kHz
t_w	$\overline{TE}$ Pulse Width	7	2.5	1.5	—	µs

SWITCHING CHARACTERISTICS — SC41343 and SC41344 (C_L = 50 pF, T_A = 25°C)

Symbol	Characteristic	Figure No.	V_{DD}	Guaranteed Limit		Unit
				Min	Max	
t_{TLH}, t_{THL}	Output Transition Time	4, 8	2.8 5.0 10	— — —	320 200 100	ns
t_r	D_{in} Rise Time	5	2.8 5.0 10	— — —	15 15 15	µs
t_f	D_{in} Fall Time	5	2.8 5.0 10	— — —	15 15 5.0	µs
f	Decoder Frequency — Referenced to Encoder Clock	12	2.8 5.0 10	1.0 1.0 1.0	100 240 410	kHz

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

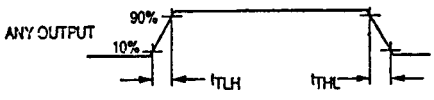


Figure 4.

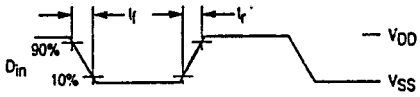


Figure 5.

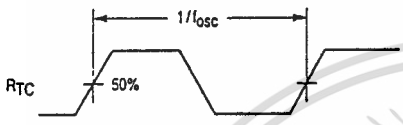


Figure 6.

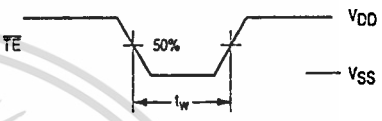
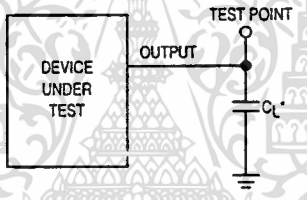


Figure 7.



* Includes all probe and fixture capacitance.

Figure 8. Test Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATING CHARACTERISTICS

MC145026

The encoder serially transmits trinary data as defined by the state of the A1 – A5 and A6/D6 – A9/D9 input pins. These pins may be in either of three states (low, high, or open) allowing 19,683 possible codes. The transmit sequence is initiated by a low level on the $\overline{TE}$ input pin. Upon power–up, the MC145026 can continuously transmit as long as $\overline{TE}$ remains low (also, the device can transmit two–word sequences by pulsing $\overline{TE}$ low). However, no MC145026 application should be designed to rely upon the first data word transmitted immediately after power–up because this word may be invalid. Between the two data words, no signal is sent for three data periods (see Figure 10).

Each transmitted trinary digit is encoded into pulses (see Figure 11). A logic 0 (low) is encoded as two consecutive short pulses, a logic 1 (high) as two consecutive long pulses, and an open (high impedance) as a long pulse followed by a short pulse. The input state is determined by using a weak "output" device to try to force each input high then low. If only a high state results from the two tests, the input is assumed to be hardwired to V_{DD}. If only a low state is obtained, the input is assumed to be hardwired to V_{SS}. If both a high and a low can be forced at an input, an open is assumed and is encoded as such. The "high" and "low" levels are 70% and 30% of the supply voltage as shown in the Electrical Characteristics table. The weak "output" device sinks/sources up to 110 µA at a 5 V supply level, 500 µA at 10 V, and 1 mA at 15 V.

The $\overline{TE}$ input has an internal pull–up device so that a simple switch may be used to force the input low. While $\overline{TE}$ is high, the encoder is completely disabled, the oscillator is inhibited, and the current drain is reduced to quiescent current. When $\overline{TE}$ is brought low, the oscillator is started and the transmit sequence begins. The inputs are then sequentially selected, and determinations are made as to the input logic states. This information is serially transmitted via the D_{out} pin.

MC145027

This decoder receives the serial data from the encoder and outputs the data, if it is valid. The transmitted data, consisting of two identical words, is examined bit by bit during reception. The first five trinary digits are assumed to be the address. If the received address matches the local address, the next four (data) bits are internally stored, but are not transferred to the output data latch. As the second encoded word is received, the address must again match. If a match occurs, the new data bits are checked against the previously stored data bits. If the two nibbles of data (four bits each) match, the data is transferred to the output data latch by VT and remains until new data replaces it. At the same time, the VT output pin is brought high and remains high until an error is received or until no input signal is received for four data periods (see Figure 10).

Although the address information may be encoded in trinary, the data information must be either a 1 or 0. A trinary (open) data line is decoded as a logic 1.

MC145028

This decoder operates in the same manner as the MC145027 except that nine address lines are used and no data output is available. The VT output is used to indicate that a valid address has been received. For transmission security, two identical transmitted words must be consecutively received before a VT output signal is issued.

The MC145028 allows 19,683 addresses when trinary levels are used. 512 addresses are possible when binary levels are used.

PIN DESCRIPTIONS

MC145026 ENCODER

A1 – A5, A6/D6 – A9/D9
Address, Address/Data Inputs (Pins 1 – 7, 9, and 10)

These address/data inputs are encoded and the data is sent serially from the encoder via the D_{out} pin.

R_S, C_{TC}, R_{TC}
(Pins 11, 12, and 13)

These pins are part of the oscillator section of the encoder (see Figure 9).

If an external signal source is used instead of the internal oscillator, it should be connected to the R_S input and the R_{TC} and C_{TC} pins should be left open.

$\overline{TE}$
Transmit Enable (Pin 14)

This active–low transmit enable input initiates transmission when forced low. An internal pull–up device keeps this input normally high. The pull–up current is specified in the Electrical Characteristics table.

D_{out}
Data Out (Pin 15)

This is the output of the encoder that serially presents the encoded data word.

V_{SS}
Negative Power Supply (Pin 8)

The most–negative supply potential. This pin is usually ground.

V_{DD}
Positive Power Supply (Pin 16)

The most–positive power supply pin.

MC145027 AND MC145028 DECODERS

A1 – A5, A1 – A9
Address Inputs (Pins 1 – 5) — MC145027,
Address Inputs (Pins 1 – 5, 15, 14, 13, 12) — MC145028

These are the local address inputs. The states of these pins must match the appropriate encoder inputs for the VT pin to go high. The local address may be encoded with trinary or binary data.

D6 – D9
Data Outputs (Pins 15, 14, 13, 12) — MC145027 Only

These outputs present the binary information that is on encoder inputs A6/D6 through A9/D9. Only binary data is

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

acknowledged; a trinary open at the MC145026 encoder is decoded as a high level (logic 1).

D_{in}
Data In (Pin 9)

This pin is the serial data input to the decoder. The input voltage must be at CMOS logic levels. The signal source driving this pin must be dc coupled.

R_1, C_1
Resistor 1, Capacitor 1 (Pins 6, 7)

As shown in Figures 2 and 3, these pins accept a resistor and capacitor that are used to determine whether a narrow pulse or wide pulse has been received. The time constant $R_1 \times C_1$ should be set to 1.72 encoder clock periods:

$$R_1 C_1 = 3.95 R_{TC} C_{TC}$$

R_2/C_2
Resistor 2/Capacitor 2 (Pin 10)

As shown in Figures 2 and 3, this pin accepts a resistor and capacitor that are used to detect both the end of a received word and the end of a transmission. The time constant $R_2 \times C_2$ should be 33.5 encoder clock periods (four data periods per Figure 11): $R_2 C_2 = 77 R_{TC} C_{TC}$. This time constant is used to determine whether the D_{in} pin has remained low for four data periods (end of transmission). A separate on–chip comparator looks at the voltage–equivalent two data periods ($0.4 R_2 C_2$) to detect the dead time between received words within a transmission.

VT
Valid Transmission Output (Pin 11)

This valid transmission output goes high after the second word of an encoding sequence when the following conditions are satisfied:

1. the received addresses of both words match the local decoder address, and
2. the received data bits of both words match.

VT remains high until either a mismatch is received or no input signal is received for four data periods.

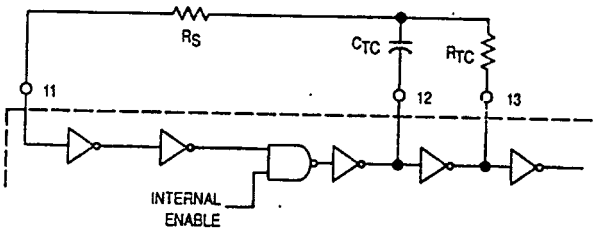
V_{SS}
Negative Power Supply (Pin 8)

The most–negative supply potential. This pin is usually ground.

V_{DD}
Positive Power Supply (Pin 16)

The most–positive power supply pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



This oscillator operates at a frequency determined by the external RC network; i.e.,

$$f = \frac{1}{2.3\ R_{TC}\ C_{TC'}} \text{ (Hz)}$$

for 1 kHz ≤ f ≤ 400 kHz

where: $C_{TC'} = C_{TC} + C_{layout} + 12$ pF

$R_S = 2\ R_{TC}$

$R_S \geq 20$ k

$R_{TC} \geq 10$ k

400 pF < C_{TC} < 15 µF

The value for R_S should be chosen to be ≥ 2 times R_{TC}. This range ensures that current through R_S is insignificant compared to current through R_{TC}. The upper limit for R_S must ensure that R_S x 5 pF (input capacitance) is small compared to R_{TC} x C_{TC}.

For frequencies outside the indicated range, the formula is less accurate. The minimum recommended oscillation frequency of this circuit is 1 kHz. Susceptibility to externally induced noise signals may occur for frequencies below 1 kHz and/or when resistors utilized are greater than 1 MΩ.

Figure 9. Encoder Oscillator Information

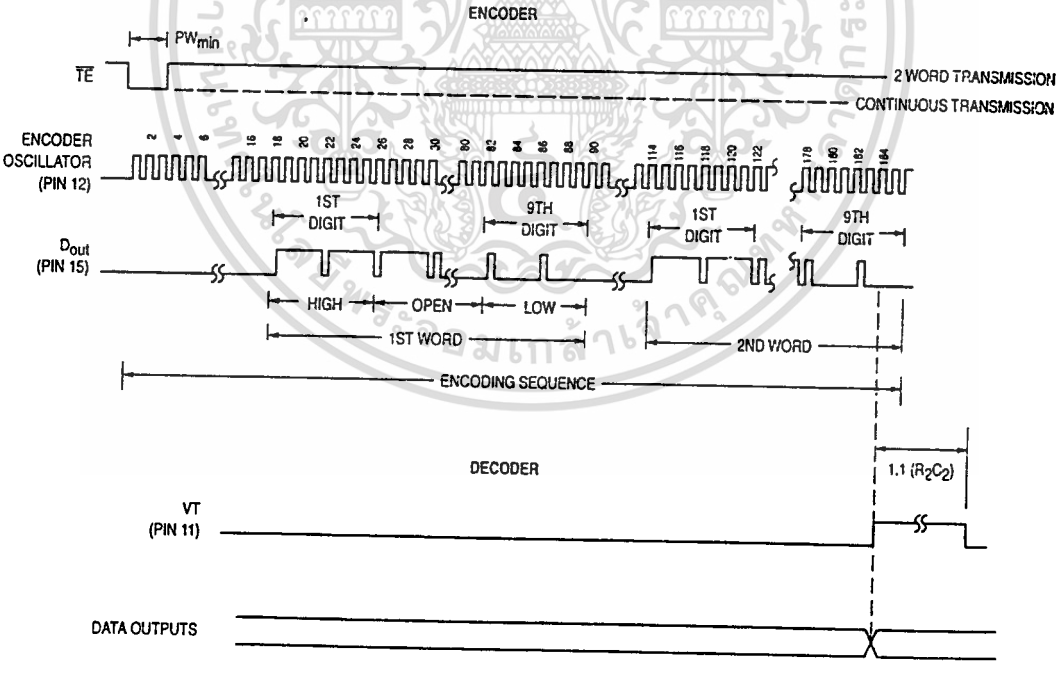


Figure 10. Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

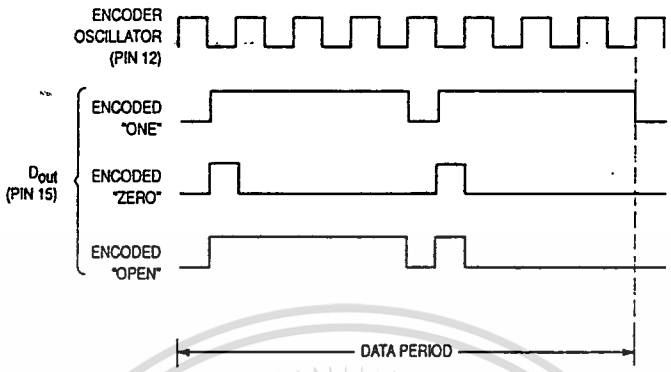


Figure 11. Encoder Data Waveforms

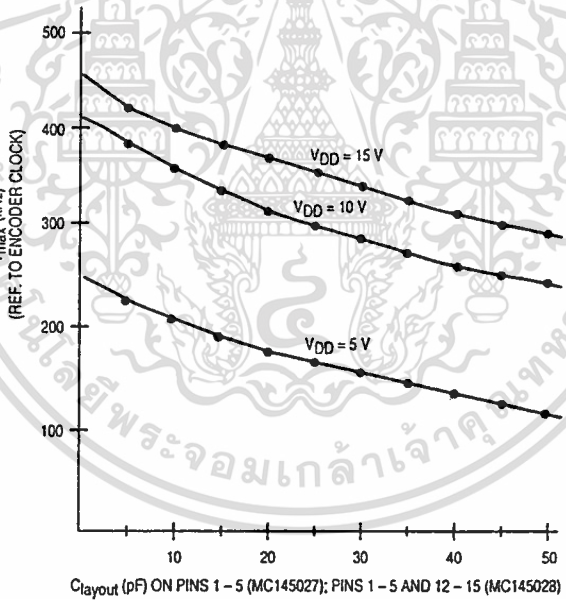


Figure 12. f_{max} vs C_{layout} — Decoders Only

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

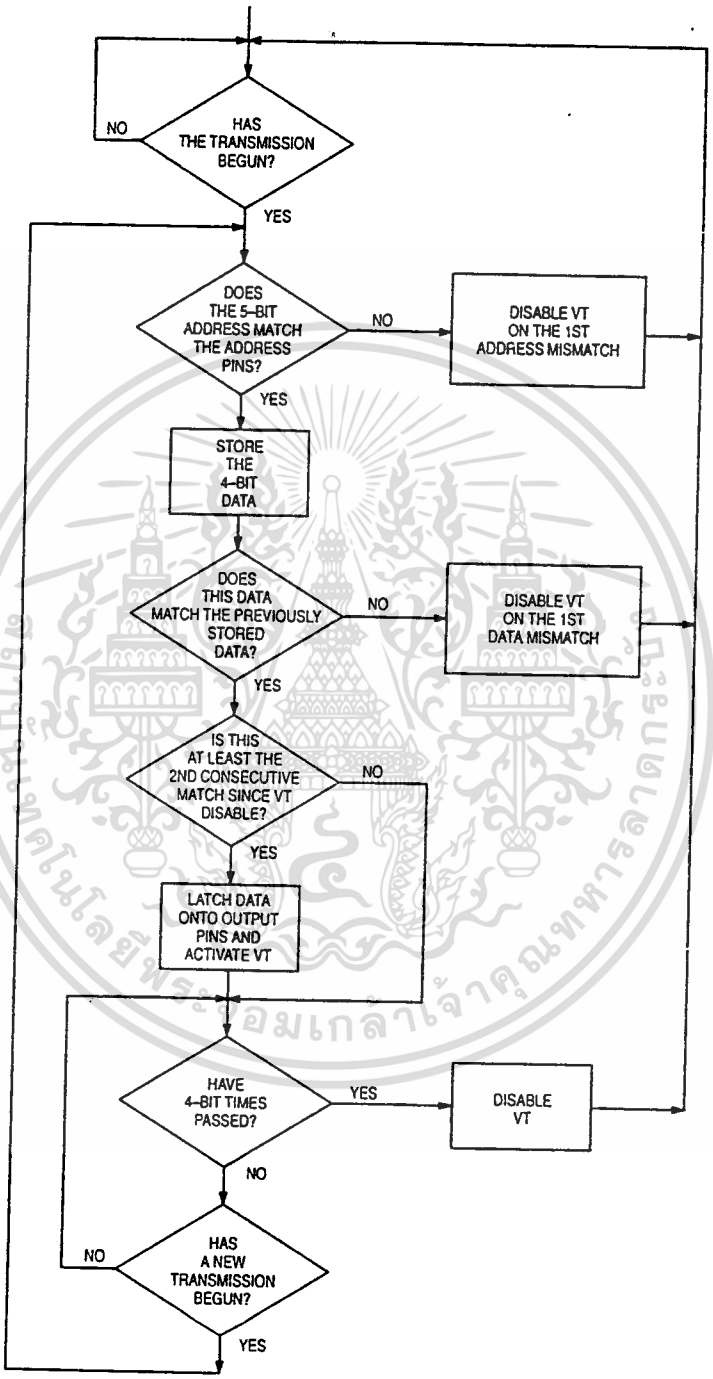


Figure 13. MC145027 Flowchart

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

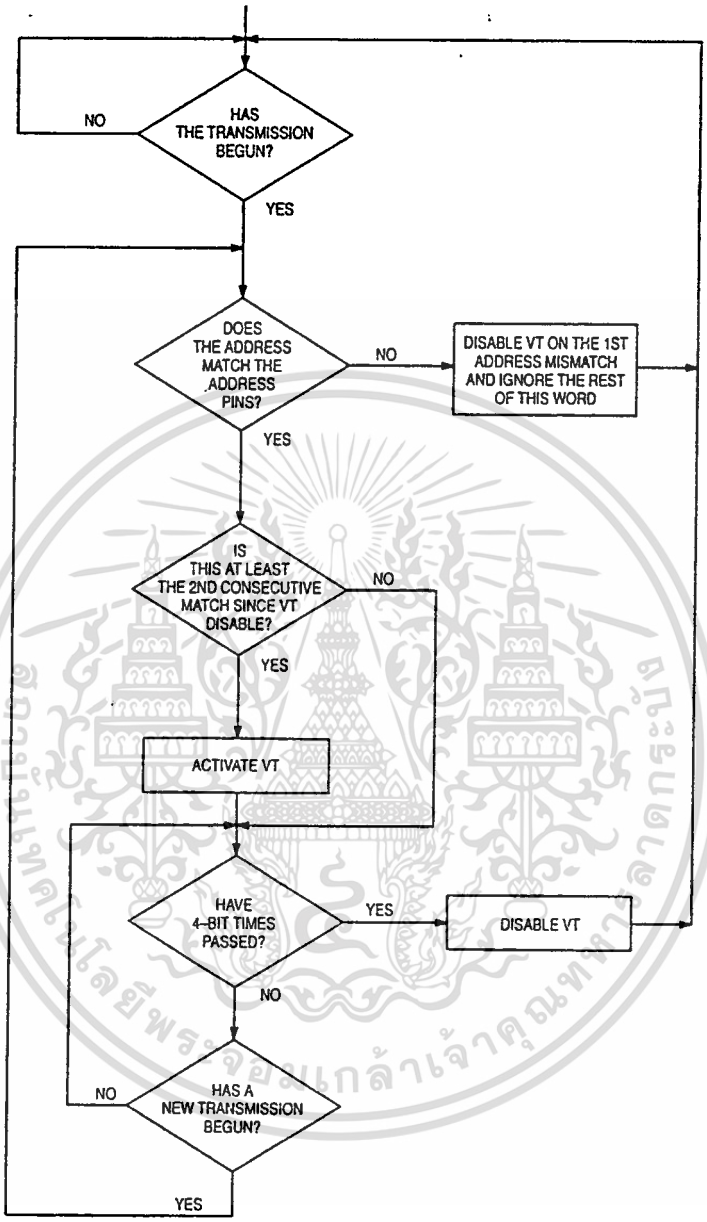


Figure 14. MC145028 Flowchart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC145027 AND MC145028 TIMING

To verify the MC145027 or MC145028 timing, check the waveforms on C1 (Pin 7) and R2/C2 (Pin 10) as compared to the incoming data waveform on D_{in} (Pin 9).

The R–C decay seen on C1 discharges down to 1/3 V_{DD} before being reset to V_{DD}. This point of reset (labelled "DOS" in Figure 15) is the point in time where the decision is made whether the data seen on D_{in} is a 1 or 0. DOS should not be too close to the D_{in} data edges or intermittent operation may occur.

The other timing to be checked on the MC145027 and MC145028 is on R2/C2 (see Figure 16). The R–C decay is continually reset to V_{DD} as data is being transmitted. Only between words and after the end–of–transmission (EOT) does R2/C2 decay significantly from V_{DD}. R2/C2 can be used to identify the internal end–of–word (EOW) timing edge which is generated when R2/C2 decays to 2/3 V_{DD}. The internal EOT timing edge occurs when R2/C2 decays to 1/3 V_{DD}. When the waveform is being observed, the R–C decay should go down between the 2/3 and 1/3 V_{DD} levels, but not too close to either level before data transmission on D_{in} resumes.

Verification of the timing described above should ensure a good match between the MC145026 transmitter and the MC145027 and MC145028 receivers.

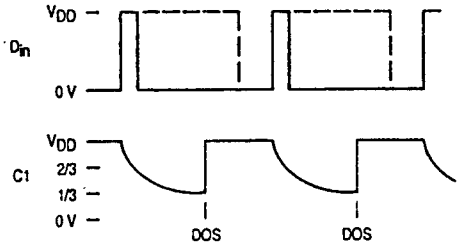


Figure 15. R–C Decay on Pin 7 (C1)

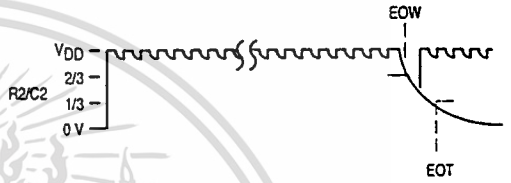
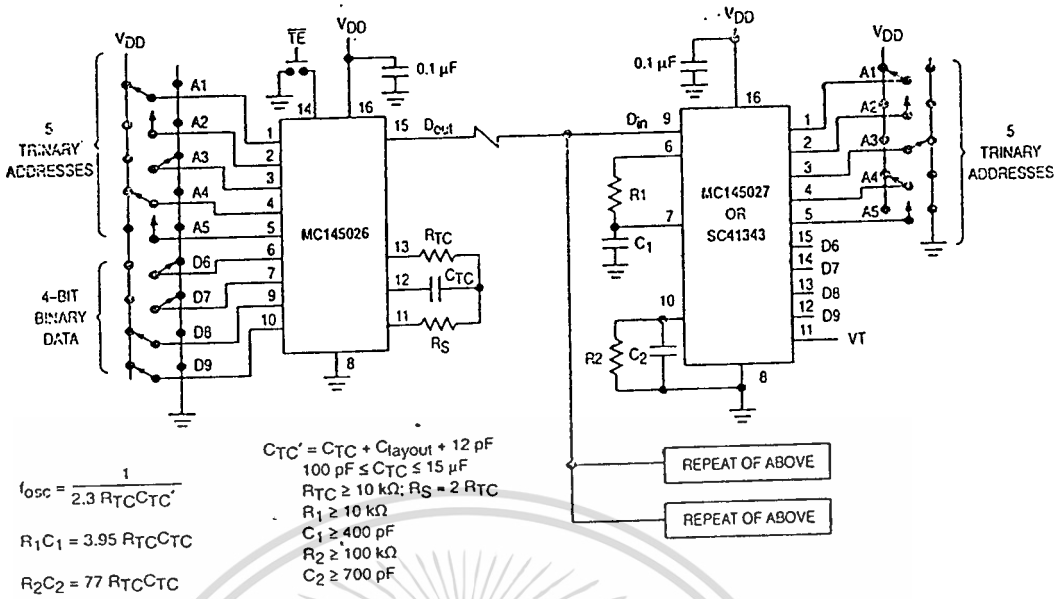


Figure 16. R–C Decay on Pin 10 (R2/C2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$f_{osc} = \frac{1}{2.3\,R_{TC}C_{TC}'}$$

$R_1C_1 = 3.95\,R_{TC}C_{TC}$

$R_2C_2 = 77\,R_{TC}C_{TC}$

$C_{TC}' = C_{TC} + C_{layout} + 12\text{ pF}$
$100\text{ pF} \le C_{TC} \le 15\,\mu\text{F}$
$R_{TC} \ge 10\text{ k}\Omega$; $R_S = 2\,R_{TC}$
$R_1 \ge 10\text{ k}\Omega$
$C_1 \ge 400\text{ pF}$
$R_2 \ge 100\text{ k}\Omega$
$C_2 \ge 700\text{ pF}$

Example R/C Values (All Resistors and Capacitors are ± 5%)

($C_{TC}' = C_{TC} + 20\text{ pF}$)

f_{osc} (kHz)	R_{TC}	C_{TC}'	R_S	R_1	C_1	R_2	C_2
362	10 k	120 pF	20 k	10 k	470 pF	100 k	910 pF
181	10 k	240 pF	20 k	10 k	910 pF	100 k	1600 pF
88.7	10 k	490 pF	20 k	10 k	2000 pF	100 k	3900 pF
42.6	10 k	1020 pF	20 k	10 k	3900 pF	100 k	7500 pF
21.5	10 k	2020 pF	20 k	10 k	8200 pF	100 k	0.015 µF
8.53	10 k	5100 pF	20 k	10 k	0.02 µF	200 k	0.02 µF
1.71	50 k	5100 pF	100 k	50 k	0.02 µF	200 k	0.1 µF

Figure 17. Typical Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATIONS INFORMATION

INFRARED TRANSMITTER

In Figure 18, the MC145026 encoder is set to run at an oscillator frequency of about 4 to 9 kHz. Thus, the time required for a complete two–word encoding sequence is about 20 to 40 ms. The data output from the encoder gates an RC oscillator running at 50 kHz; the oscillator shown starts rapidly enough to be used in this application. When the "send" button is not depressed, both the MC145026 and oscillator are in a low–power standby state. The RC oscillator has to be trimmed for 50 kHz and has some drawbacks for frequency stability. A superior system uses a ceramic resonator oscillator running at 400 kHz. This oscillator feeds a divider as shown in Figure 19. The unused inputs of the MC14011UB must be grounded.

The MLED81 IRED is driven with the 50 kHz square wave at about 200 to 300 mA to generate the carrier. If desired, two IREDs wired in series can be used (see Application Note AN1016 for more information). The bipolar IRED switch, shown in Figure 18, offers two advantages over a FET. First, a logic FET has too much gate-capacitance for the MC14011UB to drive without waveform distortion. Second, the bipolar drive permits lower supply voltages, which are an advantage in portable battery–powered applications.

The configuration shown in Figure 18 operates over a supply range of 4.5 to 18 V. A low–voltage system which operates down to 2.5 V could be realized if the oscillator section of a MC74HC4060 is used in place of the MC14011UB. The data output of the MC145026 is inverted and fed to the RESET pin of the MC74HC4060. Alternately, the MC74HCU04 could be used for the oscillator.

Information on the MC14011UB is in book number DL131/D. The MC74HCU04 and MC74HC4060 are found in book number DL129/D.

INFRARED RECEIVER

The receiver in Figure 20 couples an IR–sensitive diode to input preamp A1, followed by band–pass amplifier A2 with a gain of about 10. Limiting stage A3 follows, with an output of about 800 mV p–p. The limited 50 kHz burst is detected by comparator A4 that passes only positive pulses, and peak–detected and filtered by a diode/RC network to extract the data envelope from the burst. Comparator A5 boosts the signal to logic levels compatible with the MC145027/28 data input. The D_{in} pin of these decoders is a standard CMOS high–impedance input which must ***not*** be allowed to float. Therefore, direct coupling from A5 to the decoder input is utilized.

Shielding should be used on at least A1 and A2, with good ground and high–sensitivity circuit layout techniques applied.

For operation with supplies higher than + 5 V, limiter A4's positive output swing needs to be limited to 3 to 5 V. This is accomplished via adding a zener diode in the negative feedback path, thus avoiding excessive system noise. The biasing resistor stack should be adjusted such that V3 is 1.25 to 1.5 V.

This system works up to a range of about 10 meters. The gains of the system may be adjusted to suit the individual design needs. The 100 Ω resistor in the emitter of the first 2N5088 and the 1 kΩ resistor feeding A2 may be altered if different gain is required. In general, more gain does not necessarily result in increased range. This is due to noise floor limitations. The designer should increase transmitter power and/or increase receiver aperature with Fresnal lensing to greatly improve range. See Application Note AN1016 for additional information.

Information on the MC34074 is in data book DL128/D.

TRINARY SWITCH MANUFACTURERS

Midland Ross–Electronic Connector Div.
617/491–5400
Greyhill
312/354–1040
Augat/Alcoswitch
617/685–4371
Aries Electronics
201/996–6841

The above companies may not have the switches in a DIP. For more information, call them or consult *eem Electronic Engineers Master Catalog* or the *Gold Book*. ***Ask for SPDT with center OFF.***

Alternative: An SPST can be placed in series between a SPDT and the Encoder or Decoder to achieve trinary action.

Motorola cannot recommend one supplier over another and in no way suggests that this is a complete listing of trinary switch manufacturers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

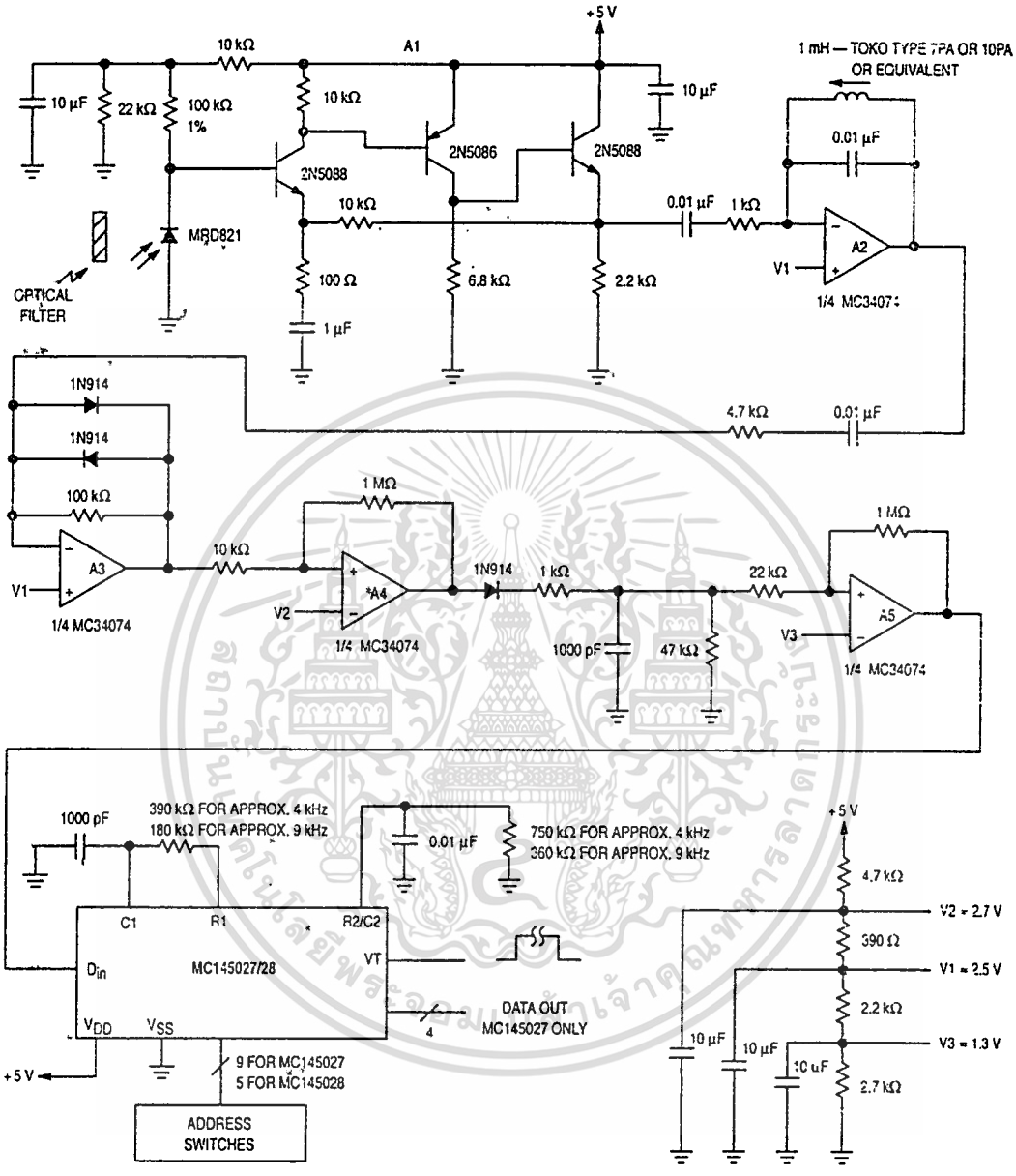


Figure 20. Infrared Receiver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้