สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# ป้ายชื่อแบบดิจิตอล

# DIGITAL GRAPHIC NAME PLATE

โดย

นาย ชลาคม วิเศษสิงห์ 47010151

นาย ฐากูร แก้วใส 47010198

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิติพล ชิตสกุล

ว.ป.
ช242ว
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82175
วัน,เดือน,ปี -9 ก.ค. 2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

b.11945096
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2550

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ป้ายชื่อแบบดิจิตอล


ผู้จัดทำ

| | | | |
|---|---|---|---|
| นาย | ชลาคม | วิเศษสิงห์ | 47010151 |
| นาย | ฐากูร | แก้วใส | 47010198 |

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.กิติพล ชิตสกุล)

วันที่...../...../.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ป้ายชื่อแบบดิจิตอล

นาย ชลาคม วิเศษสิงห์ รหัส 47010151
นาย ฐากูร แก้วใส รหัส 47010198
ดร.กิติพล ชิตสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2550

**บทคัดย่อ**

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ อธิบายการออกแบบและการสร้างป้ายชื่อแบบดิจิตอลกราฟฟิก ซึ่งสามารถบันทึกเสียงและฝากข้อความได้ โดยใช้จอแอลซีดีแบบกราฟฟิกขนาด 240x64 จุด ในการแสดงชื่อแบบดิจิตอลกราฟฟิก ป้ายชื่อแบบดิจิตอลกราฟฟิกประกอบด้วยวงจรหลักสามส่วนคือวงจรจอแอลซีดีแบบกราฟฟิก วงจรควบคุมการแสดงผลดิจิตอลและวงจรบันทึกเสียง ซึ่งป้ายชื่อแบบดิจิตอลกราฟฟิกนี้ สามารถแสดงชื่อและบันทึกเสียงฝากข้อความได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# DIGITAL GRAPHIC NAME PLATE

Mr.Chalacom Wisatsing ID.47010151
Mr.Thakoon Kawsai ID.47010198
Dr.Kitiphol Chitsakun Adviser
Educational Year 2007

**Abstract**

This thesis describes a design and construction of a digital graphic name plate. Digital graphic name plate consists of three main parts which are graphic lcd module format 240x64 dots, controller circuit and playback/ record circuit. The digital graphic name plate can show a name and voice record.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลงด้วยดีได้เพราะการช่วยเหลือและสนับสนุนของหลายๆฝ่าย โดยการแนะนำ การให้ข้อมูล การให้อุปกรณ์สนับสนุน และข้อเสนอข้อชี้แนะต่างๆ ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการดำเนินการ ไม่ว่าจะเป็นจากพี่ ๆ เพื่อน ๆ ในภาคอิเล็กทรอนิกส์และพี่ๆ ที่บริษัทอิเล็กทรอนิกส์ซอร์สที่ให้ความช่วยเหลือทุก ๆ ด้านรวมถึง พี่ ๆ ปริญญาโทที่ช่วยกันให้คำปรึกษาและให้กำลังใจในการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.กิติพล ชิตสกุล ที่ให้คำปรึกษาตลอดเวลา และอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี

ผู้จัดทำจึงขอขอบคุณทุก ๆ ท่านมา ณ โอกาสนี้

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| ชื่อเรื่อง | หน้าที่ |
|---|---|
| **บทคัดย่อ** | **I** |
| **Abstract** | **II** |
| **กิตติกรรมประกาศ** | **III** |
| **สารบัญ** | **IV** |
| **สารบัญรูปภาพ** | **VI** |
| **สารบัญตาราง** | **IX** |
| **บทที่ 1 บทนำ** | I |
| 1.1 ความเป็นมาของโครงงาน | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงงาน | 1 |
| 1.4 โครงสร้างของรายงาน | 1 |
| **บทที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F917** | 2 |
| 2.1 สถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F917 | 2 |
| 2.2 โครงสร้างขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F917 | 3 |
| 2.3 รายละเอียดและคุณสมบัติของพอร์ต | 5 |
| พอร์ต A | 5 |
| พอร์ต B | 6 |
| พอร์ต C | 7 |
| พอร์ต D | 8 |
| พอร์ต E | 8 |
| 2.4 หน่วยความจำ PIC16F917 | 9 |
| 2.4.1 หน่วยความจำโปรแกรม | 9 |
| 2.4.2 หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) | 11 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.1 รีจิสเตอร์ 12
2.4.2.2 STATUS Register 15
2.4.2.3 หน่วยความจำข้อมูล EEPROM 15
2.5 กระบวนการรีเซต 15
2.6 โหมดประหยัดพลังงาน 15
2.7 วอตช์ดอกไทเมอร์ 16
**บทที่ 3 โครงสร้างของ GRAPHIC LCD VOICE RECORD และ POWER AMPLIFIER** 17
3.1.LCD (Liquid Crystal Display) 17
3.1.1 Seven segment LCD 18
3.1.2.Dot Matrix LCD 19
3.1.3 Graphic LCD 19
3.2 ไอซีบันทึกเสียง 22
3.2.1 คุณสมบัติไอซีบันทึกเสียงเบอร์ APR9600 22
3.2.2 การทำงานของ APR 9600 23
3.3 วงจรขยาย 24
3.3.1 วงจรขยาย Class A 24
3.3.2 วงจรขยาย Class B 26
3.3.3 วงจรขยาย Class AB 27
3.3.4 วงจรขยาย Class C 28
3.3.5 MC34119 Power Amplifier 30
**บทที่ 4 การออกแบบวงจรและการเขียนโปรม** 31
4.1 ส่วนของ GRAPHIC LCDและ MICROCONTROLLER 31
4.2 ส่วนของ VOICE RECORDและ AMPLIFIER 33
4.3 การเขียนโปรแกรม 34
4.3.1 Flow Chart การทำงาน 34
4.3.2 การสร้างกราฟริก 35
**บทที่ 5 ผลการทดลอง** 39
5.1 การทดลองที่ 1 การแสดงผลของหน้าจอ GRAPHIC LCD 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การทดลองที่ 2 การบันทึกเสียงและเล่นเสียงกลับ 40

5.3 การทดลองที่ 3 การนำรูปแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD และแสดงสถานะ เมื่อมีการเชื่อมต่อกับการบันทึกเสียง 40

5.3.1 การทดลองที่ 3.1 การนำรูปแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD และแสดงสถานะ IN เมื่อมีการเชื่อมต่อกับการบันทึกเสียง 40

5.3.2 การทดลองที่ 3.2 การนำรูปแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD และแสดงสถานะ OUT เมื่อมีการเชื่อมต่อกับการบันทึกเสียง 41

5.3.3 การทดลองที่ 3.3 การแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD เมื่อมีการบันทึกเสียงของ USER เมื่อมีการเชื่อมต่อกับการบันทึกเสียง 41

5.3.4 การทดลองที่ 3.4 การแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD เมื่อมีการบันทึกเสียงของ VISITOR เมื่อมีการเชื่อมต่อกับการบันทึกเสียง 42

5.3 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 43

**บทที่ 6** สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 44

**บรรณานุกรม**

**ภาคผนวก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ


| รูปที่ | หน้าที่ |
|---|---|
| รูปที่ 1 ขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F917 | 3 |
| รูปที่ 2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรเลอร์PIC เบอร์ 16F917 | 4 |
| รูปที่ 3 การจัดการพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F917 | 10 |
| รูปที่ 4 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำของ PIC 16F917 | 11 |
| รูปที่ 5 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำ special register bank0 | 13 |
| รูปที่ 6 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำของ special register bank 1 | 13 |
| รูปที่ 7 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำของ special register bank 2 | 14 |
| รูปที่ 8 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำของ special register bank 3 | 14 |
| รูปที่ 9 แสดงโครงสร้างภายในของ LCD | 17 |
| รูปที่ 10 แสดงจอ LCD แบบ Seven segment LCD | 18 |
| รูปที่ 11 แสดงจอ LCD แบบ Dot Matrix LCD | 19 |
| รูปที่ 12 แสดงจอ LCD แบบ Graphic | 19 |
| รูปที่ 13 แสดงบล็อกไดอะแกรมของจอ Graphic LCD | 20 |
| รูปที่ 14 โมดูล Graphic LCD | 21 |
| รูปที่ 15 แสดงไอซีAPR9600 | 22 |
| รูปที่ 16 แสดงบล็อกไดอะแกรม ของไอซี APR9600 | 24 |
| รูปที่ 17 แสดงวงจรขยาย Class A | 25 |
| รูปที่ 18 แสดงการทำงานของวงจรขยาย Class A | 25 |
| รูปที่ 19 แสดงการทำงานของวงจรขยาย Class B | 26 |
| รูปที่ 20 แสดงการเกิด Crossover distortion | 27 |
| รูปที่ 21 แสดงการทำงานของวงจรขยายคลาส AB | 28 |
| รูปที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบ Output ของแต่ละ Class | 29 |
| รูปที่ 23 แสดง IC MC34119 | 30 |
| รูปที่ 24 แสดง บล็อกไดอะแกรม IC MC34119 | 30 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 25 แสดงวงจรไมโครคอนโทรเลอร์ควบคุม GRAPHIC LCD และส่วนของการเชื่อมต่อกับ IC APR9600 31
รูปที่ 26 แสดงวงจรบันทึกเสียงและวงจรขยายเสียง 33
รูปที่ 27 แสดง Flow Chart การทำงาน 36
รูปที่ 28 แสดง Flow Chart การตรวจสอบสถานะ IN/OUT และ การบันทึกเสียงให้ปรากฏข้อความบน Graphic Lcd 37
รูปที่ 29 แสดงวงจรที่ใช้ทดลองจริง 38
รูปที่ 30 รูปภาพก่อนนำไปแสดงบนหน้าจอ 39
รูปที่ 31 แสดงหน้าจอGRAPHIC LCD 39
รูปที่ 32 แสดงรูปบนหน้าจอ GRAPHIC LCD แบบตัวอักษร 40
รูปที่ 33 แสดงรูปบนหน้าจอ GRAPHIC LCD LCD และแสดงสถานะ IN 40
รูปที่ 34 แสดงรูปบนหน้าจอ GRAPHIC LCD และแสดงสถานะ OUT 41
รูปที่ 35 แสดงรูปบนหน้าจอ GRAPHIC LCD LCD เมื่อมีการบันทึกเสียงของ USER 41
รูปที่ 36 แสดงรูปบนหน้าจอ GRAPHIC LCD LCD เมื่อมีการบันทึกเสียงของ VISITOR 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


หน้าที่

ตารางที่ 1 แสดงการเลือกแบงก์ข้อมูลของหน่วยความจำ RAM 12

ตารางที่ 2 แสดงรูปแบบในการออกแบบ Tape mode และ Multi mode 22

ตารางที่ 3 แสดงค่า Sampling Frequency 23

ตารางที่ 4 แสดงแอมปลิฟายเออร์ในคลาสต่างๆ 29


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ในปัจจุบันการใช้งานอุปกรณ์แบบดิจิตอลเป็นสิ่งที่นิยมแพร่หลายในชีวิตประจำวัน ซึ่งให้ความสะดวกสบาย และมีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยากเกินไป เมื่อเทียบกับอุปกรณ์แบบอนาล็อก สาเหตุนี้เองทำให้มีแนวคิดที่จะทำโครงงานนี้ขึ้นมา เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับอาจารย์และผู้มาติดต่อ ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับโครงงานอยู่ในรายงานฉบับนี้ จะประกอบด้วยทฤษฎี หลักการ และขั้นตอนต่างๆในการทำโครงงานเรื่อง ป้ายชื่อแบบดิจิตอล

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษา เรียนรู้ การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์ด้วยภาษาซี
2. สามารถนำความรู้ในการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์ไปประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์อื่นๆได้ เช่น GRAPHIC LCD , IC บันทึกเสียง เป็นต้น
3. มีความรู้ความเข้าใจโครงงาน เรื่อง ป้ายชื่อแบบดิจิตอล และสามารถนำโครงงานไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.3 ขอบเขตของโครงงาน

สำหรับขอบเขตของโครงงานนี้มีรายละเอียดดังนี้คือ สามารถแสดงชื่ออาจารย์บนหน้าจอ GRAPHIC LCD แสดงสถานะของอาจารย์ เช่น อยู่ห้อง, ไม่อยู่ห้อง นอกจากนี้ยังสามารถให้ผู้ที่มาติดต่อสามารถฝากข้อความเสียงได้เมื่ออาจารย์ไม่อยู่ห้อง โดยจะมีช่องฝากข้อความเสียงทั้งหมด 2 ช่องข้อความเสียง ช่องละ 30 วินาที โดยจะแบ่งเป็นช่องของอาจารย์ 1 ช่อง ไว้สำหรับให้อาจารย์ฝากข้อความเสียงแก่ผู้ที่มาติดต่อเมื่ออาจารย์ไม่อยู่ และของผู้ที่มาติดต่ออีก 1 ช่อง ไว้สำหรับฝากข้อความเสียงให้กับอาจารย์เมื่อกลับมาที่ห้อง ซึ่งสามารถนำโครงงานนี้ไปใช้ได้จริง เหมาะสำหรับติดหน้าห้องอาจารย์ หรือ หน้าห้องพนักงานในแผนกต่างๆของบริษัท นอกจากนี้ยังนำไปประยุกต์และพัฒนาต่อไปได้อีก

## 1.4 โครงสร้างของรายงาน

โครงสร้างของโครงงานจะแบ่งเป็น 5 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 เป็นรายละเอียดเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 3 เป็นรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่นำไปประยุกต์ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 4 ผลการทดลอง

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F917

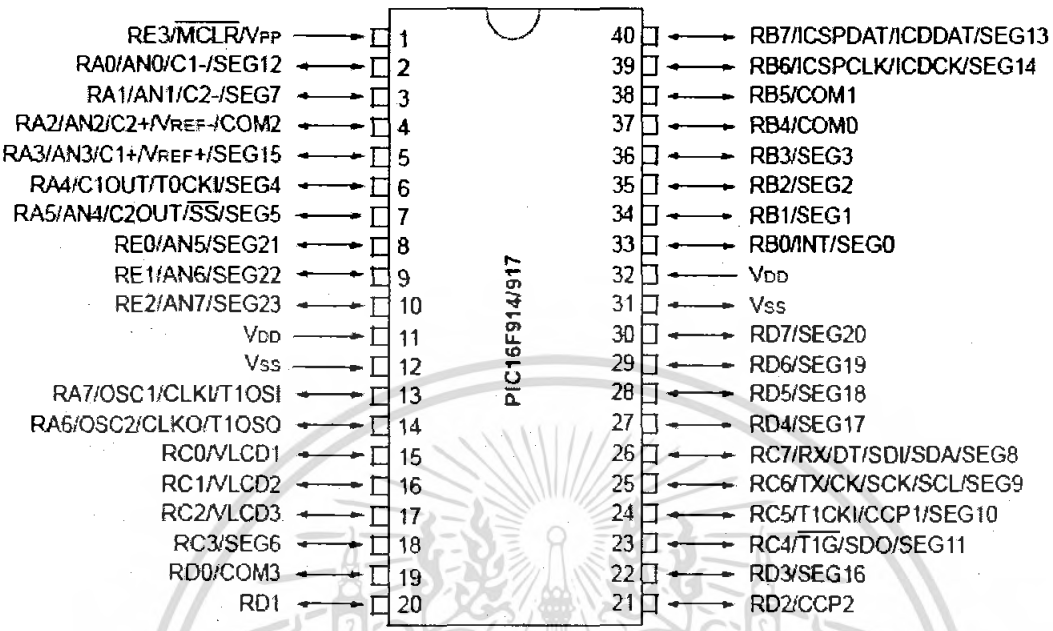
## 2.1 สถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F917

จากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16FXXX ได้รับความนิยมมากที่สุดเพราะถือว่าเป็นชิปรุ่นแรกที่หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชและมีหน่วยความจำข้อมูลแบบ eeprom แต่ชิปในตระกูลนี้ก็มีหลายเบอร์ให้เลือกใช้ตามขนาดของงานและความสมมารถของชิปแต่ละตัว ในโครงงานนี้จะเลือกใช้เบอร์ PIC16F917 ซึ่งเหมาะกับการใช้ควบคุมจอกราฟฟิกแอลซีดี ซึ่งคุณสมบัติหลักๆของ PIC16F917 มีดังนี้

1. มีคำสั่งที่เป็นภาษาแอสเซมบลี 35 คำสั่ง
2. ทำงานได้สูงสุดที่สัญญาณนาฬิกาตั้งไฟตรงถึง 20 MHz
3. ใน 1 คำสั่งใช้เวลาทำงาน 1 ถึง 2 ไซเคิล
4. มี stack ให้ใช้ได้สูงสุด 8 ระดับ
5. มีโหมดประหยัดพลังงาน
6. มีระบบ power on reset
7. มีระบบ power up timer
8. มีระบบ oscillator start-up
9. มีระบบ watchdog timer
10. ตอบสนองการการอินเทอร์รัปต์ได้
11. มีระบบ code protection กันการคัดลอก
12. สัญญาณนาฬิกามีหลายโหมดให้เลือกใช้งาน คือ อาจจะใช้ xtal หรือวงจร RCก็ได้
13. ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2 vdc ถึง 5.5 vdc
14. มี ไทเมอร์/เคาท์เตอร์ 3 ตัว คือ ไทเมอร์ 0 ขนาด 8 บิต , ไทเมอร์ 1 ขนาด 16 บิต, ไทเมอร์ 2 ขนาดบิต 8 บิต
15. มีโมดูล capture/compare/pwm 2 ชุด
16. มีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 10 บิต
17. มีระบบ USART สำหรับติดต่อกับการสื่อสารแบบ RS 232
18. มีระบบตรวจระดับไฟเลี้ยง ( BROWN-OUT RESET )
19. มี i/o พอร์ตทั้งหมด 5 พอร์ต แต่ละพอร์ตมีจำนวนบิตไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 โครงสร้างขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F917



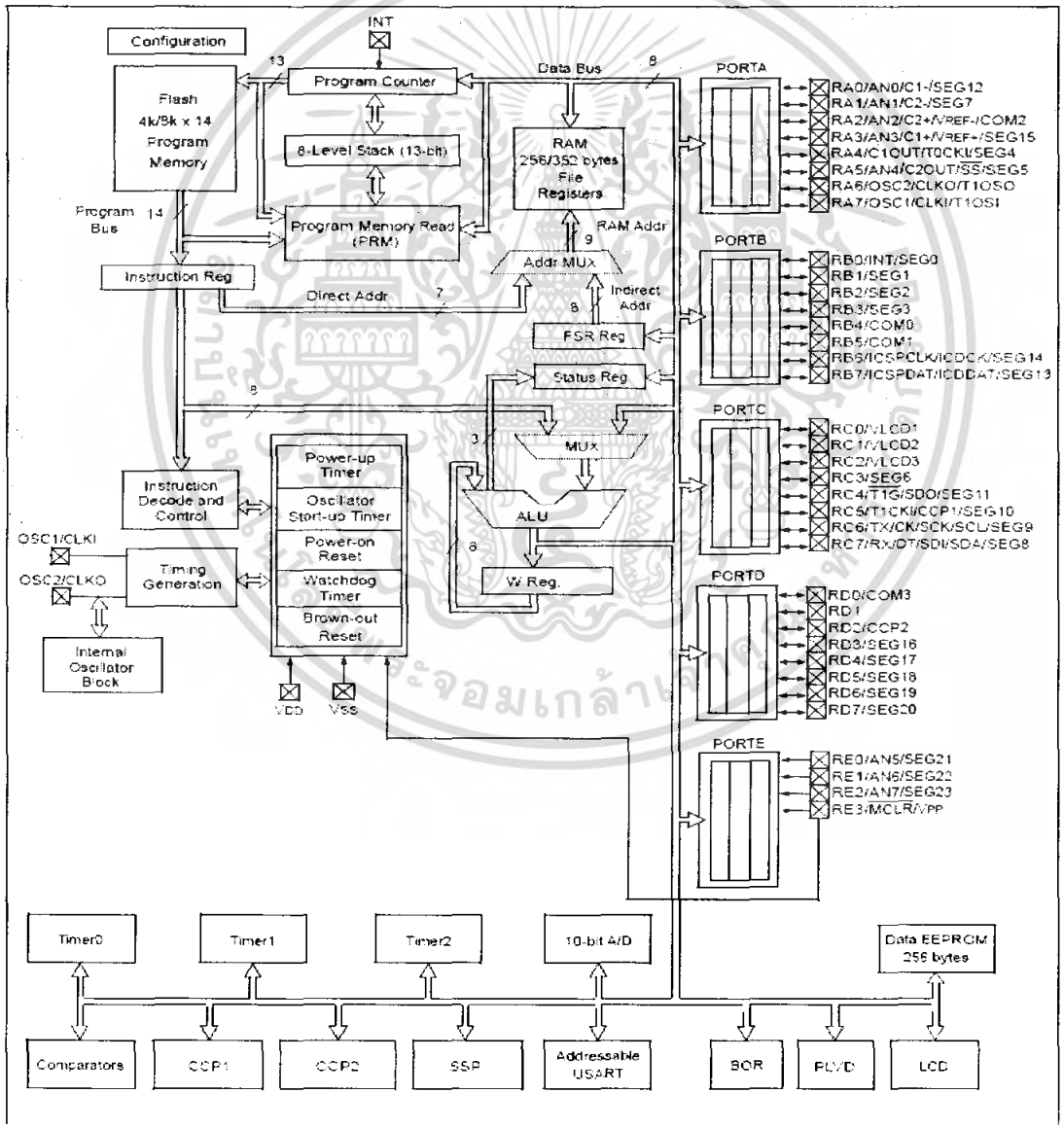

รูปที่ 1 ขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F917

ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F917 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 40 ขา มีขาสัญญาณต่างๆดังนี้

1. MCLR/Vpp ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรีเซต เมื่อขานี้ได้รับลอจิก 0 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกรีเซต และทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรับแรงดัน ขณะทำการบันทึกโปรแกรมลงหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์
2. VDD ทำหน้าที่เป็นขาไฟเลี้ยงให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์
3. VSS ทำหน้าที่เป็นขากราวด์
4. OSC1/CLKI ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณสำหรับต่อคริสตอล ในกรณีที่อยู่ในโหมดการใช้สัญญาณนาฬิกาภายนอก
5. OSC2/CLK0 ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณสำหรับต่อคริสตอล ในกรณีที่อยู่ในโหมดการใช้สัญญาณนาฬิกาภายนอก
6. RAO-RA5 พอร์ต A มีจำนวน 6 ขา เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง คือเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุทและพอร์ตเอาท์พุตใช้ในการรับส่งข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่นๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. RB0-RB7 พอร์ต B มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง คือเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุทและพอร์ตเอาท์พุตใช้ในการรับส่งข้อมูล นอกจากนี้บางขายังทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากอินเทอร์รัปต์ จากภายนอกด้วย นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่นๆได้
8. RC0-RC7 พอร์ต B มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง คือเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุทและพอร์ตเอาท์พุตใช้ในการรับส่งข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่นๆได้
9. RD0-RD7 พอร์ต D มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง คือเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุทและพอร์ตเอาท์พุตใช้ในการรับส่งข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่นๆได้
10. RE0-RE2 พอร์ต E มีจำนวน 3ขา เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง คือเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุทและพอร์ตเอาท์พุตใช้ในการรับส่งข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่นๆได้




รูปที่ 2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรเลอร์PIC เบอร์ 16F917

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3 รายละเอียดและคุณสมบัติของพอร์ต**

**พอร์ต A**

| ขาพอร์ต | บิตที่ | บัฟเฟอร์ | รายละเอียดการทำงาน |
|---|---|---|---|
| RA0/AN0 | 0 | TTL | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ช่องที่ 0 |
| RA1/AN1 | 1 | TTL | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ช่องที่ 1 |
| RA2AN2/Vref-/CVref | 2 | TTL | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ช่องที่ 2<br>-อินพุตแรงดันอ้างอิงลบของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล<br>-เอาท์พุตแรงดันอ้างอิงของโมดูลแรงดันอ้างอิง |
| RA3/AN3/Vref+ | 3 | TTL | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ช่องที่ 3<br>-อินพุตแรงดันอ้างอิงบวกของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล |
| RA4/T0CKI/C1OUT | 4 | TTL | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-อินพุตสัญญูษณนาฬิกาภายนอกของไทเมอร์ 0<br>-เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอกช่อวที่ 1 (comparator) หรือเอาต์พุตแบบ OPEN DRAIN |
| RA5/SS/AN4/C2OUT | 5 | TTL | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ช่องที่ 4<br>-ขาอินพุตสัญญาณ Slave select สำหรับการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส<br>-เอาต์พุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอกช่องที่ 2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**พอร์ต B**

| ขาพอร์ต | บิตที่ | บัฟเฟอร์ | รายละเอียดการทำงาน |
|---|---|---|---|
| RB0/INT | 0 | TTL | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินพุตสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก |
| RB1 | 1 | TTL | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล |
| RB2 | 2 | TTL | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล |
| RB3/PGM | 3 | TTL | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-อินพุตรับแรงดันโปรแกรมต่ำกว่า +5 V (โหมด LVP) หากใช้ Enable ไว้ |
| RB4 | 4 | TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลอจิก หาก Enable ไว้ |
| RB5 | 5 | TTL | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลอจิก หาก Enable ไว้ |
| RB6/PGC | 6 | TTL/ST*2 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลอจิก หาก Enable ไว้<br>-ขาสัญญาณนาฬิกาของการดีบักทางวงจร (ICD) |
| RB7/PGD | 7 | TTL/ST*2 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลอจิก หาก Enable ไว้<br>-ขาสัญญาณนาฬิกาของการดีบักทางวงจร (ICD) |

**หมายเหตุ** TTL หมายถึงอินพุตแบบ TTL,ST หมายถึง อินพุทแบบซมิตต์ทริกเกอร์

1 อินพุตบัฟเฟอร์แบบซมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อใช้งานอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก

2 อินพุตบัฟเฟอร์แบบซมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อใช้งานในโหมดโปรแกรมแบบอนุกรมหรือ ICD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**พอร์ต C**

| ขาพอร์ต | บิตที่ | บัฟเฟอร์ | รายละเอียดการทำงาน |
|---|---|---|---|
| RC0/T1OSO/T1CKI | 0 | ST | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตเอาต์พุตวงจรออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์ 1<br>-ขาพอร์ตอินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 1 |
| RC1/TISI/CCP2 | 1 | ST | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินพุตวงจรออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์ 1<br>-ขาพอร์ตอินพุตวงจรจับสัญญาณ/วงจรเอาต์พุตเปรียบเทียบ/วงจรเอาต์พุต PWM โมดูล CCP1 |
| RC2/CCP1 | 2 | ST | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตสัญญาณนาฬิกาของวงจร SPI และบัส I2C |
| RC3/SCK/SCL | 3 | ST | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตสัญญาณนาฬิกาของวงจร SPI และบัส I2C |
| RC4/SDI/SDA | 4 | ST | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตเอาต์พุตของวงจร SPI และข้อมูลอนุกรมบองบัส I2C |
| RC5/SDo | 5 | ST | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตเอาต์พุตของวงจร SPI |
| RC6/TX/CK | 6 | ST | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตเอาต์พุตการสื่อสารอนุกรมของวงจร USART (การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส)<br>-ขาสัญญาณนาฬิกาแบบซิงโครนัส |
| RC7/RX/DT | 7 | ST | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตเอินพุตการสื่อสารอนุกรมของวงจร USART (การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส)<br>-ขาสัญญาณนาฬิกาแบบซิงโครนัส |

**หมายเหตุ** ST หมายถึง อินพุทแบบซมิตต์ทริกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**พอร์ต D**

| ขาพอร์ต | บิตที่ | บัฟเฟอร์ | รายละเอียดการทำงาน |
|---|---|---|---|
| RD0/PsP0 | 0 | ST/TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตแบบขนานบิต 0 |
| RD1/PSP1 | 1 | ST/TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตแบบขนานบิต 1 |
| RD2/PSP2 | 2 | ST/TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตแบบขนานบิต 2 |
| RD3/PSP3 | 3 | ST/TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตแบบขนานบิต 3 |
| RD4/PSP4 | 4 | ST/TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตแบบขนานบิต 4 |
| RD5/PSP5 | 5 | ST/TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตแบบขนานบิต 5 |
| RD6/PSP6 | 6 | ST/TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตแบบขนานบิต 6 |
| RD7/PSP7 | 7 | ST/TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตแบบขนานบิต 7 |

**หมายเหตุ** TTL หมายถึงอินพุตแบบ TTL.ST หมายถึง อินพุทแบบชมิตต์ทริกเกอร์

1 อินพุตบัพเฟอร์แบบชมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อใช้งานอินพุตเอาต์พุต และ TTL เมื่อใช้งานเป็นพอร์ตขยายแบบขนาน

**พอร์ต E**

| ขาพอร์ต | บิตที่ | บัฟเฟอร์ | รายละเอียดการทำงาน |
|---|---|---|---|
| RE0/RD/AN5 | 0 | ST/TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินพุตควบคุมการอ่านในโหมดส่วนขยายพอร์ตแบบขนาน<br>-ขาพอร์ตอินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอบ ช่องที่ 5 |
| RE1WR/AN6 | 1 | ST/TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | -ขาพอร์ตอินพุตควบคุมการอ่านในโหมดส่วนขยายพอร์ตแบบขนาน<br>-ขาพอร์ตอินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอบ ช่องที่ 6 |
| RE2/C5/AN7 | 2 | ST/TTL*1 | -ขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุตดิจิตอล<br>-ขาพอร์ตอินพุตควบคุมการอ่านในโหมดส่วนขยายพอร์ตแบบขนาน<br>-ขาพอร์ตอินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอบ ช่องที่ 7 |

**หมายเหตุ** TTL หมายถึงอินพุตแบบ TTL,ST หมายถึง อินพุทแบบซมิตต์ทริกเกอร์

1 อินพุตบัพเฟอร์แบบซมิตต์ทริกเกอร์ เมื่อใช้งานอินพุตเอาต์พุต และ TTL เมื่อใช้งานเป็นพอร์ตขยายแบบขนาน

**2.4 หน่วยความจำ PIC16F917**

หน่วยความจำ เป็นส่วนประกอบสำคัญสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ไมโครโพรเซสเซอร์ต่างๆ เป็นพื้นที่สำหรับเก็บโค้ดโปรแกรมและข้อมูลอื่นๆ การได้รู้จักกับหน่วยความจำในแต่ละส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมเป็ไปได้ง่ายขึ้น ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC 16F917 จะมีหน่วความจำภายใน โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

1 หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)

2 หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

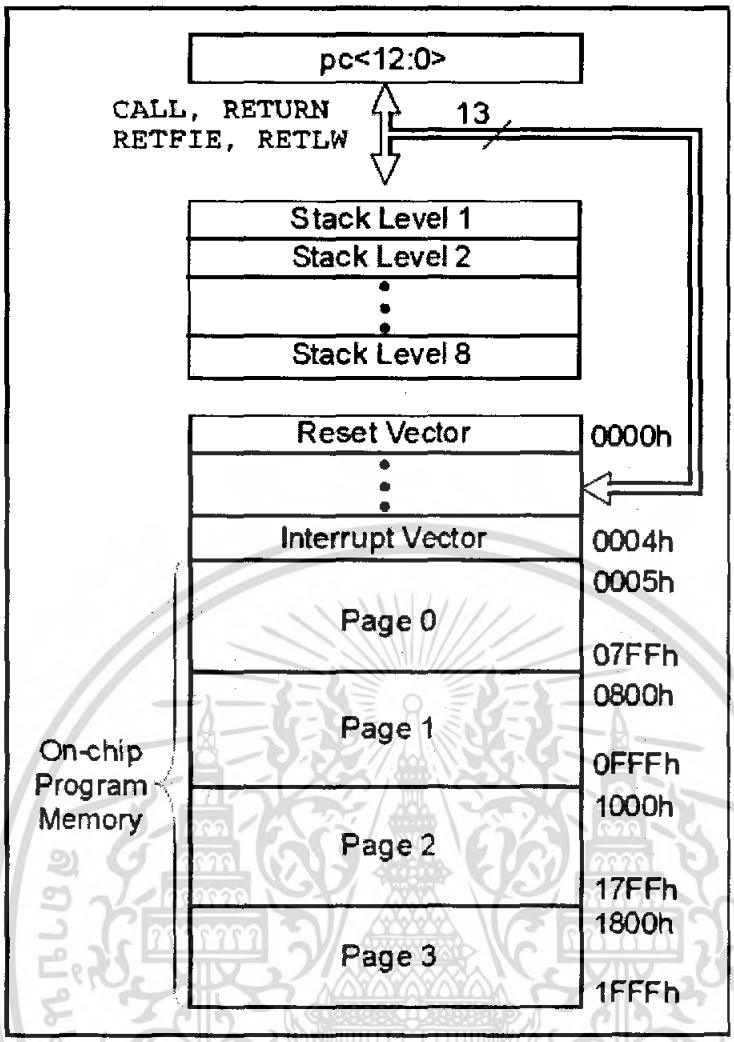
3 หน่วยความจำ EEPROM

หน่วยความจำทั้ง 3 ส่วนจะมีขนาดและการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ดังรายละเอียดตามหัวข้อต่างๆดังต่อไปนี้

**2.4.1 หน่วยความจำโปรแกรม**

หน่วยความจำโปรแกรม ( Program Memory) เป็นพื้นที่สำหรับใช้ในการเก็บ ซอร์สโค้ดโปรแกรม โดยโครงสร้างจะเป็นแบบ Flash Memory จึงสามารถทำการเขียนและลบได้หลายครั้ง ทำให้สะดวกต่อการทดลองพัฒนาโปรแกรม โดยจะมี Program Counter ขนาด 13 บิต ซึ่งสามารถอ้างถึงตำแหน่งข้อมูลได้ถึง 8 กิโลเวิร์ต ตั้งแต่แอดเดรส 0000h ถึง 1FFFh ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



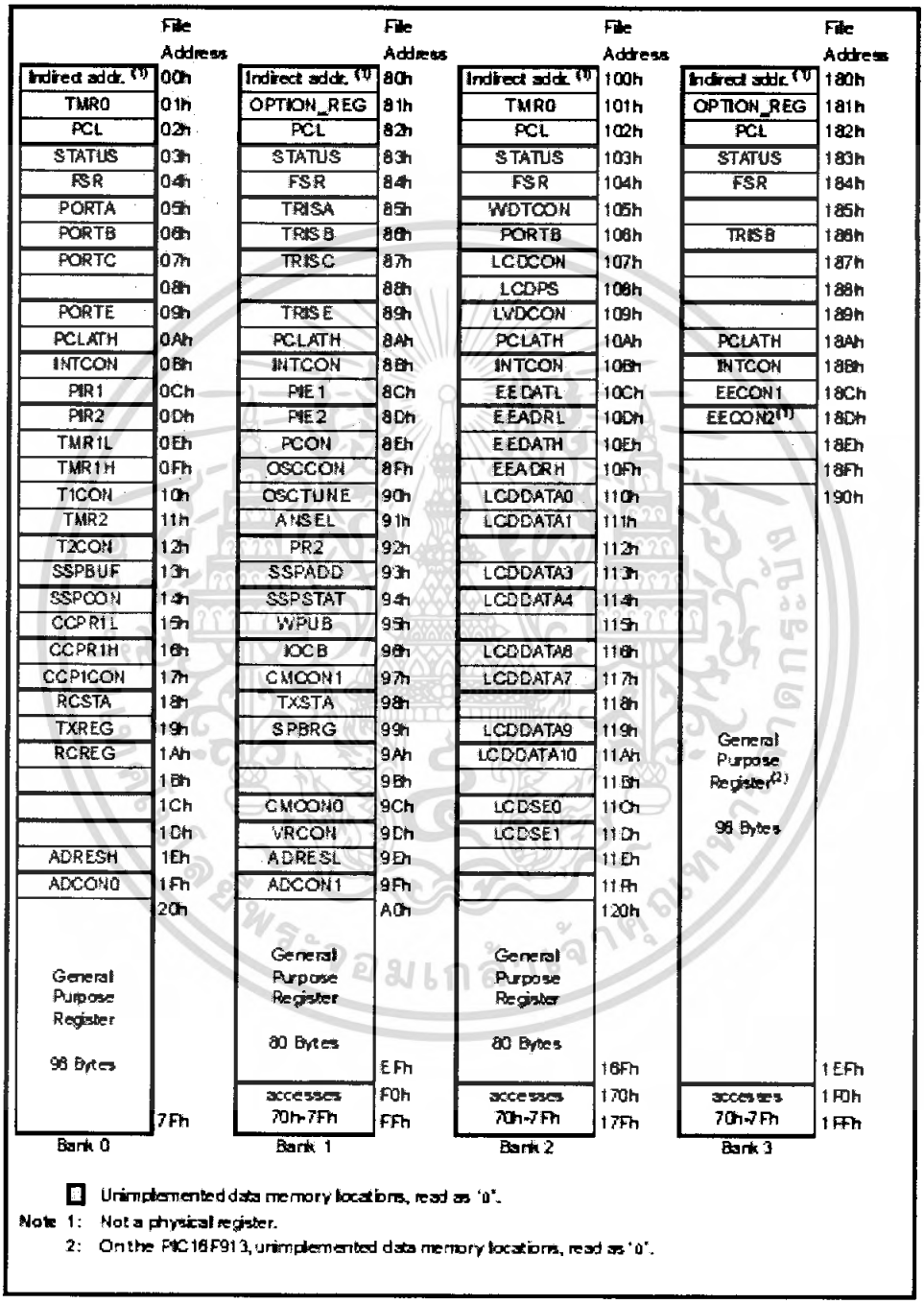

รูปที่ 3 การจัดการพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F917

ซึ่งหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC 16F917 นี้จะมีขนด 8 k X 14 Bit Words ( 8 Kwords) จะแบ่งออกเป็น 4 Page จำนวน Page ละ 2 Kwords ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 3 จะมีรีเซ็ตเวกเตอร์อยู่ที่ตำแหน่ง 0000h และ อินเตอร์รัพท์เวกเตอร์อยู่ที่ 0004h จะเห็นว่ามีแอดเดรสเวกเตอร์ของการอินเตอร์รัพท์เพียงตำแหน่งเดียว แต่ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F917 นั้นจะมีแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ถึง 14 แหล่ง ซึ่งเมื่อเกิดอินเตอร์รัพท์จากแหล่งใดก็ตาม CPU จะโดดไปทำงานในตำแหน่งแอดเดรสเดียวกันนั้นก็คือ แอดเดรส 0004h ดังนั้นเราจึงไม่สามารถจัดลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพท์ได้ การตรวจสอบแหล่งที่มาของสัญญาณอินเตอร์รัพท์ จะใช้วิธีการตรวจสอบบิตสถานะของการอินเตอร์รัพท์ต่างๆ จะกล่าวภายหลัง ส่วนหน่วยความจำสแต็ก (Stack) จะมีขนาดความลึก 8 ระดับ และไม่สามารถเข้าถึงได้โดยตรงจากการเขียนโปรแกรม ไม่มีคำสั่งการ PUSH-POP เหมือนกับ CPU ตระกูลอื่นๆ ค่าของสแต็กจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยอัตโนมัติ เมื่อมีการใช้คำสั่งที่เป็นการกระโดด การเรียกใช้โปรแกรมย่อย หรือ เมื่อมีการอินเตอร์รัพท์เกิดขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.2 หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

หน่วยความจำข้อมูลนี้จะประกอบไปด้วย**พื้นที่ใช้งานทั่วไป** (General Purpose Register) ขนาด 368 bytes และพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังชันก์พิศษ (Special Function Register) ซึ่งพื้นที่ของหน่วยความจำเหล่านี้จะถูกแบ่งออก 4 แบงก์ดังรูป




รูปที่ 4 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำของ PIC 16F917

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้าถึงข้อมูลในแต่ละส่วนเหล่านี้จะต้องกำหนด แบงก์ข้อมูลที่เราต้องการเข้าถึง โดยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เลือกแบงก์ คือ RP0 และ RP1 โดยจะอยู่ในรีจิสเตอร์ STATUS บิดที่ 5 และ 6 ตามลำดับซึ่งค่าต่างๆ สามารถกำหนดได้ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงการเลือกแบงก์ข้อมูลของหน่วยความจำ RAM

| RP1:RP0 | Bank |
|---|---|
| 00 | 0 |
| 01 | 1 |
| 10 | 2 |
| 11 | 3 |

**2.4.2.1 รีจิสเตอร์**

รีจิสเตอร์ เป็นส่วนที่สำคัญในการพัฒนาโปรแกรมซึ่งในการใช้งานฟังก์ชั่นต่างๆ เราจำเป็นต้องรู้จักและเข้าใจรายละเอียดของรีจิสเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องนั้นด้วย โดยเราจะแยกรีจิสเตอร์ออกเป็น 2 ส่วน คือรีจิสเตอร์ไฟล์ หรือ รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (General Purpose Register) และรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register)

- รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (General Purpose Register)

เป็นหน่วยความจำใช้งานทั่วไป โดยโครงสร้างจะเป็นหน่วยความจำชนิด Static Ram สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ตลอดเวลา และข้อมูลต่างๆจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงจ่ายให้กับ CPU หน่วยความจำส่วนนี้ของ CPU PIC 16F917 จะมีขนาด 368 Byte ข้อมูลจะเป็นแบบ 8 บิต เหมาะสำหรับการใช้เก็บข้อมูล หรือ ใช้เป็นตัวแปลต่างๆ ในการเขียนโปรแกรมโดยจะกระจายอยู่ในแบงก์ต่างๆทั้ง 4 แบงก์

-รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register)

เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานในฟังก์ชั่นต่างๆ ของ CPU โดยจะจัดวางลักษณะเดียวกันกับรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป คือ จะอยู่ภายในแต่ละแบงก์ทั้ง 4 แบงก์ โดยเราจะแบ่งออกเป็นรีจิสเตอร์หลัก และรีจิสเตอร์ที่ใช้งานในฟังก์ชั่นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Addr | Name | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 | Value on POR/BOR Reset | Value on all other Resets(1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bank 0 | | | | | | | | | | | |
| 00h | INDF | Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register) | | | | | | | | xxxx xxxx | xxxx xxxx |
| 01h | TMR0 | Timer0 Module Register | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 02h | PCL | Program Counter's (PC) Least Significant Byte | | | | | | | | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 03h | STATUS | IRP | RP1 | RP0 | $\overline{TO}$ | $\overline{PD}$ | Z | DC | C | 0001 1xxx | 000q quuu |
| 04h | FSR | Indirect Data Memory Address Pointer | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 05h | PORTA | RA7 | RA6 | RA5 | RA4 | RA3 | RA2 | RA1 | RA0 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 06h | PORTB | RB7 | RB6 | RB5 | RB4 | RB3 | RB2 | RB1 | RB0 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 07h | PORTC | RC7 | RC6 | RC5 | RC4 | RC3 | RC2 | RC1 | RC0 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 08h | PORTD(3) | RD7 | RD6 | RD5 | RD4 | RD3 | RD2 | RD1 | RD0 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 09h | PORTE | — | — | — | — | RE3 | RE2(4) | RE1(4) | RE0(4) | ---- xxxx | ---- uuuu |
| 0Ah | PCLATH | — | — | — | Write Buffer for upper 5 bits of Program Counter | | | | | ---0 0000 | ---0 0000 |
| 0Bh | INTCON | GIE | PEIE | T0IE | INTE | RBIE | T0IF | INTF | RBIF | 0000 000x | 0000 000u |
| 0Ch | PIR1 | EEIF | ADIF | RCIF | TXIF | SSPIF | CCP1IF | TMR2IF | TMR1IF | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 0Dh | PIR2 | OSFIF | C2IF | C1IF | LCDIF | — | LVDIF | — | CCP2IF | 0000 -0-0 | 0000 -0-0 |
| 0Eh | TMR1L | Holding Register for the Least Significant Byte of the 16-bit TMR1 | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 0Fh | TMR1H | Holding Register for the Most Significant Byte of the 16-bit TMR1 | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 10h | T1CON | T1GINV | T1GE | T1CKPS1 | T1CKPS0 | T1OSCEN | $\overline{T1SYNC}$ | TMR1CS | TMR1ON | 0000 0000 | uuuu uuuu |
| 11h | TMR2 | Timer2 Module Register | | | | | | | | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 12h | T2CON | — | TOUTPS3 | TOUTPS2 | TOUTPS1 | TOUTPS0 | TMR2ON | T2CKPS1 | T2CKPS0 | -000 0000 | -000 0000 |
| 13h | SSPBUF | Synchronous Serial Port Receive Buffer/Transmit Register | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 14h | SSPCON | WCOL | SSPOV | SSPEN | CKP | SSPM3 | SSPM2 | SSPM1 | SSPM0 | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 15h | CCPR1L | Capture/Compare/PWM Register 1 (LSB) | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 16h | CCPR1H | Capture/Compare/PWM Register 1 (MSB) | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 17h | CCP1CON | — | — | CCP1X | CCP1Y | CCP1M3 | CCP1M2 | CCP1M1 | CCP1M0 | --00 0000 | --00 0000 |
| 18h | RCSTA | SPEN | RX9 | SREN | CREN | ADDEN | FERR | OERR | RX9D | 0000 000x | 0000 000x |
| 19h | TXREG | USART Transmit Data Register | | | | | | | | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 1Ah | RCREG | USART Receive Data Register | | | | | | | | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 1Bh(5) | CCPR2L | Capture/Compare/PWM Register 2 (LSB) | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 1Ch(5) | CCPR2H | Capture/Compare/PWM Register 2 (MSB) | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 1Dh(5) | CCP2CON | — | — | CCP2X | CCP2Y | CCP2M3 | CCP2M2 | CCP2M1 | CCP2M0 | --00 0000 | --00 0000 |
| 1Eh | ADRESH | A/D Result Register High Byte | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 1Fh | ADCON0 | ADFM | VCFG1 | VCFG0 | CHS2 | CHS1 | CHS0 | GO/$\overline{DONE}$ | ADON | 0000 0000 | 0000 0000 |

Legend: - = Unimplemented locations read as '0', u = unchanged, x = unknown, q = value depends on condition, shaded = unimplemented
Note 1: Other (non Power-up) Resets include MCLR Reset and Watchdog Timer Reset during normal operation.
2: PIC16F9X 40/70 only.

รูปที่ 5 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำ special register bank0

| Addr | Name | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 | Value on POR/BOR Reset | Value on all other Resets(1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bank 1 | | | | | | | | | | | |
| 80h | INDF | Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register) | | | | | | | | xxxx xxxx | xxxx xxxx |
| 81h | OPTION_REG | $\overline{RBPU}$ | INTEDG | T0CS | T0SE | PSA | PS2 | PS1 | PS0 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| 82h | PCL | Program Counter's (PC) Least Significant Byte | | | | | | | | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 83h | STATUS | IRP | RP1 | RP0 | $\overline{TO}$ | $\overline{PD}$ | Z | DC | C | 0001 1xxx | 000q quuu |
| 84h | FSR | Indirect Data Memory Address Pointer | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 85h | TRISA | TRISA7 | TRISA6 | TRISA5 | TRISA4 | TRISA3 | TRISA2 | TRISA1 | TRISA0 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| 86h | TRISB | TRISB7 | TRISB6 | TRISB5 | TRISB4 | TRISB3 | TRISB2 | TRISB1 | TRISB0 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| 87h | TRISC | TRISC7 | TRISC6 | TRISC5 | TRISC4 | TRISC3 | TRISC2 | TRISC1 | TRISC0 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| 88h | TRISD(3) | TRISD7 | TRISD6 | TRISD5 | TRISD4 | TRISD3 | TRISD2 | TRISD1 | TRISD0 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| 89h | TRISE | — | — | — | — | TRISE3(6) | TRISE2(6) | TRISE1(6) | TRISE0(6) | ---- 1111 | ---- 1111 |
| 8Ah | PCLATH | — | — | — | Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter | | | | | ---0 0000 | ---0 0000 |
| 8Bh | INTCON | GIE | PEIE | T0IE | INTE | RBIE | T0IF | INTF | RBIF | 0000 000x | 0000 000x |
| 8Ch | PIE1 | EEIE | ADIE | RCIE | TXIE | SSPIE | CCP1IE | TMR2IE | TMR1IE | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 8Dh | PIE2 | OSFIE | C2IE | C1IE | LCDIE | — | LVDIE | — | CCP2IE | 0000 -0-0 | 0000 -0-0 |
| 8Eh | PCON | — | — | — | SBOREN | — | — | POR | BOR | ---1 --qx | ---u --uu |
| 8Fh | OSCCON | — | IRCF2 | IRCF1 | IRCF0 | OSTS(4) | HTS | LTS | SCS | -110 q000 | -110 x000 |
| 90h | OSCTUNE | — | — | — | TUN4 | TUN3 | TUN2 | TUN1 | TUN0 | ---0 0000 | ---u uuuu |
| 91h | ANSEL | ANS7(6) | ANS6(6) | ANS5(6) | ANS4 | ANS3 | ANS2 | ANS1 | ANS0 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| 92h | PR2 | Timer2 Period Register | | | | | | | | 1111 1111 | 1111 1111 |
| 93h | SSPADD | Synchronous Serial Port ($I^2C$ mode) Address Register | | | | | | | | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 94h | SSPSTAT | SMP | CKE | $\overline{D/A}$ | P | S | $\overline{R/W}$ | UA | $\overline{BF}$ | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 95h | WPUB | WPUB7 | WPUB6 | WPUB5 | WPUB4 | WPUB3 | WPUB2 | WPUB1 | WPUB0 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| 96h | IOCB | IOCB7 | IOCB6 | IOCB5 | IOCB4 | — | — | — | — | 0000 ---- | 0000 ---- |
| 97h | CMCON1 | — | — | — | — | — | — | T1GSS | C2SYNC | ---- --10 | ---- --10 |
| 98h | TXSTA | CSRC | TX9 | TXEN | SYNC | — | BRGH | TRMT | TX9D | 0000 -010 | 0000 -010 |
| 99h | SPBRG | SPBRG7 | SPBRG6 | SPBRG5 | SPBRG4 | SPBRG3 | SPBRG2 | SPBRG1 | SPBRG0 | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 9Ah | — | Unimplemented | | | | | | | | — | — |
| 9Bh | — | Unimplemented | | | | | | | | — | — |
| 9Ch | CMCON0 | C2OUT | C1OUT | C2INV | C1INV | CIS | CM2 | CM1 | CM0 | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 9Dh | VRCON | VREN | — | VRR | — | VR3 | VR2 | VR1 | VR0 | 0-0- 0000 | 0-0- 0000 |
| 9Eh | ADRESL | A/D Result Register Low Byte | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 9Fh | ADCON1 | — | ADCS2 | ADCS1 | ADCS0 | — | — | — | — | -000 ---- | -000 ---- |

Legend: - = Unimplemented locations read as '0', u = unchanged, x = unknown, q = value depends on condition, shaded = unimplemented
Note 1: Other (non Power-up) Resets include MCLR Reset and Watchdog Timer Reset during normal operation.
2: PIC16F9X 40/70 only.
3: PIC16F9X 40/70 only, forced '0' on PIC16F9120/8.
4: The value of the OSTS bit is dependent on the value of the Configuration Word (CONFIG) of the device. See Section 4.0 "Clock Sources".
5: Bit is read-only, TRISE = 1 always.

รูปที่ 6 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำของ special register bank 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Addr | Name | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 | Value on POR/BOR Reset | Value on all other Resets[1] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bank 2 | | | | | | | | | | | |
| 100h | INDF | Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register) | | | | | | | | xxxx xxxx | xxxx xxxx |
| 101h | TMR0 | Timer0 Module Register | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 102h | PCL | Program Counter's (PC) Least Significant Byte | | | | | | | | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 103h | STATUS | IRP | RP1 | RP0 | TO | PD | Z | DC | C | 0001 1xxx | 000q quuu |
| 104h | FSR | Indirect Data Memory Address Pointer | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 105h | WDTCON | — | — | — | WDTPS3 | WDTPS2 | WDTPS1 | WDTPS0 | SWDTEN | ---0 1000 | ---0 1000 |
| 106h | PORTB | RB7 | RB6 | RB5 | RB4 | RB3 | RB2 | RB1 | RB0 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 107h | LCDCON | LCDEN | SLPEN | WERR | VLCDEN | CS1 | CS0 | LMUX1 | LMUX0 | 0001 0011 | 0001 0011 |
| 108h | LCDPS | WFT | BIASMD | LCDA | WA | LP3 | LP2 | LP1 | LP0 | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 109h | LVDCON | — | — | IRVST | LVDEN | — | LVDL2 | LVDL1 | LVDL0 | --00 -100 | --00 -100 |
| 10Ah | PCLATH | — | — | — | Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter | | | | | ---0 0000 | ---0 0000 |
| 10Bh | INTCON | GIE | PEIE | TOIE | INTE | RBIE | TOIF | INTF | RBIF | 0000 000x | 0000 000x |
| 10Ch | EEDATL | EEDATL7 | EEDATL6 | EEDATL5 | EEDATL4 | EEDATL3 | EEDATL2 | EEDATL1 | EEDATL0 | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 10Dh | EEADRL | EEADRL7 | EEADRL6 | EEADRL5 | EEADRL4 | EEADRL3 | EEADRL2 | EEADRL1 | EEADRL0 | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 10Eh | EEDATH | — | — | EEDATH5 | EEDATH4 | EEDATH3 | EEDATH2 | EEDATH1 | EEDATH0 | --00 0000 | --00 0000 |
| 10Fh | EEADRH | — | — | — | EEADRH4 | EEADRH3 | EEADRH2 | EEADRH1 | EEADRH0 | ---0 0000 | ---0 0000 |
| 110h | LCDDATA0 | SEG7 COM0 | SEG6 COM0 | SEG5 COM0 | SEG4 COM0 | SEG3 COM0 | SEG2 COM0 | SEG1 COM0 | SEG0 COM0 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 111h | LCDDATA1 | SEG15 COM0 | SEG14 COM0 | SEG13 COM0 | SEG12 COM0 | SEG11 COM0 | SEG10 COM0 | SEG9 COM0 | SEG8 COM0 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 112h | LCDDATA2[3] | SEG23 COM0 | SEG22 COM0 | SEG21 COM0 | SEG20 COM0 | SEG19 COM0 | SEG18 COM0 | SEG17 COM0 | SEG16 COM0 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 113h | LCDDATA3 | SEG7 COM1 | SEG6 COM1 | SEG5 COM1 | SEG4 COM1 | SEG3 COM1 | SEG2 COM1 | SEG1 COM1 | SEG0 COM1 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 114h | LCDDATA4 | SEG15 COM1 | SEG14 COM1 | SEG13 COM1 | SEG12 COM1 | SEG11 COM1 | SEG10 COM1 | SEG9 COM1 | SEG8 COM1 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 115h | LCDDATA5[3] | SEG23 COM1 | SEG22 COM1 | SEG21 COM1 | SEG20 COM1 | SEG19 COM1 | SEG18 COM1 | SEG17 COM1 | SEG16 COM1 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 116h | LCDDATA6 | SEG7 COM2 | SEG6 COM2 | SEG5 COM2 | SEG4 COM2 | SEG3 COM2 | SEG2 COM2 | SEG1 COM2 | SEG0 COM2 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 117h | LCDDATA7 | SEG15 COM2 | SEG14 COM2 | SEG13 COM2 | SEG12 COM2 | SEG11 COM2 | SEG10 COM2 | SEG9 COM2 | SEG8 COM2 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 118h | LCDDATA8[3] | SEG23 COM2 | SEG22 COM2 | SEG21 COM2 | SEG20 COM2 | SEG19 COM2 | SEG18 COM2 | SEG17 COM2 | SEG16 COM2 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 119h | LCDDATA9 | SEG7 COM3 | SEG6 COM3 | SEG5 COM3 | SEG4 COM3 | SEG3 COM3 | SEG2 COM3 | SEG1 COM3 | SEG0 COM3 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 11Ah | LCDDATA10 | SEG15 COM3 | SEG14 COM3 | SEG13 COM3 | SEG12 COM3 | SEG11 COM3 | SEG10 COM3 | SEG9 COM3 | SEG8 COM3 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 11Bh | LCDDATA11[3] | SEG23 COM3 | SEG22 COM3 | SEG21 COM3 | SEG20 COM3 | SEG19 COM3 | SEG18 COM3 | SEG17 COM3 | SEG16 COM3 | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 11Ch | LCDSE0[2] | SE7 | SE6 | SE5 | SE4 | SE3 | SE2 | SE1 | SE0 | 0000 0000 | uuuu uuuu |
| 11Dh | LCDSE1[2] | SE15 | SE14 | SE13 | SE12 | SE11 | SE10 | SE9 | SE8 | 0000 0000 | uuuu uuuu |
| 11Eh | LCDSE2[2,3] | SE23 | SE22 | SE21 | SE20 | SE19 | SE18 | SE17 | SE16 | 0000 0000 | uuuu uuuu |
| 11Fh | — | Unimplemented | | | | | | | | — | — |

Legend: - = Unimplemented locations read as '0', u = unchanged, x = unknown, q = value depends on condition, shaded = unimplemented
Note 1: Other (non Power-up) Resets include MCLR Reset and Watchdog Timer Reset during normal operation.
2: PIC16F913/916 only.
3: This register is only initialized by a POR or BOR reset and is unchanged by other Resets.

รูปที่ 7 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำของ special register bank 2

TABLE 2-4: PIC16F917/916/914/913 SPECIAL FUNCTION REGISTERS SUMMARY BANK 3

| Addr | Name | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 | Value on POR/BOR Reset | Value on all other Resets[1] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bank 3 | | | | | | | | | | | |
| 180h | INDF | Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register) | | | | | | | | xxxx xxxx | xxxx xxxx |
| 181h | OPTION_REG | RBPU | INTEDG | T0CS | T0SE | PSA | PS2 | PS1 | PS0 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| 182h | PCL | Program Counter (PC) Least Significant Byte | | | | | | | | 0000 0000 | 0000 0000 |
| 183h | STATUS | IRP | RP1 | RP0 | TO | PD | Z | DC | C | 0001 1xxx | 000q quuu |
| 184h | FSR | Indirect Data Memory Address Pointer | | | | | | | | xxxx xxxx | uuuu uuuu |
| 185h | — | Unimplemented | | | | | | | | — | — |
| 186h | TRISB | TRISB7 | TRISB6 | TRISB5 | TRISB4 | TRISB3 | TRISB2 | TRISB1 | TRISB0 | 1111 1111 | 1111 1111 |
| 187h | — | Unimplemented | | | | | | | | — | — |
| 188h | — | Unimplemented | | | | | | | | — | — |
| 189h | — | Unimplemented | | | | | | | | — | — |
| 18Ah | PCLATH | — | — | — | Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter | | | | | ---0 0000 | ---0 0000 |
| 18Bh | INTCON | GIE | PEIE | TOIE | INTE | RBIE | TOIF | INTF | RBIF | 0000 000x | 0000 000x |
| 18Ch | EECON1 | EEPGD | — | — | — | WRERR | WREN | WR | RD | 1--- x000 | 1--- q000 |
| 18Dh | EECON2 | EEPROM Control Register 2 (not a physical register) | | | | | | | | ---- ---- | ---- ---- |

Legend: - = Unimplemented locations read as '0', u = unchanged, x = unknown, q = value depends on condition, shaded = unimplemented
Note 1: Other (non Power-up) Resets include MCLR Reset and Watchdog Timer Reset during normal operation.

รูปที่ 8 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำของ special register bank 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.4.2.2 STATUS Register**

รีจิสเตอร์ STATUS เป็นรีจิสเตอร์ที่บรรจะ บิตสถานะทางคณิตศาสตร์ต่างๆ และบิตที่ใช้ในการเลือกแบงก์ ของหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งรีจิสเตอร์ตัวนี้ จะมีอยู่ในทุกแบงก์ ดังนั้นจึงสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ โดยไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนแบงก์ การเปลี่ยนค่าข้อมูลของรีจิสเตอร์ STATUS นี้จะเกิดจากการใช้คำสั่งในการเข้าถึงต่างๆ และในบางบิตจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยอัตโนมัติ ตามผลลัพธ์ของการกระทำทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ซึ่งได้แก่บิต Z,DC และ C

**2.4.3 หน่วยความจำข้อมูล EEPROM**

PIC 16F917 มีหน่วยความจำแบบ EEPOM จำนวน 256 ไบต์ โดยสามารถอ่านและเขียนในขณะทำงานปกติได้แต่ต้องไม่มีการ Enable Code protect bit โดยการเข้าถึงนั้นจะต้องทำผ่านรีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register) ซึ่งต้องใช้ถึง 4 ตัวดังนี้

EECON1: ควบคุมการเข้าถึงหน่วยความจำ

EECON2: จัดลำดับการเขียนข้อมูล

EECON3: เป็นบัฟเฟอร์ที่ใช้เก็บข้อมูล 8 บิต สำหรับการอ่านและเขียน

EECON4: รีจิสเตอร์ที่เก็บแอดเดรส 00h-FFh (256 Byte)

**2.5 กระบวนการรีเซต**

การรีเซต (RESET) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ คือการทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มต้นทำงานใหม่ ซึ่งเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกรีเซต จะกระโดดไปทำโปรแกรมที่ตำแหน่ง0000H ดั้งนั้นตำแหน่งของโปรแกรมจะต้องเก็บไว้ที่ตำแหน่งเริ่มต้นคือ 0000H การรีเซตจะช่วยแก้ปัญหาและข้อผิดพลาดของโปรแกรม ซึ่งการรีเซตของ PIC16F917 สามารถเกิดขึ้นได้ 6 กรณี คือ

1.เพาเวอร์ออนรีเซต (Power on Reset)

2.การรีเซตที่ขา MCLR ในโหมดประหยัดพลังงาน

3.การรีเซตที่ขา MCLR ในโหมดปกติ

4.การรีเซตจากวอตช์ดอกไทเมอร์ ในโหมดปกติ

5.การรีเซตจากวอตช์ดอกไทเมอร์ ในโหมดประหยัดพลังงาน

6.การรีเซตเนื่องจากไม่มีไฟเลี้ยงหรือไฟเลี้ยงลดต่ำลง

**2.6 โหมดประหยัดพลังงาน**

โหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode ) คือ ฟังก์ชันการทำงานของ CPU ที่มีการทำงานในระดับกระแสไฟฟ้าที่ต่ำมากทำให้ ประหยัดพลังงานของแหล่งจ่ายได้ โดยเฉพาะหากเป็นแหล่งจ่ายที่เป็น แบตเตอร์รี่ จะช่วยให้ระยะเวลาในการงานนานขึ้น โดยลักษณะการใช้งานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดนี้จะไม่ใช้งานในกรณีที่มีการ ใช้ CPU ทำงานเป็นตัวขับโหลด หรือ เป็นเอาต์พุตให้กับอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ตลอดเวลา จะใช้ในกรณีที่ CPU อยู่ในสถานะ การรอสัญญาณอินพุต หรือรอการอินเตอร์รัพท์ ตัวอย่าง เช่น การทำงานของเครื่องคิดเลขบางรุ่นจะเห็นว่าหากเปิดทิ้งไว้ และไม่มีการกดคีย์ใดๆ สักพักเครื่องคิดเลขจะดับไปเอง และนั่นคือการทำงานในโหมดประหยัดพลังงานเช่นกัน ซึ่งในขณะที่เครื่องคิดเลขดับนั้นไม่ได้หมายความว่าการทำงานของ CPU จะหยุดไปเลย โดย CPU จะยังคงรอการกดสวิตช์ ON อยู่และเมื่อเรากดสวิตช์ ON เครื่องก็จะเปิดอีกครั้ง ลักษณะเช่นนี้เรียกว่าการเกิด Wake-up หรือ ก็คือการถูกปลุกนั่นเอง

สำหรับโหมดประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F917จะเป็นโหมดที่ไม่มีการทำงานหรือประมวลผลโปรแกรมใดๆ เพื่อช่วยในการลดกระแสไฟฟ้าภายในตัวไอซี เมื่อเข้าสู่โหมดนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะกินกระแสไฟฟ้าต่ำมากและจะออกสู่โหมดประหยัดพลังงานเมื่อ

1.มีการรีเซตที่ขา MCLR

2.อินเทอร์รัปต์จากไมโครคอนโทรลเลอร์

3.มีสัญญาณวอตช์ดอกไทเมอร์

**2.7 วอตช์ดอกไทเมอร์**

วอตช์ดีอกไทเมอร์ คือส่วนที่ทำหน้าที่รีเซต CPU เมื่อ CPU อยู่ในสถาวะไม่ทำงานหรือ เกิดความผิดพลาดต่างๆ เมื่อเทียบแล้วก็จะเหมือนกับเป็นสุนัขเฝ้ายามที่คอยปลุกเจ้านาย เมื่อมีเหตุการณ์ร้ายๆเกิดขึ้น

หลักกาทำงานของวอตช์ดอกไทเมอร์ก็คือ จะมีไทเมอร์ ที่ทำหน้านับสัญญาณนาฬิกา โดยสัญญาณนาฬิกานี้จะมาจากวงจร RC Oscillator ที่อยู่ภายใน CPU ทำให้วอตช์ดอกไทเมอร์นี้ทำงานอย่างอิสระ คือ ถึงแม้ว่าวงจรคริสตอลออสซิลเลเตอร์ภายนอกจะหยุดทำงาน แต่วอตช์ดอกช์ไทเมอร์ก็ยังสามารถทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



# บทที่ 3

# โครงสร้างของ GRAPHIC LCD VOICE RECORD และ POWER AMPLIFIER

## 3.1 LCD (Liquid Crystal Display)

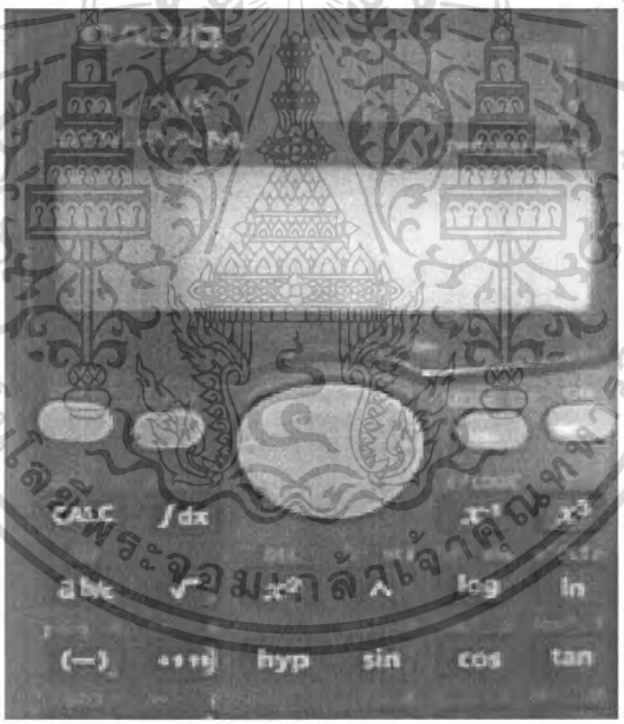
คือ การแสดงผลแบบผลึกเหลว โดยแต่ละจุดของพิกเซลของ LCD ประกอบด้วยชั้นของโมเลกุลที่ทำให้เป็นแถบเดียวกันระหว่างสองขั้วไฟฟ้าและสองตัวกรองที่ทำให้เกิดขั้ว โดยแกนของการส่งผ่านจะตั้งฉากซึ่งกันและกันกับส่วนที่ไม่ใช่ผลึกของเหลวระหว่างตัวกรองที่ทำให้เกิดขั้ว พื้นผิวของขั้วไฟฟ้ากับผลึกของของเหลว จะถูกเก็บไว้เพื่อทำให้โมเลกุลของผลึกของของเหลวเป็นแถวเดียวกันในทิศทางที่เจาะจงได้ ซึ่งทิศทางการจัดแนวบรรทัดของผลึกของของเหลวจะจำกัดโดยทิศทางของขั้วไฟฟ้า

รูปที่ 9 แสดงโครงสร้างภายในของ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
82175

LCDแบ่งการใช้งานออกเป็น 3 ประเภท คือ

**3.1.1 Seven segment LCD** หรือ LCD แบบเลข 7 ส่วนหรือ หลายๆ ส่วนแล้วแต่ผู้ผลิตจะกำหนด จอ LCD แบบSeven segment นี้ก็ถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย ข้อดี คือ ไม่ต้องใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ต่อร่วม แต่จะต้องมี LCD Controller เฉพาะในแต่ละ LCD ข้อเสีย ก็คือ รูปแบบการแสดงผลจะถูกกำหนดไว้เปลี่ยนแปลงไม่ได้เพราะทางผู้ผลิตจะเป็นผู้กำหนดให้ รูปแบบการใช้งานที่เห็นกันง่ายๆ ก็เครื่องคิดเลขทั่วๆไป รูปแบบการแสดงผลจะเป็นตัวเลข 7 ส่วน สำหรับวงจรที่ใช้ขับ LCD พวกนี้ก็จะเป็น วงจรรวม หรือ IC( Integrated Circuit จำพวกตระกูล ICLXXXXX



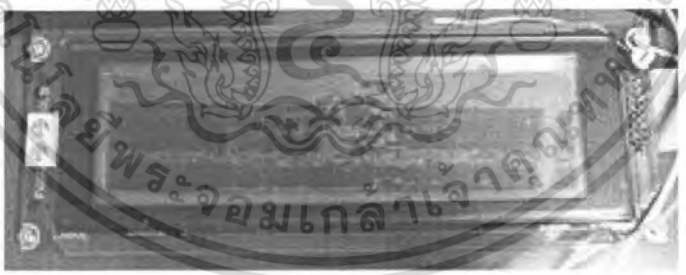

รูปที่ 10 แสดงจอ LCD แบบ Seven segment LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.1.2.Dot Matrix LCD** LCD จอ LCD พวกนี้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลได้ แต่จะต้องต่อร่วมกับ ไมโครคอนเลอร์ และ LCD ประเภทนี้ก็ถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย สำหรับ LCD พวกนี้จะมี LCD Controller อยู่ภายใน ตัวอย่างเช่น LCD 8x2,16x2 ที่ใช้นิยมใช้กันมาก

รูปที่ 11 แสดงจอ LCD แบบ Dot Matrix LCD

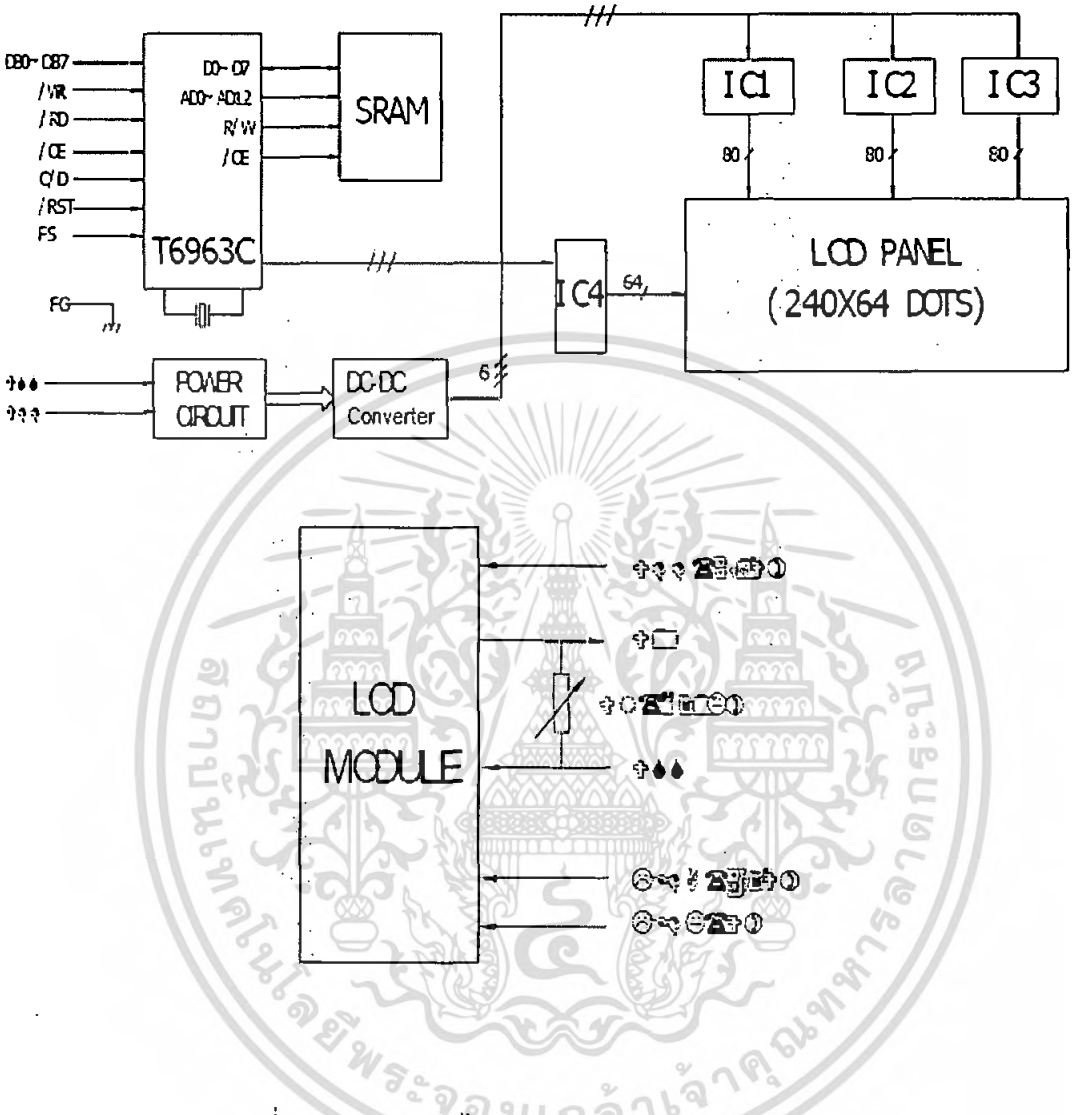
**3.1.3 Graphic LCD** สำหรับ LCD ประเภทนี้ เป็น LCD ที่สามารถแสดงทั้งภาพและตัวอักษรได้ โดยที่ผู้ใช้จะต้องเขียนโปรแกรมกำหนดรูปแบบตัวอักษรเอง



รูปที่ 12 แสดงจอ LCD แบบ Graphic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

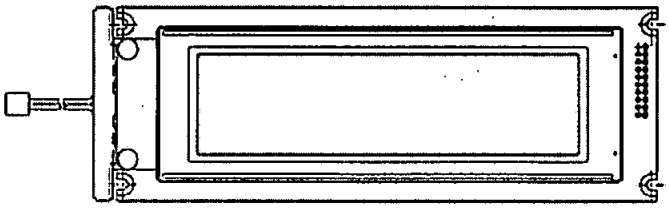
ก่อนที่จะทำการเขียนโปรแกรมสำหรับเชื่อมต่อกับ LCD นั้นเราจะต้องทำการสร้างวงจรสำหรับเชื่อมต่อกับ LCD ซึ่งวงจรมีรูปแบบดังนี้ ตามรูปด้านล่าง




รูปที่ 13 แสดงบลอกไดอะแกรมของจอ Graphic LCD

Graphic LCD 240 X 64 มี driver อยู่ 4 ตัวใช้ในการขับ LCD และมี Controller T6963C เป็นตัวควบคุม driver แ ต่เนื่องจากController ตัวนี้ทำงานช้า จึงต้องใช้ Controller PIC 16F917 ไปควบคุมอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14 โมดูล Graphic LCD

รายละเอียดขาสัญญาณของจอ LCD มีดังนี้

ขาที่1:FGสำหรับต่อขากราวด์ของวงจร

ขาที่2 : Vss สำหรับต่อขากราวด์ของวงจร

ขาที่3 :Vdd ต่อกับไฟเลี้ยง +5 V

ขาที่4 :Vo สำหรับปรับความสว่างของจอภาพ

ขาที่5 :WR ขาเขียนข้อมูลกับโมดูล LCD

ขาที่6 :RD ขาอ่านข้อมูลกับโมดูล LCD

ขาที่7 :CE ป้อนสัญญาณพัลส์ Enable ให้กับโมดูล LCD เริ่มทำงาน

ขาที่8 :C/D ขาที่ใช้ในการสั่งให้เขียนหรืออ่านข้อมูล

ขาที่9 :Vee ขาไฟลบ

ขาที่10 :Reset ขารีเซตสัญญาณ

ขาที่11 :DB0 ขาข้อมูล

ขาที่12 :DB1 ขาข้อมูล

ขาที่13 :DB2 ขาข้อมูล

ขาที่14 :DB3 ขาข้อมูล

ขาที่15 :DB4 ขาข้อมูล

ขาที่16 :DB5 ขาข้อมูล

ขาที่17 :DB6 ขาข้อมูล

ขาที่18 :DB7 ขาข้อมูล

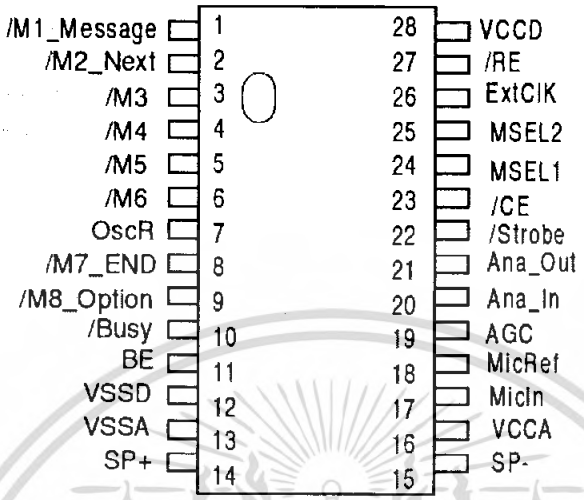
ขาที่19 :FS ขาให้เลือกรูปแบบขนาดตัวอักษร

ขาที่20 :NC ไม่ต้องต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 ไอซีบันทึกเสียง

#### 3.2.1 ไอซีบันทึกเสียงเบอร์ APR9600 มีคุณสมบัติดังนี้




รูปที่ 15 แสดงไอซีAPR9600

1. สามารถบันทึกเสียงและเล่นกลับได้ภายในตัว
2. ทำงานที่แรงดัน 6 V
3. กินกระแส 2.5 mA ขณะเล่นและบันทึก
4. สามารถบันทึกได้นาน 32, 40 และ60 วินาที โดยมีการบันทึกได้ 2 โหมด คือ
   4.1 แบบ Tape mode และแบบ Multi mode โดยในการบันทึกแบบ Tape mode จะเป็นการบันทึกแบบยาวต่อเนื่องจนเต็มเวลา
   4.2 Multi mode จะแบ่งการบันทึกเสียงออกเป็น 2, 4, และ 8 ช่อง โดยแต่ละช่องจะบันทึกเสียงได้เท่ากับระยะเวลาสูงสุดการบันทึกหารด้วยจำนวนช่องบันทึกเสียง

ตารางที่ 2 แสดงรูปแบบในการออกแบบ Tape mode และ Multi mode

| MODE | MSEL-1 ( PIN-3 ) | MSEL-2 ( PIN-4 ) | /M8 ( PIN-16 ) |
|---|---|---|---|
| 2 FIXED MESSAGES | 0 | 1 | Pull-high 100KOhm |
| 4 FIXED MESSAGES | 1 | 0 | Pull-high 100KOhm |
| 8 FIXED MESSAGES | 1 | 1 | /M8 trigger pin |
| 1 FIXED MESSAGES | 0 | 0 | 0 |
| TAPE MODE –NEXT | 0 | 0 | 0 |
| TAPE MODE - AUTO | 0 | 0 | 1 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สามารถปรับคุณภาพเสียงของตัวไอซี APR9600ได้ ซึ่งก็คือการปรับความถี่ Sampling Frequency ของตัวไอซี APR9600 ซึ่งถ้าปรับให้มีความถี่สูงขึ้นคุณภาพเสียงก็จะดีขึ้น แต่ระยะเวลาในการบันทึกเสียงจะลดลง สามารถเลือกปรับได้ 3 ระดับดังนี้

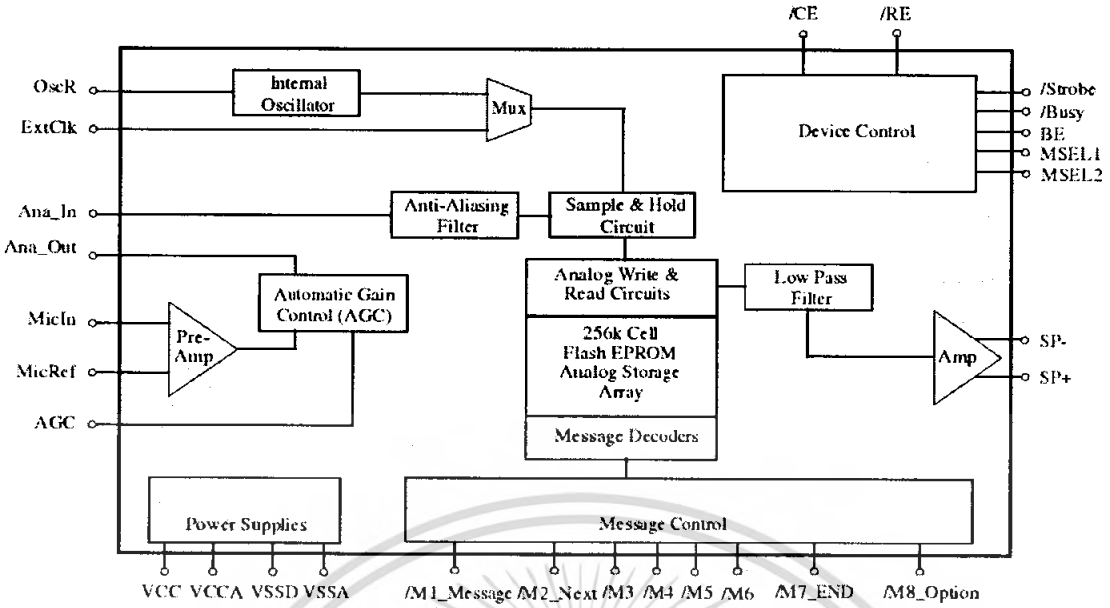
ตารางที่ 3 แสดงค่า Sampling Frequency

| Ref Osc | Sampling Frequency | Input Bandwidth | Duration |
|---|---|---|---|
| 84 k | 4.2 kHz | 2.1 kHz | 60 sec |
| 38 k | 6.4 kHz | 3.2 kHz | 40 sec |
| 24 k | 8.0 kHz | 4.0 kHz | 32 sec |

**3.2.2 การทำงานของ APR 9600**

จากภาพบลอกไดอะแกรม APR 9600 จะอธิบายถึงการทำงานของสถาปัตยกรรมภายในไอซี APR 9600 โดยด้านซ้ายมือจะแสดงไดอะแกรมของอินพุทแบบอนาลอก ดิฟเฟอร์เรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ของไมโครโฟนรวมถึงวงจรรวม AGC จะอยู่รวมกันในชิปที่จะใช้ ซึ่งสัญญาณจากดิฟเฟอร์เรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ของไมโครโฟนจะเข้าไปในอุปกรณ์ Ana_out ไปยัง Ana_in โดยผ่าน DC blocking capacitor และการบันทึกเสียงสามารถทำได้โดยส่งสัญญาณเข้าไปใน Ana_in ผ่าน DC blocking capacitor ได้ อย่างไรก็ตามการต่อกันระหว่าง Ana_in กับ Ana_out ก็ยังต้องการสัญญาณย้อนกลับ ในบลอกถัดไปสัญญาณอินพุทคือ internal anti aliasing filter โดย filter สามารถปรับการตอบสนองให้สอดคล้องกับความถี่ที่ได้จากการสุ่มตาม Shannon's Sampling Theorem ได้ หลังจาก Anti aliasing filter เก็บสัญญาณไว้ใน Memory array หน่วยความจำที่บันทึกผ่านการรวมกันของวงจร sample และ hold และวงจร Analog read/write ซึ่งวงจรจะใช้ internal oscillltor หรือ external clock เมื่อต้องการเล่นเล่นเสียงที่บันทึกไว้จากหน่วยความจำที่บันทึกไว้ ซึ่งวงจร low pass filter และ amplified จะแสดงทางด้านขวามือของไดอะแกรม ซึ่งจะสามารถฟังเสียงจากสัญญาณที่บันทึกไว้ได้โดยใช้ Speaker ที่ช่อง SP+ และ SP- และ Chip wide management ที่ใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์จะแสดงอยู่บนด้านบนขวามือของไดอะแกรม และการจัดการข้อความต่างๆจะถูกควบคุมโดย Control Block จะอยู่ตรงกลางของบลอกไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 16 แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซี APR9600

### 3.3 Power AmPlifier

ลักษณะของวงจรขยายกำลัง

วงจรขยายกำลังมีอยู่หลายชนิด สามารถแบ่งได้ตามลักษณะของจุดทำงานไฟตรง (Quiescent point ,Q point) ซึ่งจะแบ่งวงจรขยายออกได้เป็น 4 แบบใหญ่ คือ

วงจรขยาย Class A

วงจรขยาย Class B

วงจรขยาย Class AB

วงจรขยาย Class C

**3.3.1 วงจรขยาย Class A หรือวงจรขยายสัญญาณขนาดเล็ก**

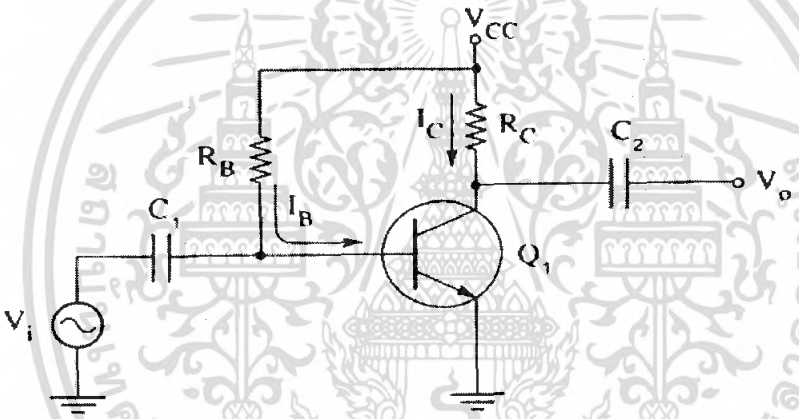
เมื่อกล่าวถึงวงจรขยายสัญญาณขนาดเล็ก โดยปรกติแล้วในวงจรขยายทั่วไปทางความเป็นจริงนั้นการขยายของวงจรจะไม่เป็นลักษณะเชิงเส้น แต่ถ้าหากสัญญาณที่ขนาดนั้นเป็นสัญญาณยิ่งมีขนาดที่เล็กเท่าได้แล้ว ลักษณะของการไม่เป็นเชิงเส้นนั้นก็จะยิ่งน้อยลงไปเรื่อยๆ จนสามารถประมาณการทำงานให้มันมีลักษณะที่เป็นเส้นตรงได้ โดยสัญญาณขนาดเล็กที่ยังอยู่ในเกณฑ์ ที่ยังสามารถให้ทำงานแบบเส้นตรงได้ประมาณถึงสัญญาณ Input ที่มีขนาดไม่เกิน 20 mVp-p และวงจรขยายสัญญาณขนาดเล็กจะต้องทำการจัดไปอัสไฟตรงให้กับวงจรทรานซิสเตอร์ด้วย ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

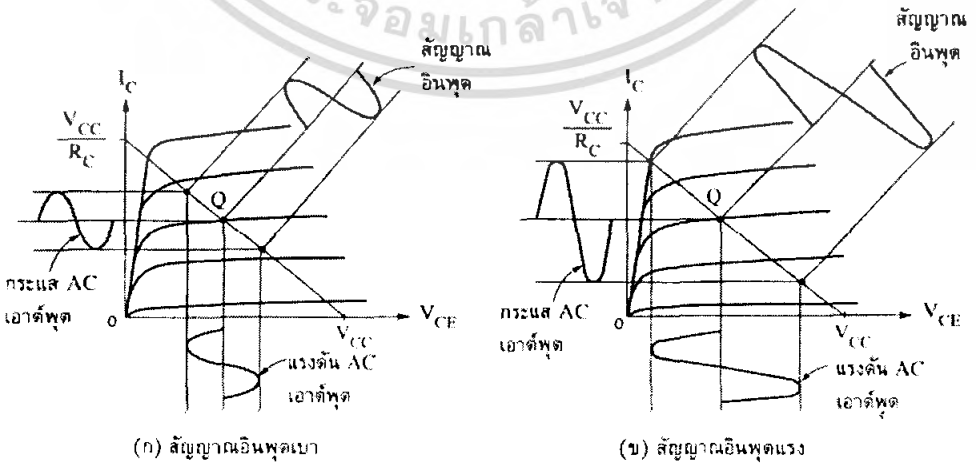
วงจรขยาย Class A หรือวงจรขยายสัญญาณขนาดเล็ก เป็นวงจรที่มีความเป็นเชิงเส้น และใช้กับขนาดสัญญาณ input ที่มีขนาดต่ำ ดังนั้นวงจรนี้จึงเป็นวงจรขยายที่ให้สัญญาณ output ออกมาเหมือนกับสัญญาณ input มากที่สุด แต่เมื่อวงจรใช้กับสัญญาณที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นขนาดของอัตราขยายของวงจรจะต่ำสุดในบรรดาวงจรขยายClassอื่นๆ วงจรนี้มักจะถูกนำไปใช้งานในวงจรขยายที่ต้องการ output ออกมาเหมือน input มากที่สุด

ลักษณะการทำงาน

วงจรขยาย Class A ก็ คือวงจรขยายเชิงเส้น เป็นวงจรที่กำหนดจุดทำงาน ที่ประมาณกึ่งกลางเส้นโหลด โดยวงจรนี้จะทำงานเป็นวงจรขยายเชิงเส้นในกรณีที่สัญญาณ input ขนาดน้อยๆ วงจรนี้ส่วนมากจะใช้ทรานซิสเตอร์เพียงตัวเดียว โดยทรานซิสเตอร์ตัวนี้จะทำงานขยายสัญญาณ input ตลอดทั้ง 1 Cycle หรือ 1 คาบเวลา วงจรประเภทนี้มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำเนื่องจากทรานซิสเตอร์ทำงานตลอดเวลาแม้ไม่มีสัญญาณ input เข้ามาก็ตาม




รูปที่ 17 แสดงวงจรขยาย Class A




รูปที่ 18 แสดงการทำงานของวงจรขยาย Class A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

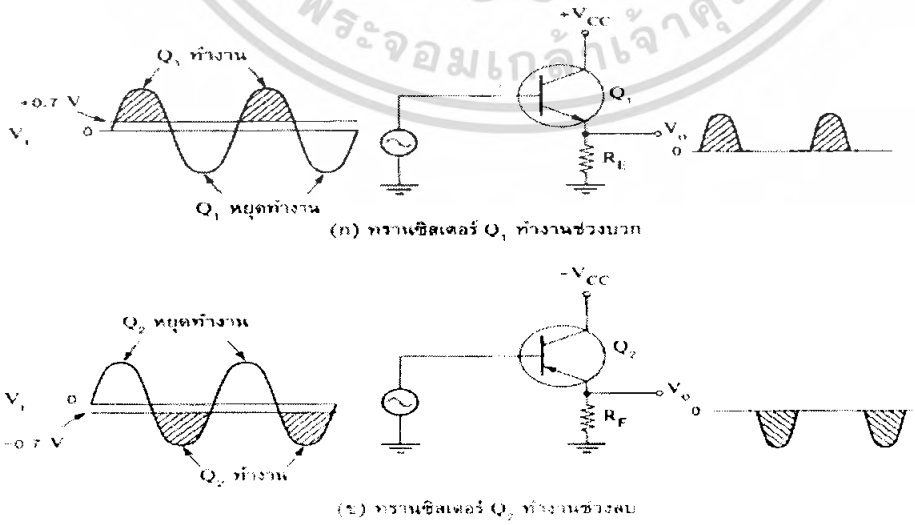
**3.3.2 วงจรขยาย Class B**

วงจรขยาย Class B เป็นวงจรขยายกำลังที่กำหนดให้จุดทำงาน Q-point อยู่ที่จุด Cut-Off พอดี ดังนั้นในสภาวะอยู่นิ่ง หรือไม่มีสัญญาณ input เข้ามาในวงจรก็จะไม่มีกระแสไหลในตัวทรานซิสเตอร์นั่นคือ ค่ากำลังงานสูญเสียที่ตัวทรานซิสเตอร์ก็จะน้อยมาก โดยตัวทรานซิสเตอร์จะทำงานขยายสัญญาณเพียงครึ่งคาบสัญญาณ หรือ Half-Cycle เท่านั้นส่วนอีกครึ่ง Cycle จะไม่ถูกขยาย ดังนั้นสัญญาน Output ที่ได้ก็จะมีลักษระเหมือนกับวงจร Half-wave Rectifier ของไดโอด จึงไม่สามารถนำวงจรขยาย Class B นี้มาใช้ขยายเสียงได้เลยเพราะมีความเพี้ยนมาก แต่ถ้าต้องการจะนำมาขยายเสียง จะต้องใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัวมาทำงานร่วมกัน โดยแต่ละตัวจะผลัดกันทำงานตัวละครึ่ง Cycle เรียกการทำงานของทรานซิสเตอร์ที่ทำงานแบบนี้ว่าวจร push-pull วงจรขยาย Class B นี้จะมีประสิทธิภาพสูงกว่า Class A มากและจะมีความเพี้ยนมากด้วย

วงจรขยาย Class จะมีความเพี้ยนของสัญญาณ output เกิดขึ้น ระหว่างรอยต่อของสัญญาณซีกบวกและซีกลบ เนื่องจากสัญญาณซีกบวกจะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ +1 Vbe จึงจะได้สัญญาณ output ออกมา และในสัญญานซีกลบก็ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ -1 Vbe จึงจะได้สัญญาณ output ออกมา เช่นกัน ดังนั้นสัญญาณในช่วงระหว่าง +1 Vbe ถึง -1 Vbe ก็จะไม่มี output ในช่วงนี้ออกมา ทำให้สัญญาณ output มีความเพี้ยนซึ่งเรียกว่า Crossover Distortion

ลักษณะการทำงาน

วงจรขยาย Class B มีความเพี้ยนมาก เป็นวงจรที่มีการทำงานจุด Cut-Off พอดีและตัวอุปกรณ์ทรานซิสเตอร์จะทำงานขยายสัญญารเพียงครึ่งคาบสัญญาณหรือ Half-Cycle เท่านั้นส่วนอีกครึ่งจะไม่ถูกขยาย จึงไม่สามารถนำวงจรขยาย Class B นี้มาใช้ขยายเสียงได้ แต่ถ้าต้องการจะนำมาขยายเสียง จะต้องใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัวมาทำงานร่วมกัน เรียกว่าวงจร push-pull




รูปที่ 19 แสดงการทำงานของวงจรขยาย Class B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.3.3 วงจรขยาย Class AB**

วงจรขยาย Class B เนื่องจากความต้องการลดความเพี้ยนตรงรอยต่อระหว่างรอยต่อของสัญญาณซีกบวกและซีกลบ ของวงจรขยาย Class B นี้ ก็ต้องลดประสิทธิภาพของวงจร Class B ลงไปเป็นการนำเอา คุณสมบัติของวงจรขยาย Class A และ Class B มาใช้ร่วมกัน

แทนโดยการใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัวซึ่งจะมีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง Class A และ Class B โดยที่จุดทำงาน Q-point ของ Class AB จะอยู่เหนือกว่า Class B ประมาณ 0.7 V หรือมากกว่านั้นเล็กน้อย

จากการศึกษาพบว่าวงจรขยายคลาส AB ที่มีคุณลักษณะอยู่ระหว่างคลาส A และคลาส B ซึ่งคลาส AB มีประสิทธิไม่ดีเท่าวงจรขยายคลาส B แต่ดีกว่าคลาส A และสามารถลดความเพี้ยนคลอสโอเวอร์ลงได้มาก ดังนั้นวงจรขยายคลาส AB จึงให้ทั้งความเพี้ยนต่ำ และให้ประสิทธิภาพสูง

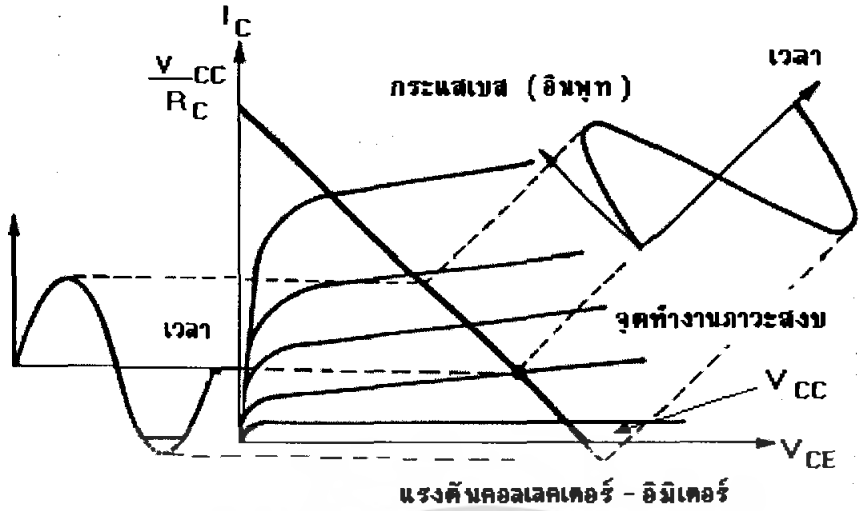
วงจรขยายนี้จะมีการไบแอสแรงดันเพื่อให้จุดทำงานของทรานซิสเตอร์อยู่สูงกว่าจุดคัทออฟเล็กน้อย จึงมีกระแสคอลเลกเตอร์ไหลในวงจรเพียงเล็กน้อยในขณะที่ไม่มีสัญญาณอินพุต $i_b$ เข้ามาวงจรขยายสัญญาณคลาส AB นี้นิยมใช้กันมากในการขยายเสียงแบบเครื่องขยายเสียงในภาคกำลังโดยการต่อเป็น วงจรพุชพูล (push pull)

ลักษณะการทำงาน

วงจรขยาย Class AB เป็นการนำคุณสมบัติของวงจรขยาย Class A และ Class B มาใช้ร่วมกันลดความเพี้ยนคลอสโอเวอร์ลง Class AB นี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในการขยายเสียง แบบเครื่องขยายเสียงในภาคกำลังโดยต่อเป็น วงจรพุชพูล (push pull)

รูปที่ 20 แสดงการเกิด Crossover distortion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 21 แสดงการทำงานของวงจรขยายคลาส AB

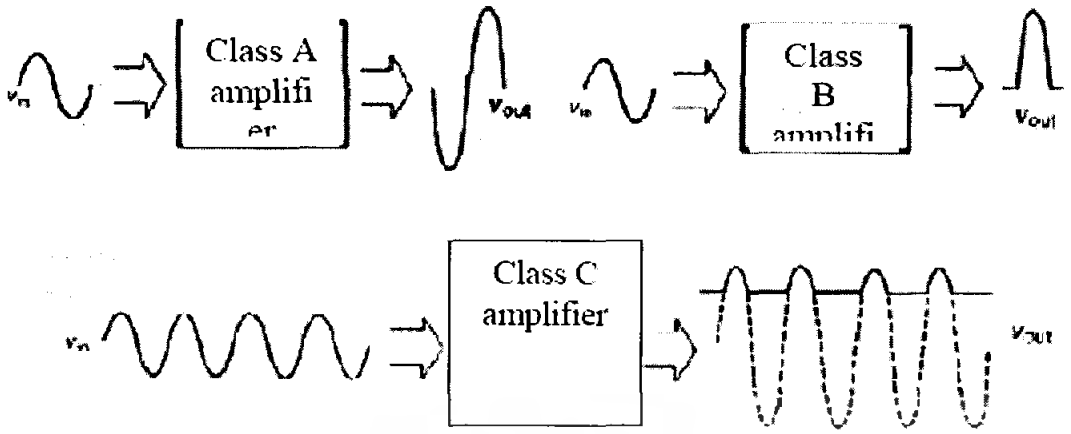
**3.3.4 วงจรขยาย Class C**

วงจรขาย Class C เป็นวงจรขยายกำลังที่กำหนดให้จุดทำงาน Q-point อยู่ต่ำกว่าจุด cut-off จึงทำให้สัญญาณเกิดไม่ถึงครึ่ง Cycle จึงทำให้สัญญาณที่ได้มีความเพี้ยนสูงมาก แต่ถ้าให้สัญญาณนี้ไปผ่านวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (Band pass filter) ชนิด LC ก็จะสามารถให้สัญญาณออกเป็นไซน์ได้เช่นกัน วงจรขยาย Class C นี้ไม่เหมาะที่จะใช้ขยายเสียง แต่จะนำไปใช้กับการขยายสัญญาณที่ต้องการกำลังงานสูงๆ มากกว่าต้องการความเที่ยงตรงของสัญญาณ เช่นวงจรขยายสัญญาณความถี่วิทยุ FM หรือ VHF ที่ต้องส่งไปให้ไกล วงจรขยายแบบนี้จะมีประสิทธิภาพสูงมากเมื่อเทียบกับแบบอื่นๆ

**การศึกษาวงจรขยาย**

จากการศึกษาคุณสมบัติ และการทำงานของวงจรขยายในแต่ละ Class สมารถจัดแบ่งชนิดของเครื่องขยายซึ่งขึ้นอยู่กับการเลือกจุดทำงานของวงจรขยายนั้น ๆ โดยแบ่งออกเป็นชนิด หรือคลาสได้เป็นๆ Class A , Class B , Class AB และ Class C ซึ่งพออธิบายชนิดของวงจรได้ดังนี้ วงจรขยายชนิดนี้จะมีจุดทำงานอยู่ในช่วงที่เรียกว่า แอกตีฟ (active) หรือช่วงการทำงานของทรานซิสเตอร์จะเป็นเชิงเส้น คืออยู่สูงกว่าจุดคัทออฟ โดยอยู่ในช่วงที่ทำให้เกิดมีกระแสคอลเลกเตอร์ไหลใน วงจรตลอดเวลา ถึงแม้ว่าจะมีสัญญาณเข้ามาทางอินพุทก็ตาม โดย Output ที่ได้จากวงจรขยายแต่ละคลาสนั้นจะมีลักษณะต่างกันดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบ Output ของแต่ละ Class

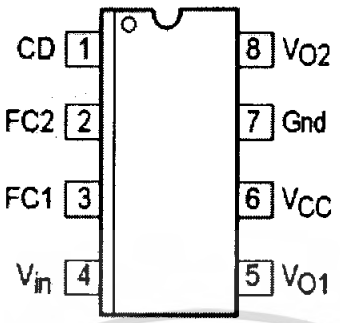
ตารางที่ 4 แสดงแอมปลิฟายเออร์ในคลาสต่างๆ

| คุณสมบัติ | คลาส A | คลาสAB | คลาส B | คลาส C |
|---|---|---|---|---|
| ประสิทธิภาพ | 50% | ระหว่างคลาส A และ B | 78.5% | 100% |
| มุมการนำไฟฟ้า (องศา) | 360 | ระหว่างคลาส A และ B | 180 | น้อย (ประมาณ 90) |
| ความผิดเพี้ยน | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| การไบอัส | ตรง (ตรงกลางเส้นโหลด) | ตรง (ใกล้จุดคัทออฟ) | ศูนย์ (ที่จุดคัทออฟ) | กลับ (ขึ้นอยู่กับคัทออฟ) |
| การนำไปใช้ | แอมปริฟายเออร์สำหรับวงจรขนาดเล็กและแอมปริฟายเออร์สำหรับวงจรขนาดปานกลางในงานสำหรับออดิโอ | ขั้นตอนของ high-power ซึ่งใช้ในงานสำหรับออดิโอและความถี่วิทยุ | ขั้นตอนของ high-powerซึ่งไม่ใช้ในงานออดิโอการใช้งานขึ้นอยู่กลับความผิดเพี้ยน | โดยทั่วไปใช้ในความถี่วิทยุและ วงจรจูนซึ่งกำจัดความผิดเพี้ยนได้มาก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

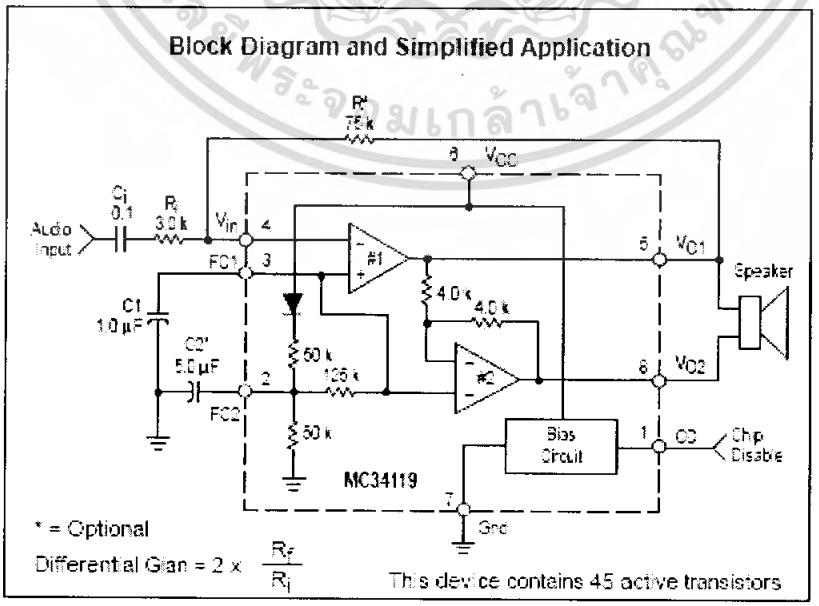
### 3.3.5 MC34119 Power Amplier

สำหรับการโครงงานนี้จะใช้ส่วนของวงจรขยายเป็นไอซี ขยายเสียง เบอร์ MC 34119 ซึ่งมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้




รูปที่ 23 แสดง IC MC34119

1. เป็นวงจรขยายเสียง Class AB
2. ทำงานที่แรงดันในช่วง 2-16V
3. กินกระแส 2.7 mA ขณะทำงาน
4. สามารถใช้ร่วมกับลำโพงขนาด 8 Ω ขึ้นไป
5. มีความผิดเพี้ยนต่ำ
6. สามารถปรับ Difference Grain ได้ในช่วง 0-46 dB
7. ใช้งานร่วมกับอุปรณ์ภายนอกเพียงเล็กน้อย



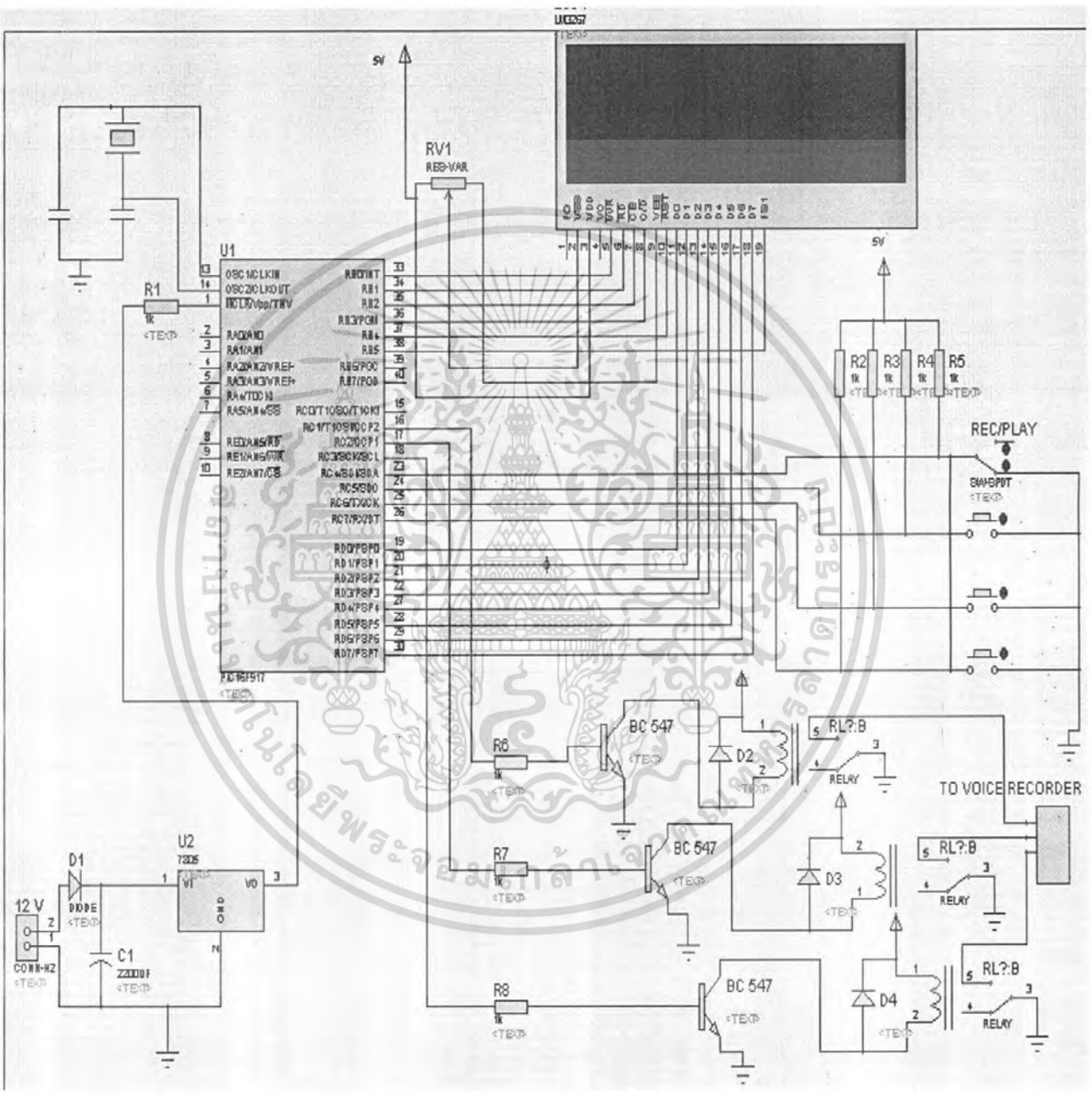

รูปที่ 24 แสดง บล็อกไดอะแกรม IC MC34119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# การออกแบบวงจรและการเขียนโปรแกรม

## 4.1 ส่วนของ GRAPHIC LCDและ MICROCONTROLLER




รูปที่ 25 แสดงวงจรไมโครคอนโทรเลอร์ควบคุม GRAPHIC LCD
และส่วนของการเชื่อมต่อกับ IC APR9600

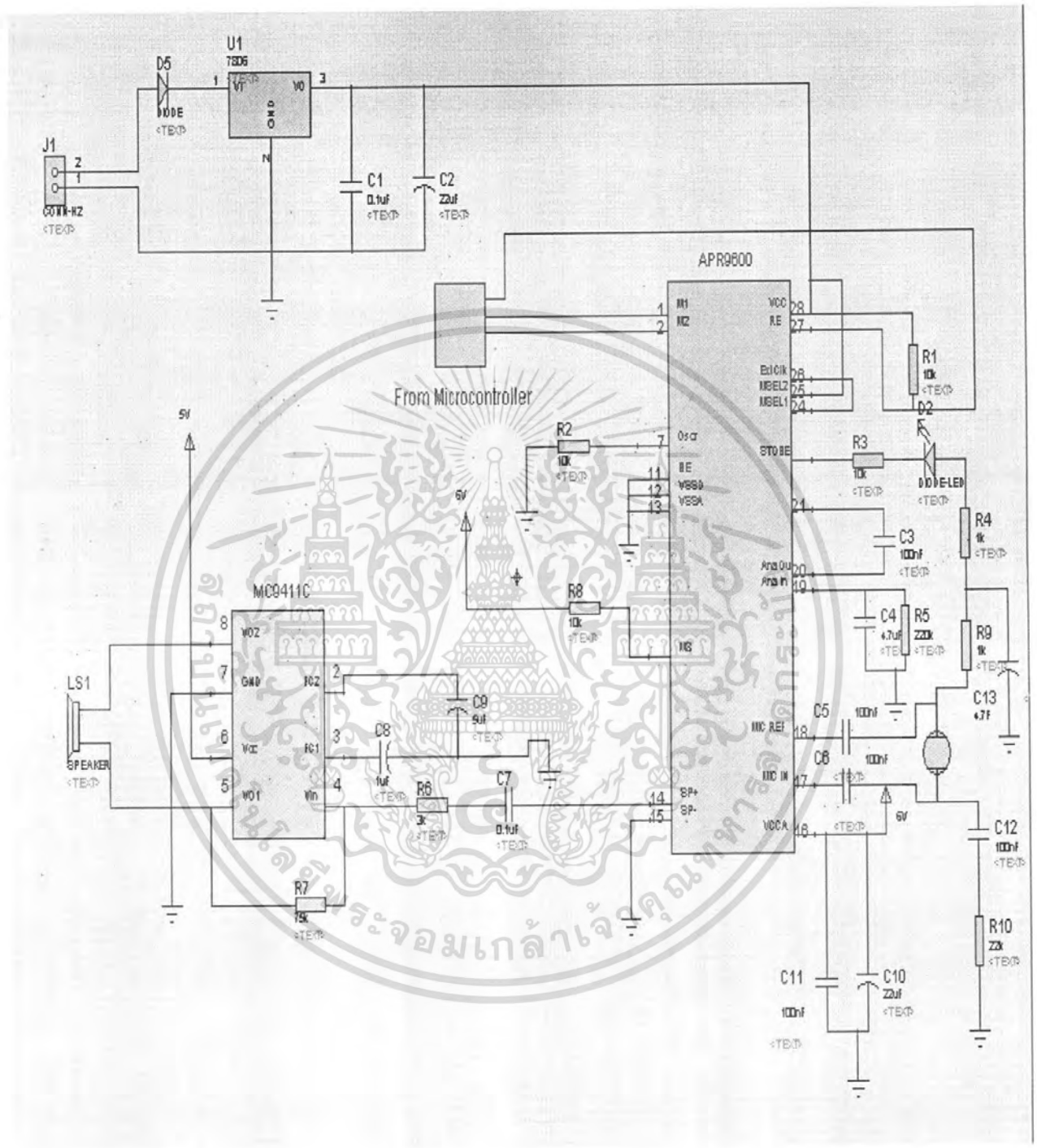
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ส่วนประกอบ**

1. GRAPHIC LCD 1 จอ
2. ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC 16F917 1 ตัว
3. ความต้านทานปรับค่าได้ 5 k $\Omega$ 1 ตัว
4. ความต้านทาน 4.7 k $\Omega$ 1 ตัว
5. สวิตซ์ กดติดปล่อยดับ 3 ตัว
6. สวิตช์คันโยก 1 ตัว
6. BC547 3 ตัว
7. รีเลย์ 9 v 1ตัว
8. 7805 1 ตัว
9. คริสตัล 20 MHZ 1 ตัว
10 .ไดโอด 1N4001 1ตัว
11. ซ๊อตคีย์ไดโอด 3 ตัว
12. ตัวเก็บประจุ 22 pF 2 ตัว
13.ตัวเก็บประจุ 2200 pF 16V 1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ส่วนของ VOICE RECORDและ AMPLIFIER




รูปที่ 26 แสดงวงจรบันทึกเสียงและวงจรขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ส่วนประกอบ**

1. ไอซี APR9600 1 ตัว
2. ความต้านทาน 1k Ω 1 ตัว
3. ความต้านทาน 4.7k Ω 2 ตัว
4. ความต้านทาน 38k Ω 1 ตัว
5. ความต้านทาน 100k Ω 3 ตัว
6. ความต้านทาน 220k Ω 1 ตัว
7. ตัวเก็บประจุ 0.1μF 4 ตัว
8. ตัวเก็บประจุ 4.7 μF 1 ตัว
9. ตัวเก็บประจุ 22 μF 2 ตัว
10. LED 2 ตัว
11. สวิตซ์ 9 ตัว
12. ไมโครโฟน 1 ตัว
13. ลำโพง 1 ตัว
14. ไอซี MC34119 1 ตัว
15. ความต้านทาน 75 Ω 1 ตัว
16. ความต้านทาน 3 1 ตัว
17. ตัวเก็บประจุ 0.1 μF 1 ตัว
18. ตัวเก็บประจุ 1 μF 1 ตัว
20. ตัวเก็บประจุ 5 μF 1 ตัว

## 4.3 การเขียนโปรแกรม

การเขียนโปรแกรม Microcontroller PIC 16F917 นี้จะใช้ภาษา C ในการเขียนโปรแกรม เขียนใน MP Lap 7.0 Complier Hi-Tech PICC V9.5PL2 และโปรแกรมในการเขียนภาพ กราฟริก จะใช้โปรแกรม Fast Lcd ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนในการเขียนดังนี้

### 4.3.1 Flow Chart การทำงาน มีขั้นตอนดังนี้

1. เริ่มจากให้มีการกำหนดพอร์ตต่างๆ ว่าพอร์ตไหนเป็น อินพุต พอร์ตไหน เป็น เอาต์พุต
2. กำหนดให้แอดเดรสเริ่มต้นในการ Graphic Lcd ที่ตำแหน่ง 000
3. กำหนดคำสั่ง Auto Write Data เพื่อที่จะเริ่มเขียนข้อมูลทันทีที่ได้รับข้อมูล โดยไม่ต้องรอให้มีการใช้ Command Write Data
4. กำหนดพอร์ตของ Control และ Data ที่จะใช้สำหรับเชื่อมต่อกับ Graphic Lcd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ส่งข้อมูลไปยัง Graphic Lcd

6. กำหนดให้มีคำสั่ง Reset Auto Write Data ทันทีเมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล เพราะถ้าไม่การ Reset Auto Write Data จะไม่สามารถใช้คำสั่งอื่นๆ ในการควบคุมได้

7. กำหนดให้มีการตรวจสอบสถานะ IN/OUT เมื่อมีการกดสวิตซ์

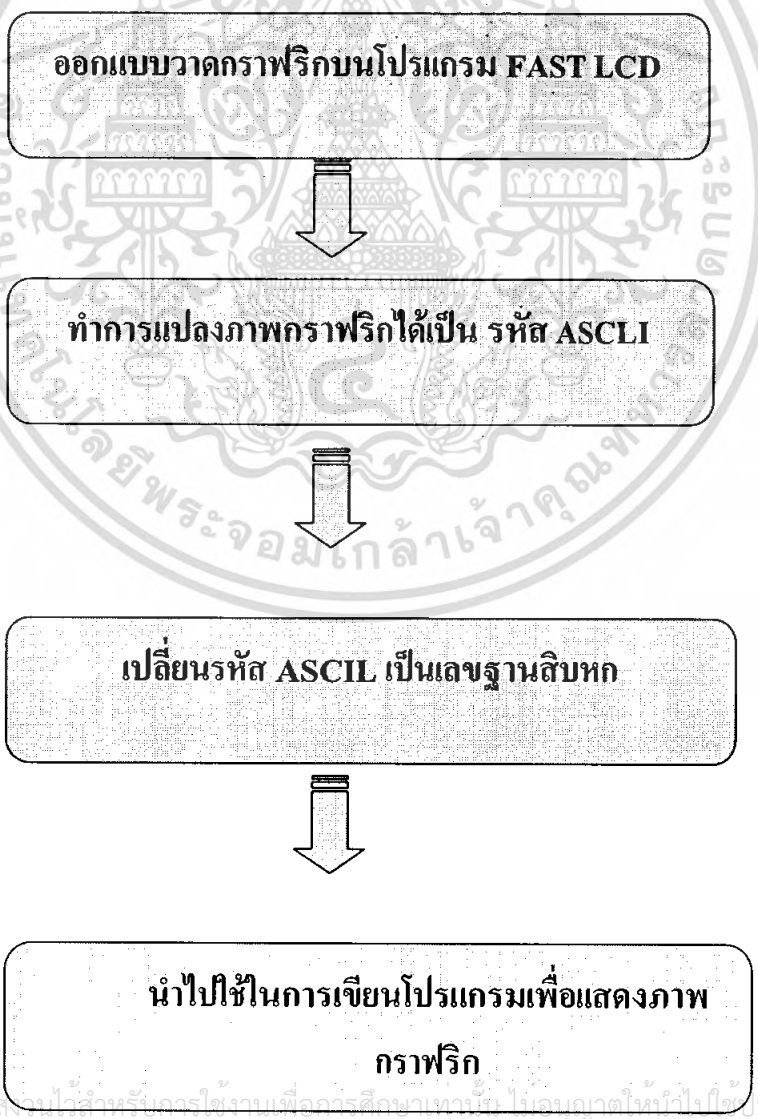
8. กำหนดให้ส่งข้อมูลไปควบคุมการทำงานของ IC บันทึกเสียง เมื่อมีการบันทึกเสียงหรือเล่นเสียงที่บันทึก โดยการกดสวิตซ์

9. กำหนดให้มีการตรวจสอบสถานะ VOICE เมื่อมีการบันทึกเสียง โดยการกดสวิตซ์

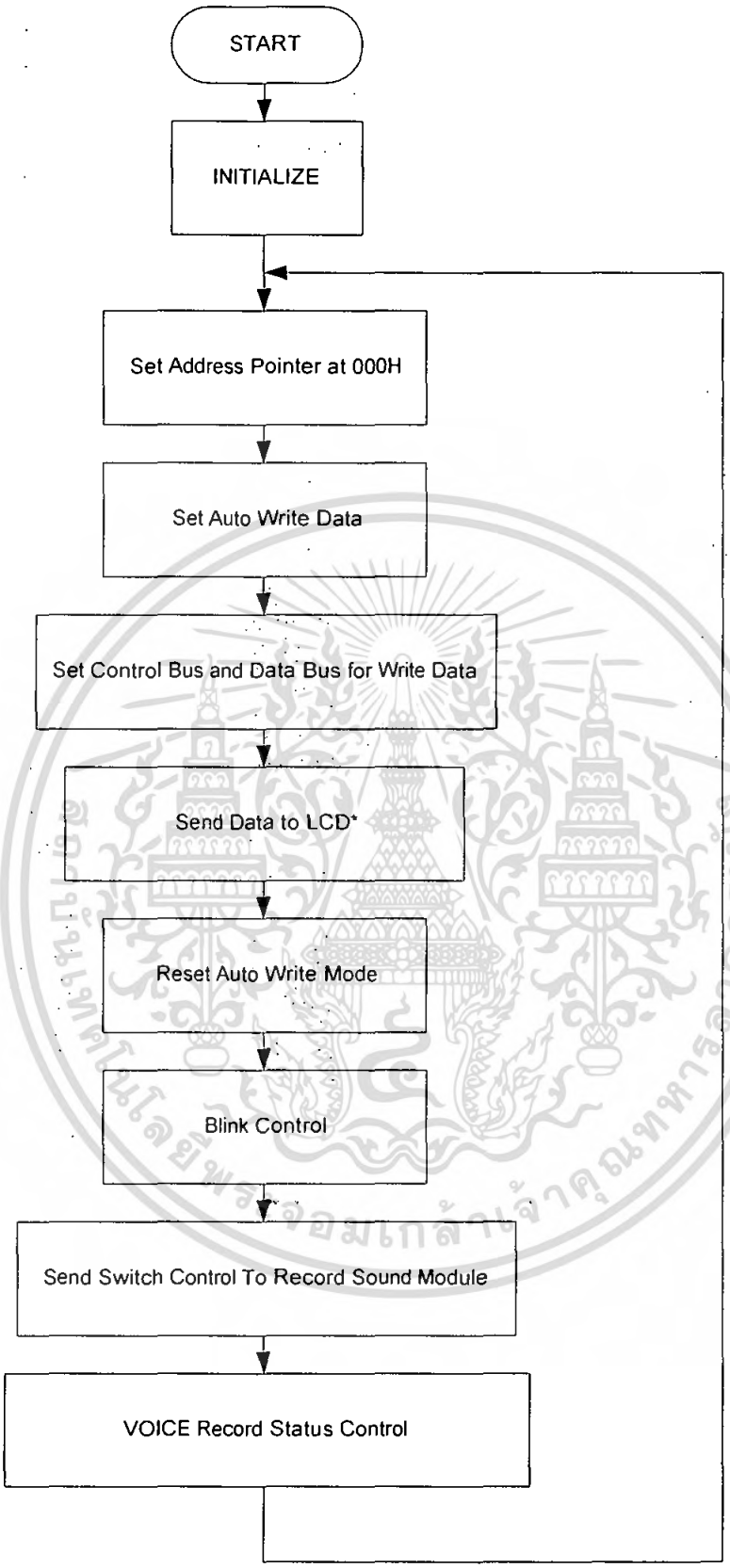
10. กลับไปทำงานที่การกำหนดแอดเดรส แล้วทำงานวนไปแบบนี้เรื่อยๆ

### 4.3.2 การสร้างกราฟริก

ในการสร้างกราฟริกจะใช้ โปรแกรม Fast Lcd มีขั้นตอนการทำดังนี้

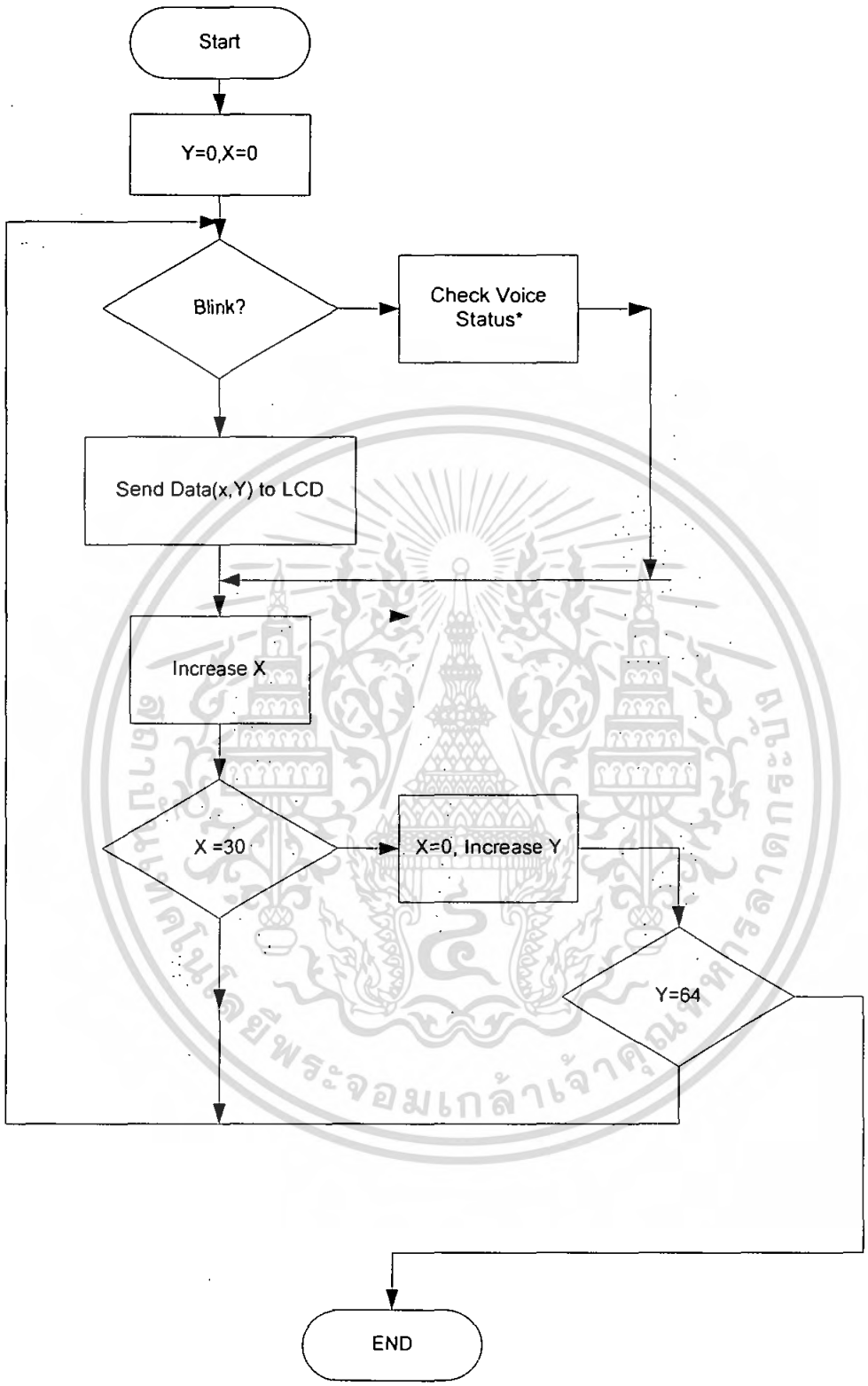



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



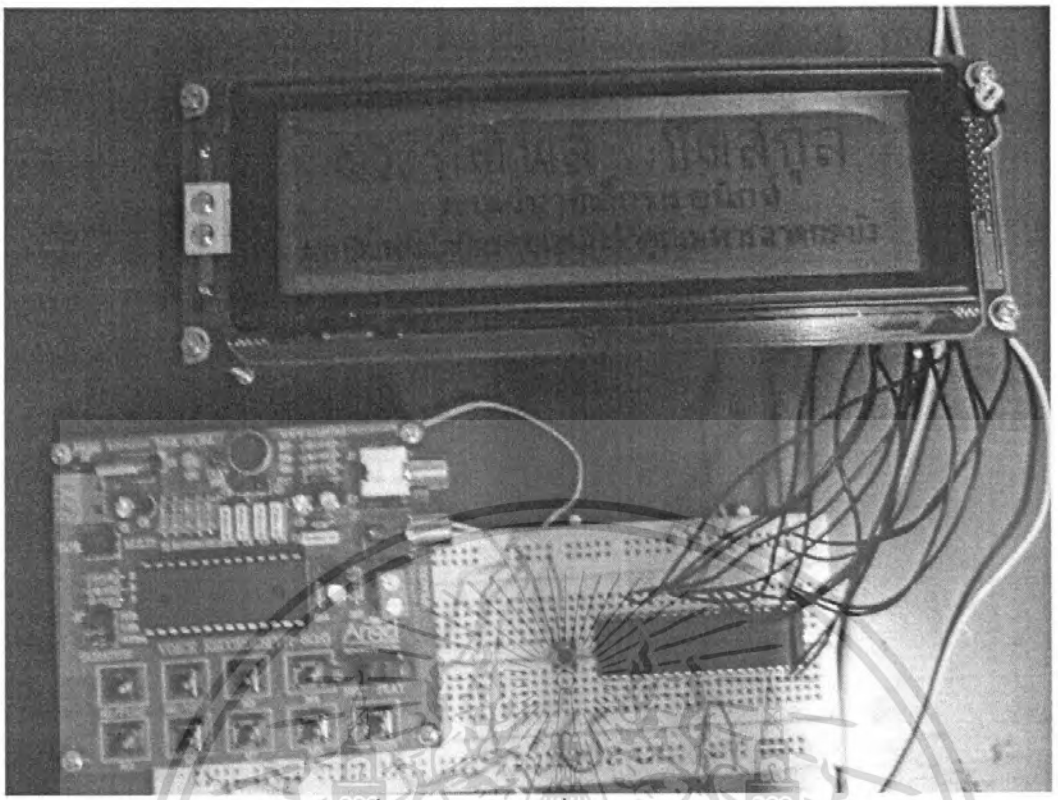

รูปที่ 27 แสดง Flow Chart การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 28 แสดง Flow Chart การตรวจสอบสถานะ IN/OUT และ การบันทึกเสียง ให้ปรากฏข้อความบน Graphic Lcd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 29 แสดงวงจรที่ใช้ทดลองจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# ผลการทดลอง

**5.1 การทดลองที่ 1** การแสดงผลของหน้าจอ GRAPHIC LCD

ขั้นตอนที่ 1 รูปก่อนนำไปแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD

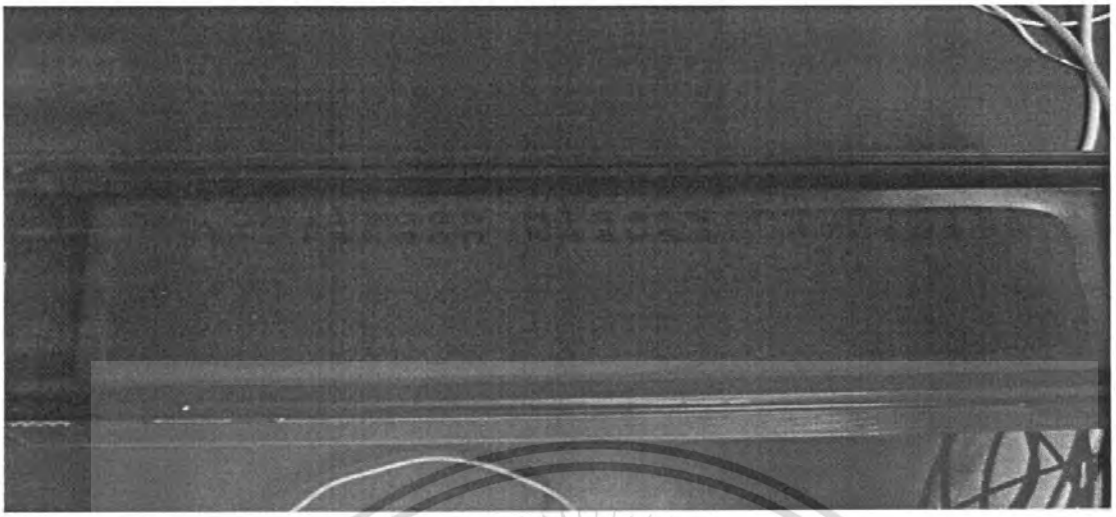
รูปที่ 30 รูปภาพก่อนนำไปแสดงบนหน้าจอ

ขั้นตอนที่ 2 ผลของการนำรูปไปแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD

รูปที่ 31 แสดงหน้าจอGRAPHIC LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD แบบตัวอักษร



รูปที่ 32 แสดงรูปบนหน้าจอ GRAPHIC LCD แบบตัวอักษร

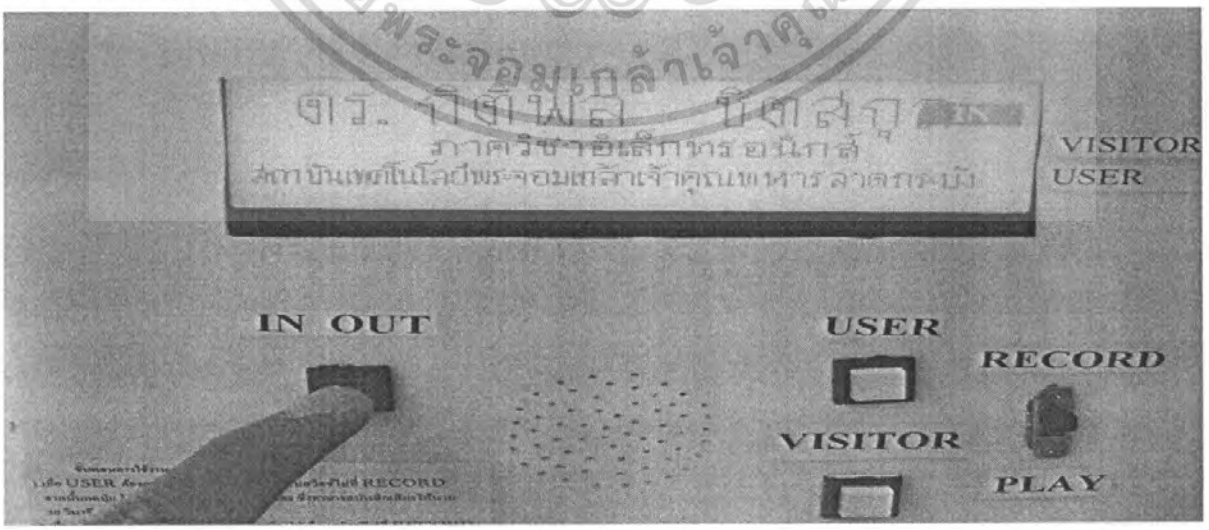
**5.2 การทดลองที่ 2** การบันทึกเสียงและเล่นเสียงกลับ

ขั้นตอนที่ 1 บันทึกแบบ Tape mode 32, 40 และ60วินาที แล้วเล่นเสียงกลับ

ขั้นตอนที่ 2 บันทึกแบบ Multi mode จำนวน 8 ช่อง แล้วเล่นเสียงกลับ

**5.3** การทดลองที่ 3 การนำรูปแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD และแสดงสถานะ เมื่อมีการเชื่อมต่อกับการบันทึกเสียง

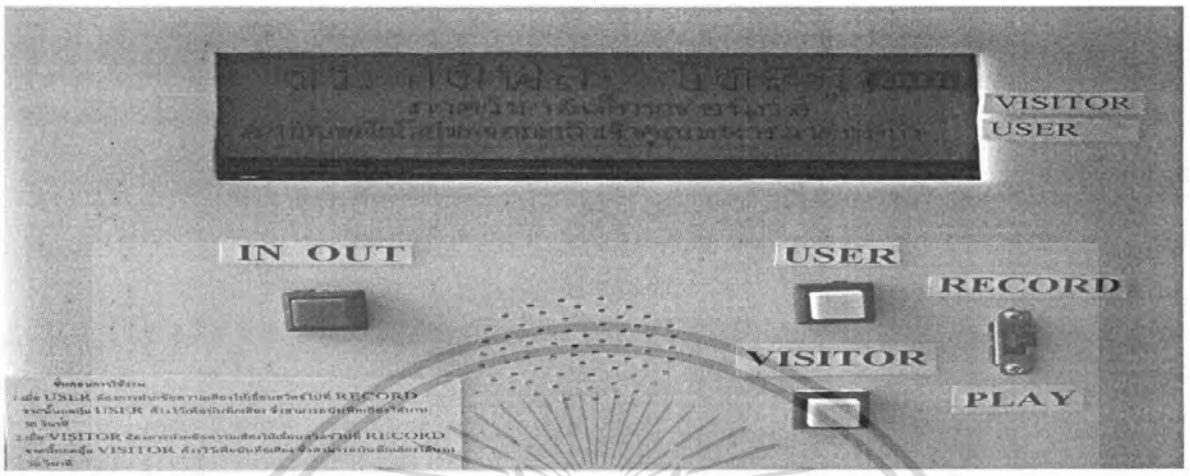
**5.3.1 การทดลองที่ 3.1** การนำรูปแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD และแสดงสถานะ IN เมื่อมีการเชื่อมต่อกับการบันทึกเสียง




รูปที่ 33 แสดงรูปบนหน้าจอ GRAPHIC LCD LCD และแสดงสถานะ IN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5.3.2 การทดลองที่ 3.2** การนำรูปแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD และแสดงสถานะ OUT เมื่อมีการเชื่อมต่อกับการบันทึกเสียง



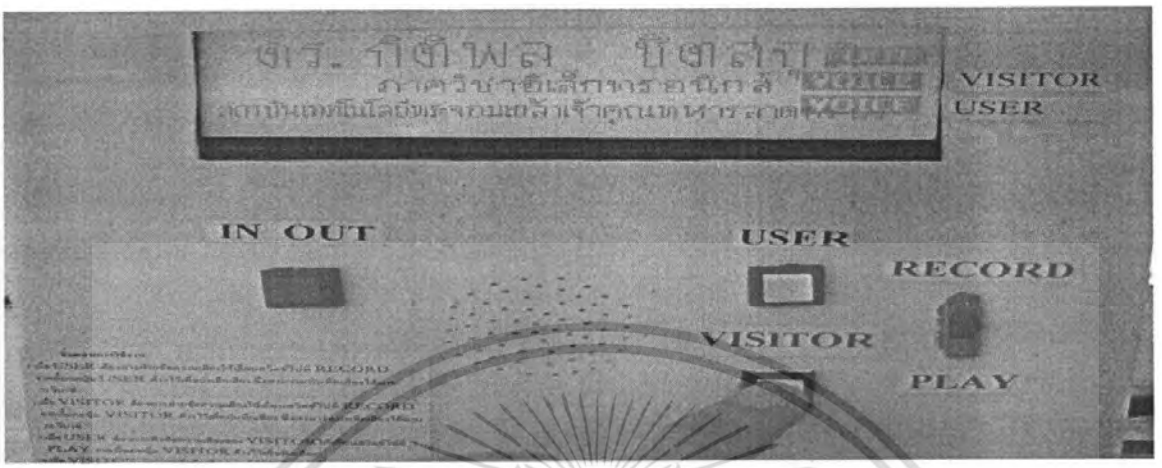

รูปที่ 34 แสดงรูปบนหน้าจอ GRAPHIC LCD และแสดงสถานะ OUT

**5.3.3 การทดลองที่ 3.3** การแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD เมื่อมีการบันทึกเสียงของ USER เมื่อมีการเชื่อมต่อกับการบันทึกเสียง

รูปที่ 35 แสดงรูปบนหน้าจอ GRAPHIC LCD LCD เมื่อมีการบันทึกเสียงของ USER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5.3.4 การทดลองที่ 3.4** การแสดงผลหน้าจอ GRAPHIC LCD เมื่อมีการบันทึกเสียงของ VISITOR เมื่อมีการเชื่อมต่อกับการบันทึกเสียง




รูปที่ 36 แสดงรูปบนหน้าจอ GRAPHIC LCD LCD เมื่อมีการบันทึกเสียงของ VISITOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5.4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง**

สรุปผลการทดลองที่ 1

เป็นการแสดงผลของหน้าจอ GRAPHIC LCD โดยหน้าจอจะแสดงผลเป็นรูปภาพก่อน และต่อด้วยแสดงผลแบบตัวอักษรภาษาอังกฤษ จะวนลูปไปอย่างนี้เรื่อยๆซึ่งตรงกับโปรแกรมที่เขียนเอาไว้ในไมโครคอนโทรเลอร์

สรุปผลการทดลองที่ 2

เป็นการทดลองการบันทึกเสียงและเล่นเสียงกลับโดยในตอนแรกจะบันทึกแบบTape mode ซึ่งเป็นการบันทึกแบบยาวต่อเนื่องจนเต็มเวลา พบว่าสามารถบันทึกได้นานประมาณ 32, 40 และ 60 วินาที ขึ้นกลับการเลือกเวลาในการบันทึก ต่อมาจะเป็นการบันทึกแบบ Multi mode เป็นการบันทึกแบบแบ่งเป็นช่องเวลา โดยจะแบ่งเป็น 8 ช่อง พบว่าสามารถบันทึกและเล่นกลับได้ทุกช่อง

สรุปผลการทดลองที่ 3

เป็นการทดลองเมื่อมีการเชื่อมต่อ Graphic Lcd เข้ากับ IC บันทึกเสียง พบว่าเมื่อมีการกดสวิตช์ IN/OUT หน้าจอจะแสดงสถานะ IN/OUT และเมื่อมีการบันทึกเสียงโดยการกดสวิตช์พบว่าสามารถบันทึกเสียงได้และข้อความ VOICE จะปรากฏในตำแหน่งของ USE และ VISITOR ทำให้รู้ว่ามีการบันทึกเสียงเรียบร้อยแล้ว

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองหน้าจอ GRAPHIC LCD แสดงผลได้ถูกต้อง ภาพและตัวอักษรมีความชัดเจน สังเกตเห็นได้ง่าย แต่ส่วนของการบันทึกเสียงนั้นพบว่ามีปัญหาคือความชัดเจนของเสียง เนื่องจากใช้ไมโครโฟนในการบันทึกเสียงทำให้มีสัญญาณรบกวน เป็นผลทำให้เมื่อฟังเสียงที่บันทึกจะไม่ชัดเจนเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 6
# สรุปผลโครงงาน

ป้ายชื่อแบบดิจิตอลกราฟริก ซึ่งสามารถบันทึกเสียงและฝากข้อความได้ โดยใช้จอแอลซีดีแบบกราฟริกขนาด 240x64 จุด ในการแสดงชื่อแบบดิจิตอลกราฟริก ป้ายชื่อแบบดิจิตอลกราฟริก ประกอบด้วยวงจรหลักสามส่วนคือ วงจรจอแอลซีดีแบบกราฟริก วงจรควบคุมการแสดงผลดิจิตอลและวงจรบันทึกเสียง ซึ่งป้ายชื่อแบบดิจิตอลกราฟริก นี้ สามารถแสดงชื่อและบันทึกเสียงฝากข้อความได้ จากโครงงานป้ายชื่อดิจิตอล มีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถแสดงชื่อของผู้ใช้ และสามารถแสดงสถานะIN, OUT ได้
2. สามารถบันทึกเสียงได้ 2 ช่องเสียง คือ ของUSER 1 ช่องเสียง และ ของVISITOR 1 ช่องเสียง ได้สูงสุดช่องละ 30 วินาที ได้ช่องละ 1 ข้อความ ซึ่งจะแสดงสถานะว่ามีการบันทึกเสียง VOICE บนหน้าจอ GRAPHIC LCD ของทั้ง USER และ VISITOR (ถ้ามีผู้มาติดต่อมาบันทึกเสียงโดยมีการบันทึกอยู่ก่อนหน้าแล้ว เสียงที่บันทึกจะทับเสียงของผู้บันทึกก่อนหน้านั้น)
3. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสถานะ IN , OUT จะทำการเคลียร์สถานะของ VOICE แต่ไม่สามารถลบเสียงที่บันทึกไว้ได้ เพราะ IC APR9600 ไม่สามารถลบเสียงที่บันทึกได้ ต้องบันทึกซ้ำลงไปเท่านั้น

สำหรับป้ายชื่อดิจิตอลนี้สามารถนำโครงงานนี้ไปใช้ได้จริง เหมาะสำหรับติดหน้าห้องอาจารย์หรือ หน้าห้องพนักงานในแผนกต่างๆของบริษัท นอกจากนี้ยังนำไปประยุกต์และพัฒนาต่อไปได้อีก เช่น เป็นตู้จดหมายอัตโนมัติ ตู้เติมเงินโทรศัพท์ ตู้ขายตั๋ว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


1)ปะจิน พลังสันติกุล, “PIC Work Examples and C source code” , appsofttech, กรุงเทพฯ,2550

2)ดอนสัน ปงผาบ, “ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน”,สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.,กรุงเทพฯ, 2550

3)http://www.electoday.com

4)http://www.microchip.com

5)http://www.pantip.com

6)http://www.angelreshearch.co.th

7)http://www.es.co.th

8)http://www. hitech.co.th

9)http://www.amontec.com



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//*********************************************************************
************
//
// File : cbg240064a01.c
// Description : Driver for glcd module CBG240064A01, SAP1024B (AV Display) or
//                              LCD240G064A, T6963C (Vishay)
// Compiler : Hi-Tech PICC V.9.5PL2
// Tested with : PIC16F917, 4MHz (internal) or PIC16F913, 8MHz (external)
//
//*********************************************************************
************

#include "htc.h"                // Recommended by the include header pic16f91x.h
#include "cbg240064a01.h"
#include "delay.h"

//*********************************************************************
******************
//
// Function : cbg_write_byte
// Description : write data to lcd module
//
//*********************************************************************
******************
void cbg_write_byte(unsigned char cmd_data, unsigned char data)
{
        while ( (cbg_read_byte(CBG_READ_COMMAND) & 0x03) != 0x03);
        // if false --> 0, out of loop

        CBG_DATA_TRIS = 0x00;
        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_RD);
        CBG_DATA_PORT = data;
        if (cmd_data)
                bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_CD);
        else
                bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_CD);
        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_CE);
        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_WR);

        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_WR);
        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_CE);
}
void cbg_write_data(unsigned char data)
{
//      while ( (cbg_read_byte(CBG_READ_COMMAND) & 0x03) != 0x03);
        // if false --> 0, out of loop

        CBG_DATA_TRIS = 0x00;
        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_RD);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_CD);
        CBG_DATA_PORT = data;
        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_CE);
        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_WR);

        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_WR);
        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_CE);
}

//*************************************************************************
******************
//
// Function : cbg_read_byte
// Description : read data from lcd module
//
//*************************************************************************
******************
unsigned char cbg_read_byte(unsigned char cmd_data)
{
        unsigned char data;

        CBG_DATA_TRIS = 0xff;
        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_WR);
        if (cmd_data)
                bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_CD);
        else
                bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_CD);
        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_CE);
        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_RD);

        data = CBG_DATA_PORT;
        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_RD);
        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_CE);

        return data;
}

//*************************************************************************
******************
//
// Function : cbg_clrscr
// Description : Clear lcd screen
// Notice: Can be used only in graphic mode
//*************************************************************************
******************
void cbg_clrscr(void)
{
        unsigned short i;
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x98);        // Set 10011000.
Text off graphic on
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        // Setting address area for graphic mode
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);           // Send low adrs
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);           // Send high adrs
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x24);        // Send command
set address pointer

        for (i=0; i<((LCD_WIDTH*LCD_HEIGHT)/8); i++)
        {
                cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);           // Clear
screen
                cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0xc0);        // Send
command data write and inc ADP
        }
}

//*****************************************************************************
******************
//
// Function : cbg_clrscr_txt
// Description : Clear lcd text screen
// Notice: Can be used only in character mode
//*****************************************************************************
******************
void cbg_clrscr_txt(void)
{
        unsigned char x, y;

        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x94);                // Set
10010100, 8x8 font pitch, Text on graphic off

        // Setting address area for character mode, if use clrscr for graphic mode, it
can't be clear text RAM area
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x80);                   // Send low
adrs
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x07);                   // Send
high adrs
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x24);                // Send
command set address pointer

        for (y=0; y<64; y++)
        {
                for (x=0; x<30; x++)
                {
                        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);           //
Clear screen by writing using space code (00H)
                        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0xc0);        //
Send command data write and inc ADP
                }
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

//*********************************************************************
******************
//
// Function : cbg_init
// Description : Initial lcd module
// **Not same datasheet initialization
//
//*********************************************************************
******************
void cbg_init(void)
{
        // set lcd control port
        CBG_CTRL_TRIS = 0xc0;
        CBG_CTRL_PORT = _BV(CBG_WR) | _BV(CBG_RD) | _BV(CBG_CE) |
_BV(CBG_RST);

        // set lcd data port
        CBG_DATA_TRIS = 0x00;
        CBG_DATA_PORT = 0x00;

        // release reset signal
        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_RST);
        DelayMs(500);
        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_RST);

        // init graphic home address
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, ( CBG_CTRL_WORD_SET |
CBG_CTRL_WORD_GRAP_HOME_ADR ));

        // init graphic area
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 30);
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0);
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, ( CBG_CTRL_WORD_SET |
CBG_CTRL_WORD_GRAP_AREA ));

        // init text home address
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x80);
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x07);
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, ( CBG_CTRL_WORD_SET |
CBG_CTRL_WORD_TXT_HOME_ADR ));

        // init text area
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 40);
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
	cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, ( CBG_CTRL_WORD_SET |
CBG_CTRL_WORD_TXT_AREA ));

	// init mode set
	//cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);
	//cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);
	cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, CBG_MODE_SET |
CBG_MODE_SET_EXOR);

	//cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 84);


	// display mode set
	//cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x94);
	cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, CBG_DISPLAY_MODE_SET |
CBG_DISPLAY_MODE_GRAP_ON | CBG_DISPLAY_MODE_TEXT_ON);
cbg_clrscr();
}

//*****************************************************************************
************
// File : cbg240064a01.h
//
//*****************************************************************************
************

/* For AV-Display --> Normally pin1 (frame ground) is connected with pin2 (GND).
So it can be connected only pin2 (GND)
*/

/*
In case of backlighgt at pin A of Vishay brand (LCD-240G064), it's shown in
datasheet
that recommended to supply to pin A only 4.2V. So it must be connected by diode
(1N4001 or 1N4002 or BY251) in order to drop out from 5V supply. AV-Display
uses
normally 5V at pin A.
*/

/*
// If use PIC16F913, extosc 8MHz
#define CBG_DATA_PORT PORTC                    //DB0-7 = RC0-RC7
#define CBG_DATA_TRIS  TRISC
*/


// If use PIC16F917, intosc 4MHz
#define CBG_DATA_PORT PORTD                    //DB0-7 = RD0-RD7
#define CBG_DATA_TRIS  TRISD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define CBG_CTRL_PORT  PORTB                    //RB0-RB5
#define CBG_CTRL_TRIS  TRISB

#define X_BYTES                 30
#define Y_BYTES                 64
#define SCREEN_LEFT             0
#define SCREEN_TOP              0
#define SCREEN_RIGHT    239
#define SCREEN_BOTTOM 63

#define CBG_WR                  0                       //RB0
#define CBG_RD                  1                       //RB1
#define CBG_CE                  2                       //RB2
#define CBG_CD                  3                       //RB3
#define CBG_RST                 4                       //RB4
#define CBG_FS                  5                       //RB5 --- FS=1
(font pitch 6x8)/ FS=0 (font pitch 8x8)

#define _BV(b) (1<<b)
#define bitset(var,bitno) ((var) |= 1 << (bitno))
#define bitclr(var,bitno) ((var) &= ~(1 << (bitno)))

#define LCD_WIDTH       240
#define LCD_HEIGHT      64

#define CBG_WRITE_COMMAND 1
#define CBG_WRITE_DATA          0
#define CBG_READ_COMMAND  1
#define CBG_READ_DATA           0

#define CBG_STATUS_COMMAND_FLAG         0
#define CBG_STATUS_DATA_FLAG            1
#define CBG_STATUS_AUTO_RD_FLAG         2
#define CBG_STATUS_AUTO_WR_FLAG         3
#define CBG_STATUS_CHECK_CTRL_FLAG      5
#define CBG_STATUS_ERROR_FLAG           6
#define CBG_STATUS_BLINK_FLAG           7

#define CBG_POINTER_SET                         0x20
#define CBG_POINTER_CURSOR_POINTER      0x01
#define CBG_POINTER_OFFSET_REGISTER     0x02
#define CBG_POINTER_ADDRESS_POINTER     0x04

#define CBG_CTRL_WORD_SET               0x40
#define CBG_CTRL_WORD_TXT_HOME_ADR      0x00
#define CBG_CTRL_WORD_TXT_AREA          0x01
#define CBG_CTRL_WORD_GRAP_HOME_ADR             0x02
#define CBG_CTRL_WORD_GRAP_AREA                 0x03
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define CBG_MODE_SET                    0x80
#define CBG_MODE_SET_CG_ROM                     0x00
#define CBG_MODE_SET_CG_RAM                     0x08
#define CBG_MODE_SET_OR                         0x00
#define CBG_MODE_SET_EXOR               0x01
#define CBG_MODE_SET_AND                0x03
#define CBG_MODE_SET_TEXT               0x04

#define CBG_DISPLAY_MODE_SET                    0x90
#define CBG_DISPLAY_MODE_GRAP_OFF               0x00
#define CBG_DISPLAY_MODE_GRAP_ON                0x08
#define CBG_DISPLAY_MODE_TEXT_OFF               0x00
#define CBG_DISPLAY_MODE_TEXT_ON                0x04
#define CBG_DISPLAY_MODE_CURSOR_OFF             0x00
#define CBG_DISPLAY_MODE_CURSOR_ON              0x02
#define CBG_DISPLAY_MODE_CURBLINK_OFF           0x00
#define CBG_DISPLAY_MODE_CURBLINK_ON            0x02

#define CBG_CURSOR_PATTERN_SET                  0xa0
#define CBG_CURSOR_PATTERN_BOTTOM_LINE  0x00
#define CBG_CURSOR_PATTERN_2LINE                0x01
#define CBG_CURSOR_PATTERN_3LINE                0x02
#define CBG_CURSOR_PATTERN_4LINE                0x03
#define CBG_CURSOR_PATTERN_5LINE                0x04
#define CBG_CURSOR_PATTERN_6LINE                0x05
#define CBG_CURSOR_PATTERN_7LINE                0x06
#define CBG_CURSOR_PATTERN_8LINE                0x07

#define CBG_DATA_AUTO_RDWR_SET                  0xb0
#define CBG_DATA_AUTO_RDWR_AUTO_WRITE   0x00
#define CBG_DATA_AUTO_RDWR_AUTO_READ    0x01
#define CBG_DATA_AUTO_RDWR_AUTO_RESET   0x02

#define CBG_DATA_RDWR_SET                                       0xc0
#define CBG_DATA_RDWR_ADDRESS_POITER_UPDW                       0x00
#define CBG_DATA_RDWR_ADDRESS_POITER_UNCHANGE           0x04
#define CBG_DATA_RDWR_ADDRESS_POITER_UP                 0x00
#define CBG_DATA_RDWR_ADDRESS_POITER_DW                 0x02
#define CBG_DATA_RDWR_DATA_WRITE                        0x00
#define CBG_DATA_RDWR_DATA_READ
        0x01

#define CBG_SCREEN_PEEKING_SET                  0xe0

#define CBG_SCREEN_COPY_SET                             0xe8

#define CBG_BIT_SETRESET                        0xf0
#define CBG_BIT_SETRESET_RESET                  0x00
#define CBG_BIT_SETRESET_SET                    0x08
#define CBG_BIT_SETRESET_BIT0                   0x00
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define CBG_BIT_SETRESET_BIT1                   0x01
#define CBG_BIT_SETRESET_BIT2                   0x02
#define CBG_BIT_SETRESET_BIT3                   0x03
#define CBG_BIT_SETRESET_BIT4                   0x04
#define CBG_BIT_SETRESET_BIT5                   0x05
#define CBG_BIT_SETRESET_BIT6                   0x06
#define CBG_BIT_SETRESET_BIT7                   0x07

unsigned char cbg_read_byte(unsigned char cmd_data);
void cbg_write_byte(unsigned char cmd_data, unsigned char data);
void cbg_init(void);
void cbg_clrscr(void);
void cbg_clrscr_txt(void);

/*
 *      Delay functions
 *      See delay.h for details
 *
 *      Make sure this code is compiled with full optimization!!!
 */

#include "delay.h"

void DelayMs(unsigned char cnt)
{
#if     XTAL_FREQ <= 2MHZ
        do {
                DelayUs(996);
        } while(cnt--);
#endif

#if   XTAL_FREQ > 2MHZ
        unsigned char  i;
        do {
                i = 4;
                do {
                        DelayUs(250);
                } while(i--);
        } while(cnt--);
#endif
}

/*
 *      Delay functions for HI-TECH C on the PIC
 *
 *      Functions available:
 *              DelayUs(x)      Delay specified number of microseconds
 *              DelayMs(x)      Delay specified number of milliseconds
 *
 *      Note that there are range limits: x must not exceed 255 - for xtal
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
*       frequencies > 12MHz the range for DelayUs is even smaller.
*       To use DelayUs it is only necessary to include this file; to use
*       DelayMs you must include delay.c in your project.
*
*/

/*      Set the crystal frequency in the CPP predefined symbols list in
        HPDPIC, or on the PICC commmand line, e.g.
        picc -DXTAL_FREQ=4MHZ

        or
        picc -DXTAL_FREQ=100KHZ

        Note that this is the crystal frequency, the CPU clock is
        divided by 4.

*       MAKE SURE this code is compiled with full optimization!!!

*/

/* If use PIC16F913, 8MHz
#ifndefXTAL_FREQ
#defineXTAL_FREQ 8MHZ          // Crystal frequency in MHz
#endif
*/

// If use PIC16F917, 4MHz
#ifndefXTAL_FREQ
#defineXTAL_FREQ 20MHZ                  // Crystal frequency in MHz
#endif

#defineMHZ   *1000L                     /* number of kHz in a MHz */
#defineKHZ   *1                 /* number of kHz in a kHz */

#if     XTAL_FREQ >= 12MHZ

#defineDelayUs(x)       { unsigned char _dcnt; \
                          _dcnt = (x)*((XTAL_FREQ)/(12MHZ)); \
                          while(--_dcnt != 0) \
                                  continue; }
#else

#defineDelayUs(x)       { unsigned char _dcnt; \
                          _dcnt = (x)/((12MHZ)/(XTAL_FREQ))|1; \
                          while(--_dcnt != 0) \
                                  continue; }
#endif

extern void DelayMs(unsigned char);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
////////////////////////////////////
const unsigned char img20[62][30] =
{
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x38,0x00,0x38,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x38,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x44,0x00,0x44,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x44,0x00,0x00,0x00,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x82,0x00,0x82,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x82,0x40,0x00,0x00,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x02,0x00,0x00,0xFE,0x00,0xFE,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0xFE,0x40,0x00,0x00,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x80,0x00,0x00,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0xFE,0x01,0xF8,0x00,0x01,0xFE,0x03,0x8E,0x07,0x84,0x20,0xFF,0x00,
0x00,0x00,0x01,0xE3,0x01,0x8E,0x01,0xFC,0x00,0xFF,0x01,0xFC,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x01,0x01,0x02,0x00,0x00,0x02,0x02,0x04,0x51,0x04,0x84,0x21,0x00,0x80,0
x00,0x00,0x01,0x24,0x02,0x51,0x02,0x06,0x01,0x01,0x02,0x02,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x02,0x00,0x84,0x00,0x00,0x04,0x02,0x08,0x21,0x04,0x84,0x22,0x00,0x40,0
x00,0x00,0x01,0x22,0x04,0x21,0x04,0x05,0x02,0x01,0x04,0x01,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x02,0x78,0x87,0xE0,0x00,0x08,0x02,0x09,0xE1,0x07,0x84,0x24,0x00,0x40,0
x00,0x00,0x01,0xE1,0x04,0xF1,0x08,0x05,0x04,0x01,0x08,0x01,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x02,0x48,0x80,0x20,0x00,0x10,0x02,0x09,0x21,0x00,0x84,0x20,0x00,0x40,0
x00,0x00,0x00,0x21,0x04,0x91,0x00,0x05,0x08,0x01,0x00,0x01,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x02,0x48,0x80,0x20,0x00,0x1F,0x02,0x09,0x21,0x00,0x84,0x20,0x00,0x40,0
x00,0x00,0x00,0x21,0x04,0x91,0x00,0x09,0xF,0x81,0x00,0x01,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x02,0x78,0x80,0x20,0x00,0x01,0x02,0x09,0xE1,0x00,0x84,0x20,0x00,0x40,0
x00,0x00,0x00,0x21,0x04,0xF1,0x00,0x11,0x00,0x81,0x00,0x01,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x02,0x08,0x80,0x20,0x00,0x01,0x02,0x08,0x21,0x00,0x8E,0x20,0xF8,0x40,0
x00,0x00,0x00,0x21,0x04,0x11,0x03,0xE1,0x00,0x81,0x03,0xE1,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x02,0x08,0x80,0x20,0x00,0x01,0x02,0x08,0x21,0x00,0x00,0x20,0x84,0x40,0
x00,0x00,0x00,0x21,0x04,0x11,0x02,0x11,0x00,0x81,0x02,0x11,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x02,0x08,0x80,0x20,0x00,0x01,0x02,0x08,0x21,0x00,0x00,0x20,0x82,0x40,0
x00,0x00,0x00,0x21,0x04,0x11,0x02,0x09,0x00,0x81,0x02,0x09,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x02,0x08,0x80,0x20,0x00,0x01,0x02,0x08,0x21,0x00,0x9B,0x20,0x81,0x40,0
x00,0x00,0x00,0x21,0x04,0x11,0x02,0x05,0x00,0x81,0x02,0x05,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x03,0x08,0x80,0x20,0x00,0x01,0x02,0xC,0x21,0x00,0x9B,0x20,0x80,0xC0,0
x00,0x00,0x00,0x21,0x06,0x11,0x02,0x03,0x00,0x81,0x02,0x03,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x01,0x88,0x81,0xE0,0x00,0x01,0x02,0x06,0x21,0x00,0x91,0x20,0xF0,0x40,0
x00,0x00,0x00,0x21,0x03,0x11,0x03,0xC1,0x00,0x81,0x03,0xC1,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0xC8,0x81,0x21,0xC0,0x01,0x02,0x03,0x21,0x00,0x91,0x20,0x90,0x40,0
x00,0x00,0x00,0x21,0x01,0x91,0x02,0x41,0x00,0x81,0x02,0x41,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x68,0x81,0x21,0x40,0x01,0x02,0x01,0xA1,0x00,0xA0,0xA0,0x90,0x40,
0x00,0x00,0x00,0x21,0x00,0xD1,0x02,0x41,0x00,0x81,0x02,0x41,0x00,0x00,0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0x00,0x00,0x38,0x81,0xE1,0xC0,0x01,0x02,0x00,0xE1,0x00,0xE0,0xE0,0xF0,0x40,
0x00,0x00,0x00,0x3F,0x00,0x71,0x03,0xC1,0x00,0x81,0x03,0xC1,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x10,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x3C,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x01,0
xA0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x08,0x24,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x02,0
x40,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xF0,0x24,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x18,0x00,0x00,0x18,0x02,0
x60,0x00,0x00,0x00,0x00,0xC,0x00,0x01,0x40,0x3C,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x24,0x00,0x00,0x24,0x02,0
xA0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x12,0x00,0x00,0x80,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x3C,0x02,0x00,0x3C,0x03,0
x60,0x00,0x00,0x00,0x00,0x1E,0x00,0x00,0x20,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x02,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00,0x20,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x78,0x38,0x7C,0x38,0xE4,0x38,0x7C,0x47,
0xC3,0xF3,0x8C,0x78,0x7C,0x71,0xF,0xC3,0xE0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0xC4,0x44,0x82,0x44,0xA8,0x44,0x82,0x48,
0x26,0x12,0x92,0xC0,0x82,0x51,0x18,0x44,0x30,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x01,0xC2,0x84,0xBA,0x84,0xE4,0x85,0x72,0x40,
0x2E,0x13,0xA2,0xF1,0x72,0x71,0x38,0x48,0x50,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x42,0x04,0xAA,0x04,0x24,0x04,0x52,0x47,
0xA2,0x10,0xA2,0x10,0x52,0x11,0x08,0x43,0xD0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x42,0x04,0xBA,0x04,0x24,0x04,0x72,0x44,
0x62,0x10,0xA2,0x10,0x72,0x11,0x08,0x42,0x30,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x01,0xC2,0x04,0xC2,0x1C,0x24,0x04,0x42,0x77,
0x22,0x10,0xA2,0x70,0x42,0x17,0xC8,0x43,0x90,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x01,0x42,0x04,0x82,0x14,0x24,0x04,0x42,0x55,0
x22,0x10,0xC2,0x50,0x42,0x19,0x48,0x42,0x90,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x01,0xC2,0x04,0x82,0x1C,0x3C,0x04,0x7E,0x77,
0x22,0x10,0x82,0x70,0x7E,0x11,0xC8,0x43,0x90,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x02,0x00,0x80,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x7C,0x1F,0x00,0x40,0x00,0x00,0x00,0x00,0x18,0x80,0
x31,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x18,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x30,0x00,0x00,0x80,0x20,0x00,0x40,0x00,0x00,0x00,0x00,0x05,0x00,0
xA,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x1F,0x00,0x00,
0x20,0x00,0x3E,0x00,0x00,0xF0,0x38,0x03,0xC0,0x00,0x00,0x00,0x00,0x1E,0x00,
0x3C,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x20,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x10,0x08,0x00,0x00,0x00,0x04,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x40,0x00,0x00,0x00,0x10,0x00,0x00,0x00,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0xE3,0x9C,0xCB,0x25,0xA7,0xD6,0x48,0xE6,0x00,0xB8,0xF1,0xE6,0x53,0xCF,0x
39,0x38,0xE3,0xC7,0x89,0x91,0x8C,0xE3,0x8F,0x1C,0x78,0x7C,0xE1,0x88,0xC0,0
x00,
0x34,0x64,0xCB,0x25,0xD8,0x56,0x49,0x16,0x00,0xA0,0xA,0x16,0x56,0x50,0xC5,
0x45,0x14,0x28,0x49,0xA9,0x8D,0x14,0x10,0xA2,0x84,0xC5,0x01,0x88,0xC0,0x00
,
0x5C,0x44,0x49,0x24,0xDB,0x52,0x48,0x14,0x00,0xB7,0x69,0x92,0x5E,0x40,0x85,
0x34,0x15,0xAC,0x48,0xA8,0x88,0x17,0x00,0x82,0xB5,0xC5,0xDC,0x88,0x40,0x0
0,
0x54,0x44,0x49,0x24,0xDB,0x52,0x48,0x14,0x00,0x90,0x69,0x92,0x52,0x40,0x85,
0x34,0x15,0xA4,0x48,0xA8,0xB4,0x11,0x00,0x82,0xB4,0x44,0x40,0x88,0x40,0x00,
0xF4,0x44,0x49,0x24,0xDA,0x52,0x48,0xF2,0x00,0x97,0x19,0x12,0x52,0x4E,0x85,
0xC,0x16,0x24,0x48,0xA8,0xA4,0x11,0xE,0x82,0x94,0x44,0x5C,0x88,0x40,0x00,
0x14,0x44,0x49,0xE4,0xDA,0x52,0x49,0x14,0x00,0x90,0x09,0x12,0x52,0x49,0x85,
0x04,0x14,0x24,0x48,0xA8,0xA4,0x11,0x09,0x82,0x94,0x44,0x40,0x00,0x40,0x00,
0x96,0x44,0x49,0x36,0xD6,0x5B,0xED,0x94,0x4D,0xB0,0x09,0x17,0xDA,0x4C,0x
85,0x84,0x14,0x26,0x5C,0xA8,0xC4,0x13,0xC,0x82,0xA4,0x44,0xC0,0x89,0x40,0x
00,
0x96,0x44,0x79,0x36,0x96,0x00,0x6D,0x93,0x88,0xB0,0x08,0xE6,0x00,0x4C,0x85,
0x84,0x14,0x26,0x6C,0xC8,0x84,0x13,0xC,0x82,0x44,0x44,0xC0,0xF8,0xC0,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x01,0x80,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x01,0x80,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x80,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x80,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0
x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00};

// img.h


extern const unsigned char img20[64][30];
/* Below is for PIC16F917
extern const char Vishay_logo_bmp[];
*/

//*****************************************************************************
*****************************************
//
// File : main.c
// Description : Driver for glcd module CBG240064A01, SAP1024B (AV Display) or
LCD240G064A, T6963C (Vishay)
// Compiler : Hi-Tech PICC V9.5PL2
// Tested with : PIC16F917, 4MHz (internal) or PIC16F913, 8MHz (external)
//
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// *** Characters code used by SAP1024B, T6963C are different from ASCII codes
//          Ex. Space (ASCII) = 20H////// Space (SAP1024B or T6963C) = 00H
//
// CG ROM ----> 00H-7FH (0-127)
// CG ROM address starting at 0780H
//*************************************************************************
*****************************************

// Header for PIC16F917, No need to add this file into header files
#include "htc.h"        // Recommended by the include header pic16f91x.h

// Default internal RC is 4MHz, fixed by chip's internal hardware
//__CONFIG (INTIO & WDTDIS & PWRTDIS & MCLREN & UNPROTECT &
BORDIS & DEBUGEN);



/*// Header for PIC16F913, No need to add this file into header files
#include "htc.h"        // Recommended by the include header pic16f91x.h

// Default external osc is 8MHz, system will operate by checking the connected osc
itself
__CONFIG (HS & WDTDIS & PWRTDIS & MCLREN & UNPROTECT &
BORDIS & DEBUGEN);
*/

#include "cbg240064a01.h"
#include "delay.h"
#include "img.h"

static bit SW_R             @ ((unsigned)&PORTC*8+4);// Record
static bit SW_T             @ ((unsigned)&PORTC*8+5);// Teacher
static bit SW_S             @ ((unsigned)&PORTC*8+6);//

static bit SW_TT        @ ((unsigned)&PORTC*8+7);//

static bit REC          @ ((unsigned)&PORTC*8+1);// Record
static bit T_C          @ ((unsigned)&PORTC*8+2);// Teacher
static bit S_C          @ ((unsigned)&PORTC*8+3);//

//static bit S4         @ ((unsigned)&PORTC*8+3);


bit OldTT,OldT,OldR,OldS;

#define IN_PosX1 26
#define IN_PosX2 29
#define IN_PosY1 10
#define IN_PosY2 21
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define OUT_PosX1 26
#define OUT_PosX2 29
#define OUT_PosY1 10
#define OUT_PosY2 21

#define S_PosX1 25
#define S_PosX2 29
#define S_PosY1 26
#define S_PosY2 37

#define T_PosX1 25
#define T_PosX2 29
#define T_PosY1 41
#define T_PosY2 52
// 40*12 dot
const unsigned char imgIn[12][4]={
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,
0xFF,0xC2,0x77,0xFF,
0xFF,0xE6,0x37,0xFF,
0xFF,0xE6,0x17,0xFF,
0xFF,0xE6,0x87,0xFF,
0xFF,0xE6,0xC7,0xFF,
0xFF,0xE6,0xE7,0xFF,
0xFF,0xE6,0xF7,0xFF,
0xFF,0xC2,0xF7,0xFF,
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF
};
const unsigned char imgOut[12][4]={
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,
0xFC,0x19,0xC8,0x1F,
0xF9,0xC9,0xCE,0x7F,
0xF9,0xC9,0xCE,0x7F,
0xF9,0xC9,0xCE,0x7F,
0xF9,0xC9,0xCE,0x7F,
0xF9,0xC9,0xCE,0x7F,
0xF9,0xC9,0xCE,0x7F,
0xFC,0x1C,0x1E,0x7F,
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF
};
const unsigned char imgS[12][5]={
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFE,
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFE,
0xE6,0x60,0xC3,0x04,0x1E,
0xE6,0x4E,0x66,0x7C,0xFE,
0xE6,0x4E,0x66,0x7C,0xFE,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0xF0,0xCE,0x66,0x7C,0x1E,
0xF0,0xCE,0x66,0x7C,0xFE,
0xF0,0xCE,0x66,0x7C,0xFE,
0xF9,0xCE,0x66,0x7C,0xFE,
0xF9,0xE0,0xC3,0x04,0x1E,
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFE,
0xFF,0xFF,0xFF,0xFF,0xFE,
};

unsigned char BlinkCount;
bit Status,tVoice,sVoice,Blink;

void dusec(unsigned int time)
{
        while(time--);
}
void dmsec(unsigned int time)
{
        while(time--)dusec(100);
}
void Dis_On(void)
{
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x98);                    //
Set 10011000, Text off graphic on
}
void Dis_Off(void)
{
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x90);                    //
Set 10010000 Display Off
}

//*************************************************************************
**********************
//
// Function : test_img_ES
//
//*************************************************************************
**********************
void ClrScr(void)
{
        unsigned char x,y;
        unsigned char data;



//      Dis_Off();
        // Setting address area for graphic mode ----> The must!
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);                       //
Send low adrs
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);                   //
Send high adrs
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x24);                //
Send command set address pointer
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0xB0);                //
Send command set Auto write Data
                        CBG_DATA_TRIS = 0x00;
                        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_RD);

                        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_CD);

        for (y=0; y<64; y++)
        {
                for (x=0; x<30; x++)
                {
/*                      if (y < 8) data = img20[ (y * 30) + x ][0];
                        else if (y < 16) data = img20[((y - 8) * 30) + x ][1];
                        else if (y < 24) data = img20[((y - 16) * 30) + x ][2];
                        else if (y < 32) data = img20[((y - 24) * 30) + x][3]];
                        else if (y < 40) data = img20[((y - 36) * 30) + x][4]];
                        else if (y < 48) data = img20[((y - 40) * 30) + x][5];
                        else if (y < 56) data = img20[((y - 48) * 30) + x][6]
                        else data = img20[7][ ((y - 56) * 30) + x ];
*/
//                      if (invert)
                                //data = y;

                        CBG_DATA_PORT = 0;
                        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_CE);
                        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_WR);

                        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_WR);
                        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_CE);

//                      cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0xc0);        //
Send command data write and inc ADP
                }
        }
                cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0xB2);
        // Send command set Auto Reset
//              Dis_On();
}

void ShowName(void)
{
        unsigned char x,y;
        unsigned char data;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        // #1
        // Setting address area for graphic mode ----> The must!
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);                    //
Send low adrs
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x00);                    //
Send high adrs
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x24);                 //
Send command set address pointer

        // #2
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0xB0);                 //
Send command set Auto write Data

        // #3   init ControI Bus and data Bus for Write Data
                        CBG_DATA_TRIS = 0x00;
                        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_RD);

                        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_CD);
        //  #4  Send Data to LCD
        for (y=0; y<62; y++)
        {
                for (x=0; x<30; x++)
                {
                        CBG_DATA_PORT = img20[y][x];
                        if(Blink)
                        {
                                //Check Teacher
                                if(Status)//IN
                                {
                                        if(x>=IN_PosX1 && x<=IN_PosX2 &&
y>=IN_PosY1 && y<=IN_PosY2)
                                        {
                                                CBG_DATA_PORT = imgIn[y-
IN_PosY1][x-IN_PosX1];
                                        }

                                }
                                else// Ststus=0 => OUT
                                {
                                        if(x>=OUT_PosX1 && x<=OUT_PosX2 &&
y>=OUT_PosY1 && y<=OUT_PosY2)
                                        {
                                                CBG_DATA_PORT =
imgOut[y-OUT_PosY1][x-OUT_PosX1];
                                        }
                                }
                                // Check Student Voice
                                if(sVoice)// Student Voice
                                {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        if(x>=S_PosX1 && x<=S_PosX2 &&
y>=S_PosY1 && y<=S_PosY2)
                                        {
                                                CBG_DATA_PORT = imgS[y-
S_PosY1][x-S_PosX1];
                                        }

                                }
                                // Check teacher Voice
                                if(tVoice)// Teacher Voice
                                {
                                        if(x>=T_PosX1 && x<=T_PosX2 &&
y>=T_PosY1 && y<=T_PosY2)
                                        {
                                                CBG_DATA_PORT = imgS[y-
T_PosY1][x-T_PosX1];
                                        }

                                }

                        }
//      Control Bus
                        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_CE);
                        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_WR);

                        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_WR);
                        bitset(CBG_CTRL_PORT, CBG_CE);
                        //dmsec(400);
//                      cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0xc0);        //
Send command data write and inc ADP
                }
        }
        // #5 Reset Auto Write Mode
                cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0xB2);
        // Send command set Auto Reset
//              Dis_On();
}


void test_font(void)
{
        unsigned char x, y;
        unsigned char ch=0;

        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_FS);                                  //
8x8 font pitch
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x94);                // Set
10010100, Text on graphic off
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        // Setting address area for character mode

        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x80);                   // Send low
adrs
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x07);                   // Send
high adrs
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x24);                // Send
command set address pointer

        for (y=0; y<64; y++)
        {
                for (x=0; x<30; x++)
                {
                        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, ch);             //
Clear screen by writing using space code (00H)
                        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0xc0);        //
Send command data write and inc ADP
                        if (ch++ == 128)
                                ch = 0;
                }
        }
}


void test_string(unsigned char* textptr)
{
        unsigned char i=0;

        bitclr(CBG_CTRL_PORT, CBG_FS);                          //
8x8 font pitch
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x94);                // Set
10010100, Text on graphic off

        // Setting address area for character mode
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x80);                   // Send low
adrs
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, 0x07);                   // Send
high adrs
        cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0x24);                // Send
command set address pointer

        for (i=0; textptr[i] != '\0'; i++)
        {
                textptr[i] = textptr[i]-' ';                    // Find the
real character by subtract ASCII space
                cbg_write_byte(CBG_WRITE_DATA, textptr[i]);
                cbg_write_byte(CBG_WRITE_COMMAND, 0xc0);
        }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//*************************************************************************
**********************
//
// Function : main
//
//*************************************************************************
**********************
void main(void)
{
        unsigned char i, count=0;

        /* If declare text_1[] only here, text_1[] will be displayed on first loop, so
declare at function */
//      unsigned char text_1[] = "  Vishay graphic LCD 240x64          P/N: LCD-
240G064A-YYK-VLB";
        // Initialize Data and IO Port
        bitclr(LCDCON, 4);
        cbg_init();

   TRISC=0xF0;

                cbg_clrscr();
        dmsec(100);
        sVoice=0;
        tVoice=0;
        Status=0;
        //  End Initialize
        for (;;)
        {

                        //tVoice=S2;
                        ShowName();

                        Blink=!Blink;
                        //dmsec(500);
                        // Send Switch Control To Record Sound Module

                        REC=!SW_R;
                        T_C=!SW_T;
                        S_C=!SW_S;

                        // Check Voice Status
                        if(SW_R==0)// Record Mode
                        {
                                if(OldS==1 && SW_S==0)// Press Student Voice Rec
                                {
                                        sVoice=1:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }

                if(OldT==1 && SW_T==0)// Press Teacher Voice Rec
                {
                        tVoice=1;
                }
        }
        // Clear Voice Status
        if(OldTT==1 && SW_TT==0)
        {
                tVoice=0;
                sVoice=0;
                Status=!Status;// Toggle Status
        }


//  Save Old Value of All Switch
                OldR=SW_R;
                OldS=SW_S;
                OldT=SW_T;
                OldTT=SW_TT;
        }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bolymin, Inc.

# LCD MODULE SPECIFICATION

## MODEL NO.

## BG24064AGPLHn55b

FOR MESSRS:

_____

ON DATE OF:

_____

APPROVED BY:

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## CONTENTS

1. Numbering System

2. General Specification

3. Absolute Maximum Ratings

4. Electrical Characteristics

5. Optical Characteristics

6. Interface Description

7. Power supply for LCD Module and LCD operating voltage adjustment

8. Backlight information

9. Quality Assurance

10. Reliability

11. Appendix ( Drawing , EL, CCFL inverter data , T6963C controller data )
    - 11-1 Drawing
    - 11-2 T6963C controller data
        - 11-2.1 Display control instruction
        - 11-2.2 Command definitions
        - 11-2.3 Character code
        - 11-2.4. Timing characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

◆◆◆

## 1. Numbering System

| B | G | 24064 | A | G | P | L | _ | H | n55b |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | Brand | Bolymin | |
| 1 | Module Type | C= character type<br>G= graphic type<br>P= TAB/TCP type | O= COG type<br>F= COF type |
| 2 | Format | 2002=20 characters, 4 lines<br>12232= 122 x 32 dots | |
| 3 | Version No. | A type | |
| 4 | LCD Color | G=STN/gray<br>Y=STN/yellow-green<br>C=color STN | B=STN/blue<br>F=FSTN<br>T=TN |
| 5 | LCD Type | R=positive/reflective<br>P=positive/transflective | M=positive/transmissive<br>N=negative/transmissive |
| 6 | Backlight type/color | L=LED array/ yellow-green<br>H=LED edge/white<br>R=LED array/red<br>G=LED edge/yellow-green | D=LED edge/blue<br>E=EL/white<br>B=EL/blue<br>C=CCFL/white |
| 7 | CGRAM Font (applied only on character type) | J=English/Japanese Font<br>E=English/European Font | C=English/Cyrillic Font<br>H=English/Hebrew Font |
| 8 | View Angle/ Operating Temperature | B=Bottom/Normal Temperature<br>H=Bottom/Wide Temperature<br>U=Bottom/Ultra wide Temperature | T=Top/Normal Temperature<br>W=Top/Wide Temperature<br>C=9H/Normal Temperature |
| 9 | Special Code | 55b=132 chip LED backlight<br>n=negative voltage for LCD | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. General Specification

(1) Mechanical Dimension

| Item | Standard Value | Unit |
|---|---|---|
| Number of dots | 240 × 64 | dots |
| Module dimension (L x W x H) | 180.0 x 65.0 x 15.1(Max)-LED array B/L<br>187.0 x 65.0 x 11.9(Max)-LED white B/L, CCFL<br>180.0 x 65.0 x 9.2(Max)- E/L or No B/L | mm |
| View area | 133.0(W) × 39.0(H) | mm |
| Active area | 127.16(W) × 33.88(H) | mm |
| Dot size | 0.49(W) × 0.49(H) | mm |
| Dot pitch | 0.53(W) × 0.53(H) | mm |

(2) Controller IC: **T6963C controller**

(3) Temperature Range

| | Normal | Wide |
|---|---|---|
| Operating | 0 ~+50℃ | -20 ~+70℃ |
| Storage | -10 ~+60℃ | -30 ~+80℃ |

## 3. Absolute Maximum Ratings

| Item | Symbol | Min | Typ | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|---|
| Operating Temperature | $T_{OP}$ | -20 | — | +70 | ℃ |
| Storage Temperature | $T_{ST}$ | -30 | — | +80 | ℃ |
| Input Voltage | $V_I$ | Vss | — | Vdd | V |
| Supply Voltage For Logic | Vdd-Vss | 0 | — | +7 | V |
| Supply Voltage For LCD | Vdd-Vo | 0 | — | 15 | V |
| LED Forward Current(array) | $I_F$ | — | — | 900 | mA |
| LED Forward Current(white LED) | $I_F$ | — | — | 100 | mA |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4. Electrical Characteristics

| Item | Symbol | Condition | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Supply Voltage For Logic | Vdd-Vss | — | 4.75 | 5.0 | 5.5 | V |
| Supply Voltage For LCD | Vdd-Vo | Ta=-20℃ | — | 14.5 | — | V |
| | | Ta=25℃ | — | 12.5 | — | V |
| | | Ta=+70℃ | — | 10.5 | — | V |
| Input High Vol | $V_{IH}$ | — | 2.2 | — | Vdd | V |
| Input Low Vol | $V_{IL}$ | — | 0 | — | 0.8 | V |
| Output High Vol | $V_{OH}$ | — | 2.4 | — | Vdd | V |
| Output Low Vol. | $V_{OL}$ | — | — | — | 0.4 | V |
| Supply Current(no N.V built in) | Idd | Vdd=5V | — | 20.0 | — | mA |
| Supply Current(with N.V built in) | Idd | Vdd=5V | — | 40.0 | — | mA |

## 5. Optical Characteristics

a. STN

| Item | Symbol | Condition | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| View Angle | (V) $\theta$ | CR≧2 | 10 | | 45 | deg |
| | (H) $\varphi$ | CR≧2 | -30 | | 30 | deg |
| Contrast Ratio | CR | — | | 3 | | — |
| Response Time 25℃ | T rise | — | | 100 | 150 | ms |
| | T fall | — | | 150 | 200 | ms |

b. FSTN

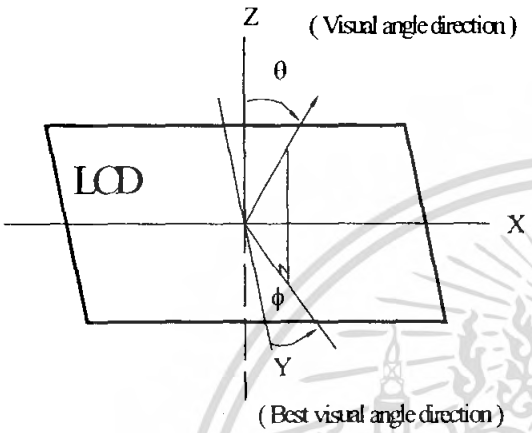
| Item | Symbol | Condition | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| View Angle | (V) $\theta$ | CR≧3 | 10 | | 60 | deg |
| | (H) $\varphi$ | CR≧3 | -45 | | 45 | deg |
| Contrast Ratio | CR | — | | 5 | | — |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Response Time | T rise | — | | 100 | 150 | ms |
| 25℃ | T fall | — | | 150 | 200 | ms |

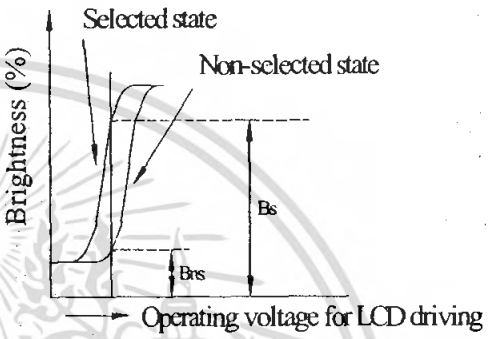
5.1 Definitions

■View Angles

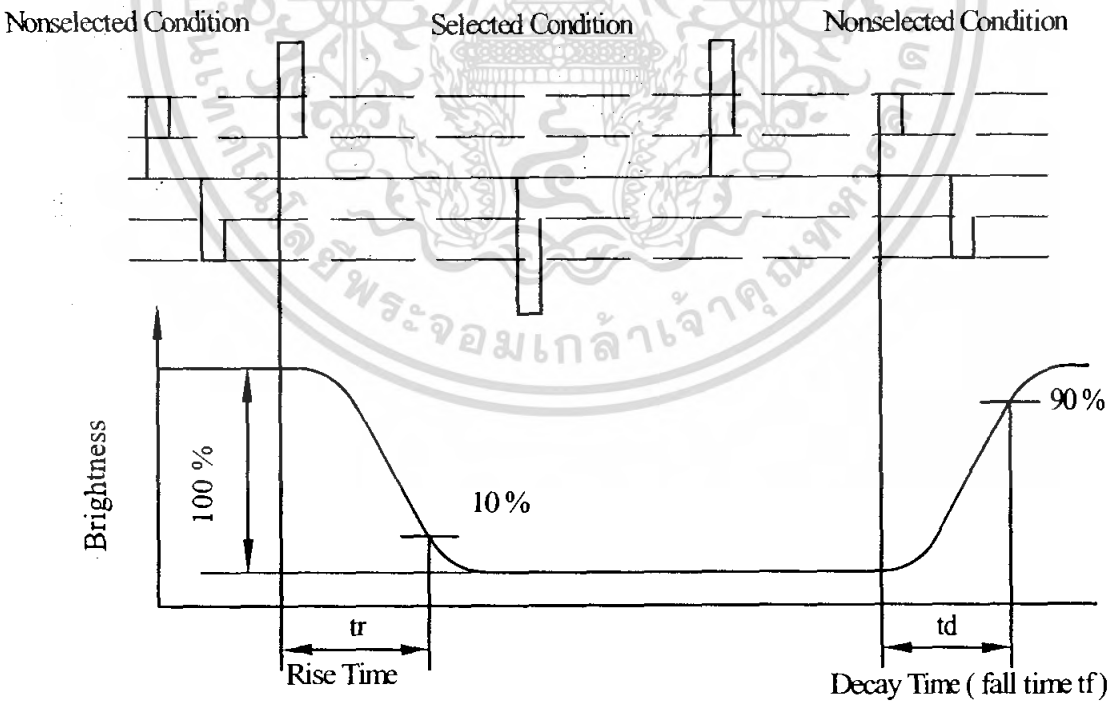



■Contrast Ratio

$$CR = \frac{\text{Brightness at selected state ( BS )}}{\text{Brightness at non-selected state ( Bns )}}$$




■Response time




**6. Interface Pin Function**

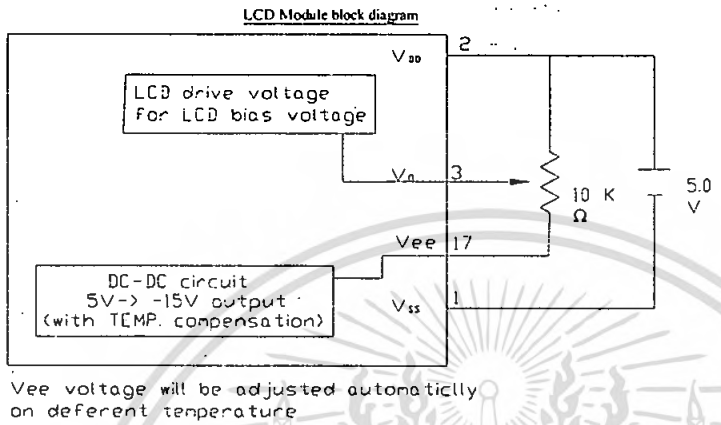
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Pin No. | Symbol | Level | Description |
|---|---|---|---|
| 1 | FG | | Frame ground (Connected to bezel ) |
| 2 | Vss | | GND |
| 3 | Vdd | | Power supply ( **+5 V** ) |
| 4 | Vo | | Power supply for LCD driver (12.7v) |
| 5 | WR | L | Data write. Write data into T6963C when WR = L |
| 6 | RD | L | Data read. Read data from T6963C when RD = L |
| 7 | CE | L | L: Chip enable |
| 8 | C/D | H / L | WR=L, C/D=H: Command Write C/D=L: Data write<br>RD=L, C/D=H: Status Read C/D=L: Data read |
| 9 | Vee | | Negative Voltage output **-12.6 V** |
| 10 | RESET | H / L | H: Normal; L: Initialize T6963C |
| 11 | DB0 | H / L | Data bus line |
| 12 | DB1 | H / L | Data bus line |
| 13 | DB2 | H / L | Data bus line |
| 14 | DB3 | H / L | Data bus line |
| 15 | DB4 | H / L | Data bus line |
| 16 | DB5 | H / L | Data bus line |
| 17 | DB6 | H / L | Data bus line |
| 18 | DB7 | H / L | Data bus line |
| 19 | FS | H / L | Pins for selection of font; H: 6 * 8, L: 8 * 8 |
| 20 | N.C | | No connection |

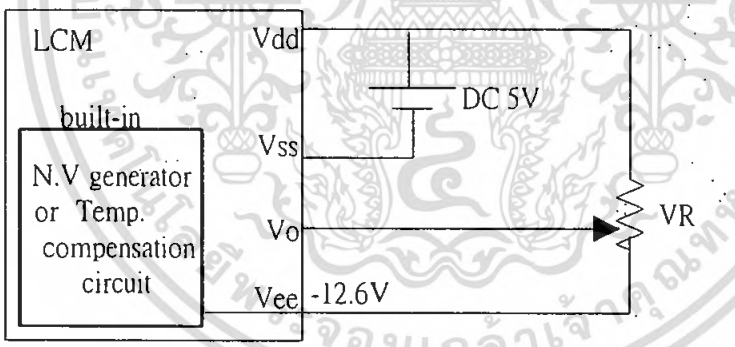
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7. Power Supply for LCD Module and LCD Operating Voltage a Adjustment

* LCM operating on " DC 5V " input with built-in negative voltage and temperature compensation circuit

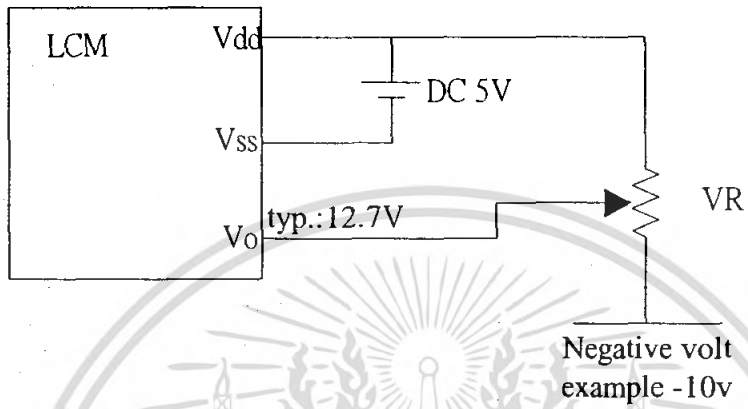



LCM operating on " DC 5V " input with built-in negative voltage




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

∗ (Option) LCM operating on " DC 5V " input with external negative voltage




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 8. Backlight Information

8.1 Specification

(1)LED array / yellow-green(132 chips)

| Parameter | Symbol | Min | Typ | Max | Unit | Test Condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Supply Current | ILED | — | 660 | 720 | mA | V=4.2V |
| Supply Voltage | V | — | 4.2 | 4.3 | V | |
| Reverse Voltage | VR | — | — | 8 | V | |
| Luminous Intensity | IV | — | — | — | $cd/m^2$ | ILED=660mA |
| Wave Length | λp | | 575 | | nm | ILED=660mA |
| Life Time | | — | 100000 | — | Hr. | V≦4.2V |
| Color | Yellow Green | | | | | |

(2) LED edge / white

| Parameter | Symbol | Min | Typ | Max | Unit | Test Condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Supply Current | ILED | — | 80 | | mA | V=3.5V |
| Supply Voltage | V | — | 3.5 | 3.7 | V | — |
| Reverse Voltage | VR | — | — | 8 | V | — |
| Luminous Intensity | IV | — | 80 | — | $cd/m^2$ | ILED=80mA |
| Wave Length | λp | — | | — | nm | ILED=80mA |
| Life Time | — | — | 15000 | — | Hr. | V≦3.7V |
| Color | White | | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) EL / white

| Parameter | Symbol | Min | Typ | Max | Unit | Test Condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Drive Voltage | Vmax | — | 110 | 170 | Vrms | 25°C |
| Drive Wave | Fmax | — | 400 | 1000 | Hz | 25°C |
| Brightness | | 48 | 60 | — | $cd/m^2$ | 110V/400Hz |
| Power Consumption | | — | 80 | — | mW | 110V/400Hz |
| Chromatism | X | — | 0.3173 | — | — | 110V/400Hz |
| | Y | — | 0.3995 | — | — | 110V/400Hz |
| Life time | | 5000 | | | hour | 110V/400Hz |
| Color | | White | | | — | Light on 110V/400Hz |

(4) CCFL

No.2 3 4 5 shall be lighted at constant lamp current ( IL : 5.0 mA ) and shall be measured 3 minutes after the table below. The measurement shall be conducted on the condition that ambient temperature : 25 ± 2 ℃ humidity : 30 ~ 85%, with no wind.

| NO | Items | Requirements | Remarks |
|---|---|---|---|
| 1 | Lamp Current (IL) | 5.0 ± 0.5 (mArms) | |
| 2 | Lamp Voltage (VL) | 205 ± 20 (Vrms) | |
| 3 | Lamp Power (P)<br>(Reference Value) | 1.03 (Wrms) | VL * IL |
| 4 | Luminance | 250 min (cd/m) | Note 1 |
| 5 | Chromaticity (X)<br>(Y) | 0.308 ± 0.01<br>0.330 ± 0.01 | Note 2 |
| 6 | Starting Voltage (VS) | 400 MAX (25℃) (Vrms)<br>600 MAX (0℃) (Vrms) | Note 3 |
| 7 | Life time | 10000 min (h) | Note 4 |

Note 1. The average value is measured though the glass.

Note 2. The tube center / center point shall be measured.

Note 3. All the tubes shall be lighted. Slidein method shall be used for voltage application.

Note 4.Life

Judgement conditions.

A The luminance becomes 50% of the initial luminance.

B Not normal lighting.

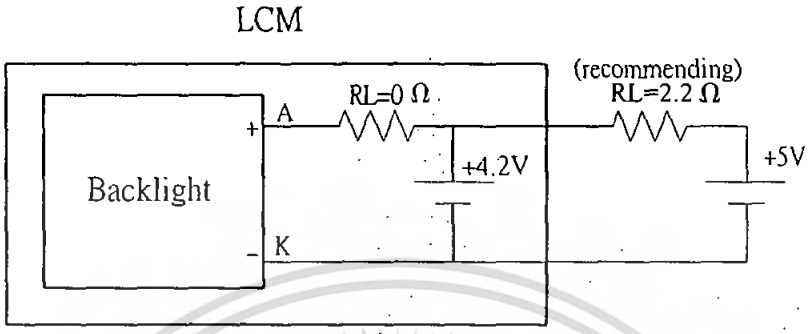
C When a severe appearance failure is found.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

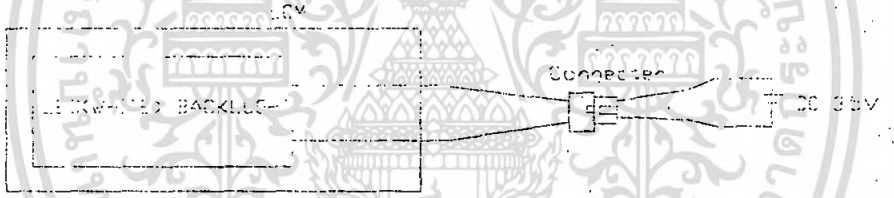
8.2 Backlight driving methods

a. LED B/L drive from A.K directly

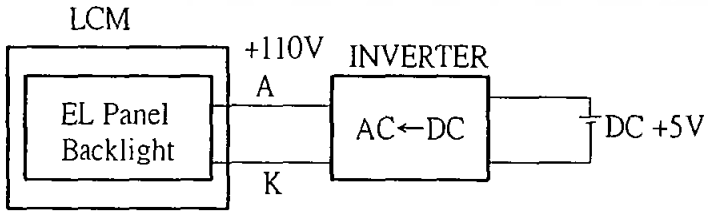
a.1 array (yellow-green)




a.2 edge / white

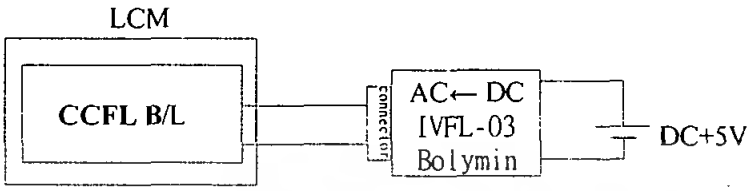


b. E/L B/L driven from A.K cable directly




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c. CCFL B/L drive directly from connector




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 9. Quality Assurance

◆ Screen Cosmetic Criteria

| No. | Defect | Judgement Criterion | Partition |
|---|---|---|---|
| 1 | Spots | A)Clear<br>Size:d mm — Acceptable Qty in active area<br>d ≦0.1 — Disregard<br>0.1<d≦0.2 — 6<br>0.2<d≦0.3 — 2<br>0.3<d — 0<br>Note:Including pin holes and defective dots which must be within one pixel size.<br>B)Unclear<br>Size:d mm — Acceptable Qty in active area<br>d ≦0.2 — Disregard<br>0.2<d≦0.5 — 6<br>0.5<d≦0.7 — 2<br>0.7<d — 0 | Minor |
| 2 | Bubbles in Polarizer | Size:d mm — Acceptable Qty in active area<br>d≦0.3 — Disregard<br>0.3<d≦1.0 — 3<br>1.0<d≦1.5 — 1<br>1.5<d — 0 | Minor |
| 3 | Scratch | In accordance with spots cosmetic criteria. When the light reflects on the panel surface, the scratches are not to be remarkable. | Minor |
| 4 | Allowable Density | Above defects should be separated more than 30mm each other. | Minor |
| 5 | Coloration | Not to be noticeable coloration in the viewing area of the LCD panels.<br>Back-light type should be judged with back-light on state only. | Minor |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 10. Reliability

■Content of Reliability Test

| Environmental Test | | | | |
|---|---|---|---|---|
| No. | Test Item | Content of Test | Test Condition | Applicable Standard |
| 1 | High Temperature storage | Endurance test applying the high storage temperature for a long time. | 60℃<br>200hrs | —— |
| 2 | Low Temperature storage | Endurance test applying the high storage temperature for a long time. | -10℃<br>200hrs | —— |
| 3 | High Temperature Operation | Endurance test applying the electric stress (Voltage & Current) and the thermal stress to the element for a long time. | 50℃<br>200hrs | —— |
| 4 | Low Temperature Operation | Endurance test applying the electric stress under low temperature for a long time. | 0℃<br>200hrs | —— |
| 5 | High Temperature/ Humidity Storage | Endurance test applying the high temperature and high humidity storage for a long time. | 70℃,90%RH<br>96hrs | —— |
| 6 | High Temperature/ Humidity Operation | Endurance test applying the electric stress (Voltage & Current) and temperature / humidity stress to the element for a long time. | 40℃,90%RH<br>96hrs | —— |
| 7 | Temperature Cycle | Endurance test applying the low and high temperature cycle.<br>-10℃ 25℃ 60℃<br>30min 5min 30min<br>1 cycle | -10℃/60℃<br>10 cycles | —— |
| Mechanical Test | | | | |
| 8 | Vibration test | Endurance test applying the vibration during transportation and using. | 10~22Hz→1.5mmp-p<br>22~500Hz→1.5G<br>Total 0.5hrs | —— |
| 9 | Shock test | Constructional and mechanical endurance test applying the shock during transportation. | 50G Half sign wave 11 msedc<br>3 times of each direction | —— |
| 10 | Atmospheric pressure test | Endurance test applying the atmospheric pressure during transportation by air. | 115mbar<br>40hrs | —— |
| Others | | | | |
| 11 | Static electricity test | Endurance test applying the electric stress to the terminal. | VS=800V,RS=1.5kΩ<br>CS=100pF<br>1 time | —— |

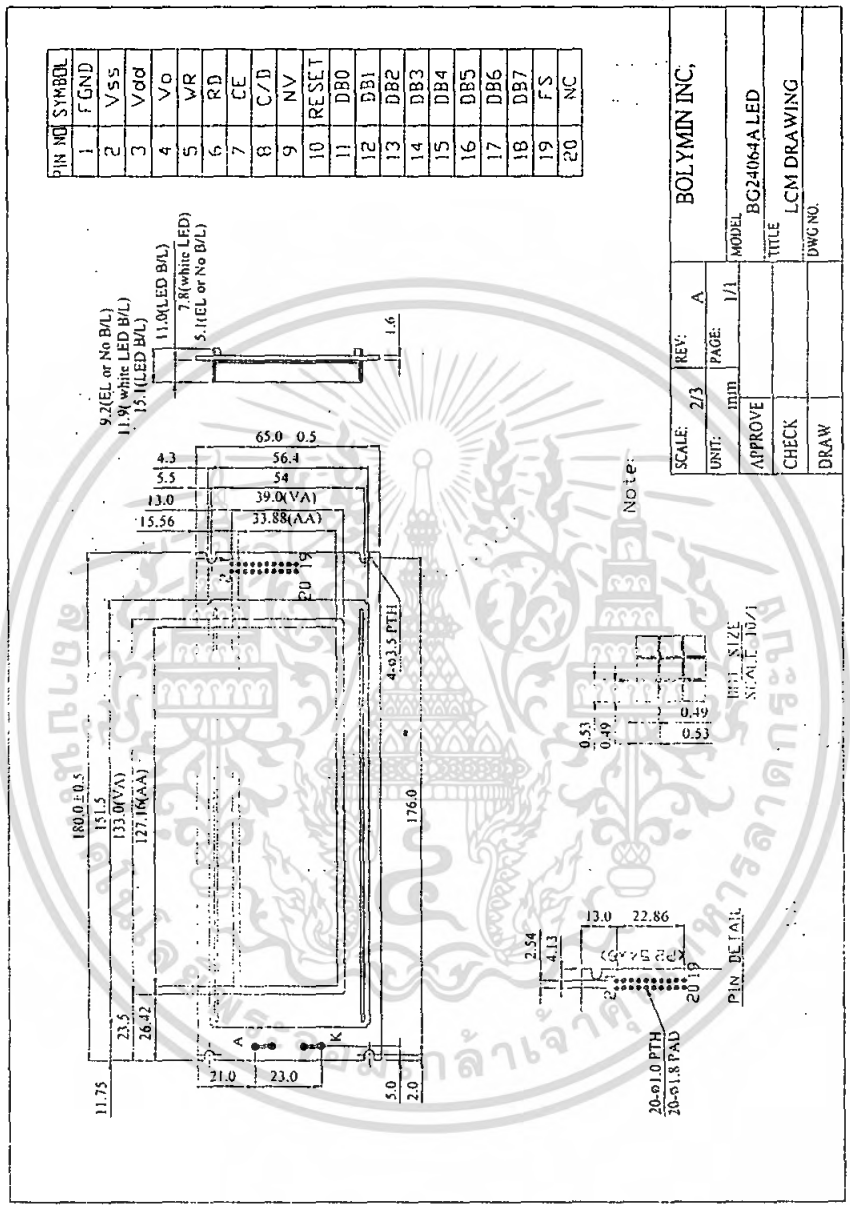
***Supply voltage for logic system=5V. Supply voltage for LCD system = Operating voltage at 25℃

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

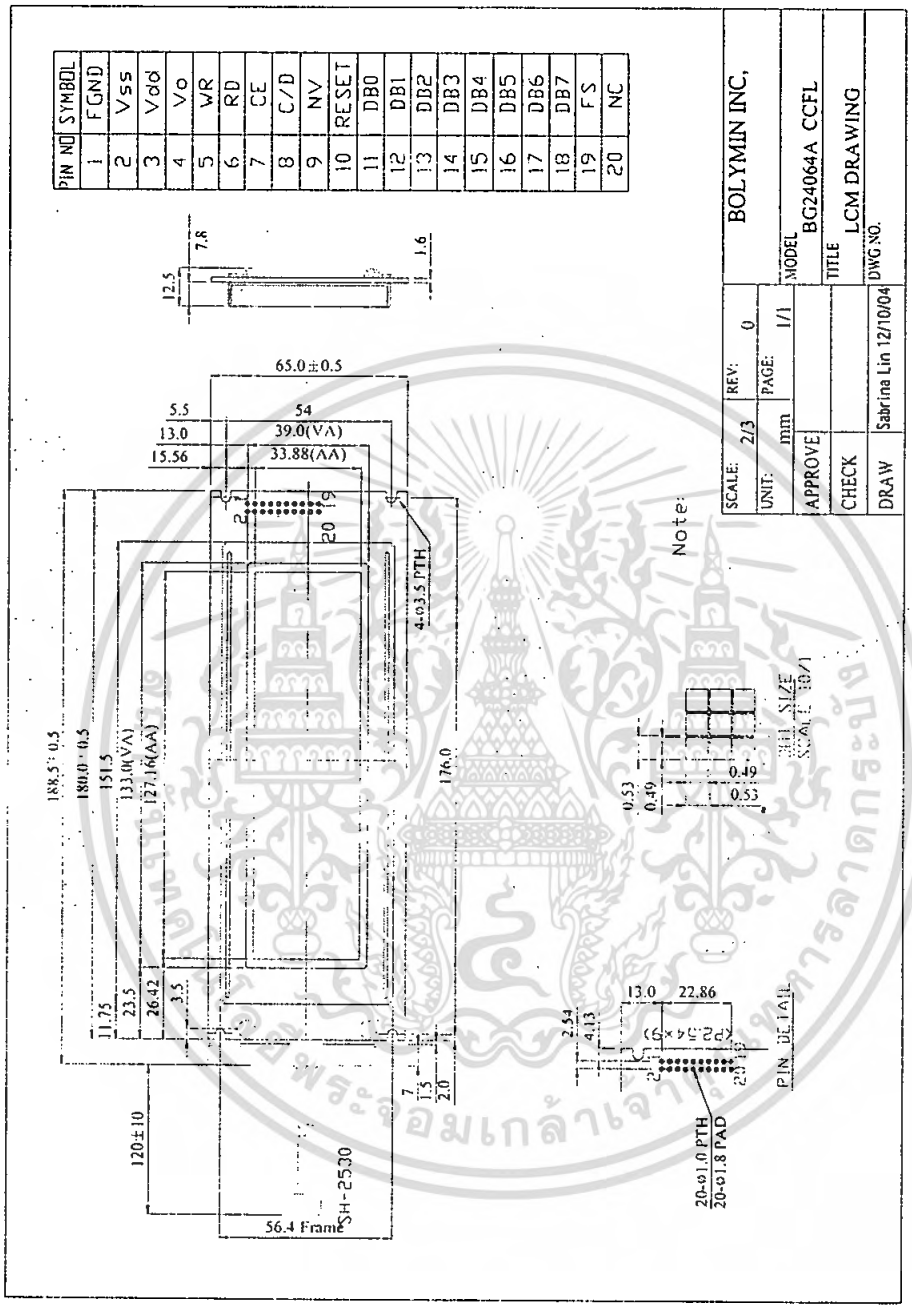
## 11. Appendix ( Drawing , EL , CCFL inverter data , T6963C controller data)

### 11-1 Drawing

LED array backlight and EL backlight)




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**11-2 T6963C controller data**

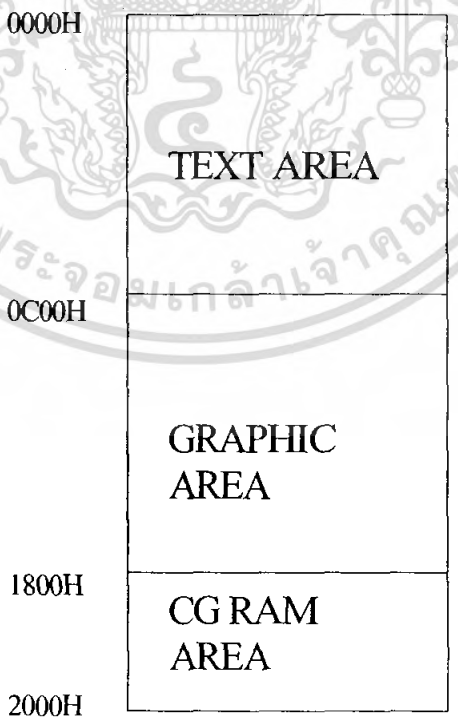
11-2.1 Display control instruction

The LCD Module has built in a T6963C LSI controller, It has an 8-bit parallel data bus and control lines for writing or reading through an MPU interface, it has a 128-word character generator ROM ( refer to Table 1. ), which can control an external display RAM of up to 8K bytes. Allocation of text, graphics and external character generator RAM can be made easily and the display window can be moved freely within the allocated memory range.

**•RAM Interface**

The external RAM is used to store display data( text, graphic and external CG data ). It can be freely allocated to the memory area( 8 Kbyte max ).

Recommend




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

◆◆◆

• Flowchart of communications with MPU

(1)Status Read

A status check must be performed before data is read or written.

Status check

The Status of T6963C can be read from the data lines.

| | |
|---|---|
| $\overline{RD}$ | L |
| $\overline{WR}$ | H |
| $\overline{CE}$ | L |
| C/D | H |
| Do to D7 | H |

The T6963C status word format is as follows:

MSB LSB

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STA7 | STA6 | STA5 | STA4 | STA3 | STA2 | STA1 | STA0 |
| D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

| | | |
|---|---|---|
| STA0 | Check command execution capability | 0:Disable<br>1:Enable |
| STA1 | Check data read/write Capability | 0:Disable<br>1:Enable |
| STA2 | Check Auto mode data read capability | 0:Disable<br>1:Enable |
| STA3 | Check Auto mode data write capability | 0:Disable<br>1:Enable |
| STA4 | Not used | |
| STA5 | Check controller operation capability | 0:Disable<br>1:Enable |
| STA6 | Error flag. Used for Screen Peek and Screen copy commands. | 0:No error<br>1:Error |
| STA7 | Check the blink condition | 0:Disable off<br>1:Normal display |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Note 1) It is necessary to check STA0 and STA1 at the same time.

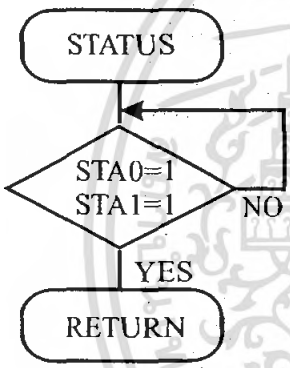
There is a possibility of erroneous operation due to a hardware interrupt.

(Note 2) For most modes STA0/STA1 are used as a status check.

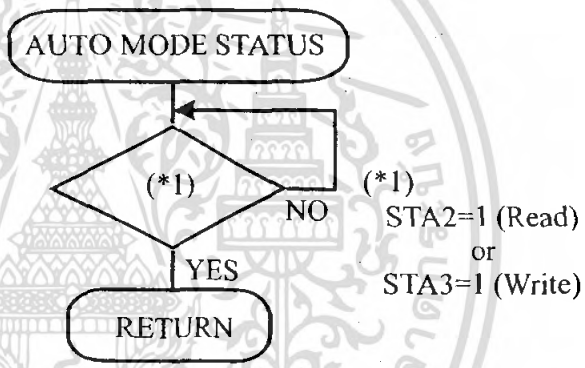
(Note 3) STA2 and STA3 are valid in Auto mode; STA0 and STA1 are invalid.

Status Checking flow

(a)




(b)




(Note 4) When using the MSB=0 command, a Status Read must be performed.

If a status check is not carried out, the T6963C cannot operate normally, even after a delay time.

The hardware interrupt occurs during the address calculation period (at the end of each line).

If a MSB=0 command is sent to the T6963C during this period, the T6963C enters Wait status.

If a status check is not carried out in this state before the next command is sent, there is the possibility that the command or data date will not be received.

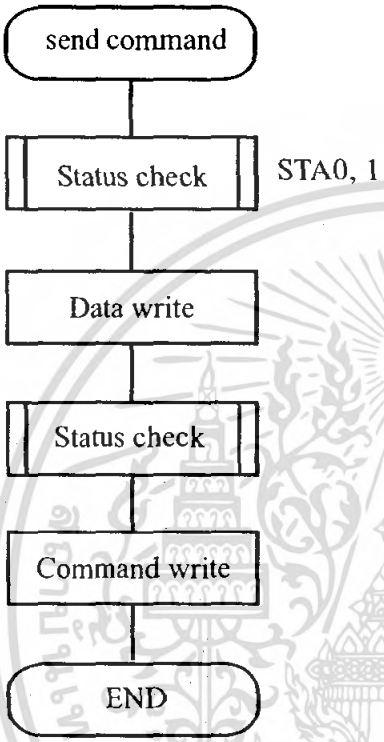
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2)Setting date

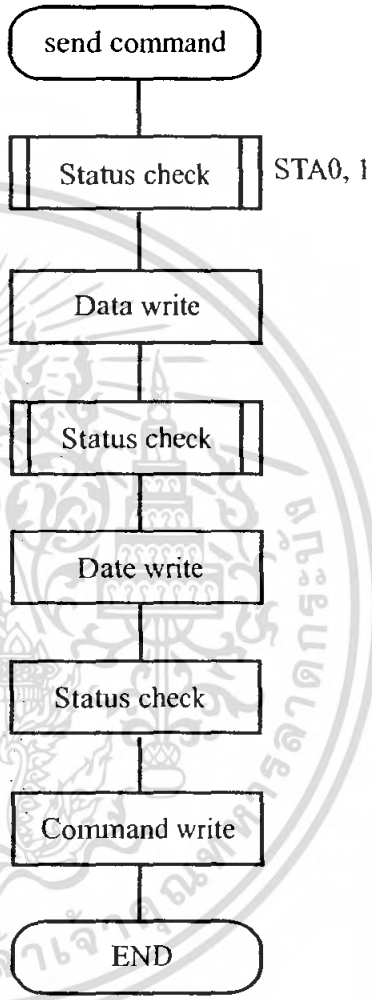
When using the T6963C, first set the data, then set the command.

Procedure for sending a command

(a)The case of 1 date




(b)The case of 2 data




(Note) When sending more than two data, the last datum (or last two data)is valid.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11-3.2 Command definitions

| COMMAND | CODE | D1 | D2 | FUNCTION |
|---|---|---|---|---|
| REGISTERS SETTING | 00100001 | X address | Y address | Set Cursor Pointer |
| | 00100010 | Date | 00H | Set Offset Register |
| | 00100100 | Low address | High address | Set Address Pointer |
| SET CONTROL WORD | 01000000 | Low address | High address | Set Text Home Address |
| | 01000001 | Columns | 00H | Set Text Area |
| | 01000010 | Low address | High address | Set Graphic Home Address |
| | 01000011 | Columns | 00H | Set Graphic Area |
| MODE SET | 1000x000 | – | – | OR mode |
| | 1000x001 | – | – | EXOR mode |
| | 1000x011 | – | – | AND mode |
| | 1000x100 | – | – | Text Attribute mode |
| | 10000xxx | – | – | Internal CG ROM mode |
| | 10001xxx | – | – | External CG RAM mode |
| DISPLAY MODE | 10010000 | – | – | Display off |
| | 1001xx10 | – | – | Cursor on, blink off |
| | 10001xx11 | – | – | Cursor on, blink on |
| | 100101xx | – | – | Text on, graphic off |
| | 100110xx | – | – | Text off, graphic on |
| | 100111xx | – | – | Text on, graphic on |
| CURSOR PATTERN SELECT | 10100000 | – | – | 1-line cursor |
| | 10100001 | – | – | 2-line cursor |
| | 10100010 | – | – | 3-line cursor |
| | 10100011 | – | – | 4-line cursor |
| | 10100100 | – | – | 5-line cursor |
| | 10100101 | – | – | 6-line cursor |
| | 10100110 | – | – | 7-line cursor |
| | 10100111 | – | – | 8-line cursor |
| DATA AUTO READ/WRITE | 10110000 | – | – | Set Data Auto Write |
| | 10110001 | – | – | Set Data Auto Read |
| | 10110010 | – | – | Auto Reset |
| DATA READ/WRITE | 11000000 | Data | – | Data Write and Increment ADP<br>Data Read and Increment ADP |
| | 11000001 | – | – | Data Write and Decrement ADP |
| | 11000010 | Data | – | Data Read and Decrement ADP |
| | 11000011 | – | – | Data Write and Nonvariable |
| | 11000100 | Data | – | ADP |
| | 11000101 | – | – | Data Read and Nonvariable ADP |
| SCREEN PEEK | 11100000 | – | – | Screen Peek |

X : invalid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| COMMAND | CODE | D1 | D2 | FUNCTION |
|---|---|---|---|---|
| SCREEN COPY | 11101000 | | | Screen Copy |
| BIT SET/RESET | 11110xxx | — | — | Bit Reset |
| | 11111xxx | — | — | Bit Set |
| | 1111x000 | — | — | Bit 0 (LSB) |
| | 11111x001 | — | — | Bit 1 |
| | 11111x010 | — | — | Bit 2 |
| | 11111x011 | — | — | Bit 3 |
| | 11111x100 | — | — | Bit 4 |
| | 11111x101 | — | — | Bit 5 |
| | 11111x110 | — | — | Bit 6 |
| | 11111x111 | — | — | Bit 7 (MSB) |

X : invalid

• Setting registers

| CODE | HEX. | FUNCTION | D1 | D2 |
|---|---|---|---|---|
| 00100001 | 21H | SET CURSOR POINTER | X ADRS | Y ADRS |
| 00100010 | 22H | SET OFFSET REGISTER | DATA | 00H |
| 00100100 | 24H | SET ADDRESS POINTER | LOW ADRS | HIGH ADRS |

(1)Set Cursor Pointer

The position of the cursor is specified by X ADRS and Y ADRS. The cursor position can only be moved by this command. Data read/write from the MPU never changes the cursor pointer. X ADRS and Y ADRS are specified as follows.

X ADRS 00H to 4FH (lower 7 bits are valid)

Y ADRS 00H to 1FH (lower 5 bits are valid)

Single-Scan

X ADRS 00 to 4FH

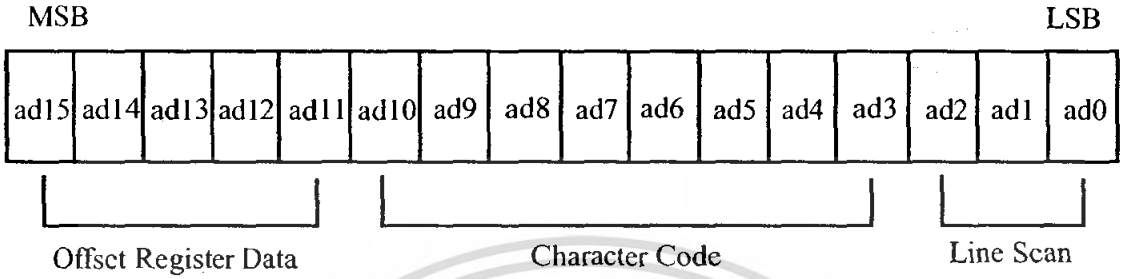
| Y ADRS 00H to 0FH |
|---|

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2)Set Offset Register

The offset register is used to determine the external character generator RAM area.

The T6963C has a 16-bit address bus as follows.




T6963C assign External character generator, when character code set 80H TO FFH in using internal character generator. Character code 00H to 80H assign External character generator, when External generator mode.

The senior five bits define the start address in external memory of the CG RAM area. The next eight bits represent the character code of the character. In internal CG ROM, character codes 00H to 7FH represent the predefined "internal" CG ROM characters, and codes 80H to FFH represent the user's own "external" characters. In external CG ROM mode, all 256 codes from 00H to FFH can be used to represent the user's own characters. The three least significant bits indicate one of the eight rows of eight dots that define the character's shape.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The relationship between display RAM address and offset register

| Offset register data | CG RAM hex. address (start to end) |
|---|---|
| 00000 | 0000 to 07 FFH |
| 00001 | 0800 to 0FFFH |
| 00010 | 1000 to 17FFH |
| 11100 | E000 to E7FFH |
| 11101 | E800 to EFFFH |
| 11110 | F000 to F7FFH |
| 11111 | F800 to FFFFH |

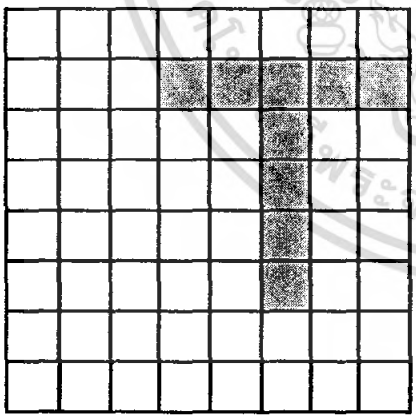
(Example 1)

Offset register 02H

Character code 80H

Character generator RAM start address 0001 0100 0000 0000

1 4 0 0 H



| (address) | (data) |
|---|---|
| 1400H | 00H |
| 1401H | 1FH |
| 1402H | 04H |
| 1403H | 04H |
| 1404H | 04H |
| 1405H | 04H |
| 1406H | 04H |
| 1407H | 00H |

(Example 2) The relationship between display RAM data and display characters

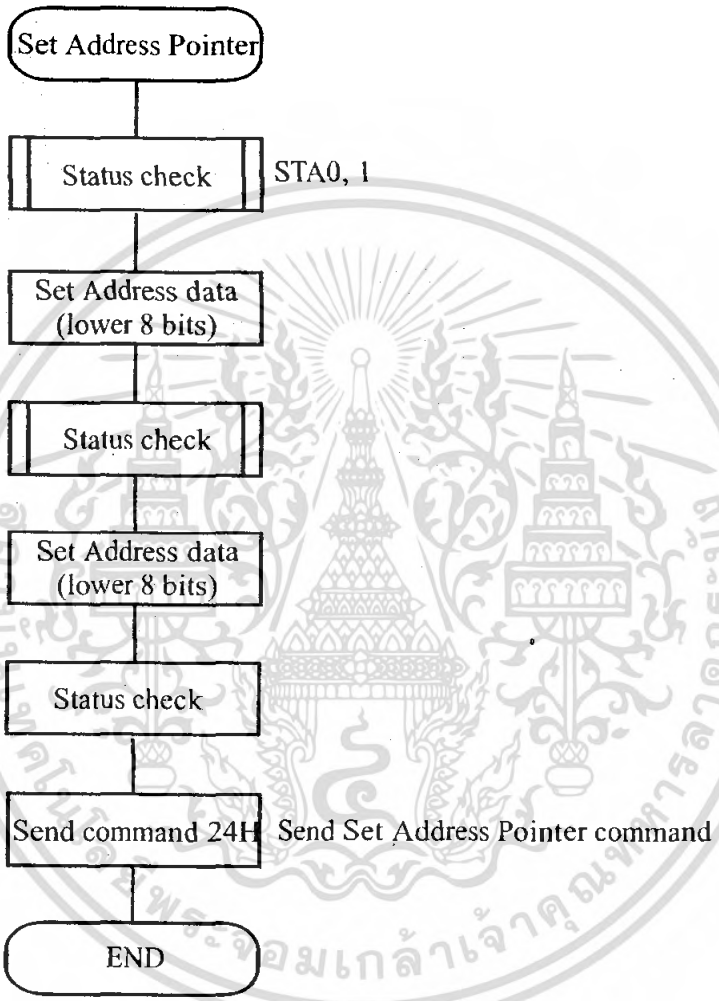
$\gamma$ and $\zeta$ are displayed by character generator RAM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3)Set Address Pointer

The Set Address Pointer command is used to indicate the start address for writing to (or reading from)external RAM.

The Flowchart for Set Address Pointer command




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Set Control Word

| CODE | HEX. | FUNCTION | D1 | D2 |
|---|---|---|---|---|
| 01000000 | 40H | Set Text Home Address | Low address | High address |
| 01000001 | 41H | Set Text Area | Columns | 00H |
| 01000010 | 42H | Set Graphic Home Address | Low address | High address |
| 01000011 | 43H | Set Graphic Area | Columns | 00H |

The home address and column size are defined by this command.

(1)Set Text Home Address

The starting address in the external display RAM for text display is defined by this command.

The text home address indicates the leftmost and uppermost position.

The relationship between external display RAM address and display position

| | | |
|---|---|---|
| TH | | TH+CL |
| TH+TA | | TH+TA+CL |
| (TH+TA)+TA | | TH+2TA+CL |
| (TH+2TA)+TA | | TH+3TA+CL |
| | | |
| TH+(n-1)TA | | TH+(n-1)TA+CL |

TH:Text home address

TA:Text area number (columns)

CL:Columns are fixed by hardware (pin-programmable).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Example)

Text home address : 0000H

Text area : 0020H

: 32 Columns

: 4 Lines

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0000H | 0001H | | 001EH | 001FH |
| 0020H | 0021H | | 003EH | 002FH |
| 0040H | 0041H | | 005EH | 005FH |
| 0060H | 0061H | | 007EH | 007FH |

(2)Set Graphic Home Address

The starting address of the external display RAM used for graphic display is defined by this command. The graphic home address indicates the leftmost and uppermost position.

The relationship between external display RAM address and display position

| | | |
|---|---|---|
| GH | | GH+GL |
| GH+GA | | GH+GA+CL |
| (GH+GA)+GA | | GH+2GA+CL |
| (GH+2GA)+GA | | GH+3GA+CL |
| | | |
| GH+(n-1)GA | | GH+(n-1)GA+CL |

GH:Graphic home address

GA:Graphic area number (columns)

CL:Columns are fixed by hardware (pin-programmable).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Example)

Graphic home address : 0000H

Graphic area : 0020H

: 32 Columns

: 2 Lines

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0000H | 0001H | | 001EH | 001FH |
| 0020H | 0021H | | 003EH | 003FH |
| 0040H | 0041H | | 005EH | 005FH |
| 0060H | 0061H | | 007EH | 007FH |
| 0080H | 0081H | | 009EH | 009FH |
| 00A0H | 00A1H | | 00BEH | 00BFH |
| 00C0H | 00C1H | | 00DEH | 00DFH |
| 00E0H | 00E1H | | 00FEH | 00FFH |
| 0100H | 0101H | | 011EH | 011FH |
| 0120H | 0121H | | 013EH | 013FH |
| 0140H | 0141H | | 015EH | 014FH |
| 0160H | 0161H | | 017EH | 017FH |
| 0180H | 0181H | | 109EH | 019FH |
| 01A0H | 01A1H | | 01BEH | 01BFH |
| 01C0H | 01C1H | | 01DEH | 01DFH |
| 01E0H | 01E1H | | 01FEH | 01FFH |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3)Set Text Area

The display columns are defined by the hardware Setting. This command can be used to adjust the columns of the display.

(Example)

| | |
|---|---|
| LCD size | 20 columns, 4lines |
| Text home address | 0000H |
| Text area | 0014H |

Set 32 columns, 4 Lines

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0000 | 0001 | ····· | 0013 | 0014 | ····· | 001F |
| 0014 | 0015 | ····· | 0027 | 0028 | ····· | 0033 |
| 0028 | 0029 | ····· | 003B | 003C | ····· | 0047 |
| 003C | 003D | ····· | 004F | 0050 | ····· | 005B |

LCD

(4)Set Graphic Area

The display columns are defined by the hardware setting. This command can be used to adjust the columns of the graphic display.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Example)

LCD size 20 columns, 2lines

Graphic home address : 0000H

Graphic are : 0014H

Set 32 columns, 2 Lines

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0000 | 0001 | ····· | 0013 | 0014 | ····· | 001F |
| 0014 | 0015 | ····· | 0027 | 0028 | ····· | 0033 |
| 0028 | 0029 | ····· | 003B | 003C | ····· | 0047 |
| 003C | 003D | ····· | 004F | 0050 | ····· | 005B |
| 0050 | 0051 | ····· | 0063 | 0064 | ····· | 006F |
| 0064 | 0065 | ····· | 0077 | 0078 | ····· | 0083 |
| 0078 | 0079 | ····· | 008B | 008C | ····· | 0097 |
| 008C | 008D | ····· | 009F | 00A0 | ····· | 00AB |
| 00A0 | 00A1 | ····· | 00B3 | 00B4 | ····· | 00BF |
| 00B4 | 00B5 | ····· | 00C7 | 00C8 | ····· | 00D3 |
| 00C8 | 00C9 | ····· | 00DB | 00DC | ····· | 00E7 |
| 00DC | 00DD | ····· | 00EF | 00F0 | ····· | 00FD |
| 00F0 | 00F1 | ····· | 0103 | 0104 | ····· | 011F |
| 0104 | 0105 | ····· | 0127 | 0128 | ····· | 0123 |
| 0128 | 0129 | ····· | 013B | 0013C | ····· | 00147 |
| 013C | 013D | ····· | 014F | 0150 | ····· | 015B |

LCD

If the graphic area setting is set to match the desired number of columns on the LCD, the addressing scheme will be automatically modified so that the start address of each line equals the end address of the previous line +1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

◆◆◆

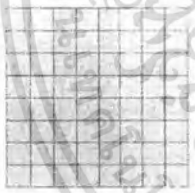
· Mode set

| CODE | FUNCTION | OPERAND |
|---|---|---|
| 1000x000 | OR Mode | – |
| 1000x001 | EXOR Mode | – |
| 1000x011 | AND Mode | – |
| 1000x100 | TEXT ATTRIBUTE Mode | – |
| 10000xxx | Internal Character Generator Mode | – |
| 10001xxx | External Character Generator Mode | – |

X:invalid

The display mode is defined by this command. The display mode does not change until the next command is sent. The logical OR, EXOR, AND of text or graphic display can be displayed. In Internal Character Generator mode, character codes 00H to 7FH are assigned to the built-in character generator ROM. The character codes 80H to FFH are automatically assigned to the external character generator RAM.

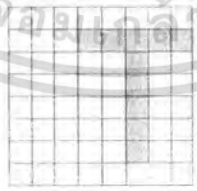
(Example)



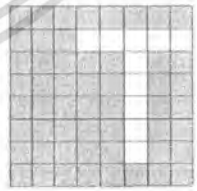
GRAPHIC

TEXT

"OR"



"AND"



"TXOR"

(Note)Attribute functions can only be applied to text display, since the attribute data is placed in the graphic RAM area.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Attribute function

The attribute operations are Reverse display, Character blink and Inhibit. The attribute data is written into the graphic area which was defined by the Set Control Word command. Only text display is possible in Attribute Function mode; graphic display is automatically disabled. However, the Display Mode command must be used to turn both Text and Graphic on in order for the Attribute function to be available.

The attribute data for each character in the text area is written to the same address in the graphic area. The Attribute function is defined as follows.

Attribute RAM 1byte

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| × | × | × | × | d3 | d2 | d1 | d0 |

| d3 | d2 | d1 | d0 | FUNCTION |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | Normal display |
| 0 | 1 | 0 | 1 | Reverse display |
| 0 | 0 | 1 | 1 | Inhibit display |
| 1 | 0 | 0 | 0 | Blink of normal display |
| 1 | 1 | 0 | 1 | Blink of reverse display |
| 1 | 0 | 1 | 1 | Blink of inhibit display |

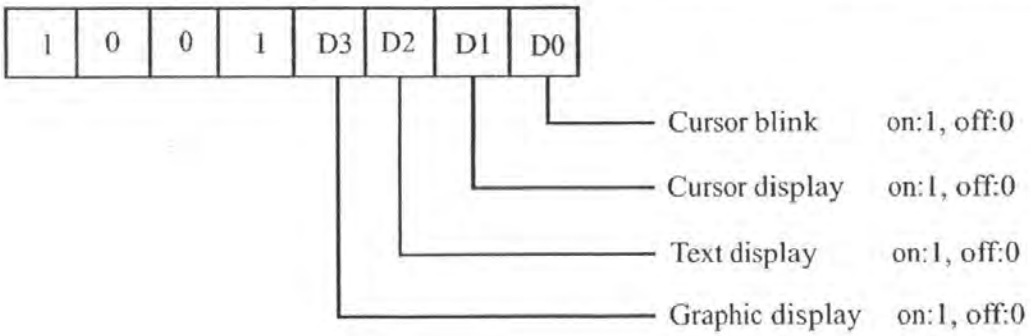
X:invalid

· Display mode

| CODE | FUNCTION | OPERAND |
|---|---|---|
| 10010000 | Display off | – |
| 1001××10 | Cursor on, blink off | – |
| 1001××11 | Cursor on, blink on | – |
| 100101×× | Text on, graphic off | – |
| 100110×× | Text off, graphic on | – |
| 100111×× | Text on, graphic on | – |

X:invalid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




(Note)It is necessary to turn on "Text display" and "Graphic display" in the following cases.

a)Combination of text/graphic display

b)Attribute function

• Cursor pattern select

| CODE | FUNCTION | OPERAND |
|---|---|---|
| 10100000 | 1-line cursor | — |
| 10100001 | 2-line cursor | — |
| 10100010 | 3-line cursor | — |
| 10100011 | 4-line cursor | — |
| 10100100 | 5-line cursor | — |
| 10100101 | 6-line cursor | — |
| 10100110 | 7-line cursor | — |
| 10100111 | 8-line cursor | — |

When cursor display is ON, this command selects the cursor pattern in the range 1 line to 8 lines.

The cursor address is defined by the Cursor Pointer Set command.

1-line cursor 2-line cursor 8-line cursor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

◆◆◆

• Data Auto Read/Write

| CODE | HEX. | FUNCTION | OPERAND |
|---|---|---|---|
| 10110000 | B0H | Set Data Auto Write | – |
| 1011001 | B1H | Set Data Auto Read | – |
| 10110010 | B2H | Auto Reset | – |

The command is convenient for sending a full screen of data from the external display RAM. After setting Auto mode, a Data Write (or Read) command is need not be sent between each datum. A Data Auto Write (or Read) command must be sent after a Set Address Pointer command. After this command, the address pointer is automatically incremented by 1 after each datum. In Auto mode, the T6963C cannot accept any other commands.

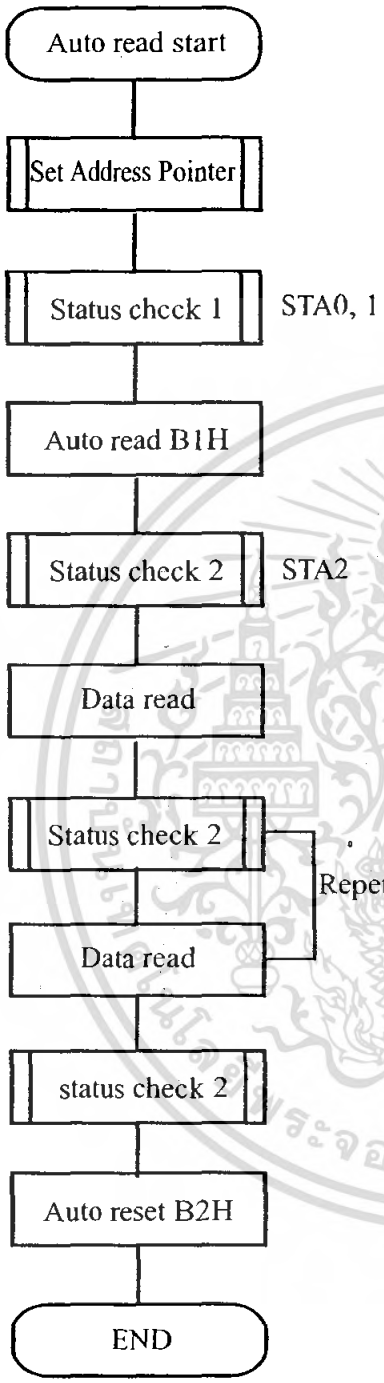
The Auto Reset command must be sent to the T69963C after all data has been sent, to clear Auto mode.

(Note)A Status check for Auto mode

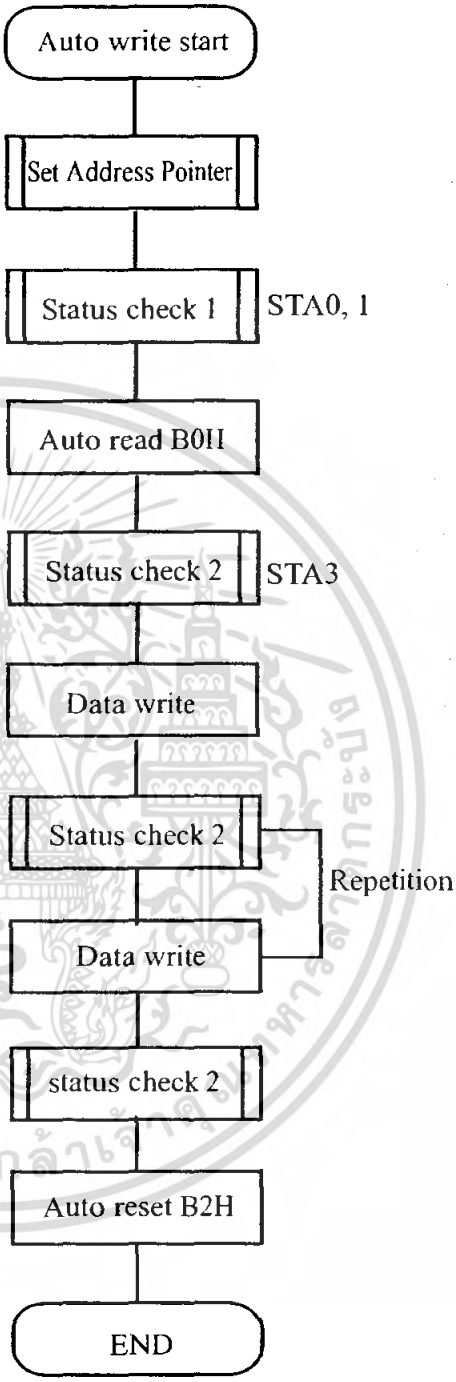
(STA2, STA3 should be checked between sending of each datum. Auto Reset should be performed after checking STA3=1 (STA2=1.) Refer to the following flowchart.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

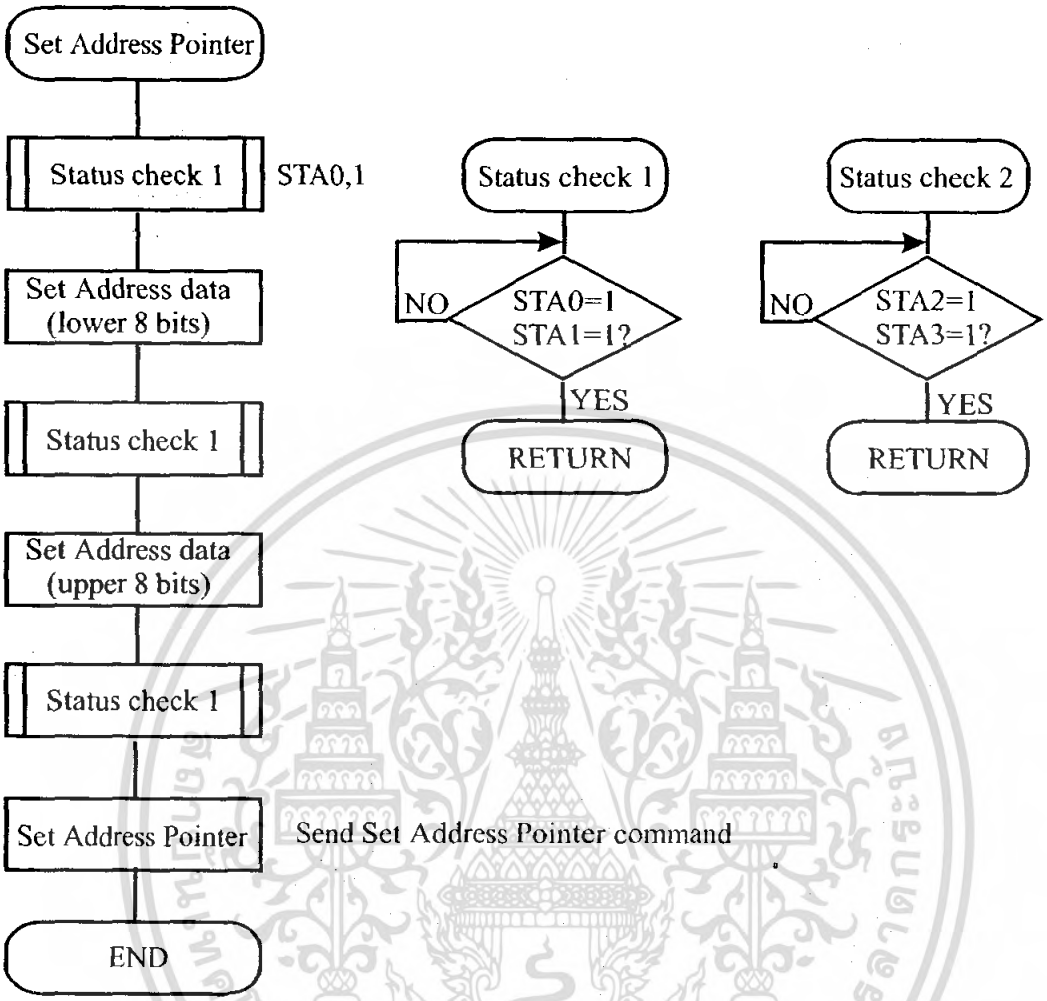
a)Auto Read mode




b)Auto Write mode




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

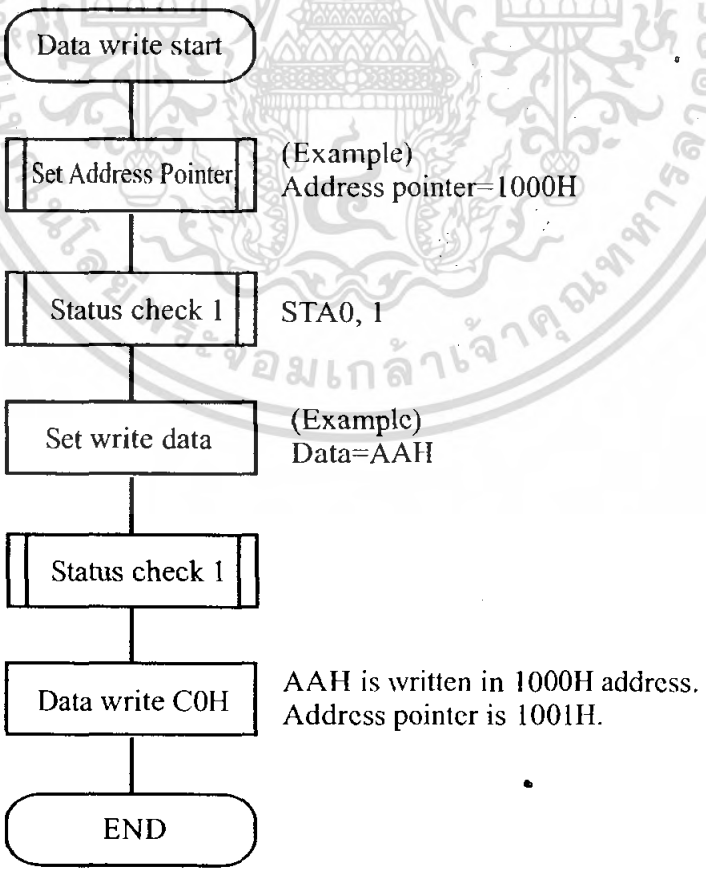
• Date Read/Write

| CODE | HEX. | FUNCTION | OPERAND |
|---|---|---|---|
| 11000000 | C0H | Data Write and Increment ADP | Data |
| 11000001 | C1H | Data Read and Increment ADP | — |
| 11000010 | C2H | Data Write and Decrement ADP | Data |
| 11000011 | C3H | Data Read and Decrement ADP | — |
| 11000100 | C4H | Data Write and Nonvariable ADP | Data |
| 11000101 | C5H | Data Read and Nonvariable ADP | — |

This command is used for writing data from the MPU to external display RAM, and reading data from external display RAM to the MPU. Data Write/Data Read should be executed after setting address using Set Address Pointer command. The address pointer can be automatically incremented or decremented using this command.

(Note)This command is necessary for each 1-byte datum.

Refer to the following flowchart.

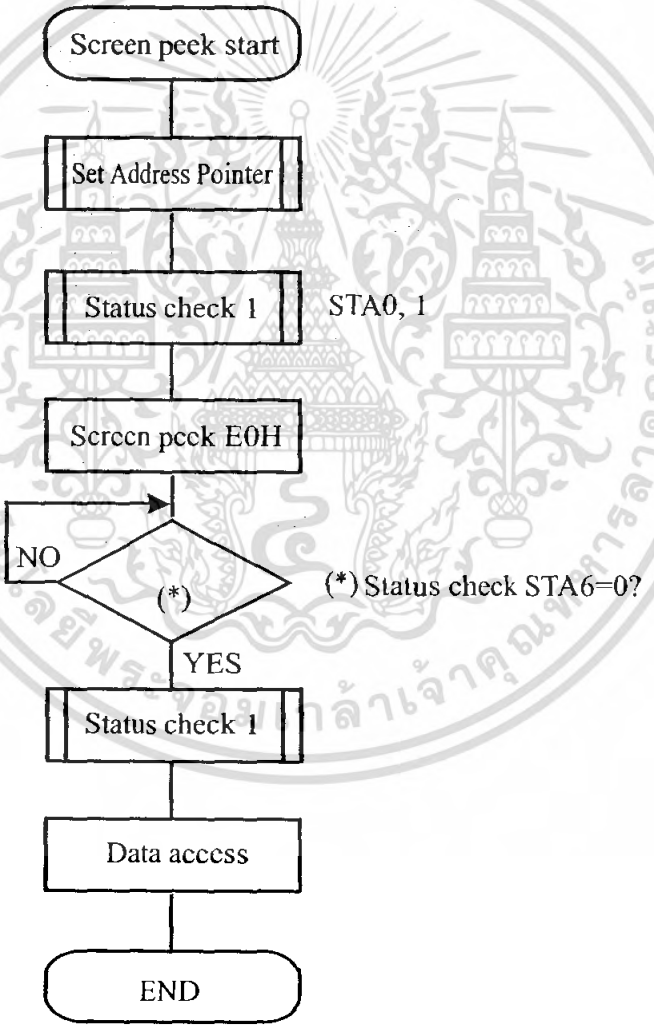



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Screen Peek

| CODE | HEX. | FUNCTION | OPERAND |
|---|---|---|---|
| 11100000 | E0H | Screen Peek | – e |

This command is used to transfer 1 byte of displayed data to the data stack; this byte can then be read from the MPU by data access. The logical combination of text and graphic display data on the LCD screen can be read by this command.
The status (STA6) should be checked just after the Screen Peek command. If the address determined by the Set Address Pointer command is not in the graphic area, this commands is ignored and a status flag (STA6) is set.
Refer to the following flowchart.



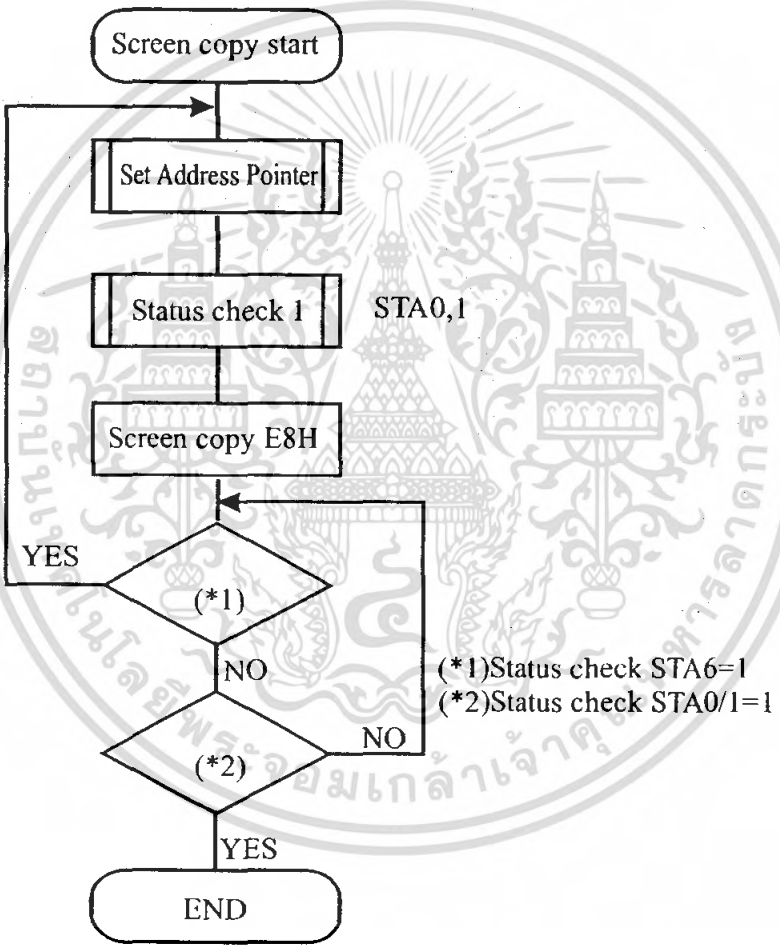

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• Screen Copy

| CODE | HEX. | FUNCTION | OPERAND |
|---|---|---|---|
| 11101000 | E8H | Screen Copy | — |

This command copies a single raster line of data to the graphic area.
The start point must be set using the Set Address Pointer command.
(Note 1) If the attribute function is being used, this command is not available.
(With Attribute data is graphic area data.)

Refer to the following flowchart.




• Bit Set/Reset

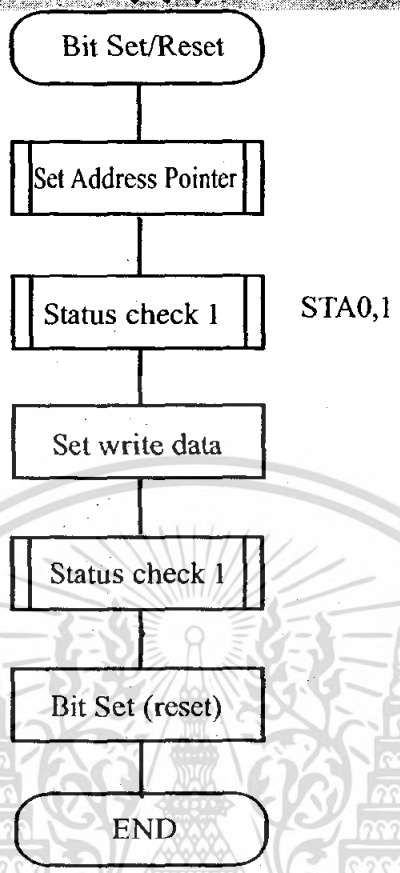
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| CODE | FUNCTION | OPERAND |
|---|---|---|
| 11110xxx | Bit Reset | – |
| 11111xxx | Bit Set | – |
| 1111x000 | Bit 0 (LSB) | – |
| 1111x001 | Bit 1 | – |
| 1111x010 | Bit 2 | – |
| 1111x011 | Bit 3 | – |
| 1111x100 | Bit 4 | – |
| 1111x101 | Bit 5 | – |
| 1111x110 | Bit 6 | – |
| 1111x111 | Bit 7 (MSB) | – |

X:invalid

This command use to set or reset a bit of the byte specified by the address pointer.
Only one bit can be set/reset at a time.
Refer to the following flowchart.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11-3.3 Character code

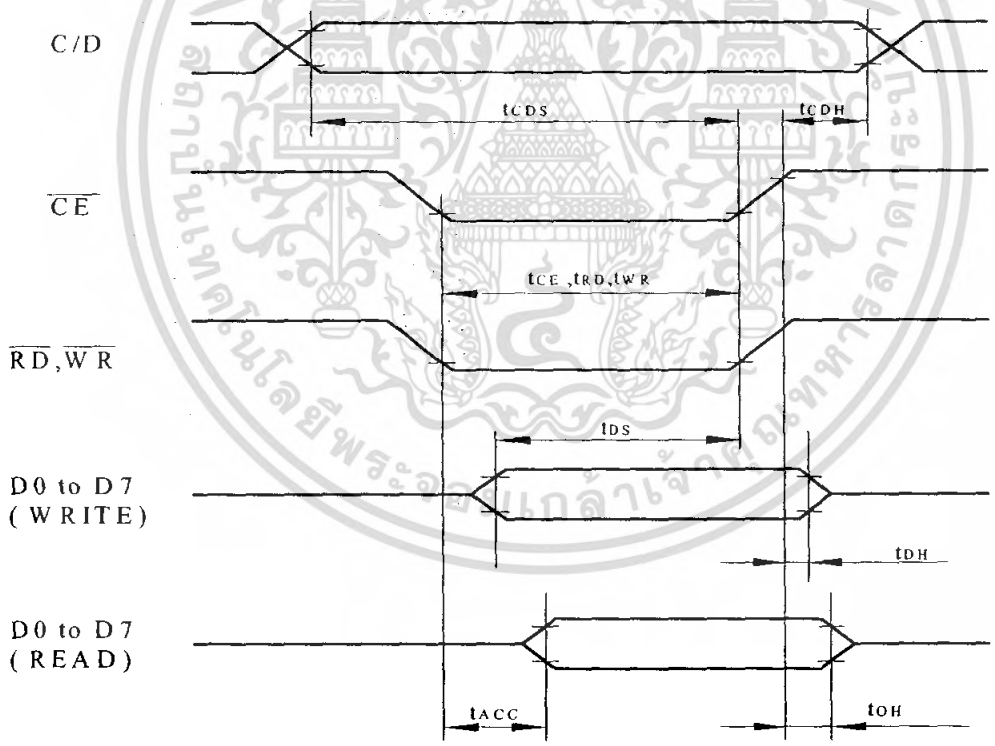
| Upper 4 bit / Lower 4 bit | LLLL | LLLH | LLHL | LLHH | LHLL | LHLH | LHHL | LHHH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LLLL | | | | | | | | |
| LLLH | | | | | | | | |
| LLHL | | | | | | | | |
| LLHH | | | | | | | | |
| LHLL | | | | | | | | |
| LHLH | | | | | | | | |
| LHHL | | | | | | | | |
| LHHH | | | | | | | | |
| HLLL | | | | | | | | |
| HLLH | | | | | | | | |
| HLHL | | | | | | | | |
| HLHH | | | | | | | | |
| HHLL | | | | | | | | |
| HHLH | | | | | | | | |
| HHHL | | | | | | | | |
| HHHH | | | | | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11-3.4. Timing characteristics

Bus Timing ( Vss= 0 V , Vdd = 5 V )

| Item | Symbol | Min | Typ | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|---|
| C/D Set-up Time | tCDS | 100 | – | – | ns |
| C/D Hold Time | tCDH | 10 | – | – | ns |
| CE,RD,WR Pulse Width | tCDS,tRD,tWR | 80 | – | – | ns |
| Data Set-up Time | tDS | 80 | – | – | ns |
| Data Hold Time | tDH | 40 | – | – | ns |
| Access Time | tACC | – | – | 150 | ns |
| Output Hold Time | tOH | 10 | – | 50 | ns |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APLUS INTEGRATED CIRCUITS INC.

# APR9600

## Single-Chip Voice Recording & Playback Device
## 60-Second Duration

### Features

- Single-chip, high-quality voice recording & playback solution
  - No external ICs required
  - Minimum external components
- Non-volatile Flash memory technology
  - No battery backup required
- User-Selectable messaging options
  - Random access of multiple fixed-duration messages
  - Sequential access of multiple variable-duration messages
- User-friendly, easy-to-use operation
  - Programming & development systems not required
  - Level-activated recording & edge-activated play back switches
- Low power consumption
  - Operating current: 25 mA typical
  - Standby current: 1 uA typical
  - Automatic power-down
- Chip Enable pin for simple message expansion

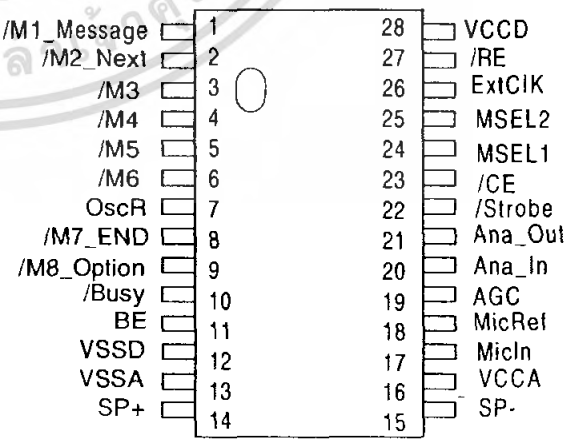
### General Description

The APR9600 device offers true single-chip voice recording, non-volatile storage, and playback capability for 40 to 60 seconds. The device supports both random and sequential access of multiple messages. Sample rates are user-selectable, allowing designers to customize their design for unique quality and storage time needs. Integrated output amplifier, microphone amplifier, and AGC circuits greatly mplify system design. the device is ideal for use in portable voice recorders, toys, and many other consumer and industrial applications.

APLUS integrated achieves these high levels of storage capability by using its proprietary analog/multilevel storage technology implemented in an advanced Flash non-volatile memory process, where each memory cell can store 256 voltage levels. This technology enables the APR9600 device to reproduce voice signals in their natural form. It eliminates the need for encoding and compression, which often introduce distortion.

### Pinout Diagram

**Figure 1 APR9600 Pinout Diagram**



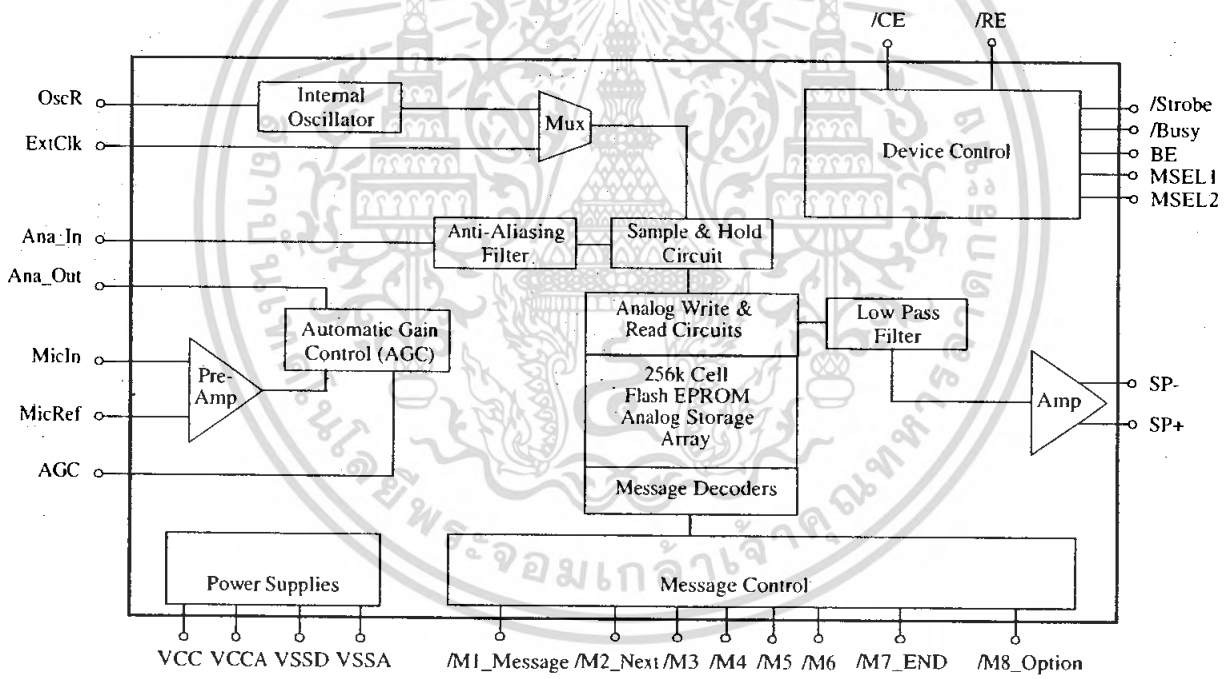



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Functional Description

The APR9600 block diagram is included in order to give understanding of the APR9600 internal architecture. At the left hand side of the diagram are the analog inputs. A differential microphone amplifier, including integrated AGC, is included on-chip for applications requiring its use. The amplified microphone signal is fed into the device by connecting the Ana_Out pin to the Ana_In pin through an external DC blocking capacitor. Recording can be fed directly into the Ana_In pin through a DC blocking capacitor, however, the connection between Ana_In and Ana_Out is still required for playback. The next block encountered by the input signal is the internal anti-aliasing filter. The filter automatically adjusts its response according to the sampling frequency selected so Shannon's Sampling Theorem is satisfied. After anti-aliasing filtering is accomplished the signal is ready to be clocked into the memory array. This storage is accomplished through a combination of the Sample and Hold circuit and the Analog Write/Read circuit. These circuits are clocked by either the Internal Oscillator or an external clock source. When playback is desired the previously stored recording is retrieved from memory, low pass filtered, and amplified as shown on the right hand side of the diagram. The signal can be heard by connecting a speaker to the SP+ and SP- pins. Chip-wide management is accomplished through the device control block shown in the upper right hand corner. Message management is controlled through the message control block represented in the lower center of the block diagram. More detail on actual device application can be found in the *Sample Applications* section. More detail on sampling control can be found in the *Sample Rate and Voice Quality* section. More detail on message management and device control can be found in the *Message Management* section.

**Figure 2 APR9600 Block Diagram**






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Message Management

### Message Management General Description

Playback and record operations are managed by on chip circuitry. There are several available messaging modes depending upon desired operation. These message modes determine message management style, message length, and external parts count. Therefore, the designer must select the appropriate operating mode *before* beginning the design. Operating modes do *not* affect voice quality; for information on factors affecting quality refer to the *Sampling Rate & Voice Quality* section.

The device supports three message management modes (defined by the MSEL1, MSEL2 and /M8_Option pins shown in Figures 1 and 2):

- Random access mode with 2, 4, or 8 fixed-duration messages
- Tape mode, with multiple variable-duration messages, provides two options:
  - Auto rewind
  - Normal

Modes cannot be mixed. Switching of modes after the device has recorded an initial message is not recommended. If modes are switched after an initial recording has been made some unpredictable message fragments from the previous mode may remain present, and be audible on playback, in the new mode. These fragments will disappear after a record operation in the newly selected mode. Table 1 defines the decoding necessary to choose the desired mode.

An important feature of the APR9600 message management capabilities is the ability to audibly prompt the user to changes in the device's status through the use of "beeps" superimposed on the device's output. This feature is enabled by asserting a logic high level on the BE pin.

**Table 1**

| Mode | MSEL1 | MSEL2 | /M8_Option |
|---|---|---|---|
| Random Access 2 fixed duration messages | 0 | 1 | Pull this pin to VCC through 100K resistor |
| Random Access 4 fixed duration messages | 1 | 0 | Pull this pin to VCC through 100K resistor |
| Random Access 8 fixed duration messages | 1 | 1 | Becomes the /M8 message trigger input pin |
| Tape mode, Normal operation | 0 | 0 | 0 |
| Tape mode, Auto rewind operation | 0 | 0 | 1 |

### Random Access Mode

Random access mode supports 2, 4, or 8 messages segments of fixed duration. As suggested recording or playback can be made randomly in any of the selected messages. The length of each message segment is the total recording length available (as defined by the selected sampling rate) divided by the total number of segments enabled (as decoded in Table1). Random access mode provides easy indexing to message segments.

#### *Functional Description of Recording in Random Access Mode*

On power up, the device is ready to record or play back, in any of the enabled message segments. To record, /CE must be set low to enable the device and /RE must be set low to enable recording. You initiate recording by applying a low level on the message trigger pin that represents the message segment you intend to use. The message trigger pins are labeled /M1_Message - /M8_Option on pins 1-9 (excluding pin 7) for message segments 1-8 respectively.

**Note:** Message trigger pins /M1_Message, /M2_Next, /M7_END, and /M8_Option, have expanded names to represent the different functionality that these pins assume in the other modes. In random access mode these pins should be considered purely message trigger pins with the same functionality as /M3, /M4, /M5, and /M6. For a more thorough explanation of the functionality of device pins in different modes please refer to the pin description table that appears later in this document.

When actual recording begins the device responds with a single beep (if the BE pin is high to enable the beep tone) at the speaker outputs to indicate that it has started recording. Recording continues as long as the message pin stays low. The rising edge of the same message trigger pin during record stops the recording operation (indicated with a single beep).

If the message trigger pin is held low beyond the end of the maximum allocated duration, recording stops automatically (indicated with two beeps), regardless of the state of the message trigger pin. The chip then enters low-power mode until the message trigger pin returns high. After the message trigger pin returns to high, the chip enters standby mode. Any subsequent high to low transition on the same message trigger pin will initiate recording from the beginning of the same



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

message segment. The entire previous message is then overwritten by the new message, regardless of the duration of the new message. Transitions on any other message trigger pin or the /RE pin during the record operation are ignored until *after* the device enters standby mode.

***Functional Description of Playback in Random Access Mode***

On power up, the device is ready to record or playback, in any of the enabled message segments. To playback, /CE must be set low to enable the device and /RE must be set high to disable recording & enable playback. You initiate playback by applying a high to low edge on the message trigger pin that representing the message segment you intend to playback. Playback will continue until the end of the message is reached. If a high to low edge occurs on the *same* message trigger pin during playback, playback of the current message stops immediately.

If a different message trigger pin pulses during playback, playback of the current message stops immediately (indicated by one beep) and playback of the new message segment begins. A delay equal to 8,400 cycles of the sample clock will be encountered before the device starts playing the new message.

If a message trigger pin is held low, the selected message is played back repeatedly as long as the trigger pin stays low. A period of silence, of a duration equal to 8,400 cycles of the sampling clock, will be inserted during looping as an indicator to the user of the transition between the end and the beginning of the message.

**Tape Mode**

Tape mode manages messages sequentially much like traditional cassette tape recorders. Within tape mode two options exist, auto rewind and normal. Auto rewind mode configures the device to automatically rewind to the beginning of the message immediately following recording or playback of the message. In tape mode, using either option, messages must be recorded or played back sequentially, much like a traditional cassette tape recorder.

***Function Description Recording in Tape Mode using the Normal Option***

On power up, the device is ready to record or play back, starting at the first address in the memory array. To record, /CE must be set low to enable the device and /RE must be set low to enable recording. A falling edge of the /M1_Message pin initiates voice recording (indicated by one beep). A subsequent rising edge of the /M1_Message pin during recording stops the recording (also indicated by one beep). If the /M1_Message pin is held low beyond the end of the available memory, recording will stop automatically (indicated by two beeps). The device will then assert a logic low on the /M7_END pin for a duration equal to 1600 cycles of the sample clock, regardless of the state of the /M1_Message pin.

The device returns to standby mode when the /M1_Message pin goes high again.

After recording is finished the device will automatically rewind to the beginning of the most recently recorded message and wait for the next user input. The auto rewind function is convenient because it allows the user to immediately playback and review the message without the need to rewind. However, caution must be practiced because a subsequent record operation will overwrite the last recorded message unless the user remembers to pulse the /M2_Next pin in order to increment the device past the current message.

A subsequent falling edge on the /M1_Message pin starts a new record operation, overwriting the previously existing message. You can preserve the previously recorded message by using the /M2_Next input to initiate recording in the next available message segment. To perform this function, the /M2_Next pin must be pulled low for at least 400 cycles of the sample clock.

The auto rewind mode allows the user to record over the previous message simply by initiating a record sequence without first toggling the /M2_Next pin. To record over any other message however requires a different sequence. You must pulse the /CE pin low once to rewind the device to the beginning of the voice memory.The /M2_Next pin must then be pulsed low for the specified number of times to move to the start of the message you wish to overwrite. Upon arriving at the desired message a record sequence can be initiated to overwrite the previously recorded material. After you overwrite the message it becomes the last available message and all previously recorded messages following this message become inaccessible. If during a record operation all the available memory is used the device will stop recording automatically, (double beep) and set the /M7_END pin low for a duration equal to 1600 cycles of the sample clock. Playback can be initiated on this last message, but pulsing the /M2_Next pin will put the device into an "overflow state".

Once the device enters an overflow state any subsequent pulsing of /M1_Message or /M2_Next will only result in a double beep and setting of the /M7_END pin low for a duration equal to 400 cycles of the sample clock. To proceed from this state the user must rewind the device to the beginning of the memory array. This can be accomplished by toggling the /CE pin low or cycling power. All inputs, except the /CE pin, are ignored during recording.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***Function Description of Playback in Tape Mode using the Normal Option***

On power-up, the device is ready to record or play back, starting at the first address in the memory array. Before you can begin playback, the /CE input must be set to low to enable the device and /RE must be set to high to disable recording and enable playback. The first high to low going pulse of the /M1_Message pin initiates playback from the beginning of the current message; on power up the first message is the current message. When the /M1_Message pin pulses low the second time, playback of the current message stops immediately. When the /M1_Message pin pulses low a third time, playback of the current message starts again from its beginning. If you hold the /M1_Message pin low continuously the same message will play continuously in a looping fashion. A 1,530 ms period of silence is inserted during looping as an indicator to the user of the transition between the beginning and end of the message.

Note that in auto rewind mode the device always rewinds to the beginning of the current message. To listen to a subsequent message the device must be fast forwarded past the current message to the next message. This function is accomplished by toggling the /M2_Next pin from high to low. The pulse must be low for least 400 cycles of the sampling clock. After the device is incremented to the desired message the user can initiate playback of the message with the playback sequence described above. A special case exists when the /M2_Next pin goes low during playback. Playback of the current message will stop, the device will beep, advance to the next message and initiate playback of the next message. (Note that if /M2_Next goes low when not in playback mode, the device will prepare to play the next message, but will not actually initiate playback).

If the /CE pin goes low during playback, playback of the current message will stop, the device will beep, reset to the beginning of the first message, and wait for a subsequent playback command.

When you reach the end of the memory array, any subsequent pulsing of /M1_Message or /M2_Next will only result in a double beep. To proceed from this state the user must rewind the device to the beginning of the memory array. This can be accomplished by toggling the /CE pin low or cycling power.

***Functional Description of Recording in Tape Mode using Auto Rewind Option***

On power-up, the device is ready to record or play back, starting at the first address in the memory array. Before you can begin recording, the /CE input must be set to low to enable the device and /RE must be set to low to enable recording. On a falling edge of the /M1_Message pin the device will beep once and initiate recording. A subsequent rising edge on the /M1_Message pin will stop recording and insert a single beep. If the /M1_Message pin is held low beyond the end of the available memory, recording stops automatically, and two beeps are inserted; regardless of the state of the /M1_Message pin. The device returns to the standby mode when the /M1_Message pin is returned high.

A subsequent falling edge on the /M1_Message pin starts a new record operation in the memory array immediately following the last recorded message, thus preserving the last recorded message.

To record over all previous messages you must pulse the /CE pin low once to reset the device to the beginning of the first message. You can then initiate a record sequence, as described above, to record a new message. The most recently recorded message will become the last recorded message and all previously recorded messages following this message will become inaccessible.

If you wish to preserve any current messages it is recommend that Auto Rewind option be used instead of Normal option. If Normal option is necessary the following sequence can be used. To preserve current messages you must fast forward past the messages you want to keep before you can record a new message. To fast forward when using the Normal option you must switch to play mode and listen to messages sequentially until you arrive at the beginning of the message you wish to overwrite. At this stage you should switch back to record mode and overwrite the desired message. The most recently recorded message will become the last recorded message and all previously recorded messages following this message will become inaccessible. All inputs, except /CE are ignored during recording.

***Functional Description of Playback in Tape Mode using Auto Rewind Option***

On power-up, or after a low to high transition on /RE the device is ready to record or play back starting at the first address in the memory array. Before you can begin playback of messages, the /CE input must be set to low to enable the device and /RE must be set to high to enable playback. The first high to low going pulse of the /M1_Message pin initiates playback from the beginning of the current message. When the /M1_Message pin pulses from high to low a second time, playback of the current message stops immediately. When the /M1_Message pin pulses from high to low a third time, playback of the next message starts again from the beginning. If you hold the /M1_Message pin low continuously, the current message and subsequent messages play until the one of the following conditions is met: the end of the memory array is reached, the last message is reached, the /M1_message pin is released. If the last recorded message has already played, any further transitions on the /M1_Message pin will initiate a double beep for warning and the /M7_END pin will go low. To exit this state you must pulse the /CE pin low once during standby to reset the pointer to the beginning of the first message.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Microprocessor Controlled Message Management

The APR9600 device incorporates several features designed to help simplify microprocessor controlled message management. When controlling messages the microprocessor essentially toggles pins as described in the message management sections describe previously. The /Busy, /Strobe, and /M7_END pins are included to simplify handshaking between the microprocessor and the APR9600

The /Busy pin when low indicates to the host processor that the device is busy and that no commands can be currently accepted. When this pin is high the device is ready to accept and execute commands from the host.

The /Strobe pin pulses low each time a memory segments is used. Counting pulses on this pin enables the host processor to accurately determine how much recording time has been used, and how much recording time remains. The APR9600 has a total of eighty memory segments.

The /M7_END pin is used as an indicator that the device has stopped its current record or playback operation. During recording a low going pulse indicates that all memory has been used. During playback a low pulse indicates that the last message has played.

Microprocessor control can also be used to link several APR9600 devices together in order to increase total available recording time. In this application both the speaker and microphone signals can be connected in parallel. The microprocessor will then control which device currently drives the speaker by enabling or disabling each device using their respective /CE pins. A continuous message can not be recorded in multiple devices however because the transition from one device to the next will incur a delay that is noticeable upon playback. For this reason it is recommended that message boundaries and device boundaries always coincide.

### Signal Storage

The APR9600 samples incoming voice signals and stores the instantaneous voltage samples in non-volatile FLASH memory cells. Each memory cell can support voltage ranges from 0 to 256 levels. These 256 discrete voltage levels are the equivalent of 8-bit ($2^8$=256) binary encoded values. During playback the stored signals are retrieved from memory, smoothed to form a continuous signal, and then amplified before being fed to an external speaker.

### Sampling Rate & Voice Quality

According to the Shannon's sampling theorem, the highest possible frequency component introduced to the input of a sampling system must be equal to or less than half the sampling frequency if aliasing errors are to be eliminated. The APR9600 automatically filters its input, based on the selected sampling frequency, to meet this requirement.

Higher sampling rates increase the bandwidth and hence the voice quality, but they also use more memory cells for the same length of recording time. Lower sampling rates use fewer memory cells and effectively increase the duration capabilities of the device, but they also reduce incoming signal bandwidth. The APR9600 accommodates sampling rates as high as 8 kHz and as low a 4 kHz. You can control the quality/duration trade off by controlling the sampling frequency.

An internal oscillator provides the APR9600 sampling clock. Oscillator frequency can be changed by changing the resistance from the OscR pin to GND. Table 2 summarizes resistance values and the corresponding sampling frequencies, as well as the resulting input bandwidth and duration.

**Table 2 Reference Rosc Value & Sampling Frequency**

| Ref Rosc | Sampling Frequency | Input Bandwidth | Duration |
|---|---|---|---|
| 84 K | 4.2 kHz | 2.1 kHz | 60 sec |
| 38 K | 6.4 kHz | 3.2 kHz | 40 sec |
| 24 K | 8.0 kHz | 4.0 kHz | 32 sec |

NOTICE: Rosc table above is for reference only,different lots ICs will have somewhat different Rosc value performance..



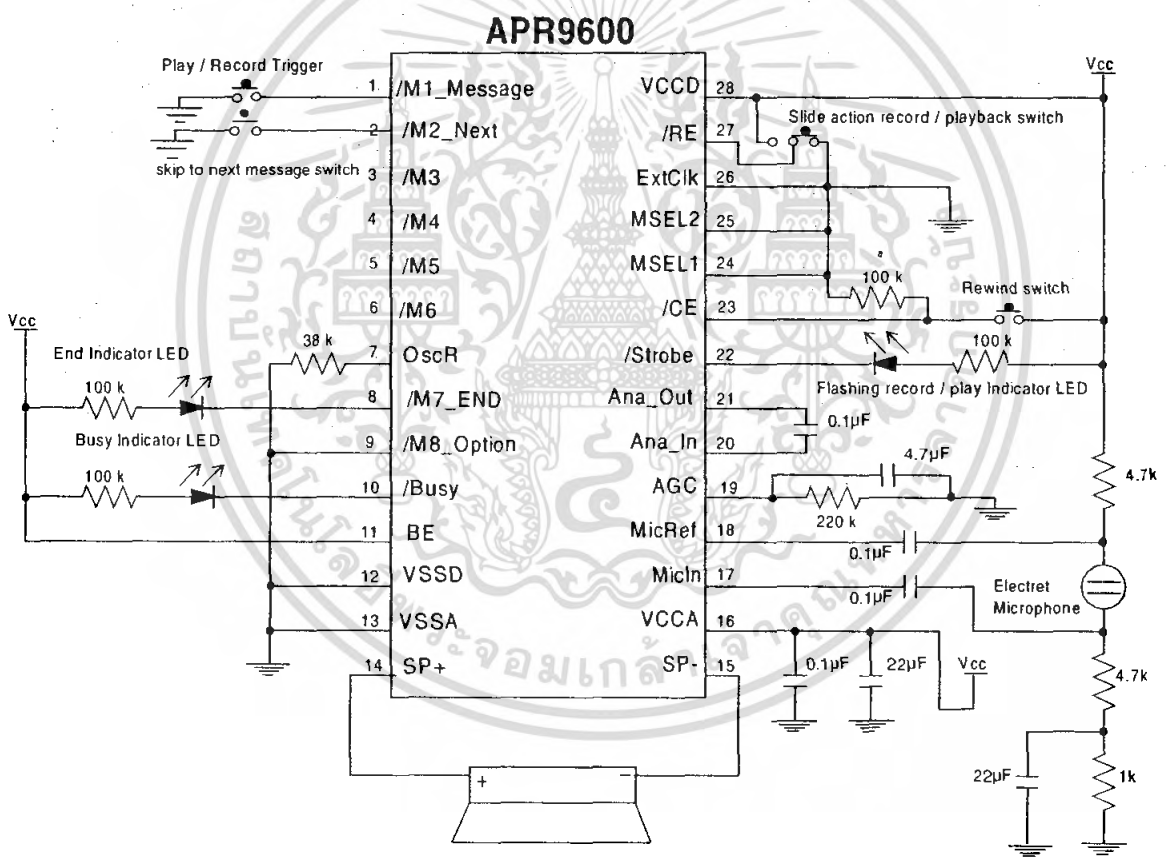
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Sampling Application

The following reference schematics are included as examples on how a recording system might be designed. Each reference schematic shows the device incorporated in one of its' three main modes, Random Access, Tape mode - Normal option, and Tape mode - Auto Rewind option. Note that in several of the applications either one or all of the /Busy, /Strobe, or /M7_END pins are connected to LEDs as indicators of device status. This is possible because all of these pins and signals were designed to have timing compatible with both microprocessor interface and manual LED indication. Figure 3 shows the device configured in tape mode, normal operation. This mode is the minimal part count application of the APR9600 Sampling rate is determined by the resistor value on pin 7 (OscR). The RC network on pin 19 sets the AGC "attack time".

A bias must be applied to the electret microphone in order to power its built in circuitry. The ground return of this bias network is connected to the normally open side of the record push button. This configuration gates power to microphone so that it is biased only during recording. This configuration saves power when not recording by shutting off power to the electret microphone. Both pins 18 and 19, MicIn and MicRef, must be AC couple to the microphone network in order to block the DC biasing voltage.

**Figure 3 Tape Mode, Normal Option**

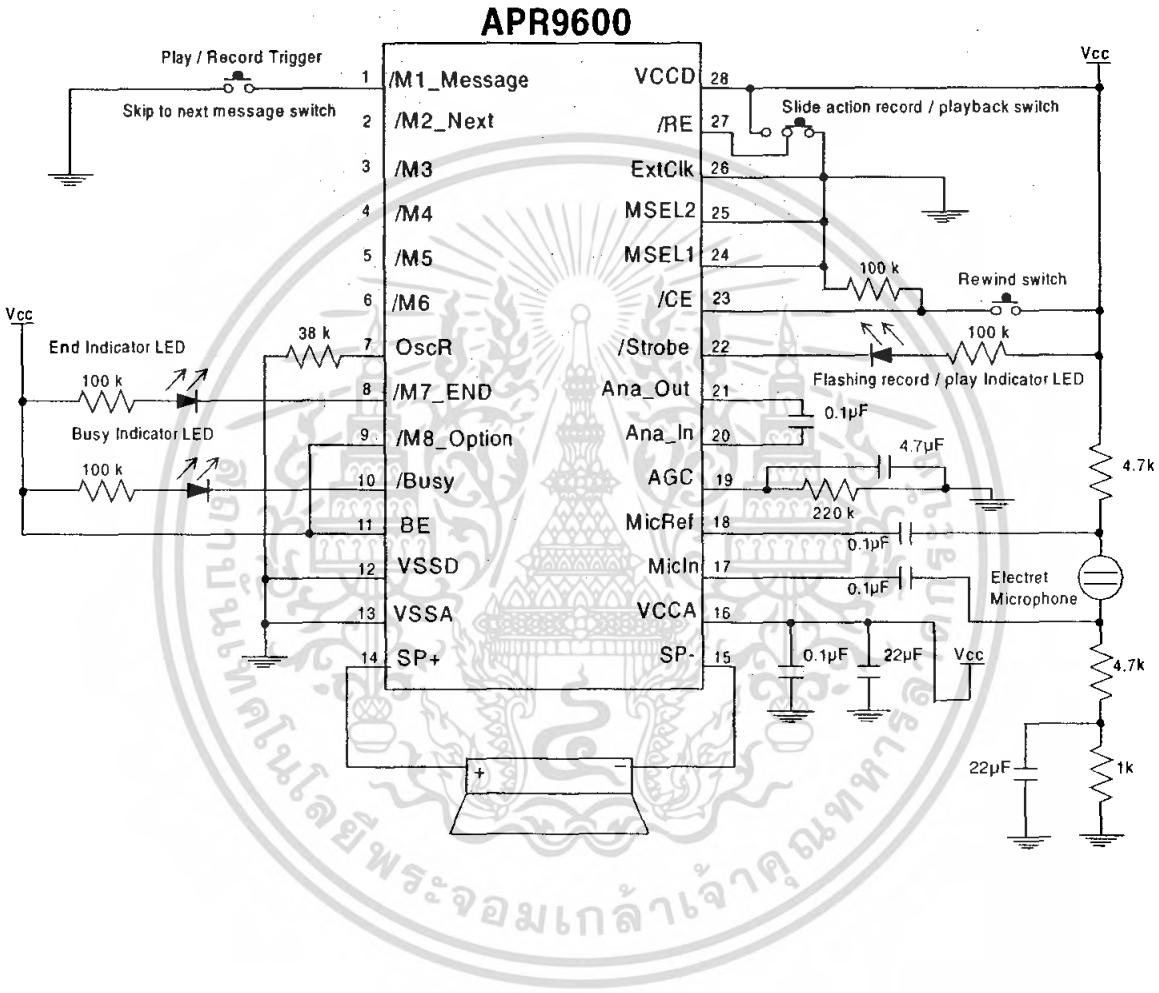





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4 shows the device configured in tape mode, using the auto rewind option. Auto rewind is convenient for systems designed to store multiple messages. Auto rewind option does slightly increase parts count above that required for normal option The Busy pin, /Strobe, and /M7_END are again connected to LEDs to offer indication to the user of device status.

**Figure 4 Tape Mode, Auto Rewind Option**

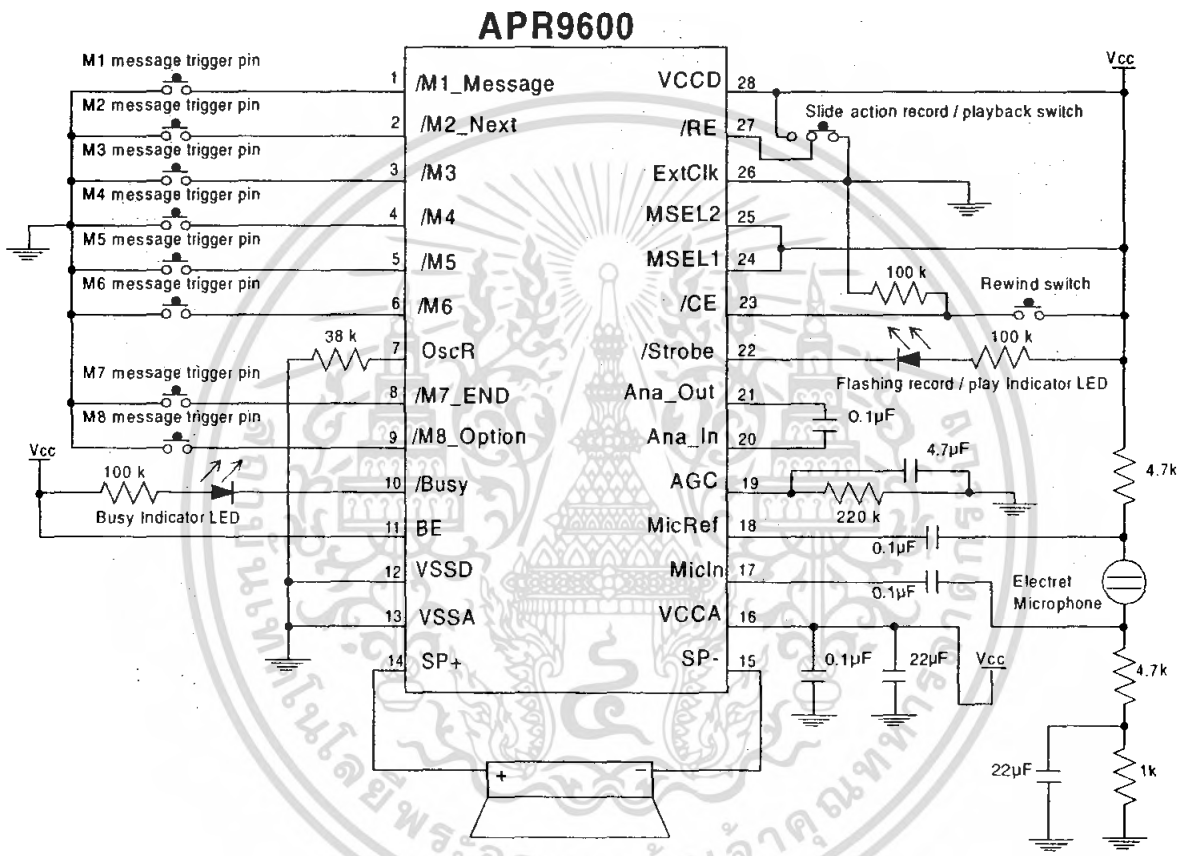





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 5 shows the device configured in random access mode. The device is using eight message segments, the maximum available, in this mode. Note that message trigger pins that are not used, for modes with less than eight segments, can be left unconnected with the exception of pin /M8_Option which should be pulled to VCC through a 100k resistor

**Figure 5 Random Access Mode**






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Pin Descriptions

**Table 1**

| Pin Name | Pin No. | Functionality In Random Access Mode | Functionality in Tape Mode | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Normal Option | Auto Rewind Option |
| /M1_Messsage | 1 | Message 1: This pin forces a jump to message 1 for either recording or playback. | Message: A low edge on this pin plays or records the next message. | Message: A low edge on this pin plays or records the current message. |
| /M2_Next | 2 | Message 2: This pin forces a jump to message 2 for either recording or playback. | Next Message: This active low input pin forces a skip to the next message for either playback or recording | This pin should be left unconnected when the device is used in this mode. |
| /M3 | 3 | Message 3: This pin forces a jump to message 3 for either recording or playback. | This pin should be left unconnected when the device is used in this mode. | This pin should be left unconnected when the device is used in this mode. |
| /M4 | 4 | Message 4: This pin forces a jump to message 4 for either recording or playback | This pin should be left unconnected when the device is used in this mode. | This pin should be left unconnected when the device is used in this mode. |
| /M5 | 5 | Message 5: This pin forces a jump to message 5 for either recording or playback. | This pin should be left unconnected when the device is used in this mode. | This pin should be left unconnected when the device is used in this mode. |
| /M6 | 6 | Message 6: This pin forces a jump to message 6 for either recording or playback. | This pin should be left unconnected when the device is used in this mode. | This pin should be left unconnected when the device is used in this mode. |
| OscR | 7 | Oscillator Resistor: this input allows an external resistor to be connected to the tank circuit of the internal oscillator. Refer to table X for a list of resistors and their resultant sampling rates. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| /M7_END | 8 | Message 7: This pin forces a jump to message 7 for either recording or playback. | During playback a low level on this pin indicates that all recorded messages have been played. During recording a low level on this pin indicates that the end of the memory array was reached. | During playback a low level on this pin indicates that all recorded messages have been played. During recording a low level on this pin indicates that the end of the memory array was reached. |
| /M8_Option | 9 | Message 8: This pin forces a jump to message 8 for either recording or playback. | Option: This pin in conjunction with MSEL1 and MSEL2 sets record and playback operating mode. Consult table 1 for decoding information. | MSEL1 and MSEL2 sets record and playback operating mode. Consult table 1 for decoding information. |
| /Busy | 10 | This pin indicates that the device is currently busy performing internal functions and can neither record nor playback at the current time. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| BE | 11 | If this pin is pulled high Beep is enabled. If this pin is pulled low beep is disabled | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| VSSD | 12 | Digital GND Connection: Connect to system ground. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| VSSA | 13 | Analog GND Connection: Connect system ground. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Pin Descriptions**

| Pin Name | Pin No. | Functionality in Random Access Mode | Functionality in Tape Mode | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Normal Option | Auto Rewind Option |
| SP+ | 14 | Positive Output for Speaker Connection: Should be connected to the positive terminal of the output speaker. Total output power is.1 W into 16 ohms. Do not use speaker loads lower than 8 ohms or device damage may result. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| SP- | 15 | Negative Output for Speaker Connection: Should be connected to the negative terminal of the output speaker. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| VCCA | 16 | Analog Positive Power Supply: This connection supplies power for on-chip analog circuitry. Should be connected to the positive supply rail as outlined in the reference schematics. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| MicIn | 17 | Microphone Input: Should be connected to the microphone input as outlined in the reference schematics. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| MicRef | 18 | Microphone GND Reference: Should be connected to the microphone input as outlined in the reference schematics. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| AGC | 19 | Automatic Gain Control Attack Time: The time constant of the RC network connected to this input determines the AGC attack time. The attack time is defined as the delay present before the AGC circuit begins to adjust gain. The values shown in the reference schematics have been optimized for voice applications. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| Ana_In | 20 | Analog In: This pin must be connected to Ana_Out through a 0.1µF Capacitor. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| Ana_Out | 21 | Analog Out: This pin must be connected to Ana_In through a 0.1µF Capacitor. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| /Strobe | 22 | Strobe: This pin indicates programming of each individual recording segment. The falling edge represents the beginning of the sector. The rising edge indicates that the sector is half full. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Pin Descriptions -cont.**

| Pin Name | Pin No. | Functionality in Random Access Mode | Functionality in Tape Mode | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Normal Option | Auto Rewind Option |
| /CE | 23 | Chip Select: A low level on this pin enables the device for operation. Toggling this pin also resets several message management features. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| MSEL1 | 24 | Mode Select1: This pin in conjunction with MSEL2 and /M8_Option sets record and playback operating mode. Consult table 1 for decoding information. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| MSEL2 | 25 | Mode Select2: This pin in conjunction with MSEL1 and /M8_Option sets record and playback operating mode. Consult table 1 for decoding information. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| ExtClk | 26 | External Clock: This clock can be used instead of the internal clock for greater programming control and or accuracy. When using the internal clock this pin should be tied to system GND. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| /RE | 27 | Record Enable: this pin controls whether the device is in write or read mode. Logic level high is read. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |
| VCCD | 28 | Digital Positive Power Supply: This connection supplies power for on-chip digital circuitry. Should be connected to the positive supply rail as outlined in the reference schematics. | Same as Mode 1. | Same as Mode 1. |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Electrical Characteristics

The following tables list Absolute Maximum Ratings, DC Characteristics, and Analog Characteristics for the APR9600 device.

### Absolute Maximum Ratings

| Item | Symbol | Condition | Min | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|---|
| Power Supply voltage | $V_{CC}$ | $T_A$ = 25°C | -0.3 | 6.5 | V |
| Input Voltage | $V_{IN2}$ | $I_{IN}$<20mA | -1.0 | $V_{CC}$ + 1.0 | V |
| Storage Temperature | $T_{STG}$ | - | -65 | 150 | °C |
| Temperature Under Bias | $T_{BS}$ | - | -65 | 125 | °C |
| Lead Temperature | $T_{LD}$ | <10s | -0.3 | 300 | °C |

### DC Characteristics

| Item | Symbol | Condition | Min | Typ | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Power Supply voltage | $V_{CC}$ | $T_A$ = 25°C | 4.5 | 6.0 | 6.5 | V |
| Input High Voltage | $V_{IH}$ | - | 2.0 | - | - | V |
| Input Low Voltage | $V_{IL}$ | - | - | - | 0.8 | V |
| Output High Voltage | $V_{OH}$ | $I_{OH}$=-1.6mA | 2.4 | - | - | V |
| Output Low Voltage | $V_{OL}$ | $I_{OL}$=4.0mA | - | - | 0.45 | V |
| Input Leakage Current | $I_{IH}$ | $V_{IH}$=$V_{CC}$ | - | - | 1.0 | A |
| Input Leakage Current | $I_{IL}$ | $V_{IL}$=$V_{SS}$ | -1.0 | - | - | A |
| Output Tristate Leakage Current | $I_{OZ}$ | $V_{OUT}$=$V_{CC}$ *or* $V_{OUT}$=$V_{ss}$ | -1.0 | - | 1.0 | A |
| Operating Current Consumption | $I_{CC}$ | Internal Clock, No Load | - | 25 | - | mA |
| Standby Current Consumption | $I_{CCS}$ | No Load | - | 1.0 | - | uA |

### Analog Characteristics*

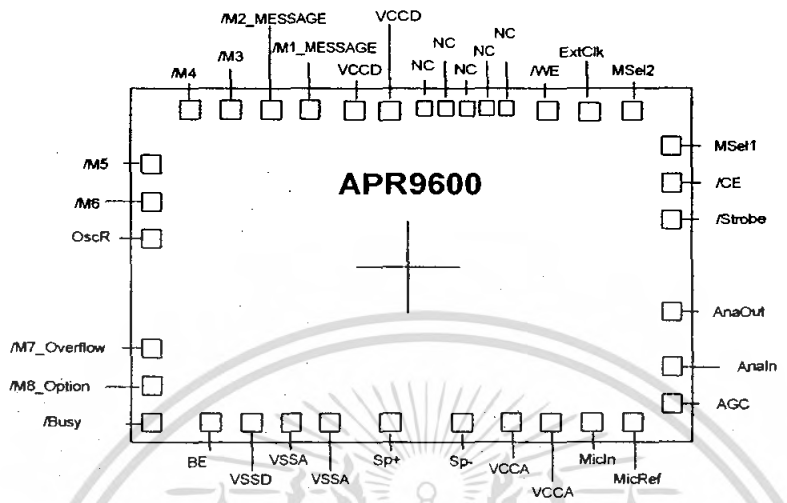
| Item | Symbol | Condition | Min | Typ | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MicIn Input Voltage | $V_{MI}$ | - | - | - | 30 | $mV_{P-P}$ |
| MicIn Input Resistance | $R_{MI}$ | - | - | 15 | - | k |
| MicIn Amp Gain (1) | $G_{MI1}$ | AGC=2.25v | - | 30 | - | dB |
| MicIn Amp Gain (2) | $G_{MI2}$ | AGC=3.8V | - | -2 | - | dB |
| AnaIn Input Voltage | $V_{ANI}$ | - | - | - | 140 | $mV_{P-P}$ |
| AnaIn Input Resistance | $R_{ANI}$ | - | - | 500 | - | k |
| AnaIn Amp Gain | $G_{ANI}$ | AnaIn to SP+/- | - | 10 | - | dB |
| AGC Output Resistance | $R_{AGC}$ | - | - | 225 | - | k |
| Sp+/- Output Power | $P_{SP}$ | $R_{SP+/-}$=16 | - | 12.2 | - | mW |
| Voltage Amplitude across SP+/- | $V_{SP}$ | $R_{SP+/-}$≥16 | - | 1.4 | - | $V_{P-P}$ |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# APLUS INTEGRATED CIRCUITS INC.

## APR9600 Bonding Pad Diagram and Bonding Pad Coordinates




*Notes :*

| | | |
|---|---|---|
| Die Dimensions | X-Axis : 212 +/- 1 mils | X-Axis : 5450 µm |
| | Y-Axis : 176 +/- 1 mils | Y-Axis : 4550 µm |
| Die Thickness | 13.8 +/- 1.0 mils | (350 +/- 25 µm) |
| Pad Opening | 4.3 mils | (110 µm) |

The following table list the bonding pad coordinates for the APR9600 device. NOTE:**All coordinates are with respect to the center of the die (µm).**

| Pin Name | X-Axis | Y-Axis | | Pin Name | X-Axis | Y-Axis |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| /M1_Message | -1075 | 2007 | | MicIn | 1708 | -1969 |
| /M2_Next | -1393 | 2007 | | MicRef | 2064 | -1969 |
| /M3 | -1833 | 2007 | | AGC | 2491 | -1865 |
| /M4 | -2151 | 2007 | | AnaIn | 2491 | -1513 |
| /M5 | -2513 | 1397 | | AnaOut | 2491 | -1013 |
| /M6 | -2513 | 1079 | | /Strobe | 2514 | 696 |
| OscR | -2513 | 617 | | /CE | 2514 | 1182 |
| /M7_Overflow | -2485 | -865 | | MSel1 | 2514 | 1532 |
| /M8_Option | -2485 | -1193 | | MSel2 | 2121 | 2007 |
| /Busy | -2435 | -1987 | | ExtClk | 1592 | 2007 |
| BE | -1953 | -1987 | | /WE | 1088 | 2007 |
| VSSD | -1728 | -2003 | | VCCD | -577 | 2007 |
| VSSA | -1532 | -1976 | | VCCD | -757 | 2007 |
| VSSA | -1337 | -1952 | | | | |
| Sp + | -840 | -1838 | | | | |
| Sp - | 347 | -1838 | | | | |
| VCCA | 844 | -1909 | | | | |
| VCCA | 1066 | -1951 | | | | |



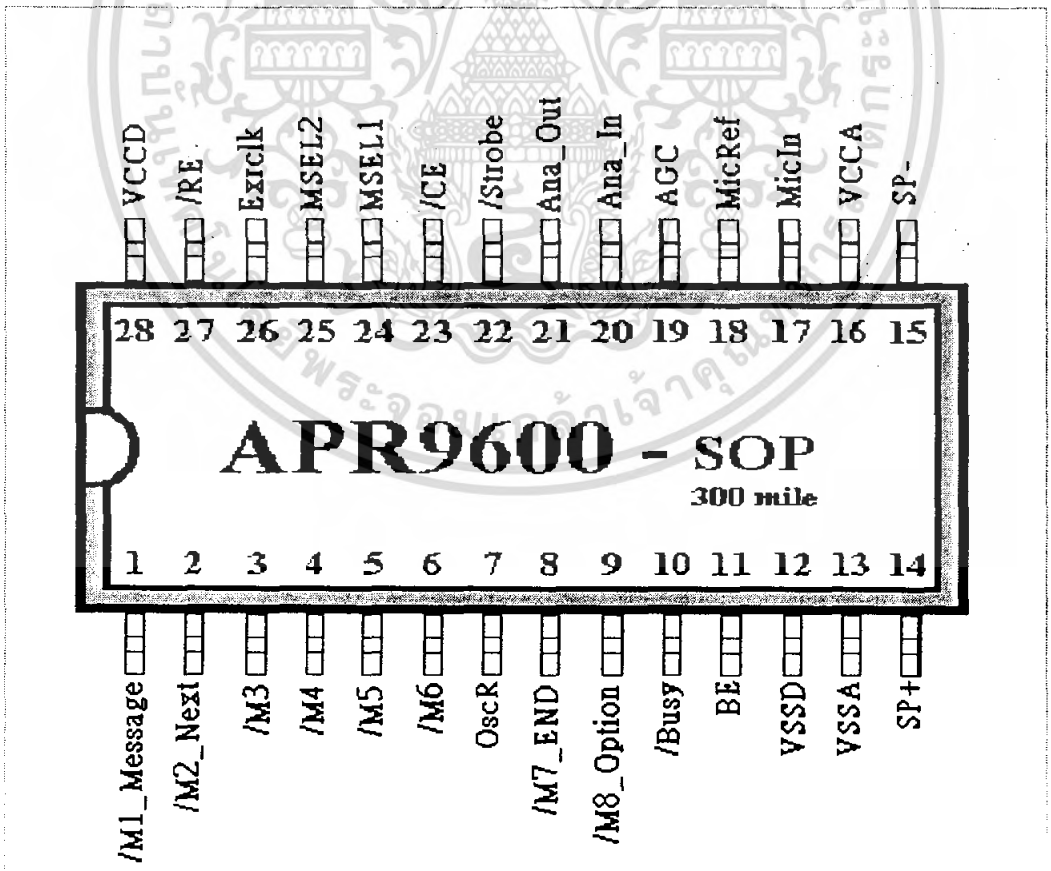
**2002/5/10 mdf**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# *OLD* APR9600 SOP RECORDING VOICE 40" ~ 60"

| MODE | MSEL-1 ( PIN-24 ) | MSEL-2 ( PIN-25 ) | /M8 ( PIN-9 ) |
|---|---|---|---|
| 2 FIXED MESSAGES | 0 | 1 | Pull-high 100KOhm |
| 4 FIXED MESSAGES | 1 | 0 | Pull-high 100KOhm |
| 8 FIXED MESSAGES | 1 | 1 | /M8 trigger pin |
| 1 FIXED MESSAGES | 0 | 0 | 0 |
| TAPE MODE –NEXT | 0 | 0 | 0 |
| TAPE MODE - AUTO | 0 | 0 | 1 |

| Ref. ROSC | Sampling Frequency | Inoput bandwidth | Voice duration |
|---|---|---|---|
| 84 K Ohm | 4.2 KHz | 2.1 KHz | 60 sec. |
| 38 K Ohm | 6.4 KHz | 3.2 KHz | 40 sec. |
| 24 K Ohm | 8.0 KHz | 4.0 KHz | 32 sec. |

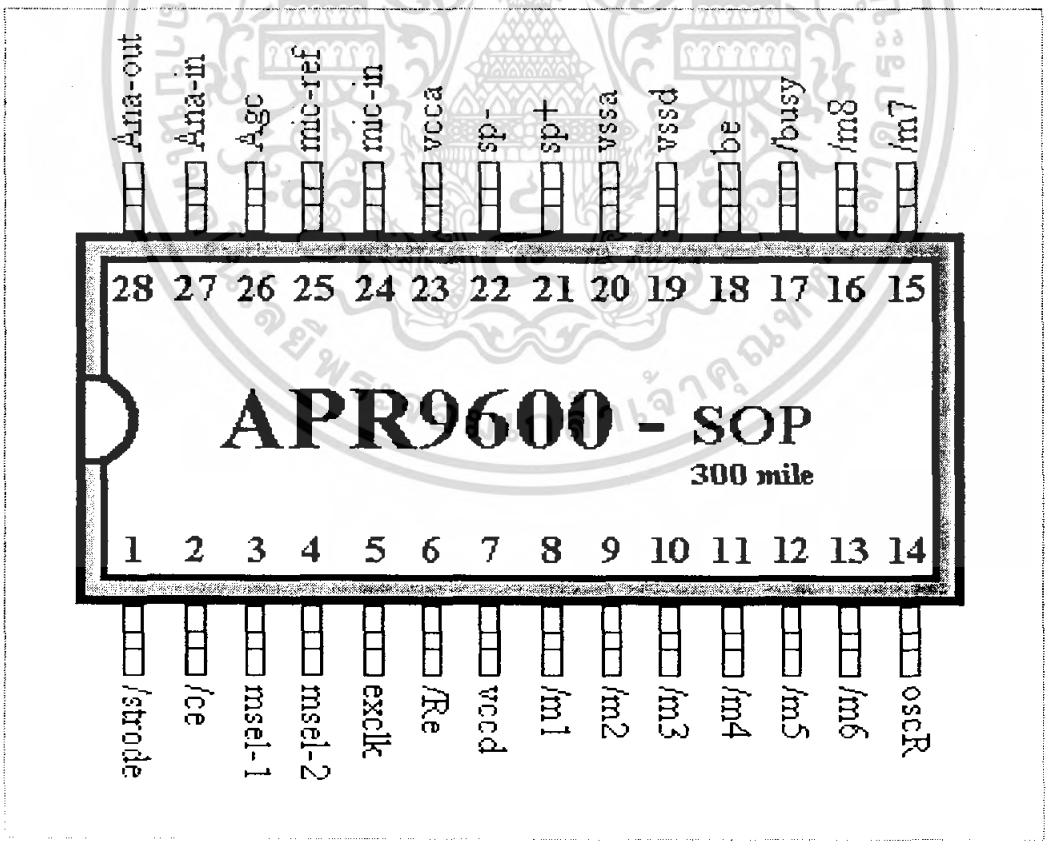



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# *NEW* APR9600 SOP RECORDING VOICE 40" ~ 60"

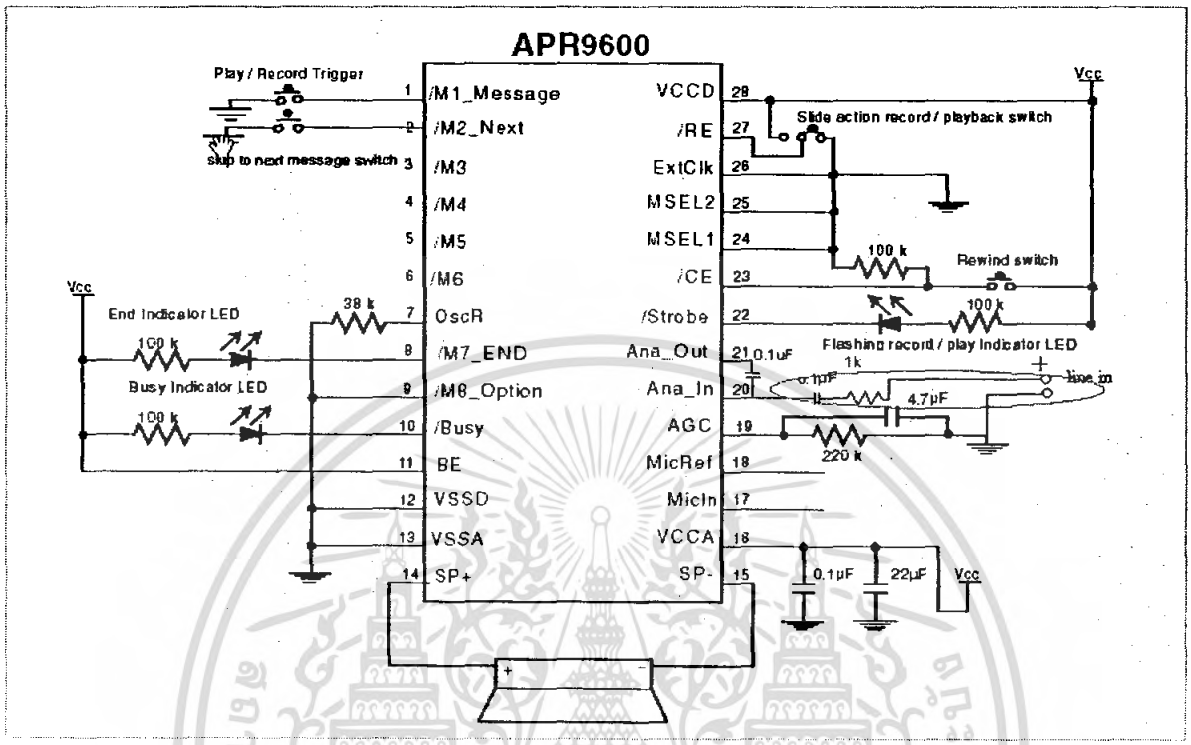
| MODE | MSEL-1 ( PIN-3 ) | MSEL-2 ( PIN-4 ) | /M8 ( PIN-16 ) |
|---|---|---|---|
| 2 FIXED MESSAGES | 0 | 1 | Pull-high 100KOhm |
| 4 FIXED MESSAGES | 1 | 0 | Pull-high 100KOhm |
| 8 FIXED MESSAGES | 1 | 1 | /M8 trigger pin |
| 1 FIXED MESSAGES | 0 | 0 | 0 |
| TAPE MODE –NEXT | 0 | 0 | 0 |
| TAPE MODE - AUTO | 0 | 0 | 1 |

| Ref. ROSC | Sampling Frequency | Inoput bandwidth | Voice duration |
|---|---|---|---|
| 84 K Ohm | 4.2 KHz | 2.1 KHz | 60 sec. |
| 38 K Ohm | 6.4 KHz | 3.2 KHz | 40 sec. |
| 24 K Ohm | 8.0 KHz | 4.0 KHz | 32 sec. |

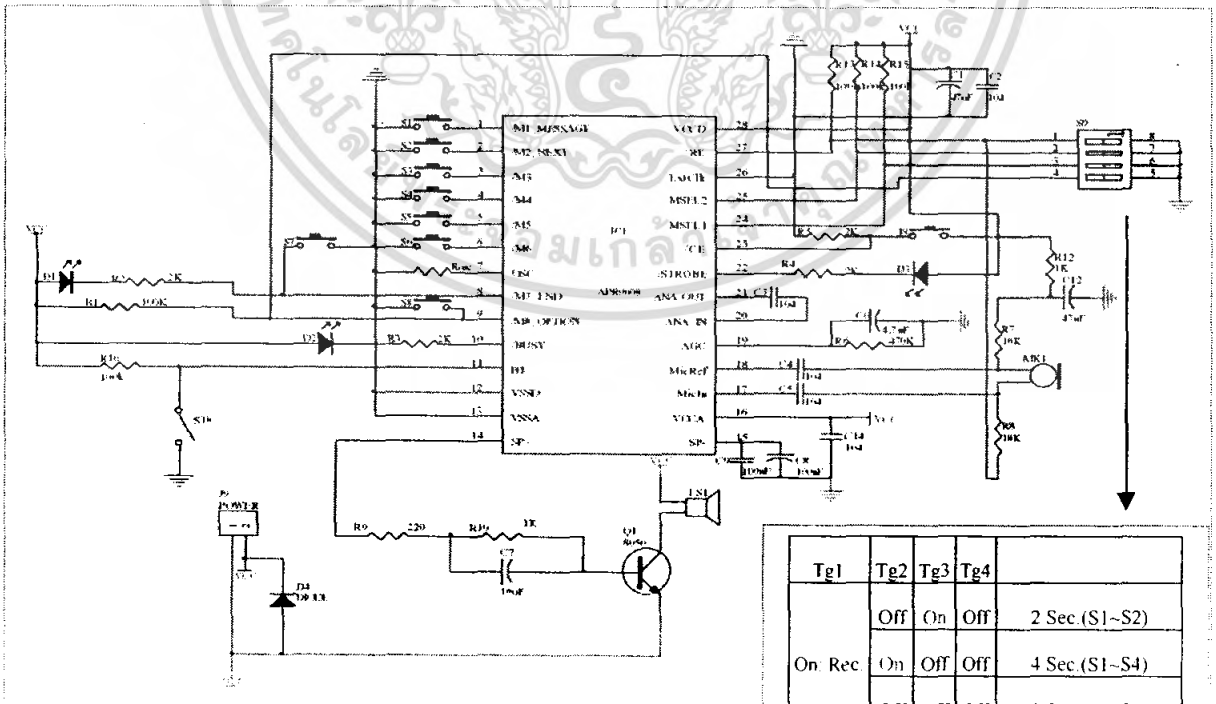



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## APR9600 line-In Type Recording Circuit:




## APR9600 AMP Approcation Circuit :



| Tg1 | Tg2 | Tg3 | Tg4 | |
|---|---|---|---|---|
| On: Rec | Off | On | Off | 2 Sec.(S1~S2) |
| | On | Off | Off | 4 Sec.(S1~S4) |
| | Off | Off | Off | 8 Sec.(S1~S8) |
| Off: Play | On | On | On | Tape –Next (S1~S2) |
| | On | On | Off | Tape –Auto (S1) |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้