สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างแบบไร้สาย

(PROGRAMMABLE INFRARED REMOTE CONTROL LIGHT SWITCH)

T 050356

โดย

นาย เมธี อิ่มที่สุด รหัส 42015564

นาย สุชาติ ชลอปัญจศิลป์ รหัส 42015581

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กโทรนิกส์ ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....50356
วัน,เดือน,ปี 13 พ.ค. 2547
.b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAMMABLE INFRARED REMOTE CONTROL LIGHT SWITCH

By

Mr. Matee Aimtesud ID.42015564

Mr. Suchart Chalopanjasin ID.42015581

Project Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

For the Bachelor's Degree

Department of Industrial Tehnology

Faculty of Engineer

King Mongkut's Institute of Tecnology Ladkabang

2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างแบบไร้สาย
PROGRAMMABLE INFRARED REMOTE CONTROL LIGHT SWITCH

นักศึกษาผู้จัดทำ นาย เมธี อิ่มที่สุด รหัส 42015564
นาย สุชาติ ชลอปัญจศิลป์ รหัส 42015581

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. นิกร สุขุตมตันติ

ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

..... หัวหน้าภาควิชา
( )

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
( )

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Report **PROGRAMMABLE INFRARED REMOTE CONTROL LIGHT SWITCH**

By Mr. Matee Aimtesud ID.42015564

Mr. SuchartChalopanjasin ID.42015581

Department Industrial Technology

Project Report Advisor Assoc.Prof.Nigon Sukutamatunti

Year 2002

Accepted by the faculty of Engineer,King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang in Partial Fulfillment of the Requirement for the Bachelor's Degree

Project Report Committee

..... Chairman

( )

..... Chairman

( )

..... Member

( )

..... Member

( )

..... Member

( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างแบบไร้สาย PROGRAMMABLE INFRARED REMOTE CONTROL LIGHT SWITCH
นักศึกษาผู้จัดทำ	นาย เมธี อิ่มที่สุด รหัส 42015564 นาย สุชาติ ชลอปัญจศิลป์ รหัส 42015581
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. นิกร สุขุตมตันติ
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เรื่องเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบไร้สาย คือ โครงงานสร้างอุปกรณ์ซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องส่ง อินฟราเรด(IR)และ เครื่องรับ อินฟราเรด(IR) โดยเครื่องส่ง IR จะใช้ Microcontroller (PIC16F84) เป็นตัวควบคุมการส่งสัญญาณ IR โดยใช้ระบบ SONY เป็นรูปแบบการส่ง ส่วนเครื่องรับ IR ก็ใช้ Microcontroller(PIC16F84) ในการถอดรหัสสัญญาณ IR เพื่อควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า และการเพิ่มลดแสงของหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Report **PROGRAMMABLE INFRARED REMOTE CONTROL LIGHT SWITCH**

By Mr. Matee Aimtesud ID.42015564

Mr. SuchartChalopanjasin ID.42015581

Department Industrial Technology

Project Report Advisor Assoc.Prof.Nigon Sukummatunti

Year 2002

Abstract

The Programmable Infrared Remote Control Light switch is thesis about construct the machine consist of Infrared transmitter and Infrared receiver

The transmitter use Microcontroller (PIC 16F84) for control IR signal to transmit in SONY form. The IR receiver use Microcontroller (PIC 16F84) for decode IR signal to control switch ON – OFF electronic devices and control decrease – increase bright of a Lamp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	**ก**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ข**
กิตติกรรมประกาศ	**ค**
สารบัญ	**ง**
สารบัญตาราง	**จ**
สารบัญภาพ	**ฉ**
บทที่ 1 บทนำ	1
-วัตถุประสงค์	1
-ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
-หลักการพื้นฐานของรีโมทคอนโทรล	1
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ	3
-รูปแบบการส่งของ Remote Control	3
-คุณสมบัติของ Remote Control	4
-Sony IR Protocal	4
-ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84	6
-คุณสมบัติทางเทคนิคของ PIC16F84	6
-คุณสมบัติทางเทคนิคของหน่วยประมวลผลการภายใน PIC16F84	6
-คุณสมบัติทางเทคนิคของเพอริเฟอรัลใน PIC16F84	7
-คุณสมบัติอื่นๆ	7
-สถาปัตยกรรมของ PIC16F84	8
-การจัดขาของ PIC16F84	10
-การป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ PIC16F84	11
-การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ	11
-การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้คริสตอล	13
-การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้เซรามิกเรโซเนเตอร์	14
-จังหวะสัญญาณนาฬิกาและไซเกิลการทำงานของ PIC16F84	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
-ชุดคำสั่งของPIC16F84	16
-ความหมายของตัวแปร	17
-การใช้งานโปรกรรม MPASM	21
-การเลือกป้อนค่าจากหน้าจอ	23
-MPASMWIN	25
-ทฤษฎีเบื้องต้นในการเลือกใช้อุปกรณ์ทางแสง	26
-ทฤษฎี Light Emitting Diode (LED)	27
-โฟโตไดโอด (Photo Diode)	30
บทที่ 3 การออกแบบในส่วนของ ตัวส่ง ตัวรับ และชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	32
-การออกแบบและหลักการ	32
-โฟลว์ชาร์ต ที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน	36
บทที่ 4 การสร้างและการทดสอบ	39
-การสร้างและการทดสอบชุดส่งสัญญาณ	39
-การสร้างและการทดสอบชุดรับสัญญาณ	40
-การสร้างและการทดสอบชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่าง	42
บทที่ 5 บทสรุป	44
-สรุปผลการดำเนินการ	44
-ปัญหาที่พบในการทดลอง	44

ภาคผนวก

ก-1 ถึง ก-3	Circuit Diagram
ข-1 ถึง ข-3	Printed Circuit Board (PCB)
ค-1 ถึง ค-27	Program
ง-1 ถึง ง-52	Electronic Component

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงรายละเอียดของขาต่อใช้งานทั้งหมดของ PIC16F84	13
2.2 ตารางสรุปการแบ่งกลุ่มคำสั่งของ PIC16F84	20
2.3 แสดงรายละเอียดของออปชั่นที่ต่อท้ายโปรแกรม MPASM	24
2.4 แสดงรายละเอียดการกำหนดค่าในโปรแกรม MPASMWIN	24
2.5 ความยาวคลื่นของแสง	27
4.1 แสดงคีย์ทดสอบมาตรฐาน	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 โครงสร้างของระบบรีโมทคอนโทรล	2
2.1 PULSE CODE	3
2.2 SPACE CODE	3
2.3 SHIFT CODE	3
2.4 แสดงสัญญาณเมื่อมีการกดคีย์	4
2.5 การมอดูเลชั่นสัญญาณอินฟราเรดทางแอมปลิจูด	5
2.6 สัญญาณการถอดรหัส	5
2.7 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84	9
2.8 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84	10
2.9 การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ (โหมด RC)	10
2.10 การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้คริสตอล	11
2.11 การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้เซรามิกเรโซเนเตอร์	11
2.12 ไดอะแกรมเวลาแสดงจังหวะการทำงานของ PIC16F84	14
2.13 แสดงลักษณะการทำงานแบบไปป์ไลน์ที่ใช้ใน PIC16F84	15
2.14 หน้าตาของโปรแกรม MPASM	22
2.15 หน้าตาของโปรแกรม MPASMWIN โปรแกรม MPASM ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์	25
2.16 หน้าต่างแสดงการทำงานและผลของการแอสเซมเบลอร์ของโปรแกรม MPASMWIN	26
2.17 การแพร่กระจายพลังงานของแม่เหล็กไฟฟ้าและการตอบสนอง	27
2.18 แสดงลักษณะการรวมตัวใหม่สารกึ่งตัวนำประเภท Direct-gap และ Indirect-gap	28
2.19 แสดงลักษณะโครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง (LED)	29
2.20 แสดงวงจรพื้นฐานของ LED	29
2.21 แสดงวงจรของ LED ซึ่งมีระบบป้องกันการเสียหาย	30
2.22 แสดงคุณสมบัติของโฟโตไดโอด	31
3.1 บล็อคไดอะแกรมของชุดส่งสัญญาณ	32
3.2 แสดงการทำงานของภาคส่งสัญญาณ	32
3.3 บล็อคไดอะแกรมของชุดรับสัญญาณ	33
3.4 แสดงการทำงานของภาครับสัญญาณ	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.5 แสดงการอินเตอร์เฟสสัญญาณด้าน out put	34
3.6 าเล็อคไดอะแกรมของชุดควบคุมอุปกรณ์	34
3.7 แสดงวงจรการทำงานของชุดควบคุมอุปกรณ์	35
3.8 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณ	36
3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครื่องรับสัญญาณ	37
3.10 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของชุดควบคุมอุปกรณ์	38
4.1 แสดงการสร้างชุดส่งสัญญาณ	39
4.2 แสดงการออกแบบ PCB	39
4.3 แสดงภาพชุดรับสัญญาณ	40
4.4 แสดงการออกแบบ PCB	41
4.5 แสดงการสร้างชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	42
4.6 แสดงการออกแบบ PCB	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความสามารถในการควบคุมเครื่องมือเครื่องใช้ให้สามารถทำงานได้โดยไม่ใช้สายไฟเชื่อมโยง แต่ผ่านตัวเชื่อมโยงที่เป็นแสงไฟ , เสียง , คลื่นวิทยุ , แสงอินฟราเรด หรือ คลื่นอัลตราโซนิก เราเรียกการควบคุมแบบนี้ว่า ระบบการควบคุมไร้สาย หรือ รีโมทคอนโทรล ซึ่งในปัจจุบันระบบการควบคุมไร้สายได้เข้ามามีความเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของคนเราเป็นอย่างมากโดยเฉพาะเครื่องมือเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน

ในปริญญานิพนธ์นี้จึงได้นำเอาแนวความคิด ในการรับและส่งสัญญาณแบบไร้สายโดยใช้แสงอินฟราเรด (Infrared) มาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์แสงสว่าง โดยมี ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหลัก ในการประมวลผลการควบคุมการทำงานและการเชื่อมต่อของวงจรส่วนต่างๆ

วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาการรับส่งข้อมูลแบบ อินฟราเรด
- เพื่อศึกษาการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบ อินฟราเรด

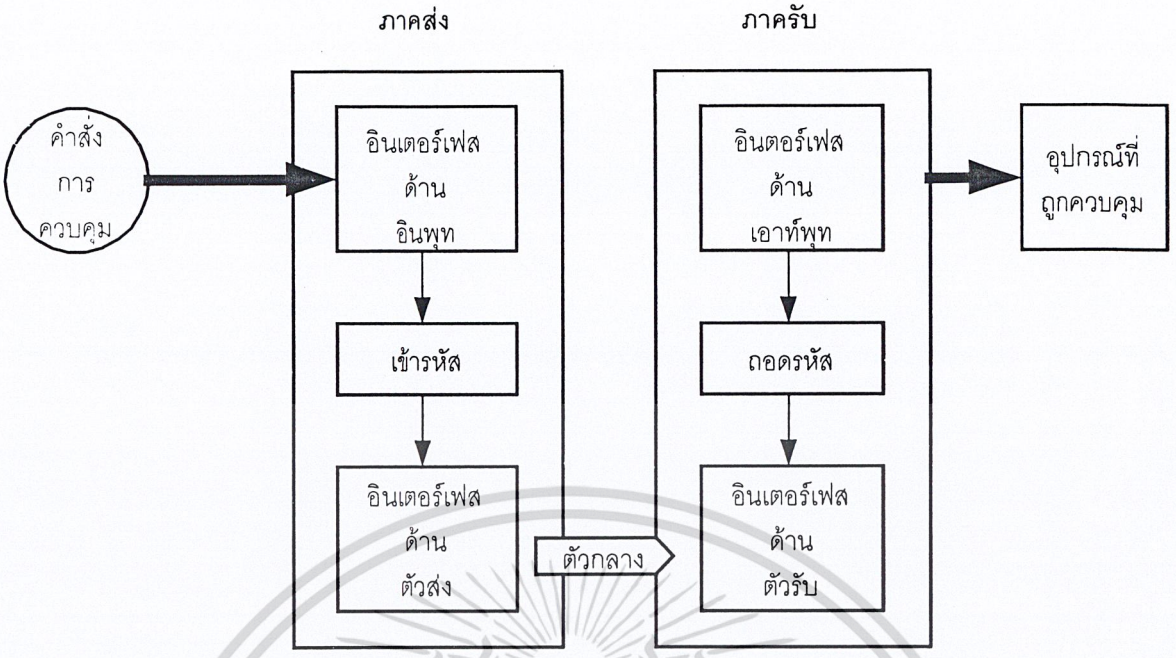
ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

- สร้างชุดส่งรีโมท โดยมีการเข้ารหัสแบบ SONY
- สร้างชุดรับรีโมท โดยสามารถถอดรหัสแบบ SONY
- สร้างชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบ เปิดปิด 2 ช่องสัญญาณ
- สร้างชุดควบคุมในการเพิ่มและลดแสงสว่าง 1 ช่อง

หลักการพื้นฐานของรีโมทคอนโทรล

จากบล็อกไดอะแกรมในภาพที่ 1.1 แสดงโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลทั่วไป ในลักษณะของการควบคุมแบบทางเดียว เริ่มจากตัวกำหนดคำสั่งที่ใช้สำหรับการควบคุมว่ามีคำสั่งอะไรบ้าง ชุดคำสั่งทั้งหมดมีกี่คำสั่ง เป็นต้น เมื่อมีการกำหนดรูปแบบของคำสั่งแล้ว รูปแบบของคำสั่งที่ถูกเลือก จะถูกส่งไปยังภาคส่งสัญญาณที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ หรือรวมสัญญาณควบคุมให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.1 โครงสร้างของระบบรีโมทคอนโทรล

โดยทำการเข้ารหัสสัญญาณให้แต่ละคำสั่งมีรหัสเฉพาะของตัวมันเองให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าก่อนที่จะถูกส่งออกไปยังภาครับโดยตัวอินเตอร์เฟสภาครับต้องเข้าใจได้ นั่นคือต้องเป็นระบบเดียวกัน สัญญาณที่ถูกส่งออกมาอาจอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณแสงหรือสัญญาณเสียงความถี่สูง สัญญาณนี้สามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นสายนำสัญญาณ หรือผ่านตัวกลางอากาศ ขึ้นกับระบบที่ออกแบบ เมื่อสัญญาณที่เข้ามายังเครื่องรับหรือภาครับ จะถูกตัวอินเตอร์เฟสทำหน้าที่แปลงสัญญาณ ให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าที่เข้ากับระบบของตัวรับ ก่อนถอดรหัสเพื่อทราบวัตถุประสงค์ของคำสั่ง จากนั้นส่วนของวงจรอินเตอร์เฟสด้านเอาต์พุทจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ต้องการ โดยทั่วไปใช้ลักษณะตัวกลางที่ใช้ติดต่อระหว่างตัวรับกับตัวส่งแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ สำหรับการส่งสัญญาณคือ

- การส่งผ่านข้อมูลแบบใช้สาย เป็นการใช้สายสัญญาณส่งผ่านข้อมูลต่างๆเพื่อควบคุมด้านปลายทางซึ่งการควบคุมแบบนี้มีเสถียรภาพดี แต่มีข้อเสียคือ ค่าใช้จ่ายสูงและมีการลดทอน (loss) ในสาย
- การส่งผ่านข้อมูลแบบใช้แสง โดยมากใช้แสงอินฟราเรด ใช้ง่าย สะดวก แต่มีข้อเสียคือ ส่งได้ระยะทางไม่ไกลมากและมีทิศทางมุมรับส่งที่จำกัด
- การส่งผ่านข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุ นิยมใช้ในการส่งข้อมูลในระยะทางไกล ๆ การควบคุมทำได้เที่ยงตรง แต่ยากในการสร้างและมีราคาแพง

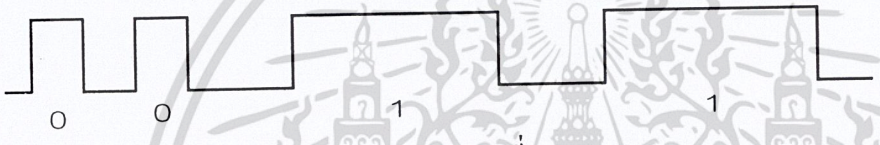
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีหรือหลักการ

รูปแบบการส่งของ Remote Control

การส่งรีโมท จะส่งคลื่นที่เป็นสัญญาณ Infrared โดยใช้ Photo diode ในการส่งและจะทำการรับสัญญาณโดยใช้ Another photo diode ในการรับสัญญาณ โดยมีคลื่นความถี่พาห์ของสัญญาณเท่ากับ 40 KHz เป็นแหล่งจ่ายในการส่ง สัญญาณทางด้าน Input และ สัญญาณ Out put ที่ออกมาจะเป็น Binary pulse โดยมีรูปแบบการส่ง 3 แบบดังนี้

- Pulse code ใช้ความกว้างของ Pulse ในการกำหนดค่า Data

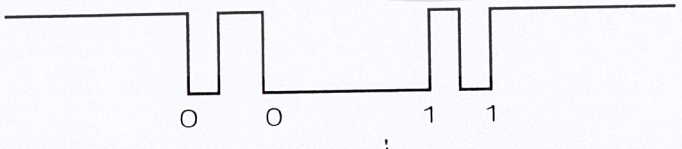


ภาพที่ 2.1 PULSE CODE

- Space code ใช้ความกว้างระหว่างสัญญาณ ในการกำหนด Data

ภาพที่ 2.2 SPACE CODE

- Shift code แสดงค่าตามการทำงานของ pulse



ภาพที่ 2.3 SHIFT CODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปแบบที่กล่าวมาสัญญาณ จะถูกส่งออกมาทางหัวของ Photo diode ในรูปแบบที่กำหนดมามี 2 ส่วนด้วยกันคือ Address : Command :

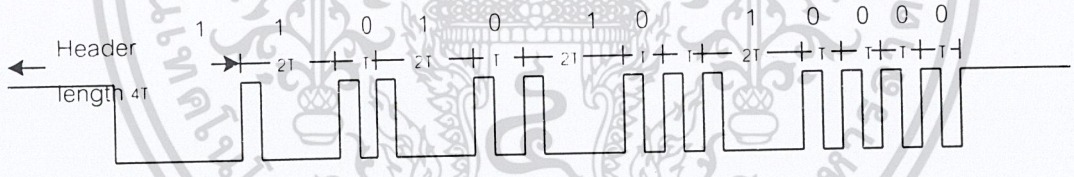
คุณสมบัติของ Remote Control

- Data ที่ส่งออกเป็น Pulse code
- ในการกด Key ในแต่ละครั้งข้อมูลจะถูกส่งออกมา เท่ากับ 25 ms
- การส่ง Pulse code ของ อินฟราเรด จะใช้คลื่นความถี่พาห์ เท่ากับ 40 KHz
- สัญญาณที่ส่งจะส่งออกมาเป็น Bit ทั้งหมด 12 Bit ใน 1 Bit หรือ T = 550 µs โดย Header length = 4T
- กำหนด Bit ที่เท่ากับ 0 = Pulsewithlength T
- กำหนด Bit ที่เท่ากับ 1 = Pulsewithlength 2T
- แบ่ง Bit ทั้ง 12 Bit ออกเป็น MSB กับ LSB

  First 7Bit คือ Command

  Last 5Bit คือ Address

ตัวอย่าง



ภาพที่ 2.4 แสดงสัญญาณเมื่อมีการกดคีย์

$_{MSB}$101010010000$_{LSB}$ => 12 Bit

LSB = 00001

MSB = 0010101 => 001 | 0101

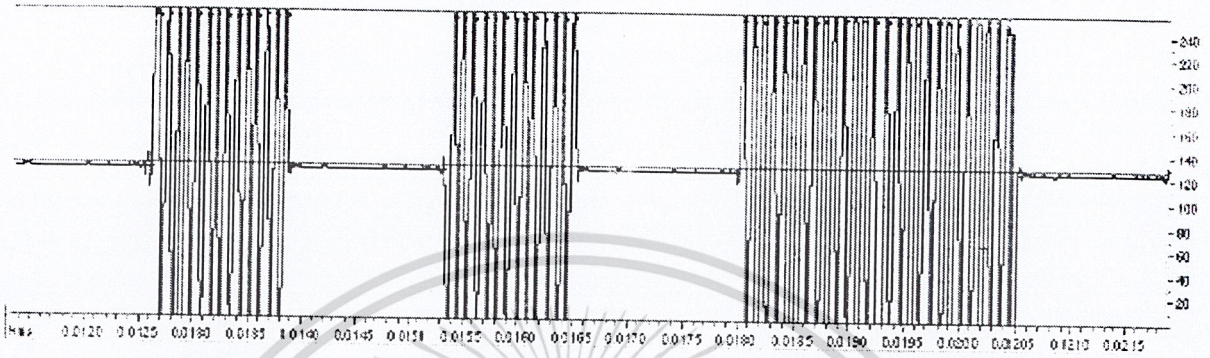
1 | 5

Sony IR Protocal

- IR Background(Sony Protocal) ใช้พื้นฐานของ Baseband แบบ Amplitude Modulation (AM) ในการส่งสัญญาณ โดยการผสมสัญญาณด้วย Amplitude แหล่งจ่ายอื่นๆของแสง IR (เช่นแสง regular light bulbs และหลอด fluorescent) ไม่มีผลต่อการทำงานของระบบการรับ ในแต่ละสัญญาณ

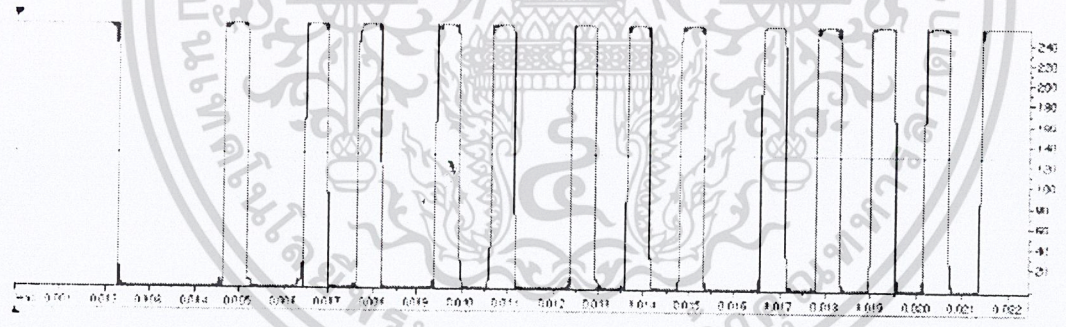
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

baseband ดั้งเดิมจะมีการ Modulate Amplitude ที่ 40KHz. ซึ่งเหมือนกับภาพที่ 2.5 เมื่อรีโมททำการส่ง pulse มันจะทำการส่ง burst ของแสง IR 40 KHz. โดยสัญญาณอินฟราเรดไม่ได้ถูกส่งจะเว้นช่องสัญญาณไว้ แต่เมื่อสัญญาณอินฟราเรดถูกส่งจะแสดงค่าตามขนาดความกว้างของPluseโดยการ Modulate สัญญาณ



ภาพที่ 2.5 การมอดูเลชั่นสัญญาณอินฟราเรดทางแอมปลิจูด

แล้วจะทำการถอดสัญญาณ โดยวงจรรับที่ออกแบบมาอย่างเหมาะสม ซึ่งแสดงได้ดังรูป



ภาพที่ 2.6 สัญญาณการถอดรหัส

สัญญาณที่แสดงในภาพที่ 2.6 เกิดขึ้นโดยใช้อุปกรณ์รับ IR รุ่น 6 P1U58X จาก Sharp จะผลิตสัญญาณต่ำ (0 v) เมื่อมันรับค่าแสง 40 KHz. และจะผลิตสัญญาณสูง (5 v) เมื่อมันได้รับแสง

- Sony Protocal ในแต่ละคำสั่งนั้น รีโมทจะส่งรหัสคำ 12 bit ซึ่งรวมหัวของข้อมูลแล้ว แต่ละข้อมูลจะมีขนาด 45 ms หลังจากการถอดรหัสแล้ว รหัสคำ 12 bit จะถูกแยกออกเป็น 2 ส่วน 5 bit ใช้เป็นรหัสประจำอุปกรณ์และ 7 หลักจะเป็น Botton code รหัสประจำอุปกรณ์ 5 bit ใช้เพื่อให้ทราบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังควบคุมอุปกรณ์ตัวใดอยู่ การทำงานนี้จะทำใช้รีโมทเพียงตัวเดียว สามารถควบคุมอุปกรณ์ต่างๆได้หลายชนิด ส่วน 7 bit ที่เป็น Botton code ประกอบด้วยค่าต่างๆของปุ่มที่เราทำการกด

- การทำงานเมื่อไม่มีสัญญาณใดๆส่งมาสัญญาณ IR ที่ Demodulate มาจะอยู่ในสถานะ High (ไม่มีแสง IR) เมื่อผู้ควบคุมทำการกดปุ่มสัญญาณ IR นี้จะถูก drop เป็นสถานะ low (มีแสง IR 40 KHz.) นี่คือบิตเริ่มต้นซึ่งมีขนาด 2.4 ms (milisec) หลังจาก bit เริ่มต้นถูกส่งมารีโมทจะทำการส่งรหัส 12 bit ซึ่งเริ่มต้นด้วย LSB ละจบด้วย MSB ในแต่ละ bit ของคำจะถูกเข้ารหัสในรูปของแบบและวิธีดังนี้ เริ่มแรกรีโมทจะไม่ส่งสัญญาณใดๆเป็นเวลา 0.6 ms.ในเวลานี้จะใช้สำหรับกระบวนการ Synchronization ถัดมารีโมทจะส่งสัญญาณแสง IR 40 KHz. เป็นเวลา 0.6 ms. เพื่อให้แสดงค่า “0” หรือ 1.2 ms. เพื่อแสดงค่า “1” ในแต่ละ bit ทั้งหมดก็จะถูกส่งออกมาแล้วสัญญาณ IR ก็จะกลับสู่สภาวะ High (ไม่มีแสง IR) ก็จะสิ้นสุดการกด

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84

PIC16F84 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC (Peripheral Interface Controller) ของไมโครชิป เทคโนโลยี (Microchip Technology) ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC มีด้วยกันหลายเบอร์ แต่ละเบอร์ก็จะมีขีดความสามารถแตกต่างกันไป สำหรับในด้านการเรียนรู้เบื้องต้น เบอร์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ PIC16F84 เนื่องจากภายใน PIC16F84 มีหน่วยความจำโปรแกรม (program memory) เป็นแบบแฟลช (Flash) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนและลบได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้านับพันครั้ง เมื่อผู้เรียนหรือผู้ใช้งานต้องการพัฒนาโปรแกรมก็สามารถทำได้อย่างสะดวก

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ที่จัดอยู่ในกลุ่มของไมโครโปรเซสเซอร์แบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) กล่าวคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้จะมีชุดคำสั่งน้อยมากเพียง 35 สั่งพื้นฐานเท่านั้นและทุกคำสั่งสามารถทำงานให้เสร็จสิ้นได้ด้วยการใช้สัญญาณนาฬิกาเพียงลูกเดียว ทั้งยังทำงานในลักษณะไปป์ไลน์ (pipe line) เหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์ในสมัยใหม่ ความเร็วในการทำงาน จึงสูงมากเมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์อื่นที่ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเท่ากัน

คุณสมบัติทางเทคนิคของPIC16F84สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ส่วนของเพอริเฟอรัล (Peripheral) และคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ

คุณสมบัติทางเทคนิคของหน่วยประมวลผลกลางภายใน PIC16F84

- หน่วยประมวลผลกลางเป็นแบบ RISC
- มีคำสั่งเพียง 35 คำสั่ง ขนาด 14 บิต
- ทุกคำสั่งใช้เวลาในการประมวลผลเพียง 1 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกา หรือประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

250 นาโนวินาทีที่สัญญาณนาฬิกาความถี่ 4 MHz. ยกเว้นชุดคำสั่งการกระโดดจะใช้เวลา 2 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกา

- ประมวลผลข้อมูลขนาด 8 บิต
- มีรีจีสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ 15 ตัว
- มีสแต็ก 8 ระดับ
- มีโหมดการอ้างอิงแอดเดรส 3 โหมดคือ แบบโดยตรง (direct) แบบโดยอ้อม (indirect) และแบบสัมพัทธ์ (relative)
- มีแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ 4 แหล่งได้แก่
  1. รับสัญญาณจากภายนอก โดยป้อนสัญญาณอินเตอร์รัปต์เข้าที่ขา RB0/INT
  2. จากไทเมอร์ TMR0 เกิดโอเวอร์โฟลว์
  3. เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงที่พอร์ต B (ขา RB4-RB7)
  4. เมื่อการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำอีอีพรอมเสร็จสิ้นสมบูรณ์
- หน่วยความจำข้อมูล (data memory) เป็นแบบอีอีพรอมสามารถลบและเขียนใหม่ได้ประมาณล้านครั้งและเก็บข้อมูลได้นาน 40 ปี
- ขนาดหน่วยความจำโปรแกรมซึ่งเป็นแบบแฟลชมีขนาด 1 กิโลเวิร์ด (1 เวิร์ดของ PIC16F84 มีขนาด 14 บิต) หน่วยความจำอีอีพรอมภายใน 64 ไบต์ และหน่วยความจำแรม 68 ไบต์ซึ่งใช้เป็นรีจิสเตอร์

คุณสมบัติทางเทคนิคของเพอริเฟอรัลใน PIC16F84

- มีขาอินพุตเอาต์พุต 13 ขา สามารถกำหนดเป็นขาอินพุตหรือเอาต์พุตได้อย่างอิสระ
- กระแสซิงก์ ซอร์สของแต่ละขาอินพุตเอาต์พุตสูงพอที่จะขับ LED ได้โดยตรง
- กระแสซิงก์สสูงสุด 25 mA ต่อขา
- กระแสซอร์สสูงสุด 20 mA ต่อขา
- มีไทเมอร์คาน์เตอร์ขนาด 8 บิต คือ TMR0 พร้อมกับปรีสเกลเลอร์ขนาด 8 บิตที่สามารถโปรแกรมได้

คุณสมบัติอื่น ๆ

- มีเพาเวอร์ออนรีเซตในตัว (POR: Power-On Reset)
- มีเพาเวอร์อัปไทเมอร์ในตัว (PWRT: Power-up Timer)
- มีออสซิลเลเตอร์สตาร์ตอัปไทเมอร์ (OST: Oscillator Start-up Timer)
- มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ (WDT: Watch Dog Timer) พร้อมกับวงจรออสซิเลเตอร์ RC ภายในเพื่อช่วยให้การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์มีเสถียรภาพยิ่งขึ้น
- ป้องกันการคัดลอกข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรม
- มีโหมดประหยัดพลังงานหรือโหมดสลีป (Sleep mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเขียนข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบอนุกรมผ่านขาใช้งานเพียง 2 ขา
- ย่านไฟเลี้ยง 2.0-6.0 V
- ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า

<2 mA ที่ไฟเลี้ยง +5 V สัญญาณนาฬิกาความถี่ 4 MHz

15 mA ที่ไฟเลี้ยง +2 V สัญญาณนาฬิกาความถี่ 32 kHz

<1μA ที่ไฟเลี้ยง +2 V ขณะสแตนด์บาย

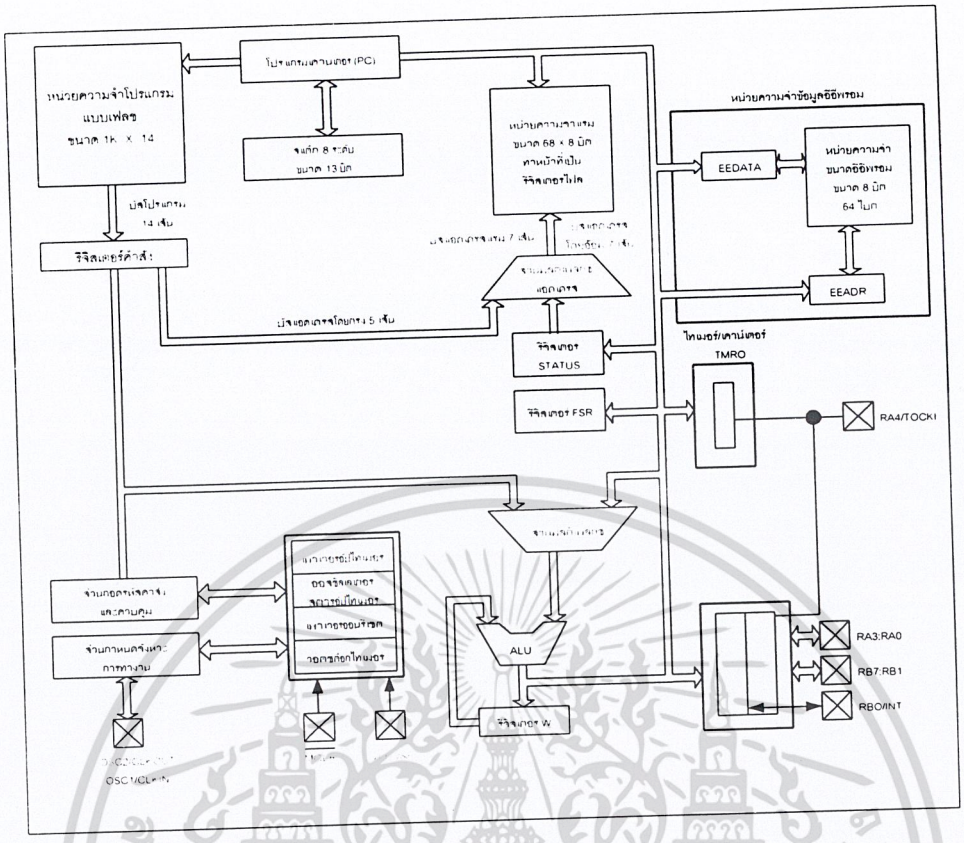
สถาปัตยกรรมของ PIC16F84

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 ได้รับการบรรจุหน่วยประมาณผล , หน่วยความจำ , หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และหน่วยอินพุตเอาต์พุตไว้พร้อมสรรพ ทั้งยังมีไทเมอร์และวอตซ์ด็อกครบถ้วนสมบูรณ์ ดังแสดงสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84ในภาพที่ 2.3 PIC16F84 มีการจัดสรรหน่วยความจำดังนี้

- หน่วยความจำโปรแกรม มีโครงสร้างเป็นหน่วยความจำแบบแฟลช มีขนาด 1 กิโลเวิร์ด โดยใน 1 เวิร์ดของ PIC16F84 มีขนาด 14 บิต
- หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม ขนาด 64 ไบต์
- หน่วยความจำข้อมูลแรม ได้รับการกำหนดให้ทำงานเป็นรีจีสเตอร์กำหนดแฟ้มข้อมูล หรือรีจีสเตอร์ไฟร์ขนาด 68 ไบต์

การเข้าถึงหน่วยความจำทั้งหมดของหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียูกลาง หรือซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์นี้สามารถทำได้ทั้งในลักษณะโดยตรง ,โดยอ้อม และแบบสัมพัทธ์ โดยมีรีจีสเตอร์ FSR (File Select Register) ทำหน้าที่ในการควบคุมการเข้าถึงหน่วยความจำแบบโดยอ้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



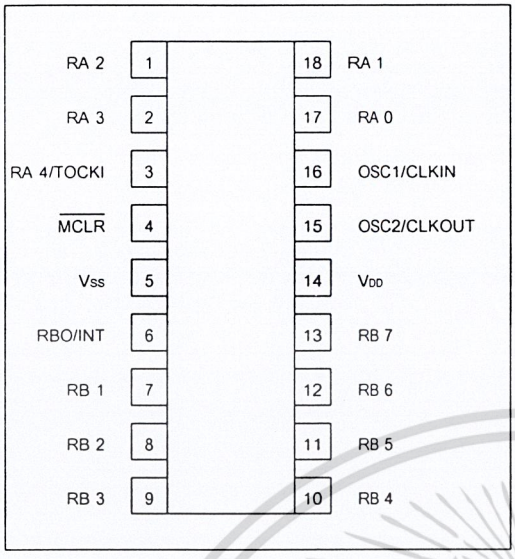
ภาพที่ 2.7 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามคำสั่งที่กำหนดให้ข้อมูลของชุดคำสั่งจะถูกนำไปเก็บไว้ในรีจีสเตอร์คำสั่ง (Instruction register) จากนั้นจะถูกส่งต่อไปยังวงจรถอดรหัส เพื่อทำการควบคุมไทเมอร์ทั้งหมดภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนั้นยังส่งไปควบคุมหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านวงจรมัลติเพล็กซ์ด้วย

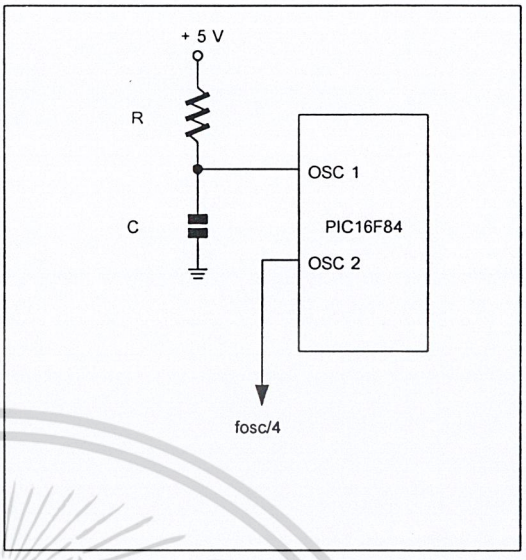
ใน PIC16F84 มีไทเมอร์ / เคาน์เตอร์ ขนาด 8 บิต 1 ตัวคือ TMR0 ภายในไทเมอร์/เคาน์เตอร์ตัวนี้มีปรีสเกลเลอร์ขนาด 8 บิต ที่สามารถโปรแกรมได้ โดยสามารถรับสัญญาณอินพุตจากภายนอกผ่านทางขา RA4/T0CKI หรือเลือกรับสัญญาณนาฬิกาจากภายในก็ได้

หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Arithmaitc Logic Unit:ALU) มีขนาด 8 บิต สามารถทำการบวก, ลบ, เลื่อนข้อมูล ซึ่งซีพียูจะไม่สามารถเข้าถึงรีจีสเตอร์ Q นี้โดยตรง เมื่อ ALU ทำงานจะมีผลต่อบิตทด (carry bit), บิตหลักทด (digit carry) และบิตศูนย์ (zero bit) ในรีจีสเตอร์ STATUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้PIC16F84



ภาพที่ 2.9 การป้อนสัญญาณนาฬิกาตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ (โหมด RC)

ในส่วนของพอร์ตอินพุตใน PIC16F84 มีด้วยกัน 2 พอร์ต คือ พอร์ต A และ B โดยในพอร์ต A มี 5 บิตคือ RA0-RA4 สำหรับขา RA4 ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกให้แก่ TMR0 1 ด้วย ส่วนพอร์ต B มี 8 บิตคือ RB0-RB7 สำหรับขา RB0 ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ด้วย

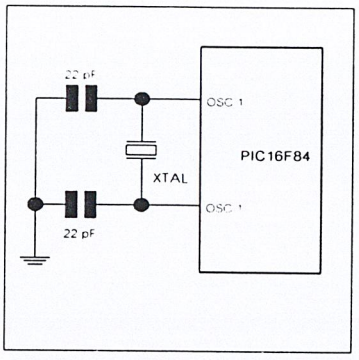
การกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 เป็นหน้าที่ของส่วนกำเนิดจังหวะการทำงาน (timing generation) ซึ่งต้องทำงานสัมพันธ์กับไทเมอร์ทั้ง 3 ตัวคือ เพาเวอร์อัปไทเมอร์, ออสซิลเลเตอร์อัปไทเมอร์ และวอตช์ด็อกไทเมอร์ สำหรับ PIC16F84 สามารถใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกโดยต่อสัญญาณเข้าที่ขา OSC1 และ OSC2 หรือใช้สัญญาณนาฬิกาภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ได้ด้วยการต่อตัวต้านทานและตัวเก็บประจุเพิ่มเติม

การจัดขาของ PIC16F84

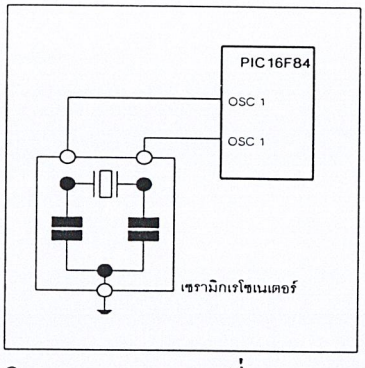
ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 บรรจุอยู่ในตัวถึง 2 แบบคือ PDIP (Plastic Dual-In Line package) ซึ่งมีลักษณะเดียวกับไอซีแบบตีนตะขาบที่พบเห็นโดยทั่วไป และแบบ SOIC อันเป็นตัวถังแบบที่ใช้ติดตั้งบนผิวหน้าของแผ่นวงจรพิมพ์ ตัวถังทั้งสองแบบของ PIC16F84 มีขาต่อใช้งานทั้งสิ้น 18 ขา ดังแสดงในภาพที่ 2.8 ซึ่งสามารถจัดขาต่อใช้งานของ PIC16F84 เป็น 4 กลุ่มคือ

- กลุ่มสัญญาณนาฬิกา มี 2 ขา คือ OSC1/CLKIN (ขา 16) และ OSC2/CLKOUT (ขา15
- กลุ่มขาควบคุม มี 1 ขาคือ MCLR (ขา 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้คริสตอล



ภาพที่ 2.11 การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้เซรามิกเรโซเนเตอร์

- กลุ่มขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต มี 13 ขา แบ่งเป็นขาพอร์ต A 5 ขา ได้แก่ RA0-RA4 (ขา 17 , 18 , 1 , 2 และ 3) และพอร์ต B ได้แก่ ขา RB0-RB7 (ขา 6 ถึง ขา 13)

- กลุ่มขาไฟเลี้ยง มี 2 ขา คือ ขา V_{SS} (ขา 5) หรือขาต่อกราวด์ และขา V_{DD} (ขา 14) หรือขาต่อไฟเลี้ยง ปกติใช้ +5 V

สำหรับรายละเอียดโดยสรุปของขาต่อใช้งานทั้งหมดแสดงในตารางที่ 2.1

การป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ PIC16F84 สามารถเลือกได้ 4 วิธี ดังนี้

- RC – เป็นการใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุร่วมกับแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง
- XT – ใช้คริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์
- HS – ใช้คริสตอลความถี่สูง (มากกว่า 4 MHz)
- LP – ใช้คริสตอลกำลังงานต่ำ

อาจสรุปได้ว่า การป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ PIC16F84 ทำได้ 3 วิธีใหญ่ โดยใช้อุปกรณ์รูปแบบคือ ตัวต้านทานร่วมกับตัวเก็บประจุ, เซรามิกเรโซเนเตอร์ และคริสตอล

การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ(RCclock circuit)

การใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุเพื่อกำหนดความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดและใช้งบประมาณต่ำที่สุด โดยสามารถเลือกความถี่ของสัญญาณนาฬิกา ได้จากการกำหนดค่าของตัวต้านทานและตัวเก็บประจุดังแสดงวงจรในภาพที่ 2.9

ชื่อขา	ขาที่	ชนิดของขา	ชนิดของบัฟเฟอร์ที่ต่ออยู่	รายละเอียด
OSC1/CLKIN	16	อินพุต	ชมิตต์ทริกเกอร์ มอส[3]	-เป็นขาสำหรับรับสัญญาณนาฬิกาจากคริส-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

				ตอล หรือจากแหล่งกำเนิดนาฬิกา จากภาย นอก
OSC2/CLKO UT	15	เอาต์พุต	-	-เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณนาฬิกา ออก -หากทำงานในโหมดคริสตอลให้ ต่อกับขาหนึ่งของคริสตอลหรือ เซรามิกเรโซเนเตอร์ -สัญญาณนาฬิกาที่ออกจากขานี้ จะมีความถี่เท่ากับ1/4 ของความถี่ ที่ขา OSC1
$\overline{\text{MCLR}}$	4	อินพุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	-เป็นขาสำหรับรับสัญญาณรีเซต โดยทำงานที่ ลอจิก “0” -เป็นขารับแรงดันสำหรับ โปรแกรมหรือเขียน ข้อมูลลงในตัวไมโครอนโทรล เลอร์ด้วย
ขาสัญญาณพอร์ต A				
RA0 RA1 RA2 RA3 RA4 TOCKI	17 18 1 2 3	อินพุต/เอาต์พุต อินพุต/เอาต์พุต อินพุต/เอาต์พุต อินพุต/เอาต์พุต อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล ทีทีแอล ทีทีแอล ทีทีแอล ชมิทต์ทริกเกอร์	-เป็นขาอินพุตเอาต์พุต 2 ทิศทาง ทุกขา -เฉพาะขานี้ใช้เป็นขารับสัญญาณ นาฬิกาให้แก่ TMRO ด้วย
ขาสัญญาณพอร์ต B				
RBO INT RB1 RB2 RB3 RB4	6 7 8 9 10	อินพุต/เอาต์พุต อินพุต/เอาต์พุต อินพุต/เอาต์พุต อินพุต/เอาต์พุต อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริก เกอร์[(1)] ทีทีแอล ทีทีแอล ทีทีแอล	-เป็นขาอินพุตเอาต์พุต 2 ทิศทาง ทุกขา -ขา RBO/INT ใช้เป็นขาอินพุต รับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RB5 RB6 RB7	11 12 13	อินพุต/เอาต์พุต อินพุต/เอาต์พุต อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล ทีทีแอล ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์ (2) ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์ (2)	-ขา RB4-RB7 ยังใช้เป็นขาที่ทำให้เกิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ โดยการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกที่ขานี้ -ขา RB6 ยังใช้เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาของการโปรแกรมแบบอนุกรมด้วย ในขณะที่ขา RB7 ใช้เป็นขารับข้อมูลของการโปรแกรมแบบอนุกรม
ขาไฟเลี้ยง				
Vss VDD	5 14	ขาต่อไฟเลี้ยง ขาต่อไฟเลี้ยง	- -	- ต่อกับกราวด์ - ต่อกับไฟเลี้ยงบวก ตั้งแต่ 2-6 V

หมายเหตุ : *(1) บัฟเฟอร์นี้จะมีอินพุตเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์เมื่อมีการกำหนดให้เป็นขารับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก*

(2) บัฟเฟอร์นี้จะมีอินพุตเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์เมื่อใช้ในการโหมดของการโปแกรมแบบอนุกรม

(3) บัฟเฟอร์นี้จะมีอินพุตเป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์เมื่อกำหนดให้ออสซิลเลเตอร์ทำงานโหมด RC

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดของขาต่อใช้งานทั้งหมดของ PIC16F84

การป้อนสัญญาณนาฬิกาแบบนี้เหมาะสำหรับงานที่มีการควบคุมขนาดของวงจร มีพื้นที่ของแผ่นวงจรพิมพ์จำกัด และต้องเป็นงานที่ไม่เข้มงวดเรื่องความแม่นยำ และเสถียรภาพของความถี่ของสัญญาณนาฬิกามากนัก

การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้คริสตอล

แสดงวงจรตามภาพที่2.10 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบนี้มีความเที่ยงตรงสูงมาก ส่งผลให้การคำนวณเกี่ยวกับการหน่วงเวลาในการเขียนโปรแกรมกระทำได้อย่างแม่นยำมากขึ้น สัญญาณนาฬิกาจะป้อนเข้าที่ขา OSC1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 จะทำการหารความถี่ลง 4 เท่า เพื่อให้เกิดสัญญาณนาฬิกาภายในมีความถี่ 1 MHz ในกรณีที่ใช้คริสตอลค่า 4 MHz ในขณะที่ขา OSC2 จะมีสัญญาณที่มีความถี่เท่ากับ ¼ เท่าของความถี่ที่ขา OSC1

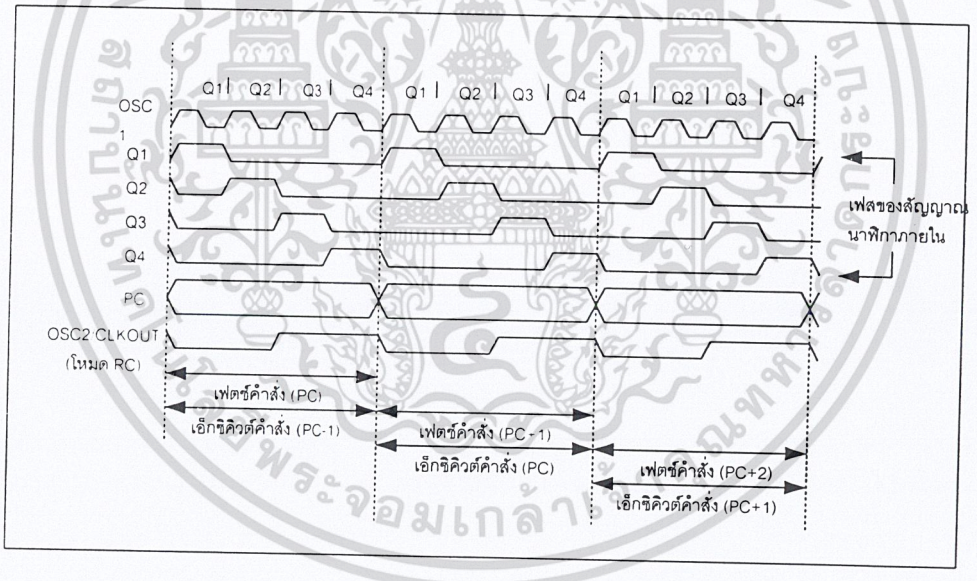
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่กำหนดความถี่ของสัญญาณนาฬิกาภายในเท่ากับ 1 MHz ทำให้เวลาของการทำงาน 1 คำสั่งซึ่งจะใช้สัญญาณนาฬิกา 1 ไซเกิล มีค่าเท่ากับ 1 ไมโครวินาที แต่ถ้าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ขา OSC1 มีการเปลี่ยนแปลง คาบเวลาของ 1 ไซเกิลทำงานก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้เซรามิกเรโซเนเตอร์

แสดงวงจรตามภาพที่ 2.11 ภายในเซรามิกเรโซเนเตอร์ จะมีตัวเก็บประจุค่าน้อยๆ ต่อร่วมอยู่ด้วย เพื่อช่วยให้สัญญาณนาฬิกาที่ออกมาจากเซรามิกเรโซเนเตอร์มีคุณภาพเพิ่มมากขึ้น ทั้งในแง่ความเที่ยงตรงของความถี่และความเพี้ยนของรูปสัญญาณ อย่างไรก็ตามในการใช้เซรามิกเรโซเนเตอร์ในการป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 มีความยาวน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

เมื่อพิจารณา โดยรวมแล้วอุปกรณ์ที่ควรใช้ในการสร้างสัญญาณนาฬิกาให้แก่ไมโคคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 คือ คริสตอล เว้นแต่ในงานที่ไม่ต้องการความแม่นยำในเรื่องของคาบเวลามากนักและต้องการลดต้นทุนก็สามารถใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุในการสร้างสัญญาณนาฬิกา



ภาพที่ 2.12 ไดอะแกรมเวลาแสดงจังหวะการทำงานของ PIC16F84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.movlw 0x55	เฟตช์ 1	เอ็กซิคิวต์ 1			
2.movwf PORTB		เฟตช์ 2	เอ็กซิคิวต์ 2		
3.call SUB1			เฟตช์ 3	เอ็กซิคิวต์ 3	
4.bsf PORTA,3				เฟตช์ 4	"ฟลัช"
					เฟตช์ SUB1	เอ็กซิคิวต์ SUB 1

ช่วงเวลา "ฟลัช" หมายถึง ช่วงเวลาที่ซีพียูทำงานคำสั่งก่อนหน้า ยังไม่เสร็จสิ้น เนื่องจากต้องทำการค้นหาตำแหน่งแอดเดรสของโปรแกรมย่อยที่ต้องกระโดดไปทำงาน ช่วงเวลาแบบนี้จะเกิดขึ้น เมื่อซีพียูกระทำคำสั่งเกี่ยวกับการกระโดด ในขณะเดียวกันซีพียูก็จะทำการเฟตช์คำสั่งต่อไปพร้อมๆ กัน ทำให้ซีพียูสามารถทำงานได้เสมือนหนึ่งว่า 1 คำสั่งใช้เวลา 1 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกาเช่นเดิม เทคนิคลักษณะนี้เรียกว่า "ไปป์ไลน์" (pipeline) ซึ่งเป็นที่นิยมมากในไมโครโปรเซสเซอร์สมัยใหม่

ภาพที่ 2.13 แสดงลักษณะการทำงานแบบไปป์ไลน์ที่ใช้ใน PIC16F84

จังหวะสัญญาณนาฬิกาและไซเกิลการทำงานของ PIC16F84

สัญญาณนาฬิกาอินพุตของ OSC1 จะถูกหารด้วย 4 แล้วแบ่งเป็น 4 ช่วง กำหนดเป็น Q1, Q2,Q3 และ Q4 โปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) ภายในซีพียูจะเพิ่มค่าขึ้นทุก ๆ ครั้งที่ช่วงสัญญาณนาฬิกา Q1

เมื่อโปรแกรมเคาน์เตอร์เพิ่มค่าขึ้น คำสั่งจะถูกเฟตช์จากหน่วยความจำโปรแกรม *(เฟตช์: Fetch หมายถึงการเรียกหรือการเข้าถึงคำสั่ง แล้วทำการถอดรหัสเป็นภาษาเครื่อง แล้วส่งให้แก่ซีพียูเพื่อเตรียมประมวลผล)* จากนั้นซีพียูทำการแลตช์ข้อมูลคำสั่งนั้นไว้ในรีจิสเตอร์คำสั่ง ที่ช่วงสัญญาณนาฬิกา Q4 คำสั่งจะถูกถอดรหัสและเอ็กซิคิวต์ *(executed : การกระทำตามคำสั่งที่กำหนดให้)* จนเสร็จสิ้นภายในช่วงสัญญาณนาฬิกา Q1-Q4 หรือภายใน 1 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกานั่นเอง

ในภาพที่ 2.12 เป็นไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะของสัญญาณนาฬิกากับการประมวลผลคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 ถ้าพิจารณาให้ดีจะพบว่า ไมโครคอนโทรล-เลอร์ PIC16F84 จะทำงาน โดยใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูกต่อหนึ่งคำสั่งเป็นอย่างน้อย แต่สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูก จะถูกแบ่งย่อยเป็น 4 ช่วงเพื่อกำหนดจังหวะการทำงานของซีพียูให้มีความชัดเจนมากขึ้น

ไซเกิลการทำงาน (instruction cycle) ของ PIC16F84 แบ่งเป็น 2 ไซเกิลคือ เฟตช์และเอ็กซิคิวต์ ประกอบด้วย 4 คิวไซเกิล (Q-cycle: Quadrature cycle) คือ Q1, Q2, Q3 และ Q4 การเฟตช์และเอ็กซิคิวต์คำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีลักษณะเป็นแบบไปป์ไลน์ (*pipeline การทำงานที่เหลื่อมกันในแต่ละขั้นตอน*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะทำให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้เร็วขึ้น) กล่าวคือ เมื่อซีพียูกระทำคำสั่งหนึ่ง โดยที่คำสั่งนั้นมี 2 ขั้นตอน เมื่อทำงานไปแล้ว 1 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนเฟตช์คำสั่ง ซีพียูจะเริ่มเฟตช์คำสั่งต่อไปทันทีพร้อม ๆ กับการเอ็กซิคิวต์คำสั่งก่อนหน้านี้ดังแสดงกระบวนการไปป์ไลน์ในภาพที่ 2.13

ข้อเด่นของไมโครคอนโทรเลอร์ ตระกูล PIC นี้อยู่ตรงที่การกระทำคำสั่งแบบไปป์ไลน์ อันเป็นกระบวนการกระทำคำสั่งที่ทันสมัย และเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในไมโครโปรเซสเซอร์ บนเครื่องคอมพิวเตอร์พีซี ตั้งแต่ระดับ 80286 เป็นต้นมา ทำให้การทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC นี้มีความเร็วสูงกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นที่ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเท่ากัน

ไซเกิลการเฟตช์คำสั่งเริ่มต้นในทุก ๆ คิวไซเกิลที่ 1 พร้อม ๆ กับคำสั่งข้อมูลที่ได้รับการเฟตช์จะถูกนำเข้าไปเก็บไว้ในรีจีสเตอร์คำสั่งในคิวไซเกิลที่ 1 (Q1) จากนั้นคำสั่งดังกล่าวจะได้รับการถอดรหัส และนำไปดำเนินการจนเสร็จสิ้นภายในคิวไซเกิลที่ 2-4 (Q2-Q4) โดยกำหนดให้ในคิวไซเกิลที่ 2 หน่วยความจำข้อมูลที่ใช้เก็บค่าโอเปอร์แรนด์จะถูกอ่าน และถูกเขียนข้อมูลใหม่เข้าไปแทนที่ในคิวไซเกิลที่ 4

กลับไปพิจารณาในภาพที่ 2.13 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 จะกระทำทุกคำสั่งให้เสร็จสิ้นภายใน สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูก (ตั้งแต่ Q1-Q4) ยกเว้นในกรณีที่เกิดการสั่งให้กระโดดไปกระทำคำสั่งในโปรแกรมย่อยอื่น ๆ ดังเช่นในไซเกิลการทำงานที่ 4 จะต้องการะทำคำสั่ง bsf PORTA,3 ในไซเกิลการทำงานที่ 3 มีการสั่งให้ซีพียูกระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อย SUB 1 ทำให้ซีพียูไม่สามารถกระทำคำสั่งในไซเกิลการทำงานที่ 4 ได้เสร็จสิ้นลง เพราะต้องกระโดดไปเฟตช์คำสั่งที่โปรแกรมย่อย SUB 1 ซีพียูจะกระทำคำสั่ง bsf PORT A,3 ค้างไว้ จนกว่าจะเสร็จสิ้นการทำงานในโปรแกรมย่อย SUB 1 เมื่อเรียบร้อยก็จะกระโดดกลับมากระทำคำสั่งที่ค้างไว้ให้เสร็จสิ้นช่วงที่เกิดการทำงานไม่เสร็จสิ้น อันเนื่องมาจากการกระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อยเรียกว่า ***ฟลัช (flush)*** จะเกิดขึ้นเมื่อซีพียูกระทำคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการกระโดดเสมอเนื่องจากคำสั่งนี้จะต้องใช้สัญญาณนาฬิกา 2 ลูก ซึ่งแตกต่างจากคำสั่งอื่น ๆ ที่สามารถดำเนินการเสร็จสิ้นได้ภายในสัญญาณนาฬิกาเพียงลูกเดียว

ชุดคำสั่งของ PIC16F84และการเข้าถึงรีจิสเตอร์

ไมโครชิป เทคโนโลยีผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ได้จัดแบ่งชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC ออกเป็น 3 กลุ่มคือ

- กลุ่มคำสั่งจัดการข้อมูลระดับไบต์กับรีจิสเตอร์ไฟล์ (Byte-oriented file register operations)เป็นกลุ่มคำสั่งที่ต้องเกี่ยวข้องหรือกระทำกับรีจิสเตอร์ไฟล์โดยตรง หรือโดยอ้อมโดยขนาดของข้อมูลที่ต้องประมวลผลอยู่ในระดับไบต์หรือ 8 บิต มีทั้งสิ้น 18 คำสั่ง
- กลุ่มคำสั่งจัดการข้อมูลระดับบิตกับรีจิสเตอร์ไฟล์ (Bit-oriented file register operations) เป็นกลุ่มคำสั่งที่ต้องเกี่ยวข้องหรือกระทำกับรีจิสเตอร์ไฟล์โดยตรงหรือโดยอ้อม โดยขนาดของข้อมูลที่ต้องประมวลผลอยู่ในระดับบิต มีทั้งสิ้น 4 คำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- กลุ่มคำสั่งจัดการกับค่าคงที่และควบคุมการทำงาน (literal and control operations) เป็นกลุ่มคำสั่งที่ผสมกันระหว่างการประมวลผลกับค่าคงที่ คำสั่งเกี่ยวกับการกระโดดไปยังโปรแกรมย่อยและออกจากโปรแกรมย่อย และคำสั่งกำหนดโหมดการทำงาน มีทั้งสิ้น 13 คำสั่ง

ความหมายของตัวแปรที่ควรทราบ

ในแต่ละคำสั่งของ PIC16F84 จะมีตัวแปรทีเกี่ยวข้องอยู่หลายตัว โดยจะเขียนต่อจากคำสั่งเพื่อเป็นการกำหนดหรือระบุว่า คำสั่งนั้น ๆ กระทำ หรือมีผลต่อรีจีสเตอร์หรือข้อมูลใดบ้าง สามารถสรุปรายละเอียดความหมายของตัวแปรทั้งหมดได้ดังนี้ .-

f เป็นค่าแอดเดรสของรีจีสเตอร์ไฟล์ ปกติมีค่าตั้งแต่ 0-127 ในการเขียนโปรแกรมต้องทำการเลือกแบงก์ให้ถูกต้องเสียก่อน โดยรีจิสเตอร์ไฟล์ที่ใช้งานทั่วไป มักจะอยู่ในแบงก์ 0 ของหน่วยความจำข้อมูล

d ใช้ระบุปลายทางที่เก็บผลลัพธ์ของการกระทำคำสั่งนั้น ๆ มีค่าได้ 2 ค่าคือ “0” และ ”1”

d = ”0” หลังจากกระทำคำสั่งแล้ว ผลลัพธ์ให้เก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ W

d = ”1” หลังจากกระทำคำสั่งแล้ว ผลลัพธ์ให้เก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ไฟล์ในคำสั่งนั้น ๆ

k หมายถึงค่าคงที่ใดๆ ในกรณีที่ใช้กับคำสั่งประมวลผลของทางคณิตศาสตร์และลอจิกและยังหมายถึงตำแหน่งแอดเดรสที่ต้องการให้กระโดดไปในกรณีที่ใช้กับคำสั่งการกระโดดเช่น CALL หรือ GOTO

b หมายถึงข้อมูลระดับบิตหรือบิตภายในรีจีสเตอร์ไฟล์ขนาด 8 บิต

W หมายถึงรีจิสเตอร์ W (แอกคิวมูเลเตอร์)

x หมายถึงตำแหน่งที่ไม่สนใจ เมื่อใช้กับแอสเซมเบลอร์ MPASM ของไมโครชิปจะกำหนดค่า x นี้เท่ากับ “ 0 ” โดยอัตโนมัติเว้นแต่จะมีการกำหนดเพจหรือหน้าของหน่วยความจำเป็นอย่างอื่น

label หมายถึงตำแหน่งของแอดเดรสที่ต้องการให้กระโดดไปทำงาน

<b> หมายถึงค่าในระดับบิต

TOS หมายถึงตำแหน่งบนสุดของสแต็ก (top of stack)

PC หมายถึงโปรแกรมเคาน์เตอร์

[ ] หมายถึงออปชั่น หรือส่วนเพิ่มเติม

( ) หมายถึงค่าของตัวแปรหรือข้อมูล

สำหรับค่าคงที่ของข้อมูลเลขฐานสิบหกที่เกี่ยวข้องในการเขียนโปรแกรม และอธิบายการทำงานของชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC จะมีการเขียนที่แตกต่างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยจะเขียนเป็น 0x00 ตัวเลข 2 หลักท้ายจะเป็นค่าของเลขฐานสิบหก ส่วน x โดยปกติจะมีค่าเป็น “0” การเขียนในลักษณะนี้ได้รับการกำหนดมาจากโปรแกรมแอสเซเบลอร์ MPASM 1 ของไมโครชิป จะเห็นได้ว่าไม่ต้องมีอักษร H ต่อท้าย แต่ถ้าหากค่าเป็นเลขฐานสิบ ใส่อักษร d ต่อท้ายด้วยเสมอ

รายละเอียดและการทำงานของคำสั่งในตารางที่ 2.2 เป็นตารางสรุปชุดคำสั่งทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ทั้งนี้ยังไม่รวมคำสั่งเทียมที่ใช้ประกอบในการเขียนโปรแกรม ซึ่งแตกต่างกันขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50356

อยู่กับการใช้ซอฟต์แวร์แอสเซมเบลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ควรใช้โปรแกรม MPASM ซึ่งผลิตโดยไมโครชิปเทคโนโลยี ซึ่งเป็นผู้ผลิตตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยโปรแกรม MPASM นี้ทางไมโครชิปแจกฟรี โดยสามารถดาวน์โหลดได้ทางอินเตอร์เน็ตที่ http://www.microchip.com

สำหรับการอธิบายถึงรายละเอียดการทำงานและตัวอย่างของแต่ละคำสั่งทั้งหมดของ PIC16F84 จะอธิบายเรียงลำดับตามตัวอักษรภาษาอังกฤษ ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายและสะดวกในการค้นหา

กลุ่มคำสั่งจัดการข้อมูลระดับไบต์ของริจิสเตอร์ไฟล์					
นีโมนิก โอเปอร์แรนด์	รายละเอียด	ไซเกิล	ออปโค้ด 14 บิต	บิตสถานะที่เกี่ยวข้อง	หมายเหตุ
addwf f,d	W + f	1	00 0111 dfff ffff	C, DC, Z	1
andwf f,d	W AND f	1	00 0101 dfff ffff	Z	1
clrf f	เคลียร์ค่าของ f	1	00 0001 1fff ffff	Z	1
clrw -	เคลียร์ค่าของ W	1	00 0001 0000 0011	Z	
comf f,d	คอมพลีเมนต์ f	1	00 1001 dfff ffff	Z	1
decf f,d	ลดค่า f	1	00 0011 dfff ffff	Z	1
decfsx f,d	ลดค่า f,ข้ามหนึ่งแอดเดรสถ้าค่าเป็น 0	1 (2)	00 1011 dfff ffff	ไม่มี	1, 2
incf f,d	เพิ่มค่า f	1	00 1010 dfff ffff	Z	1
incfsz f,d	เพิ่มค่า f,ข้ามหนึ่งแอดเดรสถ้าค่าเป็น 0	1 (2)	00 1111 dfff ffff	ไม่มี	1, 2
iorwf f,d	W OR f	1	00 0100 dfff ffff	Z	1
movf f,d	โอนย้ายข้อมูลไปยัง f	1	00 1000 dfff ffff	Z	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

movwf f.d	โอนย้ายข้อมูลจาก W ไปยัง f	1	00 0000 dfff ffff	ไม่มี	
nop f,d	ไม่มีการทำงาน	1	00 0000 0x00 0000	ไม่มี	
rlf f,d	เลื่อนข้อมูลไปทางซ้าย 1 บิตผ่านบิต C	1	00 1101 dfff ffff	C	1
rrf f,d	เลื่อนข้อมูลไปทางขวา 1 บิตผ่านบิต C	1	00 1100 dfff ffff	C	1
subwf f,d	f – W	1	00 0010 dfff ffff	C, DC, Z	1
swapf f,d	สลับค่า 4 บิตบนกับ 4 บิตล่างของ f	1	00 1110 dfff ffff	ไม่มี	1
xorwf f,d	W XOR f	1	00 0110 dfff ffff	Z	1

กลุ่มคำสั่งจัดการข้อมูลระดับบิตของรีจิสเตอร์ไฟล์

นิโมนิก โอเปอร์แรนด์	รายละเอียด	ไซเกิล	ออปโค้ด 14 บิต	บิตสถานะที่เกี่ยวข้อง	หมายเหตุ
bcf f,d	เคลียร์บิตของ f	1	01 00bb bfff ffff	ไม่มี	1
bsf f,d	เซตบิตของ f	1	01 01bb bfff ffff	ไม่มี	1
btfsc f,d	ตรวจสอบบิต ข้ามหนึ่งแอดเดรสถ้าเป็น “0”	1 (2)	01 10bb bfff ffff	ไม่มี	2
btfss f,d	ตรวจสอบบิต ข้ามหนึ่งแอดเดรสถ้าเป็น “1”	1 (2)	01 11bb bfff ffff	ไม่มี	2

กลุ่มคำสั่งจัดการกับข้อมูลค่าคงที่และควบคุมการทำงาน

นิโมนิก โอเปอร์แรนด์	รายละเอียด	ไซเกิล	ออปโค้ด 14 บิต	บิตสถานะที่เกี่ยวข้อง	หมายเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

addlw k	ค่าคงที่ + W	1	11 111x kkkk kkkk	C, DC, Z	
andlw k	ค่าคงที่ AND W	1	11 1001 kkkk kkkk	Z	
call k	เรียกโปรแกรมย่อย	2	10 0kkk kkkk kkkk	ไม่มี	
clrwdt -	เคลียร์ค่าของ WDT	1	00 0000 0110 0100	TO, PD	
goto k	กระโดดไปยังแอดเดรสที่กำหนด	2	10 1kkk kkkk kkkk	ไม่มี	
iorlw k	ค่าคงที่ OR W	1	11 1kkk kkkk kkkk	Z	
movlw k	นำค่าคงที่ไปเก็บไว้ใน W	1	11 1000 kkkk kkkk	ไม่มี	
retfie -	ออกจากโปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์	2	11 00xx kkkk kkkk	ไม่มี	
retlw k	กลับสู่โปรแกรมด้วยค่าคงที่ใน W	2	00 0000 0000 1001	ไม่มี	
return -	ออกจากโปรแกรมย่อย	2	00 01xx kkkk kkkk	ไม่มี	
sleep -	เข้าสู่โหมดสลิป	1	00 0000 0000 1000	TO, PO	
Sublw k	ค่าคงที่ – W	1	11 110x kkkk kkkk	C, DC, Z	
Xorlw k	ค่าคงที่ XOR W	1	11 1010 kkkk kkkk	Z	

หมายเหตุ :

ถ้ากระทำคำสั่งนี้แล้ว เงื่อนไขในการตรวจสอบถูกต้อง คำสั่งนี้จะใช้เวลา 2 ไซเกิล โดยในไซเกิลที่สอง จะเป็นกระทำคำสั่งในลักษณะ NOP ส่วนค่าของ PO จะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 2 ค่า TO

ตารางที่ 2.2 ตารางสรุปการแบ่งกลุ่มคำสั่งของ PIC16F84 ตามการกำหนดโดย MPASM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDLW : Add literal and W

รูปแบบการใช้งานคำสั่ง

addlw k

เป็นคำสั่งบวกค่าคงที่ในรีจิสเตอร์ W แล้วผลลัพธ์เก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ W โดยที่ k มีค่าตั้งแต่ 0-255

การทำงาน : (W) + k → W

แฟลกที่มีการเปลี่ยนแปลง : C, DC และ Z

ตัวอย่าง

addlw 0x01

ก่อนกระทำคำสั่ง

W = 0x01

หลังจากกระทำคำสั่ง

W = 0x04

การใช้งานโปรแกรม MPASM

โปรแกรมแอสเซมเบลอร์เป็น โปรแกรมที่ทำหน้าที่แปลงไฟล์ข้อมูลซอร์สโปรแกรมที่เขียนขึ้นจากเท็กซ์เอดิเตอร์เป็นแมชชีนเลขฐาน 16 ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าใจ สำหรับโปรแกรม **MPASM** เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับแอสเซมเบลอร์ซอร์สโปรแกรมที่เขียนขึ้นจากภาษาแอสเซมบลีของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC ตระกูล PIC16/17 โดยเฉพาะ ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นดังนี้

- เป็นโปรแกรมจาก Microchip ผู้ผลิตชิป PIC โดยตรง ทำให้มาตรฐานต่าง ๆ ที่ใช้เขียนโปรแกรมเป็นที่ยอมรับ
- มีเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกและตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรมมากมายง่ายต่อการทำความเข้าใจ

MPASM for DOS

รูปแบบการใช้งานคำสั่ง

MPASM [/<Pption>[./<Pption>...]] [<file_neme>]

หรือ

MPASMWIN [/<Option>[,/<Option>...]] [<file_name>]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย

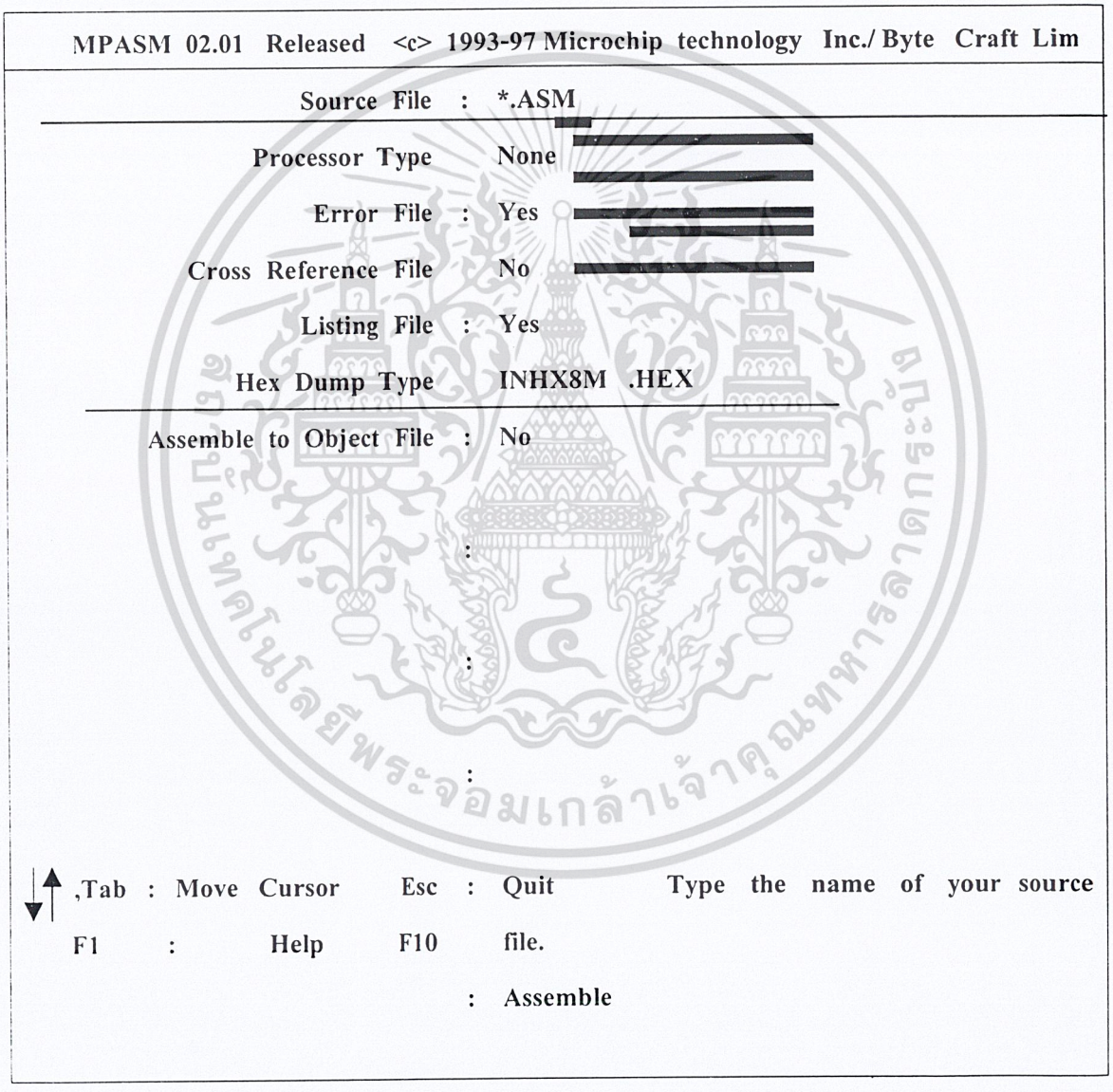
<Option> = การกำหนดค่าออปชั่นต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 2.14

<File_name> = ชื่อไฟล์ที่ต้องการแอสเซมเบลอร์

ตัวอย่าง ต้องการแอสเซมเบลอร์ไฟล์ชื่อ TEST.ASM พิมพ์คำสั่งบนดอส

MPASM TEST

โปรแกรมจะทำการแอสเซมเบลอร์ไฟล์ TEST.ASM ทันที ถ้าหากไม่มีข้อผิดพลาด MPASM จะสร้างไฟล์นามสกุล .LST และ .HEX ในกรณีที่เกิดความผิดพลาด ก็จะสร้างไฟล์นามสกุล .ERR พร้อมทั้งแสดงข้อความเตือนที่หน้าจอ



ภาพที่ 2.14 หน้าตาของโปรแกรม MPASM

ในกรณีที่ต้องการใส่ค่าของ OPTION ตามที่แสดงในภาพที่ 2.14 สามารถพิมพ์คำสั่งต่อท้าย MPASM ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

/<*Option*> เป็นการเอ็นเอเบิล OPTION

/<*Option*> เป็นการเอ็นเอเบิล OPTION หรือ

/<*Option*> เป็นการดิสเอเบิล OPTION

การเลือกป้อนค่าจากหน้าจอ

ถ้าไม่ต้องการใส่ OPTION ให้ยุ่งยาก สามารถพิมพ์คำสั่ง MPASM บนดอสโดยตรง หน้าจอจะปรากฏการทำงานดังแสดงในภาพที่ 2.15 ซึ่งมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

- **Source File** เป็นตำแหน่งสำหรับใส่ชื่อไฟล์ที่ต้องการแอสเซมเบลอร์ จะต้องระบุไดรฟและไดเรกเทอรี่ที่เก็บไฟล์ไว้ที่บรรทัดนี้ด้วย

- **Processor Type** ถ้าไม่มีการระบุชื่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ไว้ในซอร์สโปรแกรมจำเป็นต้องระบุชื่อของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นๆ ไว้ที่นี่โดยการใช้คีย์ลูกศรเลือกเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการ

- **Error File** เป็นการระบุว่าต้องากรให้สร้างไฟล์แสดงข้อผิดพลาดหรือไม่ ถ้าต้องการต้องระบุชื่อและตำแหน่งที่จะเก็บด้วย หากไม่ระบุโปรแกรมจะสร้างไฟล์นามสกุล .ERR ให้มีชื่อและไดเรกทอรี่เดียวกับซอร์สโค้ด Cross Reference File ใช้เพื่อเก็บข้อมูลอ้างอิงวิธีการกำหนดค่าเช่นเดี่ยวกับ Error File

ตัวแปร	ค่าปกติ	รายละเอียด
?	ไม่มี	แสดงหน้าต่าง Help ของ MPASM
k	INHX8M	กำหนดรูปแบบของไฟล์ Hex : /a<hex-format> โดย <hex-format> สมารถกำหนดได้เป็น [INHX8M],[INHX8S],[INHX32]
c	เอ็นเอเบิล	เลือกว่าจะสนใสตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็กหรือไม่
d	ไม่ใช้	เป็นการกำหนดค่าตัวแปร เช่น /dMax=5 /dString=*abc*
e	เอ็นเอเบิล	ให้มีการสร้างไฟล์ ERR หรือไม่รวมทั้งกำหนดไดเร็กทอรี่ด้วย
h	ไม่มี	แสดงหน้าต่าง Help ของ MPASM
l	เอ็นเอเบิล	ให้มีการสร้างไฟล์ List หรือไม่รวมทั้งกำหนดไดเร็กทอรี่ด้วย
m	เอ็นเอเบิล	ให้มีการใช้งาน มาโครในซอร์สโค้ดหรือไม่
o	เอ็นเอเบิล	ให้มีการสร้างไฟล์ Object หรือไม่รวมทั้งกำหนดไดเร็กทอรี่ด้วย
p	ไม่ใช้	กำหนดเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ :/p<processor_type>
q	ดิสเอเบิล	ไม่ให้มีการแสดงผลใด ๆ ที่หน้าจอ
r	Hex	กำหนดเลขฐานที่ใช้ในโปรแกรม :/r<radix>
t	8	ขนาดของแท้ปที่ใช้ในไฟล์ List :/t<Size>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

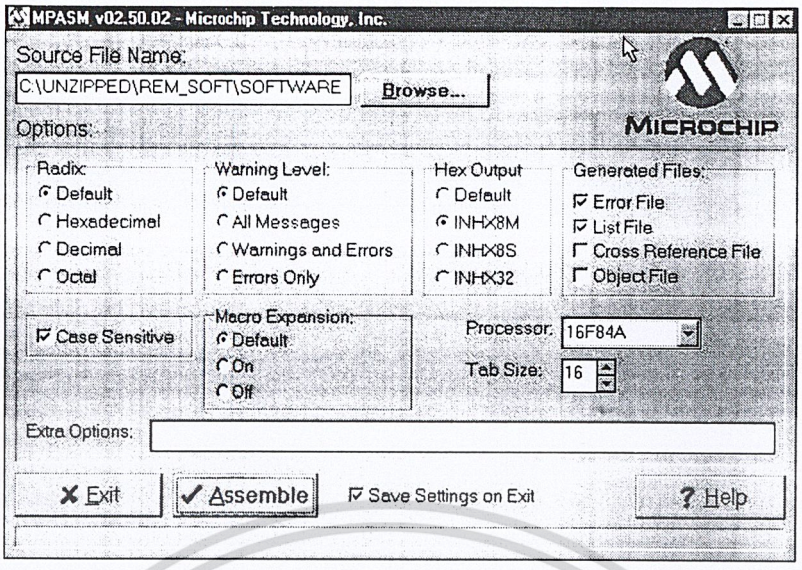
w	0	0 = แสดงข้อความทั้งหมด 1 = แสดงแต่ข้อผิดพลาดและคำเตือน (Error and Warning) เท่านั้น 2 = แสดงเฉพาะข้อผิดพลาดเท่านั้น
x	off	

ตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดของออปชั่นที่ต่อท้ายโปรแกรม MPASM

ออปชั่น	การใช้งาน
Radix	กำหนดชนิดของเลขฐานใหม่ให้กับซอร์สโปรแกรม
Warning Level	กำหนดระดับของการแจ้งข้อความใหม่
Hex Output	กำหนดรูปแบบของไฟล์ Hex หลังจากการแอสเซมเบลอร์
Generated Files	เลือกชนิดของเอาต์พุทไฟล์ที่จะสร้างหลังการแสเซมเบลอร์
Case Sensitivity	ความไวในการรับส่งข้อมูล
Macro Expansion	เลือกว่าจะให้มีการใช้มาโครในซอร์สโค้ดหรือไม่
Processor	กำหนดชนิดของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะใช้ใหม่
Tab Size	กำหนดขนาดของแท็ปในไฟล์ List
Extra Options	ออปชั่นเพิ่มเติมซึ่งสามารถกำหนดค่าลงไปได้เลย
Save Setting on Exit	เก็บค่าที่เซ็ตเอาไว้ในไฟล์ MPASM.INI

ตารางที่ 2.4 แสดงรายละเอียดการกำหนดค่าในโปรแกรม MPASMWIN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่2.15 หน้าตาของโปรแกรม MPASMWIN โปรแกรม MPASM ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์

- **Listing File** สร้างขึ้นเพื่อแสดงรายละเอียดทั้งหมดของโปรแกรม มีวิธีการกำหนดค่าเช่นเดียวกับ Error File
- **HEX Dump Type** เป็นการกำหนดรูปแบบและชื่อของไฟล์นามสกุล **.HEX**
- **Assemble to Object File** ไฟล์นี้ใช้เก็บรายละเอียดต่าง ๆ ในส่วนของการระบุคุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์ มีวิธีการกำหนดค่าเช่นเดียวกับ Error File

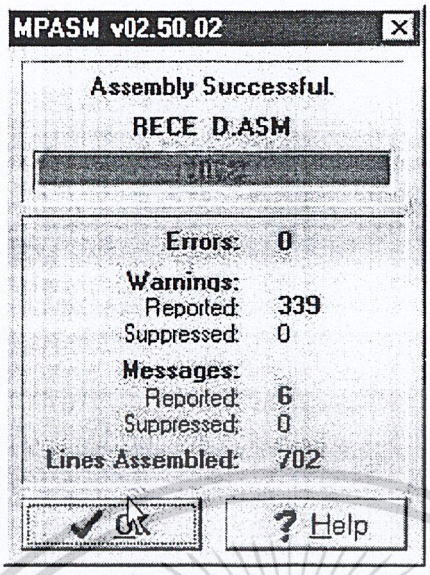
MPASMWIN

โปรแกรม MPASMWIN มีการทำงานเหมือนกับ MPASM ทุกประการ เพียงแต่ MPASMWIN ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ในรูปที่ 2 เป็นการแสดงหน้าตาของโปรดแกรม MPASMWIN

การกำหนดชื่อซอร์สโค้ดสามารถทำได้โดยคลิ้กที่ปุ่ม Browse การกำหนดค่าต่าง ๆ สามารถกำหนดได้ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยปกติแล้วจะทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโปรแกรมดังนี้

- **Radix** : Default (ปกติเป็นเลขฐานสิบหก) หรือ Hexadecimal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 หน้าต่างแสดงการทำงานและผลของการแอสเซมเบลอร์ของโปรแกรม MPASMWIN

- **Warning Level** : Default (ปกติเป็น All meesage) หรือ Warning and Errors
- **Hex Output** : Default (ปกติเป็น InHX8M) หรือ INHX8M
- **Generated Files** : เลือก Error File และ List File
- **Macro Expansion** : Default (ปกติเป็น On)
- **Processor** : เบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้คือ PIC16F84
- **Tab Size** : 8

หลังจากนั้นกดที่ปุ่ม Assamble เพื่อทำการแอสเซมเบลอร์ซอร์สโปรแกรม จะปรากฏหน้าต่างดังในภาพที่ 2.16 ถ้าหากการแอสเซมเบลอร์ไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ ก็จะสามารถนำไฟล์ซอร์สโค้ดนามสกุล .HEX ไปทำการจำลองการทำงานด้วย MPSIM หรือนำไปโปรแกรมหรือเขียนลงในไมโครคอนโทรเลอร์PIC16F84

ทฤษฎีเบื้องต้นในการเลือกใช้อุปกรณ์ทางแสง

เหตุผลเพื่อใช้ในการเลือกใช้อุปกรณ์ทางแสงสำหรับการสื่อสารโทรคมนาคมมี 2 ข้อใหญ่ คือ

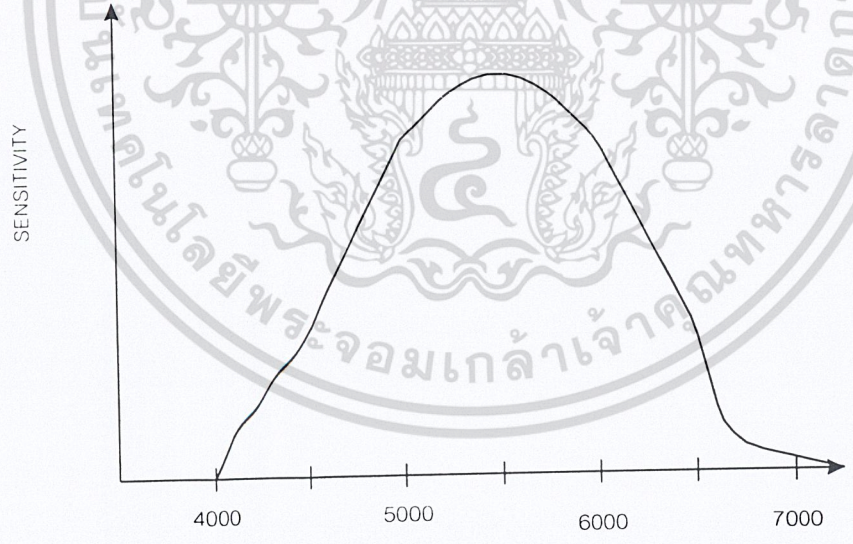
- ป้องกันการสอดแทรกข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำให้เกิดความปลอดภัยในการสื่อสาร
- สามารถป้องกันการรบกวนจาก noise แหล่งต่าง ๆ เช่น มอเตอร์ หรือ อุปกรณ์ประเภท Electromagnetic Interferenc (EI) ปัญหาเบื้องต้นทั้งสองข้อ แก้ไขได้โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ทางแสงในย่านอินฟาเรดซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตา โดยทั่วไปตาของมนุษย์จะมีการตอบสนองคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแถบความถี่ของแสงที่มองเห็นได้ซึ่งมีความแตกต่างกันทางการมองเห็นทั้งความถี่และความยาวคลื่น พิจารณาตามการเพิ่มขึ้นของความถี่หรือการลดลงของความยาวคลื่นของแสงแต่ละสีเรียงลำดับ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แดง	ความยาวคลื่น	622-770	นาโนเมตร (mm)
ส้ม	ความยาวคลื่น	597-622	นาโนเมตร (mm)
เหลือง	ความยาวคลื่น	577-597	นาโนเมตร (mm)
เขียว	ความยาวคลื่น	492-577	นาโนเมตร (mm)
น้ำเงิน	ความยาวคลื่น	455-492	นาโนเมตร (mm)
ม่วง	ความยาวคลื่น	390-455	นาโนเมตร (mm)

ตารางที่ 2.5 ความยาวคลื่น ของแสง

ดูภาพที่ 2.17 เป็นตัวอย่าง Spectum ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วยแถบความถี่ของวิทยุ , โทรทัศน์, ไมโครเวฟ, การกระจายแสงอินฟาเรด, แสงที่มองเห็นได้, Utaviolet, X-ray, และ Gammar-ray เป็นต้น ซึ่งมีความแตกต่างของการแพร่กระจายพลังงานแต่ละแถบขึ้นอยู่กับความถี่ และความยาวคลื่นเท่านั้น



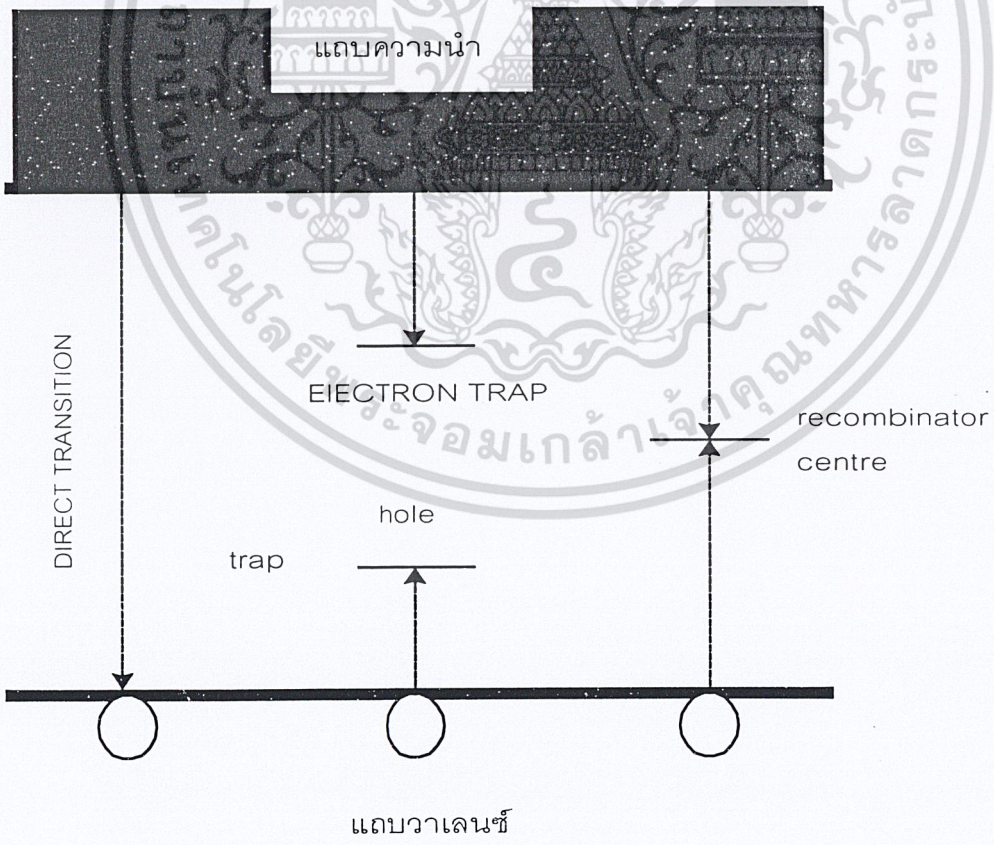
ภาพที่ 2.17 การแพร่กระจายพลังงานของแม่เหล็กไฟฟ้าและการตอบสนอง

ทฤษฎี Light Emitting Diode (LED)

เป็นสิ่งประดิษฐ์ สารกึ่งตัวนำซึ่งสามารถเปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้า ออกมาในรูปของพลังงานแสง ได้ดังที่เราทราบดีแล้วว่าพลังงานแสงซึ่งในทฤษฎีฟิสิกส์ยุคใหม่ถือว่า ประกอบด้วยกลุ่มพลังงานจำนวนมาก มายจึงเรียกว่าโฟตอน เมื่อวัตถุสารกึ่งตัวนำถูกฉายด้วยแสงอิเลคตรอนซึ่งอยู่ในแถบวาเลนซ์จะได้รับพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

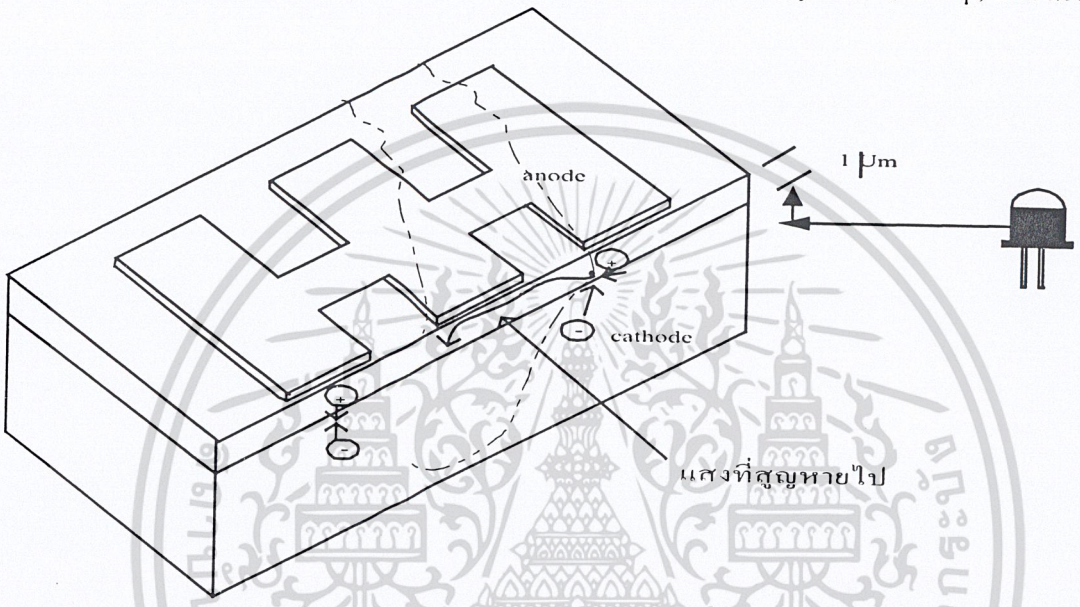
ซึ่งถ่ายเทมาจากโฟตอน และทำให้อิเลคตรอนนี้มีพลังงานเพิ่มขึ้นมากพอที่จะเข้าไปอยู่ในแถบความนำได้ และเมื่อเกิดการรวมตัวใหม่ กล่าวคืออิเลคตรอนจะกลับสู่สถานะเดิมในแถบวาเลนซ์ อิเลคตรอนนี้ก็จะปลดปล่อยพลังงานออกมา ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ความยาวคลื่นจะถูกกำหนดด้วยค่าความกว้างของช่องว่างพลังงาน การรวมตัวใหม่ โดยที่อิเลคตรอนจากแถบความนำลดระดับกลับสู่วาเลนซ์ โดยตรงนี้เราเรียกว่า direct transition และสารกึ่งตัวนำประเภทนี้เรียกว่า direct-gap semiconductor ได้แก่สารกึ่งตัวนำประเภทสารประกอบ เช่นแกลเลียมอาเซนนายต์ (GaAs) เป็นต้น และกรณีที่การรวมตัวใหม่ โดยการที่อิเลคตรอนจากแถบความนำลดระดับกลับสู่แถบวาเลนซ์ โดยผ่านระดับพลังงานหนึ่ง ระดับพลังงานใดซึ่งอยู่ในแถบต้องห้าม (forbidden band) นี้เราเรียกว่า inderect-transition และสารกึ่งตัวนำประเภทนี้ ได้แก่ ซิลิกอนเยอรมันเนียม ซึ่งเราเรียกว่า indrect-gap semiconductor สำหรับไดโอดชนิด LED นี้เรามักจะสร้างมาจากสารประเภท direct gap semicomductor เช่น GaAs, Gap ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานซึ่งถูกปลดปล่อยออกมาในสารเหล่านี้ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ในย่านที่สายตาเรามองเห็นได้



ภาพที่ 2.18 แสดงลักษณะการรวมตัวใหม่สารกึ่งตัวนำประเภท Direct-gap และ Indirect-gap

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

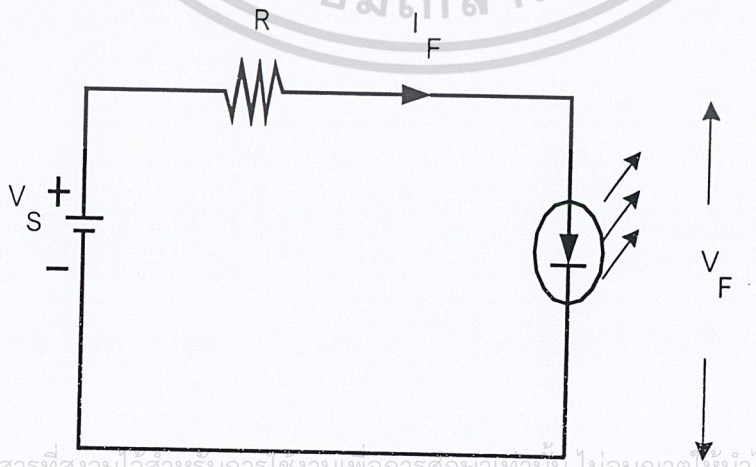
ภาพตัดด้านข้างของโครงสร้างไดโอด LED แสดงได้ดังในภาพที่ 2.19 ซึ่งจะเห็นว่าเป็นลักษณะของรอยต่อ พี-เอ็น ทั่วไป และเพื่อที่จะให้การแผ่กระจายของคลื่นแสงจากรอยต่อเป็นไปโดยสะดวก รอยต่อพี-เอ็นจึงอยู่ใกล้กับผิวหน้าแผ่นผลึกมาก ๆ อย่างไรก็ดีมีการใช้เลนซ์และสารป้องกันการสะท้อนกลับเข้าช่วยอีกด้วย แสงซึ่งถูกปล่อยออกมานี้จะแปรอยู่ในฟังก์ชั่นของ (กระแส) n โดยที่ค่าของ n อยู่ในช่วง 1.2-1.5 ดังนั้นเราจึงสามารถควบคุมความเข้มของแสงซึ่งออกมาจากไดโอดนี้ได้โดยการปรับกระแสซึ่งไหลผ่านตัวไดโอดเปร่งแสง โดยไดโอดชนิดนี้นิยมนำไปใช้เป็นตัวแสดงผล (display) ของอุปกรณ์ต่างๆ โดยที่จะใช้แสงสีต่าง ๆ เช่นสีแดง (Gap) หรือ (GaAsp), สีส้ม (GaAsp), สีเหลือง (Gap) หรือ (GaAsp) และสีเขียว (Gap)



ภาพที่ 2.19 แสดงลักษณะโครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง (LED)

วงจรพื้นฐานซึ่งนิยมใช้ในการประกอบ LED เพื่อใช้งานแสดงได้ดังในรูปที่ค่าความต้านทาน R ในวงจรเป็นตัวจำกัดกระแสซึ่งไหลในวงจร โดยสามารถคำนวณหาค่าได้จาก

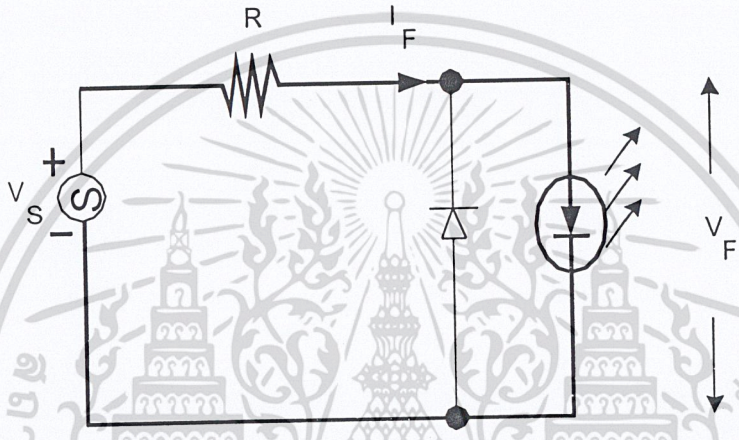
$$R = (Vs-Vf)If \qquad \text{.....21.01.....}$$



ภาพที่ 2.20 แสดงวงจรพื้นฐานของ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Vs และ Vf คือค่าของแรงที่ให้และแรงดันไปอัสตรง ซึ่งตกคร่อมไดโอดตามลำดับ If คือ กระแสขณะที่ไดโอดได้รับแรงดันไบอัสตรง ค่าของ If ต่างก็ขึ้นอยู่กับชนิดของไดโอด (ก็คือ ขึ้นอยู่กับสีของแสงไดโอด) และวิธีหนึ่งซึ่งนิยมมากสำหรับการป้องกันมิให้ LED เสียหายเมื่อแรงดันไบอัสสูงกว่าปกติ ก็คือการใช้ไดโอดธรรมดาต่อขนานคร่อมตัว LED ดังในภาพที่ 2.21 ซึ่งถ้าหากว่า LED ได้รับแรงดันไบอัสย้อนกลับเกินกว่า 0.4 โวลต์แล้วไดโอดที่ต่อคร่อมนี้จะทำงานยอมให้กระแสไหลผ่าน ดังนั้น LED จึงไม่เกิดการเสียหาย นอกจากนี้ไดโอดธรรมดานี้อาจนำไปต่ออนุกรมกัน LED เพื่อป้องกันการเสียหายดังกล่าวนี้ได้

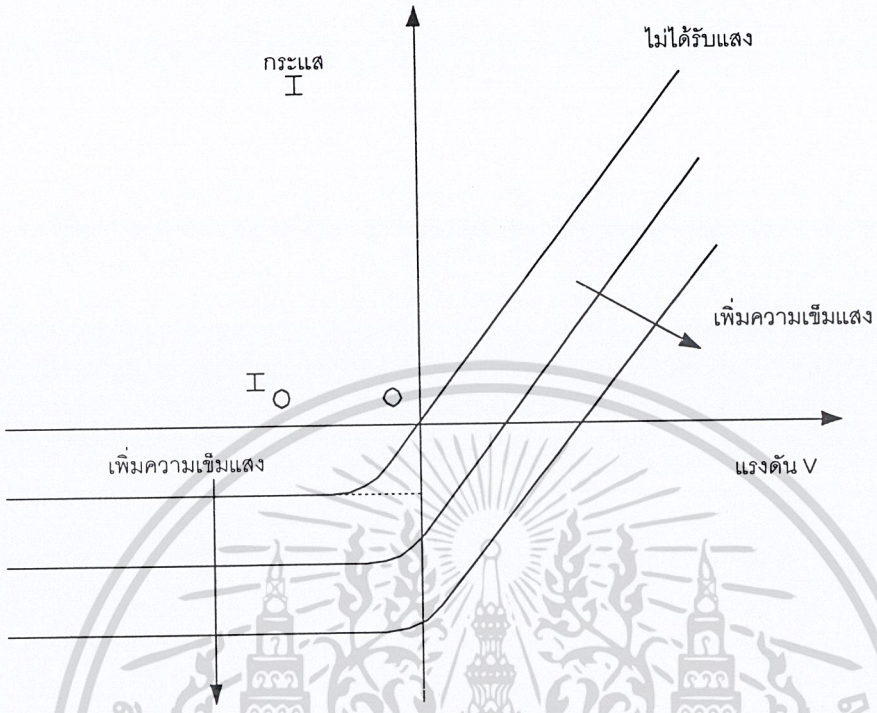


ภาพที่ 2.21 แสดงวงจรของ LED ซึ่งมีระบบป้องกันการเสียหาย

โฟโตไดโอด (Photo Diodes)

เป็นไดโอดชนิดรอยต่อ พี-เอ็น ซึ่งรอยต่อ พี-เอ็น สามารถรับแสงได้โดยสะดวก ปกติสร้างจากผลึกเยอรมันเนียมหรือหรือซิลิกอน แต่เพื่อให้ได้กระแสสูง ๆ จึงมักใช้ผลผลึกเยอรมันเนียม ในขณะไดโอดได้รับรแงดันไบอัสย้อนกลับ และรอยต่อไม่ได้รับแสง กระแสที่ไฟล์ผ่านรอยต่อ ก็คือกระแสรั่วของรอยต่อ พี-เอ็น ซึ่งในขณะนี้เราเรียกว่า "Dark current" I ถ้าเป็นเยอรมันเนียมจะมีค่าสูงถึง 10 mA แต่สำหรับซิลิกอนจะมีค่าต่ำมากอาจเป็น 20 nA ในขณะนี้ถ้ารอยต่อ พี-เอ็น ได้รับแสงกระตุ้นจากภายนอกจะมีผลทำให้เกิดมีอิเลคตรอนอิสระ และโฮลเกิดขึ้น พาหะส่วนน้อยเหล่านี้จะได้รับอิทธิพลจากกสนามไฟฟ้าที่มีรอยต่อทำให้สามารถเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อได้ จึงเกิดเป็นกระแสผ่านรอยต่อ ซึ่งเราเรียกว่า Photo current I ดังนั้นในขณะที่ไดโอดได้รับแรงดันไบอัส ย้อนกลับ และถูกแสงจะมีกระแสไหลผ่านไดโอดด้วยปริมาณ I + I ค่าของกระแส Photo current จะเพิ่มขึ้นถ้าหากรอยต่อได้รับกระแสที่มีความเข้มมากขึ้น ในกรณีที่ต้องนำไปใช้งานย่านความถี่สูง ก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างให้เป็นแบบ p-i-n จะช่วยลดค่าความจุไฟฟ้าที่รอยต่อและในกรณีที่ต้องการให้ได้โอดนี้มีความไวต่อแสงสูงก็จำเป็น จะต้องมีเลนซ์รวมแสงให้ตกกระทบที่รอยต่ออย่างเต็มที่ คุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างกระแส และแรงดันของโฟโตไดโอดนี้ แสดงได้ดังภาพที่ 2.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.22 แสดงคุณสมบัติของโฟโตไดโอด

เนื่องจากไดโอดชนิดนี้มีความเร็วในการทำงานสูง จึงถูกนำไปใช้งานเป็น high speed tape ในอุปกรณ์ character recognition นอกจากนี้ยังสามารถไปใช้กับงานอื่น ๆ ได้อีกมากมายเช่นใช้เป็นตัว Photo conductive โดยการให้แรงดันไบอัสตรง ซึ่งค่าความนำไฟฟ้าในขณะที่รอยต่อได้รับแสงจะมีค่าสูงขึ้นกว่าปกติ

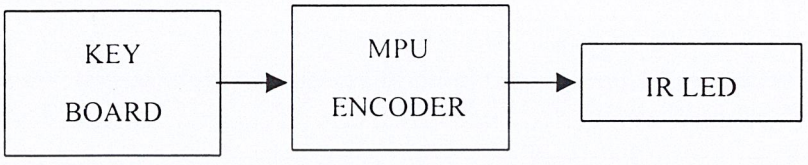
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบในส่วนของตัวส่ง ตัวรับ และชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

การออกแบบและหลักการแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

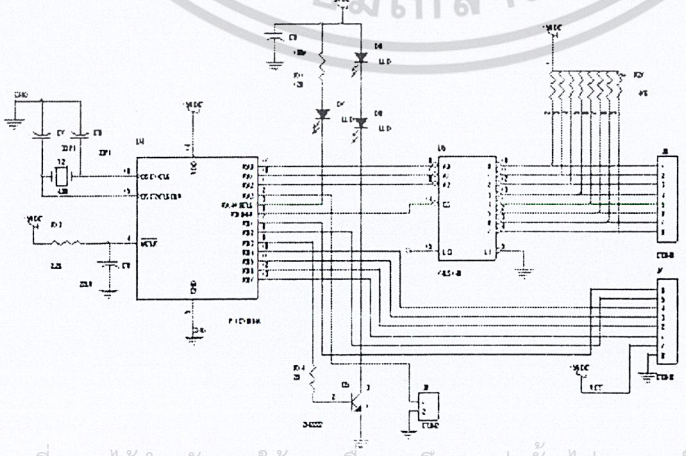
1. ชุดส่ง



ภาพที่ 3.1 บล๊อคไดอะแกรม ของชุดส่ง

หลักการทำงาน

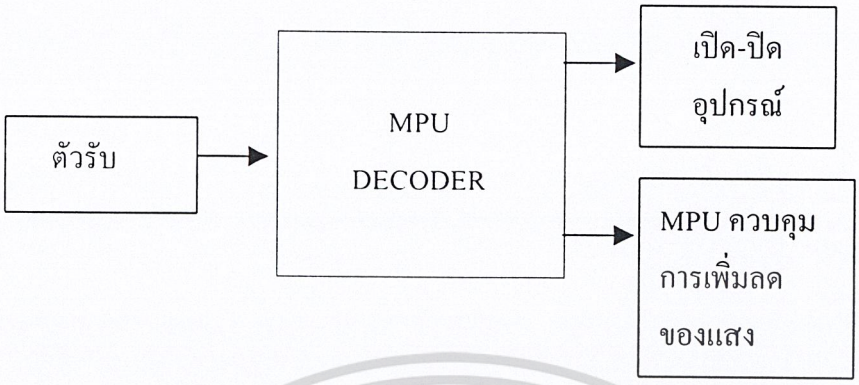
กำหนดคำสั่งที่ใช้สำหรับการควบคุมว่ามีคำสั่งอะไรบ้าง ชุดคำสั่งทั้งหมด มีกี่คำสั่ง เมื่อมีการกำหนดรูปแบบของคำสั่งแล้ว ถ้าเกิดการกดคีย์รูปแบบของคำสั่งที่ถูกกดจะถูกส่งไปยังภาคส่งสัญญาณที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ หรือรวมสัญญาณควบคุมให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับวงจร โดยทำการเข้ารหัสสัญญาณ หรือรวมสัญญาณควบคุม ให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับวงจร โดยทำการเข้ารหัสสัญญาณให้แต่ละคำสั่งมีรหัสเฉพาะของตัวมันเองให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ก่อนที่จะถูกส่งออกไปยังภาครับโดยตัวอินเตอร์เฟสภาครับจะต้องเข้าใจได้ ระบบจึงจะต้องเป็นระบบเดียวกัน สัญญาณที่ถูกส่งออกมาอาจอยู่ในรูปของ สัญญาณอินฟาเรด สัญญาณนี้สามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นอากาศ



ภาพที่ 3.2 แสดงการทำงานของภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

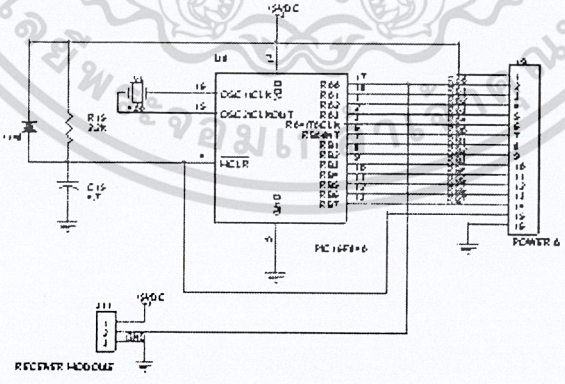
2. ชุดรับ



ภาพที่ 3.3 บล็อคไดอะแกรมของชุดรับ

หลักการทำงาน

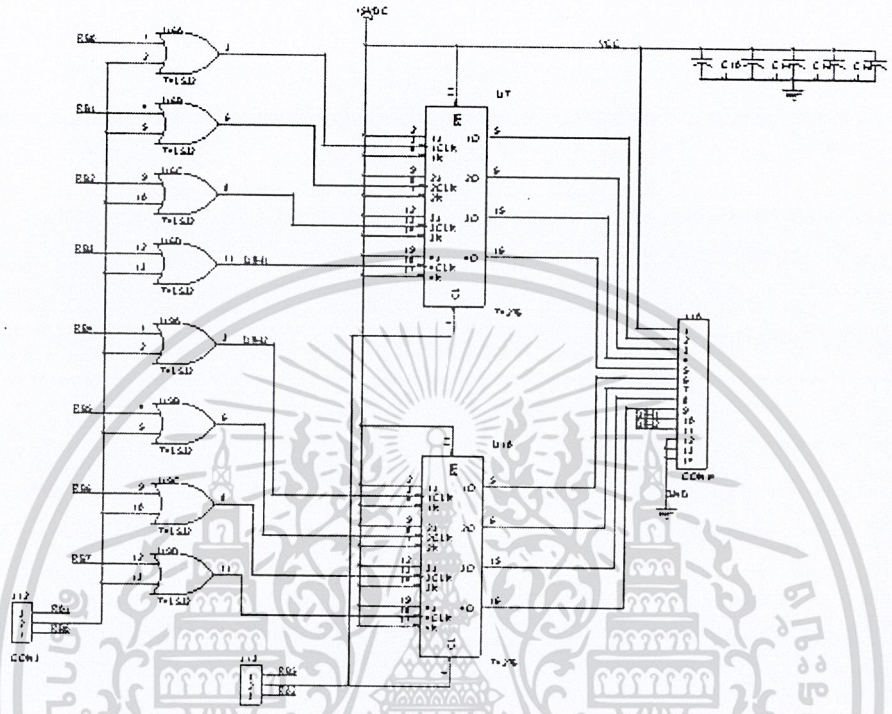
สัญญาณด้านตัวรับจะอินเตอร์เฟสแปลงสัญญาณจากภาคส่ง ให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าที่จะเข้าระบบของตัวรับ แล้วทำการถอดรหัสเพื่อทราบวัตถุประสงค์ของคำสั่ง จากนั้นส่วนของวงจรอินเตอร์เฟสด้าน output จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ต้องการ โดยจะประมวลผลมาจากชุดถอดระหัส แบ่งเป็น ชุดเปิด ปิด อุปกรณ์ และชุดเพิ่มและลดความสว่าง



ภาพที่ 3.4 แสดงการทำงานของภาครับ

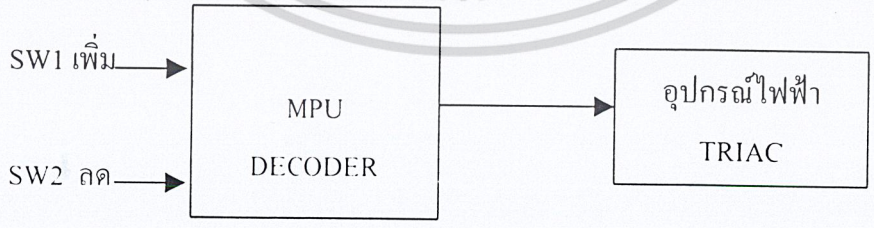
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอินเตอร์เฟสด้าน out put



ภาพที่ 3.5 แสดงการอินเตอร์สัญญาณด้าน out put

ชุดควบคุมอุปกรณ์

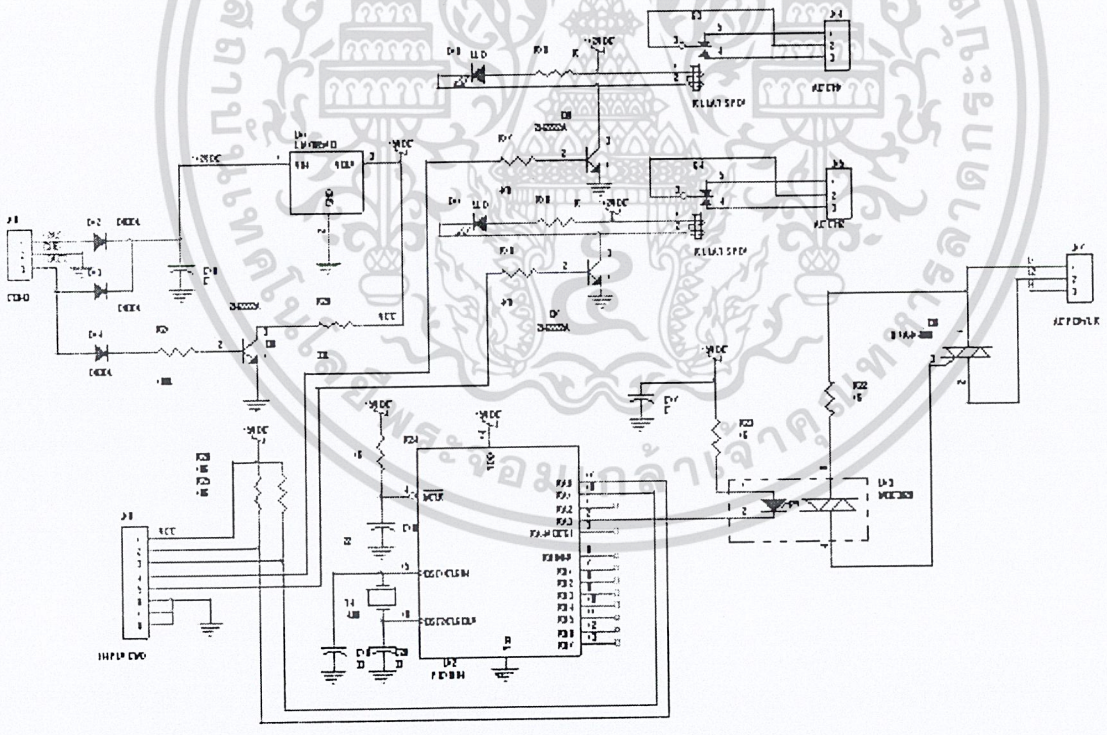


ภาพที่ 3.6 บล็อคไดอะแกรมของชุดควบคุมอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน

จากวงจรในภาพที่ 3.6 จะสร้างแรงดันเรกกูเรต 5 โวลต์ ซึ่งจะรักษาระดับแรงดันไฟเลี้ยงในวงจรให้คงที่ที่ 5 โวลต์อยู่เสมอไม่เกินไปกว่านี้กระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหล ไปยังขาเบสของ ทรานซิสเตอร์จึงทำให้ที่ขาคอลเลคเตอร์ของ ทรานซิสเตอร์ มีค่าแรงดันเป็น 5 โวลต์เมื่อถึงจุดเปลี่ยนไซเคิลของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า *จุดตัดแรงดันศูนย์โวลต์ (Zero-Crossing)* ผลก็คือทำให้ได้สัญญาณพัลส์อ้างอิงสำหรับการทริกไตรแอกเพื่อควบคุมเฟสของแรงดันที่ตกคร่อมโหลดได้นั่นเอง โดยสัญญาณพัลส์อ้างอิงที่ได้มานี้จะถูกป้อนเข้าที่ขาของไอซี (16F84) เพื่อเป็นข้อมูลในการหามุมทริกไตรแอก เพื่อกำหนดจุดทำงานของทรานซิสเตอร์ ตัวต้านทานพูลอัพ (Pull Up) ที่ต่อให้กับ สวิตซ์1และสวิตซ์2 ตามลำดับ โดยเมื่อสวิตซ์1หรือสวิตซ์2 ถูกกดจะทำให้แรงดัน มีค่าแรงดันที่เปลี่ยนแปลงไป (0 โวลต์ หรือ 5 โวลต์) และทำให้ ไอซี(16F84) สามารถตรวจได้ว่าสวิตช์ใดที่ถูกกดอยู่ ไอซี(16F84) ก็จะนำเอาช่วงเวลาที่สวิตซ์ถูกกดและสัญญาณพัลส์อ้างอิงมาประมวลผลเพื่อหามุมทริกไตรแอกที่เหมาะสมออกมา

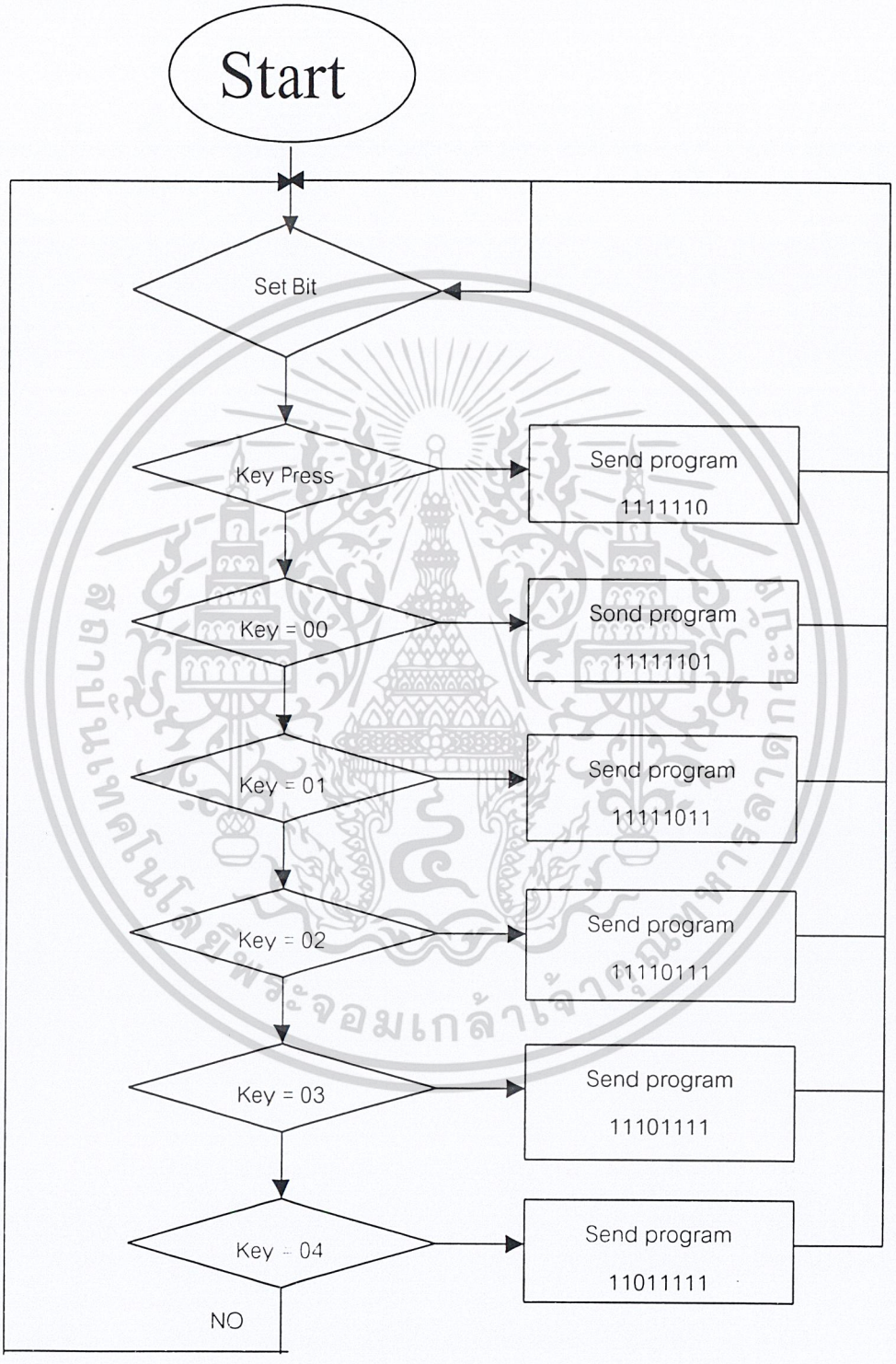


ภาพที่ 3.7 แสดงวงจรการทำงานของชุดควบคุมอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในด้าน SOLF WARE แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

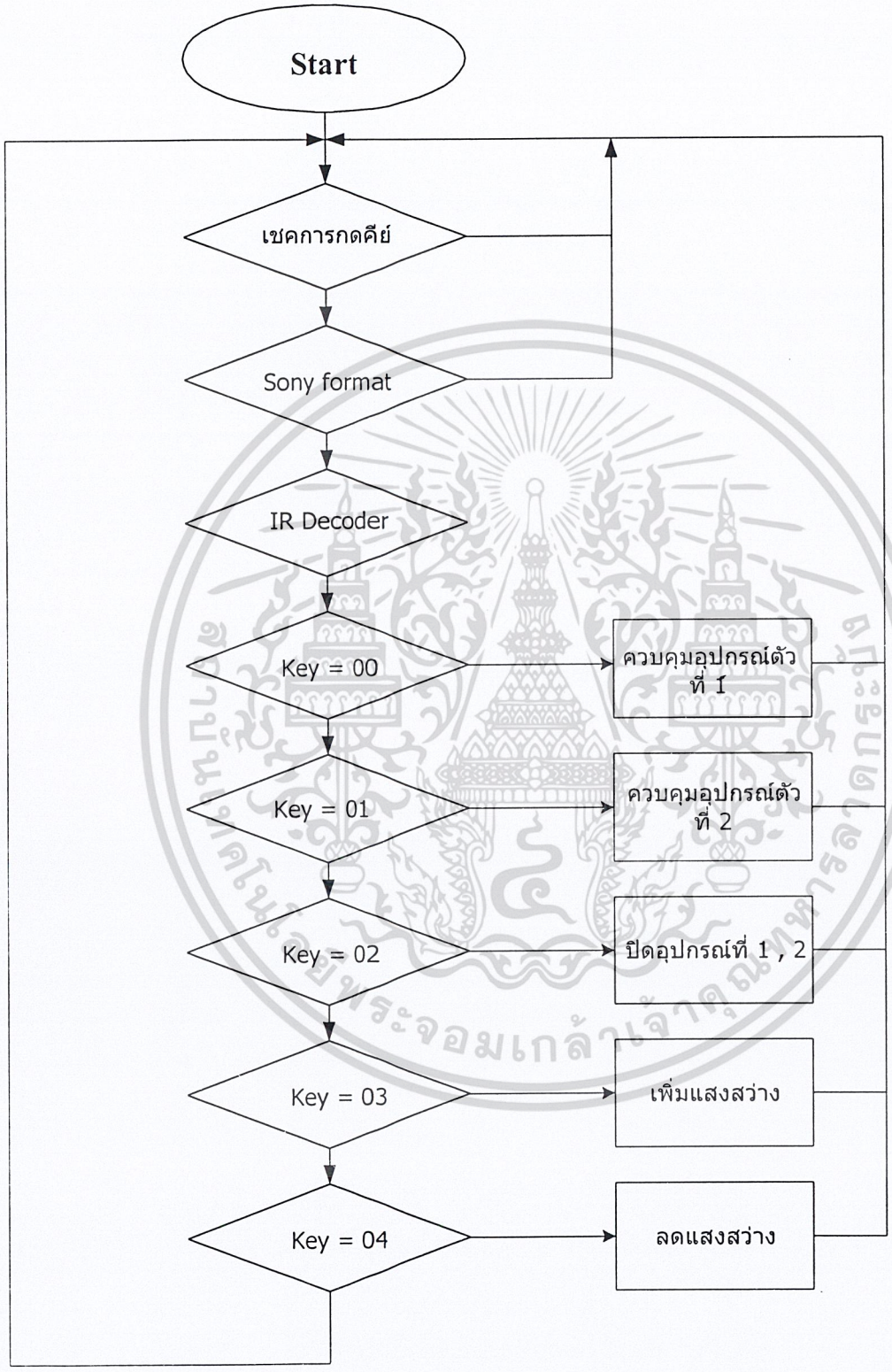
1. ภาคส่ง



ภาพที่ 3.8 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

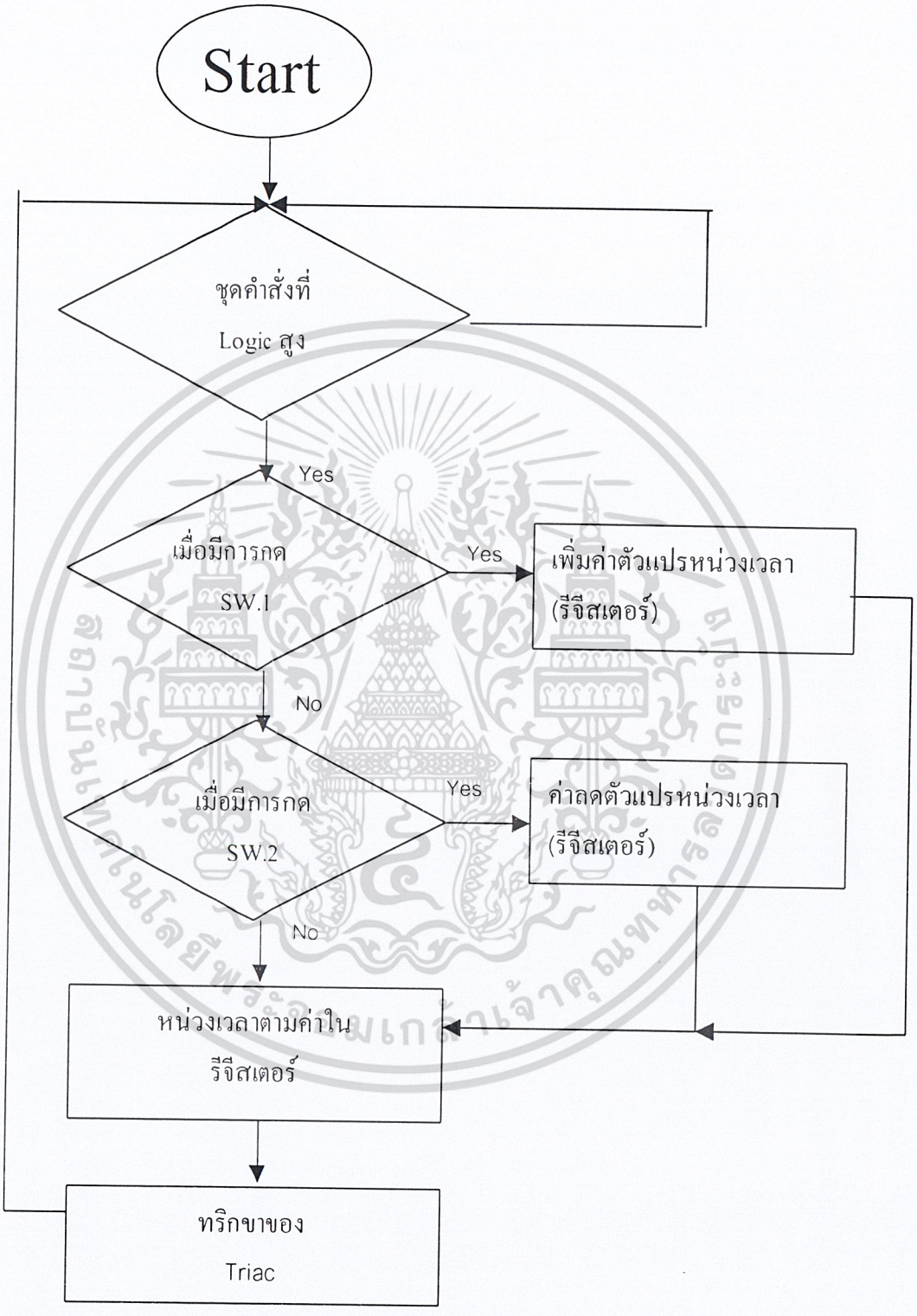
2. ภาครับ



ภาพที่ 3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชุดควบคุมอุปกรณ์



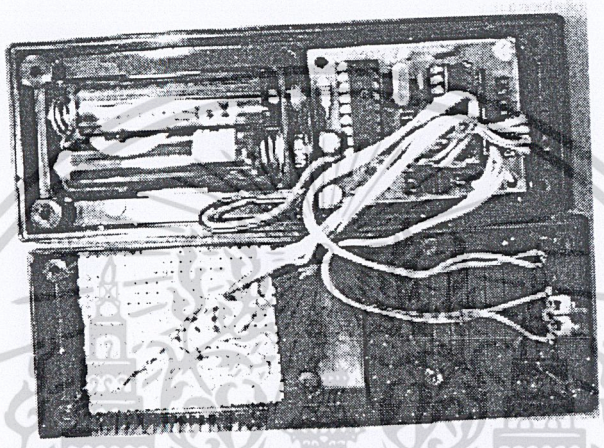
ภาพที่ 3.10 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของชุดควบคุมอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การสร้างและการทดสอบ

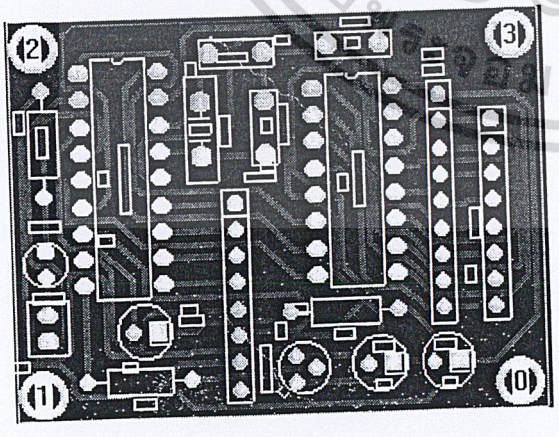
การสร้างและการทดสอบชุดส่ง

- การสร้างชุดส่งสัญญาณ

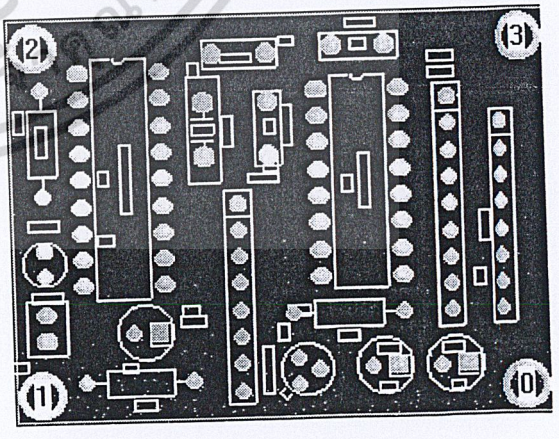


ภาพที่ 4.1 แสดงภาพชุดส่งสัญญาณ

- การออกแบบ PCB



ภาพด้านล่าง



ภาพแสดงอุปกรณ์

ภาพที่ 4.2 แสดงการออกแบบ PCB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

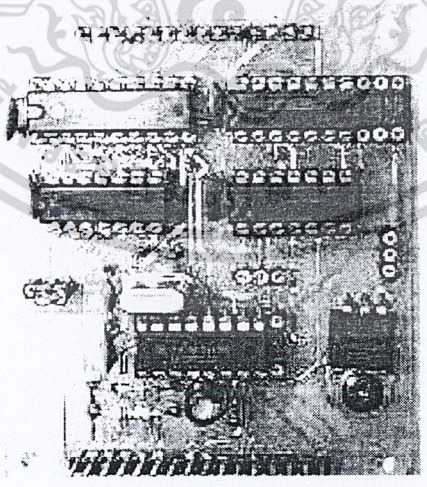
- การทดสอบชุดส่งทำการสร้างภาคส่งและทดสอบ โดยการใช้เครื่องรับโทรทัศน์ยี่ห้อ SONY เป็นตัวรับสัญญาณในการกดคีย์มาตรฐาน ที่ภาคส่งโดยแสดงผลการทดสอบออกทางจอโทรทัศน์ เมื่อเครื่องรับโทรทัศน์สามารถรับสัญญาณได้จริง

Button	IR Code	Code on Display
0	0×09	0
1	0×00	1
2	0×01	2
3	0×02	3
4	0×03	4

ตารางที่ 4.1 แสดงคีย์ทดสอบมาตรฐาน

การสร้างและการทดสอบชุดรับสัญญาณ

- การสร้างชุดรับสัญญาณ

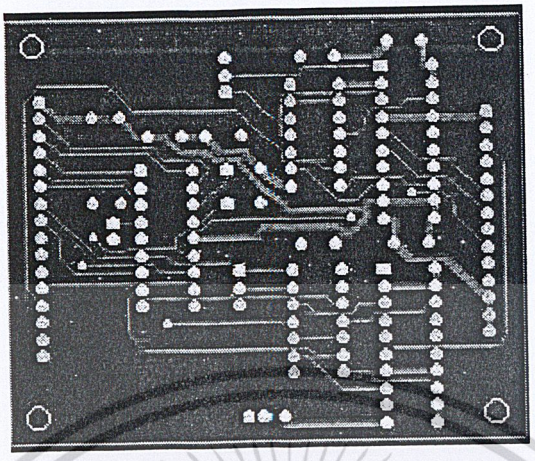


ภาพที่ 4.3 แสดงภาพชุดรับสัญญาณ

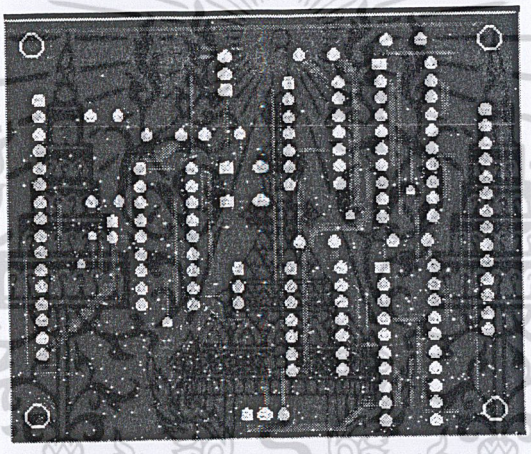
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การออกแบบ PCB

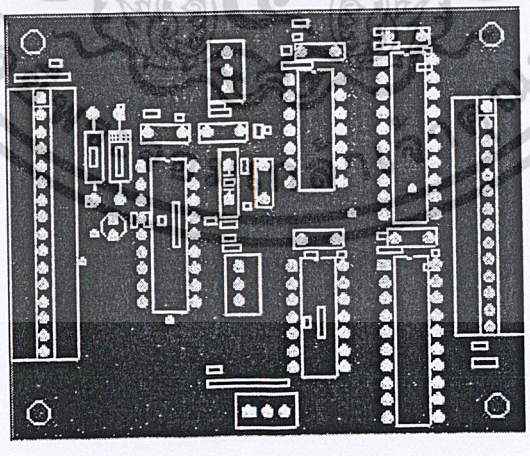
ภาพด้านบน



ภาพด้านล่าง



ภาพแสดงอุปกรณ์



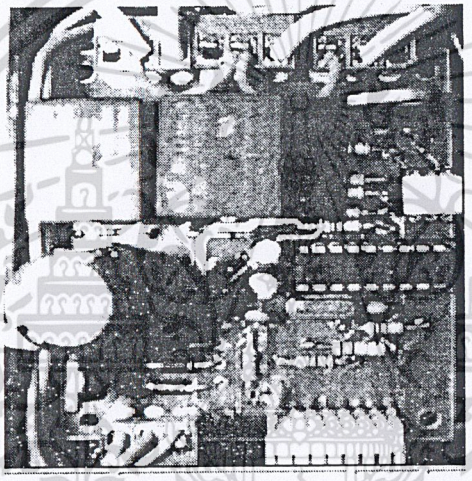
ภาพที่ 4.4 แสดงการออกแบบ PCB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทดสอบชุดรับสัญญาทำการทดสอบโดยการใช้ รีโมทโทรทัศน์ ยี่ห้อ SONY เป็นตัวส่งสัญญาณให้กับชุดรับโดยให้แสดงผลออกทาง LED คือ เมื่อชุดรับสามารถรับสัญญาณได้ จะแสดงผลเป็นรหัส ไบนารี่ ตาม CODE ตารางที่ 4.1

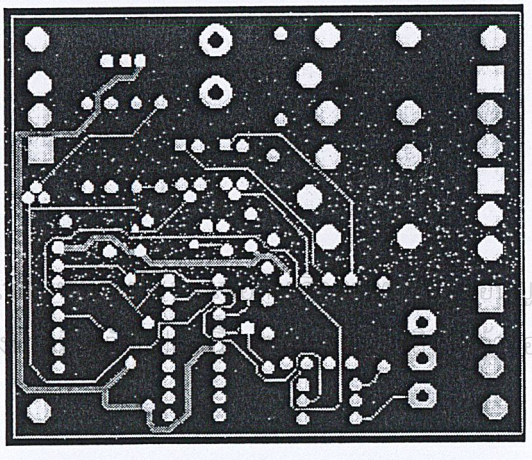
การสร้างและทดสอบชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่าง

- การสร้างชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่าง



ภาพที่ 4.5 แสดงการสร้างชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

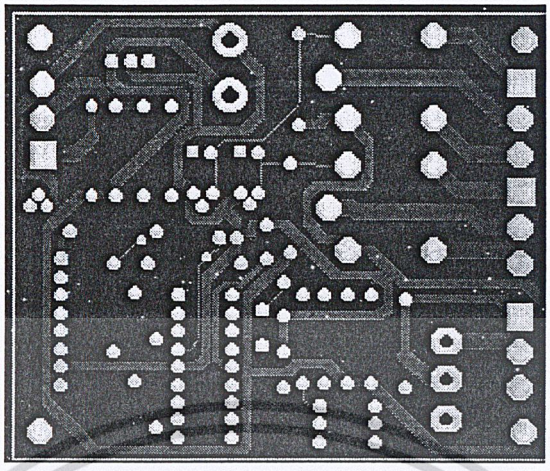
- การออกแบบ PCB



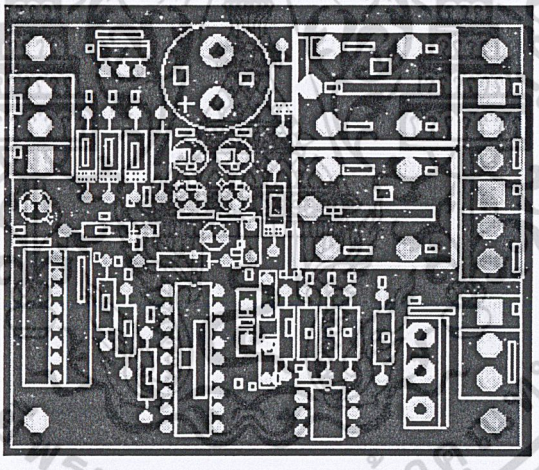
ภาพด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพด้านล่าง



ภาพแสดงอุปกรณ์



ภาพที่ 4.6 แสดงการออกแบบ PCB (ด้านบน ด้านล่าง และ อุปกรณ์)

- การทดสอบชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างโดยการป้อนไฟฟ้า 220 โวลต์ให้กับวงจรแล้วหลอดไฟแบบไส้มาต่อเพื่อเป็นโหลดในการแสดงผลโดยการ กดปุ่มสวิตช์ เพิ่มและลด แล้วสังเกตผลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของหลอดไฟแบบไส้ผลปรากฏว่าสามารถควบคุมการเปิดปิดและ เพิ่มลดแสงสว่างตามต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

สรุปผลการการดำเนินการ

การดำเนินการสร้างเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่าง เป็นไปตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของปริญญานิพนธ์ กล่าวคือ

- สามารถใช้ตัวส่งควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าของบริษัท SONY
- สามารถใช้รีโมทคอนโทรลยี่ห้อ SONY ในการส่งสัญญาณให้กับชุดรับแล้วชุดรับสามารถแสดงผล ควบคุมการ ปิดเปิด ลดเพิ่มของระดับความสว่างของหลอดไฟแบบใส้ได้
- ระยะที่สามรถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ประมาณ 10 เมตร
- กำลังของหลอดไฟที่สามารถควบคุมได้ 1000 W

ปัญหาที่พบในการทดลอง

- การเลือกตัวรับ IR หากไม่ใช่ของ SONY แล้วความไวในการรับไม่ดี ทำให้ลดระยะการส่งลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

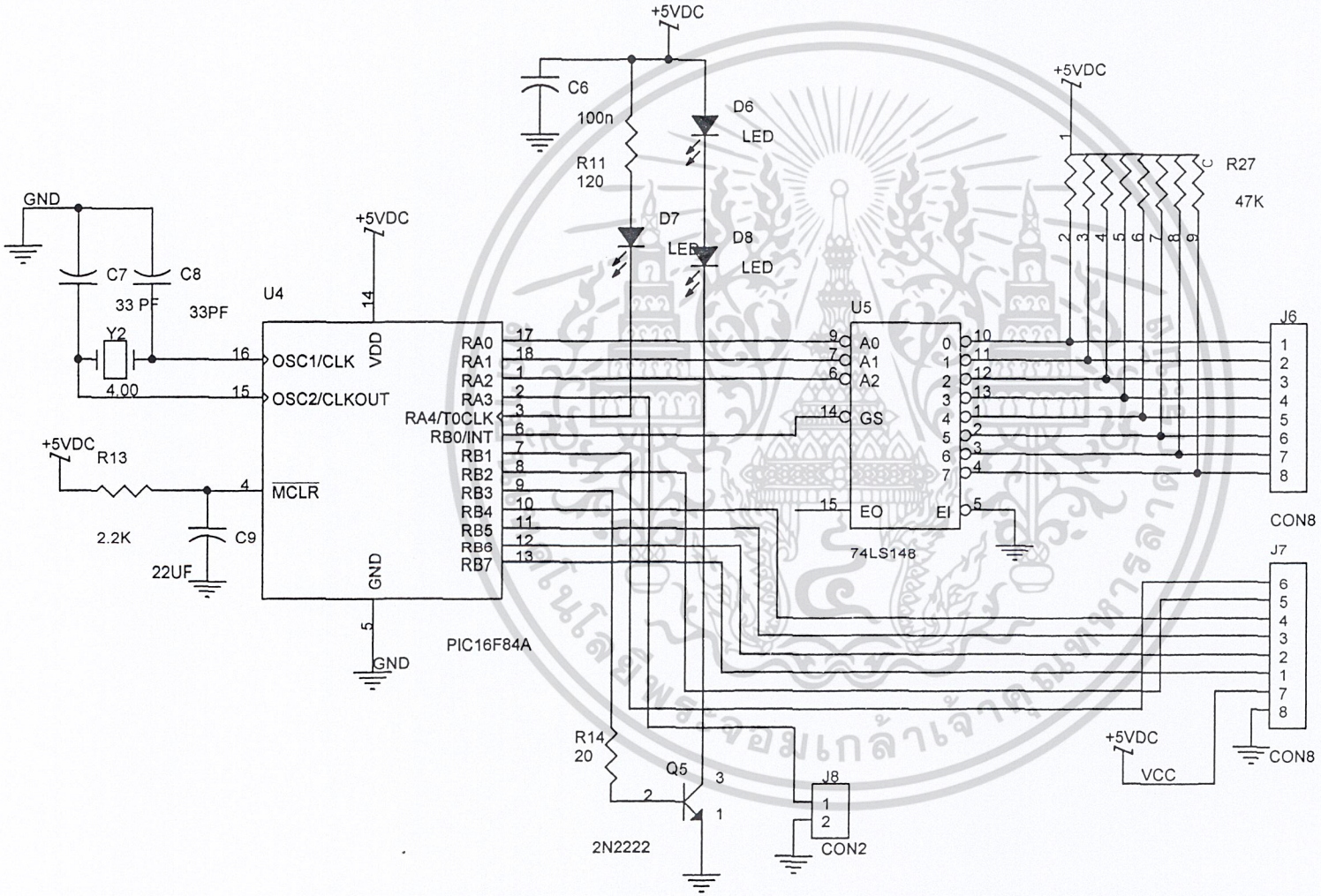
บรรณานุกรม

1. กฤษดา ใจเย็น ,ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, เรียนรู้และปฏิบัติการ ไมรโครคอนโทรเลอร์ PIC16F84,ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2, บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด
2. รีโมทเครื่องควบคุมไร้สาย บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
3. http:// www. Microchip.com

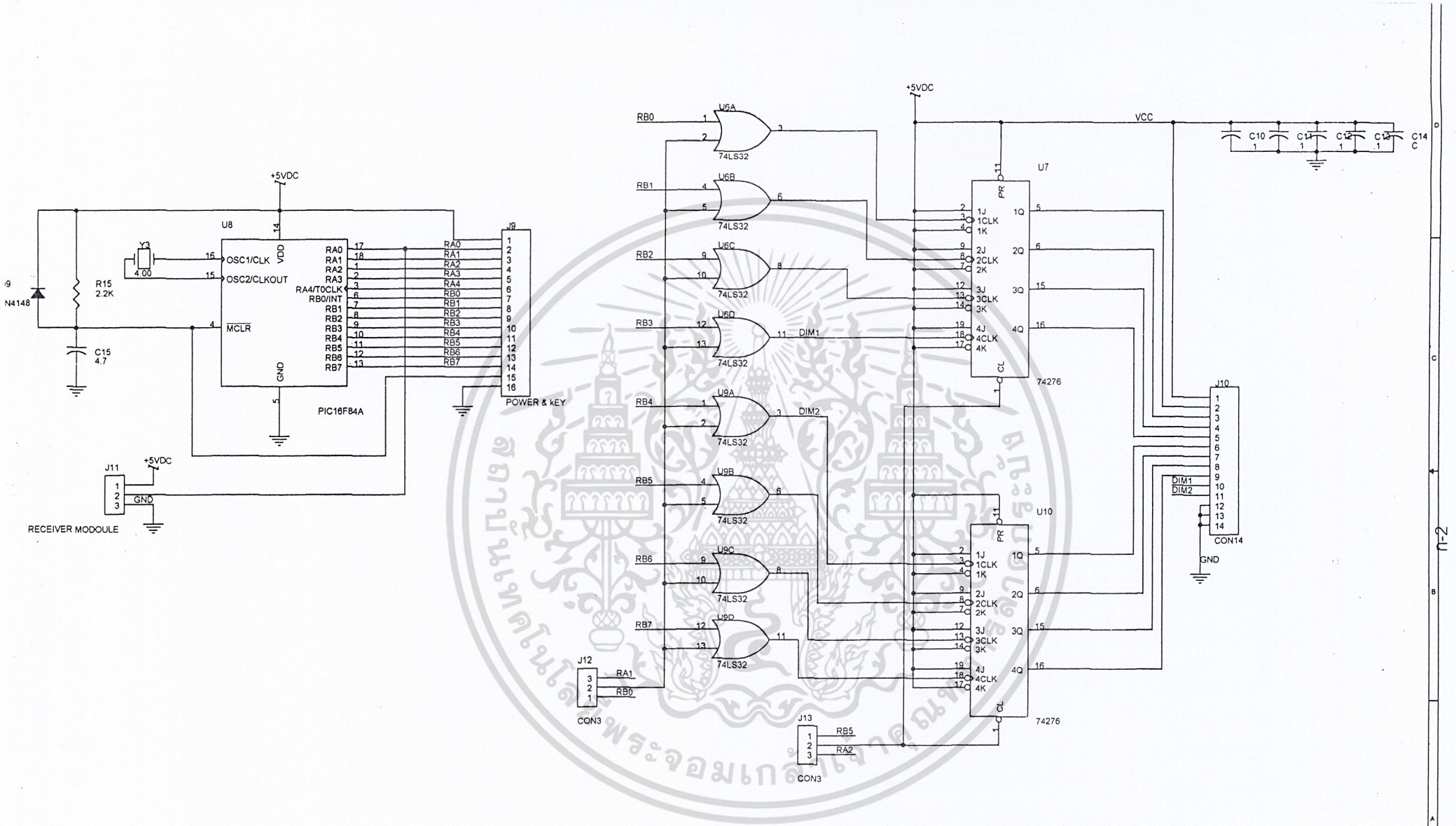
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

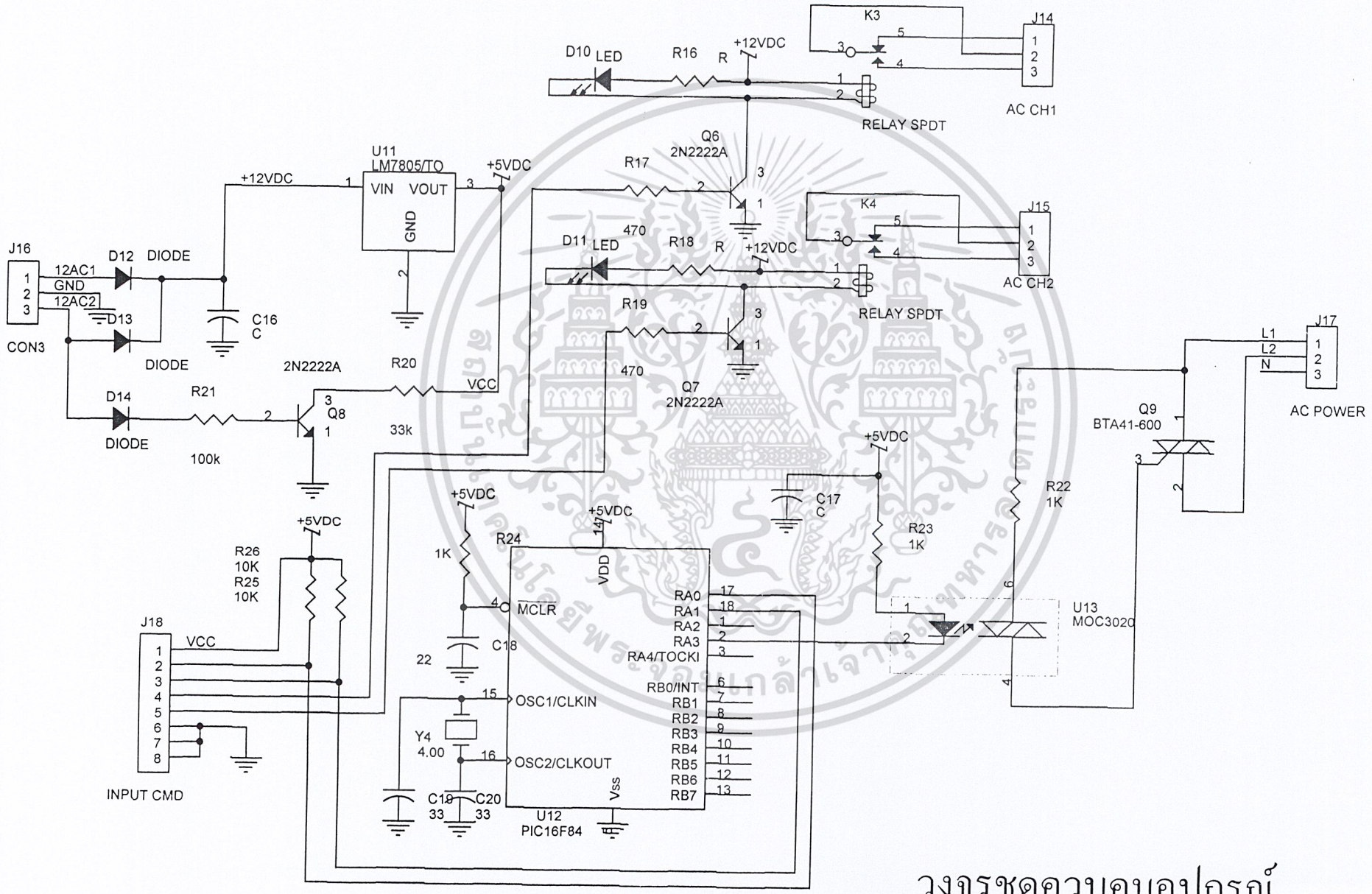
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



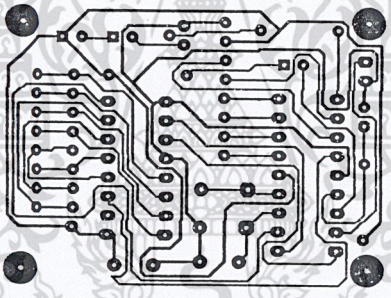
วงจรชุดส่งสัญญาณ



วงจรชุดรับสัญญาณ

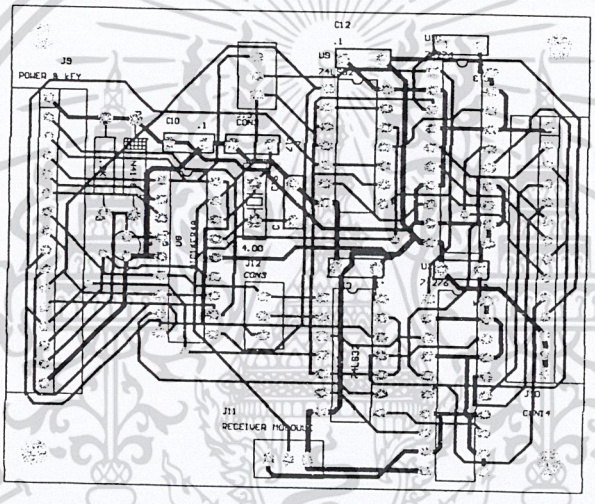


วงจรชุดควบคุมอุปกรณ์



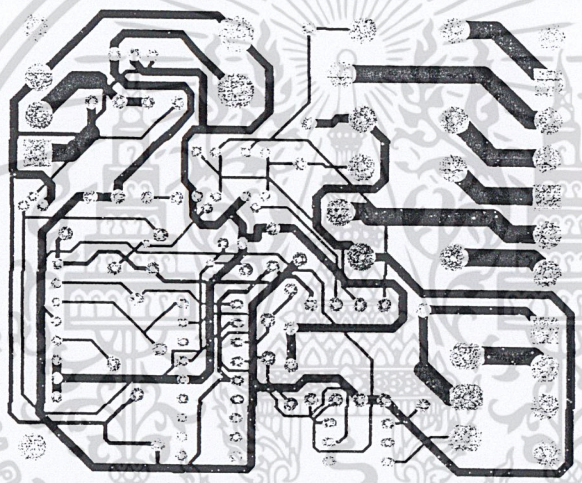
Printed circuit board (pcb) ชุดส่งสัญญาณ ด้านตัวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Printed circuit board (pcb) ชุดรับสัญญาณ ด้านอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Printed circuit board (pcb) ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้านอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;Remote Software

#include <p16f84.inc>

; The data codes are sent using pulse coding.
; Each packet has 12 bits and a header.
; The basic time period T = 550 micro secs
; The header length = 4T
; 0 = Pulse with length T followed by space of length T
; 1 = Pulse with length 2T followed by space of length T
; The last 5 bits represent the address.
; The first 7 bits represent the command.
; The packet is transmitted every 25 milliseconds while a button is pressed.


#define on     1
#define off    0

ram    equ    0ch    ; begin of ram area
Clock_Freq     equ    d'4000000' ;4MHz - for wait macro calculations

       radix  dec
key:   equ    ram
device: equ    ram+1          ; device code (0..31)
command equ    ram+2          ; command code (0..127)
ircode: equ    ram+3          ; temp used in send (2 words)
tempone equ    ram+6
temptwo equ    ram+7
counter equ    ram+8
keyrow  equ    ram+11
lbcnt   equ    ram+12
bcnt:   equ    ram+13         ; temp used in send
cmdnr   equ    ram+14
cmdsetnr       equ    ram+15
cmdsettmp      equ    ram+16
scancnt equ    ram+17

ctls   equ    1
porta  equ    5
portb  equ    6
led    equ    0
status equ    3              ; status register:
cf     equ    0              ; bit 0 = carry flag
dcf    equ    1              ; bit 1 = digit carry flag
zf     equ    2              ; bit 2 = zero flag
pdf    equ    3              ; bit 3 = power down flag
tof    equ    4              ; bit 4 = time out flag
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ;  bits 5,6,7 do not apply to PIC16C54

b_led   equ     4       ;pa
b_irled equ     3       ;pb
f_kmask equ     7       ;pa
b_kbd   equ     0       ;pb
b_beeper equ    3       ;pa

SHORT_PULSE     equ     24
LONG_PULSE      equ     48

        radix   hex
        __config        0x3ffa
        __idlocs        0xffff

;-----------------------------------------------
; Macros
;-----------------------------------------------
MEMPAGE macro   arg1
        IF arg1 == 0
        BCF STATUS, RP0 ; back to bank 0
        ELSE
        BSF STATUS, RP0 ; bank 1
        ENDIF
        endm

IRLED   macro   arg1
        if      arg1 == on
        bsf     portb,b_irled
        else
        bcf     portb,b_irled
        endif
        endm

LED     macro   arg1,arg2
        movlw   SHORT_PULSE*arg1
        movwf   counter
        call    arg2
        endm

CTRLLED macro   arg1
        if      arg1 == on
        bcf     porta,b_led
        else
        bsf     porta,b_led
        endif
        endm

#include        <wait.mac>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------
; ORG 0
;-------------------------------------------------
        org     0x00
        goto    start

;-------------------------------------------------
; interrupt routine here
;-------------------------------------------------
        org     0x04
        retfie

;-------------------------------------------------------
; start here
;-------------------------------------------------------

start   call    config
start1  call    gotosleep

mloop   movlw   0
        movwf   device
        btfsc   portb,0
        goto    start1

        call    scanrows        ;scan all keys

        btfss   status,cf       ;C=1 => key pressed
        goto    mloop           ;if not then goto sleep
        movwf   command

        call    scanrows
        btfss   status,cf       ;C=1 => key pressed
        goto    mloop           ;if not then goto sleep

        subwf   command,W       ;w=w-command
        btfss   status,zf       ;
        goto    mloop

        movf    device,W
        sublw   DEV_CHG
        btfsc   status,zf
        goto    newdev

        call    send    ; send an ir code
        goto    mloop

;-------------------------------------------------------
; choose another device (TV,VCR,CD,TUNER,MP3,TAPE)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------

newdev call   beep
      movf   command,W
      andlw  0x07          ; cmdset={1,2,3,4}
      movwf  cmdsetnr
      Wait   100 Millisec,0
      goto   mloop

;-----------------------------------------------
config
;-----------------------------------------------
      MEMPAGE 1            ; 0:output, 1:input
      movlw  B'00000111'
      movwf  TRISA         ; port A
      MEMPAGE 0
      movlw  1<<b_led
      movwf  porta         ; clears porta outputs

      MEMPAGE 1
      movlw  B'00000001'
      movwf  TRISB         ; port B

      bcf    OPTION_REG,INTEDG      ; int on falling edge of RB0/INT
      MEMPAGE 0
      movlw  0x00
      movwf  portb         ; clears portb outputs

      movlw   (1<<INTE)    ; turn on RB0 interrupt
      movwf  INTCON

      movlw  RED
      movwf  cmdsetnr
      return

;-----------------------------------------------
gotosleep
;-----------------------------------------------
      movlw  0x00
      movwf  portb         ; clears portb outputs
      movlw  1<<b_led
      movwf  porta         ; clears porta outputs
      sleep
      nop
      return

sixteen movlw  D'15'        ;Receiver-Command -> 16bit long
      movwf  bcnt
      rlf    ircode+1,F
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        rlf     ircode,F
        goto    send2

;-----------------------------------------------
; send one command packet based on dev and cmd
;-----------------------------------------------
send    call    send1

send1
        movlw   D'12'
        movwf   bcnt

        movf    device,w
        movwf   ircode+1
        movf    command,w
        movwf   ircode

        movf    device,w
        sublw   SONY_RCV
        btfsc   status,zf
        goto    sixteen

; | c6 | c5 | c4 | c3 | c2 | c1 | c0 | d4 | d3 | d2 | d1 | d0 |

        rlf     ircode+1,F
        rlf     ircode+1,F
        rlf     ircode+1,F
        rlf     ircode+1,F
        rlf     ircode,F


send2   LED     4,ledon
nextbit LED     1,ledoff
        movlw   SHORT_PULSE
        rlf     ircode+1,F
        rlf     ircode,F
        btfsc   status,cf
        movlw   LONG_PULSE
        movwf   counter
        call    ledon
        decfsz  bcnt,F
        goto    nextbit

        CTRLLED off
        Wait    25 Millisec, 0
        return

;-----------------------------------------------
ledon
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-----------------------------------------------
      IRLED  on     ;1
      CTRLLED on    ;2
      call   del    ;4+8
      IRLED  off    ;13
      CTRLLED off
      goto   $+1
      goto   $+1
      goto   $+1
      goto   $+1
      decfsz counter,F
      goto   ledon  ;25 * 4T = 25 * 1ตs = 25 ตs  1/25ตs=40kHz
      return

ledoff call   del
      IRLED  off
      CTRLLED off
      call   del
      decfsz counter,F
      goto   ledoff       ;25
      return

del    goto   $+1
      goto   $+1
      goto   $+1
      return

;-----------------------------------------------
; Wait one second
;-----------------------------------------------

wait1s Wait   150 Millisec,0
      Wait   150 Millisec,0
      Wait   150 Millisec,0
      Wait   150 Millisec,0
      Wait   150 Millisec,0
      Wait   150 Millisec,0
      Wait   100 Millisec,0
      return

;-----------------------------------------------
scanrows
; -> W: pressed key
; -> CF: set if key pressed
;-----------------------------------------------
      movlw  0
      movwf  keyrow

      movlw  B'11110101'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        call    chkrow
        btfss   portb,b_kbd
        goto    rowselected
        incf    keyrow,F
        movlw   B'11110011'
        call    chkrow
        btfss   portb,b_kbd
        goto    rowselected
        incf    keyrow,F
        movlw   B'11100111'
        call    chkrow
        btfss   portb,b_kbd
        goto    rowselected
        incf    keyrow,F
        movlw   B'11010111'
        call    chkrow
        btfss   portb,b_kbd
        goto    rowselected
        incf    keyrow,F
        movlw   B'10110111'
        call    chkrow
        btfss   portb,b_kbd
        goto    rowselected
        incf    keyrow,F
        movlw   B'01110111'
        call    chkrow
        btfss   portb,b_kbd
        goto    rowselected
        bcf     status,cf       ; clear C-flag -> no keys pressed
        return

chkrow  movwf   portb
        nop
        nop
        return

rowselected
        movf    keyrow,W
        bcf     status,cf
        rlf     keyrow,F        ;*2
        rlf     keyrow,F        ;*4
        rlf     keyrow,F        ;*8

        movf    porta,W
        xorlw   7
        andlw   7

        addwf   keyrow,W
        movwf   cmdnr
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        call    cmdmap
        bsf     status,cf       ; set C-flag: assume there is a key pressed
        return


; key   row
; 0     B2
; 1     B9
; 2     A7
; 3     A1
; 4     A8
; 5     A9

#define undef   2


;-----------------------------------------------
; mapping of keys to commands
;-----------------------------------------------

;source: i.e. http://www.lirc.org/remotes/sony/AMPIR

cmdmap  movf    cmdsetnr,W
        movwf   cmdsettmp
        decfsz  cmdsettmp,F
        goto    cmdset2
        goto    cmdset1

ROWFUNC equ     2

R_TV    equ     1
R_CD    equ     8
R_MP3   equ     3
R_TAPE  equ     6

KEYROW  MACRO
        KEY     SONY_CD1,S_POWER        ; cd
        KEY     dumdev,7                ; sat
        KEY     SONY_AMP,S_POWER        ; aux1
        KEY     dumdev,4                ; vcr2
        KEY     SONY_VCR3,S_POWER       ; vcr1
        KEY     dumdev,6                ; tv2
        KEY     SONY_TV,S_POWER         ; tv1
        KEY     SONY_AMP,S_VOLDO        ; func
        ENDM

KEY     MACRO   kdev,kcode
        retlw   kdev
        retlw   kcode
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ENDM

;-----------------------------------------------
; 1st row [RED]: SONY TV
;-----------------------------------------------
        org     0x100

SONY_TV         equ     16
SONY_VCR3       equ     26
SONY_AMP        equ     1
SONY_CD1        equ     17
SONY_CD2        equ     19
SONY_TUN        equ     22
DEV_CHG         equ     31
SONY_RCV        equ     9

RED     equ     1
GREEN   equ     2
YELLOW  equ     3
BLUE    equ     4

dumdev  equ     SONY_TV

cmdset1 movlw   HIGH cmdset1
        movwf   PCLATH
        movf    cmdnr,W
        addwf   cmdnr,W
        andlw   07fh
        call    jump1
        movwf   device
        movf    cmdnr,W
        addwf   cmdnr,W
        addlw   1

jump1   addwf   PCL,F

        KEYROW

        KEY     DEV_CHG,GREEN           ; [GREEN]
        KEY     SONY_TV,B'0001110'      ; [+20] vt off
        KEY     DEV_CHG,BLUE            ; [BLUE]
        KEY     SONY_TV,B'1111110'      ; [+10] vt on
        KEY     SONY_TV,B'1001000'      ; 0
        KEY     SONY_TV,B'0001000'      ; 9
        KEY     SONY_TV,B'1110000'      ; 8
        KEY     SONY_TV,B'0110000'      ; 7

        KEY     DEV_CHG,RED             ; [RED]
        KEY     SONY_TV,B'1010000'      ; 6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        KEY     SONY_AMP,S_POWER        ; [AUX2]
        KEY     SONY_TV,B'0010000'      ; 5
        KEY     SONY_TV,B'1100000'      ; 4
        KEY     SONY_TV,B'0100000'      ; 3
        KEY     SONY_TV,b'1000000'      ; 2
        KEY     SONY_TV,B'0000000'      ; 1

        KEY     0,0
        KEY     0,0
        KEY     0,0
        KEY     0,0
        KEY     SONY_TV,S_POWER         ; [POWER]
        KEY     SONY_VCR3,S_PAUSE       ; [PAUSE]
        KEY     SONY_VCR3,S_STOP        ; [STOP]
        KEY     SONY_VCR3,S_PLAY        ; [PLAY]

        KEY     0,0
        KEY     SONY_VCR3,B'1011100'    ; [REC] ; o
        KEY     0,0
        KEY     SONY_VCR3,B'0101101'    ; [i] (datascr)
        KEY     SONY_VCR3,B'0001101'    ; [mix] (recmode)
        KEY     SONY_TV,B'1010010'      ; [>|<] (input)
        KEY     SONY_VCR3,B'1101100'    ; [FFD]
        KEY     SONY_VCR3,B'0011100'    ; [REW]

        KEY     DEV_CHG,YELLOW          ; [YELLOW]
        KEY     0,0
        KEY     0,0
        KEY     SONY_AMP,S_VOLUP        ; [MUTE]
        KEY     SONY_TV,S_CHDO          ; CH-
        KEY     SONY_TV,S_CHUP          ; CH+
        KEY     SONY_TV,S_VOLDO         ; VOL-
        KEY     SONY_TV,S_VOLUP         ; VOL+

;-----------------------------------------------
; 2nd row [GREEN]: SONY AMP/CD/TUNER
;-----------------------------------------------
cmdset2 decfsz  cmdsettmp,F
        goto    cmdset3

        movlw   HIGH    cmdset2
        movwf   PCLATH
        movf    cmdnr,W
        addwf   cmdnr,W
        andlw   07fh
        call    jump2
        movwf   device
        movf    cmdnr,W
        addwf   cmdnr,W
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      addlw  1
jump2  addwf  PCL,F

      KEY    SONY_CD1,S_POWER       ; cd
      KEY    dumdev,7               ; sat
      KEY    SONY_AMP,S_POWER       ; aux1
      KEY    dumdev,4               ; vcr2
      KEY    SONY_VCR3,S_POWER      ; vcr1
      KEY    dumdev,6               ; tv2
      KEY    SONY_TV,S_POWER        ; tv1
      KEY    SONY_CD1,0x4f          ; func cd- -10:0x6f

      KEY    DEV_CHG,GREEN          ; [GREEN]
      KEY    SONY_TUN,S_CHUP        ; [+20] tuner+
      KEY    DEV_CHG,BLUE           ; [BLUE]
      KEY    SONY_TUN,S_CHDO        ; [+10] tuner-
      KEY    SONY_AMP,0x03          ; [0] sleep
      KEY    SONY_AMP,0x42          ; [9] tuner
      KEY    SONY_AMP,0x52          ; [8] mp3 (cd)
      KEY    SONY_AMP,0x4b          ; [7] pc (md) oder 0x31!

      KEY    DEV_CHG,RED            ; [RED]
      KEY    SONY_AMP,0x62          ; [6] tape
      KEY    SONY_AMP,S_POWER       ; [AUX2]
      KEY    SONY_AMP,0x2b          ; [5] cd (tv/ld)
      KEY    SONY_AMP,0x5f          ; [4] dvd  unntz: 61 4c 0c 11
      KEY    SONY_AMP,0x21          ; [3] video3 phono:0x02 5.1:0x27
      KEY    SONY_AMP,0x3c          ; [2] tv
      KEY    SONY_AMP,0x22          ; [1] vcr

      KEY    0,0
      KEY    0,0
      KEY    0,0
      KEY    0,0
      KEY    SONY_AMP,S_POWER       ; [POWER]
      KEY    SONY_CD1,B'1001110'    ; [PAUSE]
      KEY    SONY_CD1,B'0001110'    ; [STOP]
      KEY    SONY_CD1,B'0100110'    ; [PLAY]

      KEY    0,0
      KEY    SONY_CD1,B'0001010'    ; [o] (time)
      KEY    0,0
      KEY    SONY_RCV,59            ; [i] SURR MODE+
      KEY    SONY_RCV,65            ; [mix] 2CH STEREO
      KEY    SONY_RCV,123           ; [>|<] SURR MODE-
      KEY    SONY_CD1,B'0101110'    ; rewind
      KEY    SONY_CD1,B'1101110'    ; forward

      KEY    DEV_CHG,YELLOW         ; [YELLOW]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        KEY     0,0
        KEY     0,0
        KEY     SONY_CD1,0x2f          ; [MUTE] cd+  +10:0x1f
        KEY     SONY_CD1,B'0000110'    ; ch-
        KEY     SONY_CD1,B'1000110'    ; ch+
        KEY     SONY_AMP,S_VOLDO       ; VOL-1
        KEY     SONY_AMP,S_VOLUP       ; VOL+1

;-----------------------------------------------
beep:
;-----------------------------------------------
        movlw   d'150'
        movwf   lbcnt
bploop  bsf     porta,b_beeper
        Wait    500 Microsec,0
        bcf     porta,b_beeper
        Wait    500 Microsec,0
        decfsz  lbcnt,F
        goto    bploop
        return
;-----------------------------------------------
beep2:
;-----------------------------------------------
        movlw   d'150'
        movwf   lbcnt
bploop2 bsf     porta,b_beeper
        Wait    250 Microsec,0
        bcf     porta,b_beeper
        Wait    250 Microsec,0
        decfsz  lbcnt,F
        goto    bploop2
        return

playsnd bsf     porta,b_beeper
psloop  Wait    500 Microsec,0
        bcf     porta,b_beeper
        Wait    500 Microsec,0
        decfsz  lbcnt,F
        goto    psloop
        return

;-----------------------------------------------
; 3rd row [YELLOW]: SONY VIDEORECORDER
;-----------------------------------------------
        org     0x200   ;IMPORTANT!

cmdset3 decfsz  cmdsettmp,F
        goto    cmdset4
        movlw   HIGH    cmdset3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        movwf   PCLATH
        movf    cmdnr,W
        addwf   cmdnr,W
        andlw   07fh
        call    jump8
        movwf   device
        movf    cmdnr,W
        addwf   cmdnr,W
        addlw   1
jump8   addwf   PCL,F

        KEYROW

        KEY     DEV_CHG,GREEN           ; [GREEN]
;       KEY     SONY_VCR3,B'1110101'    ; green (<<)
        KEY     SONY_VCR3,B'0111000'    ; C
        KEY     DEV_CHG,BLUE            ; [BLUE]
;       KEY     SONY_VCR3,B'0101010'    ; blue (tvvtr)
        KEY     SONY_VCR3,B'0101000'    ; +10
        KEY     SONY_VCR3,B'1001000'    ; 0
        KEY     SONY_VCR3,B'0001000'    ; 9
        KEY     SONY_VCR3,B'1110000'    ; 8
        KEY     SONY_VCR3,B'0110000'    ; 7

        KEY     DEV_CHG,RED             ; [RED]
;       KEY     SONY_VCR3,B'0110100'    ; red (eject)
        KEY     SONY_VCR3,B'1010000'    ; 6
        KEY     SONY_AMP,S_POWER        ; [AUX2]
        KEY     SONY_VCR3,B'0010000'    ; 5
        KEY     SONY_VCR3,B'1100000'    ; 4
        KEY     SONY_VCR3,B'0100000'    ; 3
        KEY     SONY_VCR3,b'1000000'    ; 2
        KEY     SONY_VCR3,B'0000000'    ; 1

        KEY     0,0
        KEY     0,0
        KEY     0,0
        KEY     0,0
        KEY     SONY_VCR3,S_POWER       ; pwr
        KEY     SONY_VCR3,S_PAUSE       ; pause
        KEY     SONY_VCR3,S_STOP        ; stop
        KEY     SONY_VCR3,S_PLAY        ; play

        KEY     0,0
        KEY     SONY_VCR3,B'1011100'    ; (rec) ; o
        KEY     0,0
        KEY     SONY_VCR3,B'0101101'    ; i (datascr)
        KEY     SONY_VCR3,B'0001101'    ; mix (recmode)
        KEY     SONY_VCR3,B'1011111'    ; >|< (hispeedrew)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        KEY    SONY_VCR3,B'1101100'   ; rewind
        KEY    SONY_VCR3,B'0011100'   ; forward

        KEY    DEV_CHG,YELLOW         ; [YELLOW]
;       KEY    SONY_VCR3,B'0110101'   ; yellow (>>)
        KEY    0,0
        KEY    0,0
        KEY    SONY_AMP,S_VOLUP       ; [MUTE]
        KEY    SONY_VCR3,S_CHDO       ; ch-
        KEY    SONY_VCR3,S_CHUP       ; ch+
        KEY    SONY_TV,S_VOLDO        ; vol-
        KEY    SONY_TV,S_VOLUP        ; vol+

S_MUTE  equ    B'0010100'
S_PLAY  equ    B'0101100'
S_PAUSE equ    B'1001100'
S_STOP  equ    B'0001100'
S_POWER equ    b'1010100'
S_VOLUP equ    B'0100100'
S_VOLDO equ    B'1100100'
S_CHUP  equ    B'0000100'
S_CHDO  equ    B'1000100'

;-----------------------------------------------
; 4th row [BLUE]: MP3 PLAYER
;-----------------------------------------------


cmdset4 decfsz  cmdsettmp,F
        goto    cmdset5

        movlw   b'10000'
        movwf   device
        movlw   HIGH    cmdset4
        movwf   PCLATH

        movf    cmdnr,W
        addwf   cmdnr,W
        andlw   07fh
        call    jump3
        movwf   device
        movf    cmdnr,W
        addwf   cmdnr,W
        addlw   1
jump3   addwf   PCL,F

        KEYROW

        KEY     DEV_CHG,GREEN          ; [GREEN]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
KEY    SONY_TUN,S_CHUP        ; [+20] tuner+
KEY    DEV_CHG,BLUE          ; [BLUE]
KEY    SONY_TUN,S_CHDO        ; [+10] tuner-
KEY    SONY_CD2,B'0000010'    ; 10
KEY    SONY_CD2,B'0001000'    ; 9
KEY    SONY_CD2,B'1110000'    ; 8
KEY    SONY_CD2,B'0110000'    ; 7

KEY    DEV_CHG,RED           ; [RED]
KEY    SONY_CD2,B'1010000'    ; 6
KEY    SONY_AMP,S_POWER       ; [AUX2]
KEY    SONY_CD2,B'0010000'    ; 5
KEY    SONY_CD2,B'1100000'    ; 4
KEY    SONY_CD2,B'0100000'    ; 3
KEY    SONY_CD2,b'1000000'    ; 2
KEY    SONY_CD2,0             ; 1

KEY    0,0
KEY    0,0
KEY    0,0
KEY    0,0
KEY    SONY_CD2,84           ; [POWER] dimmer
KEY    SONY_CD2,B'1001110'    ; [pause]
KEY    SONY_CD2,B'0001110'    ; [stop]
KEY    SONY_CD2,B'0100110'    ; [play]

KEY    0,0
KEY    SONY_CD2,B'0001010'    ; [o] (time/info)
KEY    0,0
KEY    SONY_RCV,59            ; [i] SURR MODE+
KEY    SONY_RCV,65            ; [mix] 2CH STEREO
KEY    SONY_RCV,123           ; [>|<] SURR MODE-
KEY    SONY_CD2,94           ; rewind vol-
KEY    SONY_CD2,62           ; forward vol+

KEY    DEV_CHG,YELLOW         ; [YELLOW]
KEY    0,0
KEY    0,0
KEY    SONY_AMP,S_VOLUP       ; [MUTE]
KEY    SONY_CD2,47           ; ch-]
KEY    SONY_CD2,79           ; ch+]
KEY    SONY_CD2,111           ; cd-1
KEY    SONY_CD2,31           ; cd+1


#include      <delay.asm>

      org    0x300
cmdset5 call   beep
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
call    beep
goto    mloop

end
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; Decodes a Sony IR remote signal and displays it on a 7-segment display as
; well as sending it serially to a remote device.
;
;*******************************************************************************
;* ----- Configuration Information ----- *
;*******************************************************************************
list P=16F84,F=INHX8,R=dec
__CONFIG 0x3FF1
org 0x2000
data "IRP", 0x10
;*******************************************************************************
;* ----- Include Files ----- *
;*******************************************************************************
include "p16F84.inc"
;*******************************************************************************
;* ----- Pin Definitions ----- *
;*******************************************************************************
#define DISPLAY_A PORTB,7
#define DISPLAY_B PORTB,6
#define DISPLAY_C PORTB,5
#define DISPLAY_D PORTB,4
#define DISPLAY_E PORTB,3
#define DISPLAY_F PORTB,2
#define DISPLAY_G PORTB,1
#define DISPLAY_DP PORTB,0
#define UNUSED2 PORTA,4
#define UNUSED1 PORTA,3
#define UNUSED0 PORTA,2
#define SEROUT PORTA,1
#define IR_IN PORTA,0
;*******************************************************************************
;* ----- State Definitions ----- *
;*******************************************************************************
#define STATE_idle 0
#define STATE_start 1
#define STATE_sync 2
#define STATE_decide 3
#define STATE_done 4
#define STATE_error 5
#define STATE_start_bit 6
#define STATE_bit 7
#define STATE_stop_bit 8
;*******************************************************************************
;* ----- Variables ----- *
;*******************************************************************************
cblock 0x0C
count
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
error_count
rx_count
rx_messages
temp_id
temp_code
current_state
next_state
tx_byte
endc
;*****************************************************************************
;* ----- Initialization ----- *
;*****************************************************************************
org 0x00
goto main
org 0x04
goto interrupt
;*****************************************************************************
;* ----- Translation Table ----- *
;*****************************************************************************
translation_table:
andlw 0x1F ;; Make sure we don't overrun the table.
addwf PCL,f
retlw D'1' ;; 0x00 (Button 1)
retlw D'2' ;; 0x01 (Button 2)
retlw D'3' ;; 0x02 (Button 3)
retlw D'4' ;; 0x03 (Button 4)
retlw D'5' ;; 0x04 (Button 5)
retlw D'6' ;; 0x05 (Button 6)
retlw D'7' ;; 0x06 (Button 7)
retlw D'8' ;; 0x07 (Button 8)
retlw D'9' ;; 0x08 (Button 9)
retlw D'0' ;; 0x09 (Button 0)
retlw D'22' ;; 0x0A (Unused)
retlw D'22' ;; 0x0B (Unused)
retlw D'22' ;; 0x0C (Unused)
retlw D'22' ;; 0x0D (Unused)
retlw D'22' ;; 0x0E (Unused)
retlw D'22' ;; 0x0F (Unused)
retlw D'10' ;; 0x10 (Button Channel Up)
retlw D'11' ;; 0x11 (Button Channel Down)
retlw D'12' ;; 0x12 (Button Volume Up)
retlw D'13' ;; 0x13 (Button Volume Down)
retlw D'14' ;; 0x14 (Button Mute)
retlw D'15' ;; 0x15 (Button Power)
retlw D'22' ;; 0x16 (Unused)
retlw D'22' ;; 0x17 (Unused)
retlw D'22' ;; 0x18 (Unused)
retlw D'22' ;; 0x19 (Unused)
retlw D'22' ;; 0x1A (Unused)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
retlw D'22' ;; 0x1B (Unused)
retlw D'22' ;; 0x1C (Unused)
retlw D'22' ;; 0x1D (Unused)
retlw D'22' ;; 0x1E (Unused)
retlw D'22' ;; 0x1F (Unused)
;*************************************************************************
;* ----- Led Table ----- *
;*************************************************************************
;;
;; a
;; f b
;; g
;; e c
;; d
;;
led_table:
andlw 0x1F
addwf PCL,f
retlw B'00000011' ;; 0 (a,b,c,d,e,f)
retlw B'10011111' ;; 1 (b,c)
retlw B'00100101' ;; 2 (a,b,d,e,g)
retlw B'00001101' ;; 3 (a,b,c,d,g)
retlw B'10011001' ;; 4 (b,c,f,g)
retlw B'01001001' ;; 5 (a,c,d,f,g)
retlw B'01000001' ;; 6 (a,c,d,e,f,g)
retlw B'00011111' ;; 7 (a,b,c)
retlw B'00000001' ;; 8 (a,b,c,d,e,f,g)
retlw B'00001001' ;; 9 (a,b,c,d,f,g)
retlw B'00010001' ;; A (a,b,c,e,f,g)
retlw B'11000001' ;; B (c,d,e,f,g)
retlw B'01100011' ;; C (a,d,e,f)
retlw B'10000101' ;; D (b,c,d,e,g)
retlw B'01100001' ;; E (a,d,e,f,g)
retlw B'01110001' ;; F (a,e,f,g)
retlw B'01111111' ;; a
retlw B'10111111' ;; b
retlw B'11011111' ;; c
retlw B'11101111' ;; d
retlw B'11110111' ;; e
retlw B'11111011' ;; f
retlw B'11111101' ;; g
retlw B'11111111' ;; Blank
retlw B'11111111' ;; Blank
retlw B'11111111' ;; Blank
retlw B'11111111' ;; Blank
retlw B'11111111' ;; Blank
retlw B'11111111' ;; Blank
retlw B'11111111' ;; Blank
retlw B'11111111' ;; Blank
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
retlw B'11111111' ;; Blank
;*************************************************************************
;* ----- ASCII Table ----- *
;*************************************************************************
ascii_table:
andlw 0x1F
addwf PCL,f
retlw A'0'
retlw A'1'
retlw A'2'
retlw A'3'
retlw A'4'
retlw A'5'
retlw A'6'
retlw A'7'
retlw A'8'
retlw A'9'
retlw A'A'
retlw A'B'
retlw A'C'
retlw A'D'
retlw A'E'
retlw A'F'
retlw A'-'
retlw A'-'
retlw A'-'
retlw A'-'
retlw A'-'
retlw A'-'
retlw A'-'
retlw A' '
retlw A' '
retlw A' '
retlw A' '
retlw A' '
retlw A' '
retlw A' '
retlw A' '
retlw A' '
;*************************************************************************
;* ----- State Transition Table ----- *
;*************************************************************************
state_table:
andlw 0x0F
addwf PCL,f
goto IR_idle
goto IR_start
goto IR_sync
goto IR_decide
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
goto IR_done
goto IR_error
goto SERIAL_start_bit
goto SERIAL_bit
goto SERIAL_stop_bit
goto IR_error ; unused -- error state
goto IR_error ; unused -- error state
goto IR_error ; unused -- error state
goto IR_error ; unused -- error state
goto IR_error ; unused -- error state
goto IR_error ; unused -- error state
goto IR_error ; unused -- error state
;*****************************************************************************
;* ----- Main ----- *
;*****************************************************************************
main:
;;
;; Variable init
;;
clrf count
clrf error_count
clrf rx_count
clrf rx_messages
clrf temp_id
clrf temp_code
clrf current_state
clrf tx_byte
movlw STATE_idle
movwf next_state
;;
;; Initialize the ports
;;
movlw B'00000001'
movwf PORTA
movlw 0xFF
movwf PORTB
;;
;; Initialize the port directions
;;
bsf STATUS,RP0
clrw
movwf TRISB
movlw B'11100001'
movwf TRISA
bcf STATUS,RP0
;;
;; Initialize the timer
;;
clrf TMR0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
movlw B'10011000'
bsf STATUS,RP0
movwf OPTION_REG
bcf STATUS,RP0
bsf INTCON,T0IE ;; Enable timer interrupts
bsf INTCON,GIE ;; Global interrupt enable
;;
;; Loop forever
;;
goto $
;*******************************************************************************
;* ----- Interrupt ----- *
;*******************************************************************************
interrupt:
;;
;; Check for timer interrupt
;;
btfsc INTCON,T0IF
call timer_interrupt
retfie
;*******************************************************************************
;* ----- Timer Interrupt ----- *
;*******************************************************************************
timer_interrupt:
;;
;; Reload the timer
;;
bcf INTCON,T0IF
movlw (255 - 96)
movwf TMR0
;;
;; Update the state machine
;;
movf next_state,w
movwf current_state
call state_table
return
;*******************************************************************************
;* ----- The Idle State ----- *
;*******************************************************************************
IR_idle:
clrf count
clrf error_count
clrf rx_count
clrf temp_id
clrf temp_code
;;
;; Assign next state.
;;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
movlw STATE_idle
btfss IR_IN
movlw STATE_start
movwf next_state
return
;*******************************************************************************
;* ----- The Error State ----- *
;*******************************************************************************
IR_error:
incf error_count,f
movlw STATE_idle
movwf next_state
return
;*******************************************************************************
;* ----- The Start State ----- *
;*******************************************************************************

IR_start:
btfsc IR_IN
goto IR_start_test
incf count,f
movlw STATE_start
movwf next_state
return
;;
;; if ((count >= 15) && (count < 26))
;;
IR_start_test:
movlw 15
subwf count,w
bc IR_start_greater
goto IR_start_error
IR_start_greater:
movlw 26
subwf count,w
bnc IR_start_done
IR_start_error:
clrf count
movlw STATE_error
movwf next_state
return
IR_start_done:
clrf count
movlw STATE_sync
movwf next_state
return
;*******************************************************************************
;* ----- The Sync State ----- *
;*******************************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IR_sync:
btfss IR_IN
goto IR_sync_test
incf count,f
movlw STATE_sync
movwf next_state
return
;; if ((count >= 3) && (count < 6)) {
IR_sync_test:
movlw 3
subwf count,w
bc IR_sync_greater
goto IR_sync_error
IR_sync_greater:
movlw 6
subwf count,w
bnc IR_sync_done
IR_sync_error:
clrf count
movlw STATE_error
movwf next_state
return
IR_sync_done:
clrf count
movlw STATE_decide
movwf next_state
return
;*********************************************************************
;* ----- The Decide State ----- *
;*********************************************************************
IR_decide:

btfsc IR_IN
goto IR_decide_test
incf count,f
movlw STATE_decide
movwf next_state
goto IR_decide_done
IR_decide_test:
movlw 16
subwf count,w
bc IR_decide_error
movf count,w
call IR_decide_table
goto IR_decide_done
IR_decide_table:
andlw 0x0F
addwf PCL,f
goto IR_decide_error
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    goto IR_decide_error
    goto IR_decide_error
    goto IR_decide_zero
    goto IR_decide_zero
    goto IR_decide_zero
    goto IR_decide_zero
    goto IR_decide_zero
    goto IR_decide_one
    goto IR_decide_one
    goto IR_decide_one
    goto IR_decide_one
    goto IR_decide_one
    goto IR_decide_one
    goto IR_decide_one
    goto IR_decide_one
    IR_decide_done:
    movlw 12
    subwf rx_count,w
    bc IR_decide_greater_than
    return
    IR_decide_greater_than:
    clrf count
    movlw STATE_done
    movwf next_state
    return
    ;*************************************************************************
    ;* ----- The Decide State -- Table zero ----- *
    ;*************************************************************************
    IR_decide_zero:
    clrf count
    movlw STATE_sync
    movwf next_state
    ;; if (rx_count > 6) {
    movlw 7
    subwf rx_count,w
    bc IR_decide_zero_greater
    clrc
    rrf temp_code,f
    goto IR_decide_zero_done
    IR_decide_zero_greater:
    clrc
    rrf temp_id,f
    IR_decide_zero_done:
    incf rx_count,f
    return
    ;*************************************************************************
    ;* ----- The Decide State -- Table error ----- *
    ;*************************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IR_decide_error:
clrf count
movlw STATE_error
movwf next_state
return
;*******************************************************************************
;* ----- The Decide State -- Table one ----- *
;*******************************************************************************
IR_decide_one:
clrf count
movlw STATE_sync
movwf next_state
;; if (rx_count > 6) {
movlw 7
subwf rx_count,w
bc IR_decide_one_greater
setc
rrf temp_code,f
goto IR_decide_one_done
IR_decide_one_greater:
setc
rrf temp_id,f
IR_decide_one_done:
incf rx_count,f
return
;*******************************************************************************
;* ----- The Done State ----- *
;*******************************************************************************
IR_done:
rrf temp_code,f
movlw 0x1F
subwf temp_code,w
bnc IR_done_less
movlw 0x1F ;; invalid code number
movwf temp_code
IR_done_less:
movf temp_code,w
call translation_table
movwf temp_code
;;
;; Store the value for serial transmission
;;
call ascii_table
movwf tx_byte
movf temp_code,w
;;
;; Show the value on the LED display
;;
call led_table
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

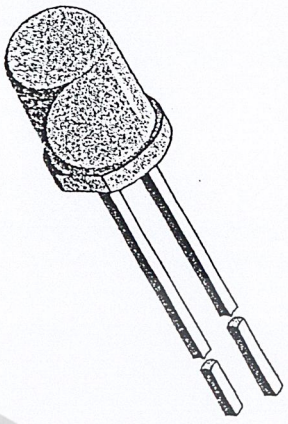
```
movwf PORTB
;;
;; Setup the next state
;;
movlw STATE_start_bit
movwf next_state
return
;*********************************************************************
;* ----- Serial Start Bit State ----- *
;*********************************************************************
SERIAL_start_bit:
movlw 8
movwf count
nop
bsf SEROUT
movlw STATE_bit
movwf next_state
return
;*********************************************************************
;* ----- Serial Bit State ----- *
;*********************************************************************
SERIAL_bit:
rrf tx_byte,f
btfss STATUS,C
bsf SEROUT
btfsc STATUS,C
bcf SEROUT
movlw STATE_stop_bit
decfsz count,f
movlw STATE_bit
movwf next_state
return
;*********************************************************************
;* ---- Serial Stop Bit State ---- *
;*********************************************************************
SERIAL_stop_bit:
clrf count
nop
nop
bcf SEROUT
movlw STATE_idle
movwf next_state
return
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GaAlAs Infrared Emitting Diodes in ø 5 mm (T–1¾) Package

Description

The TSHA650. series are high efficiency infrared emitting diodes in GaAlAs on GaAlAs technology, molded in a clear, untinted plastic package.
In comparison with the standard GaAs on GaAs technology these high intensity emitters feature about 70 % radiant power improvement.
In contrast to the TSHA550. series lead stand–offs are omitted.



Features

- Extra high radiant power
- Suitable for high pulse current operation
- Standard T–1¾ (ø 5 mm) package
- Leads formed without stand–off
- Angle of half intensity $\varphi = \pm 24°$
- Peak wavelength $\lambda_p = 875$ nm
- High reliability
- Good spectral matching to Si photodetectors

Applications

Infrared remote control and free air transmission systems with high power and comfortable radiation angle requirements in combination with PIN photodiodes or phototransistors.
Because of the reduced radiance absorption in glass at the wavelength of 875 nm, this emitter series is also suitable for systems with panes in the transmission range between emitter and detector.

Absolute Maximum Ratings

$T_{amb} = 25°C$

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Reverse Voltage		V_R	5	V
Forward Current		I_F	100	mA
Peak Forward Current	$t_p/T = 0.5$, $t_p = 100$ µs	I_{FM}	200	mA
Surge Forward Current	$t_p = 100$ µs	I_{FSM}	2.5	A
Power Dissipation		P_V	210	mW
Junction Temperature		T_j	100	°C
Operating Temperature Range		T_{amb}	–55...+100	°C
Storage Temperature Range		T_{stg}	–55...+100	°C
Soldering Temperature	t ≦ 5sec, 2 mm from case	T_{sd}	260	°C
Thermal Resistance Junction/Ambient		R_{thJA}	350	K/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Basic Characteristics

T_{amb} = 25°C

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Forward Voltage	I_F = 100 mA, t_p = 20 ms	V_F		1.5	1.8	V
Temp. Coefficient of V_F	I_F = 100mA	TK_{VF}		–1.6		mV/K
Reverse Current	V_R = 5 V	I_R			100	µA
Junction Capacitance	V_R = 0 V, f = 1 MHz, E = 0	C_j		20		pF
Temp. Coefficient of ϕ_e	I_F = 20 mA	$TK_{\phi e}$		–0.7		%/K
Angle of Half Intensity		φ		±24		deg
Peak Wavelength	I_F = 100 mA	λ_p		875		nm
Spectral Bandwidth	I_F = 100 mA	$\Delta\lambda$		80		nm
Temp. Coefficient of λ_p	I_F = 100 mA	$TK_{\lambda p}$		0.2		nm/K
Rise Time	I_F = 100 mA	t_r		600		ns
	I_F = 1.5 A	t_r		300		ns
Fall Time	I_F = 100 mA	t_f		600		ns
	I_F = 1.5 A	t_f		300		ns

Type Dedicated Characteristics

T_{amb} = 25°C

Parameter	Test Conditions	Type	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Forward Voltage	I_F=1.5A, t_p=100µs	TSHA6500/6501	V_F		3.2	4.9	V
		TSHA6502/6503	V_F		3.2	4.5	V
Radiant Intensity	I_F=100mA, t_p=20ms	TSHA6500	I_e	12	20		mW/sr
		TSHA6501	I_e	16	25		mW/sr
		TSHA6502	I_e	20	30		mW/sr
		TSHA6503	I_e	24	35		mW/sr
	I_F=1.5A, t_p=100µs	TSHA6500	I_e	150	240		mW/sr
		TSHA6501	I_e	200	300		mW/sr
		TSHA6502	I_e	250	360		mW/sr
		TSHA6503	I_e	300	420		mW/sr
Radiant Power	I_F=100mA, t_p=20ms	TSHA6500	ϕ_e		22		mW
		TSHA6501	ϕ_e		23		mW
		TSHA6502	ϕ_e		24		mW
		TSHA6503	ϕ_e		25		mW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Characteristics (T_{amb} = 25°C unless otherwise specified)

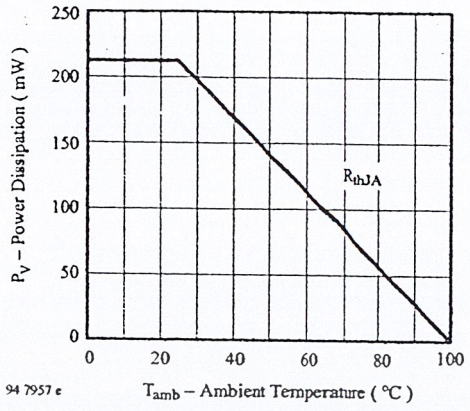


Figure 1. Power Dissipation vs. Ambient Temperature

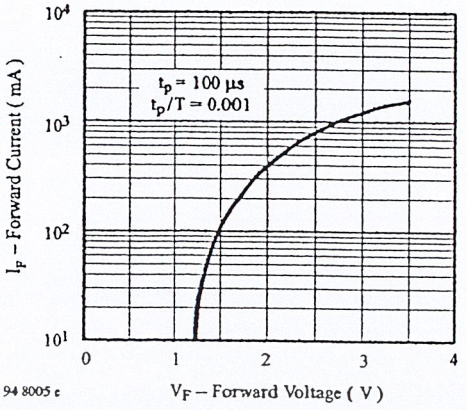


Figure 4. Forward Current vs. Forward Voltage

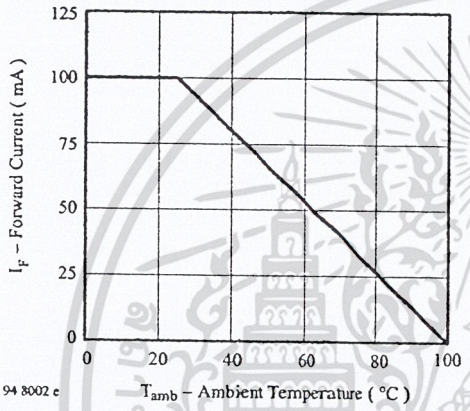


Figure 2. Forward Current vs. Ambient Temperature

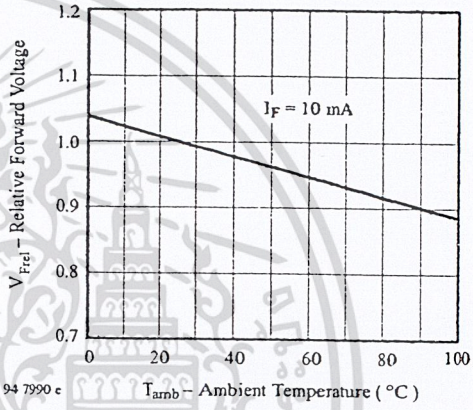


Figure 5. Relative Forward Voltage vs. Ambient Temperature

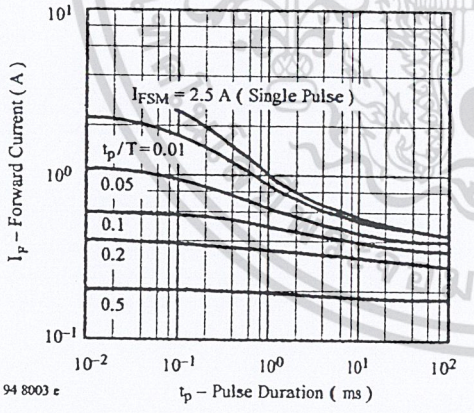


Figure 3. Pulse Forward Current vs. Pulse Duration

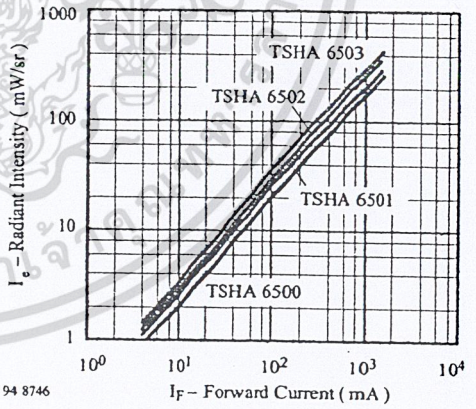


Figure 6. Radiant Intensity vs. Forward Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

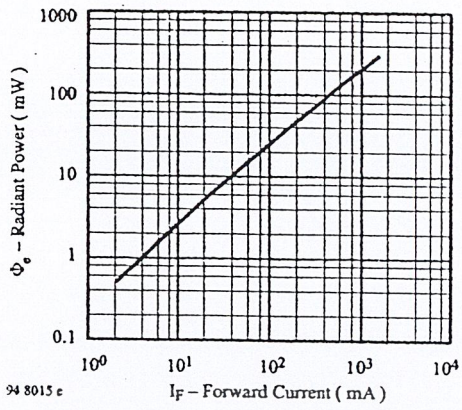


Figure 7. Radiant Power vs. Forward Current

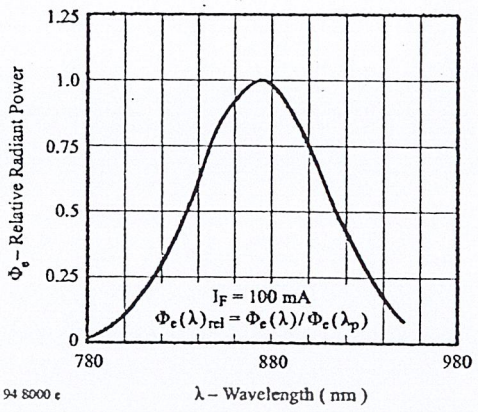


Figure 9. Relative Radiant Power vs. Wavelength

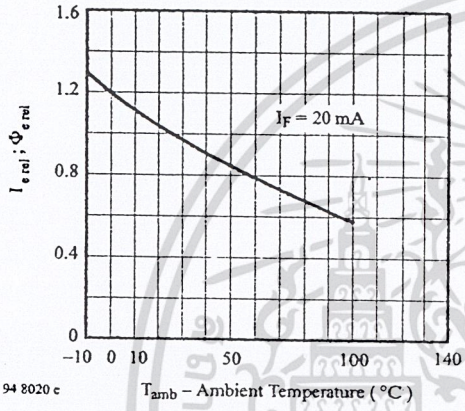


Figure 8. Rel. Radiant Intensity\Power vs. Ambient Temperature

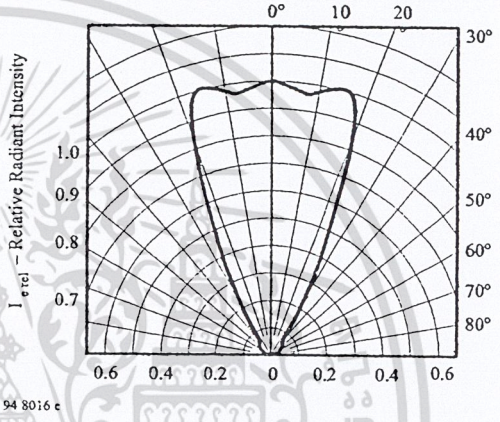
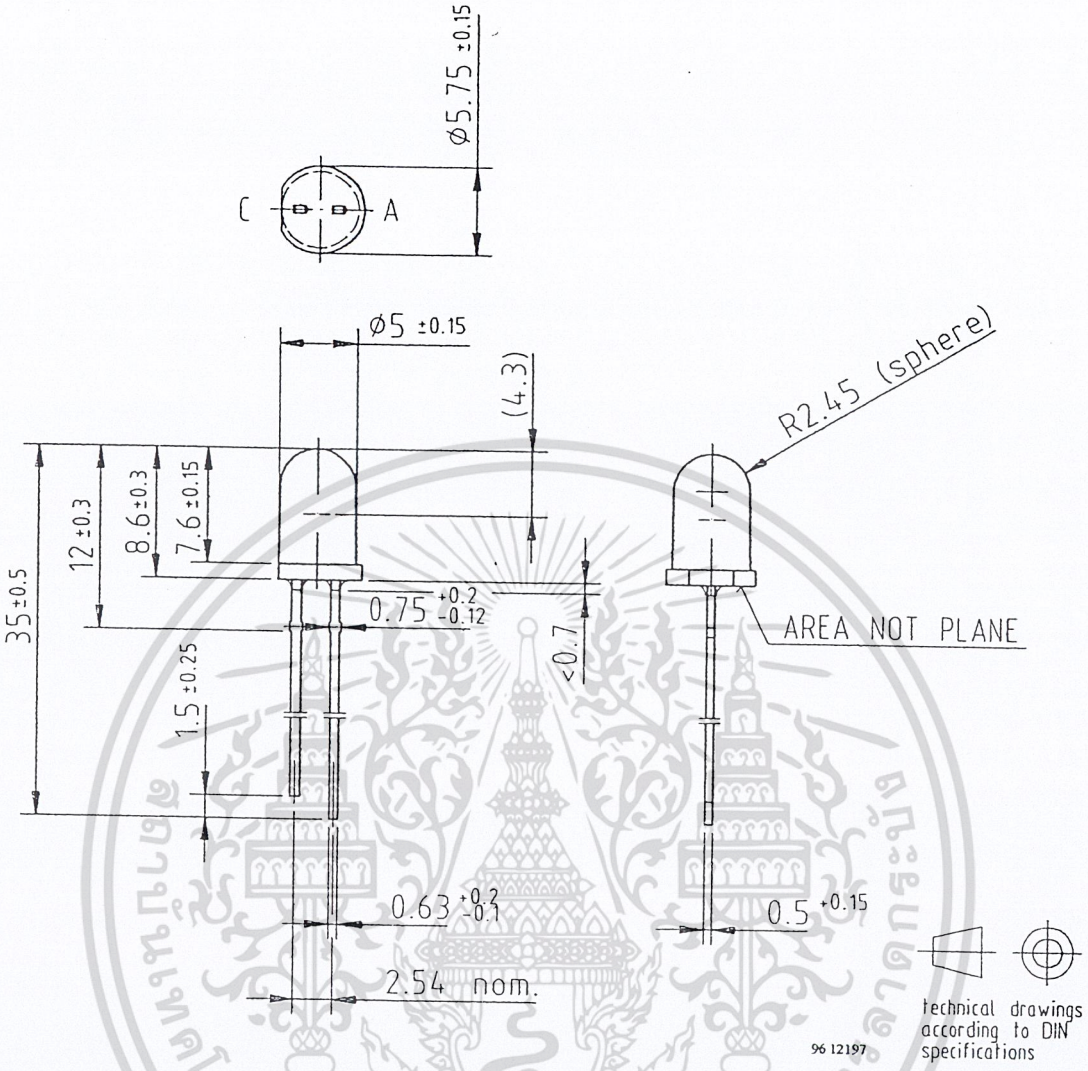


Figure 10. Relative Radiant Intensity vs. Angular Displacement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dimensions in mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ozone Depleting Substances Policy Statement

It is the policy of **Vishay Semiconductor GmbH** to

1. Meet all present and future national and international statutory requirements.

2. Regularly and continuously improve the performance of our products, processes, distribution and operating systems with respect to their impact on the health and safety of our employees and the public, as well as their impact on the environment.

It is particular concern to control or eliminate releases of those substances into the atmosphere which are known as ozone depleting substances (ODSs).

The Montreal Protocol (1987) and its London Amendments (1990) intend to severely restrict the use of ODSs and forbid their use within the next ten years. Various national and international initiatives are pressing for an earlier ban on these substances.

Vishay Semiconductor GmbH has been able to use its policy of continuous improvements to eliminate the use of ODSs listed in the following documents.

1. Annex A, B and list of transitional substances of the Montreal Protocol and the London Amendments respectively

2. Class I and II ozone depleting substances in the Clean Air Act Amendments of 1990 by the Environmental Protection Agency (EPA) in the USA

3. Council Decision 88/540/EEC and 91/690/EEC Annex A, B and C (transitional substances) respectively.

Vishay Semiconductor GmbH can certify that our semiconductors are not manufactured with ozone depleting substances and do not contain such substances.

We reserve the right to make changes to improve technical design and may do so without further notice.
Parameters can vary in different applications. All operating parameters must be validated for each customer application by the customer. Should the buyer use Vishay-Telefunken products for any unintended or unauthorized application, the buyer shall indemnify Vishay-Telefunken against all claims, costs, damages, and expenses, arising out of, directly or indirectly, any claim of personal damage, injury or death associated with such unintended or unauthorized use.

Vishay Semiconductor GmbH, P.O.B. 3535, D-74025 Heilbronn, Germany
Telephone: 49 (0)7131 67 2831, Fax number: 49 (0)7131 67 2423

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Waitrony

Infrared Receiver Module

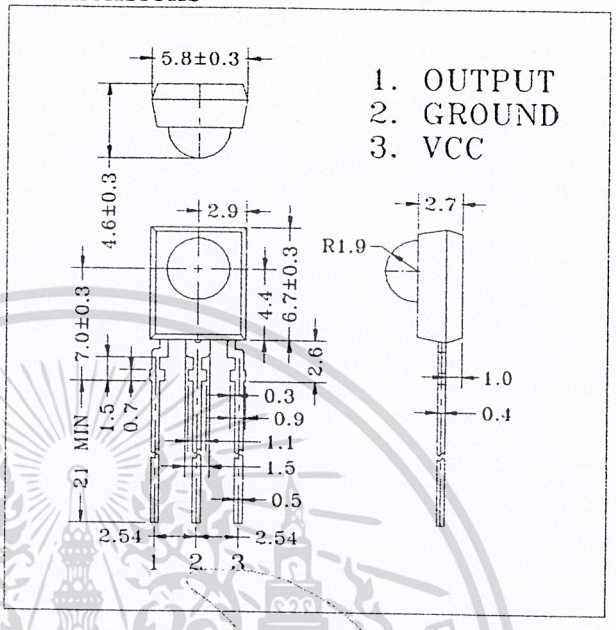
0-00-09-14 Preliminary

Module No.: PIC-1018SCL

1. Features:

- Miniature size
- Built-in exclusive IC
- Wide half angle & long reception distance
- Good noise-proof capability
- High immunity against ambient light
- High protection ability to EMI
- Side view

Dimensions



2. Applications

- AV instruments (Audio, TV, VCR, CD player)
- Home appliances (Air-conditioner, Fan, Light.)
- Remote control for wireless devices

3. Absolute Maximum Ratings

(Ta=25°C)

Parameter	Symbol	Ratings	Unit
Supply Voltage	Vcc	6.0	V
Operating Temperature	Topr	-10 ~ +60	°C
Storage Temperature	Tstg	-20 ~ +75	°C
Soldering Temperature *1	Tsol	240	°C

*1 At the position of 2mm from the bottom of the package within 5 seconds.

4. Electro-optical Characteristics

(Ta=25°C)

Parameter	Symbol	Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
Supply voltage	Vcc			2.5	3.0	5.5	V
Current Consumption	Icc	Input Signal = 0			0.8	1.5	mA
Reception Distance	d	200±5Lux	Vcc=3V	15			m
			Vcc=2.5V	7			m
Half Angle	Δθ				±45		deg
B.P.F. Center Frequency	Fo				37.9		kHz
Peak Wavelength	λp				940		nm
Signal Output	So			--- Active Low ---			
High Level Output Voltage	Voh			Vcc-0.5			V
Low Level Output Voltage	Vol				0.2	0.4	V
High Level Pulse Width	Twh	Burst Wave = 600μs		500	600	700	μs
Low Level Pulse Width	Twl			500	600	700	μs

5. Reliability Test Items

(Ta=25°C)

Test Items	Test Conditions	Ratings
High Temperature Storage	Ta=60°C, Vcc=3.0V	t=240hr.
Low Temperature Storage	Ta=-10°C, Vcc=3.0V	t=240hr.
High Temperature High Humid Storage	Ta=40°C, 90%RH, Vcc=3.0V	t=240hr.
Temperature Cycling	-20°C (30min) ~ +70°C (30min)	20 cycles
Soldering Heat	240±5°C	5 sec.

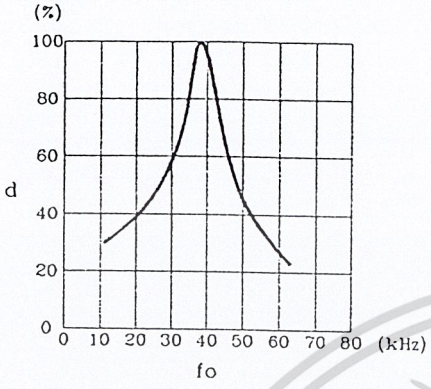
เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Waitrony

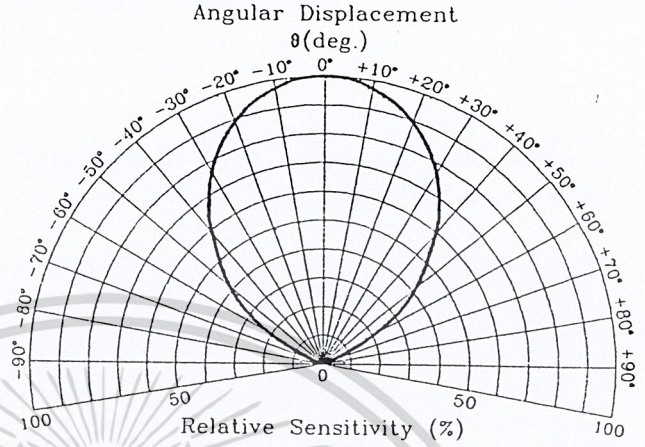
Infrared Receiver Module

Module No.: PIC-1018SCL

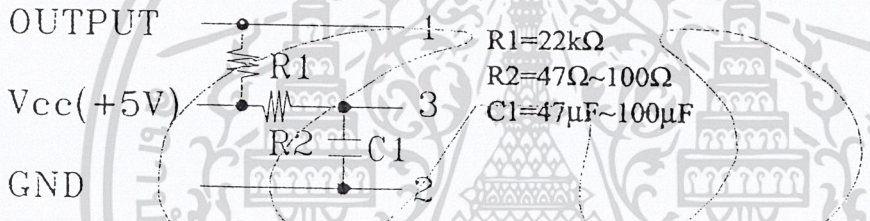
Relative Reception Distance vs Transmitter Carrier Frequency



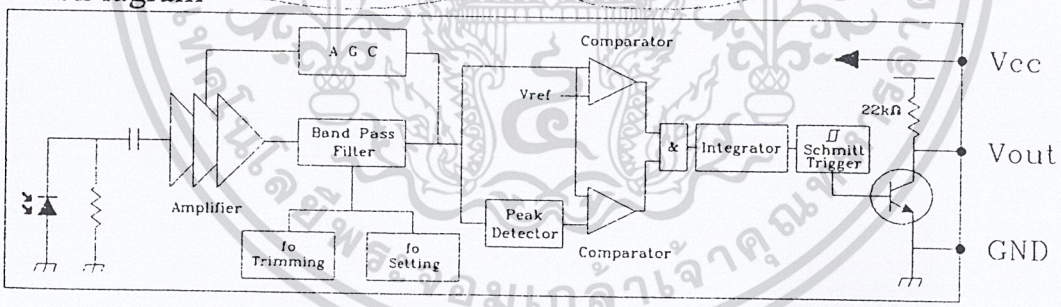
Sensitivity Diagram

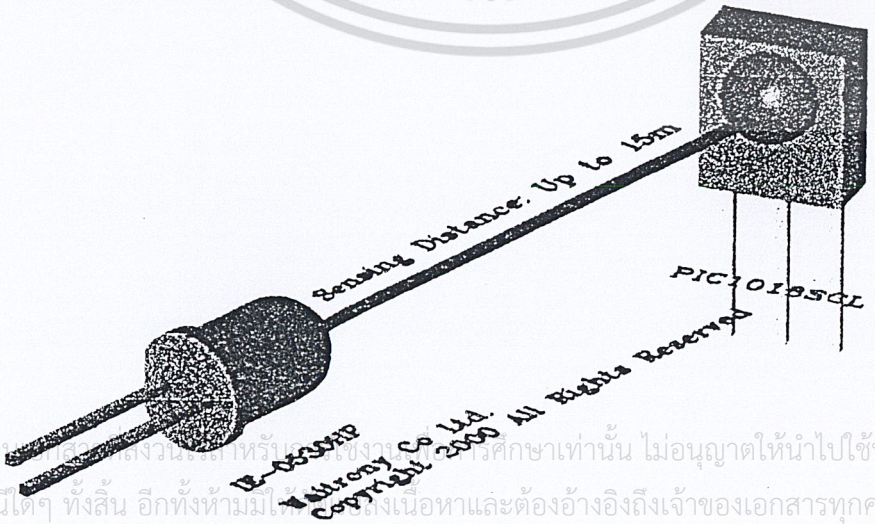


In case of noisy power supply, please serially insert 100Ω resistor and about 47μF electrolytic capacitor in Vcc line and ground as follows:-



Block Diagram





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Waitrony

Infrared Receiver Module

Module No.: PIC-1018SCL

Testing Method

Distance between emitter and detector specifies maximum distance that output waveform satisfies the standard (FIG-3) under the conditions below against the standard transmitter.

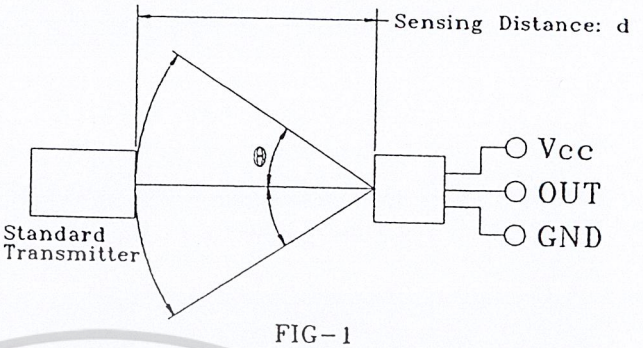


FIG-1

a. Measuring place
Indoor without extreme reflection of light.

b. Ambient light source
Detecting surface illumination is 200±5Lux under ordinary white fluorescence lamp of no high frequency lightning.

c. Standard transmitter
Transmitter wave indicated in FIG-2 of standard transmitter is arranged to satisfy Vo≥50mVp-p under the measuring circuit specified in FIG-3

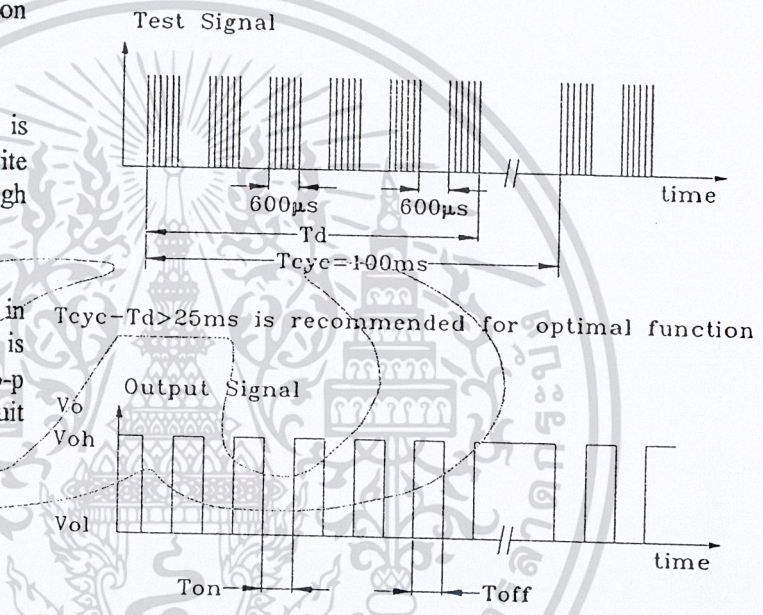


FIG-2

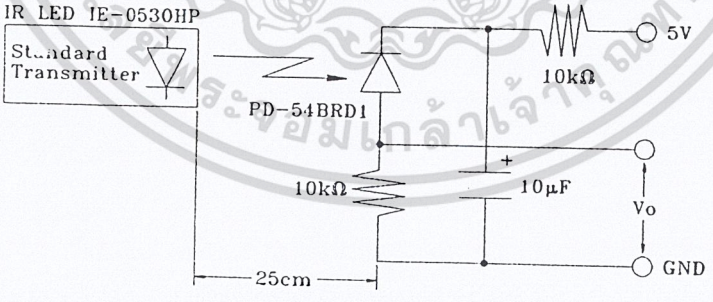


FIG-3 Power Output Measurement Circuit

Precautions for Use

a. Store and use where there is no force causing transformation or change in quality.
b. Store and use where there is no corrosive gas or sea (salt) breeze.
c. Store and use where there is no extreme humidity.
d. Solder the lead pin within the condition of ratings. After soldering, do not add exterior force.
e. Do not wash this device. Wipe the stains of diode side with a soft cloth. You can use the solvent, ethyl alcohol, or methyl alcohol only.
f. To prevent static electricity damage to the pre-amp, make sure that the human body, the soldering iron are connected to ground before using.

เอกสารนี้ใช้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ได้รับความอนุเคราะห์จาก

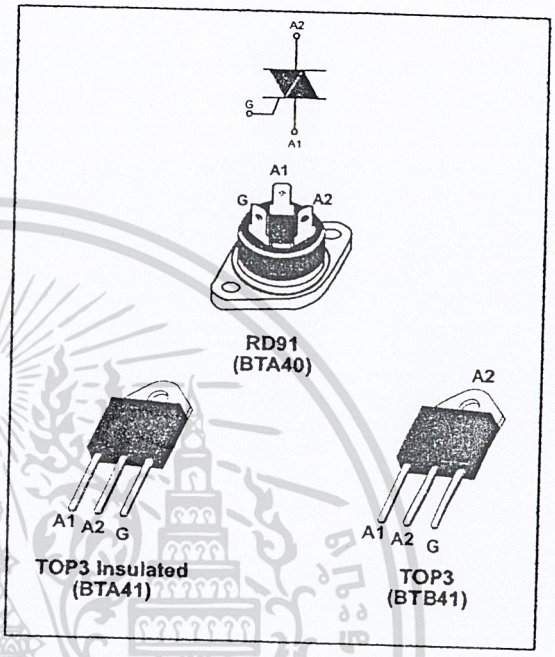
BTA40 and BTA/BTB41 Series

STANDARD

40A TRIACs

MAIN FEATURES:

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	40	A
V_{DRM}/V_{RRM}	600 and 800	V
$I_{GT\ (Q_1)}$	50	mA



DESCRIPTION

Available in high power packages, the BTA/BTB40-41 series is suitable for general purpose AC power switching. They can be used as an ON/OFF function in applications such as static relays, heating regulation, water heaters, induction motor starting circuits, welding equipment... or for phase control operation in high power motor speed controllers, soft start circuits...

Thanks to their clip assembly technique, they provide a superior performance in surge current handling capabilities.

By using an internal ceramic pad, the BTA series provides voltage insulated tab (rated at 2500 V RMS) complying with UL standards (File ref.: E81734).

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter			Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	RD91	Tc = 80°C	40	A
		TOP3			
		TOP3 Ins.	Tc = 70°C		
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, Tj initial = 25°C)	F = 60 Hz	t = 16.7 ms	420	A
		F = 50 Hz	t = 20 ms	400	
I^2t	I^2t Value for fusing	tp = 10 ms		880	A^2s
dI/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, tr ≤ 100 ns	F = 120 Hz	Tj = 125°C	50	A/µs
V_{DSM}/V_{RSM}	Non repetitive surge peak off-state voltage	tp = 10 ms	Tj = 25°C	V_{DRM}/V_{RRM} + 100	V
I_{GM}	Peak gate current	tp = 20 µs	Tj = 125°C	8	A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation		Tj = 125°C	1	W
T_{stg} T_j	Storage junction temperature range Operating junction temperature range			- 40 to + 150 - 40 to + 125	°C

October 2001 - Ed: 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Tj = 25°C, unless otherwise specified)

Symbol	Test Conditions	Quadrant		Value	Unit
I_{GT} (1)	V_D = 12 V R_L = 33 Ω	I - II - III IV	MAX.	50 100	mA
V_{GT}		ALL	MAX.	1.3	V
V_{GD}	$V_D = V_{DRM}$ R_L = 3.3 kΩ Tj = 125°C	ALL	MIN.	0.2	V
I_H (2)	I_T = 500 mA		MAX.	80	mA
I_L	$I_G = 1.2\ I_{GT}$	I - III - IV	MAX.	70	mA
		II		160	
dV/dt (2)	V_D = 67 % V_{DRM} gate open Tj = 125°C		MIN.	500	V/µs
(dV/dt)c (2)	(dI/dt)c = 20 A/ms Tj = 125°C		MIN.	10	V/µs

STATIC CHARACTERISTICS

Symbol	Test Conditions			Value	Unit
V_{TM} (2)	I_{TM} = 60 A tp = 380 µs	Tj = 25°C	MAX.	1.55	V
V_{to} (2)	Threshold voltage	Tj = 125°C	MAX.	0.85	V
R_d (2)	Dynamic resistance	Tj = 125°C	MAX.	10	mΩ
I_{DRM}	$V_{DRM} = V_{RRM}$	Tj = 25°C	MAX.	5	µA
I_{RRM}		Tj = 125°C		5	mA

Note 1: minimum IGT is guaranted at 5% of IGT max.

Note 2: for both polarities of A2 referenced to A1

THERMAL RESISTANCES

Symbol	Parameter		Value	Unit
$R_{th(j-c)}$	Junction to case (AC)	RD91 (Insulated) TOP3	0.9	°C/W
		TOP3 Insulated	1.2	
$R_{th(j-a)}$	Junction to ambient	TOP3	50	°C/W
		TOP3 Insulated		

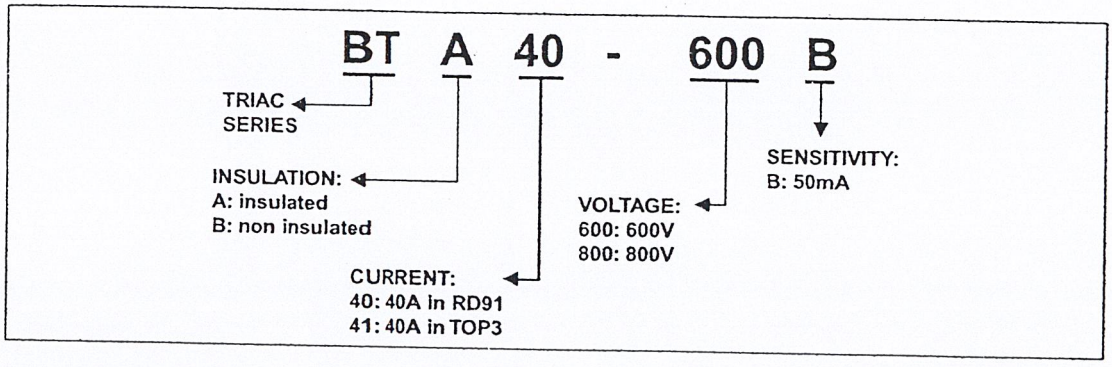
PRODUCT SELECTOR

Part Number	Voltage (xxx)		Sensitivity	Type	Package
	600 V	800 V			
BTA40-xxxB	X	X	50 mA	Standard	RD91
BTA/BTB41-xxxB	X	X	50 mA	Standard	TOP3

BTB: Non insulated TOP3 package

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION



OTHER INFORMATION

Part Number	Marking	Weight	Base quantity	Packing mode
BTA40-xxxB	BTA40xxxB	20.0 g	25	Bulk
BTA/BTB41-xxxB	BTA/BTB41xxxB	4.5 g	120	Bulk

Note: xxx= voltage

Fig. 1: Maximum power dissipation versus RMS on-state current (full cycle).

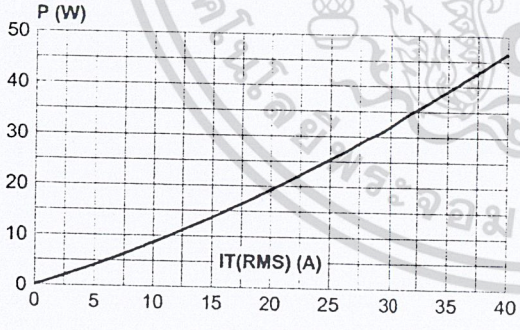
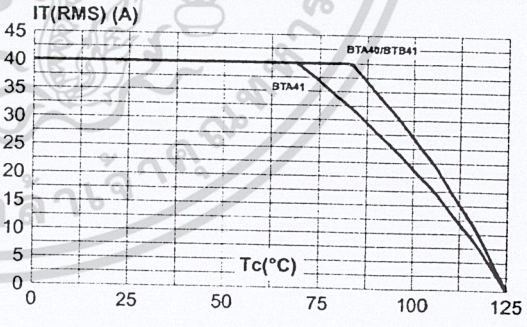


Fig. 2: RMS on-state current versus case temperature (full cycle).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 3: Relative variation of thermal impedance versus pulse duration.

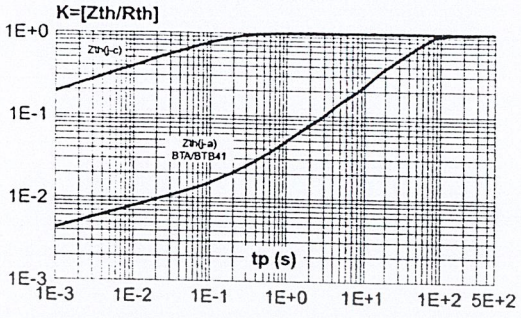


Fig. 4: On-state characteristics (maximum values).

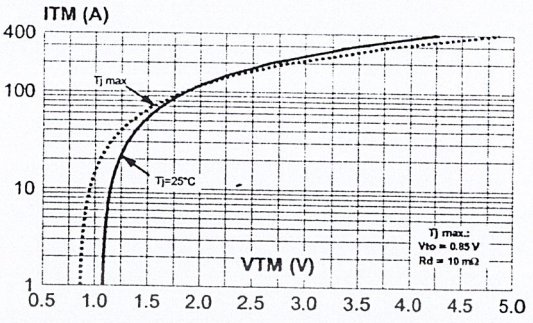


Fig. 5: Surge peak on-state current versus number of cycles.

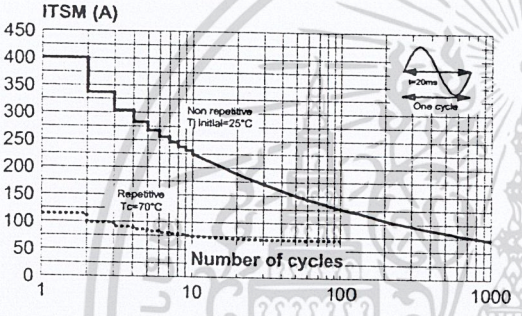


Fig. 6: Non-repetitive surge peak on-state current for a sinusoidal pulse with width tp < 10 ms, and corresponding value of I^2t.

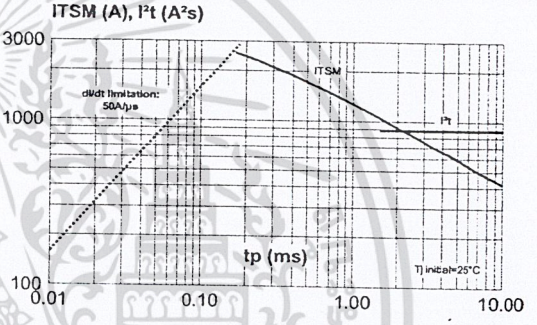


Fig. 7: Relative variation of gate trigger current, holding current and latching current versus junction temperature (typical values).

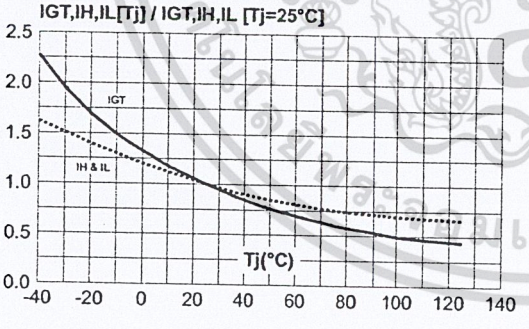
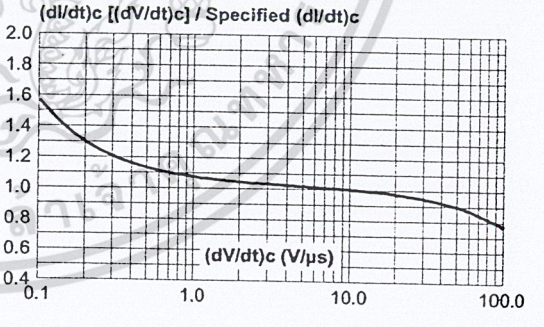
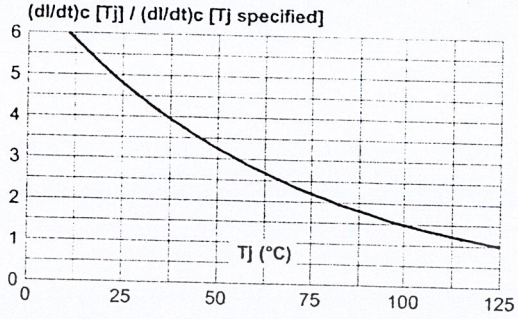


Fig. 8: Relative variation of critical rate of decrease of main current versus (dV/dt)c (typical values).



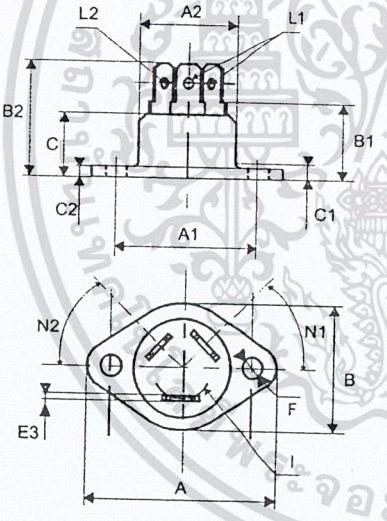
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 9: Relative variation of critical rate of decrease of main current versus junction temperature.



PACKAGE MECHANICAL DATA

RD91 (Plastic)

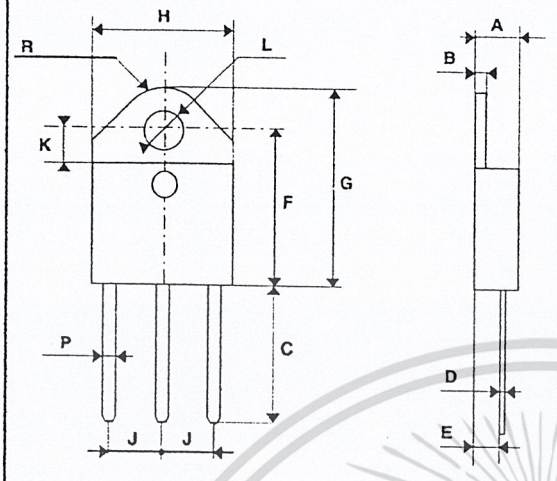


REF.	DIMENSIONS			
	Millimeters		Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A		40.00		1.575
A1	29.90	30.30	1.177	1.193
A2		22.00		0.867
B		27.00		1.063
B1	13.50	16.50	0.531	0.650
B2		24.00		0.945
C		14.00		0.551
C1		3.50		0.138
C2	1.95	3.00	0.077	0.118
E3	0.70	0.90	0.027	0.035
F	4.00	4.50	0.157	0.177
I	11.20	13.60	0.441	0.535
L1	3.10	3.50	0.122	0.138
L2	1.70	1.90	0.067	0.075
N1	33°	43°	33°	43°
N2	28°	38°	28°	38°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA

TOP3 Ins.(Plastic)



REF.	DIMENSIONS					
	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A	4.4		4.6	0.173		0.181
B	1.45		1.55	0.057		0.061
C	14.35		15.60	0.565		0.614
D	0.5		0.7	0.020		0.028
E	2.7		2.9	0.106		0.114
F	15.8		16.5	0.622		0.650
G	20.4		21.1	0.815		0.831
H	15.1		15.5	0.594		0.610
J	5.4		5.65	0.213		0.222
K	3.4		3.65	0.134		0.144
L	4.08		4.17	0.161		0.164
P	1.20		1.40	0.047		0.055
R		4.60			0.181	

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

© The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 2001 STMicroelectronics - Printed in Italy - All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES
Australia - Brazil - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Italy - Japan - Malaysia
Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - U.S.A

http://www.st.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

May 2000

LM78XX
Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expanded to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

Features

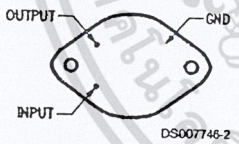
- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

Connection Diagrams

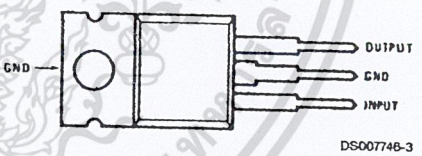
Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum



DS007746-2

Bottom View
Order Number LM7805CK,
LM7812CK or LM7815CK
See NS Package Number KC02A

Plastic Package
TO-220 (T)



DS007746-3

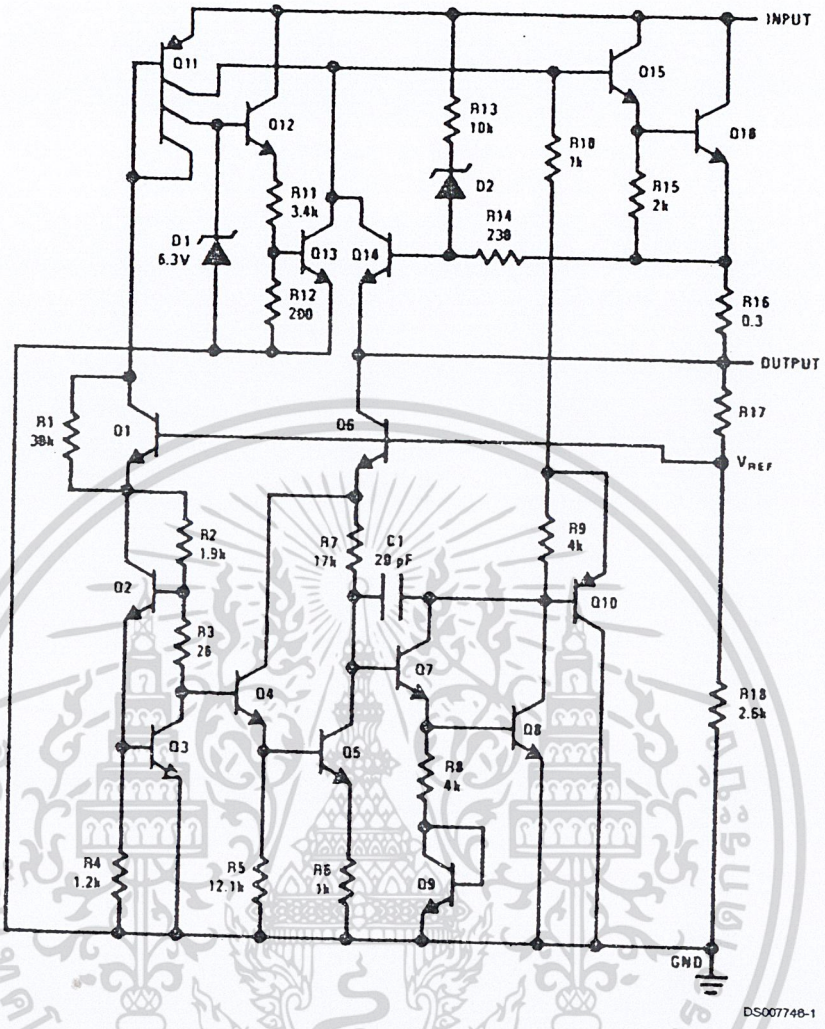
Top View
Order Number LM7805CT,
LM7812CT or LM7815CT
See NS Package Number T03B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

© 2000 National Semiconductor Corporation DS007746

www.national.com

Schematic



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 3)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Input Voltage (V_O = 5V, 12V and 15V)	35V
Internal Power Dissipation (Note 1)	Internally Limited
Operating Temperature Range (T_A)	0˚C to +70˚C
Maximum Junction Temperature	
(K Package)	150˚C
(T Package)	150˚C
Storage Temperature Range	−65˚C to +150˚C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	
TO-3 Package K	300˚C
TO-220 Package T	230˚C

Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2)

0˚C ≤ T_J ≤ 125˚C unless otherwise noted.

Output Voltage				5V			12V			15V			Units
Input Voltage (unless otherwise noted)				10V			19V			23V			
Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_O	Output Voltage	Tj = 25˚C, 5 mA ≤ I_O ≤ 1A		4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V
		P_D ≤ 15W, 5 mA ≤ I_O ≤ 1A		4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.5 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
ΔV_O	Line Regulation	I_O = 500 mA	Tj = 25˚C		3	50		4	120		4	150	mV
			ΔV_{IN}	(7 ≤ V_{IN} ≤ 25)			14.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
			0˚C ≤ Tj ≤ +125˚C			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}	(8 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(15 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(18.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
		I_O ≤ 1A	Tj = 25˚C			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}	(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.6 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.7 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
			0˚C ≤ Tj ≤ +125˚C			25			60			75	mV
			ΔV_{IN}	(8 ≤ V_{IN} ≤ 12)			(16 ≤ V_{IN} ≤ 22)			(20 ≤ V_{IN} ≤ 26)			V
ΔV_O	Load Regulation	Tj = 25˚C	5 mA ≤ I_O ≤ 1.5A		10	50		12	120		12	150	mV
			250 mA ≤ I_O ≤ 750 mA			25			60			75	mV
		5 mA ≤ I_O ≤ 1A, 0˚C ≤ Tj ≤ +125˚C				50			120			150	mV
I_Q	Quiescent Current	I_O ≤ 1A	Tj = 25˚C			8			8			8	mA
			0˚C ≤ Tj ≤ +125˚C			8.5			8.5			8.5	mA
ΔI_Q	Quiescent Current Change	5 mA ≤ I_O ≤ 1A				0.5			0.5			0.5	mA
		Tj = 25˚C, I_O ≤ 1A				1.0			1.0			1.0	mA
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.8 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.9 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
		I_O ≤ 500 mA, 0˚C ≤ Tj ≤ +125˚C				1.0			1.0			1.0	mA
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7 ≤ V_{IN} ≤ 25)			(14.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
V_N	Output Noise Voltage	T_A =25˚C, 10 Hz ≤ f ≤ 100 kHz			40			75			90		μV
$\frac{\Delta V_{IN}}{\Delta V_{OUT}}$	Ripple Rejection	f = 120 Hz	I_O ≤ 1A, Tj = 25˚C or	62	80		55	72		54	70		dB
			I_O ≤ 500 mA 0˚C ≤ Tj ≤ +125˚C	62			55			54			dB
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(8 ≤ V_{IN} ≤ 18)			(15 ≤ V_{IN} ≤ 25)			(18.5 ≤ V_{IN} ≤ 28.5)			V
R_O	Dropout Voltage	Tj = 25˚C, I_{OUT} = 1A			2.0			2.0			2.0		V
	Output Resistance	f = 1 kHz			8			18			19		mΩ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) (Continued)

$0°C \le T_J \le 125°C$ unless otherwise noted.

Output Voltage			5V			12V			15V			Units
Input Voltage (unless otherwise noted)			10V			19V			23V			
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
	Short-Circuit Current	Tj = 25°C		2.1			1.5			1.2		A
	Peak Output Current	Tj = 25°C		2.4			2.4			2.4		A
	Average TC of V_{OUT}	$0°C \le Tj \le +125°C$, I_O = 5 mA		0.6			1.5			1.8		mV/°C
V_{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	Tj = 25°C, $I_O \le 1A$		7.5		14.6			17.7			V

Note 1: Thermal resistance of the TO-3 package (K, KC) is typically 4°C/W junction to case and 35°C/W case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (T) is typically 4°C/W junction to case and 50°C/W case to ambient.

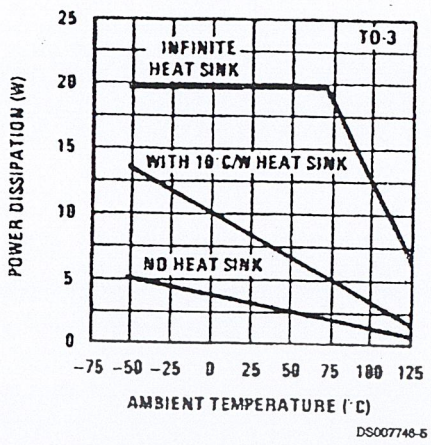
Note 2: All characteristics are measured with capacitor across the input of 0.22 µF, and a capacitor across the output of 0.1µF. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques ($t_w \le 10$ ms, duty cycle ≤ 5%). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

Note 3: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. For guaranteed specifications and the test conditions, see Electrical Characteristics.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

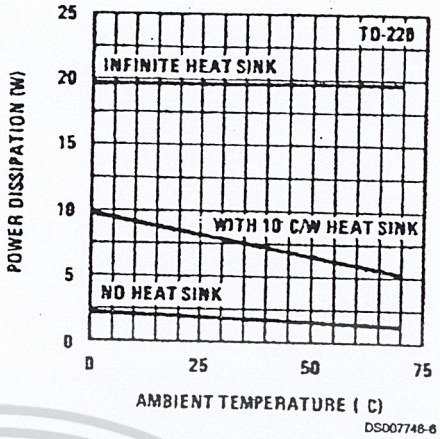
Typical Performance Characteristics

Maximum Average Power Dissipation



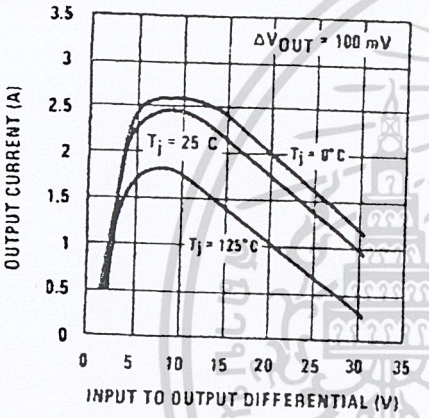
DS007746-5

Maximum Average Power Dissipation



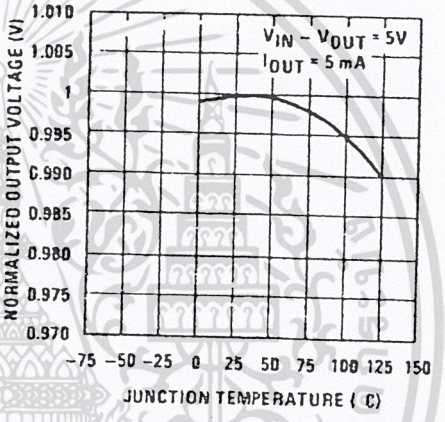
DS007746-6

Peak Output Current



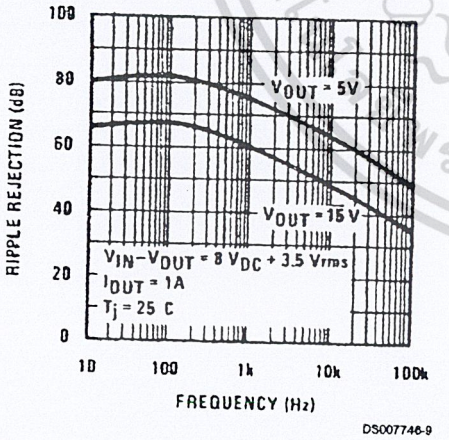
DS007746-7

Output Voltage (Normalized to 1V at T_J = 25°C)



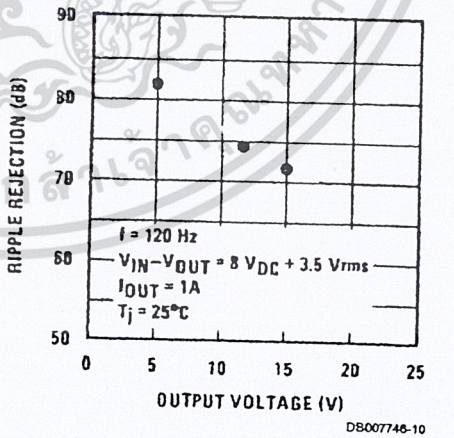
DS007746-8

Ripple Rejection



DS007746-9

Ripple Rejection

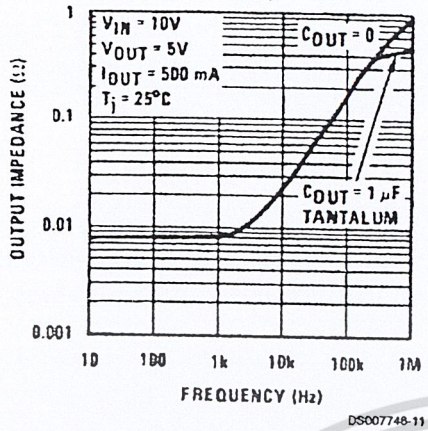


DS007746-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

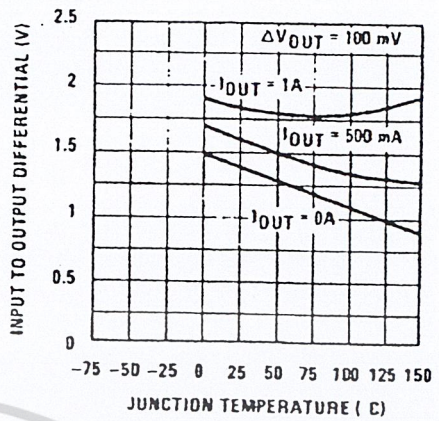
Typical Performance Characteristics (Continued)

Output Impedance



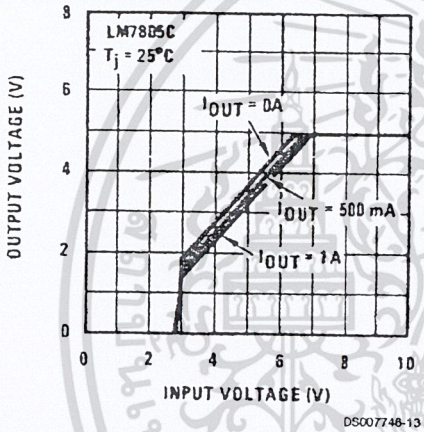
DS007748-11

Dropout Voltage



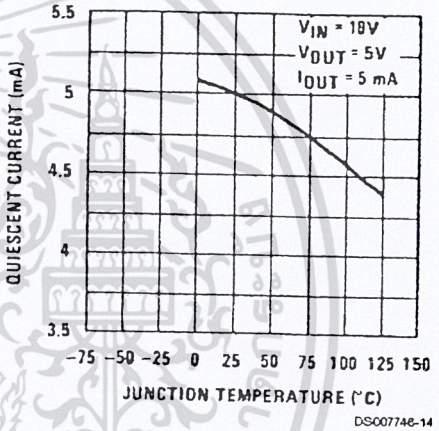
DS007748-12

Dropout Characteristics



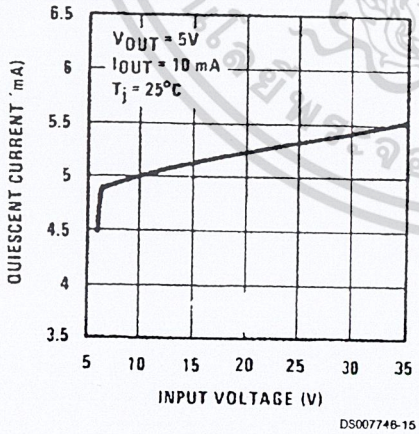
DS007748-13

Quiescent Current



DS007748-14

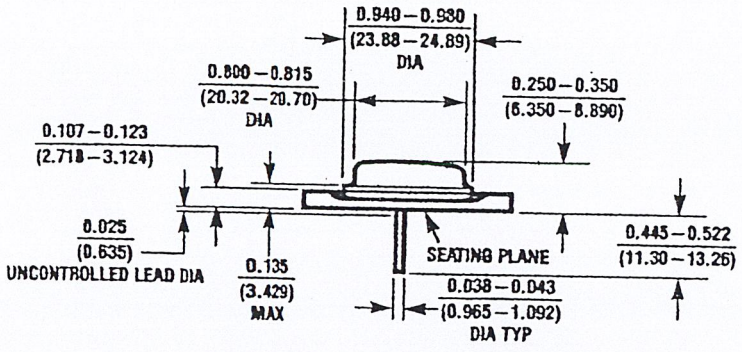
Quiescent Current

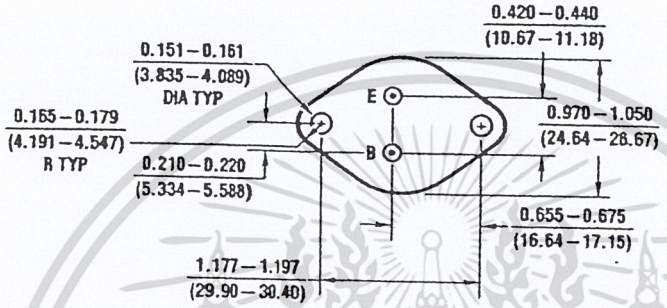


DS007748-15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted

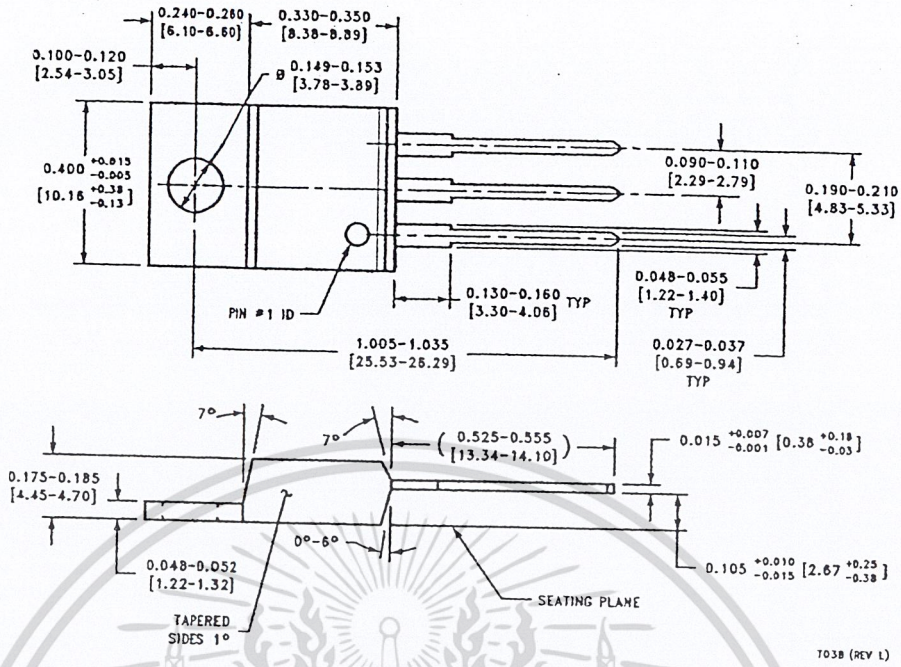




Aluminum Metal Can Package (KC)
Order Number LM7805CK, LM7812CK or LM7815CK
NS Package Number KC02A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



TO-220 Package (T)
Order Number LM7805CT, LM7812CT or LM7815CT
NS Package Number T03B

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com
www.national.com

National Semiconductor Europe
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-3-5639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

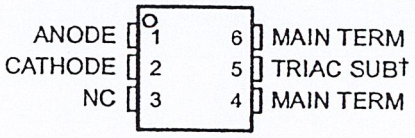
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

SOES025A – OCTOBER 1986 – REVISED APRIL 1998

- 400 V Phototriac Driver Output
- Gallium-Arsenide-Diode Infrared Source and Optically-Coupled Silicon Traic Driver (Bilateral Switch)
- UL Recognized . . . File Number E65085
- High Isolation . . . 7500 V Peak
- Output Driver Designed for 220 Vac
- Standard 6-Terminal Plastic DIP
- Directly Interchangeable with Motorola MOC3020, MOC3021, MOC3022, and MOC3023

MOC3020 – MOC3023 . . . PACKAGE
(TOP VIEW)

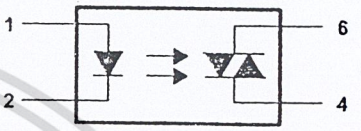


† Do not connect this terminal
NC – No internal connection

typical 115/240 Vac(rms) applications

- Solenoid/Valve Controls
- Lamp Ballasts
- Interfacing Microprocessors to 115/240 Vac Peripherals
- Motor Controls
- Incandescent Lamp Dimmers

logic diagram



absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)†

Input-to-output peak voltage, 5 s maximum duration, 60 Hz (see Note 1)	7.5 kV
Input diode reverse voltage	3 V
Input diode forward current, continuous	50 mA
Output repetitive peak off-state voltage	400 V
Output on-state current, total rms value (50-60 Hz, full sine wave): T_A = 25°C	100 mA
T_A = 70°C	50 mA
Output driver nonrepetitive peak on-state current (t_w = 10 ms, duty cycle = 10%, see Figure 7)	1.2 A
Continuous power dissipation at (or below) 25°C free-air temperature:	
Infrared-emitting diode (see Note 2)	100 mW
Phototriac (see Note 3)	300 mW
Total device (see Note 4)	330 mW
Operating junction temperature range, T_J	–40°C to 100°C
Storage temperature range, T_{stg}	–40°C to 150°C
Lead temperature 1,6 (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTES: 1. Input-to-output peak voltage is the internal device dielectric breakdown rating.
2. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 1.33 mW/°C.
3. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 4 mW/°C.
4. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 4.4 mW/°C.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

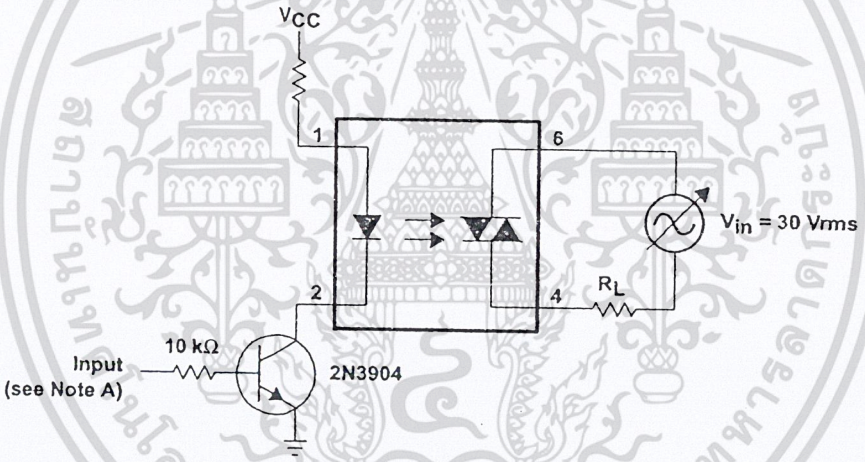
การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER			TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
I_R	Static reverse current		V_R = 3 V		0.05	100	μA
V_F	Static forward voltage		I_F = 10 mA		1.2	1.5	V
$I_{(DRM)}$	Repetitive off-state current, either direction		$V_{(DRM)}$ = 400 V, See Note 5		10	100	nA
dv/dt	Critical rate of rise of off-state voltage		See Figure 1		100		V/μs
dv/dt(c)	Critical rate of rise of commutating voltage		I_O = 15 mA, See Figure 1		0.15		V/μs
I_{FT}	Input trigger current, either direction	MOC3020	Output supply voltage = 3 V		15	30	mA
		MOC3021			8	15	
		MOC3022			5	10	
		MOC3023			3	5	
V_{TM}	Peak on-state voltage, either direction		I_{TM} = 100 mA		1.4	3	V
I_H	Holding current, either direction				100		μA

NOTE 5: Test voltage must be applied at a rate no higher than 12 V/μs.

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTE A. The critical rate of rise of off-state voltage, dv/dt, is measured with the input at 0 V. The frequency of V_{in} is increased until the phototriac turns on. This frequency is then used to calculate the dv/dt according to the formula:

$$dv/dt = 2\sqrt{2}\pi f V_{in}$$

The critical rate of rise of commutating voltage, dv/dt(c), is measured by applying occasional 5-V pulses to the input and increasing the frequency of V_{in} until the phototriac stays on (latches) after the input pulse has ceased. With no further input pulses, the frequency of V_{in} is then gradually decreased until the phototriac turns off. The frequency at which turn-off occurs may then be used to calculate the dv/dt(c) according to the formula shown above.

Figure 1. Critical Rate of Rise Test Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS

EMITTING-DIODE TRIGGER CURRENT (NORMALIZED)
vs
FREE-AIR TEMPERATURE

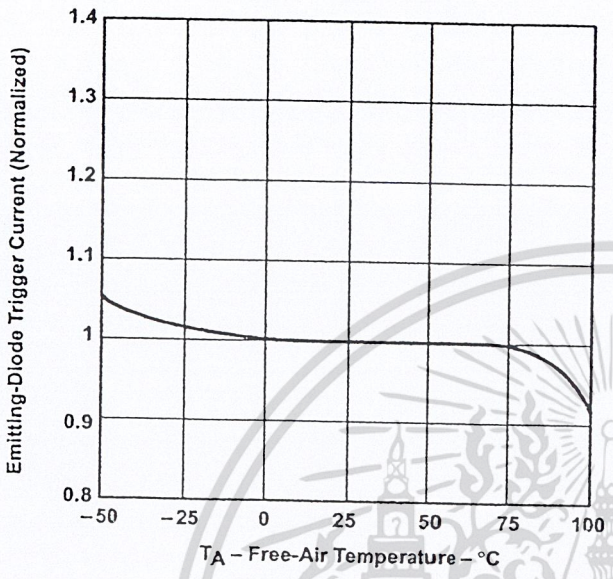


Figure 2

ON-STATE CHARACTERISTICS

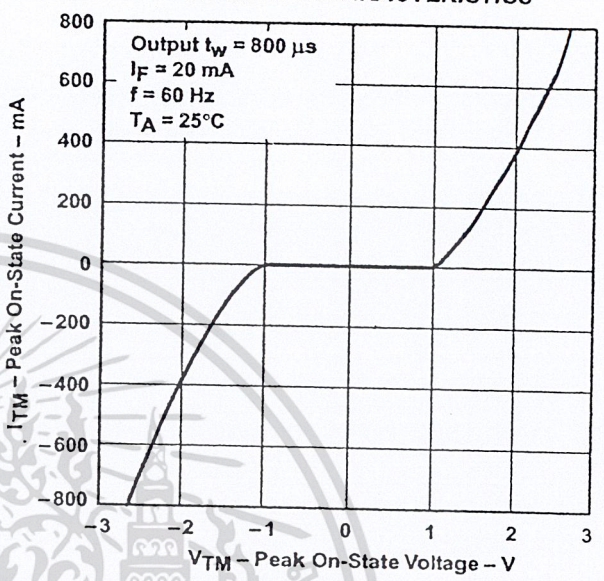


Figure 3

NONREPETITIVE PEAK ON-STATE CURRENT
vs
PULSE DURATION

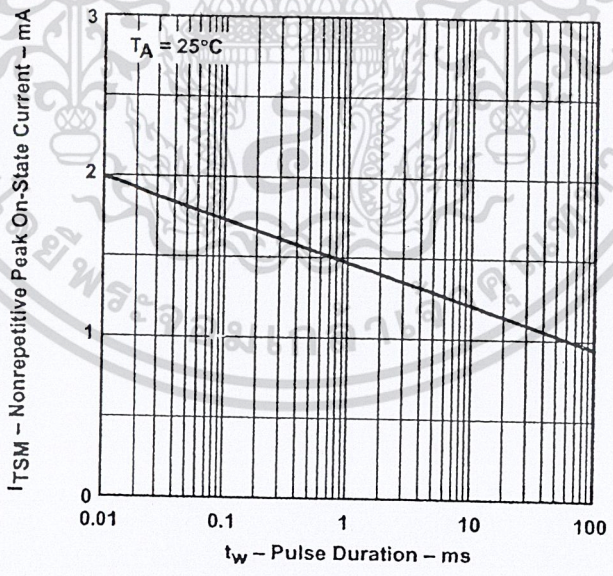


Figure 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATIONS INFORMATION

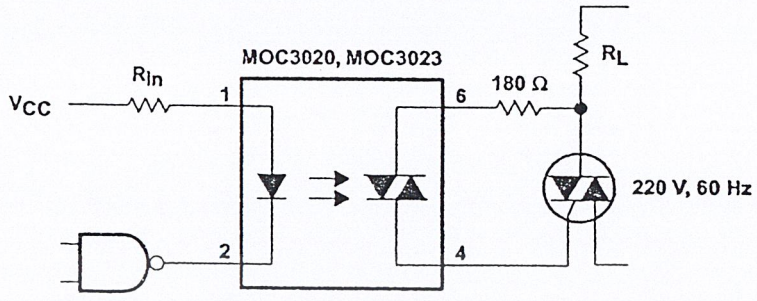


Figure 5. Resistive Load

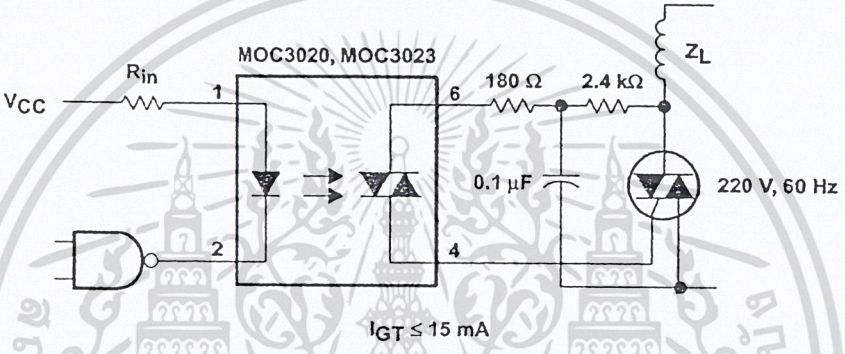


Figure 6. Inductive Load With Sensitive-Gate Triac

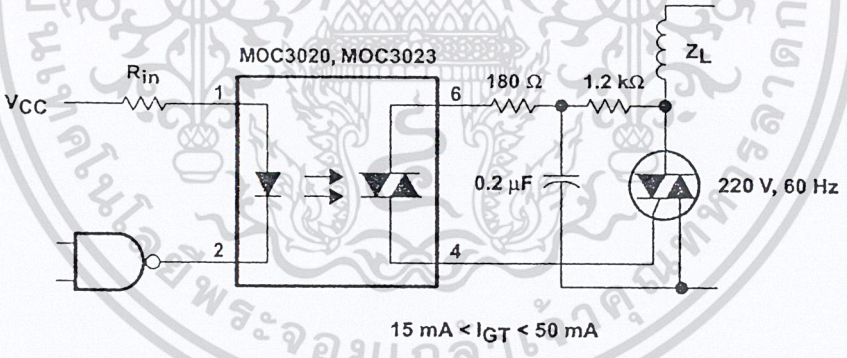
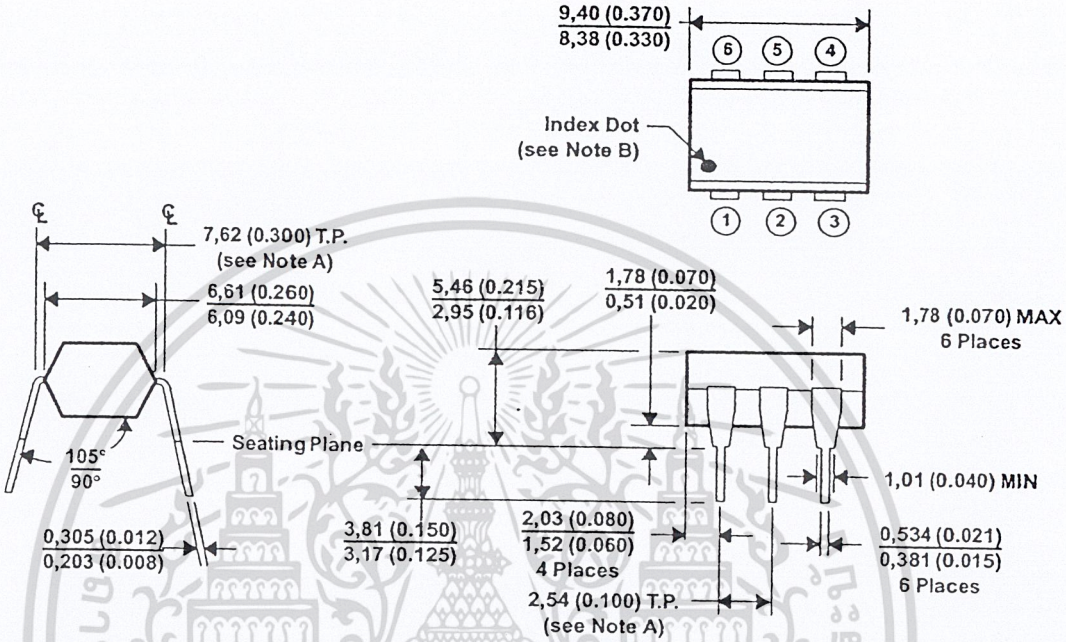


Figure 7. Inductive Load With Nonsensitive-Gate Triac

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MECHANICAL INFORMATION

Each device consists of a gallium-arsenide infrared-emitting diode optically coupled to a silicon phototriac mounted on a 6-terminal lead frame encapsulated within an electrically nonconductive plastic compound. The case can withstand soldering temperature with no deformation and device performance characteristics remain stable when operated in high-humidity conditions.



NOTES: A. Leads are within 0,13 (0.005) radius of true position (T.P.) with maximum material condition and unit installed.
B. Pin 1 identified by index dot.
C. The dimensions given fall within JEDEC MO-001 AM dimensions.
D. All linear dimensions are given in millimeters and parenthetically given in inches.

Figure 8. Packaging Specifications

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments and its subsidiaries (TI) reserve the right to make changes to their products or to discontinue any product or service without notice, and advise customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that information being relied on is current and complete. All products are sold subject to the terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgement, including those pertaining to warranty, patent infringement, and limitation of liability.

TI warrants performance of its semiconductor products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

CERTAIN APPLICATIONS USING SEMICONDUCTOR PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE ("CRITICAL APPLICATIONS"). TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. INCLUSION OF TI PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS IS UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER'S RISK.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards must be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

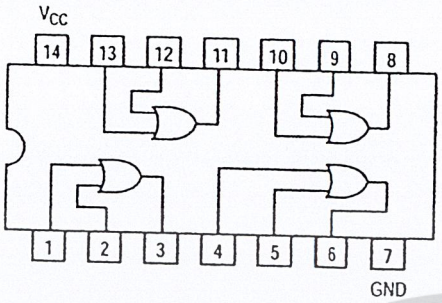
TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used. TI's publication of information regarding any third party's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS32

Quad 2-Input OR Gate

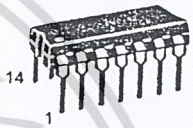


ON Semiconductor
Formerly a Division of Motorola
http://onsemi.com

LOW POWER SCHOTTKY

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C
I_{OH}	Output Current – High			–0.4	mA
I_{OL}	Output Current – Low			8.0	mA



PLASTIC
N SUFFIX
CASE 646

SOIC
D SUFFIX
CASE 751A

ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
SN74LS32N	14 Pin DIP	2000 Units/Box
SN74LS32D	14 Pin	2500/Tape & Reel

© Semiconductor Components Industries, LLC, 1999
December, 1999 – Rev. 6

Publication Order Number:
SN74LS32/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions	
		Min	Typ	Max			
V_{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V_{IL}	Input LOW Voltage			0.8	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage		−0.65	−1.5	V	V_{CC} = MIN, I_{IN} = −18 mA	
V_{OH}	Output HIGH Voltage	2.7	3.5		V	V_{CC} = MIN, I_{OH} = MAX, V_{IN} = V_{IH} or V_{IL} per Truth Table	
V_{OL}	Output LOW Voltage		0.25	0.4	V	I_{OL} = 4.0 mA	V_{CC} = V_{CC} MIN, V_{IN} = V_{IL} or V_{IH} per Truth Table
			0.35	0.5	V	I_{OL} = 8.0 mA	
I_{IH}	Input HIGH Current			20	μA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 2.7 V	
				0.1	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 7.0 V	
I_{IL}	Input LOW Current			−0.4	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 0.4 V	
I_{OS}	Short Circuit Current (Note 1)	−20		−100	mA	V_{CC} = MAX	
I_{CC}	Power Supply Current Total, Output HIGH			6.2	mA	V_{CC} = MAX	
	Total, Output LOW			9.8			

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

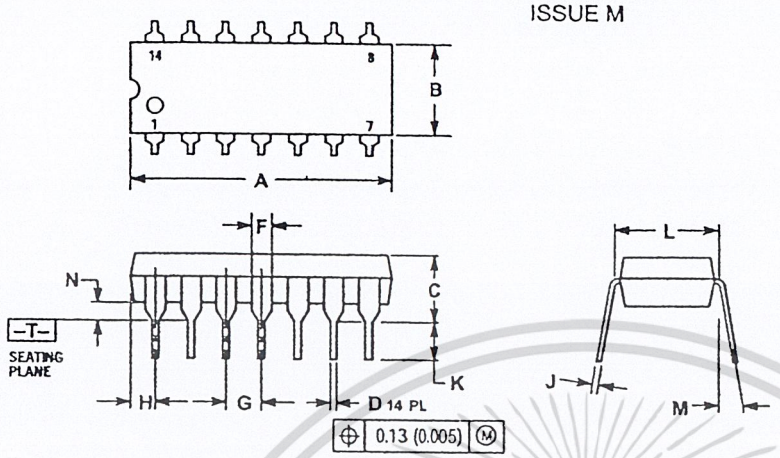
AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
t_{PLH}	Turn-Off Delay, Input to Output		14	22	ns	V_{CC} = 5.0 V C_L = 15 pF
t_{PHL}	Turn-On Delay, Input to Output		14	22	ns	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS

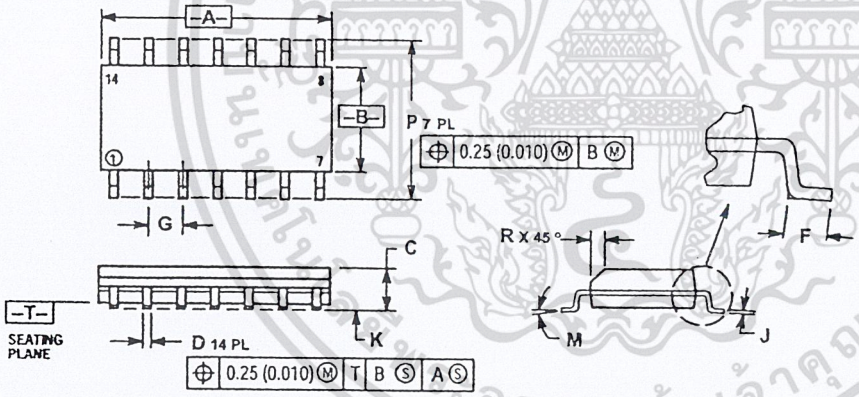
N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646–06
ISSUE M



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

	INCHES		MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.715	0.770	18.16	18.80
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.145	0.185	3.69	4.69
D	0.015	0.021	0.38	0.53
F	0.040	0.070	1.02	1.78
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.052	0.095	1.32	2.41
J	0.008	0.015	0.20	0.38
K	0.115	0.135	2.92	3.43
L	0.290	0.310	7.37	7.87
M	—	10°	—	10°
N	0.015	0.039	0.38	1.01

D SUFFIX
PLASTIC SOIC PACKAGE
CASE 751A–03
ISSUE F



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	8.55	8.75	0.337	0.344
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.228	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ON Semiconductor and ON are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

North America Literature Fulfillment:
Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303–675–2175 or 800–344–3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303–675–2176 or 800–344–3867 Toll Free USA/Canada
Email: ONlit@hibbertco.com

N. American Technical Support: 800–282–9855 Toll Free USA/Canada

EUROPE: LDC for ON Semiconductor – European Support
German **Phone:** (+1) 303–308–7140 (M–F 2:30pm to 5:00pm Munich Time)
Email: ONlit–german@hibbertco.com
French **Phone:** (+1) 303–308–7141 (M–F 2:30pm to 5:00pm Toulouse Time)
Email: ONlit–french@hibbertco.com
English **Phone:** (+1) 303–308–7142 (M–F 1:30pm to 5:00pm UK Time)
Email: ONlit@hibbertco.com

ASIA/PACIFIC: LDC for ON Semiconductor – Asia Support
Phone: 303–675–2121 (Tue–Fri 9:00am to 1:00pm, Hong Kong Time)
Toll Free from Hong Kong 800–4422–3781
Email: ONlit–asia@hibbertco.com

JAPAN: ON Semiconductor, Japan Customer Focus Center
4–32–1 Nishi–Gotanda, Shinagawa–ku, Tokyo, Japan 141–8549
Phone: 81–3–5487–8345
Email: r14153@onsemi.com

Fax Response Line: 303–675–2167
800–344–3810 Toll Free USA/Canada

ON Semiconductor Website: http://onsemi.com

For additional information, please contact your local Sales Representative.

SN74LS32/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS76A

Dual JK Flip-Flop with Set and Clear

The SN74LS76A offers individual J, K, Clock Pulse, Direct Set and Direct Clear inputs. These dual flip-flops are designed so that when the clock goes HIGH, the inputs are enabled and data will be accepted. The Logic Level of the J and K inputs will perform according to the Truth Table as long as minimum set-up times are observed. Input data is transferred to the outputs on the HIGH-to-LOW clock transitions.

ON Semiconductor
Formerly a Division of Motorola
http://onsemi.com

LOW POWER SCHOTTKY

MODE SELECT – TRUTH TABLE

OPERATING MODE	INPUTS				OUTPUTS	
	$\overline{S}_D$	$\overline{C}_D$	J	K	Q	$\overline{Q}$
Set	L	H	X	X	H	L
Reset (Clear)	H	L	X	X	L	H
*Undetermined	L	L	X	X	H	H
Toggle	H	H	h	h	$\overline{q}$	q
Load "0" (Reset)	H	H	l	h	L	H
Load "1" (Set)	H	H	h	l	H	L
Hold	H	H	l	l	q	$\overline{q}$

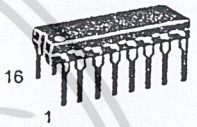
* Both outputs will be HIGH while both $\overline{S}_D$ and $\overline{C}_D$ are LOW, but the output states are unpredictable if $\overline{S}_D$ and $\overline{C}_D$ go HIGH simultaneously.

H, h = HIGH Voltage Level

L, l = LOW Voltage Level

X = Immaterial

l, h (q) = Lower case letters indicate the state of the referenced input (or output) one setup time prior to the HIGH–to–LOW clock transition



PLASTIC
N SUFFIX
CASE 648

SOIC
D SUFFIX
CASE 751B

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C
I_{OH}	Output Current – High			–0.4	mA
I_{OL}	Output Current – Low			8.0	mA

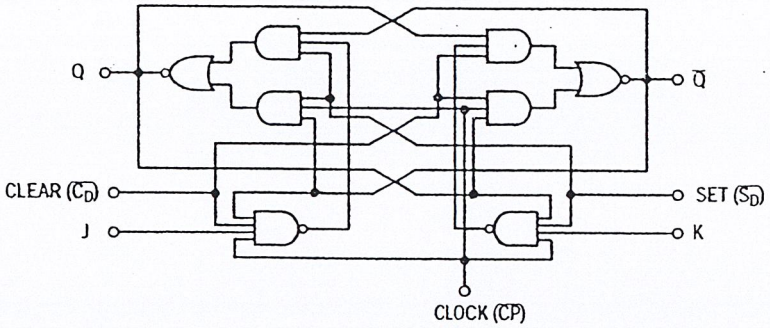
ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
SN74LS76AN	16 Pin DIP	2000 Units/Box
SN74LS76AD	16 Pin	2500/Tape & Reel

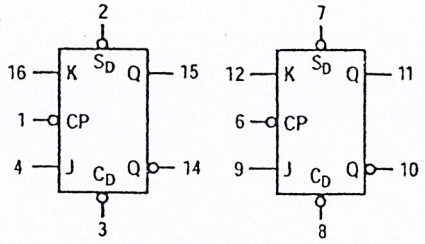
© Semiconductor Components Industries, LLC, 1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAM



LOGIC SYMBOL



V_{CC} = PIN 5
GND = PIN 13

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter		Limits Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions	
V_{IH}	Input HIGH Voltage		2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V_{IL}	Input LOW Voltage				0.8	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage			−0.65	−1.5	V	V_{CC} = MIN, I_{IN} = −18 mA	
V_{OH}	Output HIGH Voltage		2.7	3.5		V	V_{CC} = MIN, I_{OH} = MAX, V_{IN} = V_{IH} or V_{IL} per Truth Table	
V_{OL}	Output LOW Voltage			0.25	0.4	V	I_{OL} = 4.0 mA	V_{CC} = V_{CC} MIN, V_{IN} = V_{IL} or V_{IH} per Truth Table
				0.35	0.5	V	I_{OL} = 8.0 mA	
I_{IH}	Input HIGH Current	J, K Clear Clock			20 60 80	µA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 2.7 V	
		J, K Clear Clock			0.1 0.3 0.4	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 7.0 V	
I_{IL}	Input LOW Current	J, K Clear, Clock			−0.4 −0.8	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 0.4 V	
I_{OS}	Short Circuit Current (Note 1)		−20		−100	mA	V_{CC} = MAX	
I_{CC}	Power Supply Current				6.0	mA	V_{CC} = MAX	

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C, V_{CC} = 5.0 V)

Symbol	Parameter	Limits Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions
f_{MAX}	Maximum Clock Frequency	30	45		MHz	V_{CC} = 5.0 V C_L = 15 pF
t_{PLH} t_{PHL}	Clock, Clear, Set to Output		15	20	ns	
			15	20	ns	

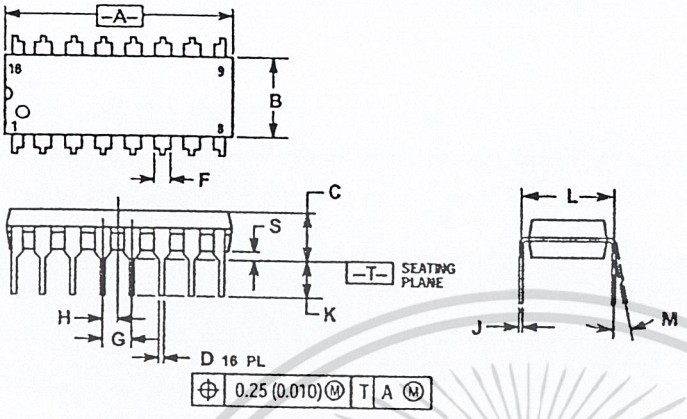
AC SETUP REQUIREMENTS (T_A = 25°C)

Symbol	Parameter	Limits Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions
t_W	Clock Pulse Width High	20			ns	V_{CC} = 5.0 V
t_W	Clear Set Pulse Width	25			ns	
t_s	Setup Time	20			ns	
t_h	Hold Time	0			ns	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS

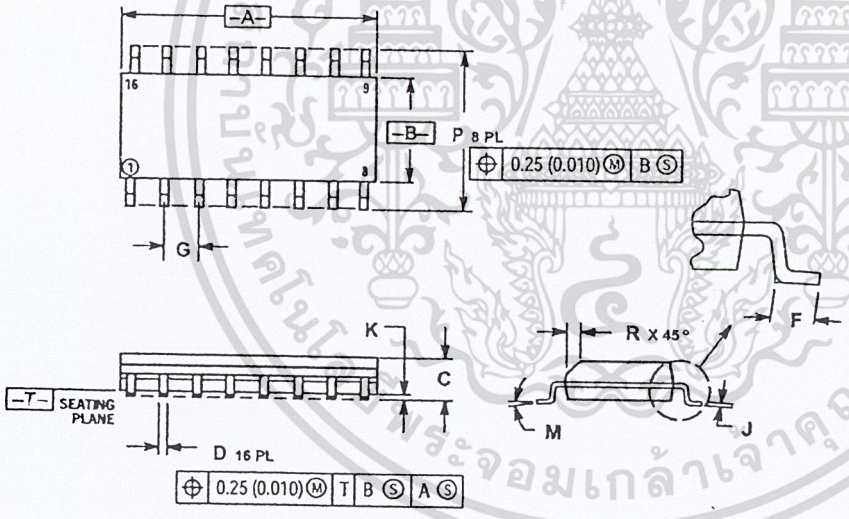
N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648–08
ISSUE R



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

	INCHES		MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.740	0.770	18.80	19.55
B	0.250	0.270	6.35	6.85
C	0.145	0.175	3.69	4.44
D	0.015	0.021	0.39	0.53
F	0.040	0.70	1.02	1.77
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.050 BSC		1.27 BSC	
J	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.110	0.130	2.80	3.30
L	0.295	0.305	7.50	7.74
M	0°	10°	0°	10°
S	0.020	0.040	0.51	1.01

D SUFFIX
PLASTIC SOIC PACKAGE
CASE 751B–05
ISSUE J



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	9.80	10.00	0.386	0.393
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.229	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'147, 'LS147

- Encodes 10-Line Decimal to 4-Line BCD
- Applications Include:
  - Keyboard Encoding
  - Range Selection

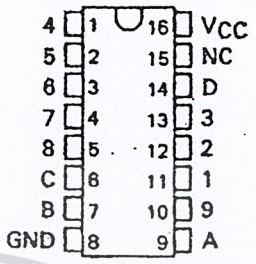
'148, 'LS148

- Encodes 8 Data Lines to 3-Line Binary (Octal)
- Applications Include:
  - N-Bit Encoding
  - Code Converters and Generators

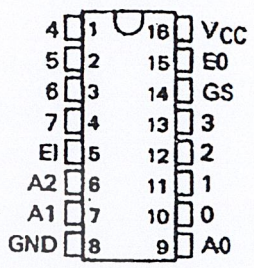
TYPE	TYPICAL DATA DELAY	TYPICAL POWER DISSIPATION
'147	10 ns	225 mW
'148	10 ns	190 mW
'LS147	15 ns	60 mW
'LS148	15 ns	60 mW

SN54147, SN54LS147,
SN54148, SN54LS148 . . . J OR W PACKAGE
SN74147, SN74148 . . . N PACKAGE
SN74LS147, SN74LS148 . . . D OR N PACKAGE
(TOP VIEW)

'147, 'LS147

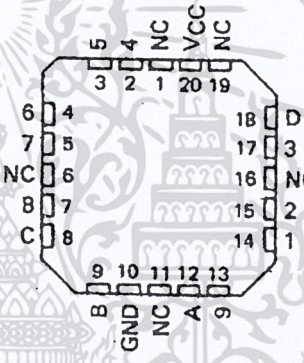


'148, 'LS148

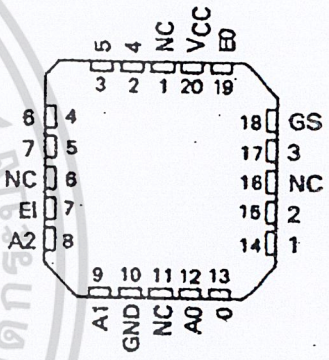


SN54LS147, SN54LS148 . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)

'LS147



'LS148



NC - No internal connection

description

These TTL encoders feature priority decoding of the inputs to ensure that only the highest-order data line is encoded. The '147 and 'LS147 encode nine data lines to four-line (8-4-2-1) BCD. The implied decimal zero condition requires no input condition as zero is encoded when all nine data lines are at a high logic level. The '148 and 'LS148 encode eight data lines to three-line (4-2-1) binary (octal). Cascading circuitry (enable input EI and enable output EO) has been provided to allow octal expansion without the need for external circuitry. For all types, data inputs and outputs are active at the low logic level. All inputs are buffered to represent one normalized Series 54/74 or 54LS/74LS load, respectively.

'147, 'LS147
FUNCTION TABLE

INPUTS									OUTPUTS			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	H	H	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	H	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	H
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = high logic level, L = low logic level, X = irrelevant

'148, 'LS148
FUNCTION TABLE

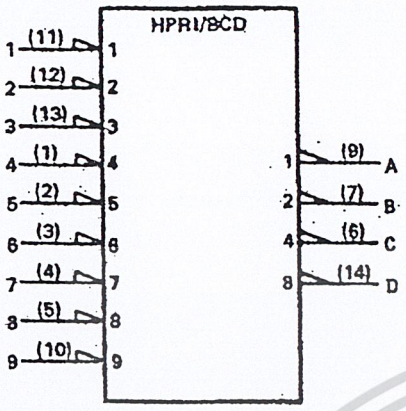
INPUTS									OUTPUTS				
EI	0	1	2	3	4	5	6	7	A2	A1	A0	GS	EO
H	X	X	X	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	H
L	X	X	X	X	X	X	L	H	L	L	H	L	H
L	X	X	X	X	X	L	H	H	L	H	L	L	H
L	X	X	X	X	L	H	H	H	L	H	H	L	H
L	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	L	L	H
L	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	L	H
L	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

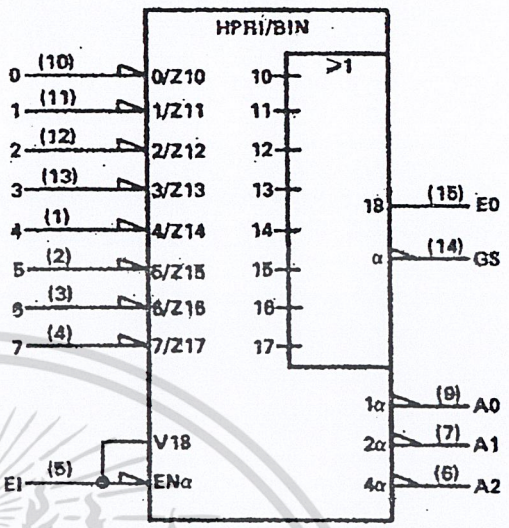
Copyright © 2001, Texas Instruments Incorporated

logic symbols†

'147, 'LS147



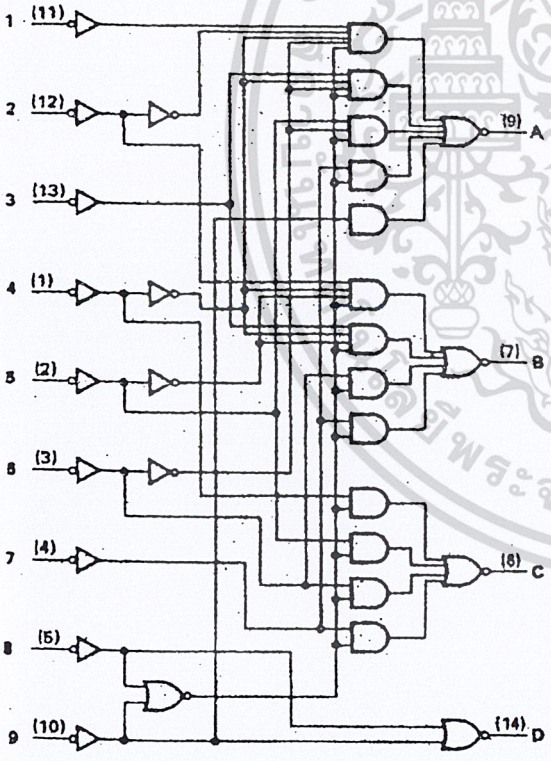
'148, 'LS148



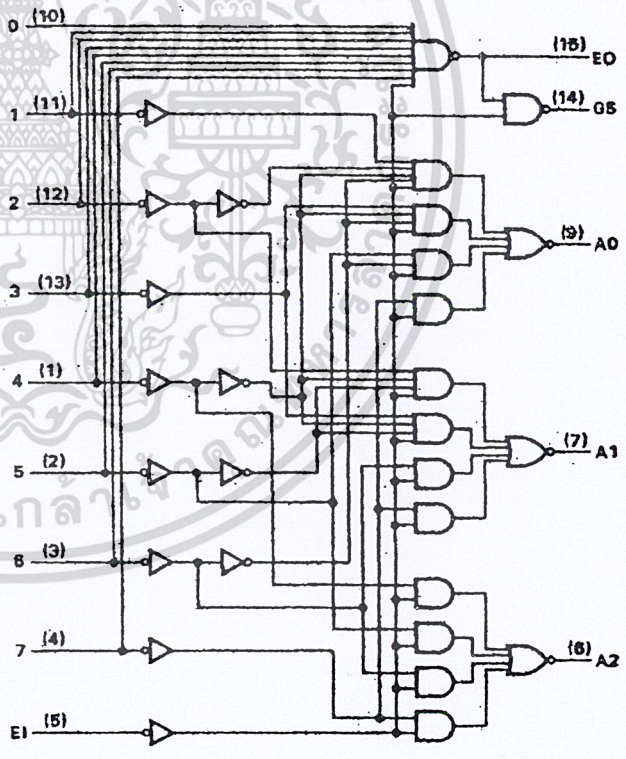
†These symbols are in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12.
Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

logic diagrams

'147, 'LS147



'148, 'LS148

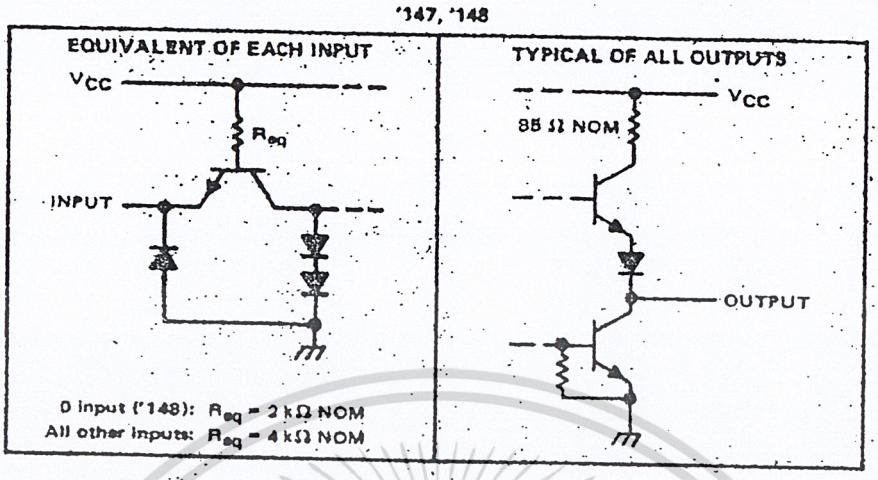


Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

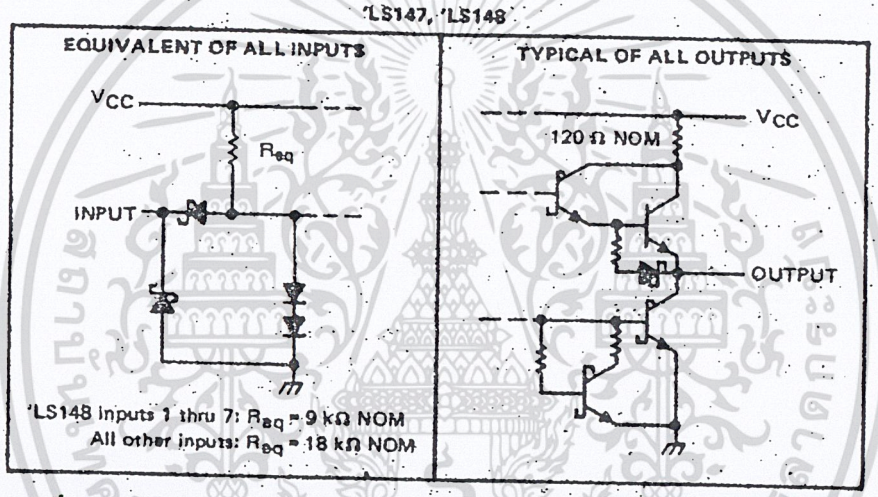
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

schematics of inputs and outputs

'147, '148



'LS147, 'LS148



absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1) . . . . . 7 V
Input voltage: '147, '148 . . . . . 5.5 V
'LS147, 'LS148 . . . . . 7 V
Interemitter voltage: 148 only (see Note 2) . . . . . 5.5 V
Operating free-air temperature range: SN54', SN54LS Circuits . . . . . −55°C to 125°C
SN74', SN74LS Circuits . . . . . 0°C to 70°C
Storage temperature range . . . . . −65°C to 150°C

NOTES: 1. Voltage values, except interemitter voltage, are with respect to network ground terminal.
2. This is the voltage between two emitters of a multiple-emitter transistor. For '148 circuits, this rating applies between any two of the eight data lines, 0 through 7.

recommended operating conditions

	SN54'			SN74'			SN54LS'			SN74LS'			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−800			−800			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			16			16			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	−55		125	0		70	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		'147			'148			UNIT
				MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V_{IH} High-level input voltage				2			2			V
V_{IL} Low-level input voltage						0.8			0.8	V
V_{IK} Input clamp voltage		V_{CC} = MIN, I_I = −12 mA				−1.5			−1.5	V
V_{OH} High-level output voltage		V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2 V, V_{IL} = 0.8 V, I_{OH} = −800 µA		2.4	3.3		2.4	3.3		V
V_{OL} Low-level output voltage		V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2 V, V_{IL} = 0.8 V, I_{OL} = 16 mA			0.2	0.4		0.2	0.4	V
I_I Input current at maximum input voltage		V_{CC} = MAX, V_I = 5.5 V				1			1	mA
I_{IH} High-level input current	0 input	V_{CC} = MAX, V_I = 2.4 V							40	µA
	Any input except 0					40			80	
I_{IL} Low-level input current	0 input	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4 V							−1.6	mA
	Any input except 0					−1.6			−3.2	
I_{OS} Short-circuit output current§		V_{CC} = MAX		−35		−85	−35		−85	mA
I_{CC} Supply current		V_{CC} = MAX, See Note 3	Condition 1		50	70		40	60	mA
			Condition 2		42	62		35	55	mA

NOTE 3: For '147, I_{CC} (condition 1) is measured with input 7 grounded, other inputs and outputs open; I_{CC} (condition 2) is measured with all inputs and outputs open. For '148, I_{CC} (condition 1) is measured with inputs 7 and EI grounded, other inputs and outputs open; I_{CC} (condition 2) is measured with all inputs and outputs open.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time.

SN54147, SN74147 switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

PARAMETER¶	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	WAVEFORM	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	Any	Any	In-phase output	C_L = 15 pF, R_L = 400 Ω, See Note 4		9	14	ns
t_{PHL}						7	11	
t_{PLH}	Any	Any	Out-of-phase output			13	19	ns
t_{PHL}						12	19	

SN54148, SN74148 switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

PARAMETER¶	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	WAVEFORM	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	1 thru 7	A0, A1, or A2	In-phase output	C_L = 15 pF, R_L = 400 Ω, See Note 4		10	15	ns
t_{PHL}						9	14	
t_{PLH}	1 thru 7	A0, A1, or A2	Out-of-phase output			13	19	ns
t_{PHL}						12	19	
t_{PLH}	0 thru 7	EO	Out-of-phase output			8	10	ns
t_{PHL}						14	25	
t_{PLH}	0 thru 7	GS	In-phase output			18	30	ns
t_{PHL}						14	25	
t_{PLH}	EI	A0, A1, or A2	In-phase output			10	15	ns
t_{PHL}						10	15	
t_{PLH}	EI	GS	In-phase output			8	12	ns
t_{PHL}						10	15	
t_{PLH}	EI	EO	In-phase output			10	15	ns
t_{PHL}						17	30	

¶ t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

NOTE 4: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		SN54LS' MIN	SN54LS' TYP‡	SN54LS' MAX	SN74LS' MIN	SN74LS' TYP‡	SN74LS' MAX	UNIT
V_{IH} High-level input voltage				2			2			V
V_{IL} Low-level input voltage						0.7			0.8	V
V_{IK} Input clamp voltage		V_{CC} = MIN, I_I = −18 mA				−1.5			−1.5	V
V_{OH} High-level output voltage		V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2 V, V_{IL} = 0.8 V,	I_{OH} = −400 µA	2.5	3.4		2.7	3.4		V
V_{OL} Low-level output voltage		V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2 V, V_{IL} = V_{IL}max	I_{OL} = 4 mA		0.25	0.4		0.25	0.4	V
			I_{OL} = 8 mA					0.35	0.5	
I_I Input current at maximum input voltage	'LS148 inputs 1 thru 7	V_{CC} = MAX, V_I = 7 V				0.2			0.2	mA
	All other inputs					0.1			0.1	
I_{IH} High-level input current	'LS148 inputs 1 thru 7	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7 V				40			40	µA
	All other inputs					20			20	
I_{IL} Low-level input current	'LS148 inputs 1 thru 7	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4 V				−0.8			−0.8	mA
	All other inputs					−0.4			−0.4	
I_{OS} Short-circuit output current§		V_{CC} = MAX		−20		−100	−20		−100	mA
I_{CC} Supply current		V_{CC} = MAX, See Note 5	Condition 1		12	20		12	20	mA
			Condition 2		10	17		10	17	mA

NOTE 5: For 'LS147, I_{CC} (condition 1) is measured with input 7 grounded, other inputs and outputs open; I_{CC} (condition 2) is measured with all inputs and outputs open. For 'LS148, I_{CC} (condition 1) is measured with inputs 7 and EI grounded, other inputs and outputs open, I_{CC} (condition 2) is measured with all inputs and outputs open.

†For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

§Not more than one output should be shorted at a time.

SN54LS147, SN74LS147 switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

PARAMETER¶	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	WAVEFORM	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	Any	Any	In-phase output	C_L = 15 pF, R_L = 2 kΩ, See Note 4		12	18	ns
t_{PHL}						12	18	
t_{PLH}	Any	Any	Out-of-phase output			21	33	ns
t_{PHL}						15	23	

SN54LS148, SN74LS148 switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

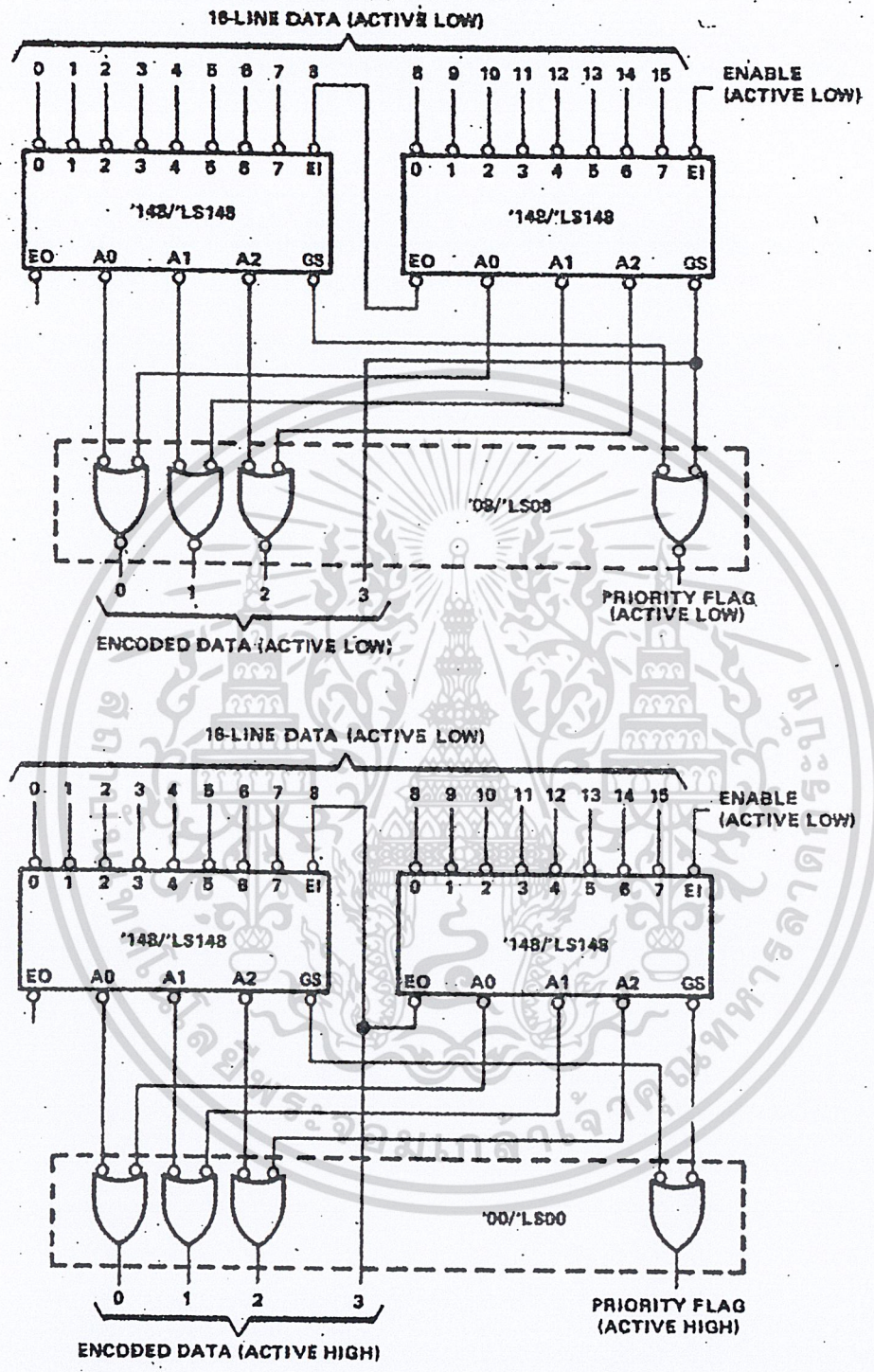
PARAMETER¶	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	WAVEFORM	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	1 thru 7	A0, A1, or A2	In-phase output	C_L = 15 pF, R_L = 2 kΩ, See Note 4		14	18	ns
t_{PHL}						15	26	
t_{PLH}	1 thru 7	A0, A1, or A2	Out-of-phase output			20	36	ns
t_{PHL}						16	29	
t_{PLH}	0 thru 7	EO	Out-of-phase output			7	18	ns
t_{PHL}						25	40	
t_{PLH}	0 thru 7	GS	In-phase output			35	55	ns
t_{PHL}						9	21	
t_{PLH}	EI	A0, A1, or A2	In-phase output			16	25	ns
t_{PHL}						12	25	
t_{PLH}	EI	GS	In-phase output			12	17	ns
t_{PHL}						14	36	
t_{PLH}	EI	EO	In-phase output			12	21	ns
t_{PHL}						23	35	

¶ t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

NOTE 4: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL APPLICATION DATA



Since the '147/'LS147 and '148/'LS148 are combinational logic circuits, wrong addresses can appear during input transients. Moreover, for the '148/'LS148 a change from high to low at input EI can cause a transient low on the GS output when all inputs are high. This must be considered when strobing the outputs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third–party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Mailing Address:

Texas Instruments
Post Office Box 655303
Dallas, Texas 75265

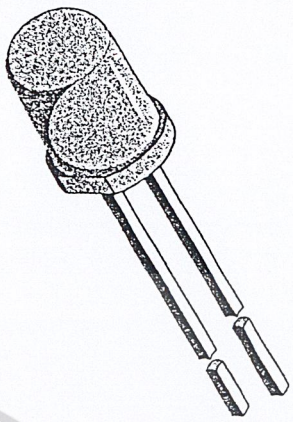
Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GaAlAs Infrared Emitting Diodes in ø 5 mm (T–1¾) Package

Description

The TSHA650. series are high efficiency infrared emitting diodes in GaAlAs on GaAlAs technology, molded in a clear, untinted plastic package.
In comparison with the standard GaAs on GaAs technology these high intensity emitters feature about 70 % radiant power improvement.
In contrast to the TSHA550. series lead stand–offs are omitted.



94 8389

Features

- Extra high radiant power
- Suitable for high pulse current operation
- Standard T–1¾ (ø 5 mm) package
- Leads formed without stand–off
- Angle of half intensity $\varphi = \pm 24°$
- Peak wavelength $\lambda_p = 875$ nm
- High reliability
- Good spectral matching to Si photodetectors

Applications

Infrared remote control and free air transmission systems with high power and comfortable radiation angle requirements in combination with PIN photodiodes or phototransistors.
Because of the reduced radiance absorption in glass at the wavelength of 875 nm, this emitter series is also suitable for systems with panes in the transmission range between emitter and detector.

Absolute Maximum Ratings

$T_{amb} = 25°C$

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Reverse Voltage		V_R	5	V
Forward Current		I_F	100	mA
Peak Forward Current	$t_p/T = 0.5$, $t_p = 100$ µs	I_{FM}	200	mA
Surge Forward Current	$t_p = 100$ µs	I_{FSM}	2.5	A
Power Dissipation		P_V	210	mW
Junction Temperature		T_j	100	°C
Operating Temperature Range		T_{amb}	–55...+100	°C
Storage Temperature Range		T_{stg}	–55...+100	°C
Soldering Temperature	t ≦ 5sec, 2 mm from case	T_{sd}	260	°C
Thermal Resistance Junction/Ambient		R_{thJA}	350	K/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Basic Characteristics

T_{amb} = 25°C

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Forward Voltage	I_F = 100 mA, t_p = 20 ms	V_F		1.5	1.8	V
Temp. Coefficient of V_F	I_F = 100mA	TK_{VF}		–1.6		mV/K
Reverse Current	V_R = 5 V	I_R			100	µA
Junction Capacitance	V_R = 0 V, f = 1 MHz, E = 0	C_j		20		pF
Temp. Coefficient of ϕ_e	I_F = 20 mA	$TK_{\phi e}$		–0.7		%/K
Angle of Half Intensity		φ		±24		deg
Peak Wavelength	I_F = 100 mA	λ_p		875		nm
Spectral Bandwidth	I_F = 100 mA	$\Delta\lambda$		80		nm
Temp. Coefficient of λ_p	I_F = 100 mA	$TK_{\lambda p}$		0.2		nm/K
Rise Time	I_F = 100 mA	t_r		600		ns
	I_F = 1.5 A	t_r		300		ns
Fall Time	I_F = 100 mA	t_f		600		ns
	I_F = 1.5 A	t_f		300		ns

Type Dedicated Characteristics

T_{amb} = 25°C

Parameter	Test Conditions	Type	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Forward Voltage	I_F=1.5A, t_p=100µs	TSHA6500/6501	V_F		3.2	4.9	V
		TSHA6502/6503	V_F		3.2	4.5	V
Radiant Intensity	I_F=100mA, t_p=20ms	TSHA6500	I_e	12	20		mW/sr
		TSHA6501	I_e	16	25		mW/sr
		TSHA6502	I_e	20	30		mW/sr
		TSHA6503	I_e	24	35		mW/sr
	I_F=1.5A, t_p=100µs	TSHA6500	I_e	150	240		mW/sr
		TSHA6501	I_e	200	300		mW/sr
		TSHA6502	I_e	250	360		mW/sr
		TSHA6503	I_e	300	420		mW/sr
Radiant Power	I_F=100mA, t_p=20ms	TSHA6500	ϕ_e		22		mW
		TSHA6501	ϕ_e		23		mW
		TSHA6502	ϕ_e		24		mW
		TSHA6503	ϕ_e		25		mW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Characteristics (T_{amb} = 25°C unless otherwise specified)

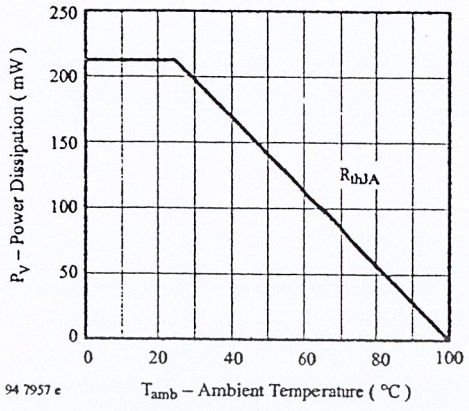


Figure 1. Power Dissipation vs. Ambient Temperature

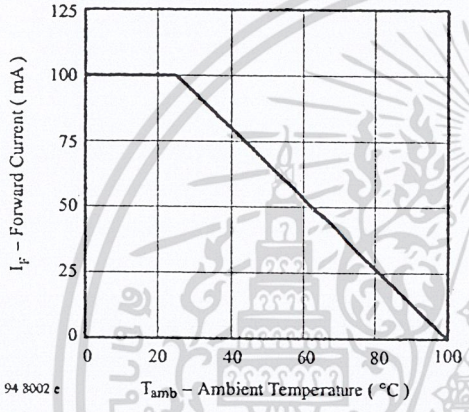


Figure 2. Forward Current vs. Ambient Temperature

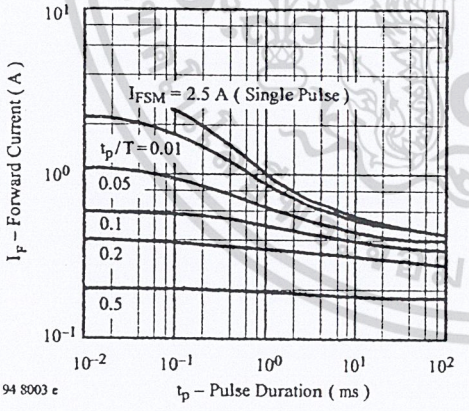


Figure 3. Pulse Forward Current vs. Pulse Duration

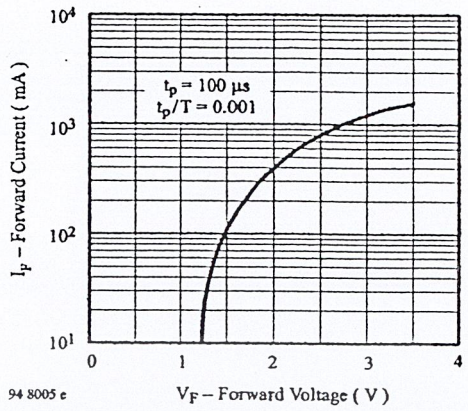


Figure 4. Forward Current vs. Forward Voltage

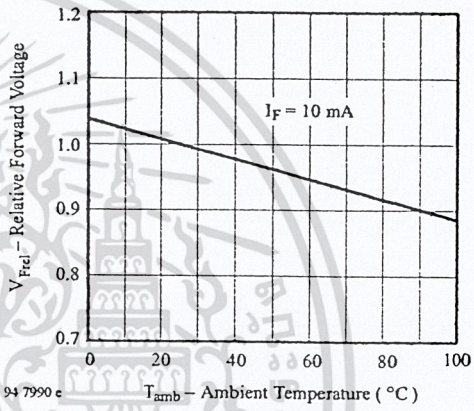


Figure 5. Relative Forward Voltage vs. Ambient Temperature

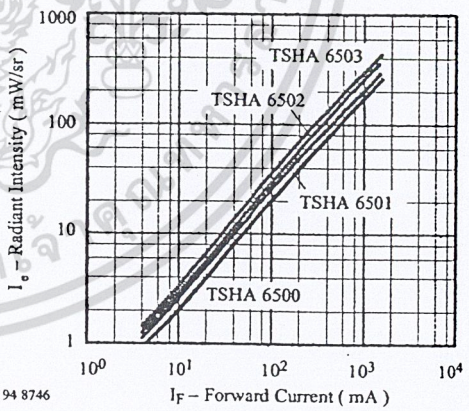


Figure 6. Radiant Intensity vs. Forward Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

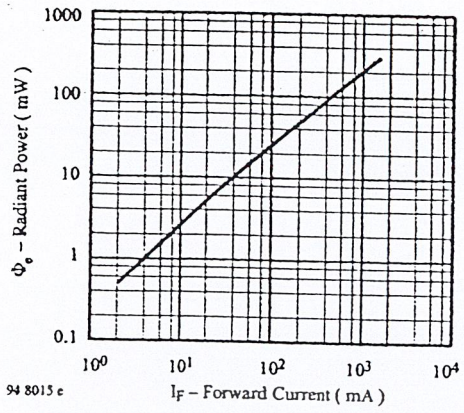


Figure 7. Radiant Power vs. Forward Current

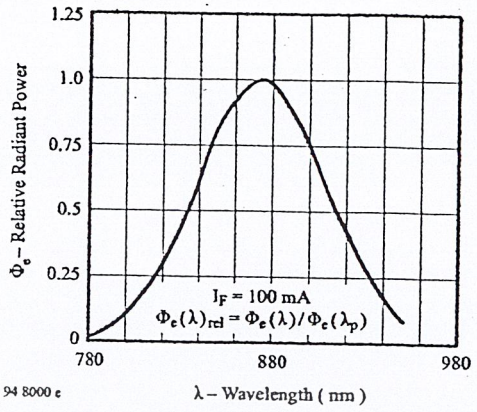


Figure 9. Relative Radiant Power vs. Wavelength

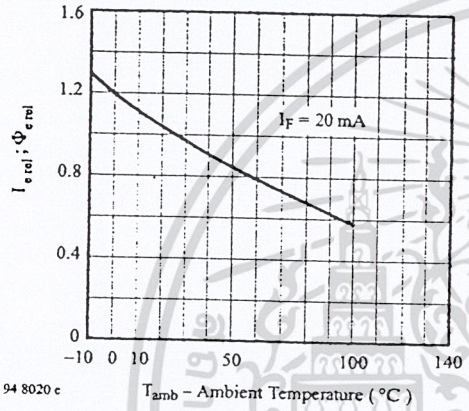


Figure 8. Rel. Radiant Intensity\Power vs. Ambient Temperature

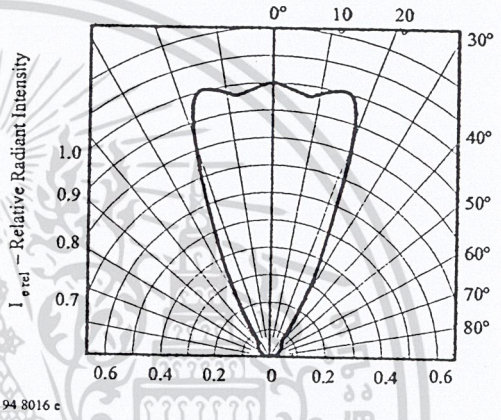
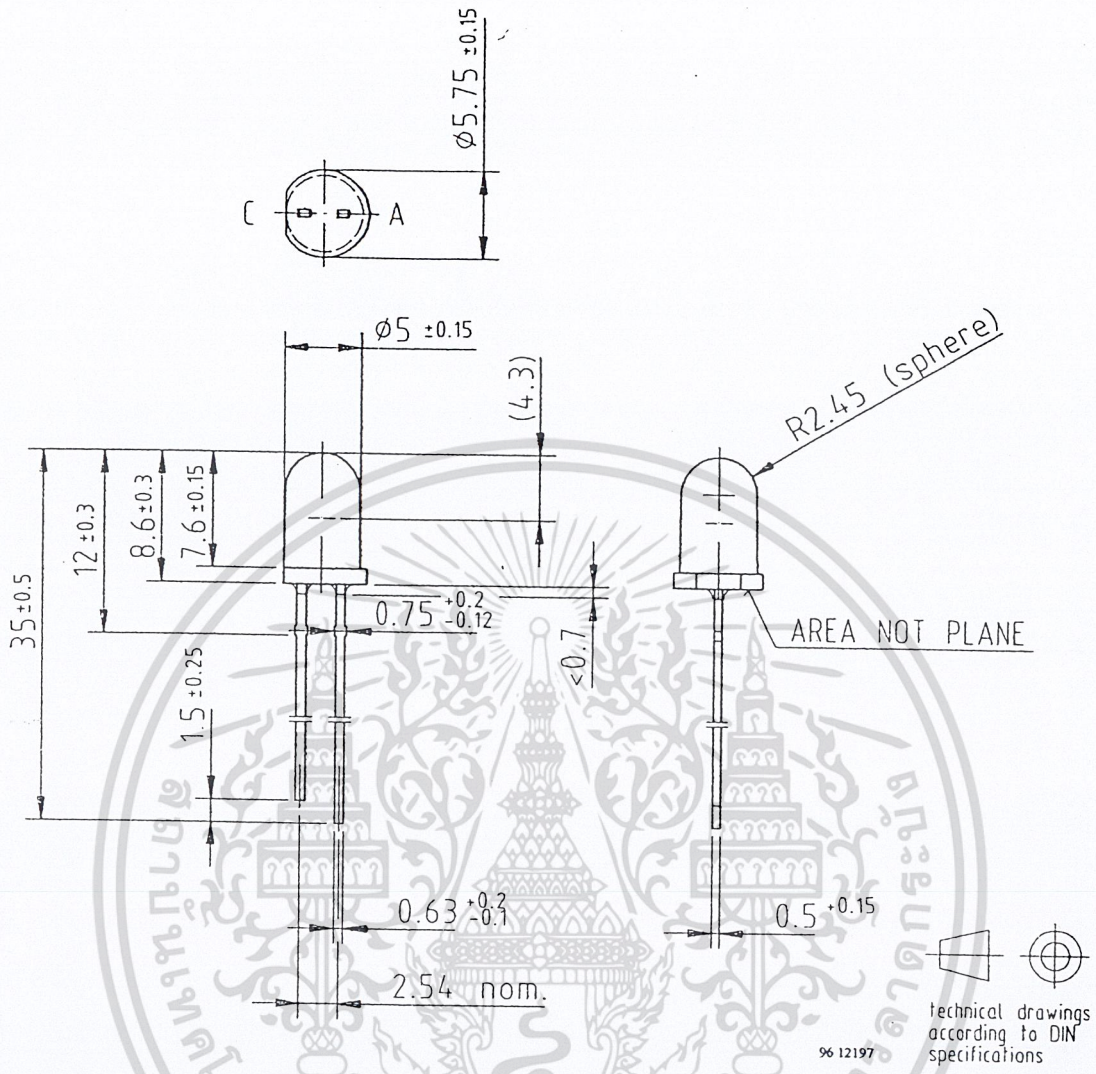


Figure 10. Relative Radiant Intensity vs. Angular Displacement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dimensions in mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCHIP

PIC16F84A

18-pin *Enhanced* Flash/EEPROM 8-Bit Microcontroller

Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F84A
- Extended voltage range device available (PIC16LF84A)

High Performance RISC CPU Features:

- Only 35 single word instructions to learn
- All instructions single cycle except for program branches which are two-cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input
  DC - 200 ns instruction cycle
- 1024 words of program memory
- 68 bytes of data RAM
- 64 bytes of data EEPROM
- 14-bit wide instruction words
- 8-bit wide data bytes
- 15 special function hardware registers
- Eight-level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Four interrupt sources:
  - External RB0/INT pin
  - TMR0 timer overflow
  - PORTB<7:4> interrupt on change
  - Data EEPROM write complete

Peripheral Features:

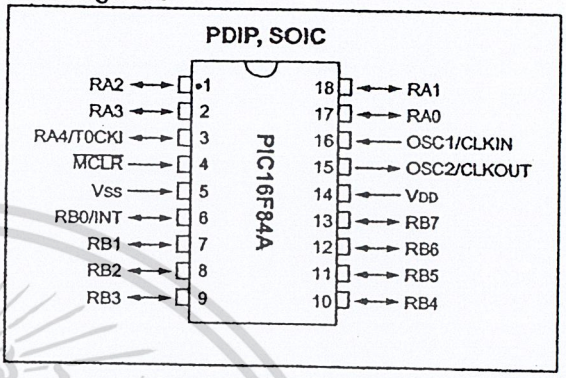
- 13 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
  - 25 mA sink max. per pin
  - 25 mA source max. per pin
- TMR0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler

Special Microcontroller Features:

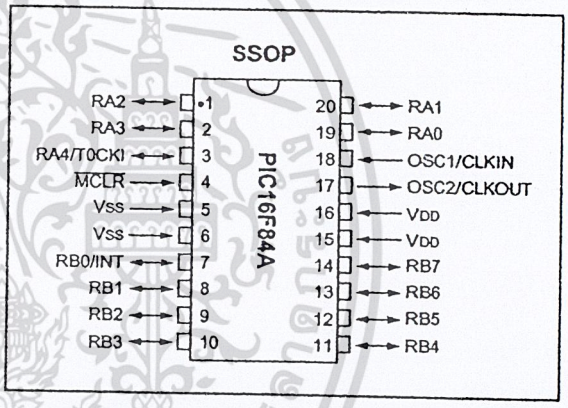
- 1000 erase/write cycles *Enhanced* Flash program memory
- 1,000,000 typical erase/write cycles EEPROM data memory
- EEPROM Data Retention > 40 years
- In-Circuit Serial Programming (ICSP™) - via two pins
- Power-on Reset (POR), Power-up Timer (PWRT), Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Code-protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options

Pin Diagrams

PDIP, SOIC



SSOP



CMOS *Enhanced* Flash/EERPOM Technology:

- Low-power, high-speed technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range:
  - Commercial: 2.0V to 5.5V
  - Industrial: 2.0V to 5.5V
- Low power consumption:
  - < 2 mA typical @ 5V, 4 MHz
  - 15 µA typical @ 2V, 32 kHz
  - < 0.5 µA typical standby current @ 2V

© 1998 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table of Contents

1.0 Device Overview 3
2.0 Memory Organization 5
3.0 I/O Ports 13
4.0 Timer0 Module 17
5.0 Data EEPROM Memory 19
6.0 Special Features of the CPU 21
7.0 Instruction Set Summary 33
8.0 Development Support 35
9.0 Electrical Characteristics for PIC16F84A 41
10.0 DC & AC Characteristics Graphs/Tables 53
11.0 Packaging Information 55
Appendix A: Revision History 59
Appendix B: Conversion Considerations 59
Appendix C: Migration from Baseline to Midrange Devices 62
Index 63
On-Line Support 65
Reader Response 66
PIC16F84A Product Identification System 67

To Our Valued Customers

Most Current Data Sheet

To obtain the most up-to-date version of this data sheet, please check our Worldwide Web site at:

http://www.microchip.com

You can determine the version of a data sheet by examining its literature number found on the bottom outside corner of any page. The last character of the literature number is the version number. e.g., DS30000A is version A of document DS30000.

Errata

An errata sheet may exist for current devices, describing minor operational differences (from the data sheet) and recommended workarounds. As device/documentation issues become known to us, we will publish an errata sheet. The errata will specify the revision of silicon and revision of document to which it applies.

To determine if an errata sheet exists for a particular device, please check with one of the following:

- Microchip's Worldwide Web site; http://www.microchip.com
- Your local Microchip sales office (see last page)
- The Microchip Corporate Literature Center; U.S. FAX: (602) 786-7277

When contacting a sales office or the literature center, please specify which device, revision of silicon and data sheet (include literature number) you are using.

Corrections to this Data Sheet

We constantly strive to improve the quality of all our products and documentation. We have spent a great deal of time to ensure that this document is correct. However, we realize that we may have missed a few things. If you find any information that is missing or appears in error, please:

- Fill out and mail in the reader response form in the back of this data sheet.
- E-mail us at webmaster@microchip.com.

We appreciate your assistance in making this a better document.

 © 1998 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device-specific information for the operation of the PIC16F84A device. Additional information may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual, (DS33023), which may be downloaded from the Microchip website. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet, and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

The PIC16F84A belongs to the mid-range family of the PICmicro™ microcontroller devices. A block diagram of the device is shown in Figure 1-1.

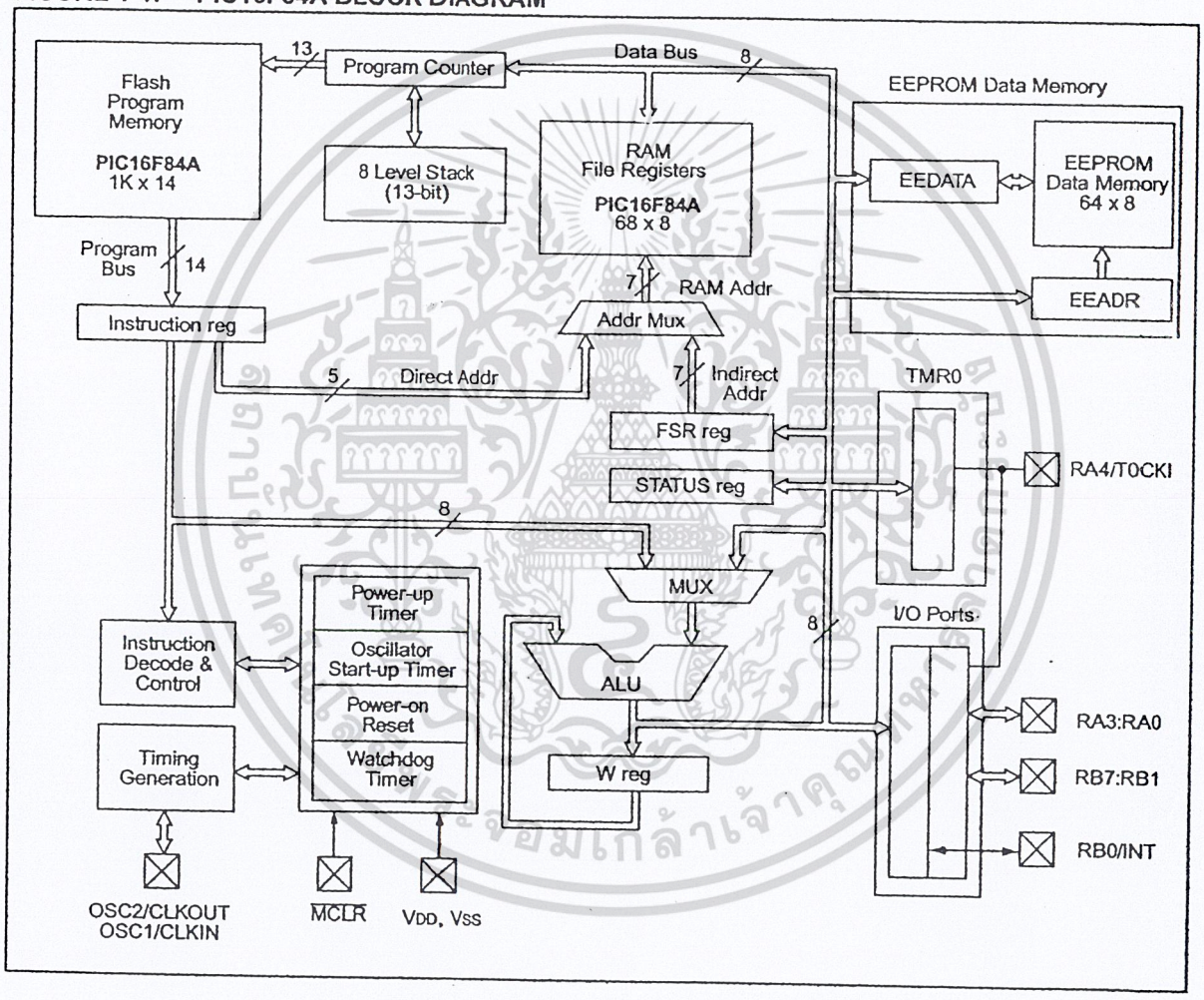
The program memory contains 1K words, which translates to 1024 instructions, since each 14-bit program memory word is the same width as each device instruction. The data memory (RAM) contains 68 bytes. Data EEPROM is 64 bytes.

There are also 13 I/O pins that are user-configured on a pin-to-pin basis. Some pins are multiplexed with other device functions. These functions include:

- External interrupt
- Change on PORTB interrupt
- Timer0 clock input

Table 1-1 details the pinout of the device with descriptions and details for each pin.

FIGURE 1-1: PIC16F84A BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1-1 PIC16F84A PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP No.	SOIC No.	SSOP No.	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	16	16	18	I	ST/CMOS (3)	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	15	15	19	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR	4	4	4	I/P	ST	Master clear (reset) input/programming voltage input. This pin is an active low reset to the device.
						PORTA is a bi-directional I/O port.
RA0	17	17	19	I/O	TTL	
RA1	18	18	20	I/O	TTL	
RA2	1	1	1	I/O	TTL	
RA3	2	2	2	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	3	3	3	I/O	ST	Can also be selected to be the clock input to the TMR0 timer/counter. Output is open drain type.
						PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.
RB0/INT	6	6	7	I/O	TTL/ST (1)	RB0/INT can also be selected as an external interrupt pin.
RB1	7	7	8	I/O	TTL	
RB2	8	8	9	I/O	TTL	
RB3	9	9	10	I/O	TTL	
RB4	10	10	11	I/O	TTL	Interrupt on change pin.
RB5	11	11	12	I/O	TTL	Interrupt on change pin.
RB6	12	12	13	I/O	TTL/ST (2)	Interrupt on change pin. Serial programming clock.
RB7	13	13	14	I/O	TTL/ST (2)	Interrupt on change pin. Serial programming data.
Vss	5	5	5,6	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	14	14	15,16	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I= input O = output I/O = Input/Output P = power
— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in serial programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

© 1998 Microchip Technology Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้งานด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้