

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบการตรวจสอบและวิเคราะห์สถานะของบุคคลภายในห้องทำงาน
(OCCUPANCY DETECTION SYSTEM FOR
WORK PERFORMANCE EVALUATION)



เลขที่.....
เลขทะเบียน..... 82928
วัน,เดือน,ปี..... 29 ก.ค. 2551

b. 119 ๕๖๕๕A
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**OCCUPANCY DETECTION SYSTEM FOR
WORK PERFORMANCE EVALUATION**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาโท

หัวข้อปริญญาโท ระบบการตรวจสอบและวิเคราะห์สถานะของบุคคลภายในห้องทำงาน
OCCUPANCY DETECTION SYSTEM FOR WORK
PERFORMANCE EVALUATION

นักศึกษาผู้จัดทำ นายพรชวุฒิ รุ่งรัมย์ รหัสนักศึกษา 47010488

นายวรยศต์ สุนทรนนท์ รหัสนักศึกษา 47010654

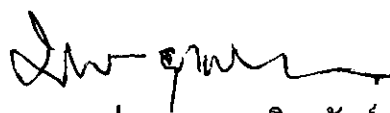
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2550

อาจารย์ควบคุมปริญญาโท	ลายมือชื่อ
ผศ. วิศรุต ศรีรัตนะ	

ภาควิชารับรองแล้ว


(รศ.ประภาส อุดกสิมาพันธุ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบการตรวจสอบและวิเคราะห์สถานะของบุคคลภายในห้องทำงาน
OCCUPANCY DETECTION SYSTEM FOR WORK
PERFORMANCE EVALUATION

นักศึกษาผู้จัดทำ นายพรธวุฒิ รุ่งรัมย์ รหัสนักศึกษา 47010488
นายวรยศ สุนทรนนท์ รหัสนักศึกษา 47010654
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วิศรุต ศรีรัตนะ
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

โครงการนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์และการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายระหว่างอุปกรณ์เซนเซอร์กับคอมพิวเตอร์ โดยเซนเซอร์ที่ใช้จะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของการตรวจรู้การเคลื่อนไหวของวัตถุ และส่วนของการตรวจวัดความเข้มของแสงสว่าง เพื่อตรวจรู้สถานะของบุคคลที่อยู่ภายในห้องทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้ห้องพักอาจารย์ชั้น 3 ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ขนาด 14 m² เป็นกรณีศึกษา ทั้งนี้บุคคลที่อยู่ภายในห้องทำงานสามารถที่จะกำหนดสถานะได้เองจากการตั้งเวลาคือ สถานะว่าง สถานะไม่ว่าง และสถานะไม่อยู่ในห้อง ซึ่งถ้าเกินจากเวลาที่ตั้งไว้ระบบจะทำการตรวจสอบสถานะโดยอัตโนมัติ เพื่อแสดงสถานะที่แท้จริงของช่วงเวลาปัจจุบัน จากนั้นจะนำผลที่ได้จากการตรวจรู้ของเซนเซอร์มาประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งไปยังภาคแสดงผลและคอมพิวเตอร์ในลักษณะของคลื่นความถี่วิทยุ เพื่อวิเคราะห์และจัดทำเป็นระบบฐานข้อมูลทางด้านสถิติของช่วงเวลาการทำงานในแต่ละวัน และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับประเมินประสิทธิภาพการทำงานของบุคคล ส่วนการตรวจรู้ความเข้มของแสงสว่างนั้นจะใช้สำหรับประมาณการการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างของห้องทำงานดังกล่าวในช่วงเวลาปฏิบัติงาน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์กันระหว่างช่วงเวลาเปิด-ปิดไฟฟ้าแสงสว่างกับช่วงเวลาที่มียุคคลอยู่ภายในห้องทำงาน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการลดค่าใช้จ่ายของไฟฟ้าแสงสว่างลงได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Occupancy Detection System for Work Performance Evaluation	
Authors	Mr. Pastsawut	Rungrassamee
	Mr. Vorayut	Soonthornnon
Thesis Advisor	Assit.Prof.Witsarut	Sriratana
Year	2007	

ABSTRACT

This project presents the application of sensors and wireless communication between sensors and personal computer. The sensors were designed to use under two main functions: movement detection and lighting measurement, to semi-automatically detect the occupancy status in a reference room which is a 14 m² – staff room located at the 3rd floor of Instrumentation Engineering Department building. The occupant in the room can set the status to be display, i.e. available, busy, and leave. If the status showing is over the set period, the system will automatically check the real time status and display. The signals generated by sensors are first processed by microcontroller and then transferred to display module and computer in the form of radio wavelength to analyze and develop the database of the occupant's work schedule in daily basis. The database developed means to evaluate the work performance of the occupant in the reference room. For lighting measurement, the room illuminance is measured to estimate electric lighting demand during work period which is dependent on the on-off cycle of lighting and the occupancy time. It is also expected to be beneficial for electric lighting demand reduction further.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้จัดทำโครงการรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ผศ.วิศรุต ศรีรัตนธาดาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ช่วยให้คำชี้แนะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการ

คณาจารย์ในภาควิชาคัมภีร์ที่ได้มอบความรู้อันเป็นประโยชน์แก่ผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณฝ่ายธุรการภาควิชาคัมภีร์ที่อำนวยความสะดวกในระหว่างการทำโครงการ

โครงการนี้จะสำเร็จไม่ได้ถ้าไม่ได้ความรู้จากเพื่อน ๆ ที่ผู้จัดทำได้ไปขอความช่วยเหลือใน ทุก ๆ เรื่อง ไม่ว่าจะเป็น การซื้อของ การต่อวงจร การเขียน โปรแกรม และการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

และขอขอบพระคุณทุกคนที่คอยให้การสนับสนุน ช่วยเป็นกำลังใจ และส่งแรงใจในการทำโครงการมาโดยตลอด

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา **III** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	1
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	1
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน.....	3
2.1 เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว.....	3
2.1.1 เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้อินฟราเรด.....	3
2.1.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอินฟราเรด.....	3
2.1.1.2 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้ อินฟราเรด.....	4
2.1.1.3 วงจรของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้อินฟราเรด.....	7
2.1.2 เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้อัลตราโซนิก.....	9
2.1.2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอัลตราโซนิก.....	9
2.1.2.2 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้ อัลตราโซนิก.....	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา **IV** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 ตัวค้ำทานแปรค่าตามแสง.....	10
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	12
2.3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์.....	12
2.3.2 สัญญาณนาฬิกา.....	14
2.3.3 อินพุตและเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	16
2.3.4 การเขียนโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	18
2.4 การส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุ.....	22
2.4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นวิทยุ.....	22
2.4.2 การเข้ารหัสข้อมูล.....	23
2.4.2.1 IC เข้ารหัส HT12E.....	24
2.4.2.2 IC ถอดรหัส HT12D.....	25
2.4.3 อุปกรณ์ส่งคลื่นวิทยุ.....	25
2.4.3.1 ตัวส่งคลื่นวิทยุ.....	26
2.4.3.2 ตัวรับคลื่นวิทยุ.....	27
2.5 การส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์.....	28
2.5.1 Fire Wire.....	28
2.5.2 พอร์ตวีจีเอ.....	28
2.5.3 พอร์ตอนุกรม.....	29
2.5.4 พอร์ตขนาน.....	29
2.5.5 พอร์ตยูเอสบี.....	30
2.5.6 พอร์ตมัลติมีเดีย.....	30
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	31
3.1 การออกแบบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์.....	31
3.1.1 เซนเซอร์จับการเคลื่อนไหว.....	31
3.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	32
3.1.3 ตัวส่งข้อมูลแบบไม่ใช้สาย.....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.4 การออกแบบส่วนแสดงผล.....	33
3.1.4.1 ส่วนแสดงผลภายในห้อง.....	33
3.1.4.2 ส่วนแสดงผลภายนอกห้อง.....	33
3.1.5 การออกแบบการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์.....	33
3.2 การออกแบบโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์.....	33
3.2.1 แนวคิดในการออกแบบโปรแกรม.....	33
3.2.2 การเขียนโปรแกรม.....	38
3.2.2.1 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์.....	38
3.2.2.2 การเขียนโปรแกรมรับคำสั่งสถานะเข้าคอมพิวเตอร์.....	40
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	42
4.1 เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว.....	42
4.2 การติดตั้งอุปกรณ์.....	45
4.2.1 การติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว.....	45
4.2.2 การปรับเทียบเซนเซอร์ตรวจจับแสง.....	48
4.2.3 ระยะเวลาส่งของคลื่นวิทยุ.....	50
4.3 การแสดงผลที่ส่วนแสดงผล.....	50
4.3.1 การแสดงผลที่ส่วนแสดงผลภายในห้องของผู้ใช้งาน.....	50
4.3.2 การแสดงผลที่ส่วนแสดงผลภายนอกห้อง.....	53
4.4 การแสดงผลในคอมพิวเตอร์.....	55
4.4.1 การแสดงผลสถานะในคอมพิวเตอร์.....	57
4.4.2 การแสดงผลสถานะของหลอดไฟ.....	59
4.4.3 ผลการบันทึกข้อมูล.....	59
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	60
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	60
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ไข.....	62
5.3 จุดด้อยของชิ้นงาน.....	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ VI ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.4 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อ.....	63
บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก.....	56



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **VII** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงค่าความถี่ คริสตอล ในโหมดต่าง ๆ	15
2.2 การแบ่งคลื่นวิทยุตามการใช้งาน.....	23
3.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเซนเซอร์แบบอินฟราเรดและอัลตราโซนิก.....	32
4.1 ระยะและมุมที่เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้จากการเคลื่อนไหวแบบต่าง ๆ.....	46



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **viii** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การแบ่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	4
2.2 Passive Infrared detector.....	4
2.3 fresnel lenses.....	5
2.4 โครงสร้างภายในของ PIR.....	5
2.5 การตรวจจับของ PIR.....	6
2.6 การตรวจจับของ PIR (top view).....	6
2.7 ลักษณะการตรวจจับของ PIR (side view).....	7
2.8 วงจรไฟฟ้าของเซนเซอร์แบบอินฟราเรด.....	8
2.9 เซนเซอร์อัลตราโซนิก.....	10
2.10 ลักษณะคลื่นอัลตราโซนิกเมื่อมีการเคลื่อนไหวของวัตถุ.....	10
2.11 ตัวต้านทานแปรค่าตามแสง.....	11
2.12 วงจรใช้งาน LDR ขั้นพื้นฐาน.....	12
2.13 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	13
2.14 PIN Diagram ของ PIC 18F458.....	14
2.15 แสดงสัญญาณนาฬิกาของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	14
2.16 การคอมไพล์ภาษา Assembly แบบไฟล์เดี่ยว.....	18
2.17 แสดงตัวอย่างภาษา Assembly ที่ใช้ใน PIC18F458.....	19
2.18 การคอมไพล์ภาษา Assembly แบบหลายไฟล์.....	21
2.19 การคอมไพล์ภาษาระดับสูง.....	22
2.20 IC HT12E และ HT12D.....	23
2.21 PIN diagram ของ HT12E.....	24
2.22 Transmission Timing ของ IC เข้ารหัส HT12E.....	24
2.23 PIN diagram ของ HT12D.....	25
2.24 Decoder Timing ของ IC ถอดรหัส HT12D.....	25
2.25 ตัวส่งคลื่นวิทยุ TLP434A.....	26
2.26 วงจรภาคส่งคลื่นวิทยุ.....	26
2.27 ตัวรับคลื่นวิทยุ.....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.28 วงจรภาครับคลื่นวิทยุ.....	27
2.29 ขั้วต่อต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์.....	28
2.30 แสดงขาต่าง ๆ ของพอร์ตขนาน.....	30
3.1 การทำงานโดยรวมของโปรแกรม.....	33
3.2 การทำงานของโปรแกรมเมื่อมีสถานะ “ ไม่อยู่ ”.....	36
3.3 การทำงานของโปรแกรมเมื่อมีสถานะ “ วาง ”.....	37
3.4 การทำงานของโปรแกรมเมื่อมีสถานะ “ ไม่วาง ”.....	38
3.5 โปรแกรม CCS Complier ขณะทำการพัฒนาโปรแกรม.....	39
3.6 โปรแกรม EPICwin.....	39
3.7 โปรแกรม Visual Studio 2005 ขณะทำการพัฒนาโปรแกรม 1.....	40
3.8 โปรแกรม Visual Studio 2005 ขณะทำการพัฒนาโปรแกรม 2.....	41
4.1 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อ ไม่มีการเคลื่อนไหว.....	42
4.2 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อมีการเดินผ่านที่ระยะ 1.5 เมตร.....	43
4.3 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อมีการเดินผ่านที่ระยะ 3 เมตร.....	43
4.4 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อมีการเดินผ่านที่ระยะ 4 เมตร.....	44
4.5 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อมีการโยกตัวอย่างแรงและต่อเนื่องที่ระยะ 1.5 เมตร.....	44
4.6 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อมีการโยกตัวอย่างแรงและต่อเนื่องที่ระยะ 3 เมตร.....	45
4.7 ระยะเวลาตรวจจับของเซนเซอร์จับการเคลื่อนไหว.....	46
4.8 พื้นที่การตรวจจับของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว.....	47
4.9 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์ในห้องทดลอง.....	47
4.10 ตำแหน่งการติดตั้งของส่วนการแสดงผล.....	48
4.11 แหล่งกำเนิดแสงภายในห้องทดลอง.....	48
4.12 การวัดความเข้มแสงขณะเปิดไฟ.....	49
4.13 การวัดความเข้มแสงขณะปิดไฟ.....	49
4.14 การทดลองหาระยะสูงสุดของการรับคลื่นวิทยุ.....	50
4.15 การแสดงผลสถานะ “ วาง ” ภายในห้อง.....	51
4.16 การแสดงผลสถานะ “ ไม่วาง ” ภายในห้อง.....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา แะX ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.17 การแสดงผลสถานะ “ ไม่อยู่ ” ภายในห้อง.....	52
4.18 การแสดงผลการเตือนหน่วยเวลาหมดของสถานะ “ ไม่ว่าง ”.....	52
4.19 การแสดงผลสถานะ “ ว่าง “ ภายนอกห้อง.....	53
4.20 การแสดงผลสถานะ “ ไม่ว่าง “ ภายนอกห้อง.....	54
4.21 การแสดงผลสถานะ “ ไม่อยู่ “ ภายนอกห้อง.....	54
4.22 อุปกรณ์รับสัญญาณเข้าคอมพิวเตอร์.....	55
4.23 การแสดงผลในคอมพิวเตอร์ 1.....	56
4.24 การแสดงผลในคอมพิวเตอร์ 2.....	57
4.25 การแสดงผลสถานะ “ ว่าง ” ในคอมพิวเตอร์.....	58
4.26 การแสดงผลสถานะ “ ไม่ว่าง ” ในคอมพิวเตอร์.....	58
4.27 การแสดงผลสถานะ “ ไม่อยู่ ” ในคอมพิวเตอร์.....	58
4.28 การแสดงผลการเปิดของหลอดไฟ.....	59
4.29 การแสดงผลการปิดของหลอดไฟ.....	59
4.30 ข้อมูลที่ถูกบันทึก.....	59
5.1 ภาพรวมของระบบ.....	60
5.2 กรณีตัวอย่างที่ 1.....	61
5.3 กรณีตัวอย่างที่ 2.....	62

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้องค์กรหรือบริษัทมีการแข่งขันที่สูงมาก แต่ละองค์กรจึงต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของบุคลากรในองค์กรของตนเพื่อที่จะสามารถแข่งขันกับองค์กรอื่น ๆ ได้ ซึ่งการที่จะกำหนดนโยบายเพื่อเพิ่มประสิทธิผลนั้นจำเป็นต้องมีการวัดผลประสิทธิภาพของบุคลากรก่อนการวัดผลประสิทธิภาพของบุคลากรนั้นมีได้หลายทาง ทางหนึ่งคือการตรวจวัดพฤติกรรมการเข้าทำงานของบุคลากร ในกรณีนี้สามารถตรวจสอบได้โดยใช้วิธีการตอกบัตรการเข้าออกภายในบริษัท แต่การตอกบัตรนั้นยังมีข้อจำกัดอยู่ คือเมื่อมีการตอกบัตรเข้าทำงานแล้วไม่สามารถที่จะตรวจสอบได้ว่าบุคลากรนั้นได้ทำงานจริงหรือไม่ ทำให้เกิดช่องโหว่ที่บุคลากรจะฉวยโอกาสที่จะหลบเลี่ยงงานเมื่อได้ทำการตอกบัตรเข้าทำงานแล้ว จึงเป็นแนวคิดให้สร้างอุปกรณ์ที่จะตรวจสอบการเข้าทำงานของบุคลากรได้โดยตรง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อนำเทคโนโลยีที่มีในปัจจุบันมาประยุกต์ใช้ในสำนักงาน โดยทำเป็นระบบการตรวจสอบและวิเคราะห์สถานะของบุคคลภายในห้องทำงานซึ่งจะสามารถแสดงสถานะของบุคคลภายในบริเวณที่ต้องการได้ ทำให้ประหยัดเวลาในการตรวจสอบสถานะของบุคคลภายในห้องและสามารถที่จะตรวจสอบบันทึกข้อมูลและสถิติย้อนหลังผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

สามารถนำเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวมาใช้ในการตรวจสอบสถานะของบุคคลภายในห้องทำงานได้

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

1. การตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว
2. การส่งสัญญาณแบบไร้สายโดยใช้คลื่นวิทยุ
3. การประมวลผลและการแสดงผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
4. การรับข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยใช้พอร์ตขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

เพื่อสร้างระบบการตรวจสอบและวิเคราะห์สถานะของบุคคลภายในห้องทำงานที่ผู้ใช้สามารถเลือกสถานะของตนเองได้ และใช้การส่งสัญญาณแบบไร้สายเพื่อไปแสดงผล ซึ่งสัญญาณที่ได้สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

1. ศึกษาและเลือกใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว
2. ศึกษาและเลือกใช้เทคโนโลยีการส่งข้อมูลแบบไม่ใช้สาย
3. ศึกษาเงื่อนไขต่าง ๆ ของระบบที่จะทำให้สามารถแสดงผลสถานะที่แท้จริง
4. ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์
5. ศึกษาการเข้ารหัสข้อมูล
6. ศึกษาการรับสัญญาณเข้าสู่คอมพิวเตอร์
7. ศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมในคอมพิวเตอร์

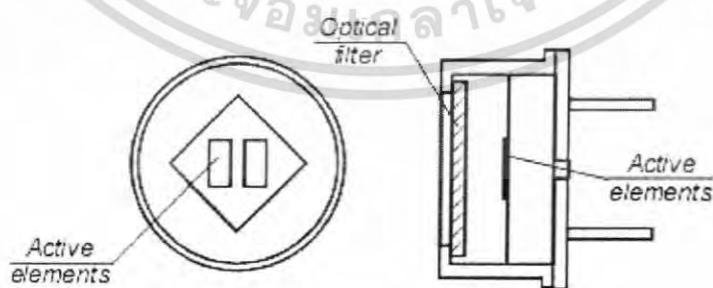
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายใน PIR ประกอบด้วยเลนส์ที่เรียกว่า ฟริสเนลเลนส์ (fresnel lenses) ซึ่งเป็นเลนส์ที่มีขนาดเล็กจำนวนมากเพื่อสร้างแพตเทิร์นการแทรกสอด (interfered) ของแสงย่านอินฟราเรด ขณะที่ยังไม่มีใครเข้ามาในรัศมี รูปแบบการแทรกสอดของแสงนั้นจะมีแพตเทิร์นหยุดนิ่งคงที่ แต่เมื่อวัตถุนั้นมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น แพตเทิร์นการแทรกสอดของคลื่นแสงที่ปรากฏบนตัวเซนเซอร์ PIR ก็จะเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามการเคลื่อนไหวนั้นออกมา



รูปที่ 2.3 fresnel lenses

ตัวตรวจจับมีโครงสร้างภายในที่สำคัญคือตัวเซนเซอร์ไวแสง (active element ในรูปที่ 2.4) ที่ทำจากผลึกของลิเทียมซัลเฟต 2 ชุค และเฟต 1 ตัวประกอบเข้าด้วยกันในตัวถังแบบ TO-5 ชั้นของผลึกแร่ขนาด 2x1 มิลลิเมตรต่ออนุกรมกันอยู่แต่ต้องต่อกลับขั้ว เมื่อสัญญาณรังสีสามารถผ่านกระจกมาตกกระทบบที่ชั้นสารทั้งสอง ก็ทำให้เกิดความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าขึ้นตามสัญญาณที่มาตกกระทบบ



รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของ PIR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

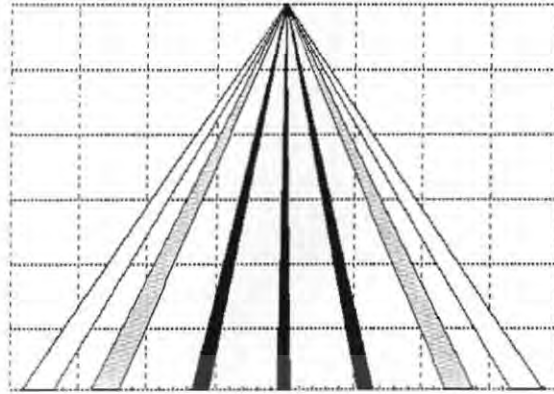
พื้นที่การตรวจจับของเซนเซอร์นั้นจะเป็นลักษณะแท่งรูปสี่เหลี่ยมจำนวนมาก (ตามลักษณะของฟริสเนลเลนส์) รวมกันเป็นทรงกรวยออกจากทางด้านหน้าของเซนเซอร์ ส่วนระยะการตรวจจับของเซนเซอร์นั้นจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของตัวเซนเซอร์และความรุนแรงของการเคลื่อนไหว กล่าวคือยังมีการเคลื่อนไหวที่รุนแรงระยะการตรวจจับจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย



รูปที่ 2.5 ลักษณะพื้นที่การตรวจจับของ PIR

รูปที่ 2.6 ลักษณะการตรวจจับของ PIR (top view)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ลักษณะการตรวจจับของ PIR (side view)

2.1.1.3 วงจรของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้อินฟราเรด

ในการทดลองนั้นใช้โมดูล FKS10 ของ FUTURE KIT ซึ่งมีหลักการการทำงานดังนี้ เมื่อมีความเคลื่อนไหวของคนหรือสัตว์ผ่านหน้า PIR จะทำให้ขา S ของ PIR มีพัลส์ลูกเล็กๆ เกิดขึ้น เนื่องจากตัว PIR จะทำการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากตัวของคนหรือสัตว์ ในขณะที่มีการเคลื่อนไหวพัลส์ลูกเล็กๆ ที่ออกมาจาก PIR นี้ จะถูกขยายด้วย IC1/2 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรมัลติเพล็กซ์ที่สามารถปรับเกณฑ์ขยายได้ด้วย VR2 โดยสามารถปรับได้ตั้งแต่ 10-100 เท่า สัญญาณที่ได้นี้จะถูกขยายอีก 100 เท่าด้วย IC1/1 ก่อนส่งเข้าไป IC1/3 และ IC1/4 ซึ่งไอซีทั้งสองนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวเปรียบเทียบสัญญาณที่เข้ามา โดย IC1/3 จะเปรียบเทียบในช่วงสัญญาณสวิงลง ส่วน IC1/4 จะเปรียบเทียบในช่วงสัญญาณสวิงขึ้น

เมื่อสัญญาณเกินหรือต่ำกว่าที่กำหนด IC1/3 และ IC1/4 จะส่งแรงดันไปเข้า IC2/1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ก่อนส่งไปเข้า IC2/4 เพื่อขับรีเลย์ต่อไป IC2/2 จะต่อเป็นวงจรถึงเวลาการทำงาน โดยสามารถตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 5 วินาที ไปจนถึง 5 นาที ด้วย VR1 ในส่วนของ IC2/3 จะเป็นวงจรมองเวลาในขณะที่จ่ายไฟในครั้งแรก โดยจะหน่วงไว้ประมาณ 30 วินาที ภาคจ่ายไฟจะประกอบไปด้วย TR1, ZD1, C1, C2 และ R3 จะทำหน้าที่เป็นวงจรถดแรงดันและรักษากระแสให้คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิก (Ultrasonic Occupancy Sensors)

2.1.2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคลื่นอัลตราโซนิก

อัลตราโซนิกหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงถึงเพียงแค่ประมาณ 15 KHz เท่านั้น ดังนั้นโดยปกติแล้วคำว่าอัลตราโซนิกจึงมักจะหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 KHz ขึ้นไป จะสูงขึ้นจนถึงเท่าใดไม่ได้ระบุจำกัดเอาไว้

สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลตราโซนิกมาใช้ก็เพราะว่าเป็นคลื่นที่มีทิศทางทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง เรื่องนี้เป็นคุณสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้นความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวกำเนิดเสียงความถี่นั้น เช่น คลื่นความถี่ 300 Hz ในอากาศจะมีความยาวถึงประมาณ 1 เมตรเศษ ๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่ให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียง โดยทั่วไปคลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่นแต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตราโซนิก อย่างเช่น 40 KHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียงประมาณ 8 มม. เท่านั้นซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มากคลื่นเสียงจะไม่มีอาการเลี้ยวเบนที่ขอบจึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบ ๆ หรือที่เรียกว่า มีทิศทาง

การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิกทำให้นำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control) เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic cleaner) โดยให้น้ำสั่นที่ความถี่สูง เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยส่งกระแยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล เครื่องหาตำแหน่งอวัยวะในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วไหลของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น คลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 KHz เพราะที่ความถี่สูงขึ้นไปกว่านี้อากาศจะดูดกลืนคลื่นเสียงเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการรัศมีทำการสั้น ๆ ก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 MHz ถึง 10 MHz ขณะที่ความถี่เป็น GHz (10^9 Hz) ก็มีใช้กันในหลาย ๆ การใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านไม่ใช่อากาศ

2.1.2.2 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิก

เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวชนิดนี้จะส่งคลื่นเสียงความถี่สูง (25-40 kHz) ซึ่งมนุษย์จะไม่สามารถรับรู้ได้ ส่งออกไปซึ่งคลื่นเสียงนี้เมื่อชนกับวัตถุใด ๆ จะสะท้อนกลับมาที่ตัวรับ เมื่อมีการเคลื่อนไหวของวัตถุใด ๆ ในระยะการตรวจจับ คลื่นที่สะท้อนกลับมานั้นจะมีความถี่เปลี่ยนแปลงไปตามกฎของ Doppler Effect คือถ้ามีการเคลื่อนที่เข้าหาแหล่งกำเนิดคลื่นจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การดูแลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อผู้ใดเห็นหน้าเอกสารฉบับนี้หรือมีการคัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมายและจะดำเนินคดีตามกฎหมายต่อไป

มีความเร็วมากขึ้น ในทางตรงข้ามถ้ามีการเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดคลื่นจะมีความเร็วลดลง ซึ่งการใช้ Ultrasonic นั้นสามารถตรวจจับได้รอบทิศทางของวัตถุถ้าคลื่นที่ส่งมีความแรงพอและบริเวณที่ตรวจจับเป็นพื้นที่ปิด และข้อดีของการใช้ Ultrasonic นั้นคือมีความไวที่สูงมาก

เซนเซอร์ชนิดนี้จะมีด้วยกัน 2 ส่วนคือ ตัวรับและตัวส่ง

1. ตัวส่งก็คือออสซิลเลเตอร์ทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แก่วัสดุ ให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านออสซิลเลเตอร์ทรานสดิวเซอร์ หน้าทีของตัวส่งจึงคล้ายกับเป็นลำโพง

2. ตัวรับก็คือออสซิลเลเตอร์ทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านออสซิลเลเตอร์ทรานสดิวเซอร์ที่มากกระทบตัวรับ ให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน้าทีของตัวรับจึงคล้ายกับเป็นไมโครโฟน ด้วยเหตุนี้เวลาเขียนสัญลักษณ์ของออสซิลเลเตอร์ทรานสดิวเซอร์จึงนิยมเขียนตามหน้าทีของมันคือถ้าเป็นตัวส่งก็เขียนสัญลักษณ์เป็นลำโพง ถ้าเป็นตัวรับก็เขียนสัญลักษณ์เป็นไมโครโฟน



รูปที่ 2.9 เซนเซอร์อัลตราโซนิก

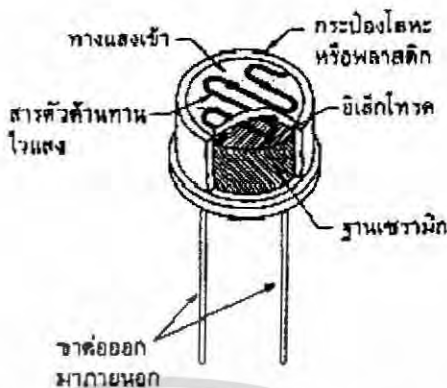
รูปที่ 2.10 ลักษณะคลื่นอัลตราโซนิกเมื่อมีการเคลื่อนไหวของวัตถุ

2.2 ตัวต้านทานแปรค่าตามแสง (Light Dependent Resistor : LDR)

Light Dependent Resistors (LDR) หรืออาจจะเรียกว่าเซลล์การนำพลังแสง (Photoconductive Cell) หรือบางครั้งเรียกว่าตัวต้านทานพลังแสง (Photoresistors) ซึ่งจะมีค่าความต้านทานที่ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง กล่าวคือสภาพความนำทางไฟฟ้า (Conductivity) สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบตัวต้านทานพลังแสง จัดเป็น Passive Transducer ที่ต้องมี

แหล่งจ่ายไฟจากภายนอก มาต่อร่วมสำหรับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ตัวต้านทานแปรค่าตามแสง (LDR)

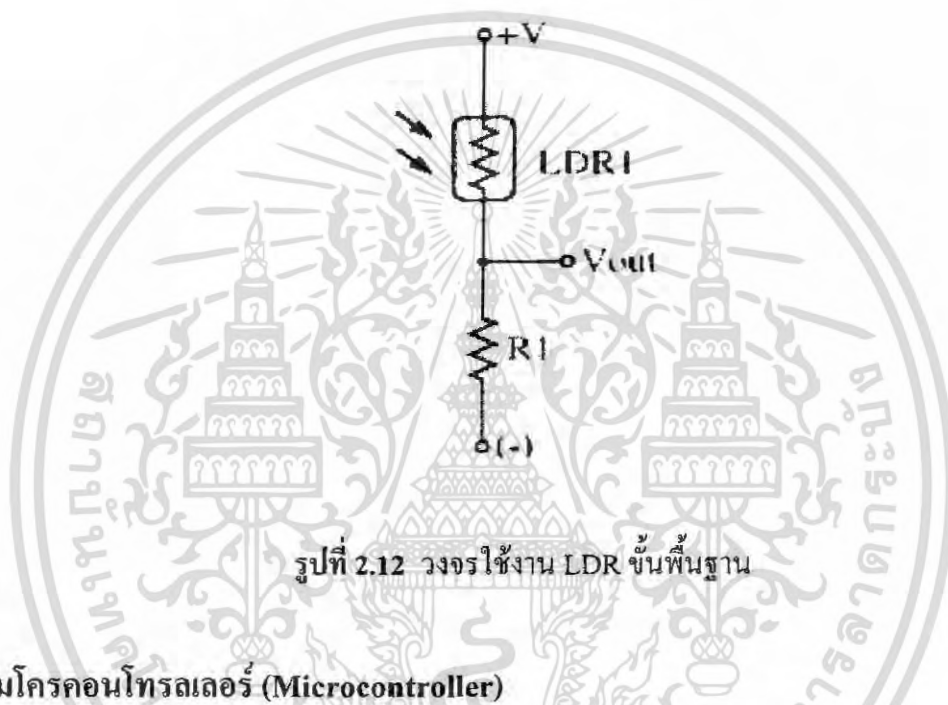
LDR ส่วนมากทำด้วยสารแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) หรือแคดเมียมซีลีไนด์ (CdSe) ซึ่งเป็นสารประกอบชนิดกึ่งตัวนำมาจากบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบเอาไว้ ออกมา จากรูปที่ 2.11 ส่วนที่ขดเป็นแนวเล็ก ๆ สีดำที่ทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานไวแสงและแนวสีดำ นั้นจะแบ่งพื้นที่ของตัวมันออกเป็น 2 ข้าง โดยเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ทำหน้าที่สัมผัสกับตัวต้านทานไวแสง เป็นที่สำหรับต่อขาออกมาภายนอก หรือ เรียกว่าอิเล็กโทรด ที่เหลือก็จะเป็นฐานเซรามิก

การทำงานของ LDR มีดังนี้ เนื่องจากเป็นสารกึ่งตัวนำเวลามีแสงตกกระทบลงไปก็จะถ่ายทอดพลังงานให้กับสารที่ฉาบอยู่ทำให้เกิดโฮลกับให้อิเล็กตรอนวิ่ง การที่มีโฮลกับอิเล็กตรอนอิสระนี้มากก็เท่ากับมีความต้านทานลดลงนั่นเอง ยิ่งความเข้มของแสงที่ตกกระทบมากเท่าไรความต้านทานก็ยิ่งลดลงมากเท่านั้น ในส่วนที่ว่าแสงตกกระทบนั้น มิใช่ว่าจะเป็นแสงอะไรก็ได้ จะได้เฉพาะแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 4,000 อังสตรอม (1 อังสตรอม เท่ากับ 10^{-10} เมตร) ถึงประมาณ 10,000 อังสตรอมเท่านั้นที่จะใช้ได้ (สายตาคนจะเห็นได้ในช่วงประมาณ 4,000 อังสตรอม ถึง 7,000 อังสตรอม) ซึ่งคิดแล้วก็ยังเป็นช่วงคลื่นเพียงแคบ ๆ เมื่อเทียบกับการทำงานของอุปกรณ์ไวแสงประเภทอื่น ๆ แต่ถึงอย่างไรแสงในช่วงคลื่นนี้ ก็มีอยู่ในแสงอาทิตย์ แสงจากหลอดไฟแบบไส้และแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วย หรือถ้าจะคิดถึงความยาวคลื่น ที่ LDR จะตอบสนองไวที่สุดแล้ว ก็มีอยู่หลายความยาวคลื่น โดยทั่วไป LDR ที่ทำจากแคดเมียมซัลไฟด์ จะไวต่อแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 5,000 อังสตรอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LDR เมื่ออยู่ในที่มืดจะมีค่าความต้านทานสูงมากประมาณ 2 เมกะโอห์ม และถ้ามีแสงมาตกกระทบ ความต้านทานจะลดลงเหลือต่ำสุดประมาณ 100 โอห์ม ความเร็วในการทำงานอุปกรณ์ลักษณะนี้ค่อนข้างต่ำและการตอบสนองมักจะมีเปลี่ยนแปลงที่ไม่เป็นเชิงเส้น และยังขึ้นกับอุณหภูมิรอบ ๆ ตัวอุปกรณ์ด้วย

LDR นั้นสามารถต่อใช้งานได้โดยใช้วงจรแบ่งแรงดัน โดยใช้ตัวต้านทานเพียงตัวเดียวในการต่อวงจร ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 วงจรใช้งาน LDR ขั้นพื้นฐาน

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

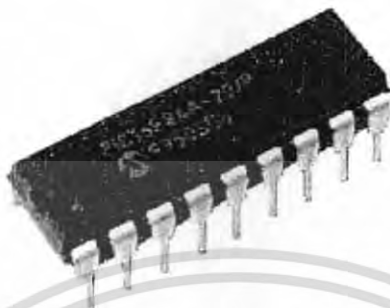
2.3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นชื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่รวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณเอาต์พุต หน่วยความจำ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดจำนวนอุปกรณ์และขนาดของระบบ ในขณะที่มีขีดความสามารถสูงขึ้นภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำ 2 คำรวมกันคือ ไมโคร (micro) ซึ่งหมายถึง ไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก ภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU : Arithmetic Logic Unit) วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ และวงจรสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า คอนโทรลเลอร์ (Controller) หมายถึงอุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อ กำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

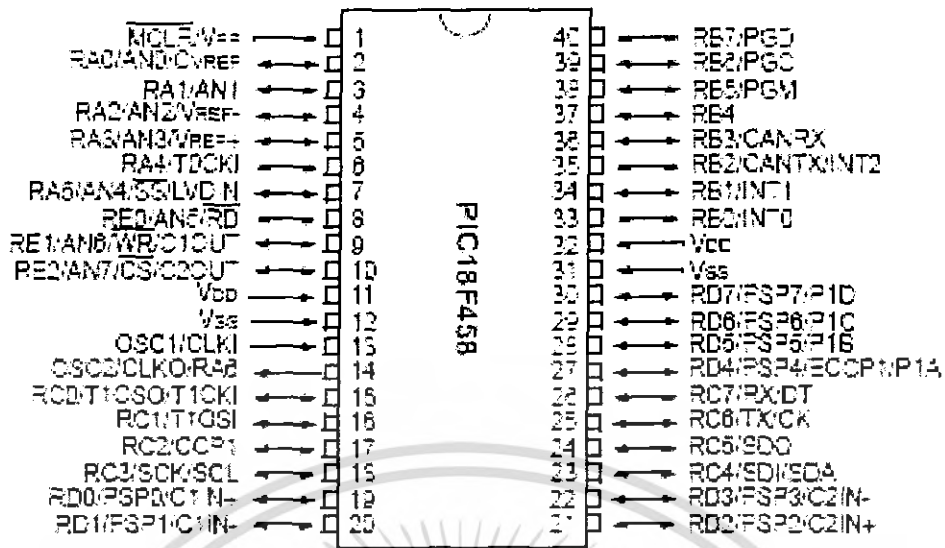


รูปที่ 2.13 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในโครงการนี้คือ PIC 18F458 โดยมีคุณสมบัติเบื้องต้นดังนี้

- ความถี่ออสซิลเลเตอร์สูงสุด 40 MHz
- Program memory flash 32k bytes
- Single word instruction 16384
- SRAM 1536 bytes
- EEPROM 256 bytes
- 33 Input / Output
- 8 channel 10 bit A/D
- 2 Comparator
- CCP 1 PWM และ EC CP 1 PWM
- รองรับ MSSP SPI และ Master I²C
- รองรับ USART
- มี 1 timer 8 bit และ 3 timer 16 bit

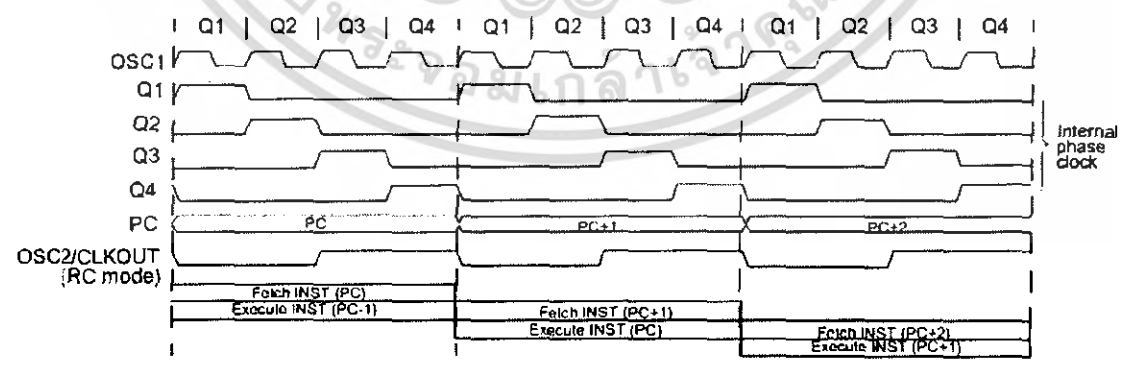
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 PIN Diagram ของ PIC 18F458

2.3.2 สัญญาณนาฬิกา

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีการทำงานตามจังหวะสัญญาณนาฬิกาของระบบ ซึ่งใน 1 Cycle (Clock Bus) ของ CPU จะประกอบไปด้วยสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกจำนวน 4 cycle คือ Q1, Q2, Q3 และ Q4 ดังรูปด้านล่าง ฉะนั้นความถี่ที่ CPU ประมวลผลต่อคำสั่งจะเท่ากับความถี่จากคริสตอลภายนอกหารด้วย 4 หรืออาจกล่าวได้ว่าความเร็วในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ต่อคำสั่งจะมีค่าเป็น 1/4 เท่าของความถี่คริสตอลอสซิลเลเตอร์ภายนอก



รูปที่ 2.15 แสดงสัญญาณนาฬิกาของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่จะป้อนให้กับ CPU นั้น สามารถเลือกกำหนดแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาได้ 2 แบบ คือ

1. ใช้ค่าความถี่จากวงจรกำเนิดความถี่แบบ Oscillator จากภายนอก โดยสามารถใช้ได้กับ Oscillator ที่มีค่าความถี่ระหว่าง 0 ~ 40MHz

2. ใช้ค่าความถี่จากวงจร PLL(Phase-Lock-Loop) ที่บรรจุไว้ภายในตัว CPU แล้ว โดยวิธีการนี้จะต้องป้อนค่าความถี่ Crystal ขนาด 0 ~ 10MHz ให้กับขา OSC1 และ OSC2 ของ CPU ด้วย แล้วจึงทำการกำหนดค่า Configuration ในการโปรแกรมให้อยู่ในโหมดของเฟสล็อกลูปซึ่งเมื่อโปรแกรมการทำงานในโหมดนี้ CPU จะใช้วงจรเฟสล็อกลูปภายในของสัญญาณนาฬิกาที่เข้ามาทางขา OSC1 และ OSC2 ด้วยสี่เช่น ใช้คริสตอลออสซิลเลเตอร์ขนาดความถี่ 10 MHz เมื่อผ่านวงจรเฟสล็อกลูปภายในสัญญาณที่ได้ออกมาจะมีความถี่ 40 MHz ซึ่งเป็นสี่เท่าของสัญญาณนาฬิกาขาเข้า

การทำงานของ CPU จะอาศัยสัญญาณนาฬิกา ระบบ หรือ BUS CLOCK เป็นจุดอ้างอิงการทำงานให้สัมพันธ์และสอดคล้องกับวงจรภายในอื่น ๆ โดยที่ค่าความเร็วของสัญญาณนาฬิกา ระบบ หรือ BUS CLOCK ของ CPU นั้น จะมีค่าเป็น $\frac{1}{4}$ ของสัญญาณนาฬิกาจาก Oscillator ภายนอก หรือในกรณีที่มีการใช้งานวงจร PLL ด้วยค่าความถี่ของ BUS CLOCK ก็จะมีค่าเป็น $\frac{1}{4}$ ของสัญญาณนาฬิกา Output ที่ได้จากวงจร PLL เช่นกัน

ดังนั้นในกรณีที่จะใช้สัญญาณนาฬิกาจาก Oscillator ภายนอก จะต้องเลือกใช้ Oscillator ที่มีค่าความถี่อยู่ระหว่าง 0 ~ 40MHz หรือในกรณีที่จะใช้ค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาจาก Crystal ภายนอกร่วมกับวงจร PLL นั้น ค่าคริสตอลที่นำมาต่อจะต้องมีค่าไม่เกิน 10MHz

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าความถี่คริสตอลในโหมดต่าง ๆ

ชนิดของ OSC	Crystal frequency	C1	C2
LP (Low Power)	32 kHz	33 pF	33 pF
	200 kHz	15 pF	15 pF
XT (Crystal)	200 kHz	47 - 68 pF	47 - 68 pF
	1.0 MHz	15 pF	15 pF
	4.0 MHz	15 pF	15 pF
HS (High Speed)	4.0 MHz	15 pF	15 pF
	8.0 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF
	10.0 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF
	20.0 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1(ต่อ) แสดงค่าความถี่คริสตอลในโหมดต่าง ๆ

ชนิดของ OSC	Cristal frequency	C1	C2
HS + PLL (Phase Lock Loop)	4.0 MHz	15 pF	15 pF
	8.0 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF

2.3.3 อินพุตและเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 นั้นมีอินพุตและเอาต์พุตรวมทั้งสิ้น 34 เส้นสัญญาณดังต่อไปนี้

RA0 ~ RA3 และ RA5 ขาสัญญาณเหล่านี้นอกจากจะใช้งานเป็น I/O ปกติได้แล้วยังทำหน้าที่เป็นขาอินพุตของสัญญาณอนาล็อก (AN0 ~ AN4) อีกด้วยดังนั้นเราจึงต่อสายสัญญาณเหล่านี้เข้ากับขั้วต่อ ADC/IO (CPU) เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้งาน

RA4 จะใช้งานในส่วนของแอลซีดี ซึ่งจะต่อเข้ากับขา 6 ของคอนเนกเตอร์ CLCD โดยทำหน้าที่เป็นขา Enable ให้กับแอลซีดี

RA6/OSC2/CLKO เป็นขาสัญญาณที่ทำหน้าที่ในหลายส่วนคือ เป็นขา OSC2 และ CLKO จะนำมาใช้เป็นขาสัญญาณ I/O ได้ก็ต่อเมื่อเราใช้คริสตอลออสซิลเลเตอร์แบบที่เป็น โมดูลสำเร็จสามารถต่อเข้ากับขา OSC1/CLKIN ได้เลย โดยที่ไม่ต้องต่อกับขา RA6/OSC2 ทำให้ขา RA6 วางและนำไปใช้เป็น I/O ได้

RB0 ~ RB7 สำหรับขาสัญญาณเหล่านี้จะสามารถใช้งานเป็น I/O ได้ปกติ แต่จะมีคุณสมบัติพิเศษคือจะมีวงจรพูลอัพ (Pull-Up) ภายในและยังเป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัพต์ต่างๆ ดังนี้

1. RB0/INT0 เป็นขาสัญญาณอินเทอร์รัพต์ภายนอก 0
2. RB1/INT1 เป็นขาสัญญาณอินเทอร์รัพต์ภายนอก 1
3. RB2/INT2 เป็นขาสัญญาณอินเทอร์รัพต์ภายนอก 2
4. RB3/INT3 เป็นขาสัญญาณอินเทอร์รัพต์ภายนอก 3 (เฉพาะเบอร์ 18F442)

5. RB4-RB7 เป็นขาที่สามารถกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัพต์ได้หากมีการเปลี่ยนแปลงในขาสัญญาณดังกล่าวและมีการ Enable อินเทอร์รัพต์ประเภทนี้ไว้ จึงเหมาะกับการนำไปใช้งานในส่วนของสวิตช์บอร์ด เนื่องจากมีทั้ง อินเทอร์รัพต์และวงจรพูลอัพในตัว

ภายในวงจรที่ใช้งานจะมีการจัดสรรขาต่าง ๆ ดังนี้

RB0/INT0 จะต่อกับขาสัญญาณอินเทอร์รัพต์ของ RTC เบอร์ PCF8583 โดยจะต่อผ่านจัมป์เปอร์จึงสามารถเลือกที่จะต่อหรือไม่ก็ได้ สามารถเลือกได้โดยการ Shot หรือ Open จัมป์เปอร์ INT0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RB1/INT1 จะต่อเข้ากับขาสัญญาณอินเทอร์รัพท์ของ PCF8574A และขาสัญญาณอินเทอร์รัพท์ของ Magnetic Card Reader (MCRB02TTL) ทั้งสองส่วนนี้จะต่อผ่านจัมป์เปอร์ (INT1) ทำให้สามารถเลือกที่จะต่อหรือไม่ต่อก็ได้ การใช้งานจะต้องเลือกใช้งานอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ไม่สามารถใช้งานทั้งสองตัวพร้อมกันได้

RB2 เป็นขาสัญญาณที่ต่อเข้ากับ SPK/BUZZER เพื่อควบคุมการทำงานของ Speaker หรือ Buzzer

RB3 เป็นขาสัญญาณที่ต่อกับวงจรที่ควบคุมการทำงานของรีเลย์ (Relay) โดยจะต่อผ่านจัมป์เปอร์ดังนั้นจึงสามารถเลือกใช้งานหรือไม่ก็ได้โดยการ Shot หรือ Open จัมป์เปอร์ RB3 (RELAY)

RB4-RB7 จะต่อเข้ากับขั้วต่อ KBI/IO สามารถนำไปต่อกับคีย์บอร์ดประเภท Matrix แบบ 4x4, 4x3 หรือ จะใช้เป็น I/O ธรรมดาก็ได้ ในขา RB6 และ RB7 นั้นนอกจากจะต่อกับขั้วต่อ KBI/IO แล้วยังต่อกับสวิตช์ PROG/RUN เพื่อใช้เป็นสัญญาณในการโปรแกรมเมื่ออยู่ในโหมดของการโปรแกรม แต่เมื่ออยู่ในโหมด RUN สามารถนำมาใช้งานเป็น I/O ได้ปกติ

RC0 ขาสัญญาณนี้จะต่อเข้ากับขั้วต่อ แอลซีดี (CLCD) โดยจะต่อเข้าที่ขา 4 ของคอนเนคเตอร์เพื่อทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณ RS เพื่อควบคุมการทำงานของ LCD

RC1 เป็นขาสัญญาณที่ต่อเข้ากับขั้วต่อ OC1B เพื่อใช้งานในส่วนของขาสัญญาณอินพุตของ Timer 1 หรือใช้เป็นขาสัญญาณในส่วนของการ Capture2 input /Compare2 Output/PWM2

RC2 เป็นขาสัญญาณที่ต่อเข้ากับขั้วต่อ OC1A เพื่อใช้เป็นขาสัญญาณในส่วนของการ Capture1 input/Compare1 Output/PWM1

RC3 สำหรับขาสัญญาณ RC3 จะใช้ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณ SCL ในการติดต่อกับอุปกรณ์ I2C Bus และจะต่อเข้ากับขั้วต่อ I2C EXPAND เพื่อขยายพอร์ต I2C BUS

RC4 สำหรับขาสัญญาณ RC4 จะใช้ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณ SDA ในการติดต่อกับอุปกรณ์ I2C Bus และจะต่อเข้ากับ ขั้วต่อ I2C EXPAND เพื่อขยายพอร์ต I2C BUS

RC5 จะใช้เป็นสัญญาณควบคุมการรับส่งข้อมูลในการใช้งาน RS485 โดยจะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่เป็น Line Driver ก็คือ IC 75176

RC6 เป็นขาสัญญาณที่ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูล (Tx) ในโหมดการสื่อสารอนุกรม RS232, RS422 และ RS485 โดยจะต่อเข้ากับ IC ที่เป็น Line Driver คือ Max 232 และ 75176

RC7 เป็นขาสัญญาณที่ทำหน้าที่ในการรับข้อมูล (Rx) ในโหมดการสื่อสารอนุกรม RS232, RS422 และ RS485 โดยจะต่อเข้ากับ IC ที่เป็น Line Driver คือ Max 232 และ 75176

RD0-RD3 สำหรับขาสัญญาณเหล่านี้จะต่อเข้ากับขั้วต่อ KBI/IO เพื่อใช้งานสำหรับการต่อคีย์สวิตช์ 4x4 หรือ 4x3 ซึ่งเมื่อใช้งานเป็นคีย์บอร์ดดังกล่าวจะทำงานร่วมกับ พอร์ต RB4-RB7 หรือจะใช้งานเป็น I/O ก็ได้

RD4-RD7 ขาสัญญาณเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณ Data ที่ใช้ติดต่อกับ LCD โดยจะถูกต่อไปที่คอนเน็คเตอร์ CLCD ซึ่งขั้วต่อ LCD ที่ได้ออกแบบนี้จะเป็นแบบ 4 Bit Data ฉะนั้นในการรับส่งข้อมูลจะทำผ่านสายสัญญาณทั้ง 4 เส้น คือ RD4-RD7

2.3.4 การเขียนโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

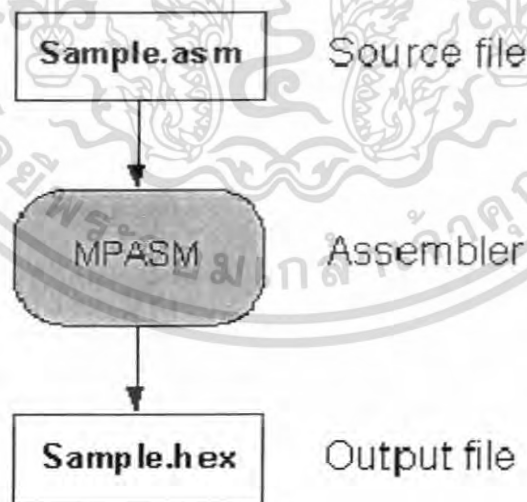
ภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งได้เช่นเดียวกับการเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์คือ ภาษาระดับสูง และภาษาระดับต่ำ

ภาษาระดับสูงเช่น C Basic ข้อดีคือเขียนง่าย แก้ไขเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมได้ง่าย ส่วนข้อเสียก็คือการทำงานจะช้า ขนาดโปรแกรมที่เขียนมีขนาดใหญ่

ภาษาระดับต่ำ ซึ่งก็คือ ภาษา Assembly ข้อดีคือ ตัว compiler แจกฟรี ขนาดโปรแกรมหลังจาก compiled แล้วมีขนาดเล็ก โปรแกรมมีความเร็ว แต่ข้อเสียก็คือเขียนยาก เพราะลักษณะภาษาไม่ค่อยสื่อความหมาย แก้ไขเปลี่ยนแปลงยาก

รูปแบบการเขียนโปรแกรม Microcontroller สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. เขียนด้วยภาษา Assembly แบบไฟล์เดียว หลังจากนั้นก็ทำการ Compile ด้วย Assembler ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น สำหรับ Assembler ของ Microchip ก็คือ MPASM โดยไฟล์ที่ได้นามีได้หลายชนิดแต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ Hex file ซึ่งการเขียนด้วยภาษา Assembly นั้นมีความยุ่งยากจึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมในปัจจุบันเนื่องจากเข้าใจได้ยาก



รูปที่ 2.16 การคอมไพล์ภาษา Assembly แบบไฟล์เดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	16-Bit Instruction Word		Status Affected	Notes	
			MSb	LSb			
BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS							
ADDWF	f, d, a	Add WREG and f	1	0010 01da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N	1, 2
ADDWFC	f, d, a	Add WREG and Carry bit to f	1	0010 00da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N	1, 2
ANDWF	f, d, a	AND WREG with f	1	0001 01da	ffff ffff	Z, N	1, 2
CLRF	f, a	Clear f	1	0110 101a	ffff ffff	Z	2
COMF	f, d, a	Complement f	1	0001 11da	ffff ffff	Z, N	1, 2
CPFSEQ	f, a	Compare f with WREG, skip =	1 (2 or 3)	0110 001a	ffff ffff	None	4
CPFSGT	f, a	Compare f with WREG, skip >	1 (2 or 3)	0110 010a	ffff ffff	None	4
CPFSLT	f, a	Compare f with WREG, skip <	1 (2 or 3)	0110 000a	ffff ffff	None	1, 2
DECf	f, d, a	Decrement f	1	0000 01da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N	1, 2, 3, 4
DECFSZ	f, d, a	Decrement f, Skip if 0	1 (2 or 3)	0010 11da	ffff ffff	None	1, 2, 3, 4
DCFSNZ	f, d, a	Decrement f, Skip if Not 0	1 (2 or 3)	0100 11da	ffff ffff	None	1, 2
INCF	f, d, a	Increment f	1	0010 10da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N	1, 2, 3, 4
INCFSZ	f, d, a	Increment f, Skip if 0	1 (2 or 3)	0011 11da	ffff ffff	None	4
INFSNZ	f, d, a	Increment f, Skip if Not 0	1 (2 or 3)	0100 10da	ffff ffff	None	1, 2
IORWF	f, d, a	Inclusive OR WREG with f	1	0001 00da	ffff ffff	Z, N	1, 2
MOVF	f, d, a	Move f	1	0101 00da	ffff ffff	Z, N	1
MOVFF	f _s , f _d	Move f _s (source) to 1st word f _d (destination) 2nd word	2	1100 ffff	ffff ffff	None	
MOVWF	f, a	Move WREG to f	1	0110 111a	ffff ffff	None	
MULWF	f, a	Multiply WREG with f	1	0000 001a	ffff ffff	None	
NEGF	f, a	Negate f	1	0110 110a	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N	1, 2
RLCF	f, d, a	Rotate Left f through Carry	1	0011 01da	ffff ffff	C, Z, N	
RLNCF	f, d, a	Rotate Left f (No Carry)	1	0100 01da	ffff ffff	Z, N	1, 2
RRCF	f, d, a	Rotate Right f through Carry	1	0011 00da	ffff ffff	C, Z, N	
RRNCF	f, d, a	Rotate Right f (No Carry)	1	0100 00da	ffff ffff	Z, N	
SETF	f, a	Set f	1	0110 100a	ffff ffff	None	
SUBFWB	f, d, a	Subtract f from WREG with borrow	1	0101 01da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N	1, 2
SUBWF	f, d, a	Subtract WREG from f	1	0101 11da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N	
SUBWFB	f, d, a	Subtract WREG from f with borrow	1	0101 10da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N	1, 2
SWAPF	f, d, a	Swap nibbles in f	1	0011 10da	ffff ffff	None	4
TSTFSZ	f, a	Test f, skip if 0	1 (2 or 3)	0110 011a	ffff ffff	None	1, 2
XORWF	f, d, a	Exclusive OR WREG with f	1	0001 10da	ffff ffff	Z, N	
BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS							
BCF	f, b, a	Bit Clear f	1	1001 bbaa	ffff ffff	None	1, 2
BSF	f, b, a	Bit Set f	1	1000 bbaa	ffff ffff	None	1, 2
BTFSC	f, b, a	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2 or 3)	1011 bbaa	ffff ffff	None	3, 4
BTFSS	f, b, a	Bit Test f, Skip if Set	1 (2 or 3)	1010 bbaa	ffff ffff	None	3, 4
BTG	f, d, a	Bit Toggle f	1	0111 bbaa	ffff ffff	None	1, 2

รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างภาษา Assembly ที่ใช้ใน PIC18F458

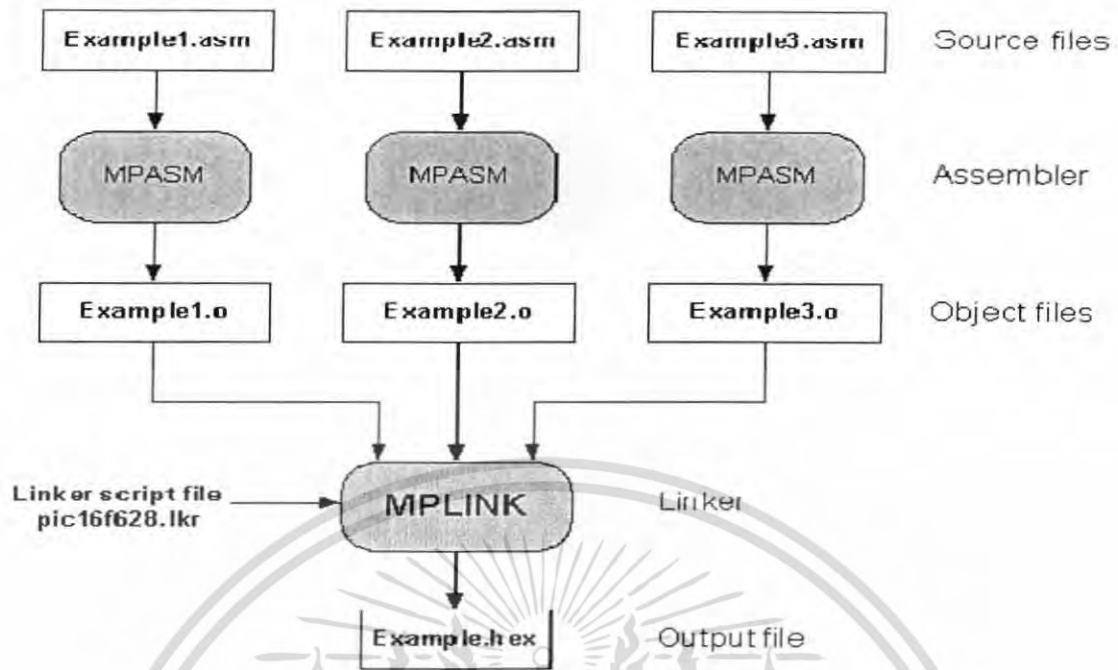
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	16-Bit Instruction Word		Status Affected	Notes
			MSb	LSb		
CONTROL OPERATIONS						
BC	n	Branch if Carry	1 (2)	1110 0010	nnnn nnnn	None
BN	n	Branch if Negative	1 (2)	1110 0110	nnnn nnnn	None
BNC	n	Branch if Not Carry	1 (2)	1110 0011	nnnn nnnn	None
BNN	n	Branch if Not Negative	1 (2)	1110 0111	nnnn nnnn	None
BNOV	n	Branch if Not Overflow	1 (2)	1110 0101	nnnn nnnn	None
BNZ	n	Branch if Not Zero	2	1110 0001	nnnn nnnn	None
BOV	n	Branch if Overflow	1 (2)	1110 0100	nnnn nnnn	None
BRA	n	Branch Unconditionally	1 (2)	1101 0nnn	nnnn nnnn	None
BZ	n	Branch if Zero	1 (2)	1110 0000	nnnn nnnn	None
CALL	n, s	Call subroutine 1st word 2nd word	2	1110 110a	kkkk kkkk	None
CLRWDT	—	Clear Watchdog Timer	1	0000 0000	0000 0100	TO, PD
DAW	—	Decimal Adjust WREG	1	0000 0000	0000 0111	C
GOTO	n	Go to address 1st word 2nd word	2	1110 1111	kkkk kkkk	None
NOP	—	No Operation	1	0000 0000	0000 0000	None
NOP	—	No Operation (Note 4)	1	1111 xxxx	xxxx xxxx	None
POP	—	Pop top of return stack (TOS)	1	0000 0000	0000 0110	None
PUSH	—	Push top of return stack (TOS)	1	0000 0000	0000 0101	None
RCALL	n	Relative Call	2	1101 1nnn	nnnn nnnn	None
RESET	—	Software device RESET	1	0000 0000	1111 1111	All
RETFIE	s	Return from interrupt enable	2	0000 0000	0001 000a	GIE/GIEH, PEIE/GIEL
RETLW	k	Return with literal in WREG	2	0000 1100	kkkk kkkk	None
RETURN	s	Return from Subroutine	2	0000 0000	0001 001a	None
SLEEP	—	Go into Standby mode	1	0000 0000	0000 0011	TO, PD
LITERAL OPERATIONS						
ADDLW	k	Add literal and WREG	1	0000 1111	kkkk kkkk	C, DC, Z, OV, N
ANDLW	k	AND literal with WREG	1	0000 1011	kkkk kkkk	Z, N
IORLW	k	Inclusive OR literal with WREG	1	0000 1001	kkkk kkkk	Z, N
LFSR	f, k	Move literal (12-bit) 2nd word to FSRx 1st word	2	1110 1110	00ff kkkk	None
MOVLB	k	Move literal to BSR<3:0>	1	0000 0001	0000 kkkk	None
MOVLW	k	Move literal to WREG	1	0000 1110	kkkk kkkk	None
MULLW	k	Multiply literal with WREG	1	0000 1101	kkkk kkkk	None
RETLW	k	Return with literal in WREG	2	0000 1100	kkkk kkkk	None
SUBLW	k	Subtract WREG from literal	1	0000 1000	kkkk kkkk	C, DC, Z, OV, N
XORLW	k	Exclusive OR literal with WREG	1	0000 1011	kkkk kkkk	Z, N
DATA MEMORY ↔ PROGRAM MEMORY OPERATIONS						
TBLRD*		Table Read	2	0000 0000	0000 1000	None
TBLRD*+		Table Read with post-increment		0000 0000	0000 1001	None
TBLRD*-		Table Read with post-decrement		0000 0000	0000 1010	None
TBLRD**		Table Read with pre-increment		0000 0000	0000 1011	None
TBLWT*		Table Write	2 (5)	0000 0000	0000 1100	None
TBLWT*+		Table Write with post-increment		0000 0000	0000 1101	None
TBLWT*-		Table Write with post-decrement		0000 0000	0000 1110	None
TBLWT**		Table Write with pre-increment		0000 0000	0000 1111	None

รูปที่ 2.17(ต่อ) แสดงตัวอย่างภาษา Assembly ที่ใช้ใน PIC18F458

2. ใช้ภาษา Assembly เช่นกัน แต่แบ่งเป็นหลาย ๆ ไฟล์ หลังจากนั้นก็จะ Compile แต่ละไฟล์ให้ออกมาเป็น Object files และทำการรวมกันด้วย Linker ในขณะที่ทำการ link ก็จะมี script file ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้น ๆ ประกอบ หลังจากทำการ Link แล้วก็จะได้ Hex file ออกมา

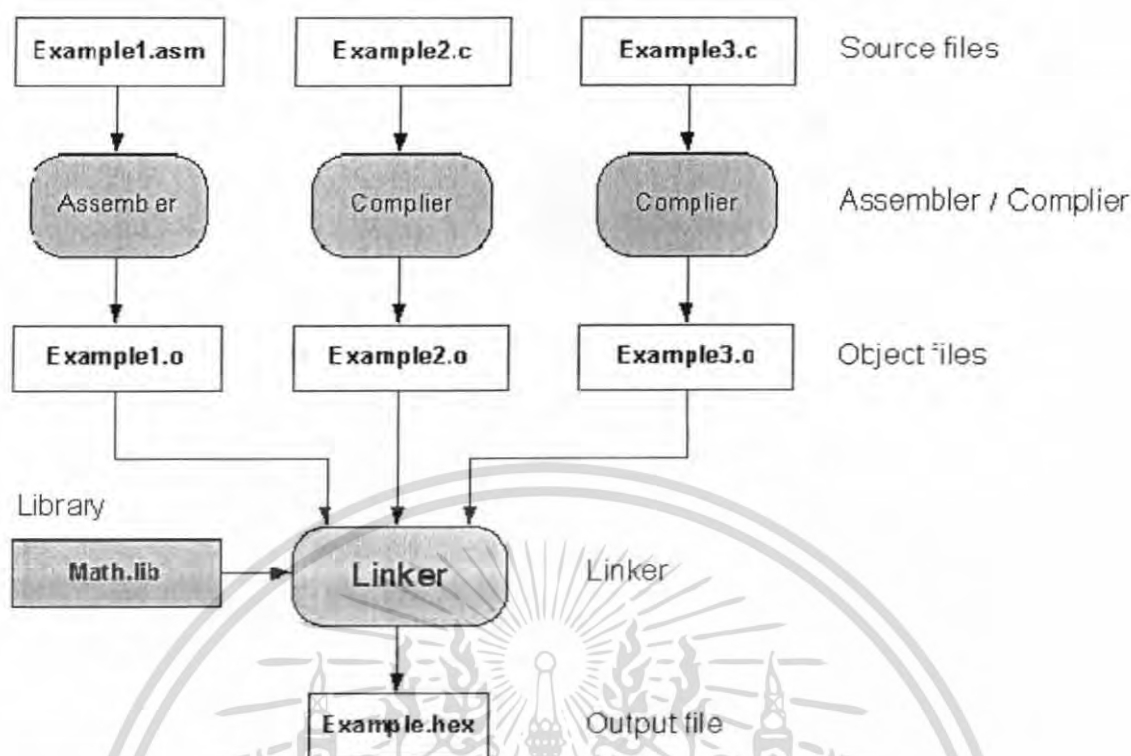
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 การคอมไพล์ภาษา Assembly แบบหลายไฟล์

3. การเขียนด้วยภาษาระดับสูง ซึ่งภาษาสูงที่ใช้ อาจจะเป็น C Basic ฯลฯ ซึ่งอาจจะเขียนร่วมกับภาษา assembly โดยไฟล์ที่เขียนจะถูกทำให้กลายเป็น Object files โดย Assembler สำหรับภาษา Assembly และ Compiled โดย Compiler สำหรับภาษาสูง จากนั้นก็ทำการ Link เข้าด้วยกันด้วย Linker ซึ่งขณะทำการ Link ก็จะมีการรวมเอา Library ที่ถูกเรียกใช้ในโปรแกรมเข้าไปรวมด้วยกัน สุดท้ายก็จะออกมาเป็น Hex file หลังจากได้ Hex file มาแล้ว เราก็จะทำการอัดโปรแกรมเข้าสู่ chip ด้วยตัวโปรแกรมเมอร์ ส่วนใหญ่จะมีรูปแบบคือ มี Software บนคอมพิวเตอร์ สำหรับการควบคุมการอ่าน เขียน หรือ ลบ โดยส่วนใหญ่จะเชื่อมต่อไปยัง programmer ด้วย serial หรือ parallel port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 การคอมไพล์ภาษาระดับสูง

2.4 การส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุ

2.4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นวิทยุ

เมื่อ พ.ศ. 2431 นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันเชื้อสายยิวผู้หนึ่งชื่อ ไฮน์ริช เฮอร์ตซ์ ได้ค้นพบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าสองขั้วที่เกิดจากการสปาร์ก และรับสัญญาณที่สปาร์กนี้ได้ในระยะไกลหลายเมตร การค้นพบครั้งนี้ถือได้ว่าเป็นการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ครั้งสำคัญที่สุดครั้งหนึ่ง เพราะต่อมาได้มีการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เฮอร์ตซ์ค้นพบ (ซึ่งในสมัยนั้นเรียกว่า คลื่นเฮอร์ตซ์ (Hertzian waves) มาประยุกต์ใช้ในการสื่อสาร

โดยในพ.ศ. 2441 มาร์โกนี นักประดิษฐ์ชาวอิตาลีสามารถสร้างระบบส่งและรับโทรเลขโดยใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้เป็นผลสำเร็จ ถัดมาอีก 3 ปีคือในพ.ศ. 2444 มาร์โกนี ประสบความสำเร็จครั้งใหญ่เมื่อสามารถส่งคลื่นเฮอร์ตซ์ข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก จากประเทศอังกฤษไปยังนิวฟาวน์แลนด์ ประเทศแคนาดา ความสำเร็จของมาร์โกนีเป็นการเปิดโฉมหน้าใหม่ของการติดต่อสื่อสารระยะไกลโดยใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นครั้งแรก มีผลทำให้การสื่อสารเป็นไปอย่างสะดวกและรวดเร็ว ต่อมาเมื่อมีการผสมสัญญาณเสียง สัญญาณภาพเข้ากับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ก็ทำให้เกิดวิทยุกระจายเสียง และวิทยุโทรทัศน์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การแบ่งคลื่นวิทยุตามการใช้งาน

ความถี่	ชื่อ	ความยาวคลื่น	การใช้งาน
ต่ำกว่า 30 kHz	VLF	มากกว่า 10 km	ใช้สื่อสารทางทะเล
30 – 300 Hz	LF	1 – 10 km	ใช้สื่อสารทางทะเล
0.3 – 3 MHz	MF	0.1 – 1 km	ใช้ส่งคลื่นวิทยุระบบ AM
3 – 30 MHz	HF	10 – 100 m	ใช้ส่งวิทยุคลื่นสั้นสื่อสารระหว่างประเทศ
30 – 300 MHz	VMF	1 – 10 m	ใช้ส่งคลื่นวิทยุระบบ FM และคลื่นโทรทัศน์
0.3 – 3 GHz	VHF	10 – 100 cm	ใช้ส่งคลื่นโทรทัศน์และไมโครเวฟ
3 – 30 GHz	SHF	1 – 10 cm	ใช้ส่งไมโครเวฟและเรดาร์
30 – 300 GHz	EHM	1 – 10 mm	ใช้ส่งไมโครเวฟ

2.4.2 การเข้ารหัสข้อมูล

ในการส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุนั้นเพื่อยืนยันความถูกต้องของข้อมูลจึงต้องมีการเข้ารหัสข้อมูลก่อนที่จะส่งและถอดรหัสข้อมูลหลังจากได้รับ ซึ่งสามารถที่จะกำหนดรหัสเพื่อยืนยันความถูกต้องได้ โดยรหัสนี้จะถูกรหัสไปพร้อมกับข้อมูล ซึ่งในภาครับนั้นจะต้องมีรหัสนี้ที่ตรงกับภาคส่งจึงจะมีการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปใช้ต่อไป

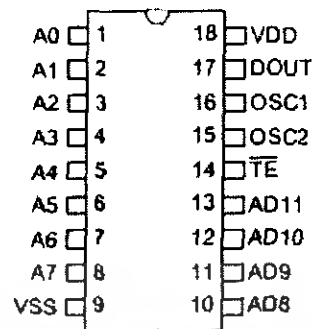
ในโครงงานนี้ใช้ IC HT12E และ HT12D ในการเข้ารหัสและถอดรหัสตามลำดับซึ่งการทำงาน 1 ครั้งจะส่งข้อมูลไป 4 เวิร์ด เป็นข้อมูล 1 เวิร์ด รหัสยืนยัน 2 เวิร์ด บิตเริ่มต้น 2 บิต และบิตปิดท้าย 2 บิต โดยรหัสนี้ (address code) นั้นสามารถตั้งค่าได้โดยป้อนสัญญาณเข้าที่ขา A0 ~ A7



รูปที่ 2.20 IC HT12E และ HT12D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

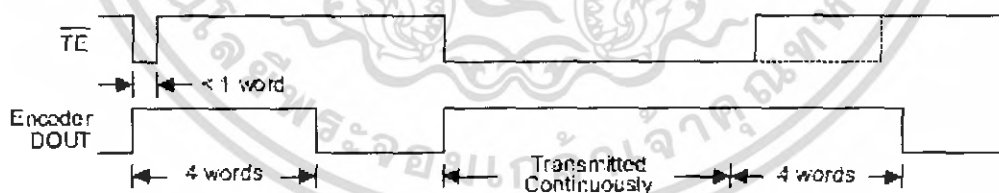
2.4.2.1 IC เข็มรหัส HT12E



รูปที่ 2.21 PIN diagram ของ HT12E

ที่ IC HT12E นั้นจะมีขา Address (A0 ~ A7) ใช้ในการกำหนดรหัสยืนยันและขา data (AD8 ~ AD 11) ใช้ในการกำหนดข้อมูลที่จะส่ง ซึ่งสามารถกำหนดค่าได้โดยให้ลอจิกเป็น Low หรือ High ที่ขาแต่ละขา

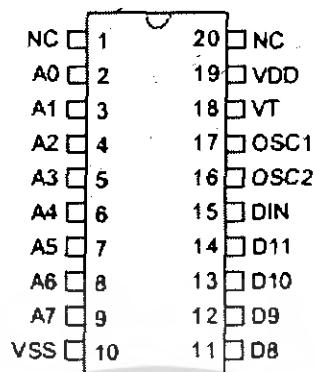
การเข้ารหัสข้อมูลจะเริ่มขึ้นเมื่อมีสัญญาณ transmission enable (สัญญาณ low ให้ขา TE) จะทำให้ encoder สแกนและส่งสัญญาณออกมาผ่านทางขา Data out (Dout) และจะทำการเข้ารหัสจนกระทั่งไม่มีสัญญาณ transmission enable (สถานะ high ที่ขา TE) โดยทำงาน 1 ครั้งจะส่งข้อมูลไป 4 เวิร์ด เป็นข้อมูล 1 เวิร์ด รหัสยืนยัน 2 เวิร์ด บิตเริ่มต้น 2 บิต และบิตปิดท้าย 2 บิต



รูปที่ 2.22 Transmission Timing ของ IC เข็มรหัส HT12E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

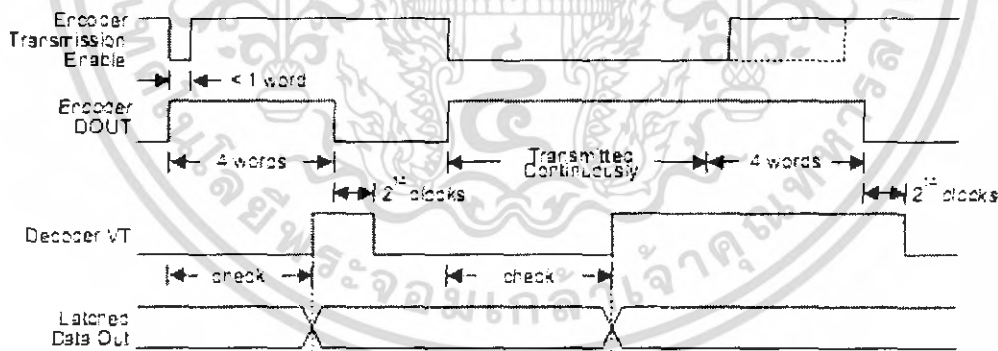
2.4.2.2 IC ถอดรหัส HT12D



รูปที่ 2.23 PIN diagram ของ HT12D

Decoder จะรับข้อมูลที่ส่งมาจาก Encoder แปล N บิตแรกของรหัสเป็น address และ 12-N บิตสุดท้ายเป็น Data เมื่อมีสัญญาณที่ขา DIN active จึงจะทำการ decoder ข้อมูล

Decoder จะตรวจสอบข้อมูลจาก address ที่ได้รับมาอย่างต่อเนื่อง 3 ครั้ง ถ้า address code ตรงกับ address ของ decoder 12-N บิตของข้อมูลจะถูก decoder ไปที่ขา output และขา VT จะเป็น High เพื่อบอกว่าข้อมูลถูกต้อง



รูปที่ 2.24 Decoder Timing ของ IC ถอดรหัส HT12D

2.4.3 อุปกรณ์ส่งคลื่นวิทยุ

ในโครงการนี้ส่งข้อมูลผ่านทางคลื่นวิทยุ โดยใช้คลื่นวิทยุ 434 MHz ส่งโดย TLP434A และรับโดย RLP434A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.1 ตัวส่งคลื่นวิทยุ

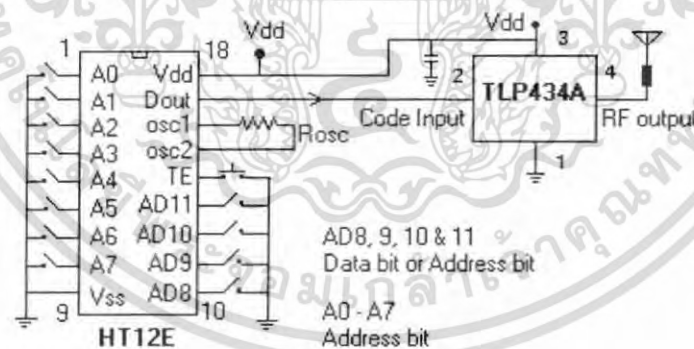


รูปที่ 2.25 ตัวส่งคลื่นวิทยุ TLP434A

ตัวส่งคลื่นวิทยุมีขนาดต่างๆ เรียงจากซ้ายไปขวาคงนี้

1. GND
2. Data In
3. Vcc
4. Antenna (RF Output)

ในการส่งคลื่นวิทยุนี้จะใช้ IC เข้ารหัสต่อร่วมกับตัวส่งคลื่นวิทยุ โดยจะนำสัญญาณที่เข้ารหัสแล้ว (Dout ของ encoder HT12E) ส่งไปยังขา Data In ของตัวส่งคลื่นวิทยุ



รูปที่ 2.26 วงจรภาคส่งคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.2 ตัวรับคลื่นวิทยุ

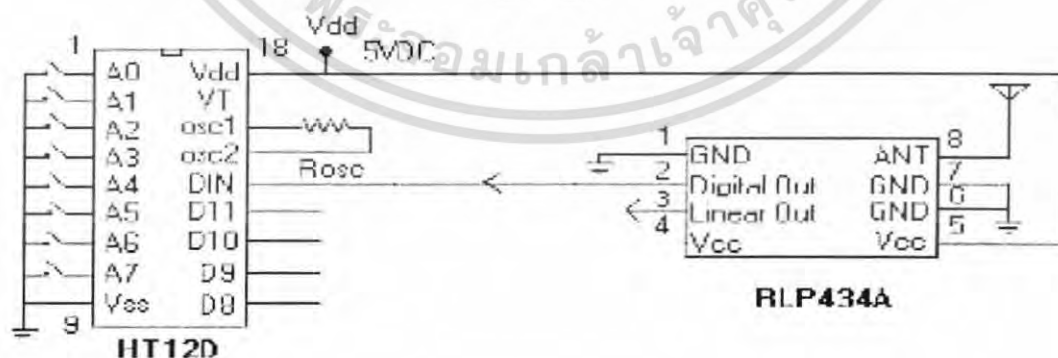


รูปที่ 2.27 ตัวรับคลื่นวิทยุ RLP434A

ตัวรับคลื่นวิทยุมีขาต่าง ๆ เรียงจากซ้ายไปขวาดังนี้

1. GND
2. Digital Data Output
3. Linear Output / Test
4. Vcc
5. Vcc
6. GND
7. GND
8. Antenna

ในการรับคลื่นวิทยุ นั้นจะใช้ตัวรับคลื่นวิทยุคู่ร่วมกับ IC ถอดรหัส โดยนำสัญญาณที่ได้จากตัวรับ (Digital out) นำไปถอดรหัสโดยต่อเข้ากับขา Din ของ HT12D จากนั้นจะได้ข้อมูลที่ถอดรหัสแล้วออกมาที่ขา D8 ~ D11



รูปที่ 2.28 วงจรภาครับคลื่นวิทยุ

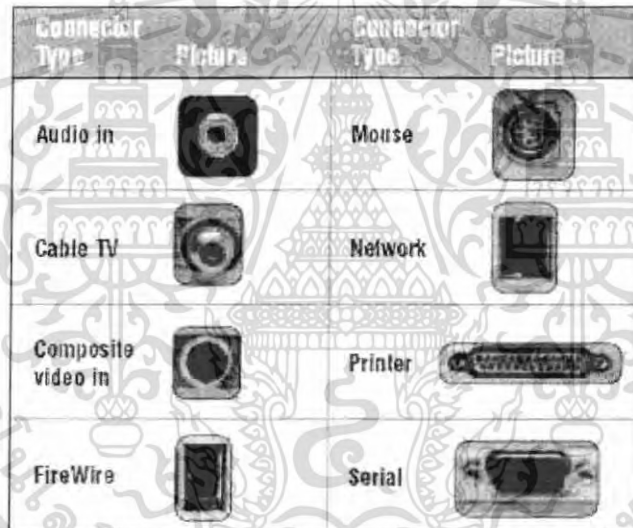
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์สามารถรับสัญญาณจากภายนอกได้ผ่านทาง พอร์ต (port) ซึ่งพอร์ตนั้นมีอยู่หลายชนิดให้ผู้ใช้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม

2.5.1 FireWire

FireWire หรือ IEEE1394 High Performance Serial Bus เป็นสายรับส่งข้อมูลดิจิทัลรุ่นใหม่ที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ มีลักษณะรูปร่างหน้าตาและลักษณะการใช้งานคล้าย USB มาก แต่ FireWire สามารถทำงานที่ความเร็วสูงกว่า USB มาก (ปัจจุบันมี Data Transfer Rate 400 Mbps ซึ่งเร็วกว่า USB V1.1 ถึงประมาณ 30 เท่า) และ FireWire มีจุดใช้งานหลักอยู่บนเครื่องแมคอินทอช ซึ่งในปัจจุบันมีเมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์ทั่วไปที่มีพอร์ต FireWire มาให้บ้างแล้ว แต่ยังไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากราคาค่อนข้างสูง และอุปกรณ์สนับสนุนส่วนใหญ่ยังเป็นของแมคอินทอช



รูปที่ 2.29 ขั้วต่อต่างๆ ของคอมพิวเตอร์

2.5.2 พอร์ตวีจีเอ

พอร์ตวีจีเอ (VGA Port) ใช้สำหรับต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับมอนิเตอร์ เป็นพอร์ตขนาด 15 พิน ในคอมพิวเตอร์บางเครื่องอาจจะติดตั้งการ์ดสำหรับถอดรหัสสัญญาณ MPEG เพิ่มเข้ามาซึ่งลักษณะของพอร์ตนั้นจะคล้าย ๆ กันแต่การ์ด MPEG จะมีพอร์ตที่อยู่สองชุดด้วยกันสำหรับเชื่อมไปยังการ์ดแสดงผลหนึ่งพอร์ต และต่อเข้ากับมอนิเตอร์อีกหนึ่งพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 พอร์ตอนุกรม

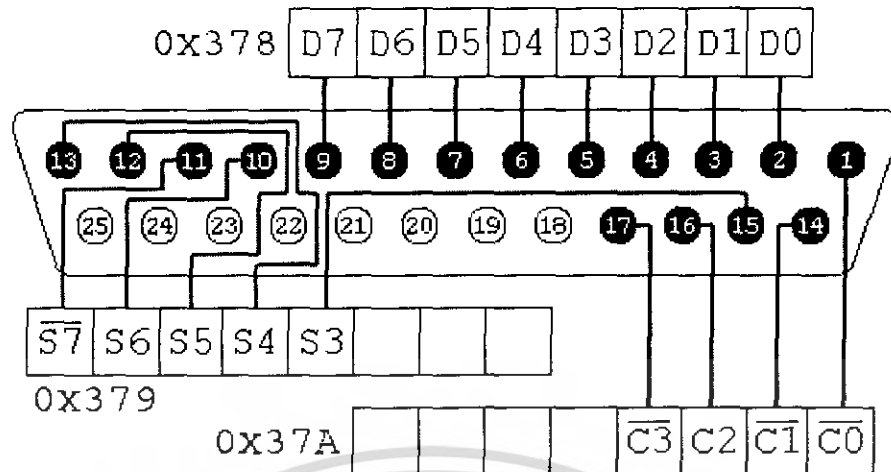
พอร์ตอนุกรม (Serial Port) เป็นพอร์ตสำหรับต่อกับอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต โดยส่วนใหญ่จะใช้สำหรับต่อกับเมาส์ในกรณีที่คอมพิวเตอร์เครื่องนั้นไม่มีพอร์ต PS/2 หรือเป็นเคสแบบ AT นอกจากนี้ยังใช้สำหรับเป็นช่องทางการติดต่อโมเด็มด้วย ในคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องจะมีพอร์ตอนุกรมให้อยู่สองพอร์ต เรียกว่าพอร์ตคอม 1 และพอร์ตคอม 2 นอกจากนั้นอาจจะมีฮาร์ดแวร์บางตัว เช่น จอยสติ๊ก ใช้พอร์ตอนุกรมนี้เช่นกัน พอร์ตอนุกรมจะมีหัวเข็ม 9 เข็ม หรือ 25 เข็ม (พอร์ตนี้จะเป็นตัวผู้ เพราะมีเข็มยื่นออกมา) พอร์ตนี้จะต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เมาส์ โมเด็ม สแกนเนอร์ เป็นต้น สามารถต่อความยาวได้ถึง 6 เมตร

2.5.4 พอร์ตขนาน

พอร์ตขนาน (Pararell Port) หน้าที่ของพอร์ตตัวนี้ก็ใช้สำหรับติดต่อกับเครื่องพิมพ์เป็นหลัก ปัจจุบันมีการพัฒนาให้สามารถใช้งานร่วมกับสแกนเนอร์ หรือว่าใครที่ซีดีอาร์ดับบลิว พอร์ตแบบนี้มีขนาดยาวกว่าพอร์ตอนุกรมทั่ว ๆ ไป โดยมีจำนวนพินเท่ากับ 25 พิน พอร์ตขนานจะมีรู 25 รู (พอร์ตนี้จะเป็นตัวเมียหมายถึงมีรูที่ตัวพอร์ต) พอร์ตนี้จะต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องพิมพ์ เทปไทร์ฟ สแกนเนอร์ เป็นต้นสามารถต่อความยาวไม่มากนัก ราคาแพงกว่าสายของพอร์ตอนุกรมและการส่งสัญญาณจะส่งได้เร็วกว่าพอร์ตอนุกรม

พอร์ตขนานของเครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยสัญญาณทั้งหมด 25 เส้นสัญญาณ โดยสัญญาณจะแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ตามลักษณะหน้าที่ของสัญญาณ ประกอบด้วย

1. Data Port จำนวน 8 เส้นสัญญาณ (D0 ~ D7) หรือเรียกอีกอย่างว่า Data Register ซึ่งพอร์ตนี้จะส่งค่าได้อย่างเดียว ไม่สามารถรับค่าได้
2. Status Port จำนวน 5 เส้นสัญญาณ (S3 ~ S7) เป็นพอร์ตที่อ่านได้อย่างเดียวไม่สามารถเขียนข้อมูลได้ พอร์ตนี้จะมีสัญญาณเข้าอยู่ 5 สัญญาณ และสัญญาณ IRQ กับสัญญาณสแกนไว้อีกสองบิต โดยสัญญาณ Busy จะ Active Low
3. Control Port จำนวน 4 เส้นสัญญาณ (C0 ~ C3) Control Port เป็นพอร์ตที่ใช้ในการควบคุมพริ้นเตอร์ สัญญาณในกลุ่มนี้จะ Active Low ยกเว้นสัญญาณ Initialize เท่านั้นที่ไม่ถูกกลับค่าสัญญาณ



รูปที่ 2.30 แสดงขาต่างๆ ของพอร์ตขนาน

2.5.5 พอร์ตยูเอสบี

พอร์ตยูเอสบี (Universal Serial Port) เป็นพอร์ตแบบใหม่ล่าสุด ที่ถูกออกแบบมาให้ใช้กับคอมพิวเตอร์ให้สามารถรับส่งข้อมูลให้รวดเร็วขึ้น สามารถต่ออุปกรณ์ได้มากถึง 127 ชิ้น เพราะมีแบนด์วิดท์ในการรับส่งข้อมูลสูงกว่า พอร์ตแบบนี้ถูกออกแบบมาให้ใช้กับระบบปลั๊กแอนด์เพลย์หรือสามารถใช้งานอุปกรณ์นั้นๆ ได้ โดยไม่จำเป็นต้องบูตเครื่องใหม่บนวินโดวส์ 98 ปัจจุบัน มีฮาร์ดแวร์จำนวนมากที่สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบนี้ เช่น กล้องดิจิทัล เม้าส์ คีย์บอร์ด จอยสติ๊ก สแกนเนอร์ ซีดีอาร์ดับบลิว เป็นต้น

2.5.6 พอร์ตมัลติมีเดีย

พอร์ตมัลติมีเดีย (Multimedia Port) ปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องมักจะติดตั้งการ์ดเสียงมาให้ด้วย ซึ่งการ์ดนี้จะมีช่องสำหรับต่อกับลำโพง ไมโครโฟน และพอร์ตสำหรับต่อกับจอยสติ๊ก อยู่ในตัวโดยพอร์ตต่าง ๆ นั้นจะใช้สีแสดงหน้าที่การทำงาน เช่น ช่องสำหรับต่อลำโพงจะใช้สีเขียว ส่วนไมโครโฟนจะแทนที่ด้วยสีแดง และสีอื่น ๆ สำหรับแทนที่ Line In และ Line Out

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในโครงการนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และส่วนของโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1 การออกแบบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

3.1.1 เซนเซอร์จับการเคลื่อนไหว

ขั้นตอนแรกคือการศึกษาเกี่ยวกับตัวเซนเซอร์จับการเคลื่อนไหวซึ่งมีอยู่ 2 ชนิดคือใช้อินฟราเรดในการตรวจจับและใช้อัลตราโซนิกในการตรวจจับได้ข้อเปรียบเทียบระหว่างเซนเซอร์ทั้ง 2 ชนิดดังนี้

1. ความไวในการตรวจจับ เซนเซอร์แบบอัลตราโซนิกนั้นมีความไวในการตรวจจับสูงกว่าแบบอินฟราเรดมาก โดยสามารถจับการเคลื่อนไหวได้แม้มีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนแบบอินฟราเรดสามารถจับการเคลื่อนไหวทั่วไปได้ดีแต่ไม่สามารถจับการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยได้
2. ระยะในการตรวจจับ เซนเซอร์ทั้งสองแบบมีระยะการตรวจจับใกล้เคียงกัน คือประมาณ 5-6 เมตร และยิ่งระยะไกลความไวของเซนเซอร์จะลดน้อยลง
3. ลักษณะบริเวณที่ทำการตรวจจับ เซนเซอร์แบบอัลตราโซนิกสามารถตรวจจับบริเวณพื้นที่ปิดได้ดีเนื่องจากคลื่นอัลตราโซนิกสามารถสะท้อนไปมาและตรวจจับบริเวณที่มีวัตถุบังได้ แต่เซนเซอร์แบบอินฟราเรดนั้นบริเวณที่ทำการตรวจจับจะต้องไม่ถูกบังจากวัตถุ ซึ่งถ้าในบริเวณที่มีการเคลื่อนไหวถูกบังด้วยวัตถุ เซนเซอร์แบบอินฟราเรดจะไม่สามารถตรวจจับได้
4. ลักษณะวงจรที่ทำการต่อร่วมจากเซนเซอร์ เซนเซอร์แบบอินฟราเรดนั้นจะได้สัญญาณจากตัวเซนเซอร์เมื่อมีการจับการเคลื่อนไหวได้เป็นพัลส์เล็ก ๆ วงจรที่นำมาต่อร่วมมีหน้าที่คือแปลงสัญญาณพัลส์ที่เกิดขึ้นเป็นสัญญาณที่ต้องการ ส่วนแบบอัลตราโซนิกนั้นต้องมีการป้อนความถี่ที่ตัวส่ง ส่วนตัวรับนั้นจะรับคลื่นที่ส่งออกไปมาเข้าวงจรเปรียบเทียบกับคลื่นความถี่ที่รับและคลื่นความถี่ที่ส่งไปนั้นมีความถี่ตรงกันหรือไม่ โดยถ้ามีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นจะทำให้มีความถี่ไม่เท่ากัน
5. ราคา เซนเซอร์แบบอินฟราเรดมีราคาต่ำกว่าเซนเซอร์แบบอัลตราโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเซนเซอร์แบบอินฟราเรดและอัลตราโซนิก

คุณสมบัติ	เซนเซอร์แบบอินฟราเรด	เซนเซอร์แบบอัลตราโซนิก
ความไว	ปานกลาง	สูง
ระยะในการตรวจจับ	5-6 เมตร	5-6 เมตร
การตรวจจับบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง	ไม่สามารถตรวจจับได้	สามารถตรวจจับได้
วงจรที่นำมาต่อรวม	วงจรไม่ซับซ้อน	วงจรมีความซับซ้อน
ราคา	ถูก	แพง

จากการเปรียบเทียบเซนเซอร์ทั้ง 2 ชนิดและสรุปได้ว่าเซนเซอร์แบบอินฟราเรดเหมาะสำหรับงานทั่วไป ส่วนเซนเซอร์แบบอัลตราโซนิกเหมาะสำหรับงานที่ต้องการจัดการเคลื่อนไหวที่ละเอียดมาก ในโครงงานนี้จึงเลือกใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบอินฟราเรด

3.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะใช้ในโครงงานนี้ไม่จำเป็นที่จะต้องมีประสิทธิภาพสูงมากนัก เพราะอินพุตและเอาต์พุตในระบบนั้นมีไม่มาก และส่วนของโปรแกรมก็ไม่มีมีความยาวมาก ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้ในงานนี้คือ PIC 18F458 ซึ่งมีคุณสมบัติหลักดังนี้

- ความถี่ออสซิลเลเตอร์สูงสุด 40 MHz
- Program memory flash 32k bytes
- Single word instruction 16384
- SRAM 1536 bytes
- EEPROM 256 bytes
- 33 Input / Output
- 8 channel 10 bit A/D
- รองรับ MSSP SPI และ Master I²C
- มี 1 timer 8 bit และ 3 timer 16 bit

3.1.3 ตัวส่งข้อมูลแบบไร้สาย

ในท้องตลาดนั้นมีอุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สายมากมาย การสื่อสารแบบไร้สายที่เหมาะสมกับโครงงานนี้คือการใช้คลื่นวิทยุ VHF เนื่องจากมีราคาถูก ระยะการส่งไม่สั้นจนเกินไป ความถี่ที่เลือกใช้คือ 434 MHz

3.1.4 การออกแบบส่วนแสดงผล

ในส่วนการแสดงผลของระบบนั้นจะใช้ LED ในการแสดงสถานะโดยส่วนแสดงผลนั้นจะมีอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนแสดงผลภายในห้อง และส่วนแสดงผลภายนอกห้อง

3.1.4.1 ส่วนแสดงผลภายในห้อง

ส่วนแสดงผลภายในห้องนี้มีเพื่อให้เจ้าของห้องสามารถที่ทราบถึงสถานะที่แสดงอยู่ในขณะนั้น แสดงผลผ่าน LED 4 ดวง ดังนี้

1. LED แสดงสถานะ ” ไม่อยู่ ”
2. LED แสดงสถานะ “ ว่าง ”
3. LED แสดงสถานะ “ ไม่ว่าง ”
4. LED เตือนว่าใกล้หมดเวลาที่หนึ่งไว้

นอกจากส่วนแสดงผลแล้วภายในห้องจะต้องมีปุ่มเลือกสถานะของเจ้าของห้อง โดยมีทั้งหมด 3 ปุ่ม คือ

1. ปุ่มเลือกสถานะ “ ไม่ว่าง ” หนึ่งเวลาสั้น (1 ชั่วโมง)
2. ปุ่มเลือกสถานะ “ ไม่ว่าง ” หนึ่งเวลานาน (3 ชั่วโมง)
3. ปุ่มยกเลิกสถานะ “ ไม่ว่าง ”

3.1.4.2 ส่วนแสดงผลภายนอกห้อง

ส่วนแสดงผลภายในห้องนี้มีเพื่อให้บุคคลภายนอกสามารถที่ทราบถึงสถานะของบุคคลภายในห้องขณะนั้น แสดงผลผ่าน LED 3 ดวง ดังนี้

1. LED แสดงสถานะ ” ไม่อยู่ ”
2. LED แสดงสถานะ “ ว่าง ”
3. LED แสดงสถานะ “ ไม่ว่าง ”

3.1.5 การออกแบบการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

โครงการนี้เชื่อมต่อสัญญาณระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์โดยใช้สัญญาณวิทยุเข้าสู่จรับสัญญาณจากนั้นจึงส่งข้อมูลผ่านพอร์ตขานานเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งข้อมูลที่จะเข้าสู่คอมพิวเตอร์นั้นคือสถานะที่ไม่โครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลแล้ว

3.2 การออกแบบโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.1 แนวคิดในการออกแบบโปรแกรม

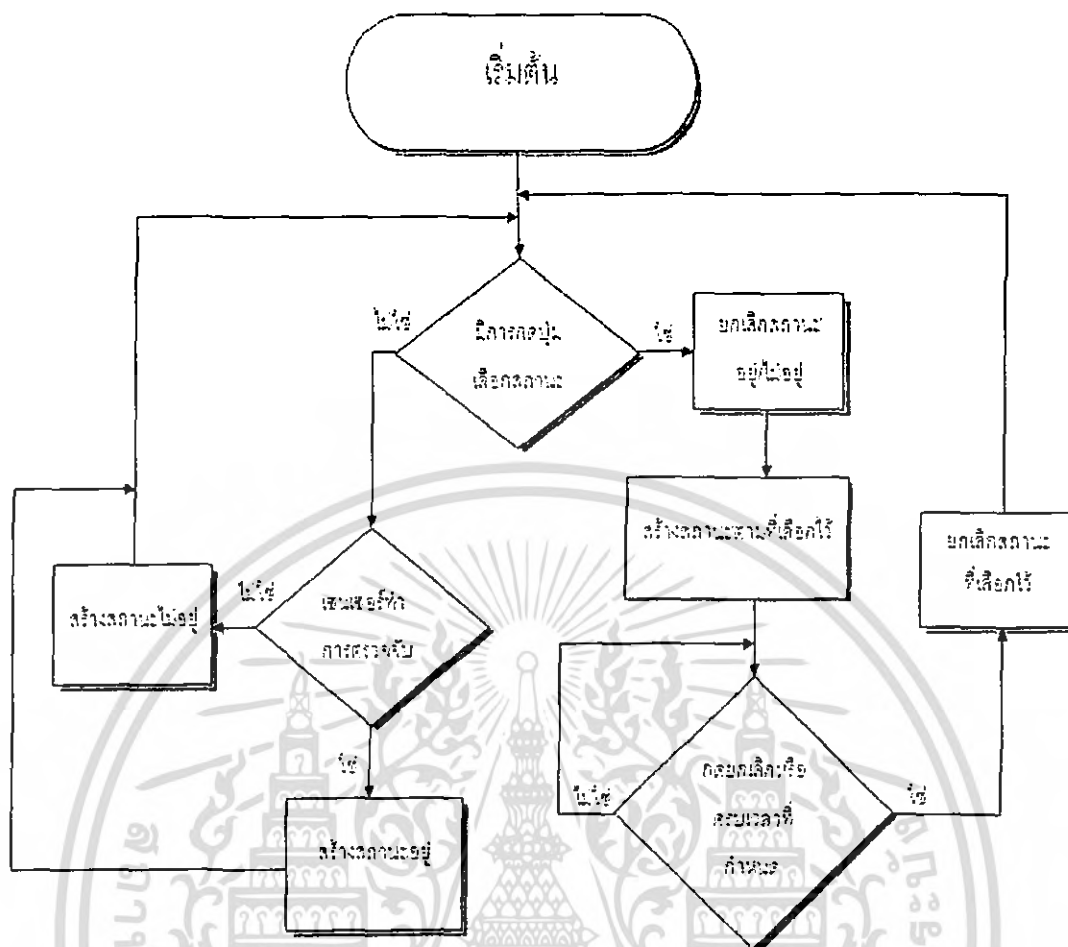
ในการออกแบบโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเริ่มจากการวิเคราะห์เงื่อนไขของสถานะต่าง ๆ ที่จะแสดงผล ซึ่งมีด้วยกัน 3 สถานะ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สถานะ “ไม่อยู่” โดยสถานะนั้นจะบ่งบอกว่าขณะนี้ผู้ใช้ห้องไม่ได้อยู่ภายในห้อง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วนั้นการที่จับการเคลื่อนไหวภายในห้องนั้นไม่ได้แปลว่าเจ้าของห้องพร้อมที่จะรับแขก อาจเกิดจากการที่มีบุคคลเข้ามาหยิบของภายในห้อง หรือแม่บ้านเข้ามาทำความสะอาด ดังนั้นเมื่อเกิดเหตุการณ์เช่นนี้สถานะในห้องจึงต้องแสดงว่า “ไม่อยู่”

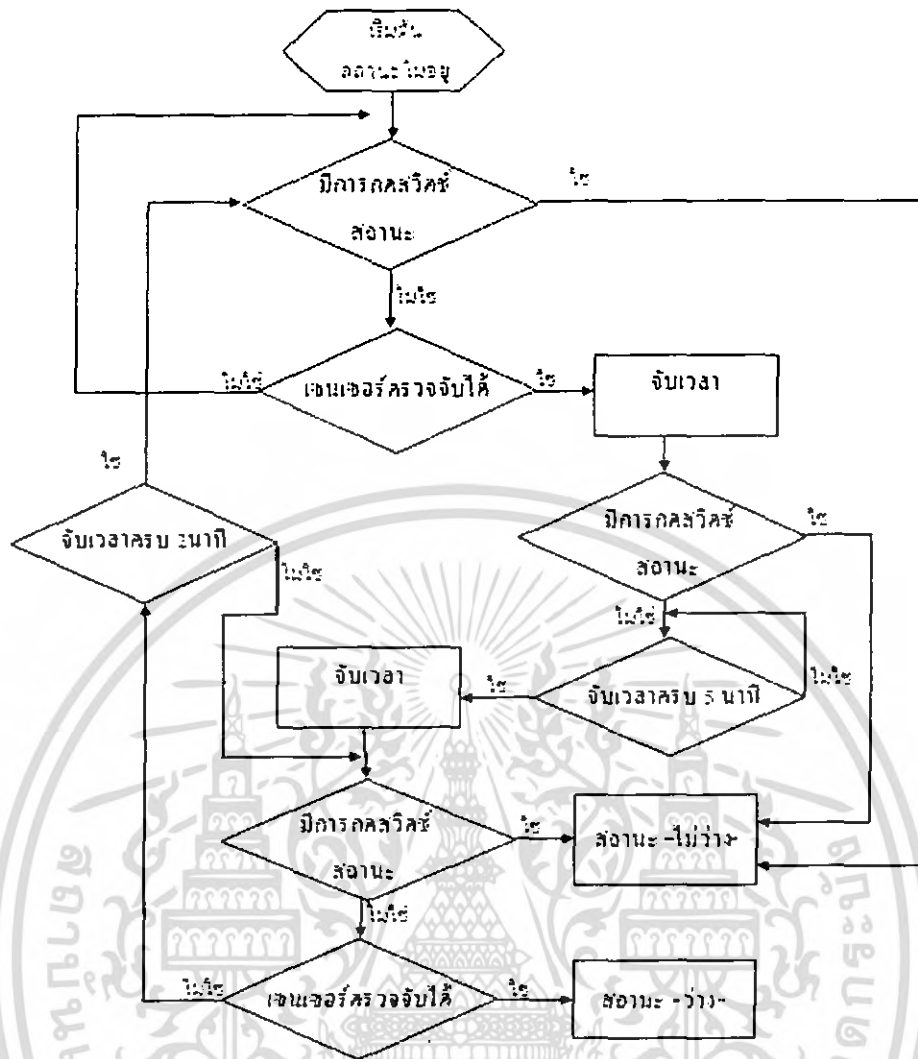
2. สถานะ “ว่าง” สถานะนี้เกิดจากเจ้าของห้องนั้นอยู่ภายในห้องและพร้อมที่จะต้อนรับแขก เงื่อนไขของสถานะนี้คือเจ้าของห้องต้องอยู่ภายในบริเวณห้องเป็นระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้แน่ใจว่าเจ้าของห้องนั้นอยู่ภายในห้องแล้ว โดยหน่วงเวลาไว้ 5 นาที ซึ่งสถานะนี้จะต้องคงอยู่จนกว่าเจ้าของห้องนั้นจะออกจากห้องไปแล้วจริง ๆ ไม่คิดกรณีที่เจ้าของห้องออกไปเข้าห้องน้ำ หรือออกไปดื่มน้ำ ดื่มน้ำกาแฟ จึงจะต้องคงสถานะนี้ไว้แม้จะตรวจจับการเคลื่อนไหวภายในห้องไม่ได้ โดยเวลาที่หน่วงไว้คือ 5 นาที

3. สถานะ “ไม่ว่าง” สถานะนี้เกิดจากเจ้าของห้องกดปุ่มเลือกสถานะด้วยตัวเองซึ่งสถานะนี้จะไม่สนใจการตรวจจับจากเซนเซอร์ เพราะว่ากรณีนี้เจ้าของห้องอาจจะทำงานอยู่ซึ่งจะจับการเคลื่อนไหวภายในห้องไม่ได้ โดยสถานะนี้จะสามารถเลือกได้จากปุ่มเลือกสถานะซึ่งมีอยู่ 2 ปุ่ม โดย 2 ปุ่มจะหน่วงเวลาไว้ต่างกันคือ หน่วงไว้ประมาณ 1 ชั่วโมงและ 3 ชั่วโมง การยกเลิกสถานะนี้มี 2 กรณีคือหมดเวลาที่หน่วงไว้สถานะต่อไปจะเกิดจากการตรวจจับของเซนเซอร์ซึ่งสถานะต่อไปจะขึ้นอยู่กับการจับการเคลื่อนไหวของเซนเซอร์ใน 2 นาทีถัดไป และอีกกรณีคือการยกเลิกจากเจ้าของห้องสถานะจะเปลี่ยนเป็น “ว่าง”



รูปที่ 3.1 การทำงานโดยรวมของโปรแกรม

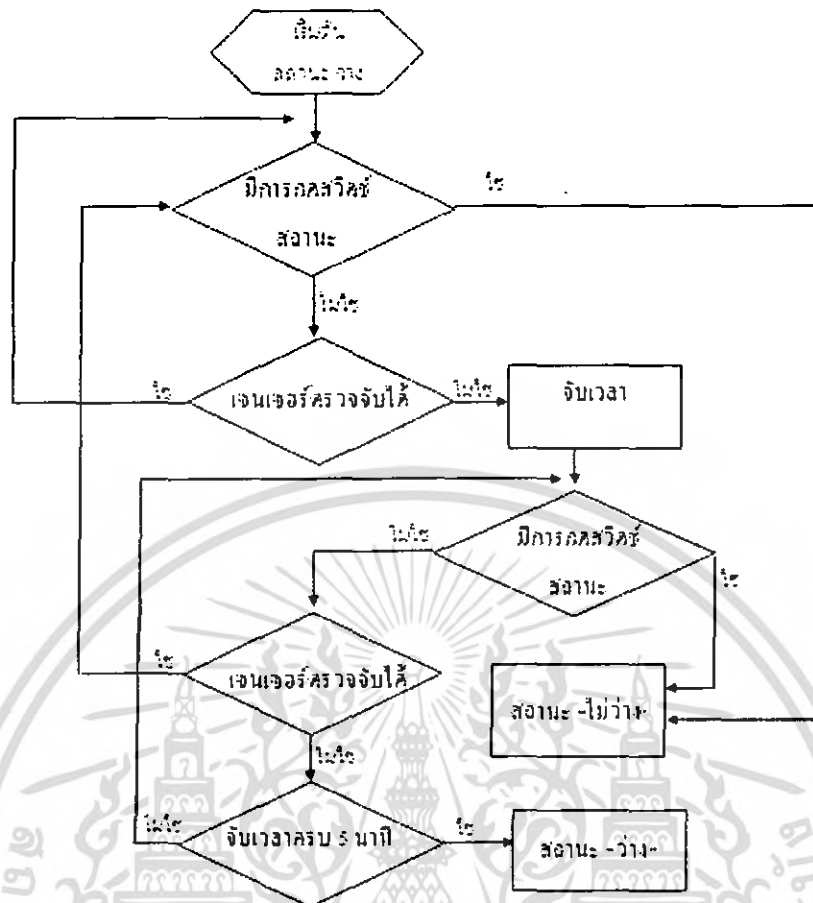
การทำงานของโปรแกรมในภาพรวมนั้นมีดังต่อไปนี้ เมื่อเริ่มโปรแกรม อันดับแรกจะทำการตรวจสอบการกดปุ่มสถานะไม่ว่าง ในกรณีที่มีการกดปุ่มสถานะไม่ว่างจะทำการยกเลิกสถานะอยู่และไม่อยู่ทันทีจากนั้นจะแสดงสถานะไม่ว่าง จนกว่าจะครบกำหนดเวลา หรือมีการกดปุ่มยกเลิกสถานะไม่ว่างในกรณีนี้สถานะจะแสดงเป็นว่างทันที ในกรณีที่ไม่มีมีการกดปุ่มสถานะไม่ว่างที่แสดงจะมาจากการตรวจจับของเซนเซอร์จับการเคลื่อนไหว ซึ่งในการเปลี่ยนสถานะนั้นจะมีเงื่อนไขการหน่วงเวลาไว้เล็กน้อย



รูปที่ 3.2 การทำงานของโปรแกรมเมื่อมีสถานะ “ไม่อยู่”

การทำงานของโปรแกรมอย่างละเอียดเมื่อมีสถานะ “ไม่อยู่” มีดังนี้

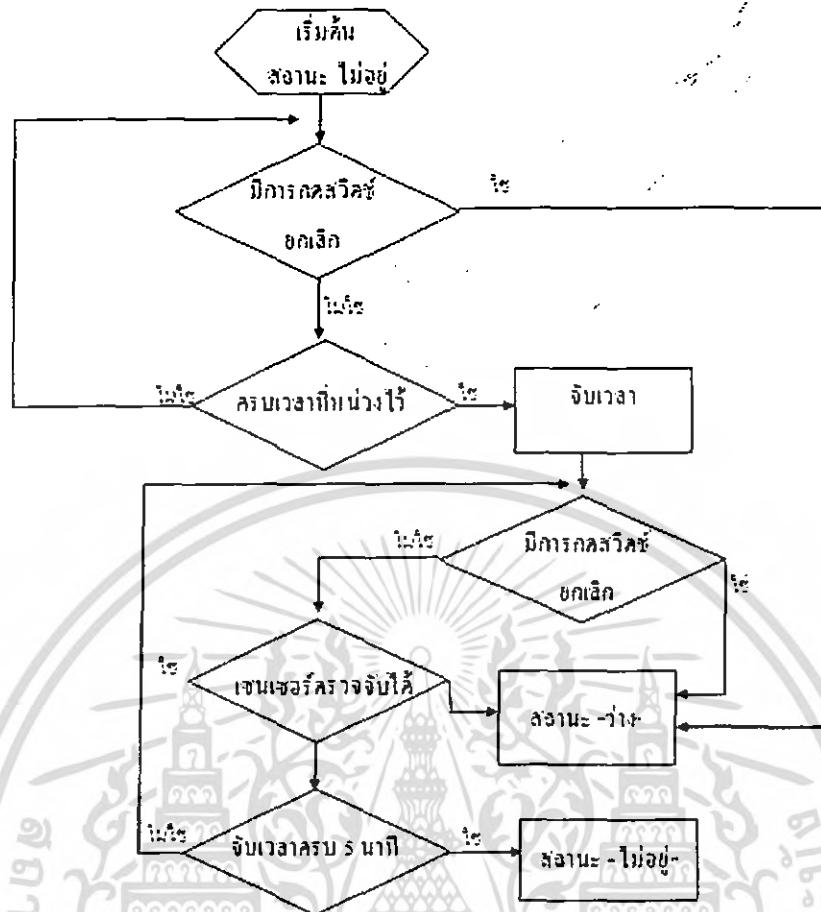
1. โปรแกรมจะทำการสอบตรวจการกดปุ่มสถานะไม่ว่างตลอดเวลา เมื่อมีการกดปุ่มสถานะไม่ว่าง จะทำการยกเลิกสถานะ “ไม่อยู่” และเปลี่ยนสถานะเป็น “ไม่ว่างทันที”
2. เมื่อมีการจับการเคลื่อนไหวได้ จะทำการจับเวลา 5 นาที เมื่อครบ 5 นาที จะทำการจับเวลาอีก 2 นาที ซึ่งใน 2 นาทีนี้ถ้ามีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น โปรแกรมจะทำการยกเลิกสถานะ “ไม่อยู่” และแสดงสถานะว่างทันที
3. นอกเหนือจากกรณีข้างต้น โปรแกรมจะแสดงสถานะ “ไม่อยู่”



รูปที่ 3.3 การทำงานของโปรแกรมเมื่อมีสถานะ “ว่าง”

การทำงานของโปรแกรมอย่างละเอียดเมื่อมีสถานะไม่อยู่ มีดังนี้

1. โปรแกรมจะทำการสอบตรวจการกดปุ่มสถานะไม่ว่างตลอดเวลา เมื่อมีการกดปุ่มสถานะไม่ว่าง จะทำการยกเลิกสถานะว่างและเปลี่ยนสถานะเป็นไม่ว่างทันที
2. เมื่อไม่มีการจับการเคลื่อนไหวจะเริ่มทำการจับเวลา จากนั้นถ้ามีการจับการเคลื่อนไหวได้จะทำการยกเลิกการจับเวลา แต่ถ้ายังไม่สามารถจับการเคลื่อนไหวได้จะจับเวลาต่อไปจนกระทั่งจับเวลาครบ 5 นาที สถานะจะเปลี่ยนจากว่างเป็นไม่อยู่ทันที
3. นอกเหนือจากกรณีข้างต้น โปรแกรมจะแสดงสถานะว่าง



รูปที่ 3.4 การทำงานของ โปรแกรมเมื่อมีสถานะ “ไม่ว่าง”

การทำงานของโปรแกรมอย่างละเอียดเมื่อมีสถานะไม่ว่าง มีดังนี้ เมื่อมีการกดปุ่มสถานะไม่ว่าง โปรแกรมจะเปลี่ยนสถานะเป็นไม่ว่าง และเริ่มจับเวลาทันที ถ้าในระหว่างที่มีการจับเวลา มีการกดปุ่มยกเลิก สถานะจะเปลี่ยนเป็นว่างทันที แต่ถ้าไม่มีการกดปุ่มยกเลิกจนครบเวลาที่เลือกไว้ โปรแกรมจะตัดสินใจสถานะต่อไปโดยจับเวลาต่ออีก 5 นาที ถ้าจับการเคลื่อนไหวได้สถานะจะเปลี่ยนเป็นว่าง แต่ถ้าไม่สามารถจับการเคลื่อนไหวได้สถานะจะเปลี่ยนเป็นไม่ว่าง

3.2.2 การเขียนโปรแกรม

3.2.2.1 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

ในโครงการนี้ใช้ภาษา C ในการเขียนโปรแกรมให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยผ่านทางโปรแกรม CCS Compiler ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งสามารถที่จะคอมไพล์จากภาษา C เป็นภาษา Assembly ได้ และทำการเบิร์นข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้โปรแกรม EPICwin ดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 โปรแกรม CCS Compiler ขณะทำการพัฒนาโปรแกรม



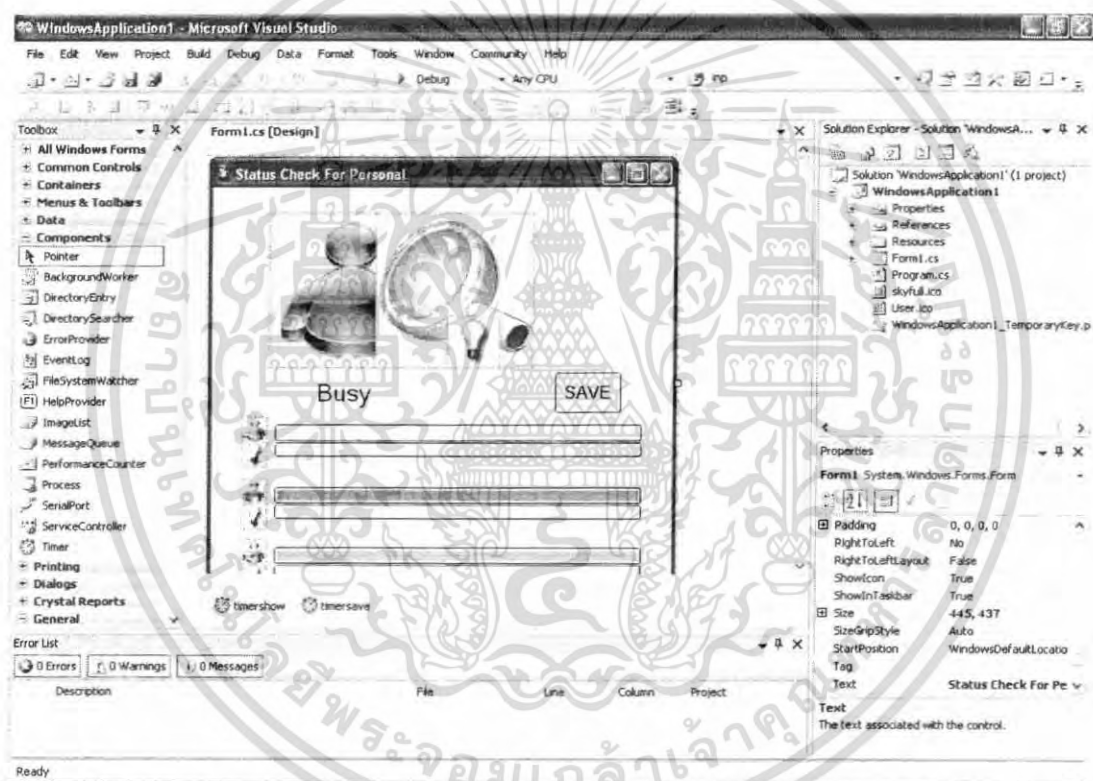
รูปที่ 3.6 โปรแกรม EPICwin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 การเขียนโปรแกรมรับค่าสถานะเข้าคอมพิวเตอร์

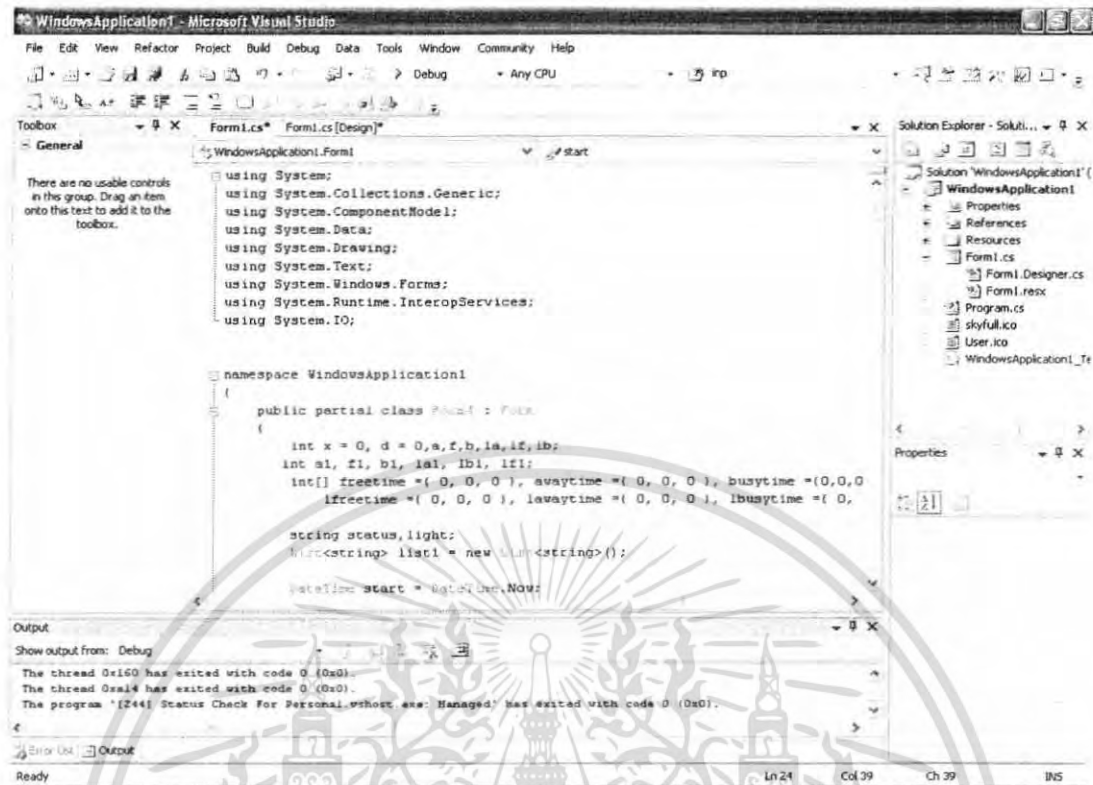
โครงการนี้มีการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงต้องเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานให้คอมพิวเตอร์รับค่าสถานะจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางพอร์ตขนานเพื่อแสดงผลในคอมพิวเตอร์และจัดทำสถิติต่าง ๆ

การเขียนโปรแกรมใช้ภาษา C# (dotnet framework) และใช้โปรแกรม Visual Studio 2005 เป็นโปรแกรมช่วยพัฒนาในการเขียนโปรแกรมในรูปแบบ Window Application การเขียนโปรแกรมในรูปแบบ Window Application มีด้วยกัน 2 ส่วนคือ ส่วนของการออกแบบหน้าต่างหรือ Form ดังรูปที่ 3.7 และส่วนของการพัฒนาโปรแกรกดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 โปรแกรม Visual Studio 2005 ขณะทำการพัฒนาโปรแกรม 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 โปรแกรม Visual Studio 2005 ขณะทำการพัฒนาโปรแกรม 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

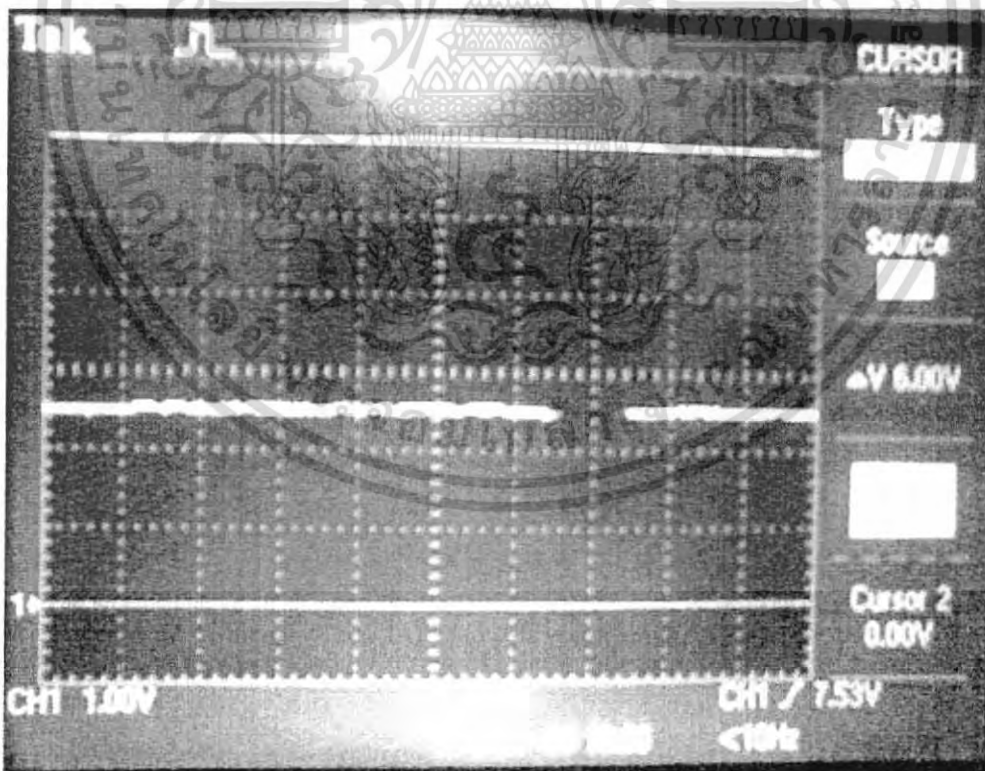
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

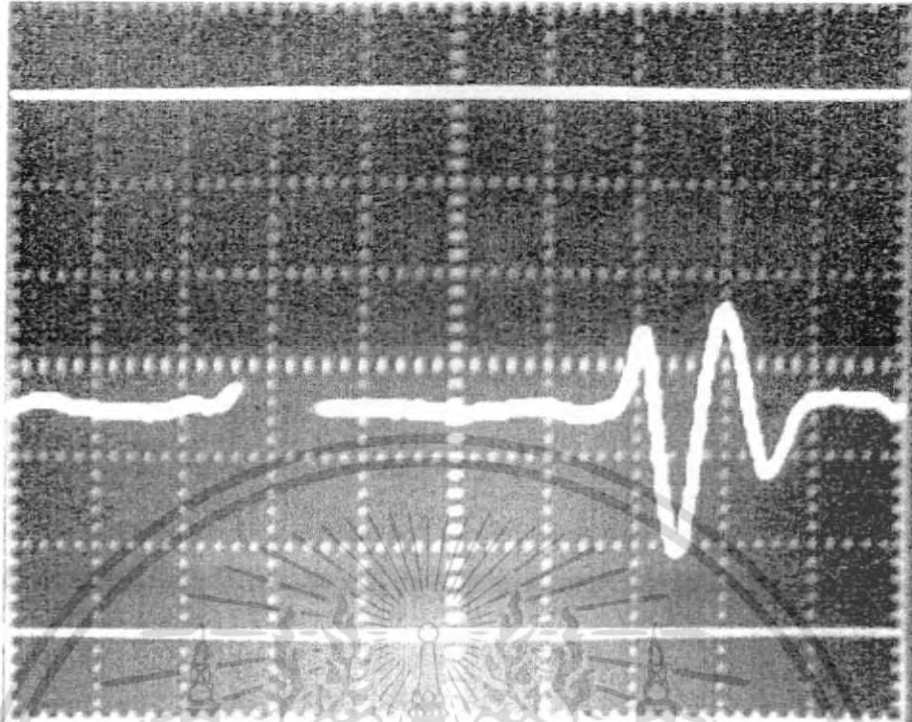
เมื่อมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวจะส่งสัญญาณออกมาในรูปแบบของพัลส์แรงดันขนาดเล็ก ซึ่งขนาดของสัญญาณจะขึ้นอยู่กับระยะที่มีการเคลื่อนไหวและความแรงของการเคลื่อนไหว กล่าวคือการเคลื่อนไหวในระยะใกล้จะทำให้สัญญาณมีขนาดใหญ่กว่าการเคลื่อนไหวในระยะไกล และยังการเคลื่อนไหวมีความแรงขนาดของสัญญาณก็จะใหญ่ขึ้นตามไปด้วย

ต่อไปนี้จะแสดงลักษณะของสัญญาณจากเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่ผ่านวงจรขยายสัญญาณแล้ว (สัญญาณจากเซนเซอร์โดยตรงไม่สามารถจับได้เนื่องจากมีขนาดเล็กเกินไป) เพื่อเปรียบเทียบขนาดของสัญญาณที่ได้จากการเคลื่อนไหวในแบบต่าง ๆ โดยใช้อัตราส่วนของสัญญาณเท่ากันหมดตั้งแต่รูป 4.1 ถึงรูป 4.6 คือแกน Y 1 v/div และแกน X 1 sec/div

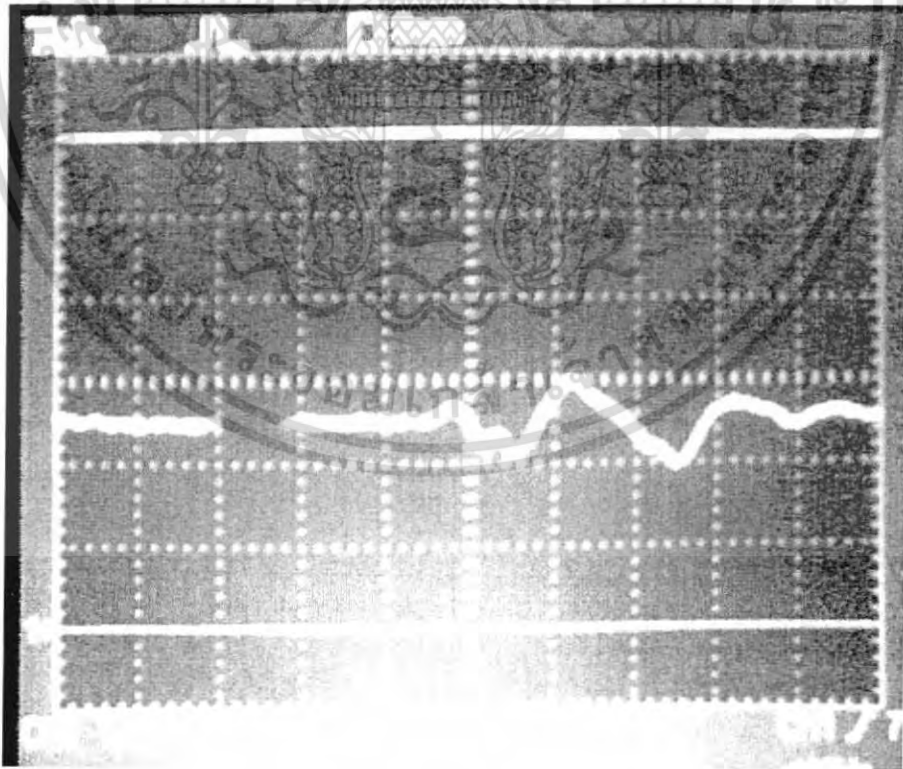


รูปที่ 4.1 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อไม่มีการเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

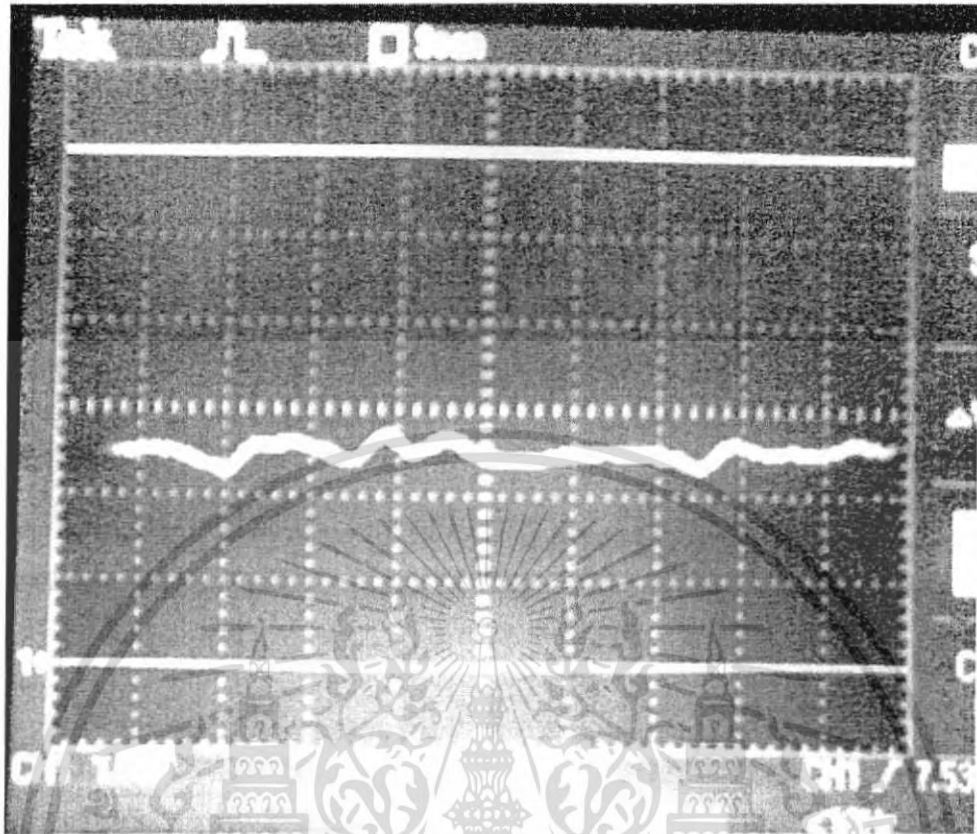


รูปที่ 4.2 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อมีการเดินผ่านที่ระยะ 1.5 เมตร

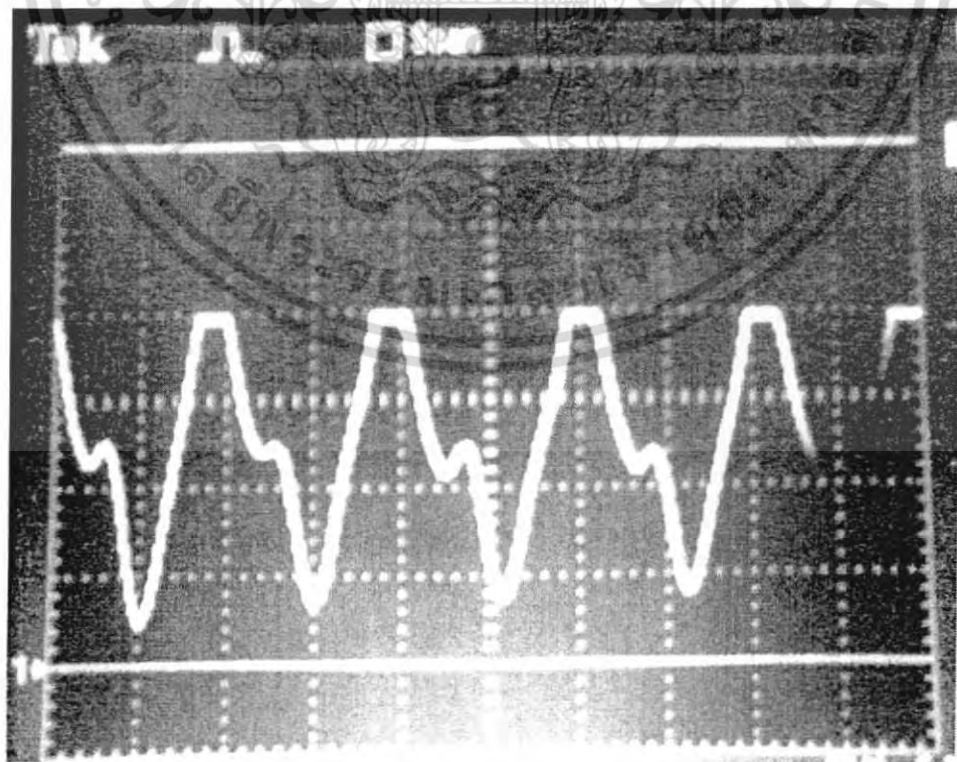


รูปที่ 4.3 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อมีการเดินผ่านที่ระยะ 3 เมตร

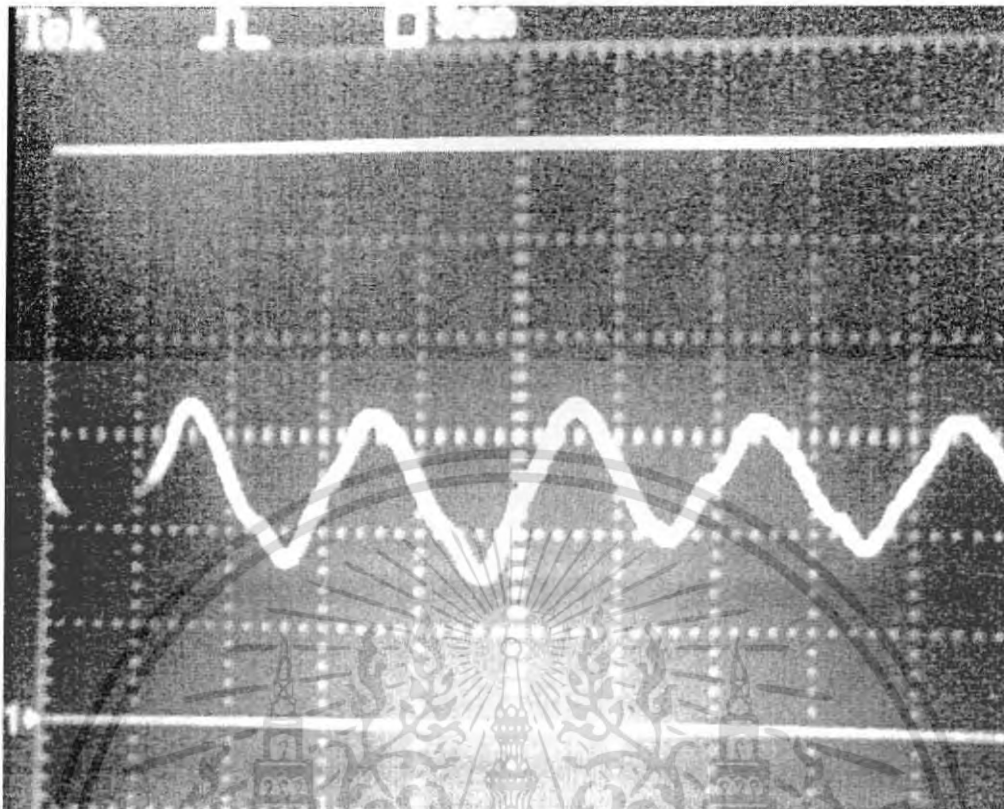
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อมีการเดินผ่านที่ระยะ 4 เมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.5 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อมีการโยกตัวอย่างแรงและต่อเนื่องที่ระยะ 1.5 เมตร



รูปที่ 4.6 สัญญาณจากเซนเซอร์เมื่อมีการโยกตัวอย่างแรงและต่อเนื่องที่ระยะ 3 เมตร

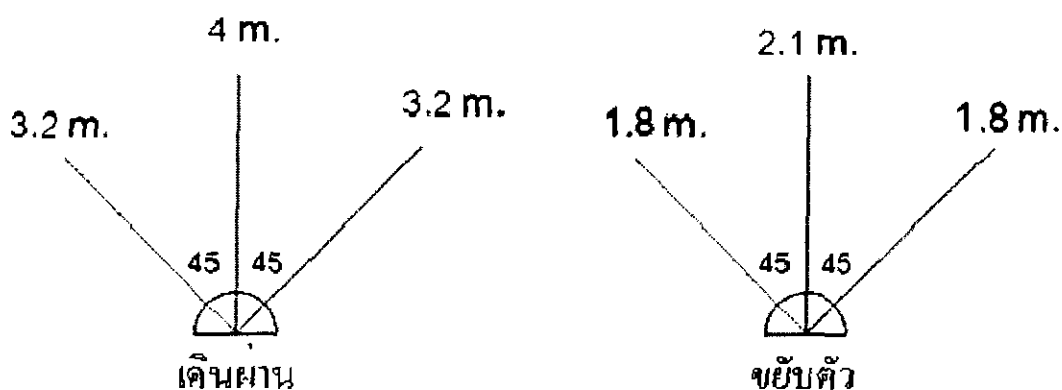
จากการทดลองสรุปได้ว่าเมื่อมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นขนาดของสัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์จะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะ (ยิ่งระยะไกลขนาดจะยิ่งเล็กลง) และความรุนแรงของการเคลื่อนไหว (ยิ่งมีการเคลื่อนไหวมากขนาดสัญญาณจะใหญ่ขึ้น)

4.2 การติดตั้งอุปกรณ์

4.2.1 การติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

ในการติดตั้งเซนเซอร์นั้นตำแหน่งของเซนเซอร์ต้องมีความเหมาะสม เนื่องจากเซนเซอร์จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถจับการเคลื่อนไหวของเจ้าของห้องได้เกือบทั้งหมด ตำแหน่งที่ต้องติดตั้งจะพิจารณาจากระยะการตรวจจับของเซนเซอร์ที่ทำให้วงจรรีเลย์ทำงาน จึงต้องทำการทดลองเพื่อหาระยะสูงสุดที่เซนเซอร์สามารถจับการเคลื่อนไหวได้ ซึ่งได้ผลดังรูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ระยะการตรวจจับของเซนเซอร์จับการเคลื่อนไหว

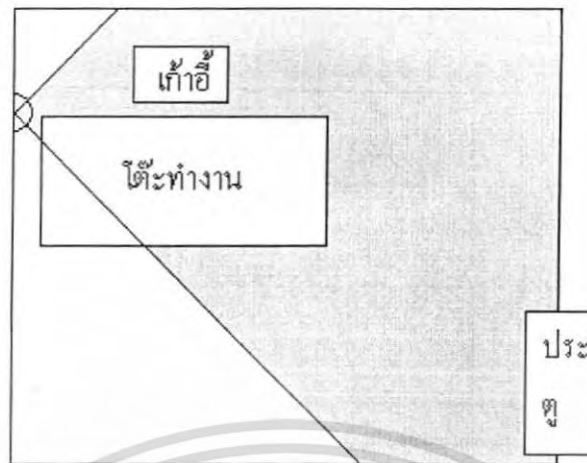
ตารางที่ 4.1 ระยะและมุมที่เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้จากการเคลื่อนไหวแบบต่าง ๆ

มุมจากแนวกลาง (องศา)	เดินผ่าน		ขยับตัว	
	ระยะสูงสุด (เมตร)	ระยะปกติ (เมตร)	ระยะสูงสุด (เมตร)	ระยะปกติ (เมตร)
0	4.1	4.0	2.7	2.1
15	4.0	3.8	2.5	2.0
30	3.8	3.5	2.4	2.0
45	3.7	3.2	2.1	1.8

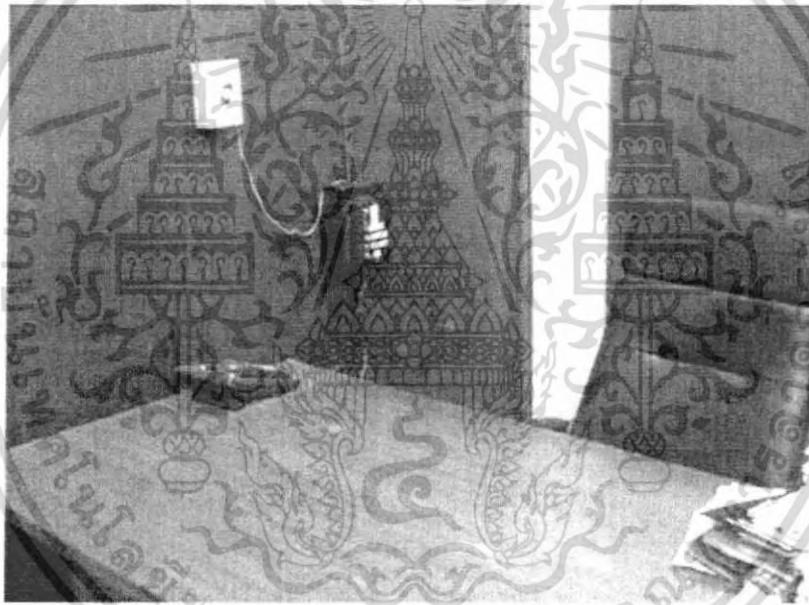
จากตารางที่ 4.1 ระยะสูงสุดคือระยะไกลที่สุดที่สามารถจับการเคลื่อนไหวได้ซึ่งในบางครั้งอาจจะจับการเคลื่อนไหวไม่ได้ และระยะปกติคือระยะไกลที่สุดสามารถจับการเคลื่อนไหวได้ทุกครั้ง จากการทดลองนั้นมุมสูงสุดที่เซนเซอร์สามารถที่จะจับการเคลื่อนไหวได้คือ 45 องศา

ดังนั้นเมื่อทราบการระยะตรวจจับแล้วจึงทำการติดตั้งเซนเซอร์เพื่อให้ครอบคลุมบริเวณที่เจ้าของห้องมีโอกาสนอยู่ให้ได้มากที่สุด ห้องที่ทำการติดตั้งเป็นกรณีศึกษาคือห้องพักอาจารย์ คีทวิศวะกรรมกรวัดคุมซึ่งมีขนาด 3.75x3.75 เมตร (14 ตร.ม.) บริเวณที่เจ้าของห้องมีโอกาสนอยู่มากที่สุดคือบริเวณเก้าอี้ที่โต๊ะทำงาน ดังนั้นจึงติดตั้งจุดที่ใกล้เก้าอี้มากที่สุดและสามารถตรวจจับได้ไปจนถึงบริเวณประตูห้อง ดังรูปที่ 4.8 (พื้นที่สีเทาแสดงพื้นที่ในระยะตรวจจับของเซนเซอร์) และรูปที่ 4.9 จากนั้นจึงทำการติดตั้งส่วนแสดงผลไว้ที่บริเวณระเบียงหน้าห้องพักอาจารย์ ดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

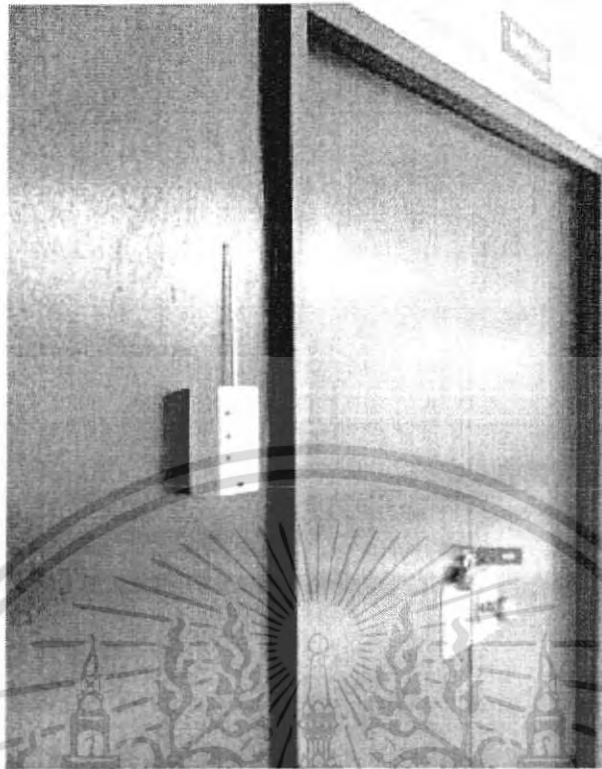


รูปที่ 4.8 พื้นที่การตรวจจับของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว



รูปที่ 4.9 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์ในห้องทดลอง(สูงจากพื้นห้องประมาณ1.60เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



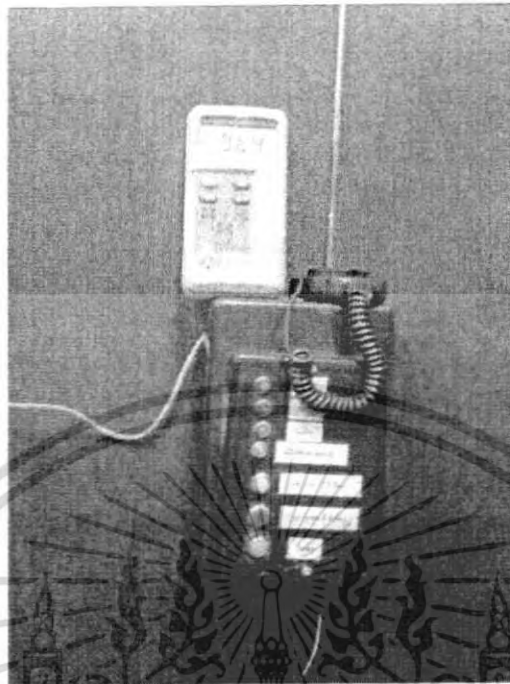
รูปที่ 4.10 ตำแหน่งการติดตั้งของส่วนการแสดงผล

4.2.2 การปรับเทียบเซนเซอร์ตรวจจับแสง

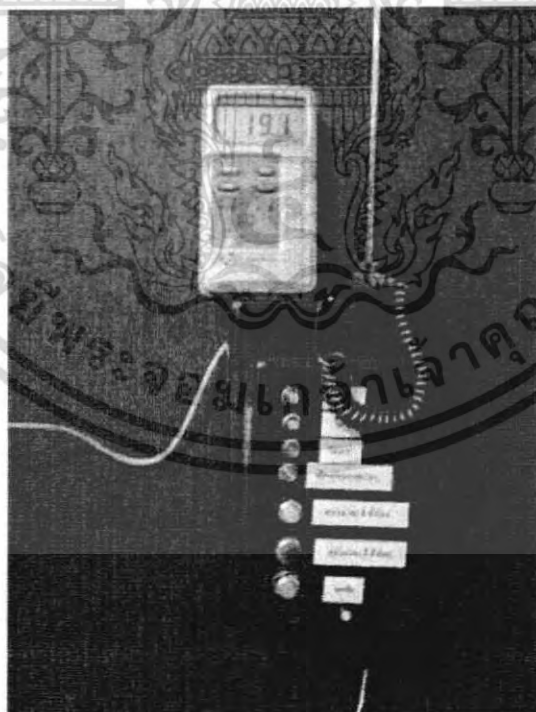
เนื่องจากความเข้มของแสงในแต่ละสถานที่นั้นมีค่าไม่เท่ากัน จึงต้องทำการปรับเทียบเพื่อให้วงจรเซนเซอร์ตรวจจับแสงสามารถที่จะแยกแยะความแตกต่างของการเปิด-ปิดไฟได้ในห้องที่ทำการทดลองมีแหล่งกำเนิดแสงคือ หลอดไฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ จำนวน 3 หลอด ระยะห่างจาก LDR ถึงหลอดไฟประมาณ 2.5 เมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 4.11 แหล่งกำเนิดแสงภายในห้องทดลอง ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 การวัดความเข้มแสงขณะเปิดไฟ



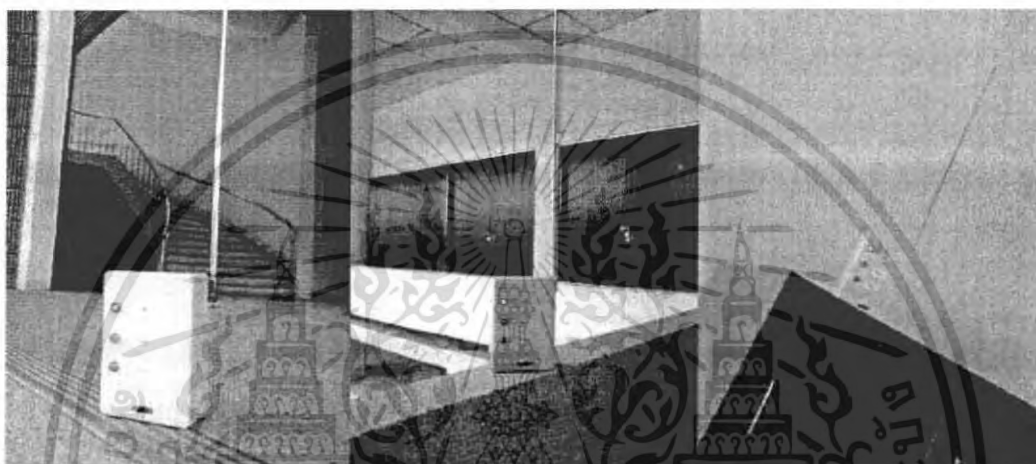
รูปที่ 4.13 การวัดความเข้มแสงขณะปิดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองได้ผลว่าในบริเวณที่ทำการทดลองขณะเปิดไฟมีความเข้มแสงประมาณ 95-100 Lux และขณะปิดไฟมีความเข้มแสงประมาณ 17-21 Lux

4.2.3 ระยะการส่งของคลื่นวิทยุ

ทำการทดลองติดตั้งตัวส่งสัญญาณไว้ที่ห้องพักอาจารย์ตีกวัดคุม จากนั้นทำการหา ระยะทางที่ตัวรับสัญญาณสามารถรับสัญญาณได้ไกลที่สุด ซึ่งได้ไกลที่สุดที่บริเวณทางเข้าตึก ME ระยะทางประมาณ 50 เมตร



รูปที่ 4.14 การทดลองหาระยะสูงสุดของการรับคลื่นวิทยุ

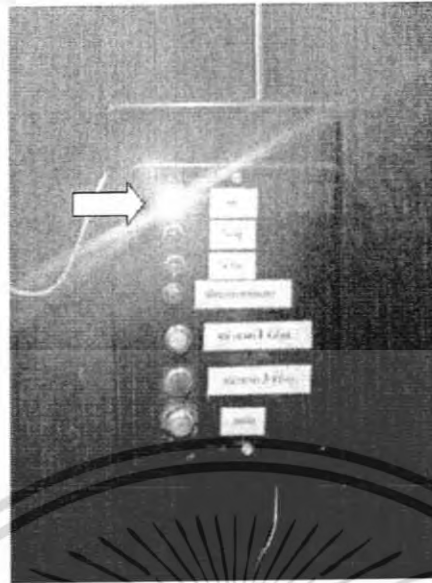
4.3 การแสดงผลที่ส่วนแสดงผล

4.3.1 การแสดงผลที่ส่วนแสดงผลภายในห้องของผู้ใช้งาน

ในส่วนของ การแสดงผลภายในห้องผู้ใช้งานมีหลอดไฟและสวิตช์เรียงจากบนลงล่างดังนี้

- หลอดไฟสถานะว่าง
- หลอดไฟสถานะไม่ว่าง
- หลอดไฟสถานะไม่ว่าง
- หลอดไฟเตือนก่อนหมดเวลาหนึ่งสถานะไม่ว่าง 5 นาที
- สวิตช์เลือกสถานะไม่ว่าง 1 ชั่วโมง
- สวิตช์เลือกสถานะไม่ว่าง 3 ชั่วโมง
- สวิตช์ยกเลิกสถานะไม่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

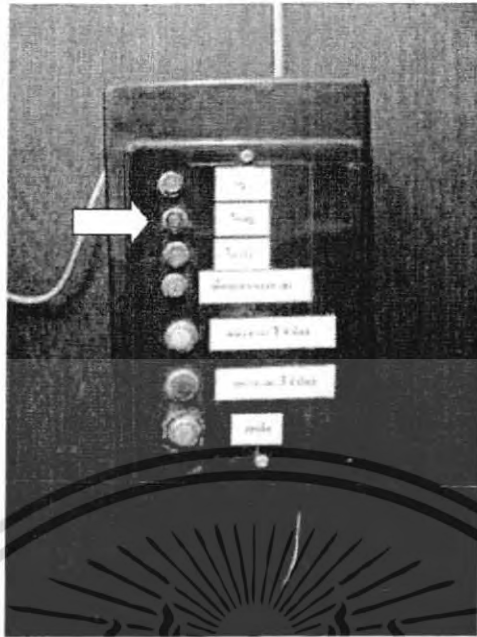


รูปที่ 4.15 การแสดงผลสถานะ “ว่าง” ภายในห้อง



รูปที่ 4.16 การแสดงผลสถานะ “ไม่ว่าง” ภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 การแสดงผลสถานะ “ไม่อยู่” ภายในห้อง



รูปที่ 4.18 การแสดงผลการเตือนช่วงเวลาหมดของสถานะ “ไม่ว่าง”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การแสดงผลที่ส่วนแสดงผลภายนอกห้อง

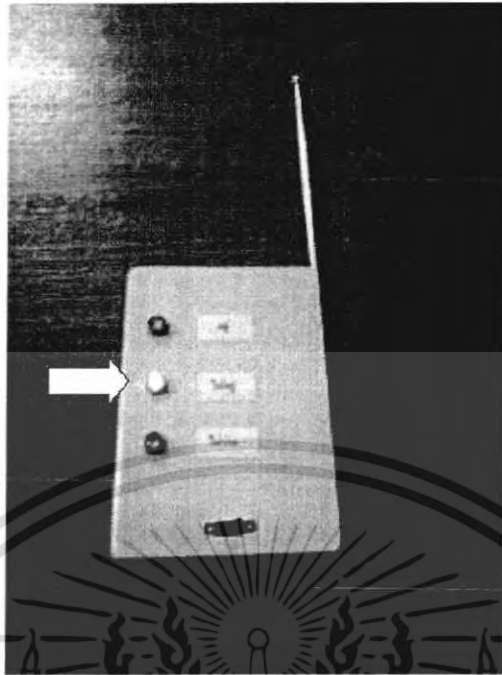
ในส่วนของการแสดงผลภายนอกห้องผู้ใช้งานมีหลอดไฟสถานะเรียงจากบนลงล่างดังนี้

- หลอดไฟสถานะว่าง
- หลอดไฟสถานะไม่อยู่
- หลอดไฟสถานะไม่ว่าง



รูปที่ 4.19 การแสดงผลสถานะ “ว่าง” ภายนอกห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 การแสดงผลสถานะ “ไม่อยู่” ภายนอกห้อง

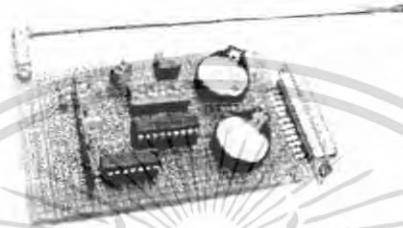


รูปที่ 4.21 การแสดงผลสถานะ “ไม่ว่าง” ภายนอกห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การแสดงผลที่คอมพิวเตอร์

โปรแกรมแสดงผลในคอมพิวเตอร์นั้นสามารถแสดงสถานะเข้าของห้อง สถานะของไฟ ค่าสถิติของสถานะเข้าของห้อง และยังสามารถที่จะบันทึกไว้เพื่อมาดูย้อนหลังได้ ซึ่งการแสดงผลนั้นจะแสดงผลทุก ๆ 1 วินาที และเมื่อกดปุ่ม SAVE จะทำการบันทึกข้อมูลโดยสรุปรวมและสถานะในทุก ๆ 10 นาทีตั้งแต่มีการเปิดโปรแกรม

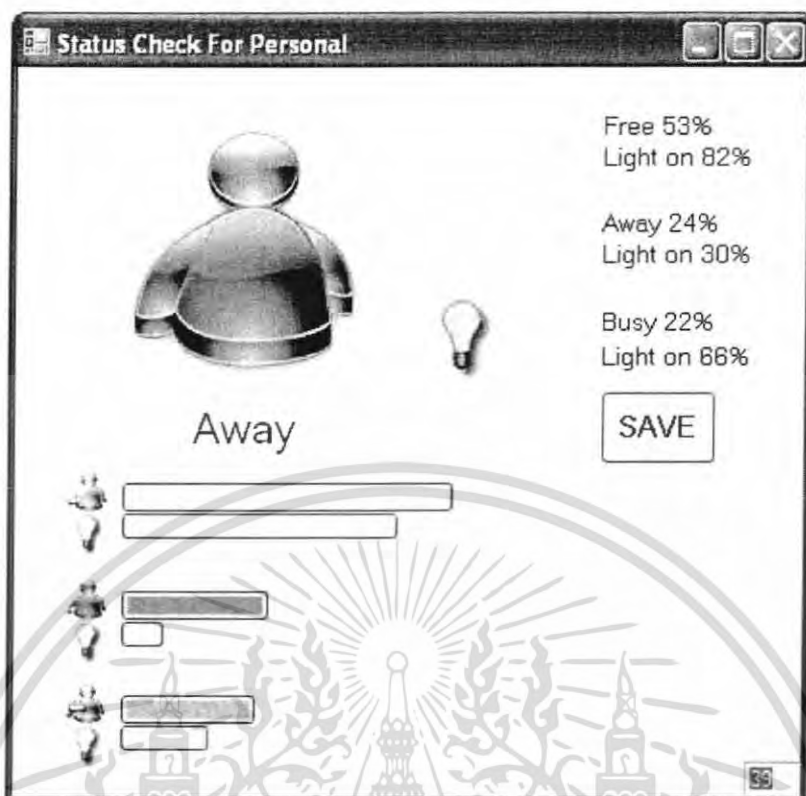


รูปที่ 4.22 อุปกรณ์รับสัญญาณเข้าคอมพิวเตอร์

ในการแสดงผลในคอมพิวเตอร์นั้นจะแสดงอยู่ 3 ส่วน คือ

1. สถานะปัจจุบัน แสดงทางด้านซ้ายบน
2. สถิติของสถานะต่าง ๆ แสดงคู่กับอัตราการเปิดหลอดไฟของสถานะนั้น ๆ
3. แผนภูมิเปรียบเทียบของสถานะทั้ง 3 สถานะ แสดงคู่กับอัตราการเปิดหลอดไฟของ

สถานะนั้น ๆ

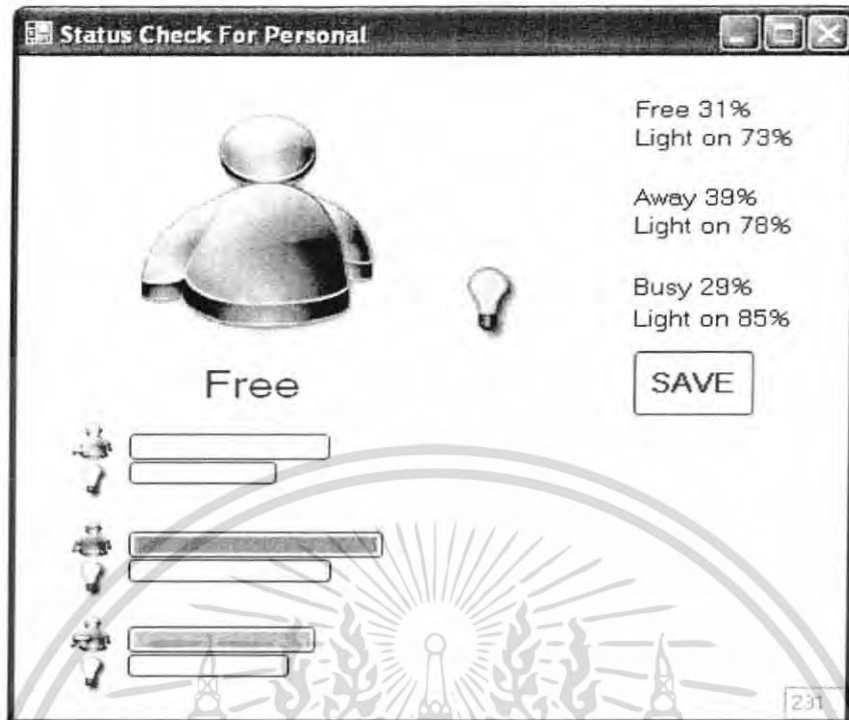


รูปที่ 4.23 การแสดงผลในคอมพิวเตอร์ 1

จากรูปที่ 4.23 แสดงสถานะปัจจุบันคือ ไม่อยู่ และไม่มีการเปิดไฟ แสดงค่าสถิติดังนี้

1. สถานะ ว่าง 53% อัตราการใช้ไฟ 82%
2. สถานะ ไม่อยู่ 24% อัตราการใช้ไฟ 30%
3. สถานะ ไม่ว่าง 22% อัตราการใช้ไฟ 66%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 การแสดงผลในคอมพิวเตอร์ 2

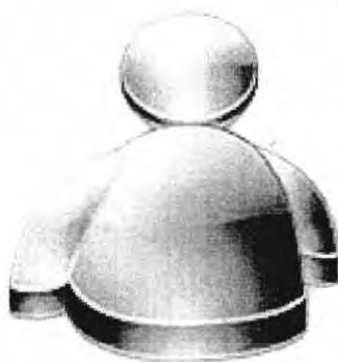
จากรูปที่ 4.24 แสดงสถานะปัจจุบันคือ ว่าง และไม่มีการเปิดไฟ แสดงค่าสถิติดังนี้

1. สถานะ ว่าง 31% อัตราการใช้ไฟ 73%
2. สถานะ ไม่อยู่ 39% อัตราการใช้ไฟ 78%
3. สถานะ ไม่ว่าง 29% อัตราการใช้ไฟ 85%

4.4.1 การแสดงผลสถานะในคอมพิวเตอร์

ในการแสดงผลสถานะปัจจุบันและและแผนภูมิเปรียบเทียบสถานะนั้นจะแสดงในรูปแบบของรูปภาพดังรูปที่ 4.25 ถึง รูปที่ 4.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 สัญลักษณ์สีฟ้าแสดงผลสถานะ “ว่าง” ในคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.26 สัญลักษณ์สีฟ้าคาดเครื่องหมายแสดงผลสถานะ “ไม่ว่าง” ในคอมพิวเตอร์

รูปที่ 4.27 สัญลักษณ์สีแดงแสดงผลสถานะ “ไม่อยู่” ในคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การแสดงผลสถานะของหลอดไฟ

ในการแสดงผลสถานะของหลอดไฟนั้นจะแสดงในรูปแบบของรูปภาพดังรูปที่ 4.28 และรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.28 หลอดไฟสีเหลืองแสดงผลการเปิดของหลอดไฟ

รูปที่ 4.29 หลอดไฟสีเทาแสดงผลการปิดของหลอดไฟ

4.4.3 ผลการบันทึกข้อมูล

ในการบันทึกข้อมูล ข้อมูลที่ทำการบันทึกจะมี 2 ส่วนคือส่วนของการสรุปผลรวมทั้งหมด ตั้งแต่เริ่มเปิดโปรแกรมและส่วนของประวัติของข้อมูลในทุก ๆ 10 นาที โดยการบันทึกข้อมูลจะบันทึกเป็นไฟล์ Text

```

record - Notepad
File Edit Format View Help
## SUMMARY ##
เริ่มต้น 4/3/2551 10:27:22 ถึง 4/3/2551 18:51:30 เป็นเวลา 8:24:08
Free 31% (2:36:16) Light on 73% (1:54:0)
Away 39% (3:16:36) Light on 78% (2:33:18)
Busy 29% (2:26:10) Light on 85% (2:4:15)

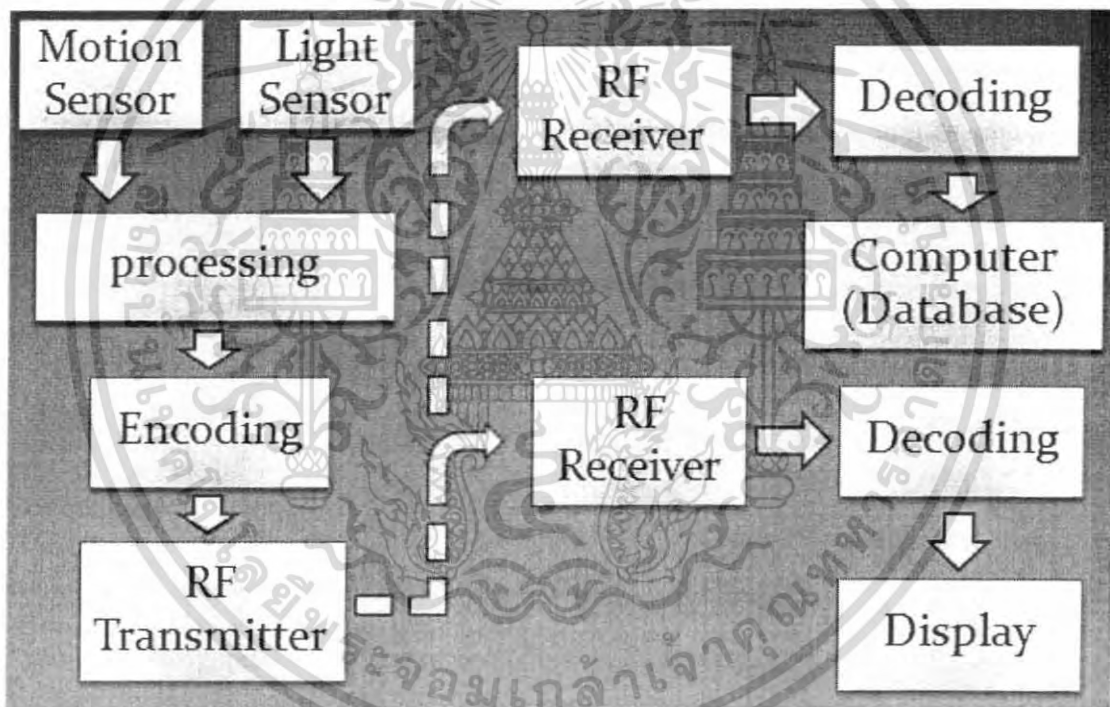
## RECORD OF EVENTS ##
date      time      status    light
4/3/2551 10:37:22  away     off
4/3/2551 10:47:22  away     off
4/3/2551 10:57:22  free     on
4/3/2551 11:07:22  free     on
4/3/2551 11:17:22  free     on
4/3/2551 11:27:22  free     on
4/3/2551 11:37:22  free     on
4/3/2551 11:47:22  free     on
  
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.30 ข้อมูลที่ถูกบันทึก ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

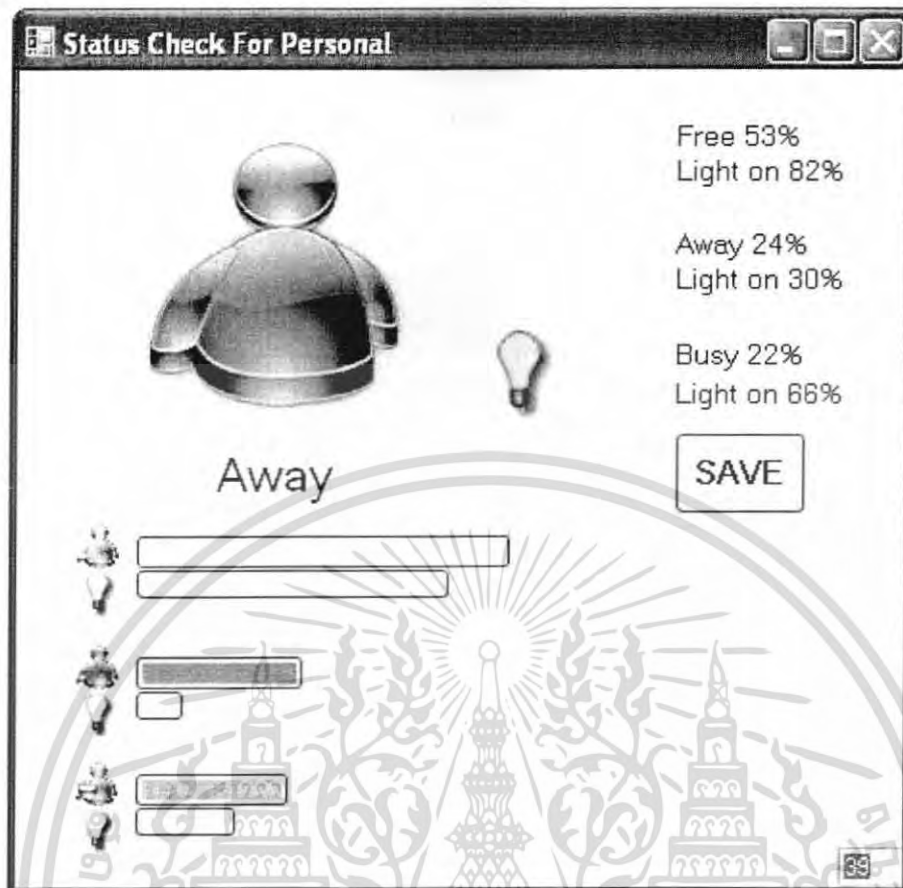
จากการทดลองชิ้นงานนั้นได้ผลเป็นไปตามที่ต้องการคือ สามารถแสดงผลของสถานะบุคคลและสถานะหลอดไฟได้อย่างถูกต้อง และข้อมูลที่ได้นั้นก็มีความสมบูรณ์เพียงพอที่จะวิเคราะห์พฤติกรรมเบื้องต้นของบุคลากรทั้งในด้านเวลาการทำงานและการใช้พลังงาน ซึ่งต่อไปนี้เป็นภาพรวมของระบบและตัวอย่างการวิเคราะห์พฤติกรรมในเบื้องต้น



รูปที่ 5.1 ภาพรวมของระบบ

การทำงานของระบบนั้นเริ่มจากการตรวจจับเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว และ เซนเซอร์ตรวจจับแสง ส่งสัญญาณไปประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นนำข้อมูลที่ประมวลผลแล้วทำการเข้ารหัสข้อมูลแล้วจึงทำการส่งสัญญาณ โดยใช้คลื่นวิทยุ ส่วนฝั่งรับนั้นเมื่อรับสัญญาณคลื่นวิทยุจะได้ทำการถอดรหัสข้อมูล จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ถอดรหัสได้แล้วนั้นไปใช้งานต่อไป

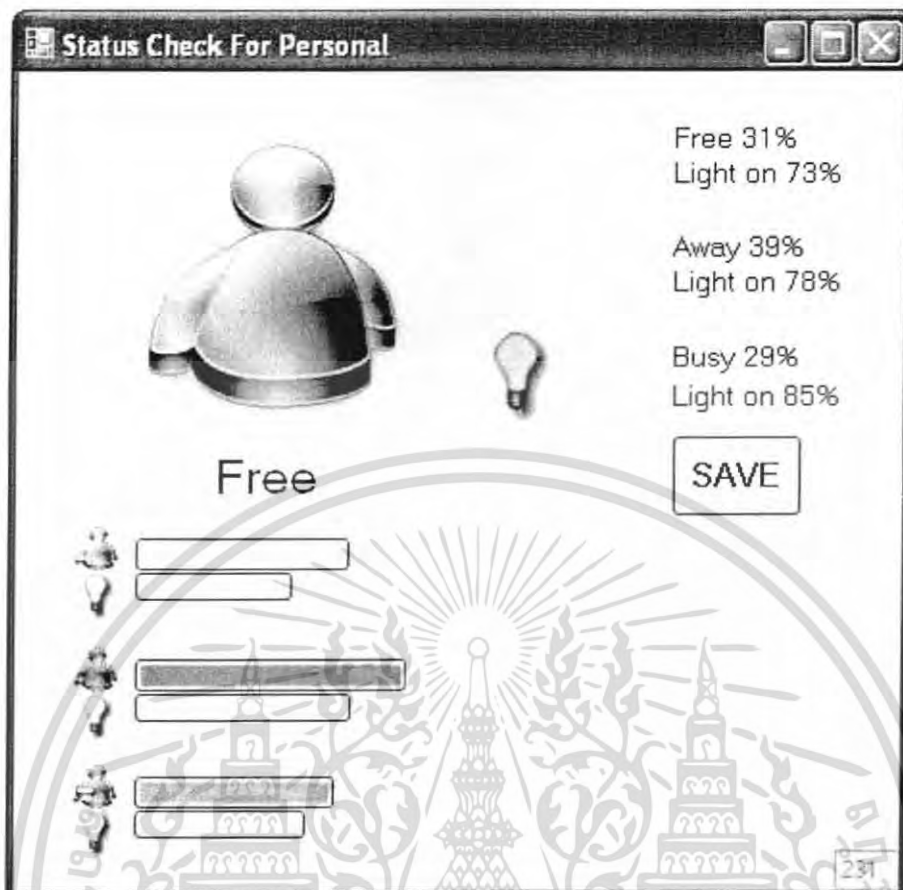
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 กรณีสตัวอย่างที่ 1

จากรูปที่ 5.2 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานะต่าง ๆ ได้ดังนี้ พฤติกรรมของเจ้าของห้องคือมาทำงานปกติ อัตราการใช้ไฟไม่อยู่ 24% ไม่มากจนเกินไป การใช้ไฟฟ้ามีความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 กรณีตัวอย่างที่ 2

จากรูปที่ 5.3 สังเกตได้ว่ามีอัตราการใช้ไฟไม่อยู่สูงถึง 39% ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้บ่อยครั้งอาจจะเกิดจากการที่เจ้าของห้องหลบเลี่ยงงาน ไม่ยอมทำงาน อีกทั้งการใช้ไฟในขณะที่ไม่อยู่นั้นมีอัตราที่สูง อาจจะต้องมีมาตรการแก้ไขเพื่อลดการใช้พลังงานต่อไป

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ไข

จากการทำโครงการได้เกิดปัญหาดังต่อไปนี้

1. เซนเซอร์ที่นำมาทดลองนั้นครั้งแรกมีทั้งแบบอินฟราเรดและอัลตราโซนิก แต่ทดลองไปปรากฏว่าเซนเซอร์อัลตราโซนิกเสียหายทำให้ต้องใช้เซนเซอร์เพียงแค่ตัวเดียว

2. ในการทดลองผู้จัดทำได้คิดว่าจะทำให้มีการส่งข้อมูลแบบไปกลับคือใช้คลื่นวิทยุ 2 คลื่นความถี่ ซึ่งได้ซื้ออุปกรณ์รับส่งมาแล้วคือ ตัวรับ-ส่งความถี่ 418 MHz และ 434 MHz แต่ด้วยคุณภาพที่ต่ำของตัวรับ-ส่งคลื่นวิทยุ ทำให้สัญญาณที่ตัวส่งปล่อยออกมานั้นมีการกวนกัน อีกทั้งตัวรับยังรับคลื่นวิทยุของตัวส่งอีกตัวได้ จึงต้องแก้ปัญหาด้วยลดการส่งคลื่นวิทยุเหลือเพียงชุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 จุดด้อยของชิ้นงาน

ชิ้นงานระบบแสดงสถานะบุคคลในอาคารมีจุดด้อยดังต่อไปนี้

1. ไม่สามารถระบุได้ว่าการตรวจจับที่ได้เป็นการตรวจจับเจ้าของห้องจริงหรือไม่
2. การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ใช้พอร์ตขนานซึ่งคอมพิวเตอร์บางเครื่องอาจจะไม่มีพอร์ตนี้

5.4 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อ

1. สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นระบบที่สามารถเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติได้เพื่อประหยัดพลังงาน
2. สามารถนำไปทำเป็นระบบเตือนภัยเมื่อมีผู้บุกรุกได้
3. อาจแนะนำเซนเซอร์มาติดตั้งเพิ่มเพื่อจะสามารถวิเคราะห์หรือแสดงผลตามที่ต้องการ
4. สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ในขั้นสูงเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของบุคลากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วารสาร โครงการงาน HOBBY ELECTRONICS ฉบับที่ 5

<http://www.ipst.ac.th>

<http://www.pil.in.th>

<http://student.nu.ac.th>

<http://campus.en.kku.ac.th>

<http://itnet.rsu.ac.th>

<http://www.elecnet.chandra.ac.th>

www.school.net.th

www.thaimcu.com

www.datasheet.com



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการติดตั้งอุปกรณ์

1. หาดำเนินงานที่จะติดตั้งเซนเซอร์ โดยให้ระยะตรวจจับของเซนเซอร์ครอบคลุมบริเวณที่มีโอกาสที่เจ้าของห้องจะอยู่ให้ได้มากที่สุด เช่น บริเวณโต๊ะทำงาน
2. ทำการยึดติดกล่องเซนเซอร์กับฝาผนัง โดยให้เซนเซอร์ตรวจจับแสงอยู่ด้านบน
3. ปรับเทียบเซนเซอร์ตรวจจับแสงโดยปรับที่ R ปรับค่าได้ในกล่องเซนเซอร์ ให้เซนเซอร์วัดแสงสามารถที่จะแยกแยะระหว่างสถานะเปิดไฟและสถานะปิดไฟได้ โดยดูจากสัญญาณที่ออกมาจากสมิทริกเกอร์

วิธีการติดตั้งโปรแกรม

1. เข้าโฟลเดอร์ชื่อ File For Install
2. copy ไฟล์ inpout32.dll ไปไว้ที่ C:\WINDOWS\system32
3. ลงโปรแกรมที่อยู่ในโฟลเดอร์ dotnetfx , crystalreports และ windowsinstaller3_1
4. ลงโปรแกรม Status Check For Personal โดยดับเบิลคลิกที่ไฟล์ setup
5. เมื่อลงโปรแกรมเสร็จสิ้น สามารถใช้งานได้โดยคลิก start -> All Program -> Status Check Project -> Status Check For Personal

วิธีการใช้งานโปรแกรม

1. เชียบการ์ดรับสัญญาณวิทยุเข้าที่ parallel port ของคอมพิวเตอร์
2. กดสวิทช์ที่อยู่บนการ์ดรับสัญญาณวิทยุเพื่อจ่ายไฟให้แก่วงจร
3. เปิดโปรแกรม Status Check For Personal
4. ถ้าเปิดโปรแกรมแล้ว โปรแกรมแสดงผลเป็นรูปแว่นขยายแสดงว่าไม่สามารถรับสัญญาณวิทยุได้หรืออาจจะเป็นเพราะถ่านไฟเลี้ยงวงจรหมด
5. ถ้าโปรแกรมรับสัญญาณได้แล้วจะแสดงผลสถานะ และสถิติโดยอัตโนมัติ
6. สามารถบันทึกสถิติที่ได้โดยคลิกที่ปุ่ม SAVE

วิธีการใช้อุปกรณ์สำหรับเจ้าของห้อง

1. เมื่อป้อนไฟให้แก่อุปกรณ์ เซนเซอร์และตัวส่งคลื่นวิทยุจะทำงาน โดยอัตโนมัติ
2. เจ้าของห้องสามารถเลือกสถานะของตนเองได้โดยกดปุ่มสถานะ (ในกรณีที่ต้องการให้แสดงสถานะว่างทันทีสามารถทำได้โดยกดปุ่มไม่ว่างแล้วกดปุ่มยกเลิก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมภาษา C# ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมในคอมพิวเตอร์

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.Runtime.InteropServices;
using System.IO;

namespace WindowsApplication1
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        int x = 0, d = 0, a, f, b, la, lf, lb;
        int al, fl, bl, lal, lbl, lfl;
        int[] freetime = { 0, 0, 0 }, awaytime = { 0, 0, 0 }, busytime
        = { 0, 0, 0 }, lfreetime = { 0, 0, 0 }, lawaytime = { 0, 0, 0 }, lbusytime = { 0,
        0, 0 };

        string status, light;
        List<string> list1 = new List<string>();

        DateTime start = DateTime.Now;

        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }
        public class PortAccess
        {
            [DllImport("inpout32.dll", EntryPoint = "Out32")]
            public static extern void Output(int address, int value);

            [DllImport("inpout32.dll", EntryPoint = "Inp32")]
            public static extern int Input(int address);
        }

        private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            PortAccess.Output(888, 128);

            x = PortAccess.Input(889);

            jiffy.Text = Convert.ToString(x);

            p1.Visible = false;
            p2.Visible = false;
        }
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

writer.Write(Environment.NewLine);
writer.Write(Environment.NewLine);
writer.Write("  ## RECORD OF EVENTS  ##");
writer.Write(Environment.NewLine);
writer.Write(Environment.NewLine);
for (int i = 0; i < list1.Count; i++)
{
    writer.Write(list1[i]);

    writer.Write(Environment.NewLine);
}

writer.Close();
}

}

private void pictureBox2_Click(object sender, EventArgs e)
{
}

private void timersave_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    if (d == 0) list1.Add("date      time      status      light");
    else list1.Add((Convert.ToString(DateTime.Now)) + "      "+
status+"      "+ light);
    // timersa.Interval = 5000;
    // timer2.Enabled = true;
    timersave.Interval = 600000;
    timersave.Enabled = true;
    d = 1;
}

private void timershow_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    // x = PortAccess.Input(889);
    // jiffy.Text=Convert.ToString(x);
    x = Convert.ToInt32(jiffy.Text); //test

    if ((x == 175) || (x == 127)) //stand by
    {
        p0.Visible = true;
        p1.Visible = false;
        p2.Visible = false;
        p3.Visible = false;
        s1.Visible = false;
        s2.Visible = false;
        s3.Visible = false;
    }
    if ((x == 239) || (x == 231))
    {
        f++; //FREE
        p0.Visible = false;
        p1.Visible = true;
        p2.Visible = false;
        p3.Visible = false;
        s1.Visible = true;
        s2.Visible = false;
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

s3.Visible = false;
status = "free";
freetime[2]++;
if (freetime[2] == 60)
{ freetime[2] = 0;
freetime[1]++;}
if (freetime[1] == 60)
{ freetime[1] = 0;
freetime[0]++;}
if (x == 239) //time light free
{
    lfreetime[2]++;
if (lfreetime[2] == 60)
{ lfreetime[2] = 0;
lfreetime[1]++;}
if (lfreetime[1] == 60)
{ lfreetime[1] = 0;
lfreetime[0]++;}
}
}
if ((x == 47)|| (x==39 ))
{
    a++; // AWAY
p0.Visible = false;
p1.Visible = false;
p2.Visible = false;
p3.Visible = true;
s1.Visible = false;
s2.Visible = false;
s3.Visible = true;
status = "away";
awaytime[2]++;
if (awaytime[2] == 60)
{
    awaytime[2] = 0;
    awaytime[1]++;
}
if (awaytime[1] == 60)
{
    awaytime[1] = 0;
    awaytime[0]++;
}
if (x == 47) //time light away
{
    lawaytime[2]++;
if (lawaytime[2] == 60)
{ lawaytime[2] = 0;
lawaytime[1]++;}
if (lawaytime[1] == 60)
{ lawaytime[1] = 0;
lawaytime[0]++;}
}
}
if ((x == 191)|| (x==183 ))
{
    b++; //BUSY
p0.Visible = false;
p1.Visible = false;
p2.Visible = true;
p3.Visible = false;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

s1.Visible = false;
s2.Visible = true;
s3.Visible = false;
status = "busy";
busytime[2]++;
if (busytime[2] == 60)
{
    busytime[2] = 0;
    busytime[1]++;
}
if (busytime[1] == 60)
{
    busytime[1] = 0;
    busytime[0]++;
}
if (x== 191) //time light busy
{
    lbusytime[2]++;
if (lbusytime[2] == 60)
{ lbusytime[2] = 0;
lbusytime[1]++;}
if (lbusytime[1] == 60)
{ lbusytime[1] = 0;
lbusytime[0]++;}
}
}
if ((x == 239)|| (x ==47 )||(x == 191))
{ //light on
lon.Visible=true;
loff.Visible=false;
light = "on";
}
if ((x ==39 )||(x ==183 )||(x ==231 ))
{ lon.Visible=false;
loff.Visible=true; //light off
light = "off";
}
}
/**/
if ((status == "away") && (light == "on")) la++;
if ((status == "free") && (light == "on")) lf++;
if ((status == "busy") && (light == "on")) lb++;
if ((a > 0)|| (b > 0)|| (f > 0)) //show label
{
    a1 = (a * 100 / (a + b + f));
    if (a>0)lal = (la * 100 / a);
    awaygra.Width = (a1 * 35 / 10);
    label3.Text = ("Away " + Convert.ToString(a1) + "%");
    lawaygra.Width = (la*100 * 35 / 10/(a+b+f));
    label14.Text = ("Light on " + Convert.ToString(lal) + "%");
    b1 = (b * 100 / (a + b + f));
    if (b > 0) lb1 = (lb * 100 / b);
    busygra.Width = (b1 * 35 / 10);
    lbusygra.Width = (lb * 100 * 35 / 10 / (a + b + f));
    label5.Text = ("Busy "+Convert.ToString(b1) + "%");
    label6.Text = ("Light on "+Convert.ToString(lb1) + "%");
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 fl = (f * 100 / (a + b + f));
 ไม่วารณใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (f > 0) lfl = (lf * 100 / f);
frgra.Width = (fl * 35/10);
labell.Text = ("Free "+Convert.ToString(fl) + "%");
lfrgra.Width = (lf * 100 * 35 / 10 / (a + b + f));
label2.Text = ("Light on "+Convert.ToString(lfl) + "%");
}
jiffy.Text = Convert.ToString(x);
timershow.Interval = 1500;
timershow.Enabled = true;
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมภาษา C ที่ใช้ในการคอมไพล์สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์

```
#include <18F458.h>

#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT

void main(void)

{
    //B4=sensor B5=busy1 B6=busy2 B7=cancle busy

    // B0=free B1=away B2=busy B3=warn5min

    int t1,t2,t3,t4;

    boolean away=true,free=false,busy=false;

    set_tris_b(0xF0);

    output_low(PIN_B0);

    output_high(PIN_B1);

    output_low(PIN_B2);

    output_low(PIN_B3);

    while(true)

    {

        if(!input(PIN_B4)&& away ) // case sensor active

        {

            for(t1=0;t1<100;t1++) //100^3*110=10min
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
... {if(!input(PIN_B5)||!input(PIN_B6)) break;
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for(t2=0;t2<100;t2++)

    {if(!input(PIN_B5)||!input(PIN_B6)) break;

for(t3=0;t3<100;t3++)

    {if(!input(PIN_B5)||!input(PIN_B6)) break;

for(t4=0;t4<60;t4++)

    if(!input(PIN_B5)||!input(PIN_B6)) break;

    }

    }

}

for(t1=0;t1<100;t1++) //100^3*20=2:15 min
{if(!input(PIN_B5)||!input(PIN_B6)||!input(PIN_B4)) break;

for(t2=0;t2<100;t2++)

    {if(!input(PIN_B5)||!input(PIN_B6)||!input(PIN_B4)) break;

for(t3=0;t3<100;t3++)

    {if(!input(PIN_B5)||!input(PIN_B6)||!input(PIN_B4)) break;

for(t4=0;t4<20;t4++)

    if(!input(PIN_B5)||!input(PIN_B6)||!input(PIN_B4)) break;

    }

    }

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(!input(PIN_B4)&&input(PIN_B5)&&input(PIN_B6)) //free on

{output_high(PIN_B0);

free=true;

output_low(PIN_B1);

away=false;

output_low(PIN_B2);

busy=false;

}

}

if(free)

{

if(input(PIN_B4)) //case cancel free

{

for(t1=0;t1<100;t1++) //100*3*110=10 min

{if(!input(PIN_B5)||!input(PIN_B6)||!input(PIN_B4)) break;

for(t2=0;t2<100;t2++)

{if(!input(PIN_B5)||!input(PIN_B6)||!input(PIN_B4)) break;

for(t3=0;t3<100;t3++)

{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

break;

for(t4=0;t4<130;t4++)

if(!input(PIN_B5)||!input(PIN_B6)||!input(PIN_B4)) break;

}

}

}

}

if(t1>97)
{busy= false;
free=false;
away=true;

output_low(PIN_B0);

output_high(PIN_B1);

output_low(PIN_B2);}

}

if(!input(PIN_B5)) //case busy 1

{busy= true;

```

เอกสาร free=false; สารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
away=false;
```

```
output_low(PIN_B0);
```

```
output_low(PIN_B1);
```

```
output_high(PIN_B2);
```

```
for(t1=0;t1<100;t1++) //time busy1
```

```
{if(!input(PIN_B7)) break;
```

```
for(t2=0;t2<170;t2++)
```

```
{if(!input(PIN_B7)) break;
```

```
for(t3=0;t3<200;t3++)
```

```
{if(!input(PIN_B7)) break;
```

```
for(t4=0;t4<220;t4++)
```

```
if(!input(PIN_B7)) break;
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
output_high(PIN_B3);
```

```
for(t1=0;t1<100;t1++) //100^3*20=2:15 min
```

```
{if(!input(PIN_B7)) break;
```

```
for(t2=0;t2<100;t2++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{if(!input(PIN_B7)) break;

for(t3=0;t3<100;t3++)

    {if(!input(PIN_B4)) free=true;

    if(!input(PIN_B7)) break;

    for(t4=0;t4<40;t4++)

        if(!input(PIN_B7)) break;

    }

    }

}

if(free||!input(PIN_B7)) //time up > free

    {output_low(PIN_B1);

    output_low(PIN_B2);

    output_high(PIN_B0);

    busy= false;

    free=true;

    away=false;

    }

if(!free&&input(PIN_B7)) // time up > away

    {output_high(PIN_B1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

output_low(PIN_B0);

busy= false;

free=false;

away=true;

}

output_low(PIN_B3);

}

if(!input(PIN_B6)) //case busy 2
{
busy= true;
free=false;
away=false;
output_low(PIN_B0);
output_low(PIN_B1);
output_high(PIN_B2);

for(t1=0;t1<220;t1++) //time busy2

{if(!input(PIN_B7)) break;

for(t2=0;t2<220;t2++)

{if(!input(PIN_B7)) break;

```

เอกสาร for(t3=0;t3<220;t3++) สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    {if(!input(PIN_B7)) break;

for(t4=0;t4<220;t4++)

    if(!input(PIN_B7)) break;

}

}

}

output_high(PIN_B3);

for(t1=0;t1<100;t1++) //100^3*20=2:15 min
    {if(!input(PIN_B7)) break;

for(t2=0;t2<100;t2++)

    {if(!input(PIN_B7)) break;

for(t3=0;t3<100;t3++)

        {if(!input(PIN_B4)) free=true;

if(!input(PIN_B7)) break;

for(t4=0;t4<40;t4++)

            if(!input(PIN_B7)) break;

        }

    }

}

}

}

```

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของโรงเรียนที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    {output_low(PIN_B1);

    output_low(PIN_B2);

    output_high(PIN_B0);

    busy= false;

    free=true;

    away=false;

    }

if(!free&&input(PIN_B7)) // time up > away
{
    output_high(PIN_B1);
    output_low(PIN_B2);
    output_low(PIN_B0);

    busy= false;

    free=false;

    away=true;

}

output_low(PIN_B3);

}

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Operating voltage: 2.4V~12V
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current
- Capable of decoding 12 bits of information
- Pair with Holtek's 2¹² series of encoders
- Binary address setting
- Received codes are checked 3 times
- Address/Data number combination
 - HT12D: 8 address bits and 4 data bits
 - HT12F: 12 address bits only
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Valid transmission indicator
- Easy interface with an RF or an infrared transmission medium
- Minimal external components

Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

General Description

The 2¹² decoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are paired with Holtek's 2¹² series of encoders (refer to the encoder/decoder cross reference table). For proper operation, a pair of encoder/decoder with the same number of addresses and data format should be chosen.

The decoders receive serial addresses and data from a programmed 2¹² series of encoders that are transmitted by a carrier using an RF or an IR transmission medium. They compare the serial input data three times continuously with

their local addresses. If no error or unmatched codes are found, the input data codes are decoded and then transferred to the output pins. The VT pin also goes high to indicate a valid transmission.

The 2¹² series of decoders are capable of decoding informations that consist of N bits of address and 12-N bits of data. Of this series, the HT12D is arranged to provide 8 address bits and 4 data bits, and HT12F is used to decode 12 bits of address information.

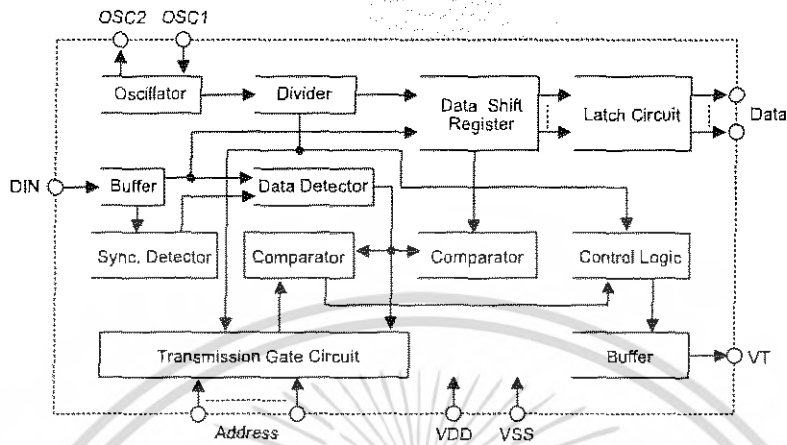
Selection Table

Function Part No.	Address No.	Data		VT	Oscillator	Trigger	Package
		No.	Type				
HT12D	8	4	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP/20 SOP
HT12F	12	0	—	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP/20 SOP

Notes: Data type: L stands for latch type data output.

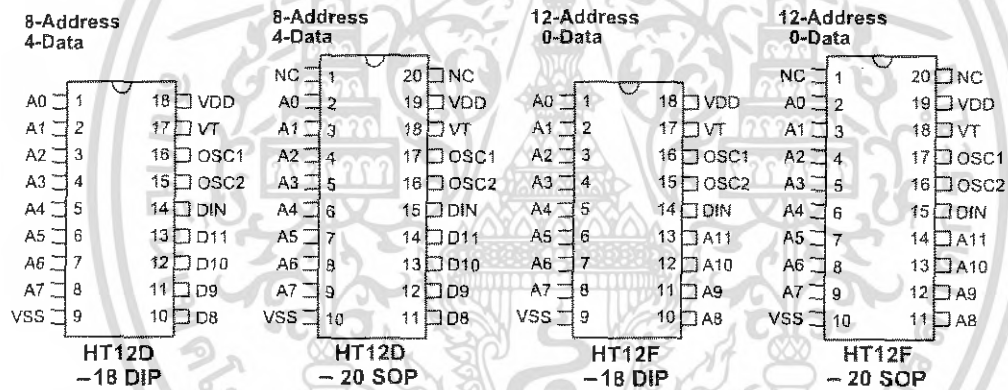
VT can be used as a momentary data output.

Block Diagram



Note: The address/data pins are available in various combinations (see the address/data table).

Pin Assignment

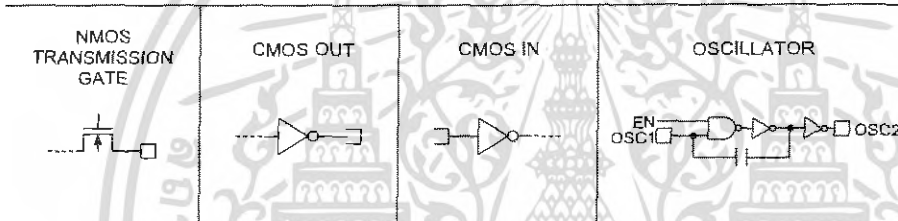


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0~A11	I	NMOS TRANSMISSION GATE	Input pins for address A0~A11 setting They can be externally set to VDD or VSS.
D8~D11	O	CMOS OUT	Output data pins
DIN	I	CMOS IN	Serial data input pin
VT	O	CMOS OUT	Valid transmission, active high
OSC1	I	OSCILLATOR	Oscillator input pin
OSC2	O	OSCILLATOR	Oscillator output pin
VSS	I	—	Negative power supply (GND)
VDD	I	—	Positive power supply

Approximate internal connection circuits



Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage.....-0.3V to 13V Storage Temperature.....-50°C to 125°C
 Input Voltage.....V_{SS}-0.3 to V_{DD}+0.3V Operating Temperature-20°C to 75°C

Note: These are stress ratings only. Stresses exceeding the range specified under "Absolute Maximum Ratings" may cause substantial damage to the device. Functional operation of this device at other conditions beyond those listed in the specification is not implied and prolonged exposure to extreme conditions may affect device reliability.

Electrical Characteristics

Ta=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V _{DD}	Conditions				
V _{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	5	12	V
I _{STB}	Standby Current	5V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I _{DD}	Operating Current	5V	No load f _{OSC} =150kHz	—	200	400	μA
I _O	Data Output Source Current (D8~D11)	5V	V _{OH} =4.5V	-1	-1.6	—	mA
	Data Output Sink Current (D8~D11)	5V	V _{OL} =0.5V	1	1.6	—	mA
I _{VT}	VT Output Source Current	5V	V _{OH} =4.5V	-1	-1.6	—	mA
	VT Output Sink Current		V _{OL} =0.5V	1	1.6	—	mA
V _{IH}	"H" Input Voltage	5V	—	3.5	—	5	V
V _{IL}	"L" Input Voltage	5V	—	0	—	1	V
f _{OSC}	Oscillator Frequency	5V	R _{OSC} =51kΩ	—	150	—	kHz



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

Operation

The 2¹² series of decoders provides various combinations of addresses and data pins in different packages so as to pair with the 2¹² series of encoders.

The decoders receive data that are transmitted by an encoder and interpret the first N bits of code period as addresses and the last 12-N bits as data, where N is the address code number. A signal on the DIN pin activates the oscillator which in turn decodes the incoming address and data. The decoders will then check the received address three times continuously. If the received address codes all match the contents of the decoder's local address, the 12-N bits of data are decoded to activate the output pins and the VT pin is set high to indicate a valid transmission. This will last unless the address code is incorrect or no signal is received.

The output of the VT pin is high only when the transmission is valid. Otherwise it is always low.

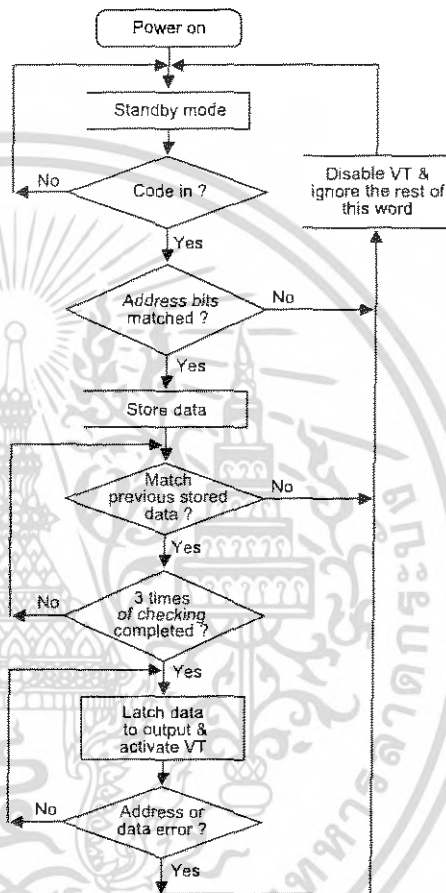
Output type

Of the 2¹² series of decoders, the HT12F has no data output pin but its VT pin can be used as a momentary data output. The HT12D, on the other hand, provides 4 latch type data pins whose data remain unchanged until new data are received.

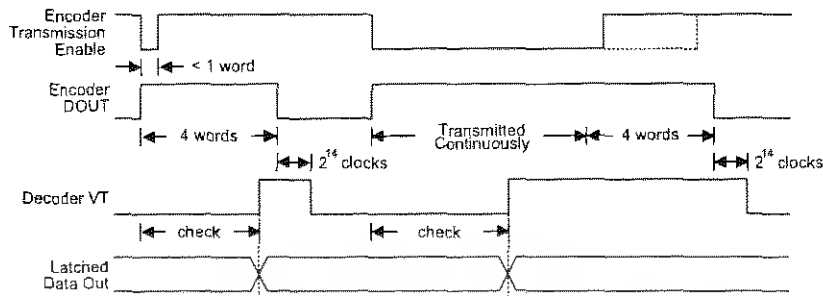
Part No.	Data Pins	Address Pins	Output Type	Operating Voltage
HT12D	4	8	Latch	2.4V~12V
HT12F	0	12	—	2.4V~12V

Flowchart

The oscillator is disabled in the standby state and activated when a logic "high" signal applies to the DIN pin. That is to say, the DIN should be kept low if there is no signal input.



Decoder timing



Encoder/Decoder cross reference table

Decoders Part No.	Data Pins	Address Pins	VT	Pair Encoder	Package			
					Encoder		Decoder	
					DIP	SOP	DIP	SOP
HT12D	4	8	√	HT12A	18	20	18	20
				HT12E	18	20		
HT12F	0	12	√	HT12A	18	20	18	20
				HT12E	18	20		

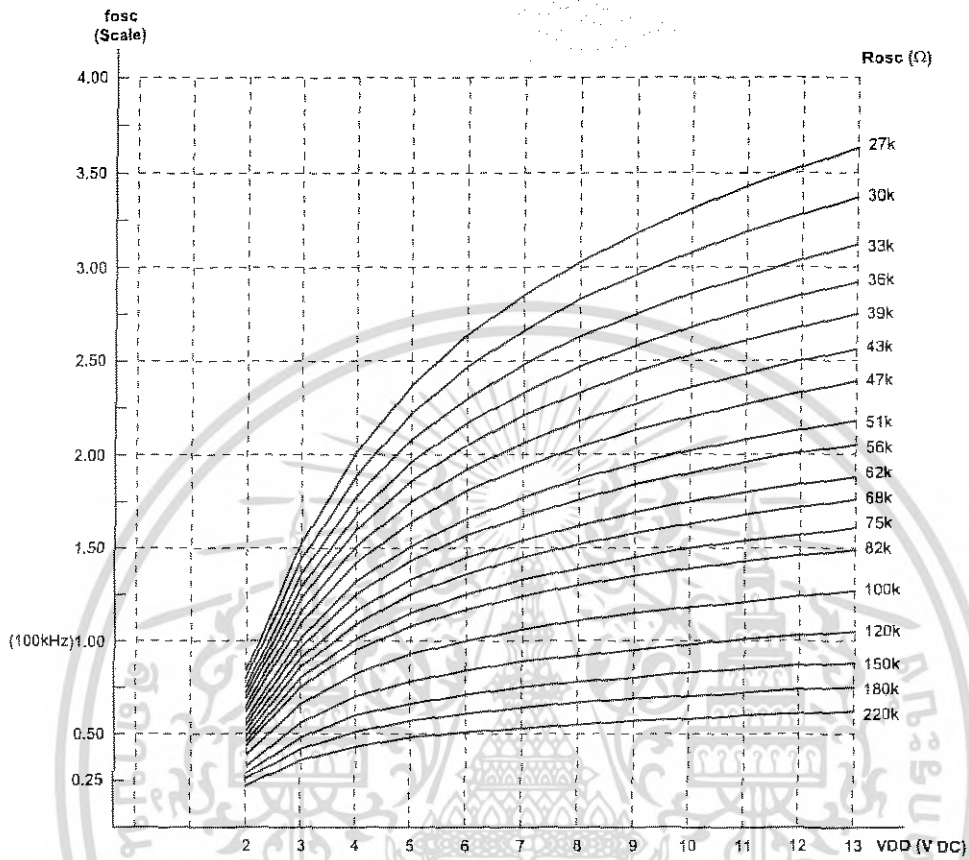
Address/Data sequence

The following table provides address/data sequence for various models of the 2¹² series of decoders. A correct device should be chosen according to the requirements of the individual addresses and data.

Part No.	Address/Data Bits											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HT12D	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	D8	D9	D10	D11
HT12F	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

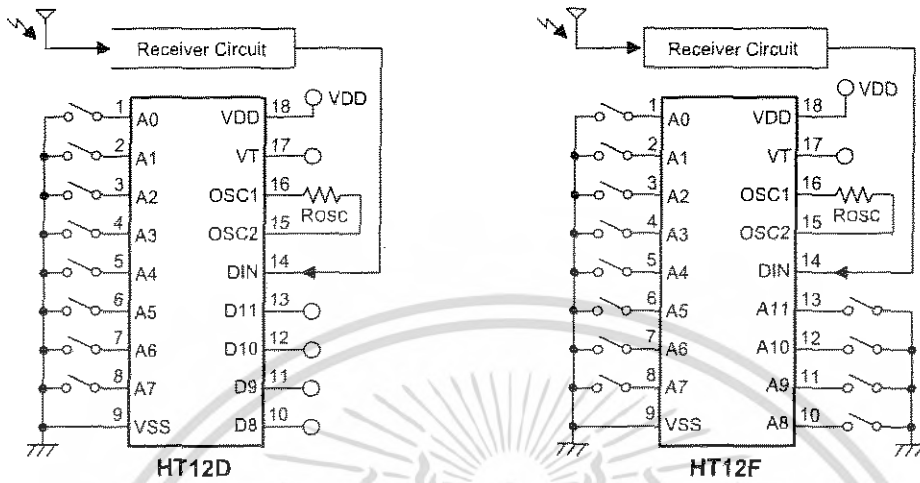
Oscillator frequency vs supply voltage



The recommended oscillator frequency is f_{OSCD} (decoder) $\cong 50 f_{OSCE}$ (HT12E encoder)
 $\cong \frac{1}{3} f_{OSCE}$ (HT12A encoder).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Circuits



Notes: Typical infrared receiver: PIC-12043T/PIC-12043S (KODESHI CORP.)
or LTM9052 (LITEON CORP.)

Typical RF receiver: JR-200 (JUWA CORP.)
RE-99 (MING MICROSYSTEM, U.S.A.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Holtek Semiconductor Inc. (Headquarters)
No.3 Creation Rd. II, Science-based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-3-563-1999
Fax: 886-3-563-1189

Holtek Semiconductor Inc. (Taipei Office)
5F, No.576, Sec.7 Chung Hsiao E. Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-2-2782-9635
Fax: 886-2-2782-9636
Fax: 886-2-2782-7128 (International sales hotline)

Holtek Microelectronics Enterprises Ltd.
RM.711, Tower 2, Cheung Sha Wan Plaza, 833 Cheung Sha Wan Rd., Kowloon, Hong Kong
Tel: 852-2-745-8288
Fax: 852-2-742-8657

Copyright © 1999 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

The information appearing in this Data Sheet is believed to be accurate at the time of publication. However, Holtek assumes no responsibility arising from the use of the specifications described. The applications mentioned herein are used solely for the purpose of illustration and Holtek makes no warranty or representation that such applications will be suitable without further modification, nor recommends the use of its products for application that may present a risk to human life due to malfunction or otherwise. Holtek reserves the right to alter its products without prior notification. For the most up-to-date information, please visit our web site at <http://www.holtek.com.tw>.

Features

- Operating voltage
 - 2.4V~5V for the HT12A
 - 2.4V~12V for the HT12E
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current: 0.1μA (typ.) at V_{DD}=5V
- HT12A with a 38kHz carrier for infrared transmission medium
- Minimum transmission word
 - Four words for the HT12E
 - One word for the HT12A
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Data code has positive polarity
- Minimal external components
- HT12A/E: 18-pin DIP/20-pin SOP package

Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

General Description

The 2¹² encoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are capable of encoding information which consists of N address bits and 12-N data bits. Each address/data input can be set to one of the two logic states. The programmed addresses/data are transmitted together with the header bits

via an RF or an infrared transmission medium upon receipt of a trigger signal. The capability to select a \overline{TE} trigger on the HT12E or a DATA trigger on the HT12A further enhances the application flexibility of the 2¹² series of encoders. The HT12A additionally provides a 38kHz carrier for infrared systems.

Selection Table

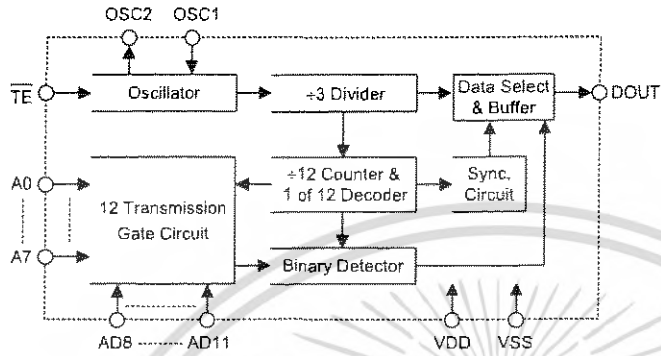
Function Part No.	Address No.	Address/ Data No.	Data No.	Oscillator	Trigger	Package	Carrier Output	Negative Polarity
HT12A	8	0	4	455kHz resonator	D8~D11	18 DIP 20 SOP	38kHz	No
HT12E	8	4	0	RC oscillator	\overline{TE}	18 DIP 20 SOP	No	No

Note: Address/Data represents pins that can be address or data according to the decoder requirement.

Block Diagram

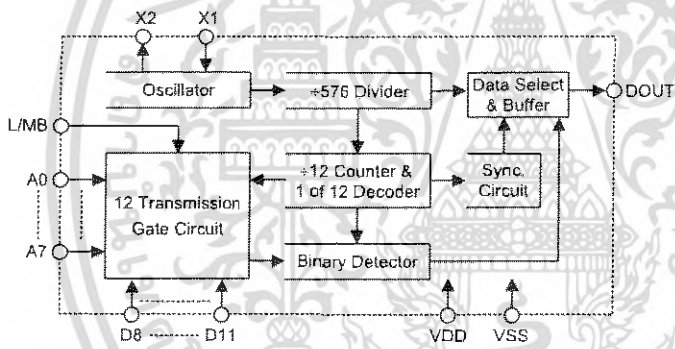
\overline{TE} trigger

HT12E

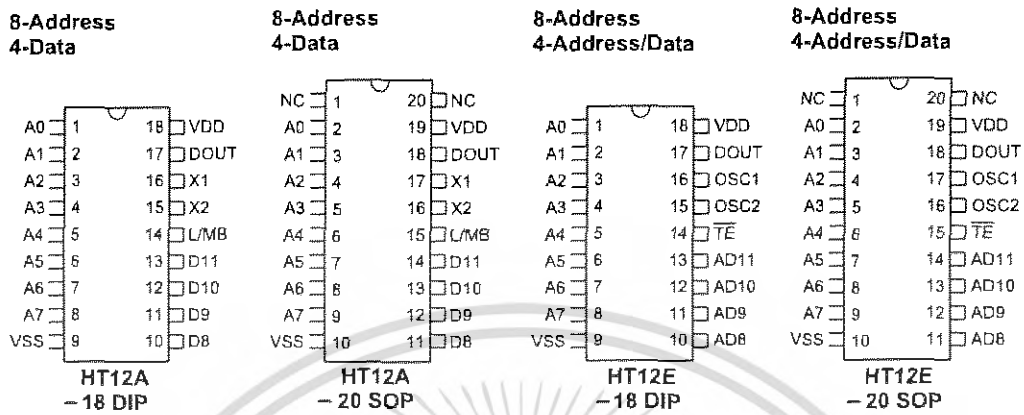


DATA trigger

HT12A



Note: The address data pins are available in various combinations (refer to the address/data table).

Pin Assignment

Pin Description

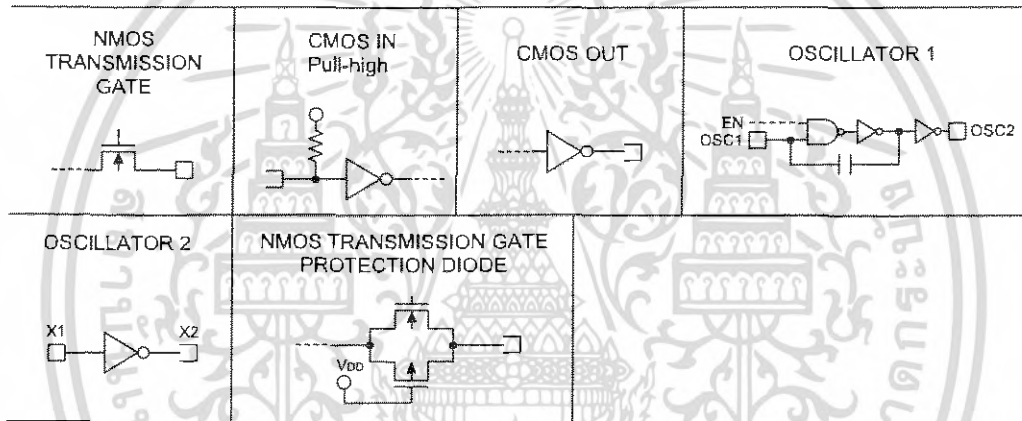
Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0~A7	I	CMOS IN Pull-high (HT12A) NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	Input pins for address A0~A7 setting These pins can be externally set to VSS or left open
AD8~AD11	I	NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	Input pins for address/data AD8~AD11 setting These pins can be externally set to VSS or left open
D8~D11	I	CMOS IN Pull-high	Input pins for data D8~D11 setting and transmission enable, active low These pins should be externally set to VSS or left open (see Note)
DOUT	O	CMOS OUT	Encoder data serial transmission output
L/MB	I	CMOS IN Pull-high	Latch/Momentary transmission format selection pin: Latch: Floating or VDD Momentary: VSS

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
\overline{TE}	I	CMOS IN Pull-high	Transmission enable, active low (see Note)
OSC1	I	OSCILLATOR 1	Oscillator input pin
OSC2	O	OSCILLATOR 1	Oscillator output pin
X1	I	OSCILLATOR 2	455kHz resonator oscillator input
X2	O	OSCILLATOR 2	455kHz resonator oscillator output
VSS	I	—	Negative power supply, grounds
VDD	I	—	Positive power supply

Note: D8~D11 are all data input and transmission enable pins of the HT12A.

\overline{TE} is a transmission enable pin of the HT12E.

Approximate internal connections



Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage (HT12A)	-0.3V to 5.5V	Supply Voltage (HT12E)	-0.3V to 13V
Input Voltage.....	$V_{SS}-0.3$ to $V_{DD}+0.3V$	Storage Temperature.....	-50°C to 125°C
Operating Temperature.....	-20°C to 75°C		

Note: These are stress ratings only. Stresses exceeding the range specified under "Absolute Maximum Ratings" may cause substantial damage to the device. Functional operation of this device at other conditions beyond those listed in the specification is not implied and prolonged exposure to extreme conditions may affect device reliability.

Electrical Characteristics
HT12A
Ta=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V _{DD}	Conditions				
V _{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	3	5	V
I _{STB}	Standby Current	3V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		5V		—	0.1	1	μA
I _{DD}	Operating Current	3V	No load f _{OSC} =455kHz	—	200	400	μA
		5V		—	400	800	μA
I _{DOUT}	Output Drive Current	5V	V _{OH} =0.9V _{DD} (Source)	-1	-1.6	—	mA
			V _{OL} =0.1V _{DD} (Sink)	2	3.2	—	mA
V _{IH}	"H" Input Voltage	—	—	0.8V _{DD}	—	V _{DD}	V
V _{IL}	"L" Input Voltage	—	—	0	—	0.2V _{DD}	V
R _{DATA}	D8~D11 Pull-high Resistance	5V	V _{DATA} =0V	—	150	300	kΩ

HT12E
Ta=25°C

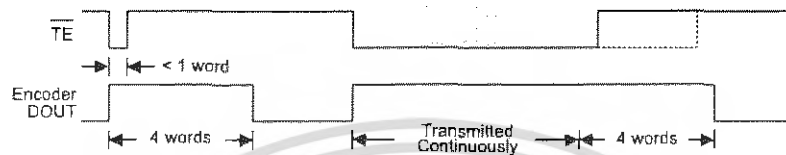
Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V _{DD}	Conditions				
V _{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	5	12	V
I _{STB}	Standby Current	3V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I _{DD}	Operating Current	3V	No load f _{OSC} =3kHz	—	40	80	μA
		12V		—	150	300	μA
I _{DOUT}	Output Drive Current	5V	V _{OH} =0.9V _{DD} (Source)	-1	-1.6	—	mA
			V _{OL} =0.1V _{DD} (Sink)	1	1.6	—	mA
V _{IH}	"H" Input Voltage	—	—	0.8V _{DD}	—	V _{DD}	V
V _{IL}	"L" Input Voltage	—	—	0	—	0.2V _{DD}	V
f _{OSC}	Oscillator Frequency	5V	R _{OSC} =1.1MΩ	—	3	—	kHz
R _{TE}	\overline{TE} Pull-high Resistance	5V	V _{TE} ≈0V	—	1.5	3	MΩ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

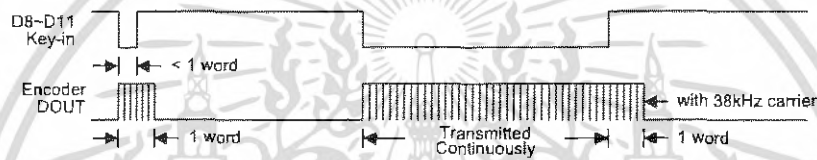
Functional Description

Operation

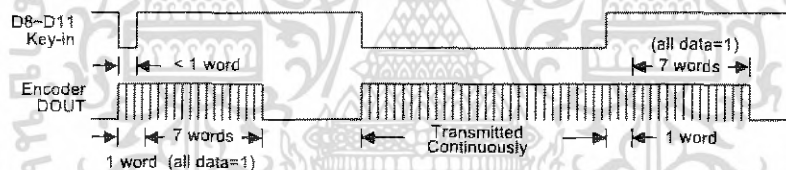
The 2¹² series of encoders begin a 4-word transmission cycle upon receipt of a transmission enable (\overline{TE} for the HT12E or D8~D11 for the HT12A, active low). This cycle will repeat itself as long as the transmission enable (\overline{TE} or D8~D11) is held low. Once the transmission enable returns high the encoder output completes its final cycle and then stops as shown below.



Transmission timing for the HT12E



Transmission timing for the HT12A (L/MB=Floating or VDD)



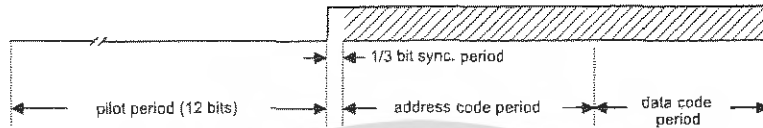
Transmission timing for the HT12A (L/MB=VSS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information word

If $LMB=1$ the device is in the latch mode (for use with the latch type of data decoders). When the transmission enable is removed during a transmission, the DOUT pin outputs a complete word and then stops. On the other hand, if $LMB=0$ the device is in the momentary mode (for use with the momentary type of data decoders). When the transmission enable is removed during a transmission, the DOUT outputs a complete word and then adds 7 words all with the "1" data code.

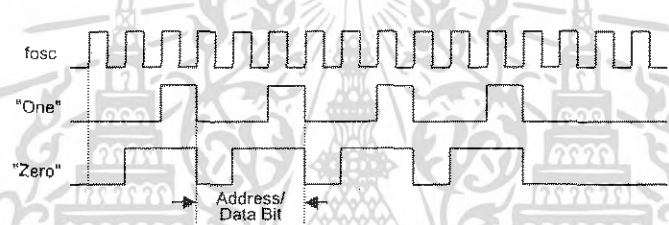
An information word consists of 4 periods as illustrated below.



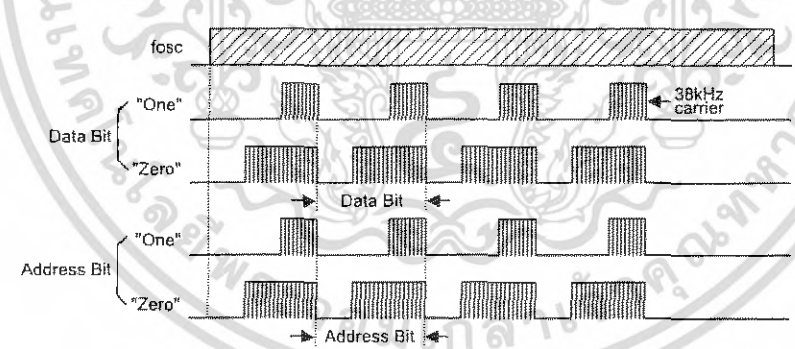
Composition of information

Address/data waveform

Each programmable address/data pin can be externally set to one of the following two logic states as shown below.



Address/Data bit waveform for the HT12E



Address/Data bit waveform for the HT12A

The address/data bits of the HT12A are transmitted with a 38kHz carrier for infrared remote controller flexibility.

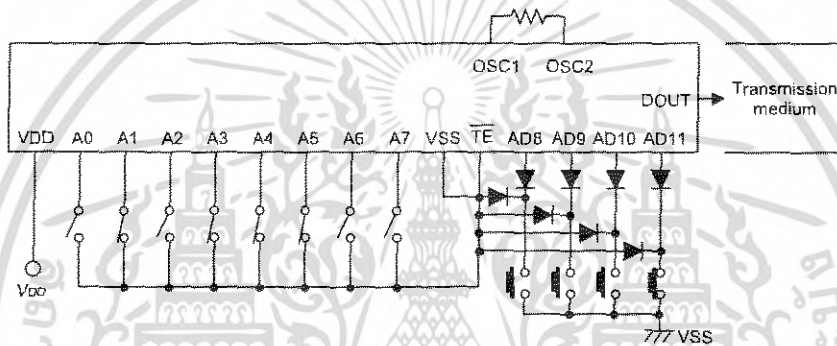
Address/data programming (preset)

The status of each address/data pin can be individually pre-set to logic "high" or "low". If a transmission-enable signal is applied, the encoder scans and transmits the status of the 12 bits of address/data serially in the order A0 to AD11 for the HT12E encoder and A0 to D11 for the HT12A encoder.

During information transmission these bits are transmitted with a preceding synchronization bit. If the trigger signal is not applied, the chip enters the standby mode and consumes a reduced current of less than 1µA for a supply voltage of 5V.

Usual applications preset the address pins with individual security codes using DIP switches or PCB wiring, while the data is selected by push buttons or electronic switches.

The following figure shows an application using the HT12E:



The transmitted information is as shown:

Pilot & Sync.	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	AD8	AD9	AD10	AD11
1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0

Address/Data sequence

The following provides the address/data sequence table for various models of the 2¹² series of encoders. The correct device should be selected according to the individual address and data requirements.

Part No.	Address/Data Bits											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HT12A	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	D8	D9	D10	D11
HT12E	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	AD8	AD9	AD10	AD11

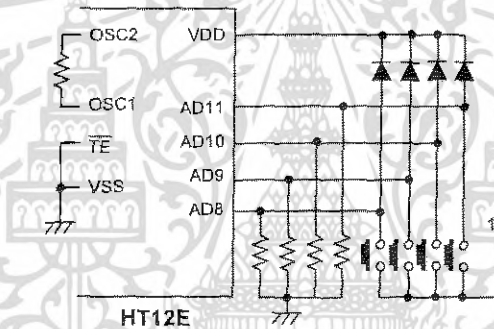
Transmission enable

For the HT12E encoders, transmission is enabled by applying a low signal to the \overline{TE} pin. For the HT12A encoders, transmission is enabled by applying a low signal to one of the data pins D8~D11.

Two erroneous HT12E application circuits

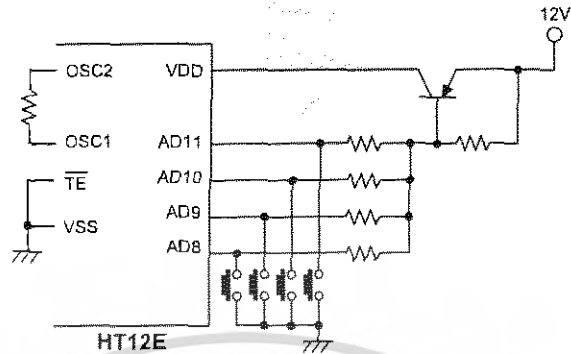
The HT12E must follow closely the application circuits provided by Holtek (see the "Application circuits").

- Error: AD8~AD11 pins input voltage > V_{DD}+0.3V



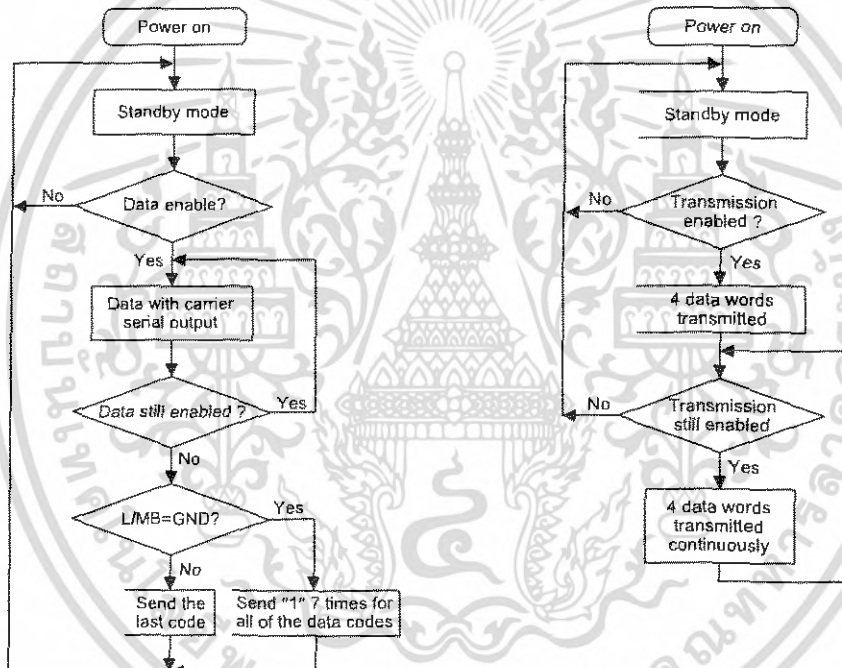
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Error: The IC's power source is activated by pins AD8~AD11

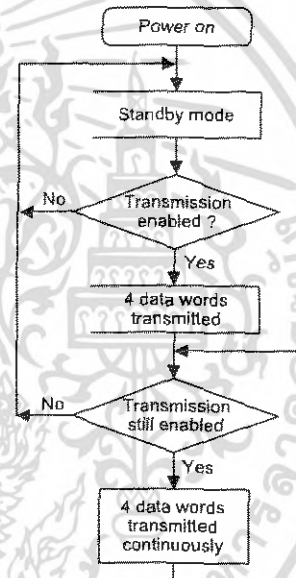


Flowchart

- HT12A



- HT12E

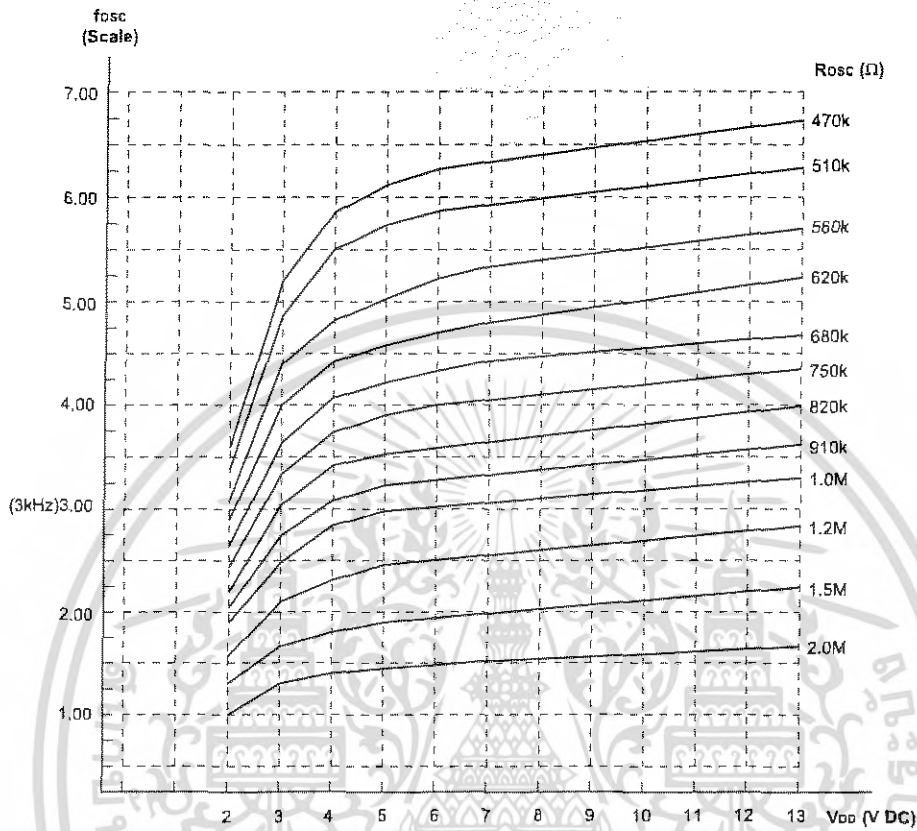


Note: D8~D11 are transmission enables of the HT12A.

\overline{TE} is the transmission enable of the HT12E.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

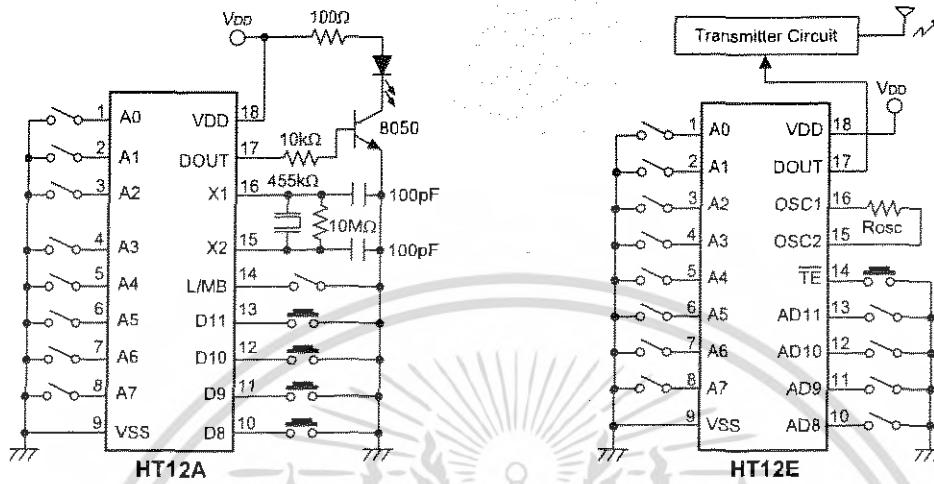
Oscillator frequency vs supply voltage



The recommended oscillator frequency is $f_{OSCD}(\text{decoder}) \cong 50 f_{OSCE}(\text{HT12E encoder})$
 $\cong \frac{1}{3} f_{OSCE}(\text{HT12A encoder})$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Circuits



Note: Typical infrared diode: EL-1L2 (KODENSHI CORP.)
 Typical RF transmitter: JR-220 (JUWA CORP.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Holtek Semiconductor Inc. (Headquarters)

No.3 Creation Rd. II, Science-based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-3-563-1999
Fax: 886-3-563-1189

Holtek Semiconductor Inc. (Taipei Office)

5F, No.576, Sec.7 Chung Hsiao E. Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-2-2782-9635
Fax: 886-2-2782-9636
Fax: 886-2-2782-7128 (International sales hotline)

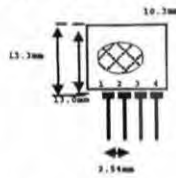
Holtek Semiconductor (Hong Kong) Ltd.

RM.711, Tower 2, Cheung Sha Wan Plaza, 833 Cheung Sha Wan Rd., Kowloon, Hong Kong
Tel: 852-2-745-8288
Fax: 852-2-742-8657

Copyright © 2000 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

The information appearing in this Data Sheet is believed to be accurate at the time of publication. However, Holtek assumes no responsibility arising from the use of the specifications described. The applications mentioned herein are used solely for the purpose of illustration and Holtek makes no warranty or representation that such applications will be suitable without further modification, nor recommends the use of its products for application that may present a risk to human life due to malfunction or otherwise. Holtek reserves the right to alter its products without prior notification. For the most up-to-date information, please visit our web site at <http://www.holtek.com.tw>.

TLP434A Ultra Small Transmitter

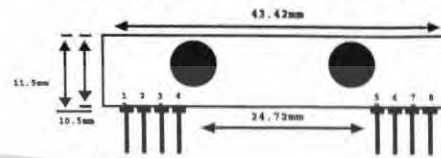


pin 1 : GND
pin 2 : Data In
pin 3 : Vcc
pin 4 : Antenna (RF output)

Frequency 315, 418 and 433.92 Mhz

Modulation : ASK
Operation Voltage : 2 - 12 VDC

RLP434A SAW Based Receiver



pin 1 : Gnd
pin 2 : Digital Data Output
pin 3 : Linear Output /Test
pin 4 : Vcc
pin 5 : Vcc
pin 6 : Gnd
pin 7 : Gnd
pin 8 : Antenna

Frequency 315, 418 and 433.92 Mhz

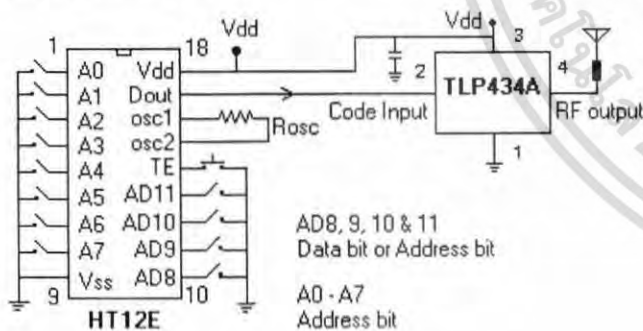
Modulation : ASK
Supply Voltage : 3.3 - 6.0 VDC
Output : Digital & Linear

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating supply voltage		2.0	-	12.0	V
Icc 1	Peak Current (2V)		-	-	1.64	mA
Icc 2	Peak Current (12V)		-	-	19.4	mA
Vh	Input High Voltage	Idata= 100uA (High)	Vcc-0.5	Vcc	Vcc+0.5	V
VI	Input Low Voltage	Idata= 0 uA (Low)	-	-	0.3	V
FO	Absolute Frequency	315Mhz module	314.8	315	315.2	MHz
PO	RF Output Power- 50ohm	Vcc = 9V-12V	-	16	-	dBm
		Vcc = 5V-6V	-	14	-	dBm
DR	Data Rate	External Encoding	512	4.8K	200K	bps

Notes : (Case Temperature = 25°C +- 2°C , Test Load Impedance = 50 ohm)

Application Circuit :

Typical Key-chain Transmitter using HT12E-18DIP, a Binary 12 bit Encoder from Holtek Semiconductor Inc.

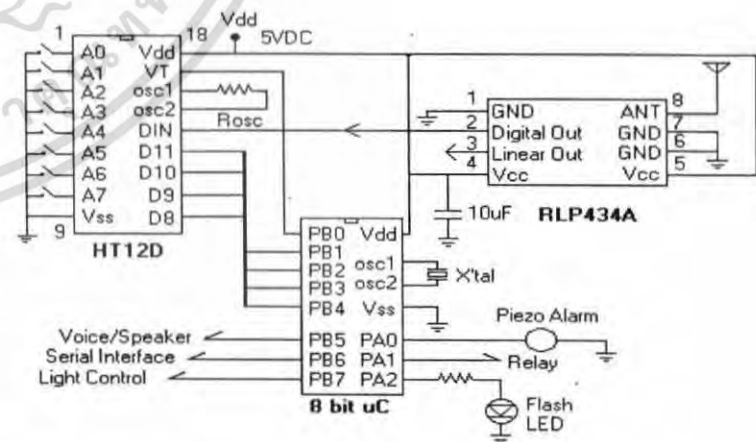


Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating supply voltage		3.3	5.0V	6.0	V
Ito	Operating Current		-	4.5	-	mA
Vdata	Data Out	Idata = +200 uA (High)	Vcc-0.5	-	Vcc	V
		Idata = -10 uA (Low)	-	-	0.3	V

Electrical Characteristics						
Characteristics	SYM	Min	Typ	Max	Unit	
Operation Radio Frequency	FC	315, 418 and 433.92			MHz	
Sensitivity	Pref	-110			dBm	
Channel Width		+500			Khz	
Noise Equivalent BW		4			Khz	
Receiver Turn On Time		5			ms	
Operation Temperature	Top	-20	-	80	C	
Baseboard Data Rate		4.8			KHz	

Application Circuit :

Typical RF Receiver using HT12D-18DIP, a Binary 12 bit Decoder with 8 bit uC HT48RXX from Holtek Semiconductor Inc.



Laipac Technology, Inc.

105 West Beaver Creek Rd. Unit 207 Richmond Hill Ontario L4B 1C6 Canada
Tel: (905)762-1228 Fax: (905)763-1737 e-mail: info@laipac.com





MICROCHIP

**PIC18FXX8
Data Sheet**

**High Performance, 28/40-Pin
Enhanced FLASH Microcontrollers
with CAN**

Note the following details of the code protection feature on PICmicro® MCUs.

- The PICmicro family meets the specifications contained in the Microchip Data Sheet.
- Microchip believes that its family of PICmicro microcontrollers is one of the most secure products of its kind on the market today, when used in the intended manner and under normal conditions.
- There are dishonest and possibly illegal methods used to breach the code protection feature. All of these methods, to our knowledge, require using the PICmicro microcontroller in a manner outside the operating specifications contained in the data sheet. The person doing so may be engaged in theft of intellectual property.
- Microchip is willing to work with the customer who is concerned about the integrity of their code.
- Neither Microchip nor any other semiconductor manufacturer can guarantee the security of their code. Code protection does not mean that we are guaranteeing the product as "unbreakable".
- Code protection is constantly evolving. We at Microchip are committed to continuously improving the code protection features of our product.

If you have any further questions about this matter, please contact the local sales office nearest to you.

Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip's products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.

Trademarks

The Microchip name and logo, the Microchip logo, FilterLab, KEELOQ, microID, MPLAB, PIC, PICmicro, PICMASTER, PICSTART, PRO MATE, SEEVAL and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

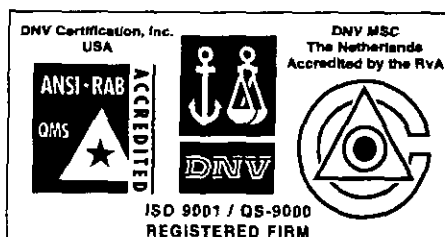
dsPIC, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB, In-Circuit Serial Programming, ICSP, ICEPIC, microPort, Migratable Memory, MPASM, MPLIB, MPLINK, MPSIM, MXDEV, MXLAB, PICC, PICDEM, PICDEM.net, rPIC, Select Mode and Total Endurance are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Serialized Quick Turn Programming (SQTP) is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2002, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

 Printed on recycled paper.



Microchip received QS-9000 quality system certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona in July 1999 and Mountain View, California in March 2002. The Company's quality system processes and procedures are QS-9000 compliant for its PICmicro® 8-bit MCUs, KEELOQ® code hopping devices, Serial EEPROMs, microperipherals, non-volatile memory and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001 certified.



PIC18FXX8

High Performance, 28/40-Pin Enhanced FLASH Microcontrollers with CAN

High Performance RISC CPU:

- Linear program memory addressing up to 2 Mbytes
- Linear data memory addressing to 4 Kbytes
- Up to 10 MIPS operation
- DC - 40 MHz clock input
- 4 MHz - 10 MHz osc./clock input with PLL active
- 16-bit wide instructions, 8-bit wide data path
- Priority levels for interrupts
- 8 x 8 Single Cycle Hardware Multiplier

Peripheral Features:

- High current sink/source 25 mA/25 mA
- Three external interrupt pins
- Timer0 module: 8-bit/16-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1 module: 16-bit timer/counter
- Timer2 module: 8-bit timer/counter with 8-bit period register (time-base for PWM)
- Timer3 module: 16-bit timer/counter
- Secondary oscillator clock option - Timer1/Timer3
- Capture/Compare/PWM (CCP) modules CCP pins can be configured as:
 - Capture input: 16-bit, max resolution 6.25 ns
 - Compare: 16-bit, max resolution 100 ns (TCY)
 - PWM output: PWM resolution is 1- to 10-bit
Max. PWM freq. @ 8-bit resolution = 156 kHz
10-bit resolution = 39 kHz
- Enhanced CCP module which has all the features of the standard CCP module, but also has the following features for advanced motor control:
 - 1, 2, or 4 PWM outputs
 - Selectable PWM polarity
 - Programmable PWM deadtime
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) with two modes of operation:
 - 3-wire SPI™ (Supports all 4 SPI modes)
 - I²C™ Master and Slave mode
- Addressable USART module: Supports interrupt on Address bit

Advanced Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital Converter module (A/D) with:
 - Conversion available during SLEEP
 - Up to 8 channels available
- Analog Comparator Module:
 - Programmable input and output multiplexing
- Comparator Voltage Reference Module
- Programmable Low Voltage Detection (LVD) module
 - Supports interrupt on low voltage detection
- Programmable Brown-out Reset (BOR)

CAN bus Module Features:

- Message bit rates up to 1 Mbps
- Conforms to CAN 2.0B ACTIVE Spec with:
 - 29-bit Identifier Fields
 - 8-byte message length
 - 3 Transmit Message Buffers with prioritization
 - 2 Receive Message Buffers
 - 6 full 29-bit Acceptance Filters
 - Prioritization of Acceptance Filters
 - Multiple Receive Buffers for High Priority Messages to prevent loss due to overflow
 - Advanced Error Management Features

Special Microcontroller Features:

- Power-on Reset (POR), Power-up Timer (PWRT), and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options, including:
 - 4X Phase Lock Loop (of primary oscillator)
 - Secondary Oscillator (32 kHz) clock input
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins

FLASH Technology:

- Low power, high speed Enhanced FLASH technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Industrial and Extended temperature ranges

PIC18FXX8

1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information for the following devices:

1. PIC18F248
2. PIC18F258
3. PIC18F448
4. PIC18F458

These devices are available in 28-pin, 40-pin and 44-pin packages. They are differentiated from each other in four ways:

1. PIC18FX58 devices have twice the FLASH program memory and data RAM of PIC18FX48 devices (32 Kbytes and 1536 bytes vs. 16 Kbytes and 768 bytes, respectively).

2. PIC18F2X8 devices implement 5 A/D channels, as opposed to 8 for PIC18F4X8 devices.
3. PIC18F2X8 devices implement 3 I/O ports, while PIC18F4X8 devices implement 5.
4. Only PIC18F4X8 devices implement the Enhanced CCP module, analog comparators and the Parallel Slave Port.

All other features for devices in the PIC18FXX8 family, including the serial communications modules, are identical. These are summarized in Table 1-1.

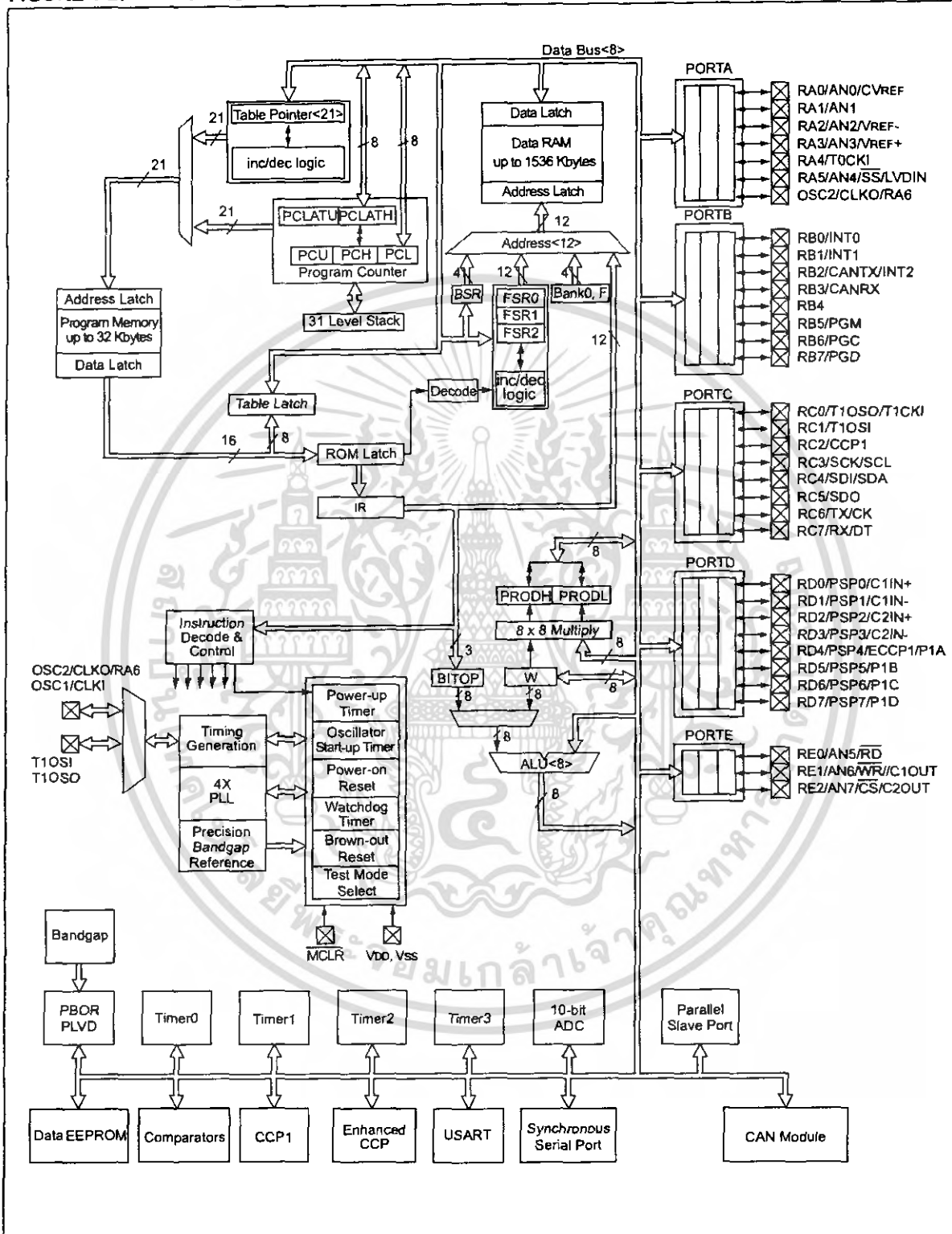
Block diagrams of the PIC18F2X8 and PIC18F4X8 devices are provided in Figure 1-1 and Figure 1-2, respectively. The pinouts for these device families are listed in Table 1-2.

TABLE 1-1: PIC18FXX8 DEVICE FEATURES

Features	PIC18F248	PIC18F258	PIC18F448	PIC18F458
Operating Frequency	DC - 40 MHz	DC - 40 MHz	DC - 40 MHz	DC - 40 MHz
Internal Program Memory	Bytes	16K	32K	16K
	# of Single Word Instructions	8192	16384	8192
Data Memory (Bytes)	768	1536	768	1536
Data EEPROM Memory (Bytes)	256	256	256	256
Interrupt Sources	17	17	21	21
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C, D, E
Timers	4	4	4	4
Capture/Compare/PWM Modules	1	1	1	1
Enhanced Capture/Compare/PWM Modules	—	—	1	1
Serial Communications	MSSP, CAN, Addressable USART	MSSP, CAN, Addressable USART	MSSP, CAN, Addressable USART	MSSP, CAN, Addressable USART
Parallel Communications (PSP)	No	No	Yes	Yes
10-bit Analog-to-Digital Converter	5 input channels	5 input channels	8 input channels	8 input channels
Analog Comparators	No	No	2	2
Analog Comparators VREF Output	N/A	N/A	Yes	Yes
RESETS (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST)
Programmable Low Voltage Detect	Yes	Yes	Yes	Yes
Programmable Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes	Yes
CAN Module	Yes	Yes	Yes	Yes
In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™)	Yes	Yes	Yes	Yes
Instruction Set	75 Instructions	75 Instructions	75 Instructions	75 Instructions
Packages	28-pin SPDIP 28-pin SOIC	28-pin SPDIP 28-pin SOIC	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP

PIC18FXX8

FIGURE 1-2: PIC18F448/458 BLOCK DIAGRAM



PIC18FXX8

TABLE 1-2: PIC18FXX8 PINOUT I/O DESCRIPTIONS

Pin Name	Pin Number				Pin Type	Buffer Type	Description
	PIC18F248/258	PIC18F448/458					
	SPDIP, SOIC	PDIP	TQFP	PLCC			
MCLR/VPP MCLR VPP	1	1	18	2	I P	ST —	Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low RESET to the device. Programming voltage input.
NC	—	—	12, 13, 33, 34	1, 17, 28, 40	—	—	These pins should be left unconnected.
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	9	13	30	14	I I	CMOS/ST CMOS	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode. Otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO/RA6 OSC2 CLKO RA6	10	14	31	15	O O I/O	— — TTL	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate. General purpose I/O pin.

Legend: TTL = TTL compatible input CMOS = CMOS compatible input or output
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels Analog = Analog input
 I = Input O = Output
 P = Power OD = Open Drain (no P diode to VDD)

PIC18FXX8

TABLE 1-2: PIC18FXX8 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number				Pin Type	Buffer Type	Description
	PIC18F248/258	PIC18F448/458					
	SPDIP, SOIC	PDIP	TQFP	PLCC			
RA0/AN0/CVREF RA0 AN0 CVREF	2	2	19	3	I/O I O	TTL Analog Analog	PORTA is a bi-directional I/O port. Digital I/O. Analog input 0. Comparator voltage reference output.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	3	20	4	I/O I	TTL Analog	Digital I/O. Analog input 1.
RA2/AN2/VREF- RA2 AN2 VREF-	4	4	21	5	I/O I I	TTL Analog Analog	Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input.
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	5	22	6	I/O I I	TTL Analog Analog	Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input.
RA4/T0CKI RA4 T0CKI	6	6	23	7	I/O I	TTL/OD ST	Digital I/O - open drain when configured as output. Timer0 external clock input.
RA5/AN4/ \overline{SS} /LVDIN RA5 AN4 \overline{SS} LVDIN	7	7	24	8	I/O I I I	TTL Analog ST Analog	Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Low voltage detect input.
RA6							See the OSC2/CLKO/RA6 pin.

Legend: TTL = TTL compatible input CMOS = CMOS compatible input or output
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels Analog = Analog input
 I = Input O = Output
 P = Power OD = Open Drain (no P diode to VDD)

PIC18FXX8

TABLE 1-2: PIC18FXX8 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number				Pin Type	Buffer Type	Description
	PIC18F248/258	PIC18F448/458					
	SPDIP, SOIC	PDIP	TQFP	PLCC			
RB0/INT0 RB0 INT0	21	33	8	36	I/O I	TTL ST	PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs. Digital I/O. External interrupt 0.
RB1/INT1 RB1 INT1	22	34	9	37	I/O I	TTL ST	Digital I/O. External interrupt 1.
RB2/CANTX/INT2 RB2 CANTX INT2	23	35	10	38	I/O O I	TTL TTL ST	Digital I/O. Transmit signal for CAN bus. External interrupt 2.
RB3/CANRX RB3 CANRX	24	36	11	39	I/O I	TTL TTL	Digital I/O. Receive signal for CAN bus.
RB4	25	37	14	41	I/O	TTL	Digital I/O. Interrupt-on-change pin.
RB5/PGM RB5 PGM	26	38	15	42	I/O I	TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. Low voltage ICSP programming enable.
RB6/PGC RB6 PGC	27	39	16	43	I/O I	TTL ST	Digital I/O. In-Circuit Debugger pin. Interrupt-on-change pin. ICSP programming clock.
RB7/PGD RB7 PGD	28	40	17	44	I/O I/O	TTL ST	Digital I/O. In-Circuit Debugger pin. Interrupt-on-change pin. ICSP programming data.

Legend: TTL = TTL compatible input
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels
 I = Input
 P = Power
 CMOS = CMOS compatible input or output
 Analog = Analog input
 O = Output
 OD = Open Drain (no P diode to V_{DD})

PIC18FXX8

TABLE 1-2: PIC18FXX8 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number				Pin Type	Buffer Type	Description
	PIC18F248/258	PIC18F448/458					
	SPDIP, SOIC	PDIP	TQFP	PLCC			
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	11	15	32	16	I/O O I	ST — ST	PORTC is a bi-directional I/O port. Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1/Timer3 external clock input.
RC1/T1OSI RC1 T1OSI	12	16	35	18	I/O I	ST CMOS	Digital I/O. Timer1 oscillator input.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	13	17	36	19	I/O I/O	ST ST	Digital I/O. Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL	14	18	37	20	I/O I/O I/O	ST ST ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I ² C mode.
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	15	23	42	25	I/O I I/O	ST ST ST	Digital I/O. SPI data in. I ² C data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	16	24	43	26	I/O O	ST —	Digital I/O. SPI data out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	17	25	44	27	I/O O I/O	ST — ST	Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART synchronous clock (see RX/DT).
RC7/RX/DT RC7 RX DT	18	26	1	29	I/O I I/O	ST ST ST	Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data (see TX/CK).

Legend: TTL = TTL compatible input CMOS = CMOS compatible input or output
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels Analog = Analog input
 I = Input O = Output
 P = Power OD = Open Drain (no P diode to VDD)

PIC18FXX8

TABLE 1-2: PIC18FXX8 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number				Pin Type	Buffer Type	Description
	PIC18F248/258	PIC18F448/458					
	SPDIP, SOIC	PDIP	TQFP	PLCC			
RD0/PSP0/C1IN+ RD0 PSP0 C1IN+	—	19	38	21	I/O I/O I	ST TTL Analog	PORTD is a bi-directional I/O port. These pins have TTL input buffers when external memory is enabled. Digital I/O. Parallel slave port data. Comparator 1 input.
RD1/PSP1/C1IN- RD1 PSP1 C1IN-	—	20	39	22	I/O I/O I	ST TTL Analog	Digital I/O. Parallel slave port data. Comparator 1 input.
RD2/PSP2/C2IN+ RD2 PSP2 C2IN+	—	21	40	23	I/O I/O I	ST TTL Analog	Digital I/O. Parallel slave port data. Comparator 2 input.
RD3/PSP3/C2IN- RD3 PSP3 C2IN-	—	22	41	24	I/O I/O I	ST TTL Analog	Digital I/O. Parallel slave port data. Comparator 2 input.
RD4/PSP4/ECCP1/ P1A RD4 PSP4 ECCP1 P1A	—	27	2	30	I/O I/O I/O O	ST TTL ST —	Digital I/O. Parallel slave port data. ECCP1 capture/compare. ECCP1 PWM output A.
RD5/PSP5/P1B RD5 PSP5 P1B	—	28	3	31	I/O I/O O	ST TTL —	Digital I/O. Parallel slave port data. ECCP1 PWM output B.
RD6/PSP6/P1C RD6 PSP6 P1C	—	29	4	32	I/O I/O O	ST TTL —	Digital I/O. Parallel slave port data. ECCP1 PWM output C.
RD7/PSP7/P1D RD7 PSP7 P1D	—	30	5	33	I/O I/O O	ST TTL —	Digital I/O. Parallel slave port data. ECCP1 PWM output D.

Legend: TTL = TTL compatible input
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels
 I = Input
 P = Power
 CMOS = CMOS compatible input or output
 Analog = Analog input
 O = Output
 OD = Open Drain (no P diode to VDD)

PIC18FXX8

TABLE 1-2: PIC18FXX8 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number				Pin Type	Buffer Type	Description
	PIC18F248/258	PIC18F448/458					
	SPDIP, SOIC	PDIP	TQFP	PLCC			
RE0/AN5/ \overline{RD} RE0 AN5 \overline{RD}	—	8	25	9	I/O I I	ST Analog TTL	PORT _E is a bi-directional I/O port. Digital I/O. Analog input 5. Read control for parallel slave port (see \overline{WR} and \overline{CS} pins).
RE1/AN6/ \overline{WR} /C1OUT RE1 AN6 \overline{WR} C1OUT	—	9	26	10	I/O I I O	ST Analog TTL Analog	Digital I/O. Analog input 6. Write control for parallel slave port (see \overline{CS} and \overline{RD} pins). Comparator 1 output.
RE2/AN7/ \overline{CS} /C2OUT RE2 AN7 \overline{CS} C2OUT	—	10	27	11	I/O I I O	ST Analog TTL Analog	Digital I/O. Analog input 7. Chip select control for parallel slave port (see \overline{RD} and \overline{WR} pins). Comparator 2 output.
V _{SS}	19, 8	12, 31	6, 29	13, 34	—	—	Ground reference for logic and I/O pins.
V _{DD}	20	11, 32	7, 28	12, 35	—	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: TTL = TTL compatible input CMOS = CMOS compatible input or output
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels Analog = Analog input
 I = Input O = Output
 P = Power OD = Open Drain (no P diode to V_{DD})

2.0 OSCILLATOR CONFIGURATIONS

2.1 Oscillator Types

The PIC18FXX8 can be operated in one of eight Oscillator modes, programmable by three configuration bits (FOSC2, FOSC1, and FOSC0).

1. LP Low Power Crystal
2. XT Crystal/Resonator
3. HS High Speed Crystal/Resonator
4. HS4 High Speed Crystal/Resonator with PLL enabled
5. RC External Resistor/Capacitor
6. RCIO External Resistor/Capacitor with I/O pin enabled
7. EC External Clock
8. ECIO External Clock with I/O pin enabled

2.2 Crystal Oscillator/Ceramic Resonators

In XT, LP, HS or HS4 (PLL) Oscillator modes, a crystal or ceramic resonator is connected to the OSC1 and OSC2 pins to establish oscillation. Figure 2-1 shows the pin connections. An external clock source may also be connected to the OSC1 pin, as shown in Figure 2-3 and Figure 2-4.

The PIC18FXX8 oscillator design requires the use of a parallel cut crystal.

Note: Use of a series cut crystal may give a frequency out of the crystal manufacturer's specifications.

FIGURE 2-1: CRYSTAL/CERAMIC RESONATOR OPERATION (HS, XT OR LP OSC CONFIGURATION)

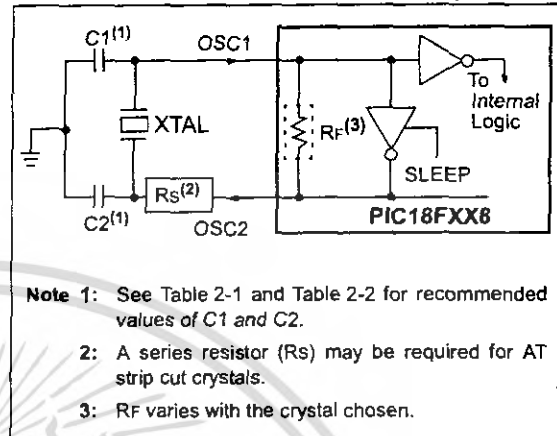


TABLE 2-1: CERAMIC RESONATORS

Ranges Tested:			
Mode	Freq	OSC1	OSC2
XT	455 kHz	68 - 100 pF	68 - 100 pF
	2.0 MHz	15 - 68 pF	15 - 68 pF
	4.0 MHz	15 - 68 pF	15 - 68 pF
HS	8.0 MHz	10 - 68 pF	10 - 68 pF
	16.0 MHz	10 - 22 pF	10 - 22 pF
	20.0 MHz	TBD	TBD
	25.0 MHz	TBD	TBD
HS+PLL	4.0 MHz	TBD	TBD
	8.0 MHz	10 - 68 pF	10 - 68 pF
	10.0 MHz	TBD	TBD
These values are for design guidance only. See notes following Table 2-2.			
Resonators Used:			
455 kHz	Panasonic EFO-A455K04B	± 0.3%	
2.0 MHz	Murata Erie CSA2.00MG	± 0.5%	
4.0 MHz	Murata Erie CSA4.00MG	± 0.5%	
8.0 MHz	Murata Erie CSA8.00MT	± 0.5%	
16.0 MHz	Murata Erie CSA16.00MX	± 0.5%	
All resonators used did not have built-in capacitors.			

PIC18FXX8

TABLE 2-2: CAPACITOR SELECTION FOR CRYSTAL OSCILLATOR

Osc Type	Crystal Freq	Cap. Range C1	Cap. Range C2
LP	32.0 kHz	33 pF	33 pF
	200 kHz	15 pF	15 pF
XT	200 kHz	47-68 pF	47-68 pF
	1.0 MHz	15 pF	15 pF
	4.0 MHz	15 pF	15 pF
HS	4.0 MHz	15 pF	15 pF
	8.0 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	20.0 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	25.0 MHz	TBD	TBD
HS+PLL	4.0 MHz	15 pF	15 pF
	8.0 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	10.0 MHz	TBD	TBD

These values are for design guidance only. See notes on this page.

Crystals Used		
32.0 kHz	Epson C-001R32.768K-A	± 20 PPM
200 kHz	STD XTL 200.000KHz	± 20 PPM
1.0 MHz	ECS ECS-10-13-1	± 50 PPM
4.0 MHz	ECS ECS-40-20-1	± 50 PPM
8.0 MHz	EPSON CA-301 8.000M-C	± 30 PPM
20.0 MHz	EPSON CA-301 20.000M-C	± 30 PPM

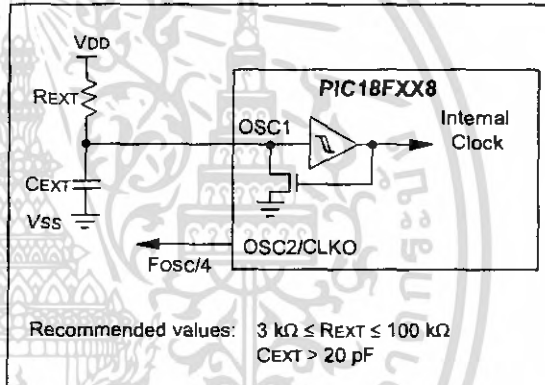
- Note 1:** Recommended values of C1 and C2 are identical to the ranges tested (Table 2-1).
- 2:** Higher capacitance increases the stability of the oscillator, but also increases the start-up time.
- 3:** Since each resonator/crystal has its own characteristics, the user should consult the resonator/crystal manufacturer for appropriate values of external components.
- 4:** Rs may be required in HS mode, as well as XT mode, to avoid overdriving crystals with low drive level specification.

2.3 RC Oscillator

For timing insensitive applications, the "RC" and "RCIO" device options offer additional cost savings. The RC oscillator frequency is a function of the supply voltage, the resistor (R_{EXT}) and capacitor (C_{EXT}) values and the operating temperature. In addition to this, the oscillator frequency will vary from unit to unit due to normal process parameter variation. Furthermore, the difference in lead frame capacitance between package types will also affect the oscillation frequency, especially for low C_{EXT} values. The user also needs to take into account variation due to tolerance of external R and C components used. Figure 2-2 shows how the RC combination is connected.

In the RC Oscillator mode, the oscillator frequency divided by 4 is available on the OSC2 pin. This signal may be used for test purposes or to synchronize other logic.

FIGURE 2-2: RC OSCILLATOR MODE



The RCIO Oscillator mode functions like the RC mode, except that the OSC2 pin becomes an additional general purpose I/O pin.

4.0 MEMORY ORGANIZATION

There are three memory blocks in Enhanced MCU devices. These memory blocks are:

- Enhanced FLASH Program Memory
- Data Memory
- EEPROM Data Memory

Data and program memory use separate busses, which allows concurrent access of these blocks. Additional detailed information on Data EEPROM and FLASH program memory is provided in Section 5.0 and Section 6.0, respectively.

4.1 Program Memory Organization

The PIC18F258/458 devices have a 21-bit program counter that is capable of addressing a 2 Mbyte program memory space.

The RESET vector address is at 0000h and the interrupt vector addresses are at 0008h and 0018h.

Figure 4-1 shows the diagram for program memory map and stack for the PIC18F258 and PIC18F458. Figure 4-2 shows the diagram for the program memory map and stack for the PIC18F248 and PIC18F448.

4.1.1 INTERNAL PROGRAM MEMORY OPERATION

The PIC18F258 and the PIC18F458 have 32 Kbytes of internal Enhanced FLASH program memory. This means that the PIC18F258 and the PIC18F458 can store up to 16K of single word instructions. The PIC18F248 and PIC18F448 have 16 Kbytes of Enhanced FLASH program memory. This translates into 8192 single-word instructions, which can be stored in the Program memory. Accessing a location between the physically implemented memory and the 2 Mbyte address will cause a read of all '0's (a NOP instruction).

FIGURE 4-1: PROGRAM MEMORY MAP AND STACK FOR PIC18F258/458

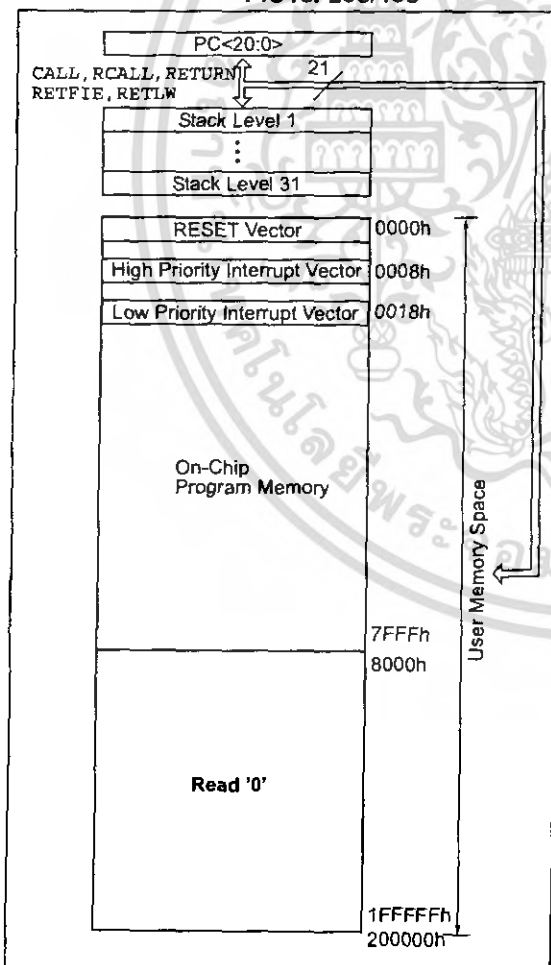
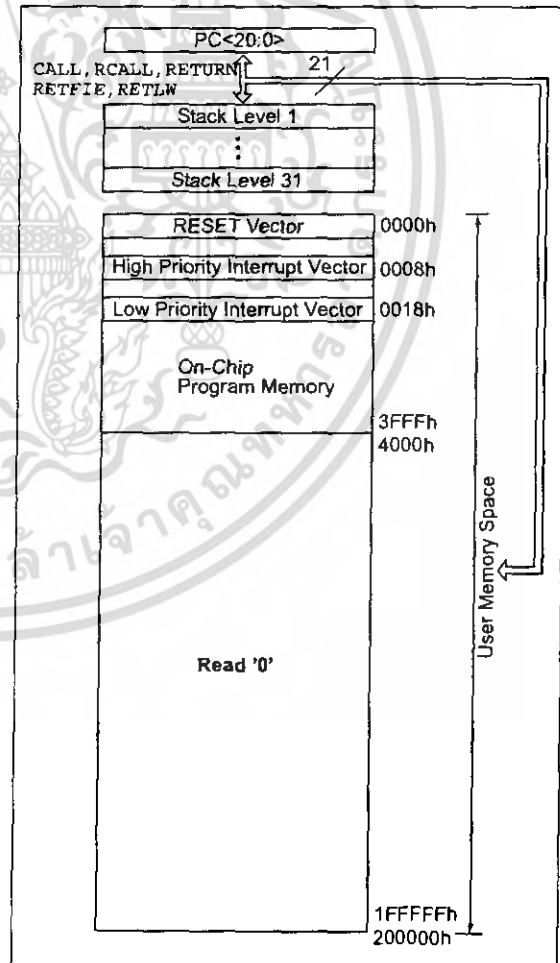


FIGURE 4-2: PROGRAM MEMORY MAP AND STACK FOR PIC18F248/448



9.0 I/O PORTS

Depending on the device selected, there are up to five general purpose I/O ports available on PIC18FXX8 devices. Some pins of the I/O ports are multiplexed with an alternate function from the peripheral features on the device. In general, when a peripheral is enabled, that pin may not be used as a general purpose I/O pin.

Each port has three registers for its operation:

- TRIS register (Data Direction register)
- PORT register (reads the levels on the pins of the device)
- LAT register (output latch).

The data latch (LAT register) is useful for read-modify-write operations on the value that the I/O pins are driving.

9.1 PORTA, TRISA and LATA Registers

PORTA is a 7-bit wide, bi-directional port. The corresponding Data Direction register is TRISA. Setting a TRISA bit (= '1') will make the corresponding PORTA pin an input (i.e., put the corresponding output driver in a High-Impedance mode). Clearing a TRISA bit (= '0') will make the corresponding PORTA pin an output (i.e., put the contents of the output latch on the selected pin). On a Power-on Reset, these pins are configured as inputs and read as '0'.

Reading the PORTA register reads the status of the pins, whereas writing to it will write to the port latch.

Read-modify-write operations on the LATA register, reads and writes the latched output value for PORTA.

The RA4 pin is multiplexed with the Timer0 module clock input to become the RA4/T0CKI pin. The RA4/T0CKI pin is a Schmitt Trigger input and an open drain output. All other RA port pins have TTL input levels and full CMOS output drivers.

The other PORTA pins are multiplexed with analog inputs and the analog VREF+ and VREF- inputs. The operation of each pin is selected by clearing/setting the control bits in the ADCON1 register (A/D Control Register 1). On a Power-on Reset, these pins are configured as analog inputs and read as '0'.

The TRISA register controls the direction of the RA pins, even when they are being used as analog inputs. The user must ensure the bits in the TRISA register are maintained set, when using them as analog inputs.

EXAMPLE 9-1: INITIALIZING PORTA

```
CLRF  PORTA ; Initialize PORTA by
           ; clearing output data latches
CLRF  LATA  ; Alternate method to clear
           ; output data latches
MOVLW 07h  ; Configure A/D
MOVWF  ADCON1 ; for digital inputs
MOVLW 0xCF ; Value used to initialize
           ; data direction
MOVWF  TRISA ; Set RA3:RA0 as inputs,
           ; RA5:RA4 as outputs
```

FIGURE 9-1: RA3:RA0 AND RA5 PINS BLOCK DIAGRAM

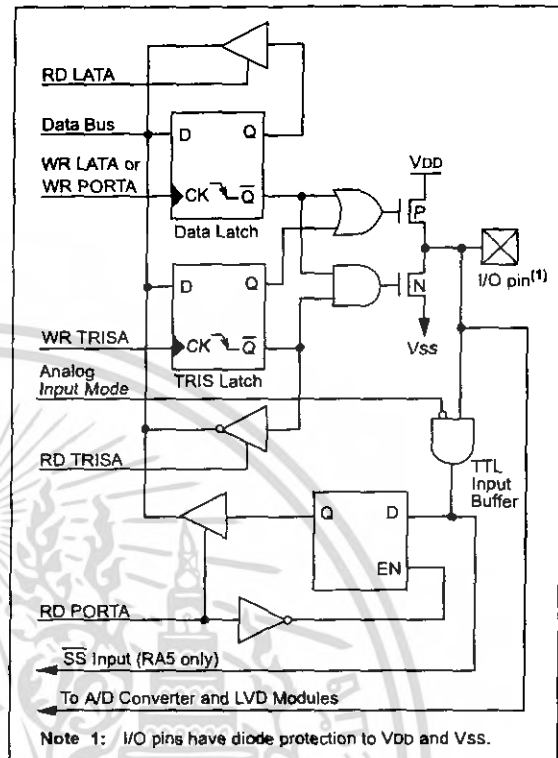
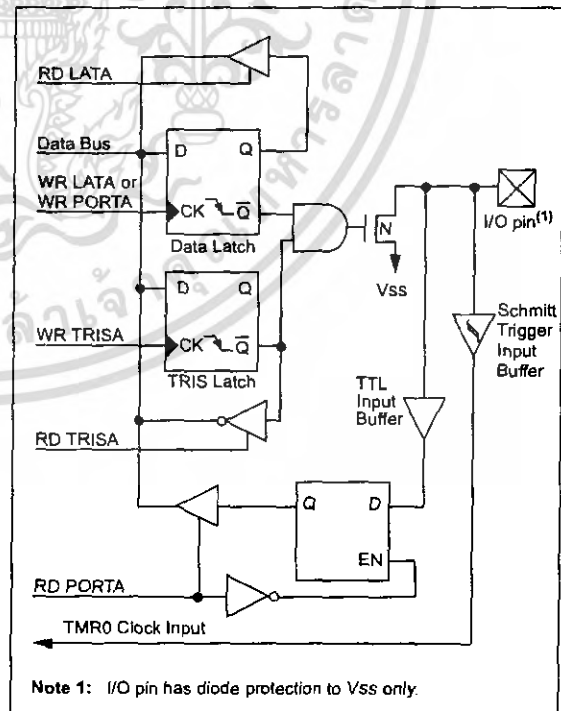


FIGURE 9-2: RA4/T0CKI PIN BLOCK DIAGRAM



PIC18FXX8

FIGURE 9-3: RA6/OSC2/CLKOUT PIN BLOCK DIAGRAM

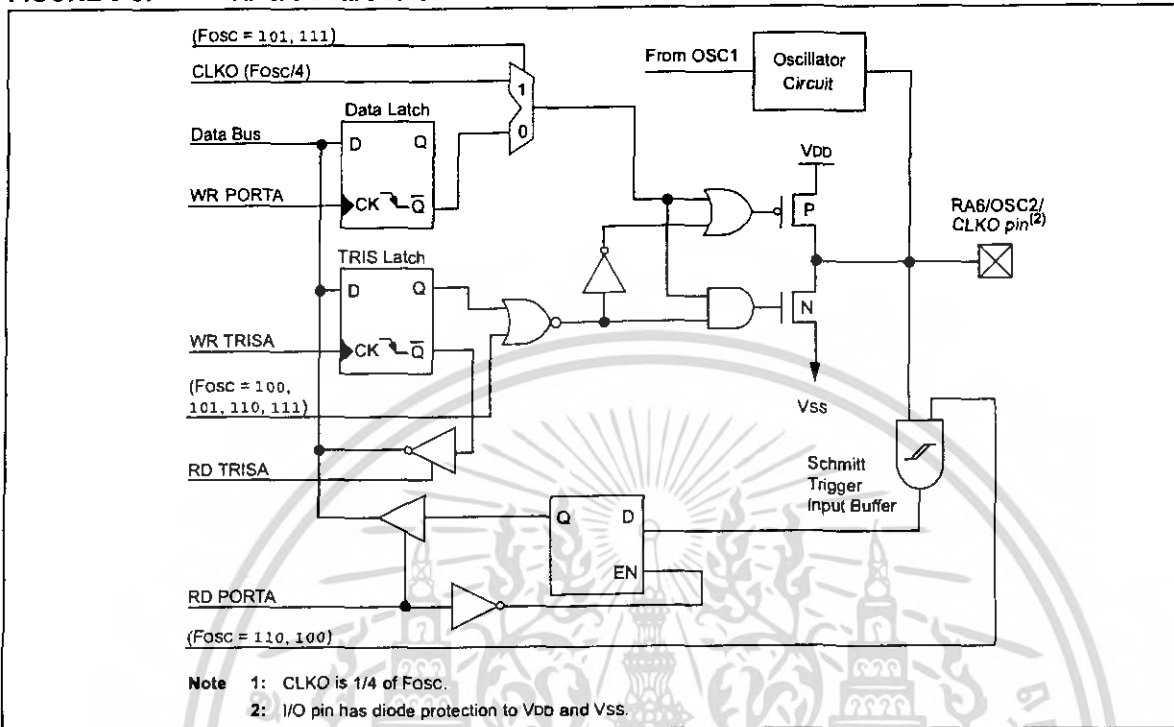


TABLE 9-1: PORTA FUNCTIONS

Name	Bit#	Buffer	Function
RA0/AN0/CVREF	bit0	TTL	Input/output, analog input, or analog comparator voltage reference output.
RA1/AN1	bit1	TTL	Input/output or analog input.
RA2/AN2/VREF-	bit2	TTL	Input/output, analog input or VREF-.
RA3/AN3/VREF+	bit3	TTL	Input/output, analog input or VREF+.
RA4/T0CKI	bit4	ST/OD	Input/output, external clock input for Timer0, output is open drain type.
RA5/SS/AN4/LVDIN	bit5	TTL	Input/output, slave select input for synchronous serial port, analog input, or low voltage detect input.
RA6/OSC2/CLKO	bit6	TTL	Input/output or oscillator clock output.

Legend: TTL = TTL input, ST = Schmitt Trigger input, OD = Open Drain

TABLE 9-2: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTA

Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on POR, BOR	Value on all other RESETS
PORTA	—	RA6	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	-00x 0000	-uuu uuuu
LATA	—	Latch A Data Output Register							-xxx xxxx	-uuu uuuu
TRISA	—	PORTA Data Direction Register							-111 1111	-111 1111
ADCON1	ADFM	ADCS2	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	00-- 0000	uu-- uuuu

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented locations read as '0'. Shaded cells are not used by PORTA.