ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

The Semi-Automatic Railroad and Train Announcement System

ชื่อนักศึกษา

1. นายธีรพล	คะเนสม	รหัสประจำตัว	44035246
2. นายพฤกษ์	อินนุกูล	รหัสประจำตัว	44035254
3. ว่าที่ ร.ต. โสภณ	ทองดำ	รหัสประจำตัว	44035274

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์โกศล ตราชู

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

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

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันจันทร์ที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2546 เวลา 14:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 6 เดือน เม.ย. พ.ศ. 2546

[BT45012O2]
ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

THE SEMI-AUTOMATIC RAILROAD AND TRAIN ANNOUNCEMENT SYSTEM

นายธีรพล คะเนสม
นายพฤกษ์ อินนุกูล
ว่าที่ ร.ต. โสภณ ทองดำ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 48362
วัน, เดือน, ปี 15 ต.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

The Semi-Automatic Railroad and Train Announcement System

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎี การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และไอซีบันทึกเสียง
2. เพื่อออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และวงจรบันทึกเสียง
3. เพื่อสร้างระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ
4. เพื่อทดสอบและทดลองระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ
5. เพื่อนำระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจทฤษฎี การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์และไอซีบันทึกเสียง
2. ได้แบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ควบคุมการทำงานวงจรบันทึกเสียง
3. ได้เครื่องต้นแบบระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดลองของระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ
5. ได้ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติที่ใช้ในการประกาศขบวนรถไฟในสถานีรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายธีรพล คะเนสม
	นายพฤกษ์ อินนุกูล
	ว่าที่ร้อยตรีโสภณ ทองดำ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์โกศล ตราชู
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ เสนอระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ ใช้หลักการของไอซีบันทึกเสียงควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบดังกล่าวช่วยอำนวยความสะดวกต่อเจ้าหน้าที่ในการแจ้งข่าวสารการเดินรถไฟให้ผู้โดยสารทราบ จากการทดลองพบว่าทำงานถูกต้องตามขีดความสามารถที่วางไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Semi-Automatic Railroad and Train Announcement System
Students	Mr. Theerapon Kanasom
	Mr. Pruhk Innukool
	Acting 2, LT. Sophon Thongdam
Advisor	Mr. Koson Trachu
Co-Advisor	Mr. Amornchai Chaichana
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2002

ABSTRACT

This thesis presents The Semi-Automatic Railroad and Train Announcement System. It operates by microcontroller control chip voice record. This project can reliere the work of authority to announce and helps the passenger easily to know about this information. This performance has capacities, which achieve the object.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำแนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหาในการทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ สำนักหอสมุดกลางพระจอมเกล้าลาดกระบัง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการค้นคว้าข้อมูล ขอขอบคุณสถานีรถไฟหัวตะเข้ การรถไฟแห่งประเทศไทยที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบการใช้งาน สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษา และเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ข้อความประกาศประชาสัมพันธ์ของการรถไฟแห่งประเทศไทย	3
2.3 หลักการบันทึกเสียง	4
2.3.1 การบันทึกข้อมูลเสียง	4
2.3.2 การเล่นกลับข้อมูลเสียง	6
2.3.3 การขยายระยะเวลาการบันทึกข้อมูลเสียงด้วยวิธีการต่อวงจรแบบลูกโซ่	6
2.4 การสร้างและการทำงานกับระบบฐานข้อมูล	8
2.4.1 ฐานข้อมูลการบันทึกเสียง/เล่นเสียงหลายข้อความ	9
2.4.2 ประเภทของขบวนรถไฟสายตะวันออก	13
2.5 ระบบแสดงผล	15
2.5.1 การนำไดโอดเปล่งแสงไปใช้งาน	17
2.5.2 การเชื่อมต่อไอโอดเปล่งแสงตัวเลข 7 ส่วน	17
2.5.3 การขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแบบหลักเดี่ยว	18
2.5.4 การขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	21
3.1 กล่าวนำ	21
3.2 วงจรควบคุม	22
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	22
3.2.2 การทำงาน	22
3.3 วงจรบันทึกเสียง	23
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	23
3.3.2 การทำงาน	24
3.4 วงจรขยายเสียง	25
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	25
3.4.2 การทำงาน	25
3.5 วงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	26
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	26
3.5.2 การทำงาน	30
3.6 โครงสร้างของระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ	33
3.6.1การออกแบบแผงควบคุม	33
3.6.2 การออกแบบกล่องและการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ	34
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	35
4.1 กล่าวนำ	35
4.2 วงจรบันทึกเสียง	35
4.2.1 การทดลอง	35
4.2.2 ผลการทดลอง	35
4.3 วงจรขยายเสียง	37
4.3.1 การทดลอง	37
4.3.2 ผลการทดลอง	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.4 วงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	37
4.4.1 การทดลอง	37
4.4.2 ผลการทดลอง	37
4.5 วงจรควบคุม	39
4.5.1 การทดลอง	39
4.5.2 ผลการทดลอง	42
บทที่ 5 บทสรุป	44
5.1 สรุป	44
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	44
5.3 แนวทางการพัฒนา	45
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	47
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	51
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	66
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	72
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	82
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	88
ประวัติผู้แต่ง	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การแบ่งข้อความเสียงที่ใช้การบันทึกข้อความเสียง	11
2.2 ขบวนรถไฟสายตะวันออกประเภทดีเซลรางธรรมดา	13
2.3 ขบวนรถไฟสายตะวันออกประเภทชานเมือง	13
2.4 ขบวนรถไฟสายตะวันออกประเภทรวม	14
2.5 ขบวนรถไฟสายตะวันออกประเภทด่วนพิเศษดีเซลรางปรับอากาศ	15
2.6 ข้อมูลทั่วไปของไดโอดเปล่งแสง	16
2.7 การเลือกค่าความต้านทานสำหรับไดโอดเปล่งแสง	16
2.8 ข้อมูลของการแสดงผลตัวเลข 0-F ของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแบบแคโทดร่วม	18
4.1 การทดลองจ่ายแรงดันวงจรแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	37
ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุม	67
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรบันทึกเสียง	68
ค.3 รายการอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ	69
ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรขยายเสียง	70
ค.5 รายการอุปกรณ์วงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	70
ค.6 รายการอุปกรณ์วงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	71
จ.1 อาการ สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข	86
จ.2 คุณสมบัติ รายละเอียด	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 การต่อ ISD2590 คาสเคตกันหลายๆ ตัว	7
2.2 รูปร่าง และการกำหนดชื่อเซกเมนต์ต่างๆ ของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	17
2.3 วงจรภายในของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	18
3.1 ผังการทำงานของระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ	22
3.2 การออกแบบวงจรควบคุม	23
3.3 การออกแบบวงจรบันทึกเสียง	24
3.4 การออกแบบวงจรขยายเสียงออกลำโพง	26
3.5 แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	27
3.6 การนำแอลอีดีมาต่อขนาน	28
3.7 วงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	31
3.8 การออกแบบวงจรแสดงผลแอลอีดี 7 ส่วน 5 หลัก	32
3.9 การจัดวางแผงควบคุม	33
3.10 การออกแบบกล่องระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ	34
3.11 กล่องใส่แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	34
4.1 ผังการทำงานระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ	39
4.2 ผังการทำงานของโปรแกรมระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ	40
4.3 การแสดงผลขณะเริ่มทำงานของจอแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	41
4.4 ลักษณะจอแสดงผลเมื่อป้อนหมายเลขขบวนรถไฟแล้ว	41
4.5 ลักษณะจอแสดงผลเมื่อป้อนหมายเลขชานชาลาแล้ว	42
4.6 จอแสดงผลสำหรับการทดลองประกาศขบวนรถเข้าและรถออก	43
4.7 จอแสดงผลสำหรับการทดลองการกดปุ่มยกเลิก	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ	48
ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ	48
ก.3 แผงควบคุมการทำงาน	49
ก.4 การจัดวางอุปกรณ์ภายในของแผงควบคุมการทำงาน	49
ก.5 จอแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	50
ก.6 การจัดวางอุปกรณ์ภายในจอแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	50
ข.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	52
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	52
ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	53
ข.4 วงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	53
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	55
ข.6 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	56
ข.7 วงจรบันทึกเสียง	57
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรบันทึกเสียง	57
ข.9 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางของวงจรบันทึกเสียง	58
ข.10 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	58
ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรแหล่งจ่ายไฟ	59
ข.12 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ	59
ข.13 วงจรขยายเสียง	60
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรขยายเสียง	60
ข.15 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรขยายเสียง	61
ข.16 วงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	62
ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	63
ข.18 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านบนของวงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.19 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก	65
ง.1 ผังงานโปรแกรมระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ	73
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ	84
ฉ.1 ไอซีบันทึกเสียงเบอร์ ISD2590	117
ฉ.2 ลักษณะรูปร่างของไอซีเบอร์ AT89C51	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

รถไฟเป็นส่วนหนึ่งของการคมนาคมทางบกที่มีมาตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 และได้ปรับปรุงให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสารที่ใช้บริการกับการรถไฟแห่งประเทศไทย การแจ้งขบวนรถไฟที่เข้าเทียบในชานชาลาต่างๆ นั้น ผู้โดยสารรถไฟจะทราบได้เมื่อเจ้าหน้าที่การรถไฟประจำสถานีนั้นๆ เป็นผู้ประกาศและแจ้งเตือน บ่อยครั้งที่เจ้าหน้าที่การรถไฟจะเป็นทั้งผู้ประกาศแจ้งการประชาสัมพันธ์ และเป็นทั้งผู้ที่ดำเนินการจำหน่ายตั๋วโดยสารทำให้ช่วงระยะเวลาการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่นั้นไม่มีความสะดวก ขาดความคล่องตัวในการทำงานและเสียเวลา ทำให้เนื้อความที่จะสื่อสารออกไปให้ผู้โดยสารรถไฟทราบนั้นมีความผิดพลาด และผิดเพี้ยนไปทำให้เกิดความเข้าใจที่ไม่ตรงกัน

การดำเนินงานของเจ้าหน้าที่การรถไฟที่ต้องแจ้งขบวนรถไฟต่อผู้โดยสารควบคู่กับการจำหน่ายตั๋วโดยสารเกิดเป็นปัญหา ดังนี้

1. เนื้อความที่สื่อสารให้ผู้โดยสารทราบมีความผิดเพี้ยน และการประกาศไม่ครบถ้วน
2. เกิดความล่าช้าในการจำหน่ายตั๋วแก่ผู้โดยสารในเวลาเร่งด่วน
3. ขาดความคล่องตัวในการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่การรถไฟ
4. บ่อยครั้งที่เจ้าหน้าที่ไม่ประกาศขบวนรถและเส้นทางการเดินรถ

จากเหตุผลดังกล่าว จึงได้มีแนวความคิดในการสร้างระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสารรถไฟทำให้ได้ข้อความการประกาศแจ้งเตือนขบวนรถไฟที่สมบูรณ์ และเพื่อเป็นการพัฒนาความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีของการศึกษาในปัจจุบัน

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1. สามารถเก็บฐานข้อมูลที่บันทึกด้วยเสียงได้
2. สามารถประกาศขบวนรถไฟ ชานชาลาที่รถไฟเข้าเทียบด้วยฐานข้อมูลเสียงได้
3. สามารถลบ และบันทึกเสียงข้อมูลใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญ ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาโดยสังเขป

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาในทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้อ่านได้มีความรู้ความเข้าใจ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจของระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางฯ เพื่อการใช้งานจริงต่อไป

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน กล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการในการออกแบบและสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของโครงงาน พร้อมทั้งอธิบายการทำงานโดยละเอียด

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองวงจรและโปรแกรมที่ใช้ในโครงงานระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางฯ ในส่วนต่างๆ

บทที่ 5 บทสรุป กล่าวถึงผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำโครงงานแต่ละส่วน และแนวทางในการแก้ไขปัญหารวมทั้งแนวทางการพัฒนาโครงงาน

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน

ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

สำหรับส่วนที่นอกเหนือจากเนื้อหาในบทที่ 1 ถึงบทที่ 5 ผู้อ่านสามารถจะศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากหนังสือและเอกสารอ้างอิงที่แสดงไว้ในบรรณานุกรมหรืออาจจะศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ เป็นรูปแบบของการสร้างระบบฐานข้อมูลอย่างหนึ่งที่ได้จัดการข้อมูลทางด้านการบันทึกรูปแบบเสียงพูด ซึ่งจะนำข้อความเสียงพูดมาปะติดปะต่อเป็นข้อความที่สมบูรณ์ในการแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟโดยการควบคุมด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ในระหว่างการแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟนั้น ผู้โดยสารสามารถทราบได้ทันทีที่มีการแจ้งประกาศออกทางเครื่องขยายเสียง ด้วยการควบคุมการแจ้งประกาศจากเจ้าหน้าที่การรถไฟประจำสถานีนั้นๆ อีกทั้งยังเห็นหมายเลขของขบวนรถไฟที่จะเข้าเทียบชานชาลารับและส่งผู้โดยสาร หมายเลขของชานชาลา รวมไปถึงการแสดงเวลาปัจจุบันที่มีจอแสดงผลขนาดใหญ่ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน

ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางฯ มีวิธีการทำงานโดยต้องอาศัยทฤษฎีและหลักการอื่นๆ ประกอบกันเป็นระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติที่สมบูรณ์ดังนี้

2.2 ข้อความประกาศประชาสัมพันธ์ของการรถไฟแห่งประเทศไทย

วิธีการแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟจะมีลักษณะ หรือรูปแบบที่เจ้าหน้าที่การรถไฟแห่งประเทศไทยจะแจ้งให้ผู้โดยสารทราบเป็นถ้อยคำหรือข้อความประกาศประชาสัมพันธ์ดังนี้

1. โปรดทราบ ขณะนี้เหลือเวลาอีกเพียง 3 นาทีจะได้เวลาขบวนรถ..... เดินทางในเส้นทางสาย..... จากสถานี..... ถึงปลายทางสถานี..... ซึ่งจอดเทียบอยู่ในชานชาลาที่..... ออกจากสถานี ท่านผู้โดยสารที่มีความประสงค์จะเดินทาง โปรดขึ้นขบวนรถให้เรียบร้อยด้วย ขอบคุณค่ะ/ครับ

2. โปรดทราบ ที่นี่สถานี..... ก่อนท่านจะลงจากขบวนรถ โปรดตรวจดูสิ่งของสัมภาระนำลงให้ครบถ้วน การรถไฟแห่งประเทศไทยขอขอบคุณท่านผู้โดยสารทุกท่านที่ได้ใช้บริการ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าในโอกาสต่อไปการรถไฟฯ คงได้มีโอกาสบริการรับใช้ท่านอีก ขอบคุณค่ะ/ครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โปรดทราบ ท่านผู้โดยสารที่มีความประสงค์จะเดินทางไปกับขบวนรถ ซึ่งเดินทางจากสถานี..... ปลายทางสถานี..... จะถึงสถานี..... เวลา..... ขณะนี้เจ้าหน้าที่ได้เปิดการจำหน่ายตั๋วแล้ว โปรดติดต่อซื้อตั๋วได้ที่ช่องจำหน่ายตั๋วหมายเลข.....

ท่านผู้โดยสารท่านใดขึ้นโดยสารบนรถโดยไม่มีตั๋ว นอกจากจะเสียค่าตั๋วตามปกติแล้ว จะต้องเสียค่าธรรมเนียมการซื้อตั๋วบนขบวนรถเพิ่มขึ้นอีก คือถ้าเป็นขบวนรถด่วนพิเศษ รถด่วน รถเร็ว ท่านละ 250 บาท และสำหรับรถอื่นๆ ท่านละ 100 บาท จึงขอความร่วมมือท่านผู้โดยสาร โปรดกรุณาซื้อตั๋วให้เรียบร้อยก่อนขึ้นขบวนรถด้วย ขอบคุณค่ะ/ครับ

4. โปรดทราบ ขบวนรถที่กำลังเข้าสู่สถานี..... ต่อไปนี้เป็นขบวน..... จาก..... ถึง..... ท่านที่มีความประสงค์จะเดินทางกับขบวน..... จาก..... ถึง..... กรุณาเดินทางไปกับขบวนรถเที่ยวหลัง ขอบคุณค่ะ/ครับ

5. โปรดทราบ ท่านผู้โดยสารที่ซื้อตั๋วไว้แล้วจะต้องเดินทางให้ตรงกับวันที่และขบวนรถที่ระบุไว้ในตั๋ว หากไม่สามารถเดินทางได้ โปรดนำตั๋วไปติดต่อเจ้าหน้าที่ขอเปลี่ยนแปลงการเดินทาง หรือขอคืนเงินค่าตั๋ว โดยคิดค่าธรรมเนียมเปลี่ยนแปลงการเดินทางรถนั่งธรรมดาทุกชนิดฉบับละ 20 บาท รถนั่งปรับอากาศ และรถนอนทุกชนิด ฉบับละ 50 บาท

ส่วนค่าธรรมเนียมขอคืนเงินค่าตั๋ว คืนก่อนขบวนรถออกมากกว่า 3 วัน หักค่าธรรมเนียม ร้อยละ 20 คืนก่อนรถออกน้อยกว่า 3 วันแต่ไม่เกิน 1 ชั่วโมงหลังขบวนรถออก หักค่าธรรมเนียม ร้อยละ 50 ขอบคุณค่ะ/ครับ

2.3 หลักการบันทึกเสียง

2.3.1 การบันทึกข้อมูลเสียง

การบันทึกเสียงใช้ไอซีเบอร์ ISD 2590 สามารถดูรายละเอียดได้จากภาคผนวก ฉ ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการใช้งานเท่านั้น กระบวนการบันทึกข้อมูลเสียงจะเกิดขึ้นเมื่อขา $\overline{CE}$ เป็นลอจิก “0” เพื่อให้ไอซีทำงานได้ ขา $P/\overline{R}$ จะเป็นลอจิก “1” เพื่อเข้าสู่โหมดการบันทึกและขา $\overline{EOM}$ จะเป็นลอจิก “1” เพื่อแสดงว่าตอนนี้ข้อมูลกำลังถูกบันทึก เมื่อทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว ขาแอนะลอกอินพุตจะรับสัญญาณแอนะลอกจากภายนอกเข้ามาขยายด้วยวงจรที่มีอยู่ภายในไอซี นอกจากนี้ยังมีปรีแอมป์ไว้ให้ขยายสัญญาณที่มีแอมปลิจูดต่ำๆ เช่น สัญญาณจากไมโครโฟนโดยแยกออกมาเป็นอินพุตอีกขาหนึ่งต่างหาก และมีเอาต์พุตออกมายังภายนอกเพื่อที่จะต่อกลับเข้าไปที่ขาแอนะลอกอินพุตเพื่อขยายด้วยวงจรขยายสัญญาณ (Amplifier) อีกครั้งทำให้นอกจากจะสะดวกในการที่ไม่ต้องจัดหาวงจรขยายเองแล้วยังสามารถที่จะเลือกใช้ขาอินพุตได้ตามความแรงของสัญญาณแอนะลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผังการทำงานแสดงส่วนต่างๆ ภายในไอซี จะเห็นว่ามีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ (Automatic Gain Control : AGC) ที่คอยควบคุมอัตราการขยายของปรีแอมป์โดยนำเอาเอาต์พุตของวงจรขยายนั้นป้อนกลับมาเปรียบเทียบเพื่อปรับความแรงของสัญญาณให้เหมาะสม โดยอัตโนมัติ สัญญาณที่ถูกขยายแล้วจะถูกกรองด้วยฟิลเตอร์ก่อนที่จะผ่านไปยังผังการทำงานของตัวรับและตัวส่งข้อมูลแอนะลอก (Analog Transceiver) ภายในผังการทำงานก็จะประกอบด้วยวงจร A/D และ D/A สัญญาณแอนะลอกก็จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของดิจิตอลโดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

ลักษณะของสัญญาณออดิโอเป็นแอนะลอกนั้นมีสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงอยู่สองอย่างนั้นคือ ขนาดของแรงดันหรือแอมปลิจูดและเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปในการทำ A/D จะเป็นการเปรียบเทียบระดับแรงดันในขณะเวลาใดๆ ให้เป็นรหัสดิจิตอลจำนวน 10 บิตจากสูตร 2^n เมื่อ n คือจำนวนบิต จะสามารถเปลี่ยนเป็นรหัสซ้ำกันได้ $2^{10} = 1024$ ค่านั้นก็คือเราสามารถที่จะแทนระดับแรงดันที่แตกต่างกันได้ 1024 ระดับนั่นเอง รหัสดิจิตอลนี้จะถูกบันทึกนี้จะถูกเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำอีพรอม ซึ่งใน ISD2590 นี้มีเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลประมาณ 480 กิโลไบต์มีความสามารถในการเก็บและคงสภาวะข้อมูลได้นานถึง 10 ปี ส่วนความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้นั้น มีสาเหตุมาจากผลของอุณหภูมิ การปรับแต่งในการใช้งานหรือเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานโดยไอซีนี้สามารถจะทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลได้มากกว่า 100,000 ครั้ง

ลักษณะการสุ่มบันทึกของไอซีจะใช้งานสัญญาณนาฬิกาเพื่อกำหนดจังหวะในการเปรียบ เทียบโดยวงจรเปรียบเทียบที่อยู่ภายในผังการทำงานของตัวรับและตัวส่งข้อมูลแอนะลอก และแบบรหัสดิจิตอลที่ได้ลงในหน่วยความจำจากแผนผังการทำงานของส่วนต่างๆ ในไอซี ส่วนที่ใช้สร้างสัญญาณนาฬิกาก็คือ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายใน (Internal Clock)

วงจรกำหนดเวลา (Timing) และวงจรสุ่มสัญญาณนาฬิกา (Sampling Clock) ซึ่งความถี่ในการสุ่ม (Sampling Frequency) ที่สร้างขึ้นนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงสูงเพราะผลต่างเพียง 2 % ของความถี่ที่ใช้ในการบันทึกกับความถี่ที่ใช้ในขณะเล่นก็จะทำให้เสียงที่ได้นั้นผิดเพี้ยนไปจนสามารถสังเกตได้ด้วยหูเปล่าสำหรับไอซีของ ISD25XX นี้จะมีความผิดพลาดของวงจรสร้างสัญญาณสุ่มนี้เพียง $\pm 1\%$ เท่านั้น

การเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำนั้นจะต้องมีการบอกตำแหน่งที่จะต้องเก็บข้อมูล โดยบัสตำแหน่ง (Address Bus) ที่มีจำนวน 10 เส้นคือ A0-A9 ซึ่งต่อออกมาเป็นขาภายนอกให้สามารถเลือกตำแหน่งเริ่มอ่านหรือเขียนข้อมูลได้ โดยจะผ่านวงจรแอดเดรสบัฟเฟอร์ไปยังวงจรถอดรหัส (Decoder) เพื่อถอดรหัสเลือกตำแหน่ง ซึ่งจะถูกควบคุมในการถอดรหัสเพื่อถอดรหัสเลือกตำแหน่งซึ่งจะถูกควบคุมในการถอดรหัส และทำการนับตำแหน่งโดยสัญญาณจากวงจรเวลาไอซีจะทำการเก็บข้อมูลจนกระทั่งหมดข้อความแล้วหยุดโดยการให้ขา $\overline{CE}$ เป็นลอจิก "1" ในขณะที่เนื้อที่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำยังไม่เต็มที่จะมีการกำหนด (Mark) ตำแหน่งสิ้นสุดเอาไว้โดยอัตโนมัติ แต่ถ้าหากการบันทึกเสียงยังไม่สิ้นสุดจนกระทั่งเนื้อที่ในหน่วยความจำเต็มแล้ว ไอซีก็จะส่งเอาต์พุตเป็นลอจิก "0" ออกมาที่ขา $\overline{\text{OVF}}$

2.3.2 การเล่นกลับข้อมูลเสียง

การเล่นกลับนี้จำเป็นต้องใช้สัญญาณความถี่ในการสุ่มความถี่ในการสุ่ม เพื่อกำหนดจังหวะในการดึงข้อมูลจากหน่วยความจำมาทำ D/A เช่นกันเพราะจังหวะในการเก็บข้อมูลจะต้องเท่ากันกับจังหวะที่จะนำเอาข้อมูลนั้นออกมาใช้ได้ สำหรับการเข้าสู่โหมดเล่นนี้ขา $\overline{\text{CE}}$ จะเป็นลอจิก "0" เช่นเดียวกับการบันทึกแต่ละขาจะต้องให้เป็นลอจิก "1"

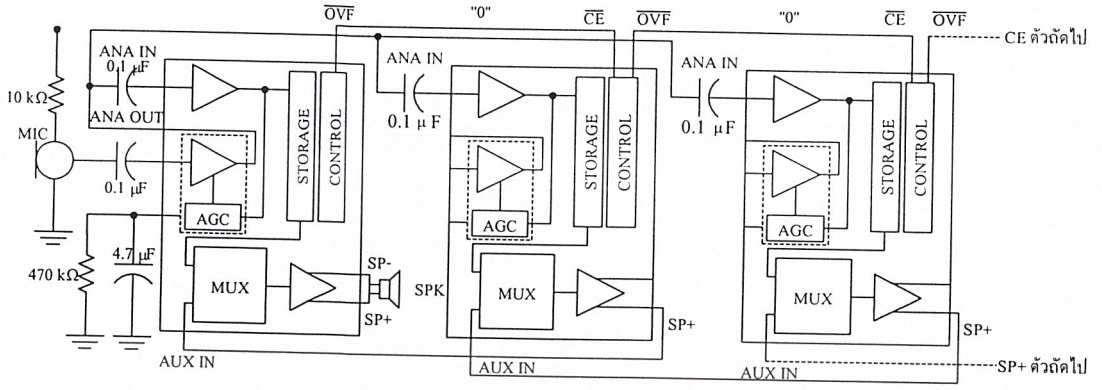
การเล่นกลับจะเริ่มจากตำแหน่งที่ตั้งไว้ที่ขาแอดเดรสทั้ง 8 ขา โดยนำเอารหัสดิจิตอลจากหน่วยความจำมาแปลงเป็นสัญญาณแอนะลอกโดยกรรมวิธีย้อนกลับคือ มีการถอดรหัสที่ได้นี้กลับไปให้อยู่ในรูปของแรงดันไฟตรงที่มีระดับแรงดันต่างกันไปตามรหัส และเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้สัญญาณแอนะลอกที่ใกล้เคียงกันกับสัญญาณที่บันทึกไว้ สัญญาณที่ได้จะถูกกรองโดยวงจรฟิลเตอร์ออกไปเข้าวงจรมัลติเพล็กซ์ แล้วนำไปขยายด้วยวงจรขยายที่ใช้ขับออกสู่ลำโพงโดยตรงซึ่งวงจรมัลติเพล็กซ์นี้มีไว้สำหรับเลือกสัญญาณอินพุตจากขา AUX IN ซึ่งจะนำมาใช้ประโยชน์ในการขยายเวลาการบันทึกด้วยวิธีลูกโซ่

2.3.3 การขยายระยะเวลาการบันทึกข้อมูลเสียงด้วยวิธีการต่อวงจรแบบลูกโซ่

ในการนำไปใช้งานจริงนั้น จะเห็นได้ว่าระยะเวลาการบันทึกที่ไอซีสามารถบันทึกได้นั้นเป็นระยะเวลาที่สั้นมากจนอาจนำไปใช้ประโยชน์ไม่กว้างนัก เพราะบางงานเวลาสั้นเพียงแค่นี้อาจจะใช้ไม่ได้เลยเช่น ตัวอย่างการนำไปใช้ในเครื่องตอบรับสัญญาณโทรศัพท์อัตโนมัติหากมีข้อความที่ต้องการบันทึกมากกว่าเวลาที่ไอซีสามารถบันทึกได้ อาจจะทำให้ฟังไม่รู้ใจความ

เพื่อเป็นการลดปัญหาที่เกิดขึ้น บริษัทผู้ผลิตไอซีบันทึกเสียงตระกูล ISD25XX จึงได้เตรียมขา $\overline{\text{OVF}}$, $\overline{\text{CE}}$, AUX IN และส่วนของการมัลติเพล็กซ์ไว้เพื่อใช้งานโดยเฉพาะซึ่งมีการใช้งานดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การต่อ ISD2590 คาสเคดกันหลายๆ ตัว

จากวงจรในรูปที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าไอซีจะถูกต่อเข้าด้วยกัน โดยสัญญาณอินพุตจากไมโครโฟนจะต่อเข้าที่ไอซีตัวที่ 1 ไปขยายด้วยปรีแอมป์แล้วออกมาที่ขาแอนะลอกเอาต์พุตซึ่งนำไปเป็นสัญญาณอินพุตให้กับ ไอซีที่จะมาต่อเพิ่มทุกตัวและขา $\overline{\text{OVF}}$ ของไอซีตัวแรกก็จะต่อไปยังขา $\overline{\text{CE}}$ ของตัวที่ 2 และขา $\overline{\text{OVF}}$ ของตัวที่ 2 ก็จะต่อไปยังขา $\overline{\text{CE}}$ ของตัวถัดไปเรื่อยๆ จนถึงตัวที่ n และที่เอาต์พุต Sp จากตัวที่ n จะถูกต่อย้อนกลับมาต่อเข้ามาที่ขา AUX IN ของตัวที่ n-1 เรื่อยมาจนถึงตัวแรก นอกจากนี้ขาแอดเดรสก็จะต้องต่อขนานถึงกันทุกตัว

การทำงานในตอนแรกนั้นสมมติว่ายังไม่มีการบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำเลยในกรณีนี้ขาของ $\overline{\text{OVF}}$ ไอซีตัวแรกจะเป็นลอจิก “1” เนื่องจากยังมีเนื้อที่ในหน่วยความจำดังนั้นจึงทำให้ไอซีตั้งแต่ตัวที่ 2 เป็นต้นไปจนกระทั่งตัวที่ n อยู่ในสภาวะที่ไม่ทำงานดังนั้นไอซีตัวแรกจะทำงานเพียงตัวเดียว (เมื่อขา $\overline{\text{CE}}$ ตัวแรกเป็นลอจิก “0”) จึงมีการบันทึกลงไปในไอซีตัวแรกสมมติว่าข้อมูลมีความยาวกว่าไอซีตัวแรกบันทึกได้ ดังนั้นหน่วยความจำของไอซีตัวแรกจึงถูกบันทึกจนเต็มแล้วขา $\overline{\text{OVF}}$ ของไอซีตัวแรกจะให้เอาต์พุตที่เป็นลอจิก “0” ไปทริกให้ไอซีตัวที่ 2 ทำงานได้แล้วไอซีตัวที่ 3 จะทำงานในลักษณะเดียวกันกับตัวแรกและต่อๆ ไปเป็นลูกโซ่ไปจนถึงตัวที่ n หรือหยุดที่ตัวใดตัวหนึ่งเมื่อหมดข้อความ

ส่วนในตอนใช้งานสมมติว่าแอดเดรสที่ตั้งไว้เป็นแอดเดรสเริ่มต้น ดังนั้นในตอนเริ่มต้นไอซีตัวแรกก็จะทำงานเพียงตัวเดียวด้วยเหตุผลอันเดียวกันกับการบันทึก คือ เป็นผลจากการทำงานของขา $\overline{\text{OVF}}$ ดังนั้นจึงไม่มีสัญญาณเอาต์พุตจากขา Sp ของตัวถัดไปมาเข้าที่ขา AUX IN ของตัวแรกเสียงที่ถูกขยายออกลำโพงจึงเป็นเสียงที่บันทึกไว้ในไอซีตัวแรกจนกระทั่งเล่นกลับจนหมดข้อความที่บันทึกในหน่วยความจำตัวแรกแล้ว วงจรมัลติเพล็กซ์เซอร์ก็จะทำงานโดยเลือกสัญญาณจากขา AUX IN เข้ามาจากขา Sp+ ของตัวถัดไปในขณะเดียวกันจะให้เป็นลอจิก “0” ที่ขา $\overline{\text{OVF}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปทริกตัวที่ 2 ให้ทำงานได้ซึ่งตอนนี้ไอซีตัวที่ 2 จะทำงานโดยส่งสัญญาณที่ได้จากหน่วยความจำออกจากขา Sp+ ไปยังขา AUX IN ของตัวแรกไปขยายแล้วขับออกลำโพงที่ต่ออยู่กับตัวแรก และจะทำงานในลักษณะเดียวกันเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งตัวที่ n โดยส่งสัญญาณย้อนกลับเป็นทอดๆ กลับมาขยายออกลำโพงที่ตัวแรกซึ่งจะได้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลมากขึ้น และสามารถบันทึกได้นานขึ้นกว่าเดิม โดยจะมีระยะการบันทึกได้เท่ากับระยะเวลาที่บันทึกได้คูณกับจำนวนไอซีที่ใช้ (n)

2.4 การสร้างและการทำงานกับระบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล คือ กลุ่มข้อมูล (Data) ที่เป็นข้อเท็จจริง (Real Fact) ที่ถูกนำมาเก็บรวบรวมไว้ในที่เดียวกันอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปใช้ในวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งโดยกลุ่มผู้ใช้ตั้งแต่หนึ่งกลุ่มขึ้นไป ข้อมูลเหล่านี้อาจเป็นข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับบุคคล สิ่งของ สถานที่ เหตุการณ์ใดๆ ซึ่งเป็นได้ทั้งตัวเลข ข้อความ รูปภาพหรืออื่นๆ เช่น การติดตามการสั่งซื้อของลูกค้าหรือการเก็บข้อมูลเพลงที่สะสมไว้เป็นต้น ถ้าหากไม่ได้เก็บฐานข้อมูลไว้บนคอมพิวเตอร์ หรือเก็บไว้เพียงบางส่วนอาจกำลังติดตามข้อมูลจากหลายแหล่งซึ่งจำเป็นต้องประสานงานหรือจัดระเบียบด้วยตนเอง

ลักษณะที่สำคัญของฐานข้อมูล

1. ข้อมูลทั้งหมดจะต้องถูกเก็บรวบรวมไว้ด้วยกัน
2. จะต้องมีการจัดการข้อมูลนั้นอย่างเป็นระบบ
3. ต้องสามารถนำข้อมูลนั้นไปใช้ได้ตามต้องการ

โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลมีลักษณะคล้ายคลึงกับการจัดเก็บข้อมูลในกระดาษคือ ข้อมูลแต่ละประเภทถูกเก็บแยกกันในลักษณะของแฟ้มข้อมูล

ข้อดีในการประมวลผลแบบแฟ้มข้อมูลคือ

1. แต่ละฝ่ายสามารถเขียนโปรแกรมประมวลผลของตนเองในรูปแบบที่ต้องการได้อย่างอิสระ
2. การดึงข้อมูลมาใช้ทำงานได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากต่างคนต่างเก็บ
3. ช่วยลดต้นทุนในส่วนของการวางระบบคอมพิวเตอร์ เนื่องจากข้อมูลที่เก็บเป็นข้อมูลที่ใช้งานในฝ่ายเท่านั้นจึงไม่มีความซับซ้อนจนต้องใช้ระบบการจัดการข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูงมาก

ข้อเสียในการประมวลผลแบบแฟ้มข้อมูลคือ

1. ทำให้เกิดความซับซ้อนของข้อมูล (Redundancy) อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้
2. ทำให้เกิดความไม่เป็นอิสระของข้อมูล (Data Dependency) เนื่องจากโปรแกรมที่เขียนขึ้นจะต้องผูกพันและขึ้นกับวิธีการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูล เช่น หากมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดเก็บข้อมูลโปรแกรมทุกโปรแกรมที่เรียกใช้แฟ้มข้อมูลนั้น จะต้องถูกแก้ไขเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยซึ่งก่อให้เกิดความยุ่งยากและผิดพลาดได้ง่าย

2.4.1 ฐานข้อมูลการบันทึกเสียง/เล่นเสียงหลายข้อความ

หลักการบันทึกเสียงและเล่นเสียงหลายๆ ข้อความมีวิธีการเพียงใช้ไอซีบันทึกเสียงระบบดิจิตอลก็สามารถเล่นเสียงข้อความหลายๆ ข้อความได้โดยการเล่นเสียงข้อความที่บันทึกไว้ทีละข้อความนำมาปะติดปะต่อกันเป็นข้อความที่ต้องการ

โดยปกติทั่วไป การประกาศแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟนั้นจะใช้ข้อความประกาศประชาสัมพันธ์ดังนี้

1. โปรดทราบ ขณะนี้เหลือเวลาอีกเพียง 3 นาทีจะได้เวลาขบวนรถ..... เดินทางในเส้นทางสาย..... จากสถานี..... ถึงปลายทางสถานี..... ซึ่งจอดเทียบอยู่ในชานชาลาที่..... ออกจากสถานี ท่านผู้โดยสารที่มีความประสงค์จะเดินทาง โปรดขึ้นขบวนรถให้เรียบร้อยด้วย ขอบคุณค่ะ/ครับ

ตัวอย่างเช่น

โปรดทราบ ขณะนี้เหลือเวลาอีกเพียง 3 นาทีจะได้เวลาขบวนรถ 380 เดินทางในเส้นทางสาย ตะวันออก จากสถานี ลาดกระบัง ถึงปลายทางสถานี กรุงเทพฯ ซึ่งจอดเทียบอยู่ในชานชาลาที่ 1 ออกจากสถานี ท่านผู้โดยสารที่มีความประสงค์จะเดินทาง โปรดขึ้นขบวนรถให้เรียบร้อยด้วย ขอบคุณค่ะ/ครับ

2. โปรดทราบ ที่นี่สถานี..... ก่อนท่านจะลงจากขบวนรถ โปรดตรวจดูสิ่งของสัมภาระนำลงให้ครบถ้วน การรถไฟแห่งประเทศไทยขอขอบคุณท่านผู้โดยสารทุกท่านที่ได้ใช้บริการ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าในโอกาสต่อไปการรถไฟฯ คงได้ มีโอกาสบริการรับใช้ท่านอีก ขอบคุณค่ะ/ครับ

ตัวอย่างเช่น

โปรดทราบ ที่นี่สถานี หัวตะเข้ ก่อนท่านจะลงจากขบวนรถ โปรดตรวจดูสิ่งของสัมภาระนำลงให้ครบถ้วน การรถไฟแห่งประเทศไทยขอขอบคุณท่านผู้โดยสารทุกท่านที่ได้ใช้บริการ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าในโอกาสต่อไปการรถไฟฯ คงได้ มีโอกาสบริการรับใช้ท่านอีก ขอบคุณค่ะ/ครับ

3. โปรดทราบ ท่านผู้โดยสารที่มีความประสงค์จะเดินทางไปกับขบวนรถ ซึ่งเดินจากสถานี..... ปลายทางสถานี..... จะถึงสถานี..... เวลา..... ขณะนี้เจ้าหน้าที่ได้เปิดการจำหน่ายตั๋วแล้ว โปรดติดต่อซื้อตั๋วได้ที่ช่องจำหน่ายตั๋วหมายเลข.....

ท่านผู้โดยสารท่านใดขึ้นโดยสารบนรถโดยไม่มีตั๋ว นอกจากจะเสียค่าตั๋วตามปกติแล้ว จะต้องเสียค่าธรรมเนียมการซื้อตั๋วบนขบวนรถเพิ่มขึ้นอีก คือ ถ้าเป็นขบวนรถด่วนพิเศษ รถด่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถเร็ว ท่านละ 250 บาท และสำหรับรถอื่นๆ ท่านละ 100 บาท จึงขอความร่วมมือท่านผู้โดยสารโปรดกรุณาซื้อตั๋วให้เรียบร้อยก่อนขึ้นขบวนรถด้วย ขอบคุณค่ะ/ครับ

ตัวอย่างเช่น

โปรดทราบ ท่านผู้โดยสารที่มีความประสงค์จะเดินทางไปกับขบวนรถ ซึ่งเดินจากสถานี กรุงเทพฯ ปลายทางสถานี ฉะเชิงเทรา จะถึงสถานี หัวตะเข้ เวลา 06.11 น. ขณะนี้เจ้าหน้าที่ได้เปิดการจำหน่ายตั๋วแล้ว โปรดติดต่อซื้อตั๋วได้ที่ช่องจำหน่ายตั๋วหมายเลข 2

ท่านผู้โดยสารท่านใดขึ้นโดยสารบนรถโดยไม่มีตั๋ว นอกจากจะเสียค่าตั๋วตามปกติแล้ว จะต้องเสียค่าธรรมเนียมการซื้อตั๋วบนขบวนรถเพิ่มขึ้นอีกคือ ถ้าเป็นขบวนรถด่วนพิเศษ รถด่วน รถเร็ว ท่านละ 250 บาท และสำหรับรถอื่นๆ ท่านละ 100 บาท จึงขอความร่วมมือท่านผู้โดยสารโปรดกรุณาซื้อตั๋วให้เรียบร้อยก่อนขึ้นขบวนรถด้วย ขอบคุณค่ะ/ครับ

4. โปรดทราบ ขบวนรถที่กำลังเข้าสู่สถานี..... ต่อไปนี้เป็นขบวน..... จาก..... ถึง..... ท่านที่มีความประสงค์จะเดินทางกับขบวน..... จาก..... ถึง..... กรุณาเดินทางไปกับขบวนรถเที่ยวหลัง ขอบคุณค่ะ/ครับ

ตัวอย่างเช่น

โปรดทราบ ขบวนรถที่กำลังเข้าสู่สถานี หัวตะเข้ ต่อไปนี้เป็นขบวน 275 จาก กรุงเทพฯ ถึง อรัญประเทศ ท่านที่มีความประสงค์จะเดินทางกับขบวน 378 จาก หัวตะเข้ ถึง กรุงเทพฯ กรุณาเดินทางไปกับขบวนรถเที่ยวหลัง ขอบคุณค่ะ/ครับ

5. โปรดทราบ ท่านผู้โดยสารที่ซื้อตั๋วไว้แล้วจะต้องเดินทางให้ตรงกับวันที่และขบวนรถที่ระบุไว้ในตั๋ว หากไม่สามารถเดินทางได้ โปรดนำตั๋วไปติดต่อเจ้าหน้าที่ขอเปลี่ยนแปลงการเดินทางหรือขอคืนเงินค่าตั๋ว โดยคิดค่าธรรมเนียมเปลี่ยนแปลงการเดินทางรถนั่งธรรมดาทุกชนิด ฉบับละ 20 บาท รถนั่งปรับอากาศ และรถนอนทุกชนิด ฉบับละ 50 บาท

ส่วนค่าธรรมเนียมขอคืนเงินค่าตั๋ว คืนก่อนขบวนรถออกมากกว่า 3 วัน หักค่าธรรมเนียมร้อยละ 20 คืนก่อนรถออกน้อยกว่า 3 วัน แต่ไม่เกิน 1 ชั่วโมงหลังขบวนรถออก หักค่าธรรมเนียมร้อยละ 50 ขอบคุณค่ะ/ครับ

ถ้าหากนำข้อความฯ ข้างต้นดังกล่าว มาบันทึกเสียงอาจจะต้องพูดข้อความประกาศประชาสัมพันธ์หลายๆ รอบ และต้องเพิ่มไอซีบันทึกเสียงจำนวนหลายตัว

ดังนั้นวิธีการที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวคือ การตัดข้อความออกเป็นข้อความย่อยๆ ซึ่งจะแสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การแบ่งข้อความเสียงที่ใช้การบันทึกข้อความเสียง

ลำดับที่	ข้อความ
1	โปรดทราบ ขบวนรถที่กำลังเข้าสู่สถานีหัวตะเข้ต่อไปนี้ เป็นขบวนรถ
2	ดีเซลรางธรรมดา
3	ด่วนพิเศษดีเซลรงปรับอากาศ
4	ชานเมือง
5	ขนถ่ายสินค้า
6	ขบวนที่
7	หนึ่ง
8	สอง
9	สาม
10	สี่
11	ห้า
12	หก
13	เจ็ด
14	แปด
15	เก้า
16	รับส่งผู้โดยสารจากสถานี
17	กรุงเทพฯ
18	มักกะสัน
19	ลาดกระบัง
20	พระจอมเกล้า
21	หัวตะเข้
22	คลองหลวงแพ่ง
23	ฉะเชิงเทรา
24	ปราจีนบุรี
25	กบินทร์บุรี
26	อรัญประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) การแบ่งข้อความเสียงที่ใช้การบันทึกข้อความเสียง

ลำดับที่	ข้อความ
27	หัวหิน
28	บ้านพลูตาหลวง
29	อยุธยา
30	ถึงปลายทางสถานี
31	ผู้โดยสารมีความประสงค์จะเดินทางไปกับขบวนรถเที่ยวนี้ ซื้อตั๋วเดินทางเรียบร้อยแล้วออกไปรอรถโดยสารชานชาลาที่
32	หากยังไม่มีตั๋วโดยสาร โปรดติดต่อซื้อตั๋วโดยสารที่ช่องจำหน่ายตั๋วโดยสาร ที่นี่สถานีหัวตะเข้ก่อนท่านจะลงจากขบวนรถ โปรดตรวจดูสิ่งของสัมภาระนำลงให้ครบถ้วน ในนามการรถไฟแห่งประเทศไทยขอขอบคุณท่านผู้โดยสารทุกท่านที่ได้ใช้บริการและหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ในโอกาสต่อไปการรถไฟฯ คงได้มีโอกาสบริการรับใช้ท่านอีก ขอบคุณครับ
33	โปรดทราบ ขณะนี้ได้เวลาขบวนรถ
34	เดินทางในเส้นทางสายตะวันออก จากสถานี
35	ซึ่งจอดเทียบอยู่ในชานชาลาที่
36	ท่านผู้โดยสารมีความประสงค์ จะเดินทางโปรดขึ้นขบวนรถให้เรียบร้อย ขบวนรถเมื่อออกจากสถานีไปแล้ว จะหยุดรับส่งผู้โดยสารป้ายสถานี คลองหลวงแพ่ง เป็นสถานีถัดไป
37	ท่านผู้โดยสารมีความประสงค์ จะเดินทางโปรดขึ้นขบวนรถให้เรียบร้อย ขบวนรถเมื่อออกจากสถานีไปแล้ว จะหยุดรับส่งผู้โดยสารป้ายสถานี พระจอมเกล้า เป็นสถานีถัดไป
38	ศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ประเภทของขบวนรถไฟสายตะวันออก

1.) ขบวนรถธรรมดา หรือดีเซลรางธรรมดา

ตารางที่ 2.2 ขบวนรถไฟสายตะวันออกประเภทดีเซลรางธรรมดา

ขบวนรถไฟสายตะวันออก				
ขบวนที่	**ประเภท**	**สถานีต้นทาง**	**สถานีปลายทาง**	**สถานีต่อไป**
261	ดีเซลรางธรรมดา	ฉะเชิงเทรา	หัวหิน	พระจอมเกล้า
276	ดีเซลรางธรรมดา	อรัญประเทศ	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า
278	ดีเซลรางธรรมดา	กบินทร์บุรี	กรุงเทพฯ	ลาดกระบัง
280	ดีเซลรางธรรมดา	อรัญประเทศ	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า
282	ดีเซลรางธรรมดา	กบินทร์บุรี	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า
284	ดีเซลรางธรรมดา	บ้านพลูตาหลวง	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า
275	ดีเซลรางธรรมดา	กรุงเทพฯ	อรัญประเทศ	คลองหลวงแพ่ง
277	ดีเซลรางธรรมดา	กรุงเทพฯ	กบินทร์บุรี	คลองหลวงแพ่ง
279	ดีเซลรางธรรมดา	กรุงเทพฯ	อรัญประเทศ	คลองหลวงแพ่ง
281	ดีเซลรางธรรมดา	กรุงเทพฯ	กบินทร์บุรี	คลองหลวงแพ่ง
283	ดีเซลรางธรรมดา	กรุงเทพฯ	บ้านพลูตาหลวง	คลองหลวงแพ่ง
365	ดีเซลรางธรรมดา	กรุงเทพฯ	บ้านพลูตาหลวง	คลองหลวงแพ่ง

2.) ขบวนรถชานเมือง

ตารางที่ 2.3 ขบวนรถไฟสายตะวันออกประเภทชานเมือง

ขบวนรถไฟสายตะวันออก				
ขบวนที่	**ประเภท**	**สถานีต้นทาง**	**สถานปลายทาง**	**สถานีต่อไป**
368	ชานเมือง	ฉะเชิงเทรา	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า
369	ชานเมือง	ฉะเชิงเทรา	อยุธยา	พระจอมเกล้า
372	ชานเมือง	ปราจีนบุรี	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า
384	ชานเมือง	ฉะเชิงเทรา	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) ขบวนรถไฟสายตะวันออกประเภทชานเมือง

ขบวนรถไฟสายตะวันออก				
ขบวนที่	ประเภท	สถานีต้นทาง	สถานปลายทาง	สถานีต่อไป
374	ชานเมือง	ปราจีนบุรี	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า
378	ชานเมือง	กรุงเทพฯ	หัวตะเข้	พระจอมเกล้า
386	ชานเมือง	หัวตะเข้	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า
367	ชานเมือง	กรุงเทพฯ	ฉะเชิงเทรา	คลองหลวงแพ่ง
370	ชานเมือง	อยุธยา	ฉะเชิงเทรา	คลองหลวงแพ่ง
371	ชานเมือง	กรุงเทพฯ	ปราจีนบุรี	คลองหลวงแพ่ง
373	ชานเมือง	กรุงเทพฯ	ปราจีนบุรี	คลองหลวงแพ่ง
377	ชานเมือง	กรุงเทพฯ	หัวตะเข้	คลอหลวงแพ่ง
379	ชานเมือง	มักกะสัน	หัวตะเข้	-
381	ชานเมือง	กรุงเทพฯ	ฉะเชิงเทรา	คลองหลวงแพ่ง
383	ชานเมือง	กรุงเทพฯ	ฉะเชิงเทรา	คลองหลวงแพ่ง
385	ชานเมือง	กรุงเทพฯ	หัวตะเข้	คลองหลวงแพ่ง

3.) ขบวนพิเศษชานเมือง หรือด่วนพิเศษดีเซลรางปรับอากาศ

ตารางที่ 2.4 ขบวนรถไฟสายตะวันออกประเภทด่วนพิเศษดีเซลรางปรับอากาศ

ขบวนรถไฟสายตะวันออก				
ขบวนที่	ประเภท	สถานีต้นทาง	สถานีปลายทาง	สถานีต่อไป
388	พิเศษชานเมือง	ฉะเชิงเทรา	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า
390	พิเศษชานเมือง	ฉะเชิงเทรา	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า
392	พิเศษชานเมือง	ฉะเชิงเทรา	กรุงเทพฯ	พระจอมเกล้า
387	พิเศษชานเมือง	กรุงเทพฯ	ฉะเชิงเทรา	คลองหลวงแพ่ง
389	พิเศษชานเมือง	กรุงเทพฯ	ฉะเชิงเทรา	คลองหลวงแพ่ง
391	พิเศษชานเมือง	กรุงเทพฯ	ฉะเชิงเทรา	คลองหลวงแพ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) ขบวนรถรวม หรือขบวนรถขนส่งสินค้า

ตารางที่ 2.5 ขบวนรถไฟสายตะวันออกประเภทรวม

ขบวนรถไฟสายตะวันออก				
ขบวนที่	**ประเภท**	**สถานีต้นทาง**	**สถานีปลายทาง**	**สถานีต่อไป**
498	รวม	กบินทร์บุรี	มักกะสัน	ลาดกระบัง
497	รวม	มักกะสัน	กบินทร์บุรี	คลองหลวงแพ่ง

2.5 ระบบแสดงผล

ไดโอดเปล่งแสงหรือแอลอีดี (LED) คือ ไดโอดที่ทำงานแล้วเปล่งแสงออกมาซึ่งมีแสงสีต่างๆ หลายสีสามารถเปล่งออกมา คือ สีแดง สีเขียว สีส้ม และผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นสีขาว ไดโอดเปล่งแสงสามารถนำไปใช้งานในการแสดงผลโดยทั่วๆ ไปถ้าไม่ต้องการความสว่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดไฟธรรมดาแล้วจะเห็นได้ว่าไดโอดเปล่งแสงสามารถทำงานได้โดยใช้แรงดันและกระแสไฟที่น้อยกว่ามาก ปกติจะใช้กระแสไฟอยู่ในช่วง 5-100 มิลลิแอมป์

ไดโอดเปล่งแสงนี้มีรูปร่างลักษณะ และขนาดต่างๆ กันตามการใช้งาน ไดโอดเปล่งแสงหัวมนโดยปกติจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรและ 5 มิลลิเมตร ซึ่งทำด้วยพลาสติกโปร่งแสง ถ้าเป็นแบบสี่เหลี่ยมจะมีขนาด 5×2 มิลลิเมตร มุมในการมองเห็นของไดโอดเปล่งแสงแบบหัวมน จะอยู่ในช่วง 20-40 องศา แต่ถ้าเป็นไดโอดเปล่งแสงแบบสี่เหลี่ยมมุมในการมองเห็นจะเพิ่มสูงขึ้นเป็นถึง 100 องศา คุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสงโดยทั่วๆ ไปแสดงไว้ดังตารางที่ 2.6

ปกติการใช้งานไดโอดเปล่งแสงจะมีแรงดันตกคร่อมไดโอดขณะนำกระแส เพื่อให้ได้แสงจากไดโอดเต็มที่จนไม่เกิดการเสียหายของไดโอดเปล่งแสง จะต้องมีค่าความต้านทางมาอันดับกับไดโอดเปล่งที่แรงดันต่างๆ ดังตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ข้อมูลทั่วไปของไดโอดเปล่งแสง

พารามิเตอร์	ชนิดของแอลอีดี			
	มาตรฐาน		สูง	
			ประสิทธิภาพ	ความเข้ม
เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	3	3	5	5
การไบอัสสูงสุด (โวลต์)	40	30	30	30
กระแสขณะไบอัสสูงสุด (มิลลิแอมป์)	12	10	7	10
กระแสขณะไบอัสต่ำสุด (มิลลิแอมป์)	2.1	2.0	1.8	2.2
แรงดันตกคร่อมสูงสุดขณะไบอัสกลับ (โวลต์)	5	3	5	5
กำลังแสงสูงสุด (มิลลิวัตต์)	150	100	27	135
ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)	690	635	635	635

ตารางที่ 2.7 การเลือกค่าความต้านทานสำหรับไดโอดเปล่งแสง

แรงดัน (โวลต์)	ความต้านทานอันดับ (โอห์ม)		
	ระดับแรงดันต่ำสุด (กระแส 5 มิลลิแอมป์)	ระดับแรงดันมาตรฐาน (กระแส 10 มิลลิแอมป์)	ระดับแรงดันสูงสุด (กระแส 20 มิลลิแอมป์)
3	220	180	56
5	680	270	150
6	820	390	220
9	1.5 กิโล	680	390
12	2.2 กิโล	1 กิโล	560
15	2.7 กิโล	1.2 กิโล	680
18	3.3 กิโล	1.5 กิโล	820
24	4.7 กิโล	2.2 กิโล	1.2 กิโล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.5.1 การนำไดโอดเปล่งแสงไปใช้งาน

1. แรงดันย้อนกลับต้องมีค่าไม่เกิน 5 โวลต์

2. ไดโอดเปล่งแสงหนึ่งดวงใช้กระแสไฟฟ้า 5 มิลลิแอมป์ขึ้นไป

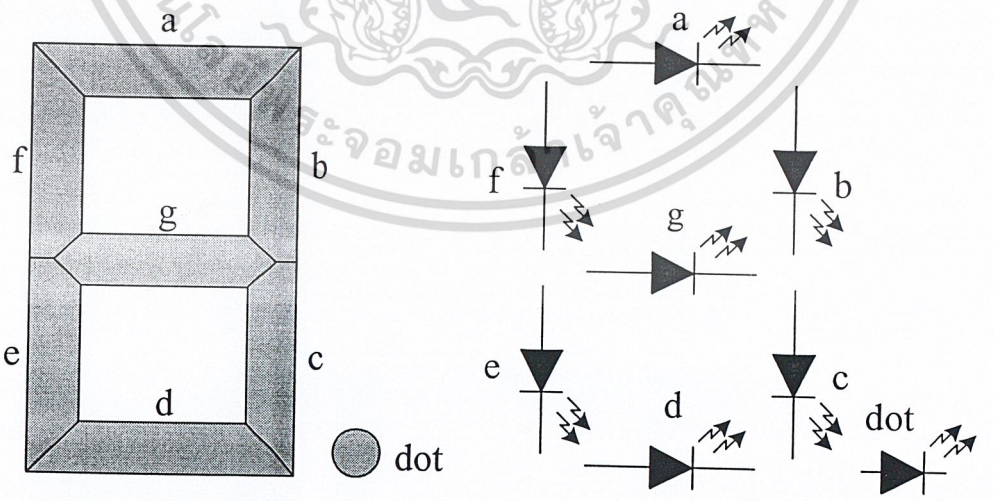
3. ไดโอดเปล่งแสงสีเหลือง และสีเขียว จะให้ความสว่างน้อยกว่าไดโอดเปล่งแสงสีแดงที่ระดับกระแสเท่ากัน

4. ไดโอดเปล่งแสงสามารถนำไปใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำขนาดน้อยกว่า 50 โวลต์ได้โดยการใช้ไดโอดต่อขนานกับไดโอดเปล่งแสง

2.5.2 การเชื่อมต่อไอโอดเปล่งแสงตัวเลข 7 ส่วน

แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนประกอบขึ้นจากแอลอีดีจำนวน 7 ตัวบรรจุอยู่ในตัวถังเดียวกัน และได้รับการจัดเรียงเป็นรูปตัวเลข แอลอีดีแต่ละตัวจะถูกเรียกว่า ส่วนหรือเซกเมนต์ (Segment) แต่ละส่วน หรือเซกเมนต์มีชื่อเรียกแตกต่างกันตามตำแหน่งที่ได้รับการจัดวางคือ a, b, c, d, e, f และ g แสดงดังรูปที่ 2.2 ส่วน dot เป็นแอลอีดีอีก 1 ตัวที่บรรจุอยู่ในแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนนี้ใช้เป็นตัวแสดงจุดทศนิยมในกรณีที่มีการแสดงผลในลักษณะที่มีทศนิยม

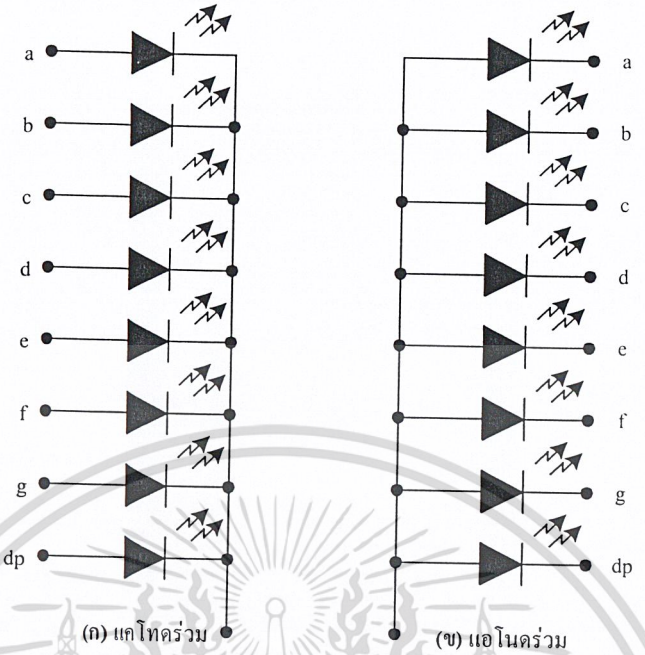
แอลอีดีทุกตัวที่บรรจุอยู่ในตัวเลข 7 ส่วนนี้มีขาต่อรวมกันซึ่งมีทั้งแบบต่อขาแคโทดร่วมกันเรียกว่าแบบแคโทดร่วม (Common Cathode) และแบบต่อขาแอโนดร่วมกันเรียกว่าแบบแอโนดร่วม (Common Anode) การขับให้แอลอีดี 7 ส่วนแบบแคโทดร่วมสว่างจะต้องจ่ายแรงดันไฟลบเข้าที่ขาร่วมแล้วจ่ายแรงดันไฟบวกเข้าที่แอโนดของขาแต่ละเซกเมนต์ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 รูปร่าง และการกำหนดชื่อเซกเมนต์ต่างๆ ของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48362



รูปที่ 2.3 วงจรภายในของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน (ก) แบบแคโทดร่วม (ข) แบบแอโนดร่วม

2.5.3 การขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแบบหลักเดี่ยว

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ไม่ควรนำมาขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนโดยตรง เนื่องจากความสามารถในการจ่ายกระแสเอาต์พุตรวมไม่สูงมากนักจึงต้องอาศัยไอซีบัฟเฟอร์มาช่วยในการขับแอลอีดีเช่น ไอซีเบอร์ 74HC595 และที่เอาต์พุตของไอซีบัฟเฟอร์ที่ต่อกับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนต้องมีตัวต้านทานจำกัดกระแสให้แก่แอลอีดีในทุกเซกเมนต์ การกำหนดให้แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแสดงข้อมูลเป็นตัวเลขหรือเป็นสัญลักษณ์ใดๆ ต้องมีการกำหนดรูปแบบของการแสดงผลของเซกเมนต์ต่างๆ ด้วยข้อมูลแต่ละบิตของไมโครคอนโทรเลอร์ แล้วใช้วิธีการเปิดตารางหรือลุกอัพเทเบิล (Look up Table) ดังตัวอย่างตารางข้อมูลของการแสดงผลตัวเลขฐานสิบหกของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ข้อมูลของการแสดงผลตัวเลข 0 - F ของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแบบแคโทดร่วม

ข้อมูลดิจิตอลเอาต์พุตสำหรับขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน								ค่าเลขฐานสิบหก ที่ใช้กับ MCS-51	ค่าตัวเลขที่แสดง บนตัวแอลอีดี
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0	0	1	1	1	1	1	1	3FH	0
0	1	0	1	1	0	1	1	06H	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ) ข้อมูลของการแสดงผลตัวเลข 0 - F ของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแบบแคโทดร่วม

ข้อมูลดิจิตอลเอาต์พุตสำหรับขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน								ค่าเลขฐานสิบหกที่ใช้กับ MCS-51	ค่าตัวเลขที่แสดงบนตัวแอลอีดี
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0	1	0	1	1	0	1	1	5BH	2
0	1	0	0	1	1	1	1	4FH	3
0	1	1	0	0	1	1	0	66F	4
0	1	1	0	1	1	0	1	6DH	5
0	1	1	1	1	1	0	1	7DH	6
0	0	0	0	0	1	1	1	07H	7
0	1	1	1	1	1	1	1	7FH	8
0	1	1	0	1	1	1	1	6FH	9
0	1	1	1	0	1	1	1	77H	A
0	1	1	1	1	1	0	0	7CH	b
0	0	1	1	1	0	0	1	39H	C
0	1	0	1	1	1	1	0	5EH	d
0	0	1	1	1	0	0	1	39H	C
0	1	0	1	1	1	1	0	5EH	d
0	1	1	1	1	0	0	1	79H	E
1	1	1	1	1	1	1	1	0FFH	8

2.5.4 การขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์

การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ขับตัวเลข 7 ส่วนมากกว่า 1 หลักจะต้องใช้วิธีการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์ซึ่งเป็นวิธีการขับให้แอลอีดีสว่างทีละหลักด้วยอัตราความเร็วที่สายตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ทัน จึงเสมือนว่าแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนทุกหลักติดสว่างในเวลาเดียวกัน

การแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์มีประโยชน์ดังนี้

1. ช่วยลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทำให้ขนาดของแหล่งจ่ายไฟเล็กลง ขนาดโดยรวมของระบบจึงเล็กลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนได้มากกว่า 1 หลักโดยที่ใช้จำนวนพอร์ตเพิ่มเติมเฉพาะการติดต่อกับขาร่วมเท่านั้น

3. ลดจำนวนตัวความต้านทานที่ใช้ในการจำกัดกระแสของแอลอีดีในแต่ละเซกเมนต์ ดังตัวอย่าง แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนหนึ่งหลักต้องใช้ตัวความต้านทานจำกัดกระแส 8 ตัวถ้าหากขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 4 หลัก โดยตรงต้องใช้ตัวความต้านทานมากกว่า 32 ตัว ในขณะที่หากใช้วิธีการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์ยังคงใช้ตัวความต้านทานเพื่อจำกัดกระแสให้แอลอีดีในแต่ละเซกเมนต์เพียง 8 ตัวไม่ว่าจะขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนกี่หลักก็ตาม

การขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กซ์จะทำการต่อขาของแต่ละเซกเมนต์ร่วมกัน คือ เซกเมนต์ a ทุกหลักจึงต้องต่อถึงกันไล่เรียงไปจนถึงเซกเมนต์ที่ g ในบางที่ต้องใช้จุด dot ก็ต้องต่อขาของจุด dot รวมกันด้วย การควบคุมให้แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนหลักใดติดสว่างทำได้โดยการจ่ายไฟเข้าที่ขาร่วมของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนหลักนั้นๆ

การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ามาควบคุมการแสดงผลในลักษณะนี้จึงเป็นการเข้ามาควบคุมการจ่ายไฟเข้าที่ขาร่วมของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแต่ละหลักนั่นเองโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะจ่ายไฟให้แก่ขาร่วมของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนทีละหลักไล่ไปตามลำดับด้วยความเร็วสูงโดยผ่านทรานซิสเตอร์ ทั้งนี้การต่อทรานซิสเตอร์เพื่อขับขาคอมมอนนั้นยังช่วยให้ภาระการจ่ายกระแสของไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงด้วย ส่วนขาของแต่ละเซกเมนต์จะถูกต่อเข้ากับไอซีบัฟเฟอร์ผ่านตัวต้านทานจำกัดกระแสเช่นเดียวกับการขับแบบตัวเดี่ยว

กระบวนการเริ่มต้นโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่งข้อมูลออกไปยังไอซีบัฟเฟอร์ที่ต่ออยู่กับเซกเมนต์ a-g และ dot (ในกรณีที่ต้องการใช้ dot) ของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนก่อนจากนั้นจึงส่งข้อมูล “0” ไปยังทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่กับขาร่วมของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนในหลักที่ต้องการให้แสดงผล

การใช้แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน (Seven Segment) หลายตัวในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงผลที่แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน ถ้าหากนำมาต่อใช้ร่วมกันหลายๆ หลักในกรณีแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนติดสว่างทุกเซกเมนต์และสว่างทุกหลักพร้อมกัน ซึ่งอาจมีปัญหาจากปริมาณของแหล่งจ่ายไฟที่ระบบต้องการดังนั้นการใช้งานแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแสดงผลหลายๆ ตัวพร้อมกันจึงนิยมใช้วิธีที่เรียกว่า “มัลติเพล็กซ์” (Multiplexed Display) โดยจะใช้วิธีการต่อขาของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนแต่ละเซกเมนต์ต่อขนานเข้ากับเซกเมนต์เดียวกันของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนส่วนตัวอื่นๆ ทุกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

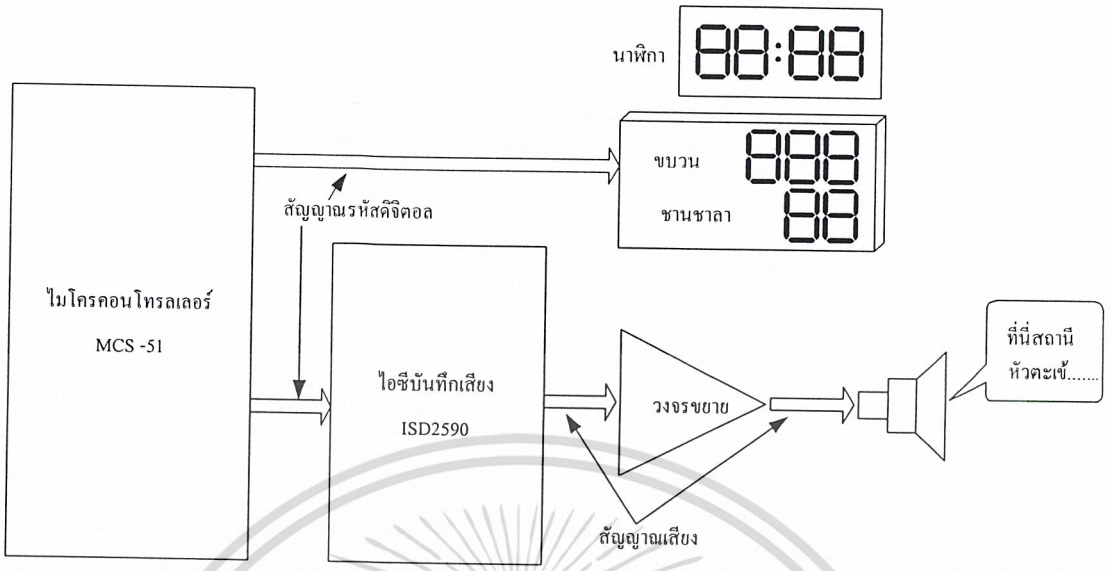
3.1 กล่าวนำ

ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติจะทำงานคล้ายๆ กับเครื่องเรียกบัตรคิวของธนาคาร แต่ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัตินี้เป็นรูปแบบของการสร้างระบบฐานข้อมูลอย่างหนึ่งที่ได้จัดการข้อมูลทางด้านการบันทึกรูปแบบเสียงพูด ซึ่งจะนำข้อความเสียงพูดมาปะติดปะต่อเป็นข้อความที่สมบูรณ์ในการแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟ โดยการควบคุมด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ดึงข้อมูลเสียงที่บันทึกไว้ในไอซีบันทึกเสียง ISD2590 ซึ่งไอซีบันทึกเสียงเบอร์นี้ สามารถบันทึกเสียงได้นาน 90 วินาทีต่อ 1 ตัว

ระหว่างการแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟนั้น ผู้โดยสารสามารถทราบได้ทันทีที่มีการแจ้งประกาศออกทางเครื่องกระจายเสียง ด้วยการควบคุมการแจ้งประกาศจากเจ้าหน้าที่การรถไฟฯประจำสถานีนั้นๆ อีกทั้งยังแสดงหมายเลขของขบวนรถไฟที่จะเข้าเทียบชานชาลารับและส่งผู้โดยสาร โดยจะใช้แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลักที่ดัดแปลงโดยใช้แอลอีดีขนานกัน 5 ตัวเพื่อแสดงหมายเลขของขบวนรถไฟและชานชาลา รวมไปถึงการแสดงเวลาปัจจุบันที่มีจอแสดงผลขนาดใหญ่ที่สามารถมองเห็นได้

การทำงานของระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติแบ่งออกเป็นวงจรที่สำคัญๆ ดังนี้ คือ วงจรควบคุมซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะเป็นส่วนของการควบคุมการทำงานของระบบรวมถึงโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน วงจรบันทึกเสียงจะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลเสียงที่ใช้ในการทำการแจ้ง ในส่วนของการแสดงผลจะประกอบไปด้วย 2 วงจรคือ วงจรขยายเสียงจะทำหน้าที่นำข้อมูลเสียงที่ได้จากวงจรบันทึกเสียงที่ควบคุมโดยวงจรควบคุมมาขยายเสียงออกทางลำโพงและวงจรแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน แผนผังการทำงานจะแสดงดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

3.2 วงจรควบคุม

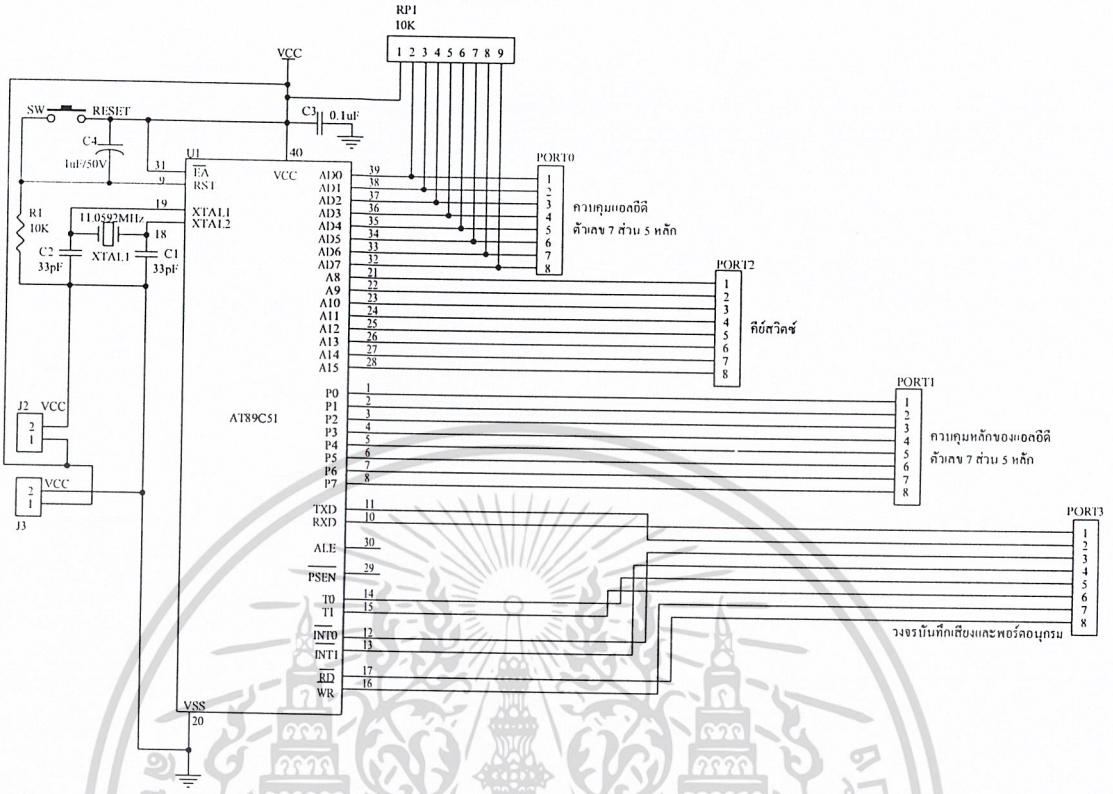
3.2.1 การออกแบบและการทำงาน

วงจรควบคุมเป็นวงจรที่จะประกอบไปด้วยคีย์สวิตช์เพื่อทำหน้าที่ในการรับข้อมูลหรือตัวแปรทางด้านอินพุต ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลที่ส่งข้อมูลออกทางด้านเอาต์พุตคือ เสียงและแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก โดยจะมีโปรแกรมในการควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามที่ต้องการวงจรระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

3.2.2 การทำงาน

การนำเอาข้อความเสียงจากไอซีบันทึกเสียง ISD2590 จะถูกเล่นเสียงออกมาโดยอัตโนมัติด้วยการควบคุมสัญญาณที่จุด START, RESET, SHIFT และ MUTE เพียง 4 เส้น โดยอาศัยไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 เป็นตัวสั่งการเพียงตัวเดียว ปกติขาควบคุมทั้ง 3 เส้น ยกเว้นขา MUTE จะเป็นลอจิก “0” เมื่อต้องการสั่งงานก็ส่งลอจิก “1” ออกไปจะทำให้ไอซี CD4066 ตัวที่ 2 ตัวที่ 1 และตัวที่ 4 ต่อหน้าสัมผัสสวิตช์ถึงกันแทนการกดสวิตช์นั่นเอง ส่วนที่จุด MUTE จะต้องปล่อยให้เป็นลอจิก “1” ค้างไว้ เนื่องจากมีสวิตช์ S_3 ต่อร่วมจุดเดียวกันอยู่สวิตช์ S_3 จะมีไว้สำหรับเคลียร์ตัวเลขให้หน้าจอเป็น “000” โดยการสั่งงานด้วยลอจิก “0” ที่ขา P3.1 ส่วนสวิตช์ S_4 จะมีไว้สำหรับกดเลื่อนตัวเลขหน้าจอเพิ่มขึ้นทีละ 1 โดยการสั่งงานด้วยลอจิก “0” ที่ขา P1.4

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



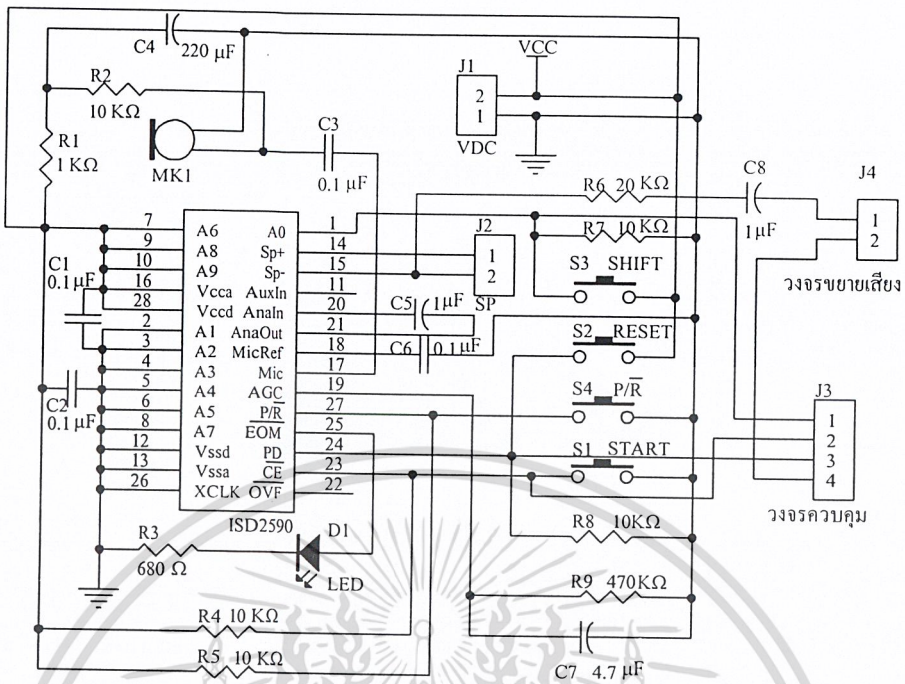
รูปที่ 3.2 การออกแบบวงจรควบคุม

3.3 วงจรบันทึกเสียง

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรบันทึกเสียงจะใช้ไอซี ISD2590 สามารถบันทึกเสียงและเล่นเสียงด้วยระบบดิจิตอลที่ให้คุณภาพเสียงดีพอใช้ได้ไอซี ISD2590 นี้สามารถบันทึกเสียงแบ่งเป็นหลายข้อความได้ภายในไอซีตัวเดียวซึ่งส่วนมากผู้ใช้งานไอซีเบอร์นี้มักจะใช้บันทึกเสียงแค่ข้อความเดียวยาวๆ เรียกว่าการใช้งานโหมดที่ 1 ส่วนการใช้งานแบบบันทึกหลายข้อความเรียกว่าการใช้งานโหมดที่ 2 การใช้งานที่นี้จะใช้ในโหมด 2 ลักษณะการต่อใช้งานจะแสดงดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 การออกแบบวงจรบันทึกเสียง

3.3.2 การทำงาน

การเล่นกลับจะเริ่มจากตำแหน่งที่ตั้งไว้ที่ขาแอดเดรสทั้ง 8 ขา โดยนำเอารหัสดิจิตอลจากหน่วยความจำมาแปลงเป็นสัญญาณแอนะลอกโดยกรรมวิธีย้อนกลับ คือ มีการถอดรหัสที่ได้นี้กลับไปให้อยู่ในรูปของแรงดันไฟตรงที่มีระดับแรงดันต่างกันไปตามรหัส และเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้สัญญาณแอนะลอกที่ใกล้เคียงกันกับสัญญาณที่บันทึกไว้ สัญญาณที่ได้จะถูกกรองโดยวงจรฟิลเตอร์ออกไปเข้าวงจรมัลติเพล็กซ์ แล้วนำไปขยายด้วยวงจรขยายที่ใช้ขับลำโพงโดยตรงซึ่งวงจรมัลติเพล็กซ์นี้มีไว้สำหรับเลือกสัญญาณอินพุตจากขา AUX IN

สัญญาณอินพุตที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของไอซีบันทึกเสียงจะมีอยู่ทั้งหมด 3 เส้นคือ START, RESET และ SHIFT สัญญาณ 3 เส้นจะต่อที่ขาควบคุมสวิตซ์ตัวที่ 1, 2 และ 4 ก่อนเพื่อเป็นการแยกสัญญาณอินพุตไม่ให้เข้าไปที่ขาควบคุมของไอซีบันทึกเสียงโดยตรงเพราะไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถสั่งงานแบบกดสวิตซ์ S_1 กับ S_2 ได้ ปกติขา $\overline{CE}$ จะเป็นลอจิก “1” เนื่องจากมี R_1 ต่อพูลอัพอยู่ และเมื่อกดสวิตซ์ S_1 กับขา $\overline{CE}$ ก็จะเป็นลอจิก “0” เข้าไปสั่งงานต่อไป ส่วนขา PD ปกติจะเป็นลอจิก “0” เนื่องจากมี R_4 ต่อพูลดาวน์อยู่และเมื่อกดสวิตซ์ S_2 ขา PD ก็จะเป็นลอจิก “1” เข้าไปสั่งงานด้วย ส่วนขา A0 สภาวะปกติก็จะเหมือนกับขา PD แต่ไม่มีสวิตซ์กดภายนอกเข้ามาควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์ S_1 และ S_2 นี้มีไว้สำหรับใช้ในการตั้งโปรแกรมบันทึกเสียงหลายช่องก่อนที่จะใช้งานจริงวิธีการบันทึกเสียงจะต้องต่อขา $P/\overline{R}$ ลงกราวด์ก่อนแล้วจึงกดสวิตช์ S_1 และ S_2 เพื่อป้อนสัญญาณให้ไอซีบันทึกเสียงทำงาน เมื่อต้องการเล่นเสียงขา $P/\overline{R}$ ก็จะถูกปลดออกจากกราวด์กลับมาเป็นลอจิก "1" เนื่องจากมี R_2 ต่อพูลอัพอยู่ จากนั้นจึงกดสวิตช์ S_1 และ S_2 เพื่อป้อนสัญญาณให้ไอซีเล่นเสียงออกมา

3.4 วงจรขยายเสียง

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

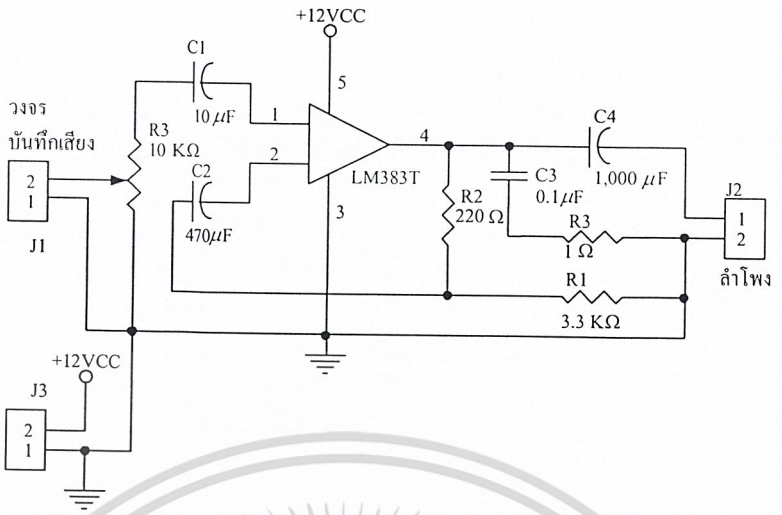
วงจรขยายเสียงเป็นวงจรขยายธรรมดาที่ใช้งานกันโดยทั่วๆ ไป สามารถใช้ทรานซิสเตอร์ออปแอมป์หรือไอซีเป็นตัวขยายเสียง ในที่นี้จะใช้ไอซีเบอร์ LM383T เป็นตัวขยายและมีตัวต้านทานปรับค่าได้เป็นตัวปรับระดับแรงดันที่ต้องการ

ระบบกระจายเสียงของระบบการแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ เนื่องจากคุณสมบัติของการใช้งานไอซีบันทึกเสียงนั้นเป็นระบบดิจิตอล ซึ่งสามารถนำลำโพงที่มีค่าความต้านทาน 8-16 โอห์มต่อเข้ากับขาเอาต์พุตได้ทันที เมื่อการทำงานจะได้ยินเสียงจากไอซีบันทึกเสียง หากต้องการความดังอย่างมากเพื่อตอบสนองความต้องการของระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟ จึงได้ใช้ไอซีขยายเสียงทางด้านเอาต์พุตของไอซีบันทึกเสียง นั่นก็คือไอซีออปแอมป์ (Op-Amp) เพื่อขยายสัญญาณส่งให้ภาคขยายเสียงต่อไป

3.4.2 การทำงาน

หลักการของวงจรขยายเสียงนี้คือ วงจรจะรับอินพุตจากพอร์ตมาทำการขยายสัญญาณ โดยใช้ไอซีเบอร์ LM383T แล้วส่งออกเอาต์พุตที่ลำโพง ด้วยกำลังเพียง 6 วัตต์ จากรูปที่ 3.4 รับสัญญาณเสียงมาจากวงจรบันทึกเสียงเข้ามาทางขา 1 ก่อนเข้าตัวไอซีจะผ่าน C_8 ในวงจรบันทึกเสียงรูปที่ 3.3 ทำหน้าที่คับปลิ้งสัญญาณ (เนื่องจากไอซีบันทึกเสียงเมื่อมีการเลื่อนข้อความจะมีเสียงดังแต๊กๆ) แล้วสัญญาณที่ได้จากการขยายจะออกทางขา 4 ไอซีเบอร์ LM383T เพื่อต่อออกลำโพงต่อไป สังเกตได้ว่าจะมีการส่งสัญญาณกลับเข้ามาทางขา 2 อีกเพื่อการควบคุมการขยายให้ได้ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การออกแบบวงจรขยายเสียงออกลำโพง

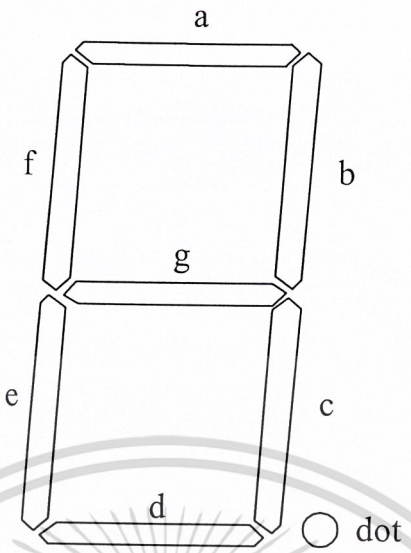
3.5 วงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

3.5.1 การออกแบบและการสร้าง

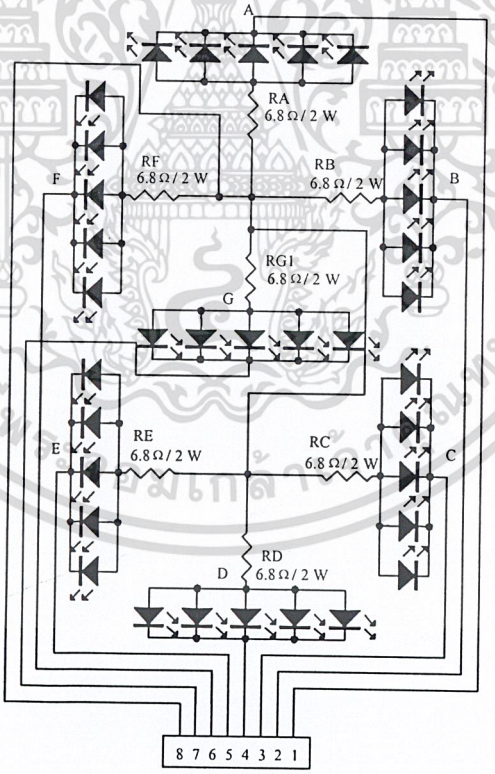
การแสดงผลแบบ 7 ส่วนเป็นตัวแสดงผลอีกแบบหนึ่งที่แสดงผลออกมาเป็นตัวเลข ภายในประกอบไปด้วยไดโอดเปล่งแสงจำนวน 7 ดวงเป็นส่วน a, b, c, d, e, f, g และจุดทศนิยม (dot point) การแสดงผลของวงจร 7 ส่วน จำเป็นต้องอาศัยวงจรถอดรหัส (Decode) และวงจรขับเพื่อรับอินพุตเป็นพีซีบี (PCB) มาแสดงผลเป็นเลขฐานสิบ วงจรแสดงดังรูปที่ 3.5 (ก)

วงจรแสดงผลจะใช้อยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่จะใช้ในการกดสั่งงานจะใช้แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลักแบบธรรมดาที่ใช้งานกันโดยทั่วไปดังรูปที่ 3.5 (ข) และอีกส่วนหนึ่งจะใช้ในการแสดงให้ท่านผู้โดยสารทราบจะเป็นการนำเอาแอลอีดีมาต่อเป็นแถวให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้ผู้โดยสารมองเห็นได้ชัดเจนส่วนหลักการทำงานก็ยังเหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



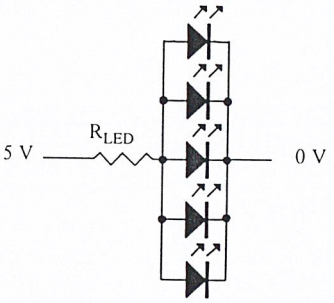
(ก) แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน



(ข) การนำแอลอีดีมาต่อเป็นตัวเลข 7 ส่วน

รูปที่ 3.5 แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การนำแอลอีดีมาต่อขนาน

1) อัตราการทนกระแสแอลอีดีที่สามารถให้แสงสว่างเต็มที่

1. นำแอลอีดีมาต่อตามวงจรรูปที่ 3.6 ใช้เป็นหนึ่งส่วนหรือเซกเมนต์
2. แอลอีดีตัวเลข 1 หลักใช้วงจรรูปที่ 3.6 มาต่อขนานกัน 7 ส่วนจะใช้กระแสรวมกัน

$$I_T = I \times LED_{SEG}$$
$$= 500 \times 10^{-3} \times 7$$
$$= 3.5 \text{ แอมป์}$$

แต่ต้องการความเข้มของแสงเป็น 2 เท่าจึงใช้กระแสเท่ากับ 7 แอมป์

3. ตัวเลขแสดงผล 1 ส่วนนำมาต่อขนานกัน 5 ส่วน จะใช้กระแสรวมกัน

$$I_T = I \times LED_{SEG}$$
$$= 500 \times 10^{-3} \times 5$$
$$= 2.5 \text{ แอมป์}$$

ต้องการให้ทรานซิสเตอร์รองรับกระแสที่ไหลจากแอลอีดีให้เต็มที่เป็น 2 เท่าจึงเท่ากับ 5 แอมป์ จากคุณสมบัติของแอลอีดี 1 ดวงจะมีแรงดันตกคร่อม 1.5 โวลต์และต้องการกระแสไหลผ่าน 100 มิลลิแอมป์ ต้องการกระแสไหลผ่านแอลอีดี 5 ดวงใช้กระแส 500 มิลลิแอมป์ ดังนั้นแรงดันตกคร่อมตัวความต้านทาน R_{LED} เท่ากับ 3.5 โวลต์

$$R_{LED} = \frac{E}{I}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{3.5}{500 \times 10^{-3}}$$
$$= 7\ \Omega$$
$$P = E \times I$$
$$= 3.5 \times 500 \times 10^{-3}$$
$$= 1.75 \text{ วัตต์}$$

2) วงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

ในวงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลักใช้กระแสจำนวนมาก เนื่องมาจากการใช้แอลอีดีจำนวนหลายๆ ตัวมาต่อขนานกัน จึงทำให้ความสว่างของแอลอีดีแต่ละดวงมีความสว่างค่อนข้างน้อยมากมองไม่ชัดเจน ด้วยเหตุนี้จึงนำเอาทรานซิสเตอร์มาทำการขยายกระแสเพื่อเพิ่มกระแสให้กับวงจรทำให้แอลอีดีมีความสว่างมากขึ้น โดยจะใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP 2955 และเบอร์ TIP 3055 สามารถดูรายละเอียดได้ในคู่มืออีซีจี (ECG)

3) การคำนวณอัตราการขยายกระแสของทรานซิสเตอร์

สูตรการหาอัตราการขยายทรานซิสเตอร์

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B}$$

3.1) ทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพีเบอร์ TIP 2955

จากรายละเอียดของทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP 2955, $\beta_{DC} = 20$, I_{Cmax} = 15 แอมป์ ต้องการ I_C = 7 แอมป์ คำนวณหาค่าความต้านทาน R_B และกำลังงาน P_{RB}

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$
$$= \frac{7}{20}$$
$$= 3.5 \text{ มิลลิแอมป์}$$
$$R_B = \frac{E - V_{BE}}{I_B}$$
$$= \frac{5 - 0.7}{350 \times 10^{-3}}$$
$$= 12.286\ \Omega$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P_{RB} = E \times I$$
$$= 4.3 \times 350 \times 10^{-3}$$
$$= 1.505 \text{ วัตต์}$$

เลือกใช้ค่าความต้านทาน 12 Ω 2 วัตต์ ในวงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก ดังรูปที่ 3.7 (ก)

3.2) ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็นเบอร์ TIP 3055

จากรายละเอียดของทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP 3055, $\beta_{DC} = 20$, $I_{Cmax} = 15$ แอมป์ ต้องการ $I_C = 5$ แอมป์คำนวณหาค่าความต้านทาน R_B และกำลังงาน P_{RB}

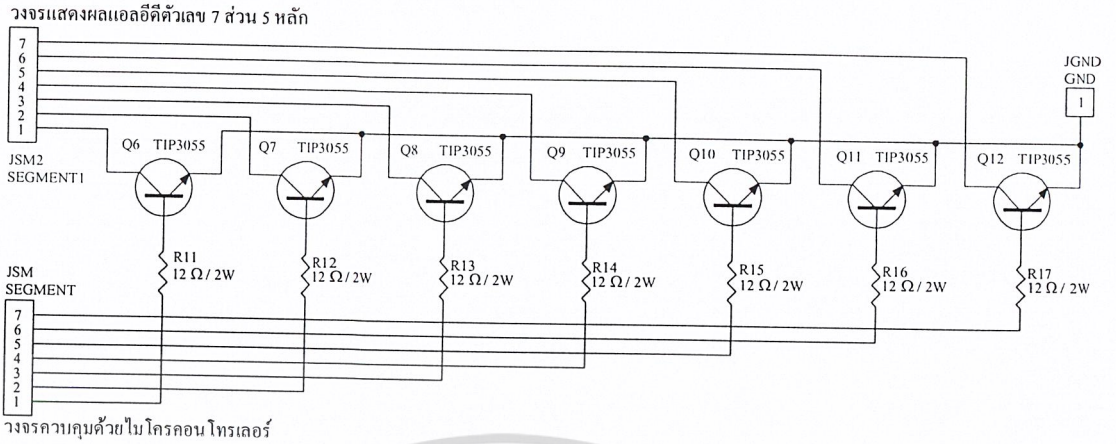
$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$
$$= \frac{7}{20}$$
$$= 3.5 \text{ มิลลิแอมป์}$$
$$R_B = \frac{E - V_{BE}}{I_B}$$
$$= \frac{5 - 0.7}{250 \times 10^{-3}}$$
$$= 17.2 \ \Omega$$
$$P_{RB} = E \times I$$
$$= 4.3 \times 250 \times 10^{-3}$$
$$= 1.075 \text{ วัตต์}$$

เลือกใช้ค่าความต้านทาน 18 Ω 2 วัตต์ ในวงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก ดังรูปที่ 3.7 (ข)

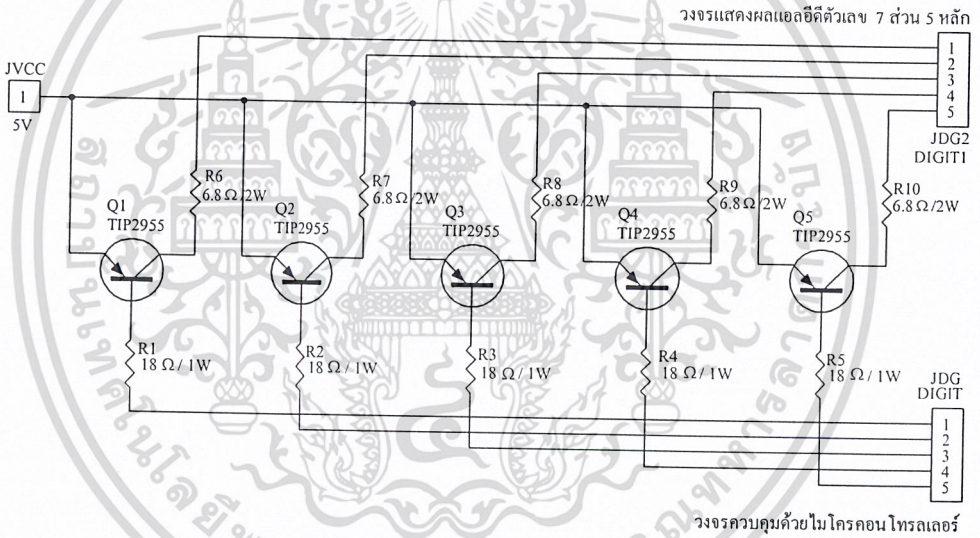
3.5.2 การทำงาน

ในวงจรแสดงผลจะใช้แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก จะนำแอลอีดีมาทำเป็นแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนโดยนำแอลอีดีมาต่อขนานกันเป็นแถวซึ่ง 1 แถวจะมีแอลอีดีต่อขนานกัน 5 ตัวและจะอนุกรมกับความต้านทาน 6.8 โอห์ม 1 วัตต์ โดยจะมีวงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลักซึ่งประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP 2955 และเบอร์ TIP 3055 ที่ทำหน้าที่ขยายกระแสให้กับวงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลักเพื่อเพิ่มความสว่างของแอลอีดีซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



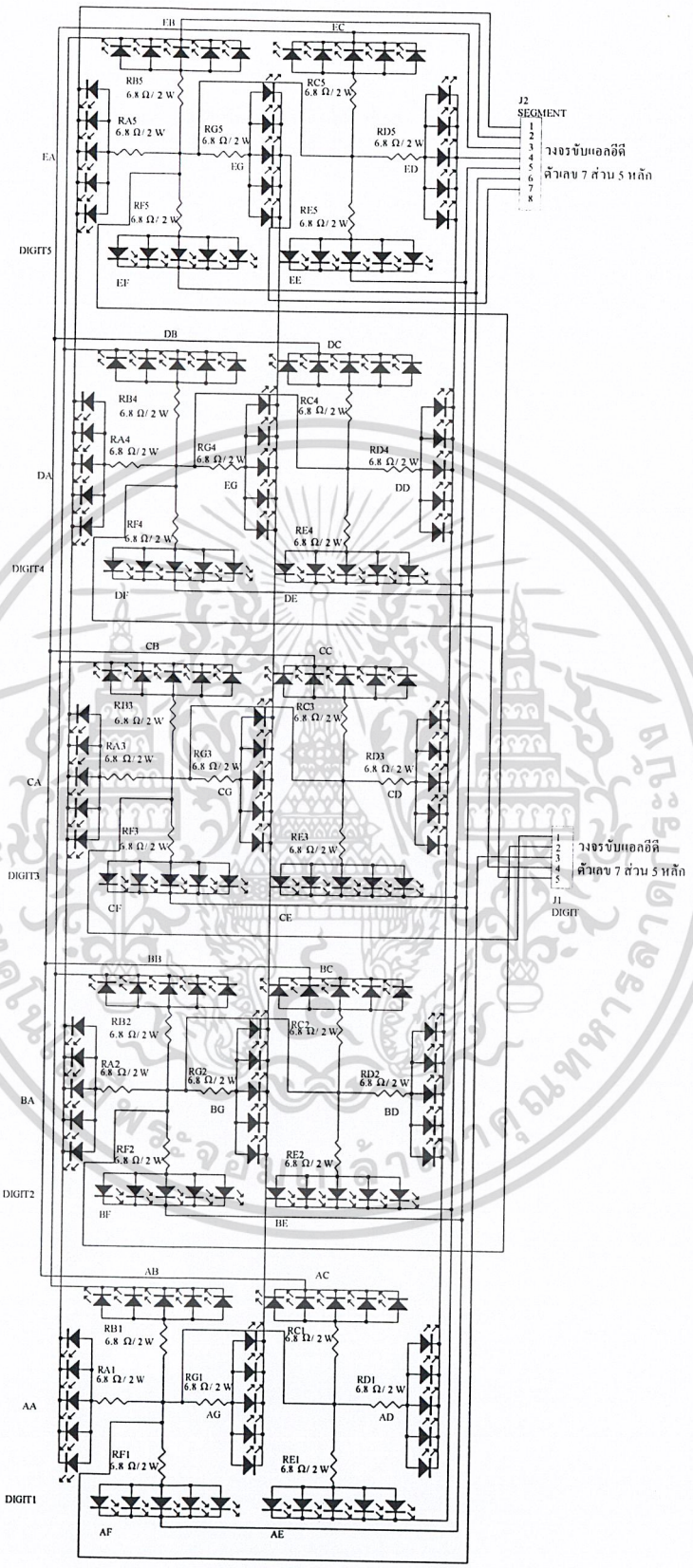
(ก) วงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลักโดยใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP 3055



(ข) วงจรขับแอลอีดีตัวเลข 5 หลักโดยใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP 2955

รูปที่ 3.7 วงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



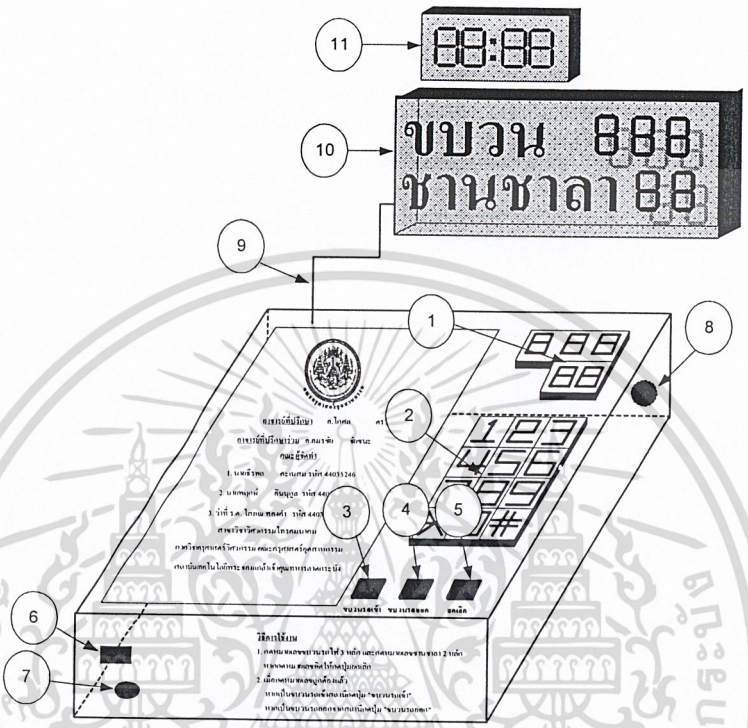
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 3.8 การออกแบบวงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 โครงสร้างของระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

3.6.1 การออกแบบแผงควบคุม



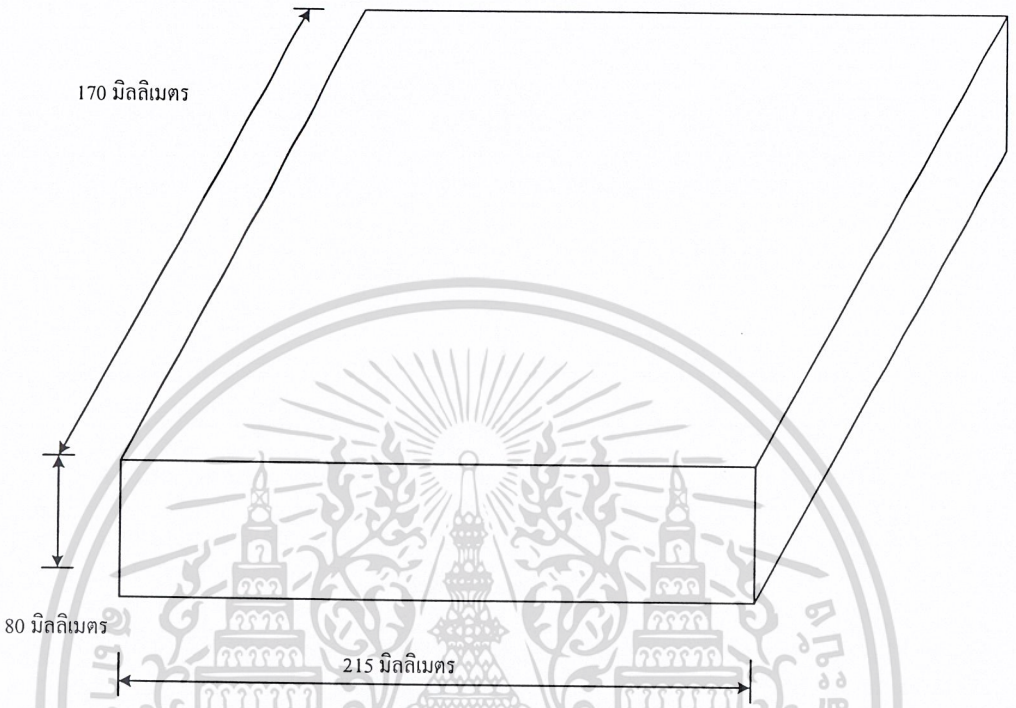
รูปที่ 3.9 การจัดวางแผงควบคุม

จากรูปที่ 3.9 แผงควบคุมแต่ละส่วนมีหน้าที่การทำงานดังนี้

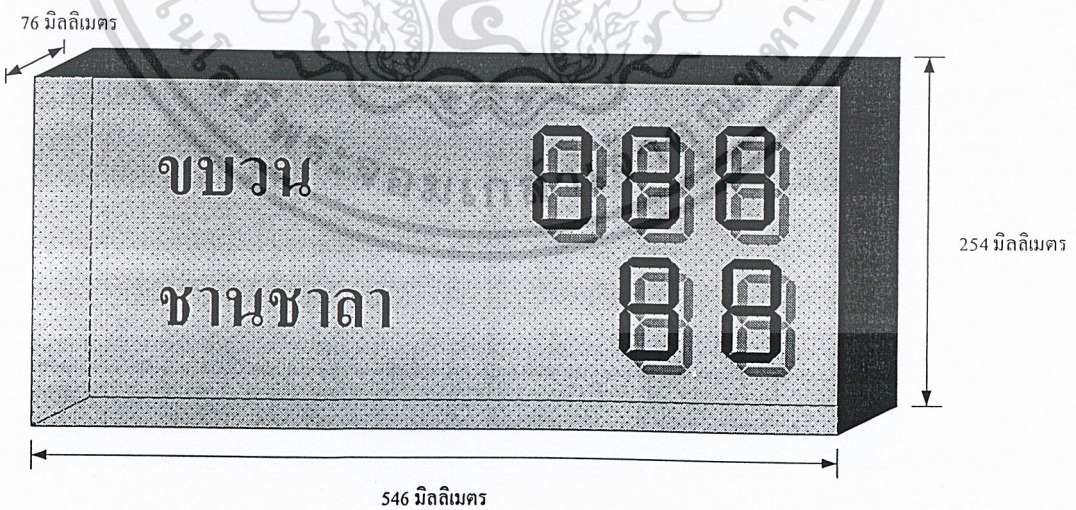
1. ตัวเลขแสดงผล 7 ส่วนขนาดเล็ก
2. คีย์สวิตซ์
3. ปุ่มขบวนรถเข้า
4. ปุ่มขบวนรถออก
5. ปุ่มยกเลิก
6. สวิตซ์แรงดัน
7. ฟิวส์
8. ขั้วต่อลำโพง
9. สาย RS - 232
10. จอแสดงผลแอลอีดี
11. นาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การออกแบบกล่องและการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ



รูปที่ 3.10 การออกแบบกล่องระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 3.11 กล่องใส่แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

เพื่อให้ง่ายต่อการทดลองและการตรวจสอบการทำงาน จึงได้แบ่งการทดลองออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกเป็นการทดลองวงจรแต่ละชุดที่ยังไม่ได้ประกอบรวมกัน และส่วนที่สองเป็นการทดลองระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติที่ใช้งานจริง โดยส่วนแรกนี้จะแบ่งวงจรออกเป็น 4 วงจร คือ วงจรบันทึกเสียง วงจรขยายเสียง วงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน และวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน จากนั้นนำวงจรทั้งหมดนี้มาทำงานรวมกันโดยมีการสั่งการทำงานโดยวงจรควบคุมซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน

4.2 วงจรบันทึกเสียง

4.2.1 การทดลอง

1) ประกอบวงจรดังรูปที่ 3.3

2) ทำการบันทึกข้อความเสียงแบบเรียงลำดับ คือ การบันทึกข้อความเสียงเรียงทีละข้อความตั้งแต่ข้อความที่ 1 จนถึงข้อความสุดท้ายทำการบันทึกเสียงตามที่คำประชาสัมพันธ์ของการรถไฟแห่งประเทศไทย ซึ่งจะทำการบันทึกข้อความเป็นข้อความย่อยๆ ตามหัวข้อที่ 2.4.1 ทั้ง 38 ข้อความ

ข้อความเสียงที่บันทึกมีทั้งหมด 38 ข้อความที่จะนำไปใช้งานในการทดลองและนำไปใช้งานจริง ซึ่งจะทดลองโดยการอ่านข้อความเรียงแบบเรียงกันไปทีละข้อความตั้งแต่ข้อความที่ 1 จนถึงข้อความที่ 38 และการทดลองการอ่านข้อความเสียงแบบข้ามกระโดดซึ่งการใช้งานจริงจะใช้แบบการอ่านข้อความเสียงแบบข้ามกระโดดในการใช้งาน

4.2.2 ผลการทดลอง

1) การอ่านข้อความเสียงแบบเรียงลำดับ

การอ่านข้อความเรียงลำดับ คือการเล่นข้อความเรียงลำดับตั้งแต่ข้อความที่ 1 จนถึงข้อความสุดท้าย ผลการทดลองการอ่านข้อความผลเป็นดังนี้

ป้อนสัญญาณพัลส์บวกเข้าที่ขา PD เพื่อให้รีเซตการทำงาน

1.1) ป้อนไฟบวก (ลอจิก “1”) ให้ขา $P/\overline{R}$ เพื่อเข้าสู่การอ่านข้อความ

1.2) ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ ข้อความที่ 1 จะถูกเล่นออกมาจนจบข้อความที่ 1 เป็นข้อความเสียงพูดว่า “โปรดทราบ ขบวนรถที่กำลังเข้าสู่สถานีหัวตะเข้ต่อไปนี้ เป็นขบวนรถ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าขณะที่ข้อความนั้นกำลังเล่นอยู่ยังไม่จบ ถ้ามีการป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ ข้อความที่กำลังเล่นอยู่จะหยุดทันที เหมือนเป็นการหยุดเทปและเมื่อป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ อีกครั้งข้อความนั้นจะถูกเล่นต่อจากเดิมไปจนจบ

2) การอ่านข้อความไม่เรียงลำดับ คือการเล่นข้อความแบบข้ามช่องไปมาหรือจะเล่นช่องไหนก่อนได้ โดยไม่ต้องเรียงตามลำดับช่องที่บันทึก ผลการทดลองการอ่านข้อความแบบไม่เรียงลำดับผลเป็นดังนี้ดังนี้

2.1) ป้อนสัญญาณพัลส์บวกที่ขา PD เพื่อให้รีเซตการทำงาน

2.2) ป้อนไฟบวก (ลอจิก "1") ที่ขา $P/\overline{R}$ เพื่อเข้าสู่การอ่านข้อความ

2.3) ป้อนไฟบวก (ลอจิก "1") ที่ขา A_0 เพื่อเข้าสู่การเลื่อนข้อความ

2.4) ป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา $\overline{CE}$ จำนวน 1 ครั้งเพื่อสั่งเลื่อนข้อความไป 1 ช่อง

2.5) ป้อนไฟลบ (ลอจิก "0") ที่ขา A_0 เพื่อเสร็จสิ้นการเลื่อนข้อความ

2.6) ป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา $\overline{CE}$ ข้อความที่ 2 จะถูกเล่นออกมาจนจบข้อความที่ 2 เป็นข้อความเสียงพูดว่า "หนึ่ง"

จากการทดลองมาเป็นการอ่านข้อความที่ 2 ก่อนถ้าต้องการกระโดดไปอ่านข้อความที่ 5 ถัดไปผลเป็นดังนี้

2.7) ป้อนไฟบวก (ลอจิก "1") ที่ขา A_0 เพื่อเข้าสู่การเลื่อนข้อความ

2.8) ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ จำนวน 2 ครั้งเพื่อสั่งเลื่อนข้อความไป 2 ช่อง

2.9) ป้อนไฟลบ (ลอจิก "0") ที่ขา A_0 เพื่อเสร็จสิ้นการเลื่อนข้อความ

2.10) ป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา $\overline{CE}$ ข้อความที่ 5 จะถูกเล่นออกมาจนจบข้อความที่ 5 เป็นข้อความเสียงพูดว่า "สี่"

ผลการทดลองการอ่านข้อความไม่เรียงลำดับนี้วิธีการเลื่อนข้อความ จะขึ้นอยู่กับการป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST หลังจากที่ขา A_0 ได้รับลอจิก 1 แล้วสมมติต้องการอ่านข้อความที่ 4 ก่อนจะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ จำนวน 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 จะเลื่อนไปหาข้อความที่ 2, ครั้งที่ 2 จะเลื่อนไปหาข้อความที่ 3 และครั้งที่ 3 จะเลื่อนไปหาข้อความที่ 4 นั่นเอง ถ้าต้องการเลื่อนไปยังข้อความที่ 8 หลังจากข้อความที่ 4 แล้วจะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ อีก 3 ครั้งหากต้องการกลับไปยังข้อความที่ 6 หลังจากอานข้อความที่ 8 จะต้องเริ่มต้นรีเซตใหม่ แล้วเลื่อนไปยังข้อความที่ 6 เนื่องจากการเลื่อนข้อความไม่สามารถเลื่อนถอยหลังได้

ผลการทดลองวงจรบันทึกเสียง การอ่านข้อความแบบเรียงลำดับ และการอ่านข้อความแบบไม่เรียงลำดับตรงตามที่ได้บันทึกไว้ ด้านคุณภาพของเสียงมีสัญญาณเสียงรบกวนเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 วงจรขยายเสียง

4.3.1 การทดลอง

1) ทำการประกอบวงจรดังรูปที่ 3.4

2) ต่ออินพุตเข้ากับไมโครโฟน ต่อเอาต์พุตเข้ากับลำโพง

3) ตรวจสอบความถูกต้องจากวงจรเพื่อความถูกต้อง จากนั้นทำการป้อนแหล่งไฟ 12 โวลต์เข้ากับวงจร

4) ทดลองพูดที่ไมโครโฟน และทำการวัดแรงดันออกทางเอาต์พุต

4.3.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองปรากฏว่าเวลาที่มีเสียงพูดที่ไมโครโฟน จะทำให้แรงดันเอาต์พุตเกิดขึ้น แรงดันนี้จึงทำให้มีเสียงออกที่ลำโพง เวลาพูดเสียงดังมากขึ้นจะทำให้มีแรงดันที่เอาต์พุตมากขึ้นตามไปด้วยและจะทำให้เสียงดังมากขึ้นด้วย วงจรขยายเสียงนี้เวลาใช้งานจริงกับการรถไฟจะต้องต่อกับเครื่องขยายเสียง

4.4 วงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน

4.4.1 การทดลอง

1) ต่อวงจรดังรูปที่ 3.5 (ข)

2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรเพื่อความถูกต้อง

3) ทดลองจ่ายแรงดันให้กับขาต่างๆ ของแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน

4) วัดกระแสที่ใช้ในวงจรตามตัวเลขที่แสดงบนแอลอีดี

4.4.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 การทดลองจ่ายแรงดันวงจรแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน

ข้อมูลดิจิตอลเอาต์พุตสำหรับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน								ค่าเลขฐาน 16	ตัวเลขแสดงบนแอลอีดี	กระแสที่ใช้ (แอมป์)
ขา 8	ขา 7	ขา 6	ขา 5	ขา 4	ขา 3	ขา 2	ขา 1			
0	0	1	1	1	1	1	1	3FH	0	3.0
0	0	0	0	0	1	1	0	06H	1	1.0
0	1	0	1	1	0	1	1	5BH	2	2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การทดลองจ่ายแรงดันวงจรแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน

ข้อมูลดิจิตอลเอาต์พุตสำหรับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน								ค่าเลขฐาน 16	ตัวเลขแสดงบนแอลอีดี	กระแสที่ใช้ (แอมป์)
ขา 8	ขา 7	ขา 6	ขา 5	ขา 4	ขา 3	ขา 2	ขา 1			
0	1	0	0	1	1	1	1	4FH	3	2.5
0	1	1	0	0	1	1	0	66H	4	2.0
0	1	1	0	1	1	0	1	6DH	5	2.5
0	1	1	1	1	1	0	1	7DH	6	2.5
0	0	0	0	0	1	1	1	07H	7	1.5
0	1	1	1	1	1	1	1	7FH	8	3.5
0	1	1	0	1	1	1	1	6FH	9	3.0
0	1	1	1	0	1	1	1	77H	A	3.0
0	1	1	1	1	1	0	0	7CH	B	2.5
0	0	1	1	1	0	0	1	39H	C	2.0
0	1	0	1	1	1	1	0	5EH	D	2.5
0	1	1	1	1	0	0	1	79H	E	2.5
0	1	1	1	0	0	0	1	71H	F	2.0

จากตารางเอาต์พุตที่ได้จะเป็นตัวเลขตามที่ต้องการในการใช้งานจะใช้แค่ตัวเลข 0-9 เป็นตัวเลขที่แทนขบวนรถไฟและชานชาลาที่ใช้งานจริง ตัวแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนนี้จะมีทั้งหมด 5 หลัก 3 หลักแรกเป็นแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนบอกขบวนรถไฟ ส่วนอีก 2 หลักที่เหลือเป็นตัวบอกหมายเลขชานชาลาที่รถไฟจะเข้าเทียบ

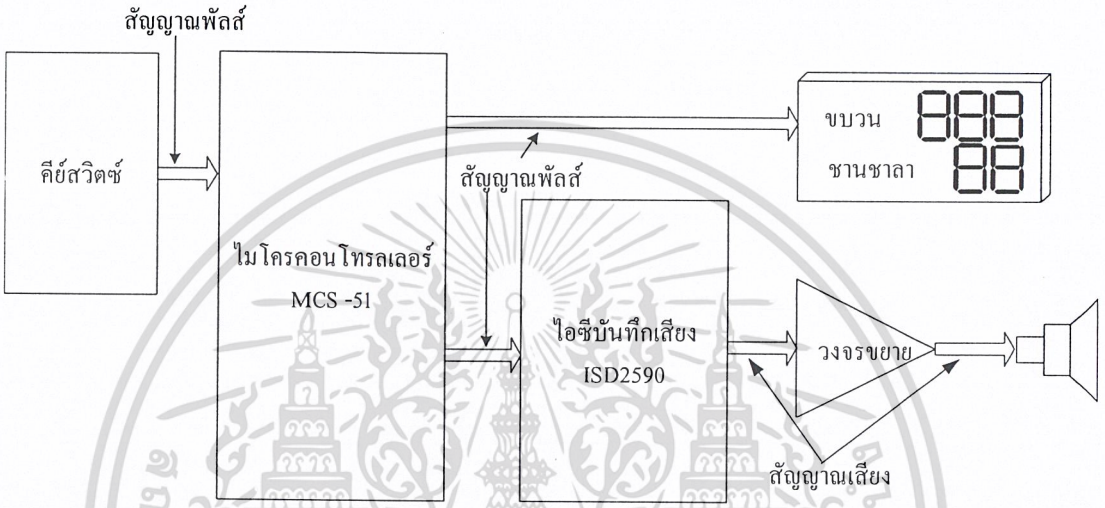
ลักษณะการต่อแอลอีดีจะเป็นการนำเอาแอลอีดีมาต่อขนานกันเพื่อทำให้เป็นแถวจะทำให้แสงสว่างที่ได้นั้นแต่ละตัวจะสว่างไม่เท่ากัน ก่อนที่จะนำเอามาต่อเข้ากับวงจรควรเลือกแอลอีดีที่มีความสว่างเท่ากันหรือใกล้เคียงกันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 วงจรควบคุม

4.5.1 การทดลอง

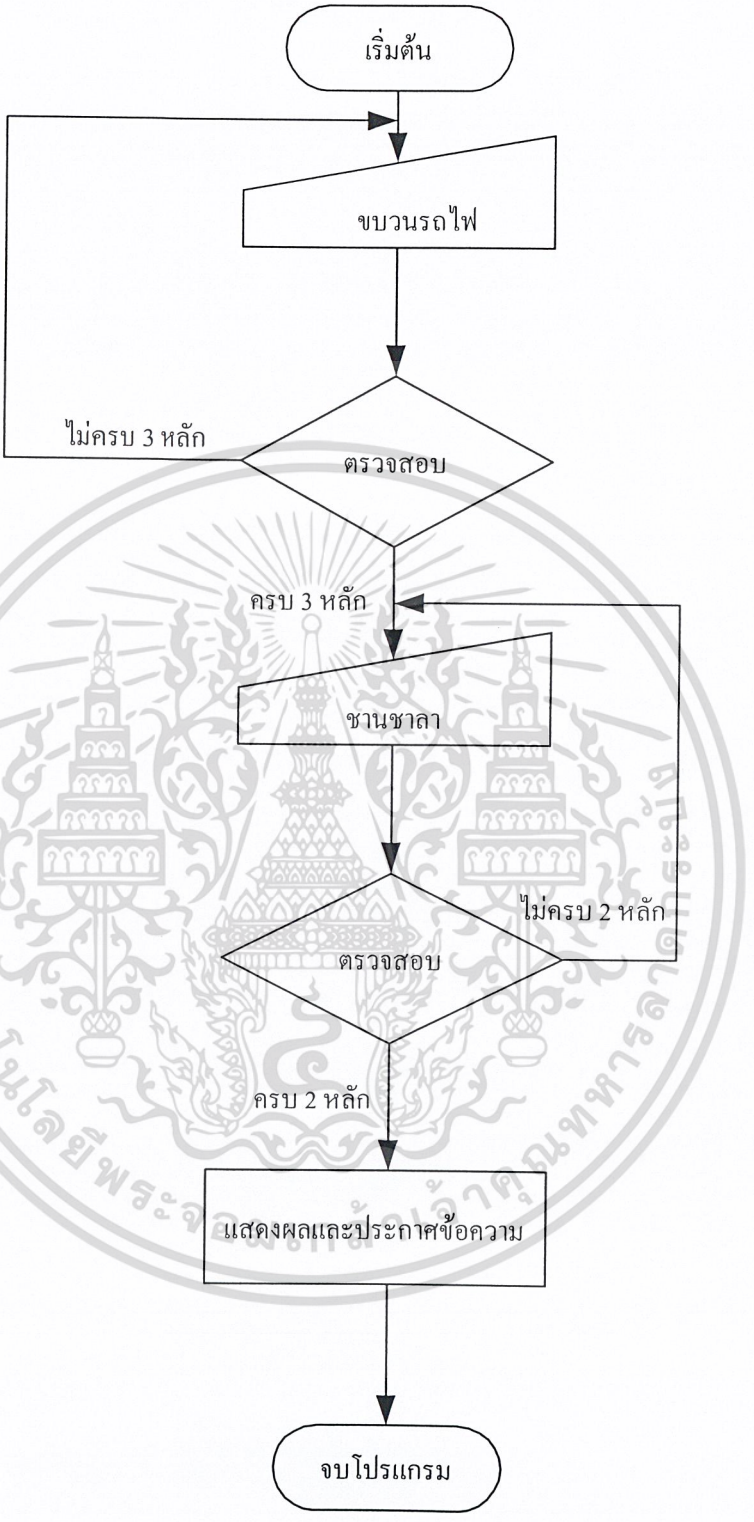
เป็นการนำเอาวงจรต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นมาต่อเข้ากับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวสั่งการให้วงจรต่างๆ ทำงานดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ผังการทำงานระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

ในรูปที่ 4.6 เป็นผังการทำงานของโปรแกรมระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติเริ่มต้นด้วยการรับข้อมูลจากคีย์สวิตซ์ ซึ่งเป็นขบวนรถไฟเมื่อรับค่าตัวแปรมาแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเปรียบเทียบว่า ข้อมูลนี้มีอยู่หรือไม่ ถ้ามีให้กระทำต่อไปถ้าไม่มีให้กลับไปเริ่มต้นใหม่ สมมติว่าให้ป้อนข้อมูลชานชาลาที่รถจะเข้าเทียบ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเปรียบเทียบอีกครั้งว่ามีข้อมูลนี้หรือไม่ ถ้ามีให้แสดงผล แต่ถ้าไม่มีให้กลับไปเริ่มต้นใหม่อีกครั้ง ลักษณะการทำงานจะแสดงดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ผังการทำงานของโปรแกรมระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองป้อนขบวนรถไฟ

3.1) ติดตั้งระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟเข้ากับเครื่องขยายเสียง แล้วทำการเปิดเครื่อง โดยแอลอีดีแสดงผลจะติดเพื่อแสดงว่าพร้อมที่จะทำงาน

3.2) กดปุ่มเริ่มทำงานแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนจะแสดงสัญลักษณ์ "_ _ _" หมายความว่าให้ป้อนขบวนรถไฟ เมื่อให้ป้อนขบวนรถไฟด้วยคีย์สวิตซ์ ทดลองป้อนขบวนรถไฟ "277"

รูปที่ 4.3 การแสดงผลขณะเริ่มทำงานของจอแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน

3.3) จากนั้นเมื่อป้อนขบวนรถไฟแล้วแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนจะแสดงสัญลักษณ์ "_ _" หมายความว่าให้ป้อนช่องชานชาลาที่รถไฟจะเข้าเทียบด้วยคีย์สวิตซ์ ทดลองป้อนเป็นชานชาลา "02"

รูปที่ 4.4 ลักษณะจอแสดงผลเมื่อป้อนหมายเลขขบวนรถไฟแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4) หากพิมพ์ขบวนรถ หรือช่องชานชาลาผิดพลาด ให้กดปุ่มยกเลิกเพื่อทำการยกเลิก แล้วทำการเริ่มต้นใหม่ ดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 ลักษณะจอแสดงผลเมื่อป้อนหมายเลขชานชาลาแล้ว

3.5) เมื่อป้อนข้อมูล ขบวนรถไฟและชานชาลาที่รถเข้าเทียบถูกต้องแล้ว ให้กดปุ่มขบวนรถเข้าหรือขบวนรถออก โดย

3.5.1) หากเป็นขบวนรถเข้าสถานีกดปุ่ม "ขบวนรถเข้า"

3.5.2) หากเป็นขบวนรถออกจากสถานีกดปุ่ม "ขบวนรถออก"

ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติจะทำการประกาศออกมาเป็นข้อมูลเสียงออกทางเครื่องขยายเสียงและยังแสดงผลเป็นแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนที่บอกทั้ง ขบวนรถและชานชาลาที่รถไฟจะเข้าเทียบ

4.5.2 ผลการทดลอง

1) ข้อความเสียงขบวนรถเข้า

ระบบจะทำการประกาศเป็นข้อความว่า "โปรดทราบ ขบวนรถที่กำลังเข้าสู่สถานีหัวตะเข้ต่อไปนี้เป็นขวนรถ ดีเซลรางธรรมดา ขบวนที่ 277 รับส่งผู้โดยสารจากสถานี กรุงเทพ ถึงปลายทางสถานี กบินทร์บุรี ผู้โดยสารมีความประสงค์จะเดินทางไปกับขบวนรถเที่ยวนี้ ซื้อตั๋วโดยสารเรียบร้อยแล้วออกไปรอรถโดยสารชานชาลาที่ 2

ที่นี่สถานีหัวตะเข้ ก่อนท่านจะลงจากขบวนรถไฟโปรดตรวจดูสิ่งของสัมภาระนำลงให้ครบถ้วน ในนามการรถไฟแห่งประเทศไทย ขอขอบคุณท่านผู้โดยสารทุกท่านที่ได้ใช้บริการ และหวังเป็นอย่างว่าในโอกาสต่อไป การรถไฟฯ คงได้มีโอกาสบริการรับใช้ท่านอีก ขอบคุณครับ"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ข้อความเสียงขบวนรถเข้า

ระบบจะทำการประกาศเป็นข้อความว่า “ขณะนี้จะได้เวลาขบวนรถ 277 เดินทางในเส้นทางสายตะวันออกจากสถานี กรุงเทพฯ ถึงปลายทางสถานี กบินทร์บุรี ซึ่งจอดเทียบอยู่ในชานชาลาที่ 2 ท่านผู้โดยสารมีความประสงค์จะเดินทางโปรดขึ้นขบวนรถให้เรียบร้อยด้วย ขบวนรถเมื่อออกจากสถานีไปแล้ว จะหยุดรับส่งผู้โดยสารป้ายสถานี คลองหลวงแพ่ง เป็นสถานีถัดไป”

3) แสดงผลที่แอลอีดี 7 ส่วนแสดงดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 จอแสดงผลสำหรับการทดลองประกาศขบวนรถเข้าและรถออก

4) ผลการกดปุ่มยกเลิกแสดงดังรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 จอแสดงผลสำหรับการทดลองการกดปุ่มยกเลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุป

ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ รูปแบบของการสร้างระบบฐานข้อมูลอย่างหนึ่งที่ได้จัดการข้อมูลทางด้านการบันทึกรูปแบบเสียงพูด ซึ่งจะนำข้อความเสียงพูดมาปะติดปะต่อเป็นข้อความที่สมบูรณ์ ในการแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟโดยการควบคุมด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ดึงข้อมูลเสียงด้วยที่บันทึกไว้ในไอซีบันทึกเสียง

ระหว่างการแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟนั้น ผู้โดยสารสามารถทราบได้ทันทีที่มีการแจ้งประกาศออกทางเครื่องกระจายเสียง ด้วยการควบคุมการแจ้งประกาศจากเจ้าหน้าที่การรถไฟฯ ประจำสถานีนั้นๆ อีกทั้งยังแสดงหมายเลขของขบวนรถไฟที่จะเข้าเทียบชานชาลารับและส่งผู้โดยสาร โดยจะใช้แอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนที่ดัดแปลงโดยใช้แอลอีดีเรียงกันหลายตัวหมายเลขของชานชาลา รวมไปถึงการแสดงเวลาปัจจุบัน ที่มีจอแสดงผลขนาดใหญ่ที่สามารถมองเห็นได้

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

ผลจากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นมีหลายประการสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา คุณภาพของเสียงไม่มีคุณภาพเท่าที่ควรเนื่องมาจาก มีเสียงรบกวนจากเสียงภายนอกในช่วงเวลาที่ทดสอบการใช้งาน

แนวทางการแก้ไข ถ้าหากเป็นที่เสียงรบกวนภายนอก สามารถแก้ไขได้โดยใช้ห้องบันทึกเสียงเวลาบันทึกเสียงลงในไอซีจะช่วยลดการรบกวนจากเสียงภายนอกได้ และเปลี่ยนเป็นไมโครโฟนที่มีคุณภาพในการใช้บันทึกเสียง

2. ปัญหา จอแสดงผลตัวเลข 3 หลักที่ใช้นั้นมีขนาดเล็ก เวลาใช้งานจริงอาจมองไม่ถนัด

แนวทางการแก้ไข ถ้าเปลี่ยนเป็นจอแสดงผล 7 เซกเมนต์ขนาดใหญ่ ราคาจะค่อนข้างสูงพอสมควร จึงใช้จอแสดงผลแบบหลอดไฟแอลอีดีที่จัดเรียงกันหลายดวงเป็นขนาดใหญ่ก็จะช่วยให้ต้นทุนถูกลงช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

3. ปัญหา ภาคขยายเสียงออกลำโพง ในวงจรนี้กำลังวัตต์ไม่สูงมากนัก แต่ก็ให้เสียงดังพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ไข ใช้ลำโพงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว 16 โอห์ม 6 วัตต์ก็จะดีหรือ ขยายได้มากกว่านี้ เพียงแค่หาภาคขยายเสียงภายนอกมาต่อเข้าแทนที่ตรงอินพุตของวงจรขยายเสียงของเดิม

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. ข้อเสียของไอซีบันทึกเสียงเบอร์ ISD2590 นี้จะสังเกตว่าเสียงพูดที่ประกอบออกมามีเว้นช่วงหยุดบ่อยๆ ฟังเสียงแล้วติดขัดไม่มีคุณภาพ ปัญหานี้อาจแก้ไขได้ด้วยวิธีการกะจังหวะเสียงพูดที่บันทึกให้พอดี แต่ถ้าอยากได้เสียงพูดที่ฟังดูดีไม่ค่อยติดขัด งบประมาณในการสร้างก็จะสูงขึ้นเพราะต้องอาศัยวงจรที่ยุ่งยากซับซ้อนเกินกว่านี้

2. ระบบการแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ เป็นการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ คือจะต้องมีเจ้าหน้าที่คอยป้อนหมายเลขขบวนรถไฟและชานชาลา ควรพัฒนาให้สามารถทำงานได้เองอัตโนมัติ ในขณะที่มีขบวนรถไฟผ่านสถานีรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จิรศักดิ์ เมืองจีน และคณะ. “เครื่องโทรศัพท์ระบุผู้รับอัตโนมัติ”. ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2544

เจน สงสมพันธ์ และนิคม อนันตทิพย์. **คู่มือไอซี (ฉบับภาษาไทย)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท. ม.ป.ป

ชวลิต ขุนราม. “โครงงานระบบรอเรียกตามบัตรคิว”. **เซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์.** ฉบับที่ 233 : หน้า 150-159. 2545

ฐิติกร เลิศโรจน์ชูสิทธิ์ และคณะ. “เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ”. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิตยา คงร่วง และคณะ. “ชุดทดลองอินเตอร์เฟสกับไมโครคอนโทรลเลอร์”. ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541

บุญถึง แน่นหนา. **เครื่องบันทึกเสียง.** กรุงเทพฯ : สุนทรกิจการพิมพ์. 2517

พจนาถ สุพรรณกูล. “เก็บตกสเปกอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ”. รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ. หน้า 125-130. 2538

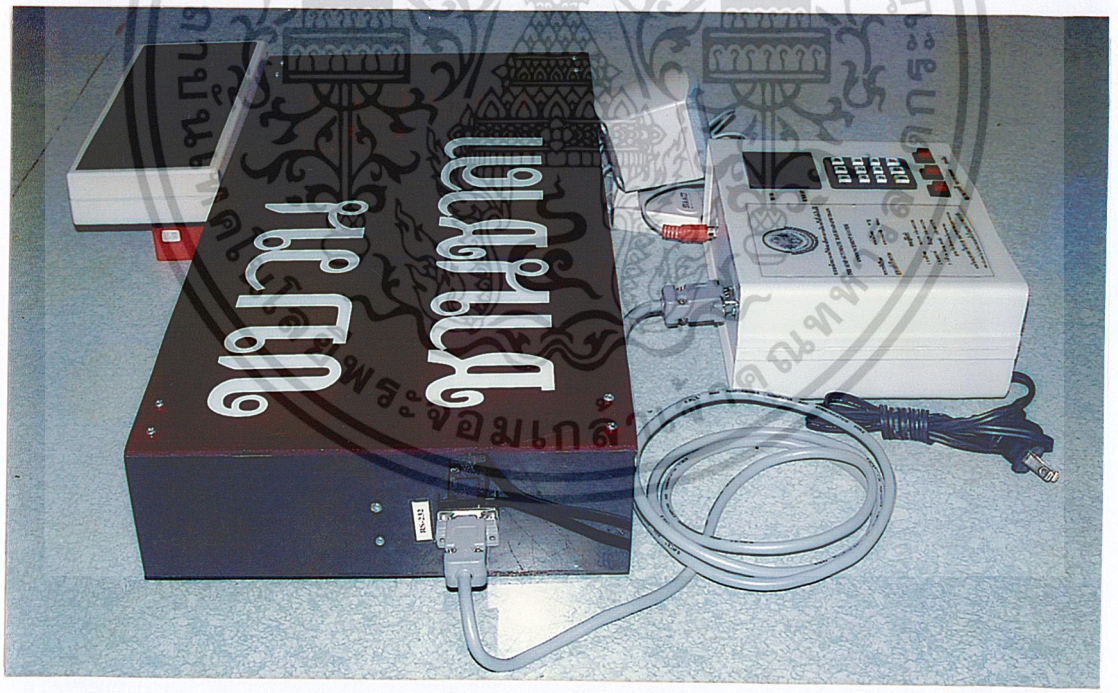
สุนทร วิทูสุรพจน์. **การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051.** กรุงเทพ : เอชเอ็นกรุ๊ป. 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

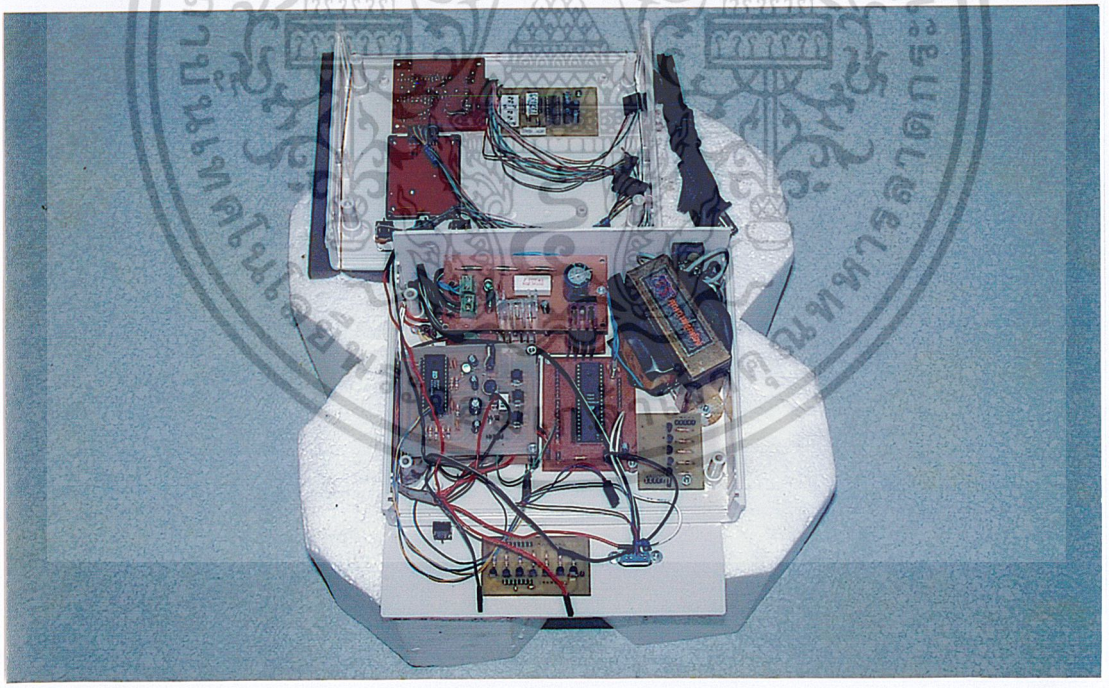
รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

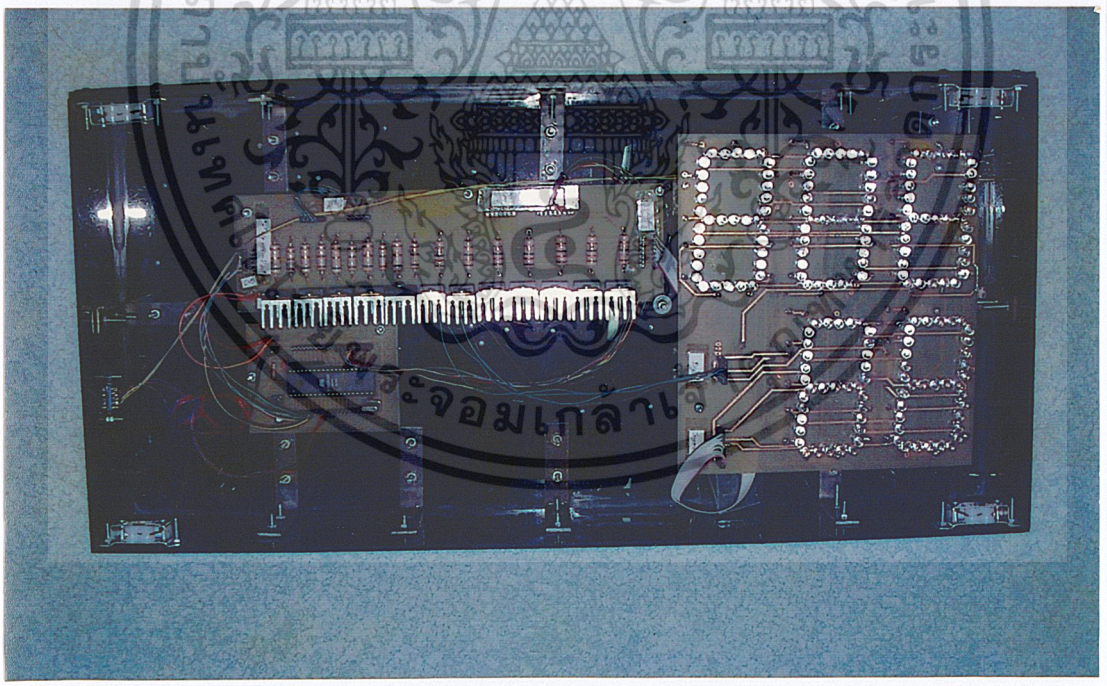
รูปที่ ก.3 แผงควบคุมการทำงาน



รูปที่ ก.4 การจัดวางอุปกรณ์ภายในของแผงควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.5 จอแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก



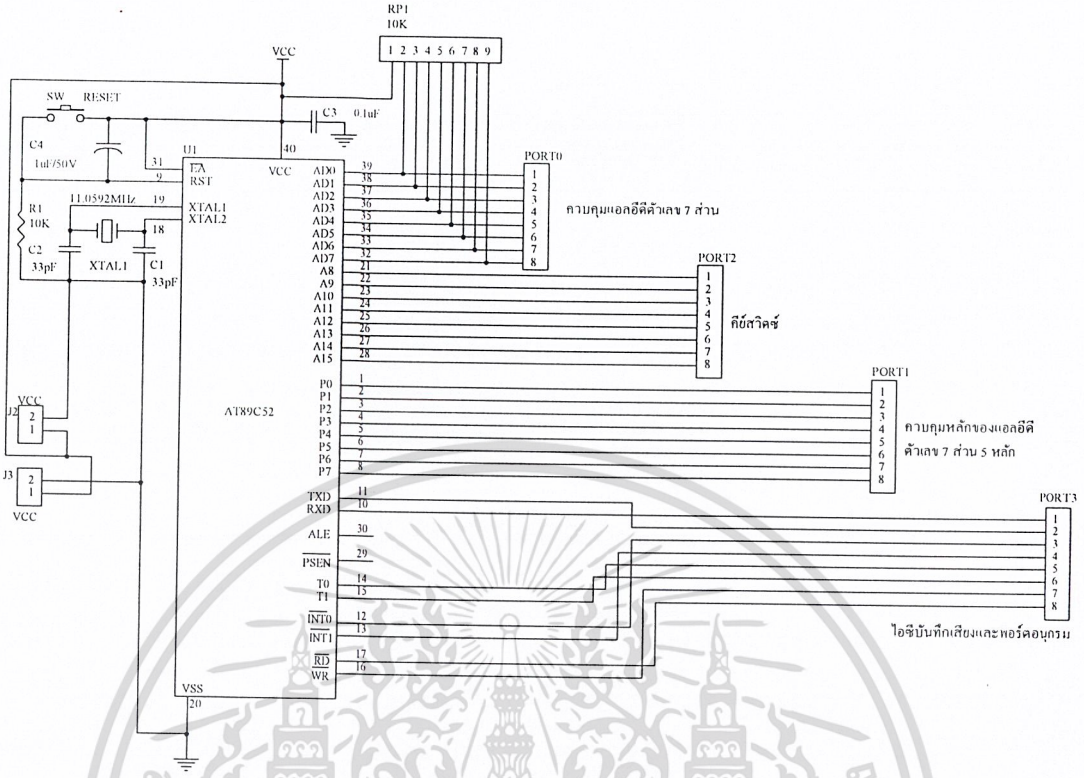
รูปที่ ก.6 การจัดวางอุปกรณ์ภายในจอแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

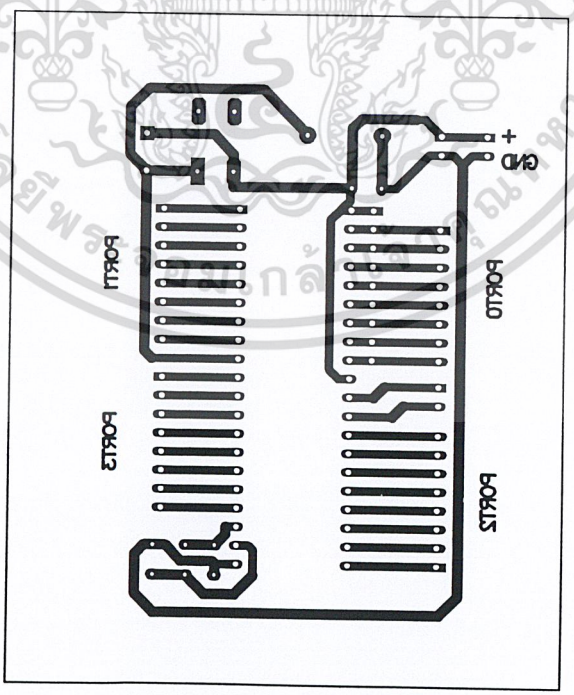
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

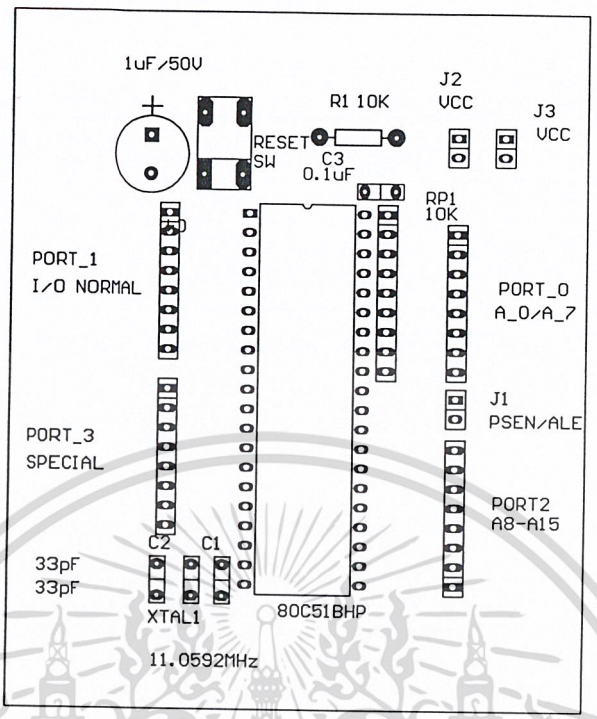


รูปที่ ข.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

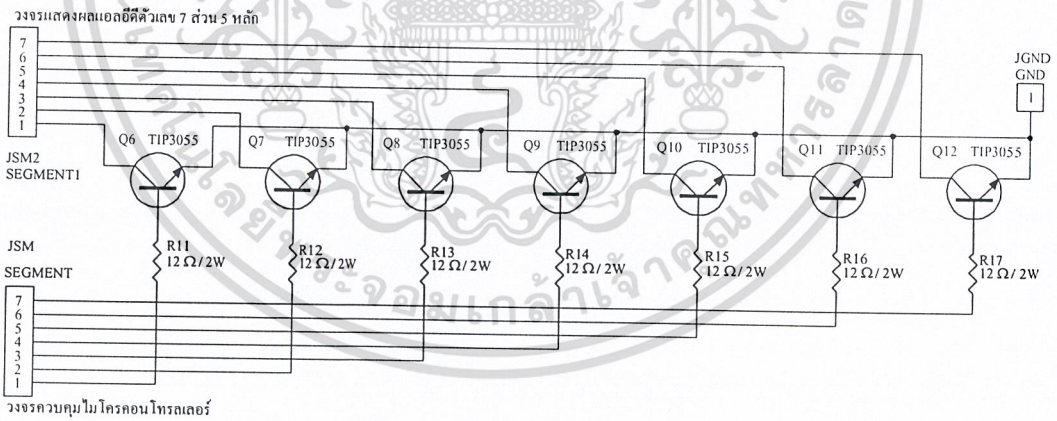


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

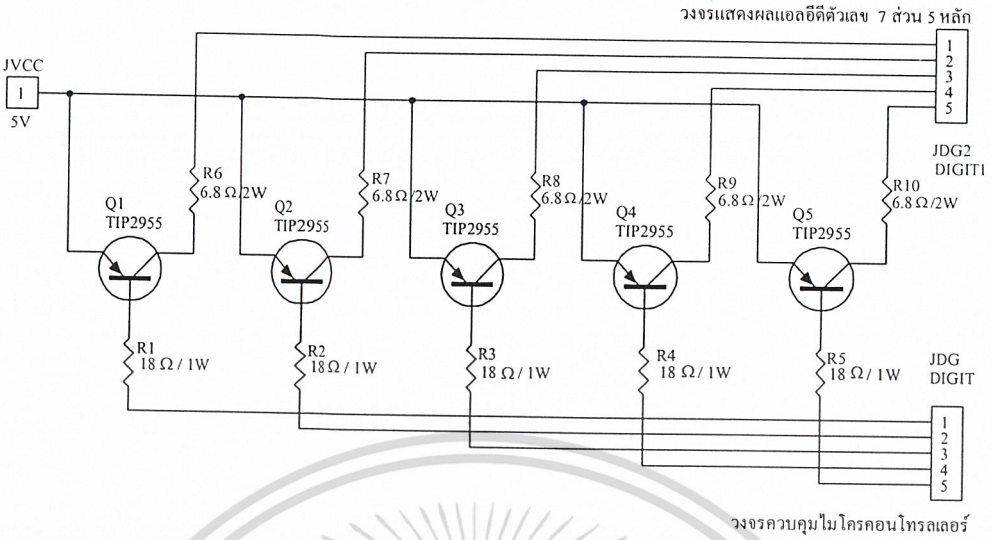


รูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



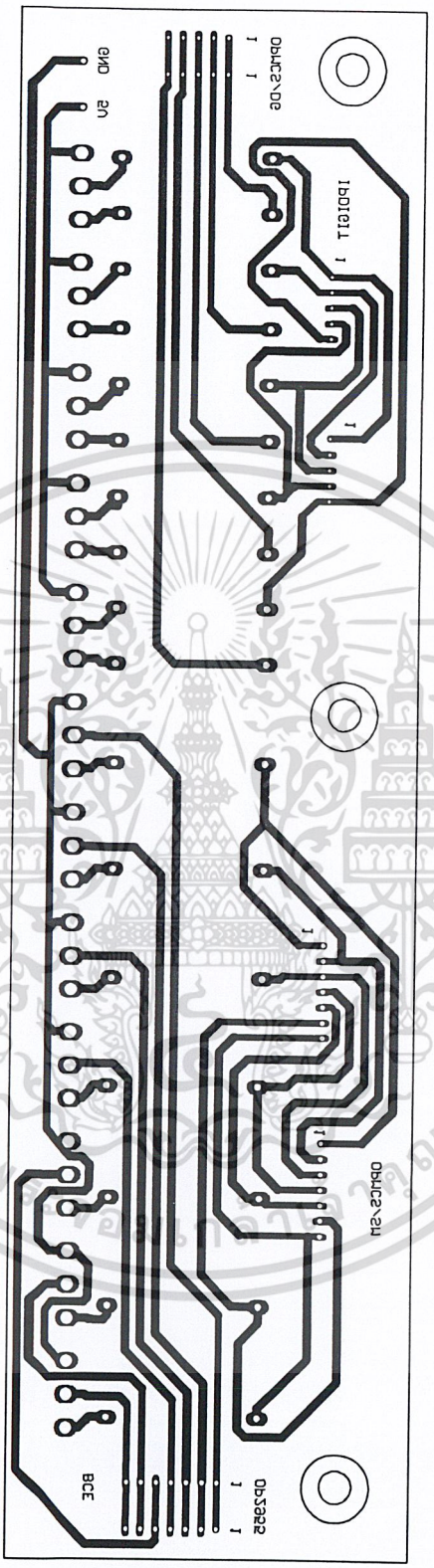
รูปที่ ข.4 วงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



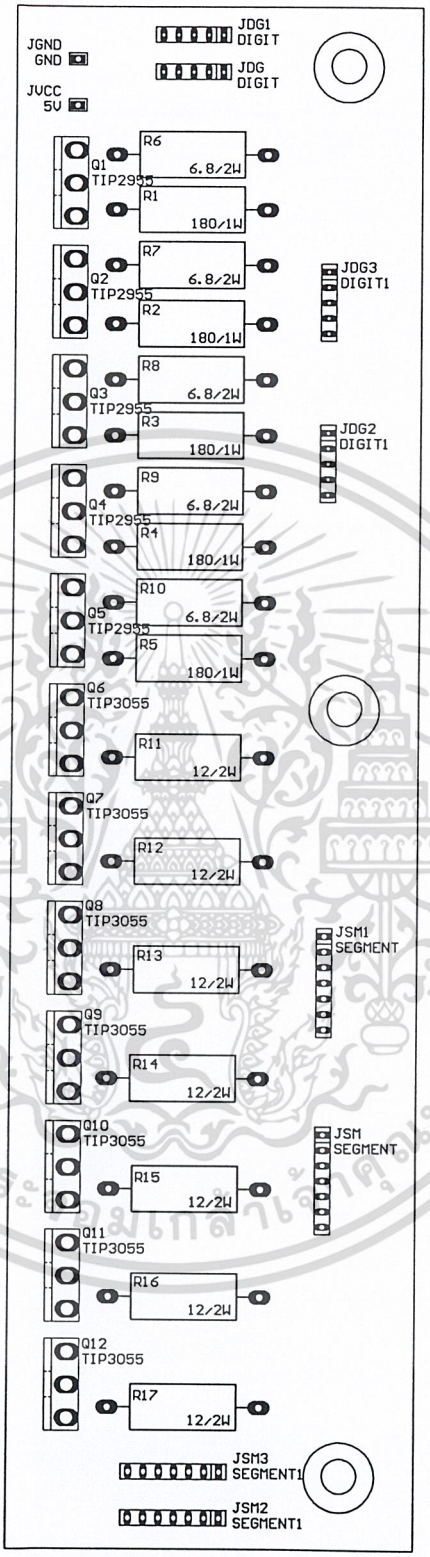
รูปที่ ข.4 (ต่อ) วงจรขับแอลอีดีตัวเลข 5 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



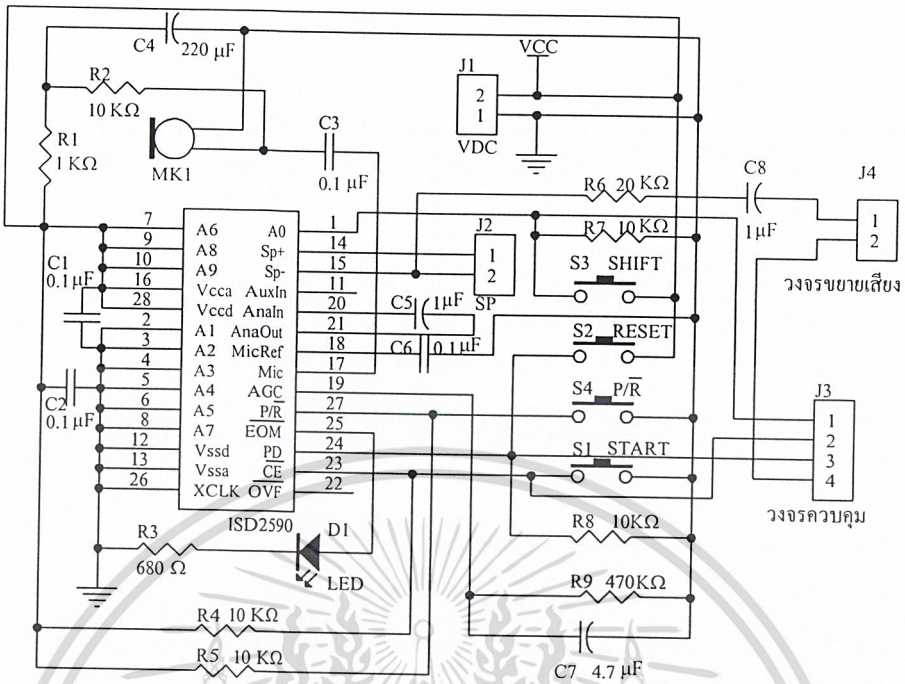
รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

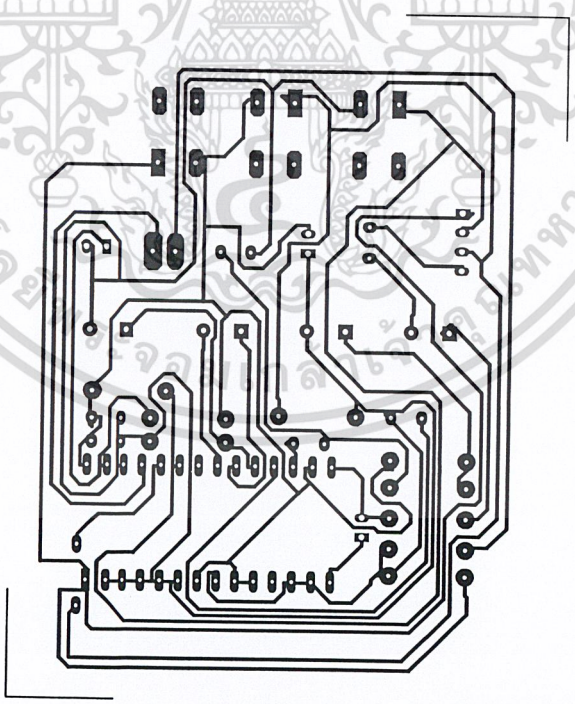


รูปที่ ข.6 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

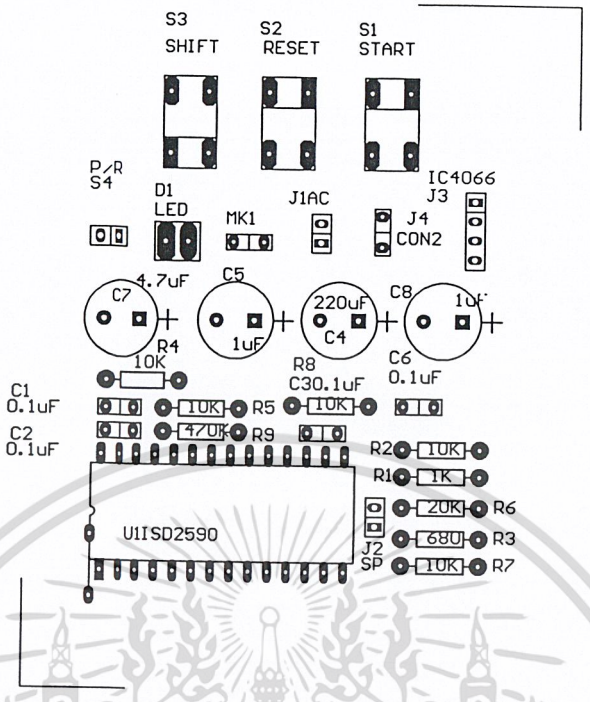


รูปที่ ข.7 วงจรบันทึกเสียง

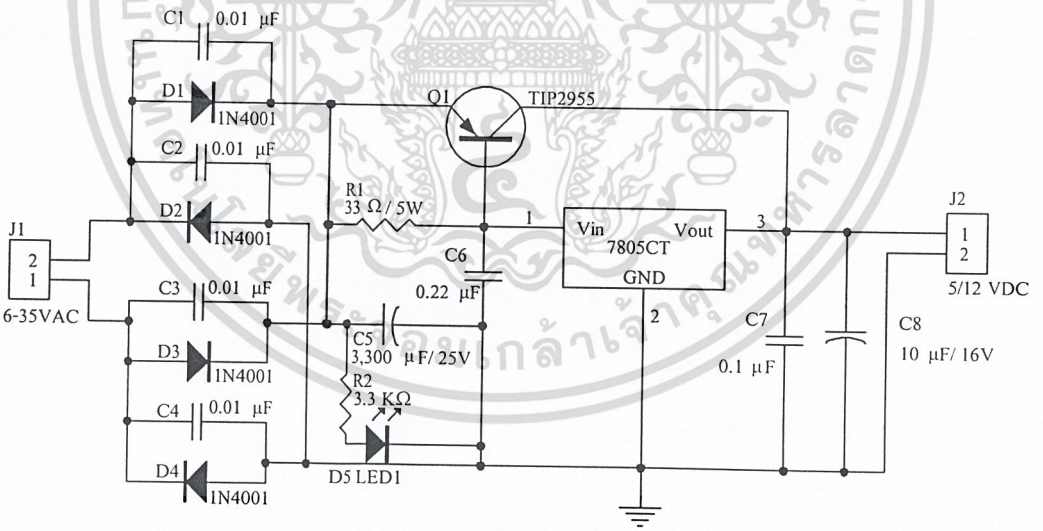


รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

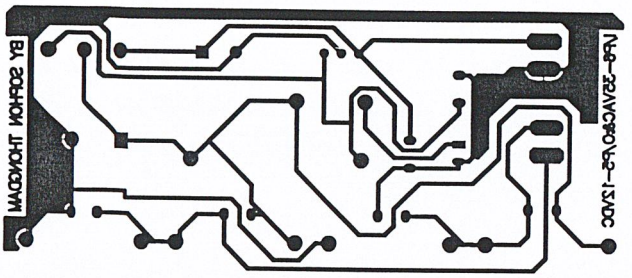


รูปที่ ข.9 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางของวงจรบันทึกเสียง

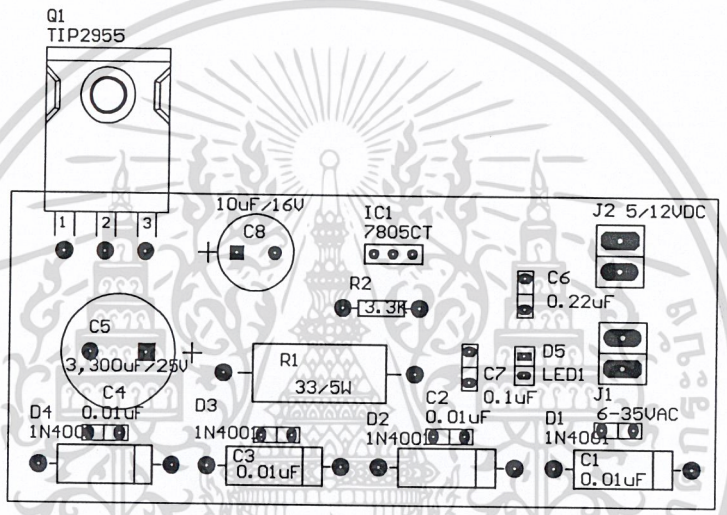


รูปที่ ข.10 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

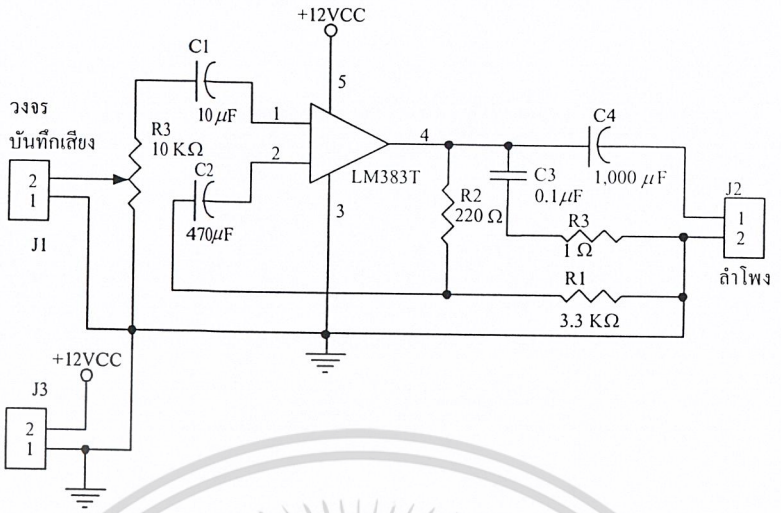


รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรแหล่งจ่ายไฟ

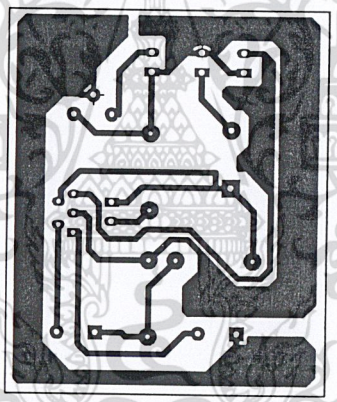


รูปที่ ข.12 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

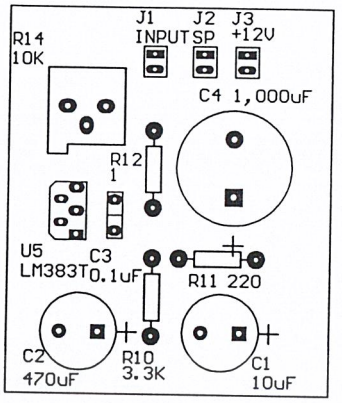


รูปที่ ข.13 วงจรขยายเสียง



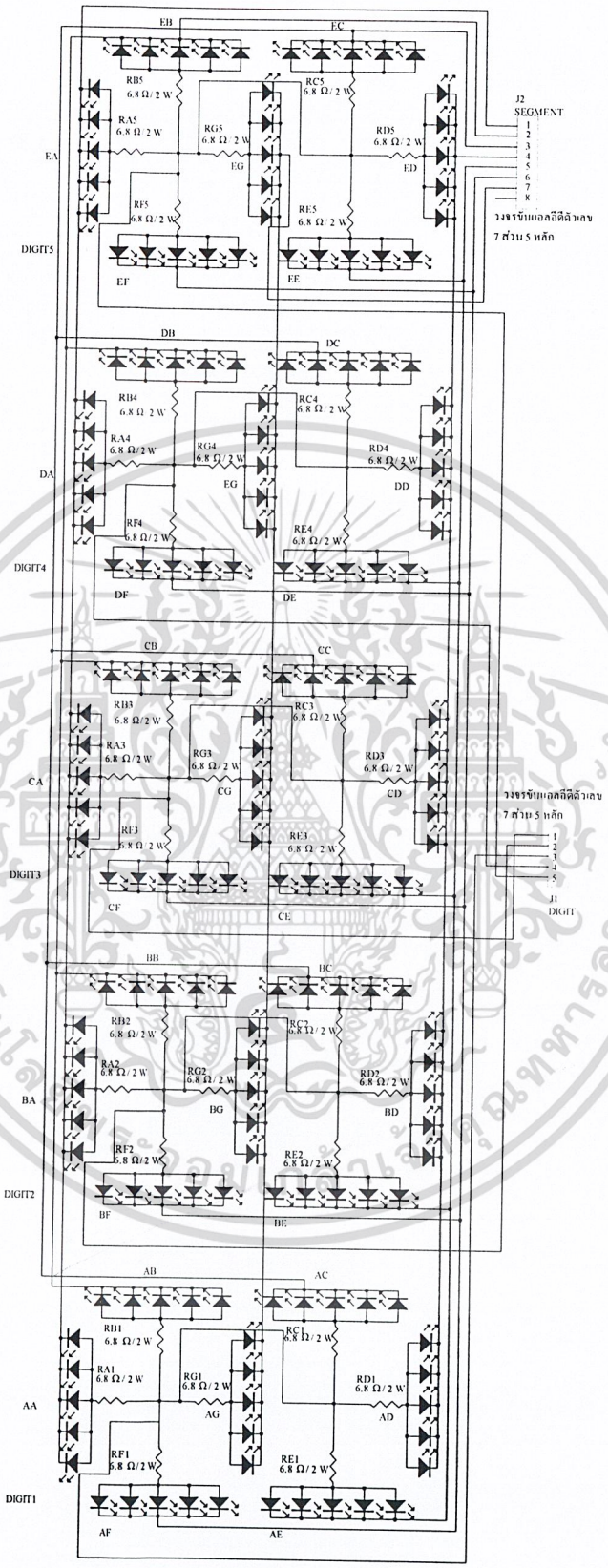
รูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



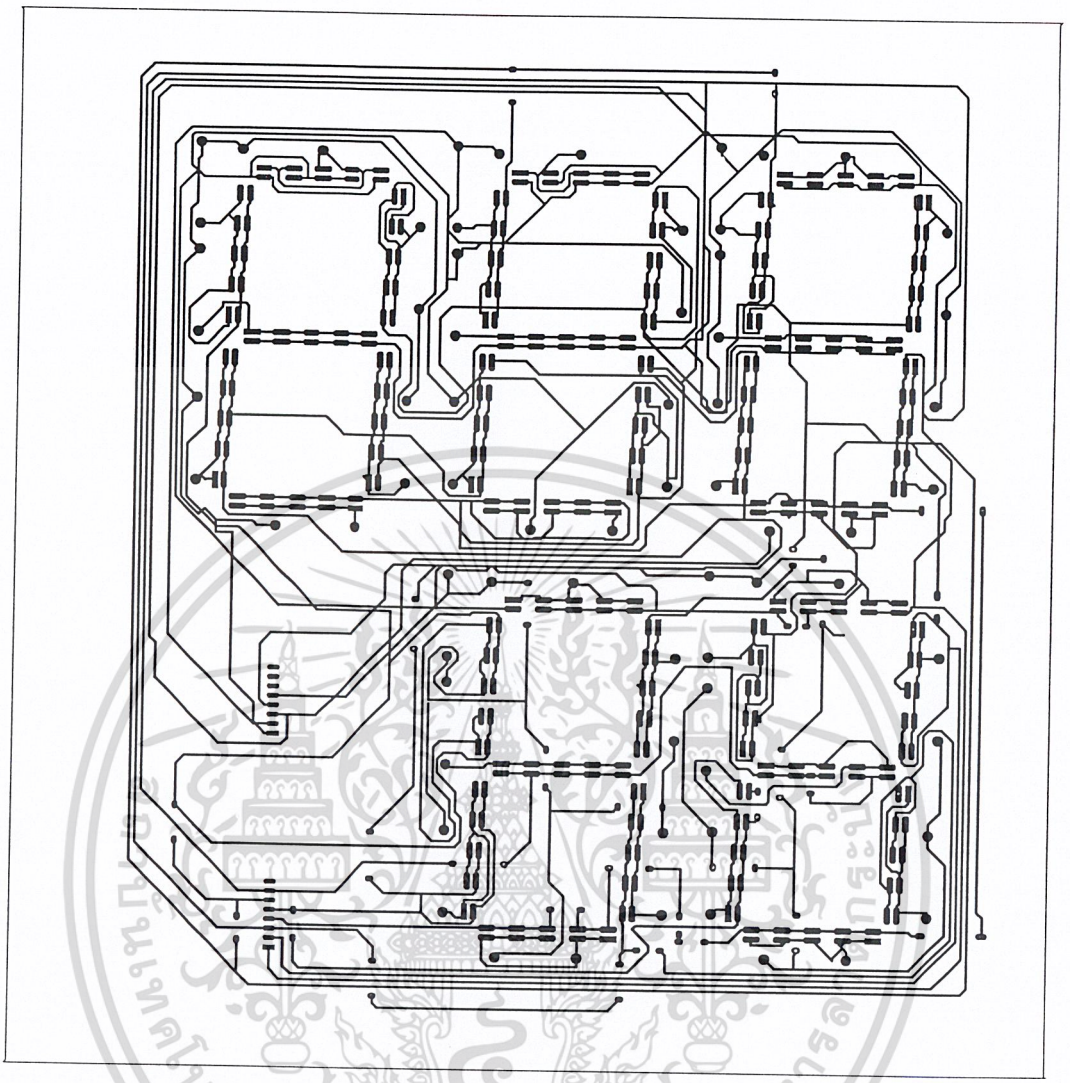
รูปที่ ข.15 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



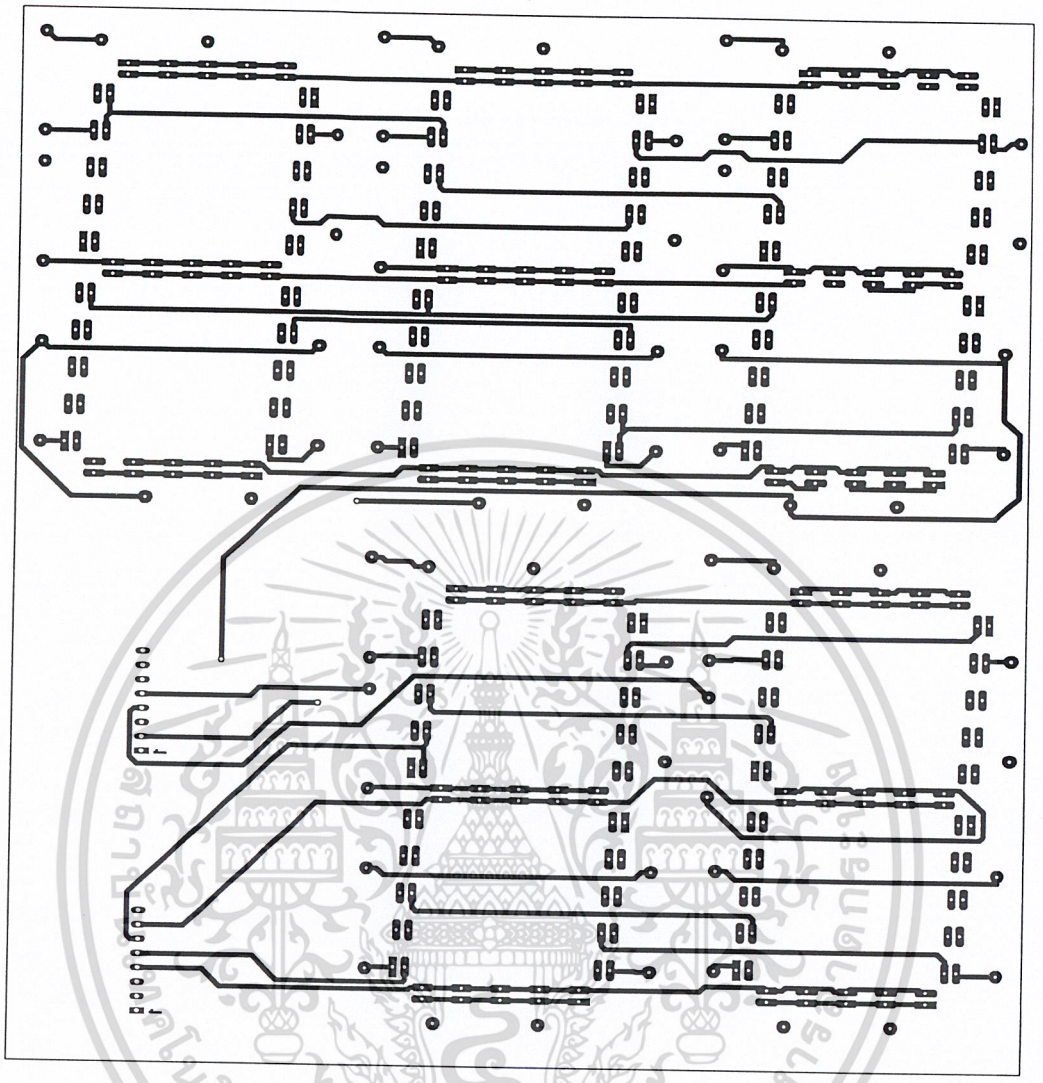
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.16 วงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก



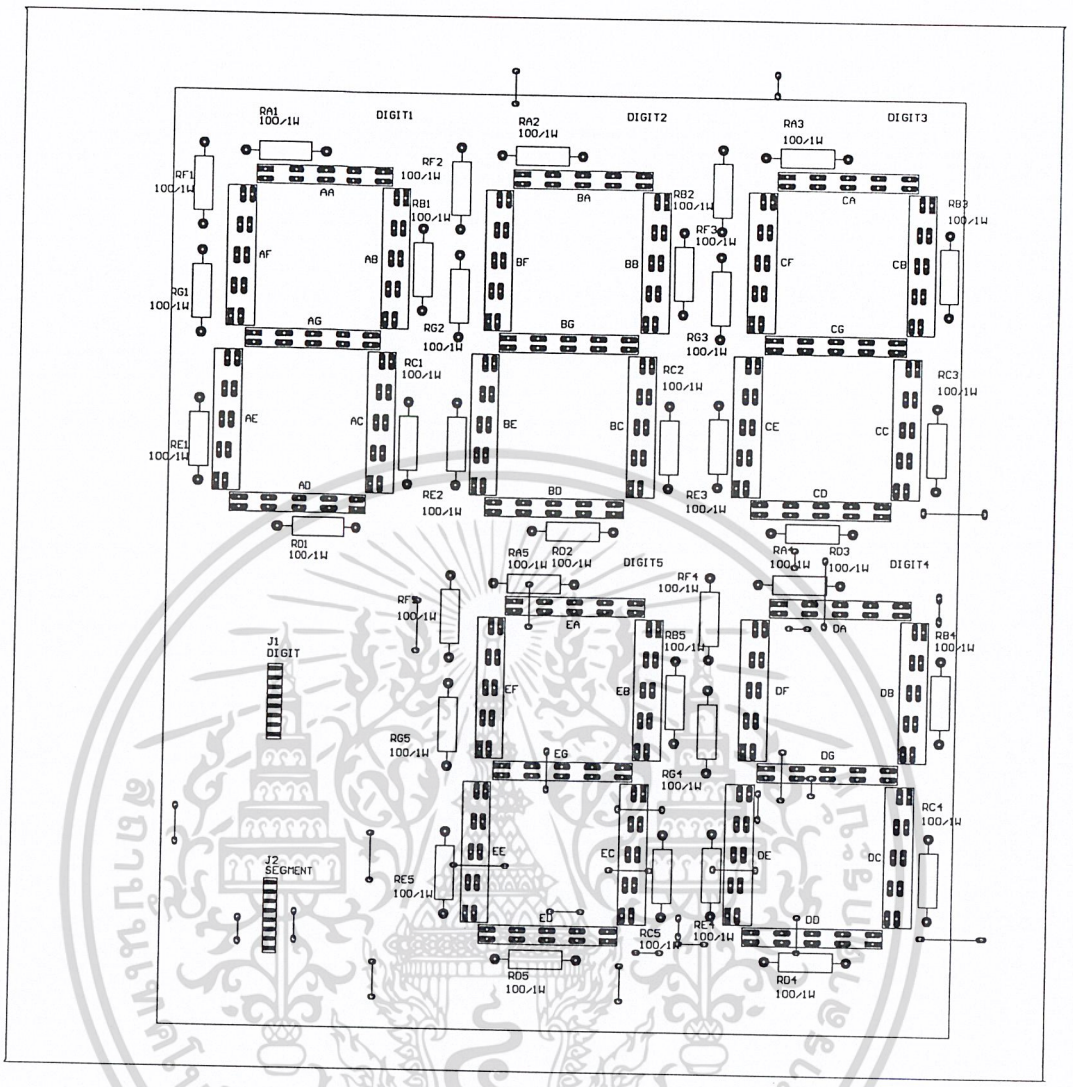
รูปที่ ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.18 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านบนของวงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.19 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 1 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุม

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1	AT89C51	2 ตัว
	AT89C52	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
$XTAL_1$	11.0592 MHz	3 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1, C_2	33 pF เซรามิก	6 ตัว
C_3	0.1 µF เซรามิก	3 ตัว
C_4	1 µF 50 V	3 ตัว
ตัวต้านทาน		
R_1	10 kΩ ¼ W 5 %	3 ตัว
RP	10 kΩ 9 ขา	3 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J_1- J_3	JUMPER 2 ขา	9 ตัว
PORT	JUMPER 8 ขา	12 ตัว
S_W	สวิตซ์ PUSH ON/PUSH OFF	3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 2 รายการอุปกรณ์ของวงจรบันทึกเสียง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1	ISD2590	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED	สีแดง 5 มม.	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1, C_2, C_3	0.1 µF เซรามิก	3 ตัว
C_4	220 µF 25 V	1 ตัว
C_5, C_6, C_8	1 µF เซรามิก	3 ตัว
C7	4.7 µF เซรามิก	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R_1	1 kΩ ¼ W 5 %	1 ตัว
R_2, R_4, R_5, R_7, R_8	10 kΩ ¼ W 5 %	5 ตัว
R_3	680 Ω ¼ W 5 %	1 ตัว
R_6	20 kΩ ¼ W 5 %	1 ตัว
R_9	470 kΩ ¼ W 5 %	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
S_1 - S_3	สวิตซ์แบบ CE PUSH BUTTON	3 ตัว
S_4	สวิตซ์แบบ ON/OFF	1 ตัว
J_1, J_2, J_4	JUMPER 2 ขา	3 ตัว
J_3	JUMPER 4 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 3 รายการอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1	7805T	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q_1	TIP2955	1 ตัว
LED_1	สีแดง 5 มม.	1 ตัว
D_1 - D_4	1N4001	4 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1 - C_4	0.01µF เซรามิก	4 ตัว
C_5	3,300 µF 25 V	1 ตัว
C_6	0.22 µF เซรามิก	1 ตัว
C_7	0.1 µF เซรามิก	1 ตัว
C_8	10 µF 16 V	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R_1	33 Ω 5 W 5%	1 ตัว
R_2	3.3 kΩ 1/4 W 5%	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T_1	หม้อแปลง 220 / 12 – 0 – 12 , 2 A	1 ตัว
J_1 - J_2	JUMPER 2 ขา	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 4 รายการอุปกรณ์วงจรขยายเสียง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC	LM383T	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1	10 µF 25 V	1 ตัว
C_2	470 µF 25 V	1 ตัว
C_3	0.1 µF เซรามิก	1 ตัว
C_4	1000 µF 25 V	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R_1	3.3 kΩ ¼ W 5%	1 ตัว
R_2	220 Ω ¼ W 5%	1 ตัว
R_3	1 Ω ¼ W 5%	1 ตัว
VR	10 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J_1 - J_3	JUMPER 2 ขา	3 ตัว

ตารางที่ ค. 5 รายการอุปกรณ์วงจรแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน 5 หลัก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED	ดวงใสสีแดง 5 มม.	175 ตัว
ตัวต้านทาน		
R_{LED}	6.8 Ω 2 W 5 %	35 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J_1	JUMPER 5 ขา	1 ตัว
J_2	JUMPER 7 ขา	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

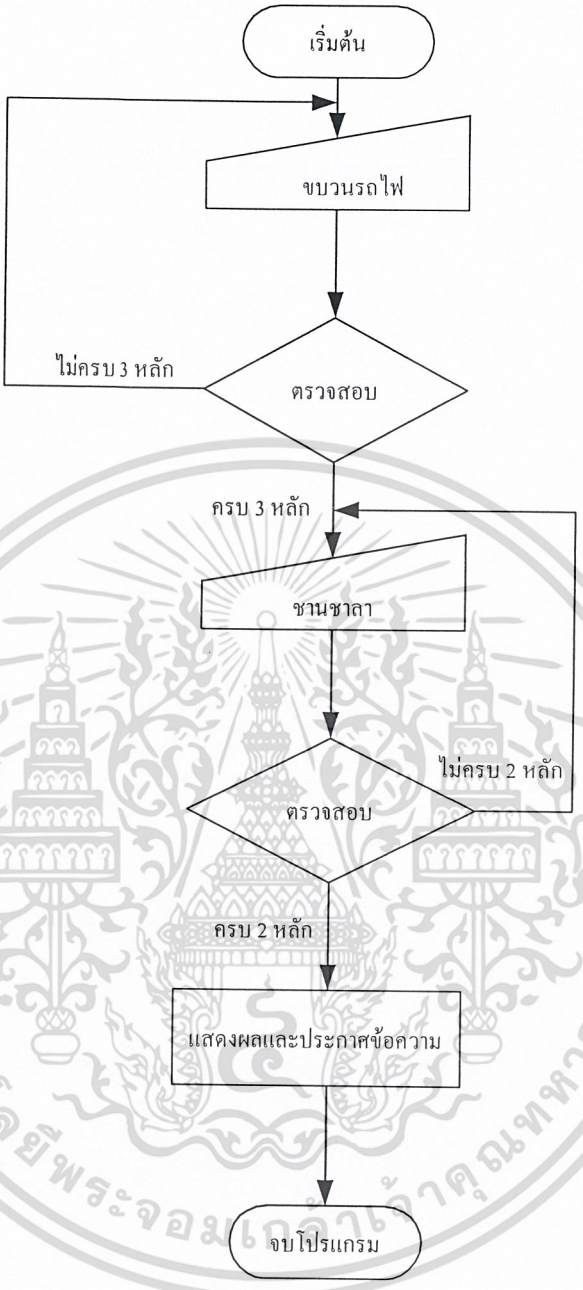
ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์วงจรขับแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q_1-Q_5	TIP 2955	5 ตัว
Q_6-Q_{12}	TIP 3055	7 ตัว
ตัวต้านทาน		
R_1-R_5	180 Ω 1 W 5 %	5 ตัว
R_6-R_{10}	6.8 Ω 2 W 5 %	5 ตัว
R_{11}-R_{16}	12 Ω 2 W 5 %	7 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J_{SM}	JUMPER 7 ขา	4 ตัว
J_{DG}	JUMPER 5 ขา	4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังงานโปรแกรมระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

```
; Define Port&Pin Name
;-------------------------------------------------------------------
      KPAD_ROW0   BIT         P0.3  ; Keypad Input Row 0

      KPAD_ROW1   BIT         P0.2  ; Keypad Input Row 1
      KPAD_ROW2   BIT         P0.1  ; Keypad Input Row 2
      KPAD_ROW3   BIT         P0.0  ; Keypad Input Row 3
      KPAD_COL2   BIT         P0.4  ; Keypad Output Column 2
      KPAD_COL1   BIT         P0.5  ; Keypad Output Column 1
      KPAD_COL0   BIT         P0.6  ; Keypad Output Column 0

      DSP1    BIT     P1.2
      DSP2    BIT     P1.4
      DSP3    BIT     P1.0
      DSP4    BIT     P1.3
      DSP5    BIT     P1.1

;-------------------------------------------------------------------
; Define User Register
;-------------------------------------------------------------------

      KPAD_DATA       EQU     30H  ; For keep Keypad Data
      DSP1_BUFFER     EQU     31H  ; For keep DSP1 Data
      DSP2_BUFFER     EQU     32H  ; For keep DSP2 Data
      DSP3_BUFFER     EQU     33H
      DSP4_BUFFER     EQU     34H
      DSP5_BUFFER     EQU     35H
                      ORG     36H
BUFF:                 DS      3

;-------------------------------------------------------------------
; Main Program.
;-------------------------------------------------------------------

      ORG     0000H                   ; Reset Vector
      MOV     P3,#00H
      SETB    DSP1                    ; Clear DSP1
      SETB    DSP2                    ; Clear DSP2
      SETB    DSP3
      SETB    DSP4
      SETB    DSP5

    ;  MOV     DSP1_BUFFER,#01H
    ;  MOV     DSP2_BUFFER,#02H
    ;  MOV     DSP3_BUFFER,#03H
    ;  MOV     DSP4_BUFFER,#04H
    ;  MOV     DSP5_BUFFER,#05H

MAIN:  LCALL    SCANKEY
       MOV      A,KPAD_DATA
       MOV      DSP1_BUFFER,A
       MOV      P1,ALCALL      DELAY_1S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   SCANKEY
        MOV     A,KPAD_DATA
        MOV     BUFF+1,A
        MOV     P1,A
        LCALL   DELAY_1S
        LCALL   SCANKEY
        MOV     A,KPAD_DATA
        MOV     BUFF+2,A
        MOV     P1,A
        LCALL   DELAY_1S

LOOP:   MOV     A,BUFF
        MOV     P1,A
        LCALL   DELAY_1S
        MOV     A,BUFF+1
        MOV     P1,A
        LCALL   DELAY_1S
        MOV     A,BUFF+2
        MOV     P1,A
        LCALL   DELAY_1S
        LJMP    LOOP

;-------------------------------------------------------------------------
; Show DSP Subroutine
;-------------------------------------------------------------------------

SCAN_DSP:
        MOV     A,DSP1_BUFFER           ; Restore DSP1 to Display
        MOV     DPTR,#DSP_BLANK         ; Move DIGIT Start Pointer
        MOVC    A,@A+DPTR               ; Get ROM Data from Pointer+ACC.
        MOV     P3,A                    ; Out ACC. to DATABUS
        CLR     DSP1                    ; Enable DSP1
        ACALL   DELAY_1s                ; Delay
        SETB    DSP1                    ; Disable DSP1

        MOV     A,DSP2_BUFFER           ; Restore DSP2 to Display
        MOV     DPTR,#DSP_BLANK         ; Move DIGIT Start Pointer
        MOVC    A,@A+DPTR               ; Get ROM Data from Pointer+ACC.
        MOV     P3,A                    ; Out ACC. to DATABUS
        CLR     DSP2                    ; Enable DSP2
        ACALL   DELAY_1s                ; Delay
        SETB    DSP2                    ; Disable DSP1

        MOV     A,DSP3_BUFFER           ; Restore DSP2 to Display
        MOV     DPTR,#DSP_BLANK         ; Move DIGIT Start Pointer
        MOVC    A,@A+DPTR               ; Get ROM Data from Pointer+ACC.
        MOV     P3,A                    ; Out ACC. to DATABUS
        CLR     DSP3                    ; Enable DSP2
        ACALL   DELAY_1s                ; Delay
        SETB    DSP3                    ; Disable DSP1

        MOV     A,DSP4_BUFFER           ;Restore DSP2 to Display
        MOV     DPTR,#DSP_BLANK         ; Move DIGIT Start Pointer
        MOVC    A,@A+DPTR               ; Get ROM Data from Pointer+ACC.
        MOV     P3,A                    ; Out ACC. to DATABUS
        CLR     DSP4                    ; Enable DSP2
        ACALL   DELAY_1s                ; Delay
        SETB    DSP4                    ; Disable DSP1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,DSP5_BUFFER           ;Restore DSP2 to Display
        MOV     DPTR,#DSP_BLANK         ; Move DIGIT Start Pointer
        MOVC    A,@A+DPTR               ; Get ROM Data from Pointer+ACC.
        MOV     P3,A                    ; Out ACC. to DATABUS
        CLR     DSP5                    ; Enable DSP2
        ACALL   DELAY_1s                ; Delay
        SETB    DSP5                    ; Disable DSP1

        LJMP    SCAN_DSP


;***********************************************
; Play sound in block at SBLOCK point
; Input: SBLOCK
;***********************************************
SOUNDB:PUSH     ACC
        MOV     A,SBLOCK
        CJNE    A,#01H,SOUNDB_1         ;PLAY SOUND BLOCK 1
        LCALL   RESET_SOUND
        LCALL   DELAY_1S
        LCALL   START_SOUND

        JB      ENDSOUND,$              ;WAIT END SOUND
        POP     ACC
        RET
SOUNDB_1:DEC    SBLOCK
        LCALL   RESET_SOUND
        SETB    SHIFT_S                 ;SET SHIFT
SOUNDB_2: LCALL   DELAY_100mS
        LCALL   START_SOUND             ;PLAY SOUND BLOCK=SBLOCK
        DJNZ    SBLOCK,SOUNDB_2
        CLR     SHIFT_S                 ;CLEAR SHIFT
        LCALL   DELAY_1S
        LCALL   START_SOUND
        JB      ENDSOUND,$              ;WAIT END SOUND
        POP     ACC
        RET

;***********************************************
; Generate plue start for circuit sound
;***********************************************
START_SOUND:SETB    START_S             ;SET START SOUND
        NOP
        NOP
        NOP
        CLR     START_S                 ;CLEAR START SOUND
        RET
;***********************************************
; Generate plue reset for circuit sound
;***********************************************
RESET_SOUND:SETB    RESET_S             ;SET RESET
        NOP
        NOP
        NOP
        CLR     RESET_S                 ;CLEAR RESET
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************************************************
; SCANKEY SAVE IN KPAD_DATA
;************************************************
SCANKEY:LCALL   GET_KPAD
        MOV     A,KPAD_DATA
        MOV     B,A
        JZ      SCANKEY
KEY_UP: LCALL   GET_KPAD
        MOV     A,KPAD_DATA
        JNZ     KEY_UP
        MOV     KPAD_DATA,B
        RET
GET_KPAD:
        MOV     P3,#0FFH                ; Pull P0 to High
        MOV     KPAD_DATA,#00H          ; Clear Keypad Data
CHK_COL0:
        CLR     KPAD_COL0               ; Begin Scan Column 0
        MOV     A,P3                    ; Get Port0 Value
        ANL     A,#0FH                  ; Get only lower 4 bit
        CJNE    A,#0FH,COL0_DETECT      ; Check All rows '1'?
        AJMP    CHK_COL1                ;  All  rows  '1'  =>  check  next
column
COL0_DETECT:
        MOV     KPAD_DATA,#01H          ; Initial KPAD_DATA = 1
        AJMP    GET_ROW                 ; Jump to get row value
CHK_COL1:
        SETB    KPAD_COL0               ; Stop Scan Column 0
        CLR     KPAD_COL1               ; Begin Scan Column 1
        MOV     A,P3                    ; Get Port2 Value
        ANL     A,#0FH                  ; Get only lower 4 bit
        CJNE    A,#0FH,COL1_DETECT      ; Check All rows '1'?
        AJMP    CHK_COL2                ;  All  rows  '1'  =>  check  next
column
COL1_DETECT:
        MOV     KPAD_DATA,#02H          ; Initial KPAD_DATA = 2
        AJMP    GET_ROW                 ; Jump to get row value
CHK_COL2:
        SETB    KPAD_COL1               ; Stop Scan Column 1
        CLR     KPAD_COL2               ; Begin Scan Column 2
        MOV     A,P3                    ; Get Port2 Value
        ANL     A,#0FH                  ; Get only lower 4 bit
        CJNE    A,#0FH,COL2_DETECT      ; Check All rows '1'?
        MOV     KPAD_DATA,#00H
        RET                             ; All rows '1' => return
COL2_DETECT:
        MOV   KPAD_DATA,#03H            ; Initial KPAD_DATA = 2
GET_ROW:
        CLR     KPAD_COL0               ;  Enable  all  Column  to  find
Crosspoint
        CLR     KPAD_COL1                                   ;
        CLR     KPAD_COL2               ;
        JB      KPAD_ROW0,CHK_ROW1      ; Check Row 0 Detect?
        RET                             ; Row 0 Detect => return
CHK_ROW1:
        JB      KPAD_ROW1,CHK_ROW2      ; Check Row 2 Detect?
        MOV     A,KPAD_DATA             ; Add 3 with KPAD_DATA
        ADD     A,#03H                  ;
        MOV     KPAD_DATA,A             ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      RET                                ; Return
CHK_ROW2:
      JB       KPAD_ROW2,CHK_ROW3        ; Check Row 2 Detect?
      MOV      A,KPAD_DATA               ; Add 6 with KPAD_DATA
      ADD      A,#06H                    ;
      MOV      KPAD_DATA,A               ;
      RET                                ; Return
CHK_ROW3:
      MOV      A,KPAD_DATA               ; Add 9 with KPAD_DATA
      ADD      A,#09H
      MOV      KPAD_DATA,A               ;
      RET                                ; Return

;*********************************************
; Delay of system 10mS ,100mS, 1S
; User: R5,R6,R7
;*********************************************
DELAY_1ms:    MOV      R6,#0E6H          ; Each loop = 1 ms
DELAY_1ms_1:  NOP
       NOP
       DJNZ     R6,DELAY_1ms_1
       RET

DELAY_10mS: MOV      R6,#10              ;Loop 10
DELAY_10mS_2: MOV    R7,#0               ;Each 1mS
DELAY_10mS_1:  NOP
       NOP
       NOP
       NOP
       DJNZ     R7,DELAY_10mS_1
       DJNZ     R6,DELAY_10mS_2
       RET

DELAY_100mS:MOV     R6,#100              ;Loop 100, Each = 100mS
DELAY_100mS_2: MOV     R7,#0             Each 1mS
DELAY_100mS_1: NOP
        NOP
        NOP
        NOP
        DJNZ     R7,DELAY_100mS_1
        DJNZ     R6,DELAY_100mS_2
        RET
DELAY_1S: MOV      R5,#10                ;loop 10 Each = 1S
DELAY_1S_3:MOV      R6,#100              ;loop 100
DELAY_1S_2:MOV      R7,#0                ;Each 1mS
DELAY_1S_1:NOP
         NOP
         NOP
         NOP
         DJNZ     R7,DELAY_1S_1
         DJNZ     R6,DELAY_1S_2
         DJNZ     R5,DELAY_1S_3
         RET

;-----------------------------------------------------------------
;Define Constant < Store in Flash EEPROM Program Memory >
;-----------------------------------------------------------------
;   Segment      .GFEDCBA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DSP_BLANK:      DB    00000000B
DSP_NUM1:       DB    00000110B
DSP_NUM2:       DB    00111011B
DSP_NUM3:       DB    00101111B
DSP_NUM4:       DB    01100110B
DSP_NUM5:       DB    01101101B
DSP_NUM6:       DB    01111101B
DSP_NUM7:       DB    00000111B
DSP_NUM8:       DB    01111111B
DSP_NUM9:       DB    01101111B
DSP_STAR:       DB    01110110B
DSP_NUM0:       DB    01011111B
DSP_HASH:       DB    00011100B
END
;*****************************************************************
DSP1    BIT     P0.2
DSP2    BIT     P0.4        ; 7 Segment DSP2 enable (Active Low :
Level)
DSP3    BIT     P0.0
DSP4    BIT     P0.3
DSP5    BIT     P0.1


;---------------------------------------------------------------
; Define User Register
;---------------------------------------------------------------

DSP1_BUFFER     EQU     030H; For keep DSP1 Data
DSP2_BUFFER     EQU     031H; For keep DSP2 Data
DSP3_BUFFER     EQU     032H
DSP4_BUFFER     EQU     033H
DSP5_BUFFER     EQU     034H

;---------------------------------------------------------------
; Main Program.
;---------------------------------------------------------------
ORG     0000H                   ; Reset Vector
MOV     P3,#11111111B           ; Clear Segment
SETB    DSP1                    ; Clear DSP1
SETB    DSP2                    ; Clear DSP2
SETB    DSP3
SETB    DSP4
SETB    DSP5

MOV     DSP1_BUFFER,#01H
MOV     DSP2_BUFFER,#02H
MOV     DSP3_BUFFER,#03H
MOV     DSP4_BUFFER,#04H
MOV     DSP5_BUFFER,#05H

;---------------------------------------------------------------
; Show DSP Subroutine
;---------------------------------------------------------------
SCAN_DSP:
MOV     A,DSP1_BUFFER           ; Restore DSP1 to Display
MOV     DPTR,#DSP_BLANK         ; Move DIGIT Start Pointer
MOVC    A,@A+DPTR               ; Get ROM Data from Pointer+ACC.
MOV     P3,A                    ; Out ACC. to DATABUS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     DSP1                    ; Enable DSP1
        ACALL   DELAY_1s                ; Delay
        SETB    DSP1                    ; Disable DSP1

        MOV     A,DSP2_BUFFER           ; Restore DSP2 to Display
        MOV     DPTR,#DSP_BLANK         ; Move DIGIT Start Pointer
        MOVC    A,@A+DPTR               ; Get ROM Data from Pointer+ACC.
        MOV     P3,A                    ; Out ACC. to DATABUS
        CLR     DSP2                    ;Enable DSP2
        ACALL   DELAY_1s                ; Delay
        SETB    DSP2                    ; Disable DSP1

        MOV     A,DSP3_BUFFER           ; Restore DSP2 to Display
        MOV     DPTR,#DSP_BLANK         ; Move DIGIT Start Pointer
        MOVC    A,@A+DPTR               ; Get ROM Data from Pointer+ACC.
        MOV     P3,A                    ; Out ACC. to DATABUS
        CLR     DSP3                    ; Enable DSP2
        ACALL   DELAY_1s                ; Delay
        SETB    DSP3                    ; Disable DSP1

        MOV     A,DSP4_BUFFER           ;Restore DSP2 to Display
        MOV     DPTR,#DSP_BLANK         ; Move DIGIT Start Pointer
        MOVC    A,@A+DPTR               ; Get ROM Data from Pointer+ACC.
        MOV     P3,A                    ; Out ACC. to DATABUS
        CLR     DSP4                    ; Enable DSP2
        ACALL   DELAY_1s                ; Delay
        SETB    DSP4                    ; Disable DSP1

        MOV     A,DSP5_BUFFER           ;Restore DSP2 to Display
        MOV     DPTR,#DSP_BLANK         ; Move DIGIT Start Pointer
        MOVC    A,@A+DPTR               ; Get ROM Data from Pointer+ACC.
        MOV     P3,A                    ; Out ACC. to DATABUS
        CLR     DSP5                    ; Enable DSP2
        ACALL   DELAY_1s                ; Delay
        SETB    DSP5                    ; Disable DSP1

        LJMP    SCAN_DSP

;-------------------------------------------------------------------
; Dummy Delay time 1m,10ms,1s
;-------------------------------------------------------------------
DELAY_1ms:
        MOV     R6,#0E6H                ; Each loop = 1 ms
DELAY_1ms_1:
        NOP
        NOP
        DJNZ    R6,DELAY_1ms_1
        RET

DELAY_10ms:
        MOV     R7,#010                 ; Do 10 times
DELAY_10ms_1:
        MOV     R6,#0E6H                ; Each loop = 1 ms
DELAY_10ms_2:
        NOP
        NOP
        DJNZ    R6,DELAY_10ms_2
        DJNZ    R7,DELAY_10ms_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET

DELAY_1s:
        MOV     R5,#100                 ; Do 100 times
DELAY_1s_1:
        ACALL   DELAY_10ms
        DJNZ    R5,DELAY_1s_1
        NOP
        RET

;-------------------------------------------------------------------------
;Define Constant < Store in Flash EEPROM Program Memory >
;-------------------------------------------------------------------------
;   Segment         .GFEDCBA
        DSP_BLANK:      DB      00000000B
        DSP_NUM1:       DB      00000110B
        DSP_NUM2:       DB      00111011B
        DSP_NUM3:       DB      00101111B
        DSP_NUM4:       DB      01100110B
        DSP_NUM5:       DB      01101101B
        DSP_NUM6:       DB      01111101B
        DSP_NUM7:       DB      00000111B
        DSP_NUM8:       DB      01111111B
        DSP_NUM9:       DB      01101111B
        DSP_STAR:       DB      01110110B
        DSP_NUM0:       DB      01011111B
        DSP_HASH:       DB      00011100B

        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

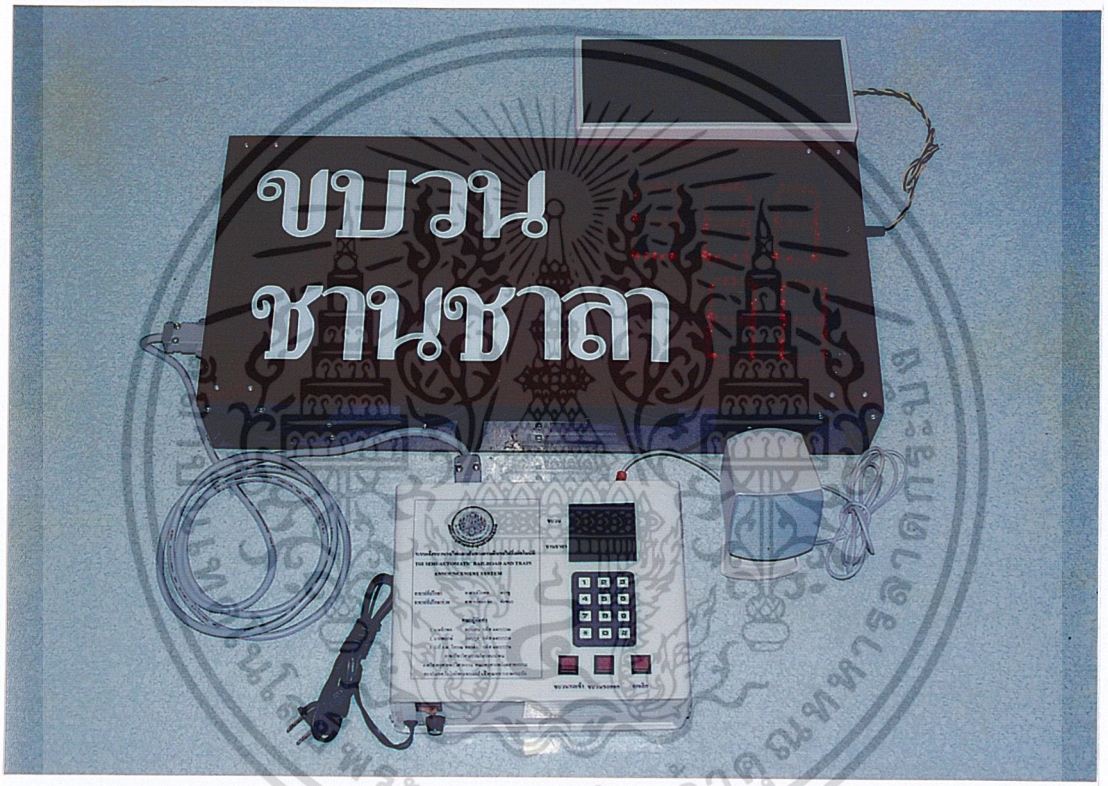
ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ



สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

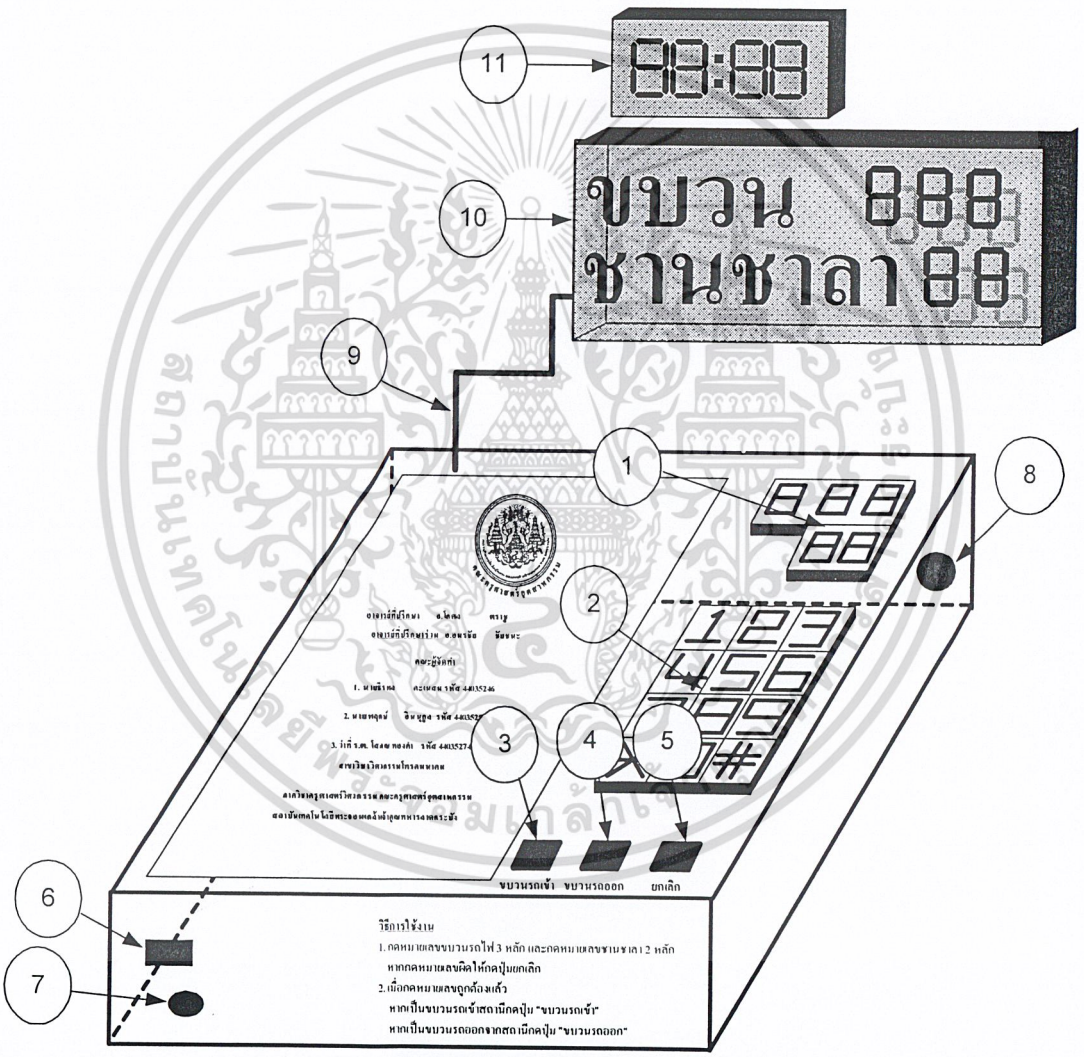
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ ควรศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจถึงหลักการใช้งาน และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของระบบแจ้งขบวนรถไฟ
และเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จ.1 แผงควบคุมแต่ละส่วนมีหน้าที่การทำงานดังนี้

1. ตัวเลขแสดงผล 7 ส่วนขนาดเล็ก
2. คีย์สวิตซ์
3. ปุ่มขบวนรถเข้า
4. ปุ่มขบวนรถออก
5. ปุ่มยกเลิก
6. สวิตซ์แรงดัน
7. ฟิวส์
8. ขั้วต่อลำโพง
9. สาย RS - 232
10. จอแสดงผลแอลอีดี
11. นาฬิกา

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1) ติดตั้งระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟเข้ากับเครื่องขยายเสียง แล้วทำกดสวิตซ์เปิดเครื่องโดยแอลอีดีแสดงผลก็จะติดเพื่อแสดงว่าพร้อมที่จะทำงาน

3.2) แอลอีดีตัวเลขแสดงผล 7 ส่วนก็จะแสดงผลเป็น "_ _ _" หมายความว่าให้ป้อนขบวนรถไฟ เมื่อให้ป้อนขบวนรถไฟด้วยคีย์สวิตซ์

3.3) จากนั้นเมื่อป้อนขบวนรถไฟแล้วแอลอีดีแสดงผล 7 ส่วนก็จะแสดงคำว่า "_ _" หมายความว่าให้ป้อนช่องชานชาลาที่รถไฟจะเข้าเทียบด้วยคีย์สวิตซ์

3.4) หากป้อนข้อมูลขบวนรถไฟ หรือช่องชานชาลาผิดพลาดให้กดปุ่มยกเลิก เพื่อสั่งการให้ระบบเริ่มต้นการทำงานใหม่

3.5) เมื่อป้อนข้อมูล ขบวนรถไฟและชานชาลาที่รถเข้าเทียบถูกต้องแล้ว ให้กดปุ่มขบวนรถเข้าหรือขบวนรถออก โดย

3.5.1) หากเป็นขบวนรถเข้าสถานีกดปุ่ม "ขบวนรถเข้า"

3.5.2) หากเป็นขบวนรถออกจากสถานีกดปุ่ม "ขบวนรถออก

ระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ จะทำการประกาศออกมาเป็นข้อมูลเสียงออกทางเครื่องขยายเสียงและยังแสดงผลเป็นแอลอีดีแสดงผล 7 ส่วนที่บอกทั้งขบวนรถและชานชาลาที่รถไฟจะเข้าเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6) เมื่อใช้งานเครื่องเสร็จแล้วหากไม่ได้ใช้งานต่อไปให้ทำการปิดสวิตซ์และเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานระบบแจ้งขบวนรถไฟและเส้นทางการเดินรถไฟกึ่งอัตโนมัติ สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ จ.1 อาการ สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
จอแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วนไม่ติด, แอลอีดีไม่ติดขณะเปิดเครื่อง	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง, ฟิวส์, ไม่ได้เปิดสวิตซ์ที่หลังเครื่อง
ไม่มีเสียงออกทางลำโพงขยาย	ตรวจสอบจุดต่อขยายเสียงหรือเครื่องขยายเสียงว่าพร้อมทำงานหรือไม่
มีเสียงดังแต่ไม่มีข้อความประกาศ	ตรวจสอบว่าไอซีบันทึกเสียง ISD 2590 อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1) การดูแลรักษา

1. ปิดเครื่องทุกครั้งเมื่อใช้งานเสร็จ
2. เอาผ้าคลุมทุกครั้งเมื่อไม่มีการใช้งาน หรือเก็บไว้ในที่ไม่มีฝุ่นละออง
3. เช็ดทำความสะอาดเครื่องด้วยผ้านุ่ม อย่าให้สารใดๆ ที่เป็นตัวทำลายเพราะอาจทำให้ตัวเครื่องเกิดความเสียหายได้

5.2 ข้อควรระวัง

1. อย่าเปิดสวิตซ์เมื่อไม่มีการใช้งาน
2. เวลาป้อนข้อมูลขบวนรถไฟและชานชาลาควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าถูกต้องหรือยัง
3. ไอซีบันทึกเสียงเบอร์ ISD 2590 เป็นไอซีที่มีราคาค่อนข้างแพง บางเวลาหาซื้อได้ยากจึงควรใช้งานด้วยความระมัดระวัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ จ.2 คุณสมบัติรายละเอียด

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ขบวนรถไฟ	ใช้ขบวนรถไฟขนส่งผู้โดยที่ผ่านสถานีรถไฟหัวตะเข้
ชานชาลา	ใช้จำนวนชานชาลาของสถานีรถไฟหัวตะเข้ มี 2 ชานชาลา
การแสดงผล	แสดงผล 2 แบบ 1. เสียง จะเข้าออกทางลำโพง 2. ตัวเลข 7 ส่วนที่ดัดแปลงมาจากแอลอีดี ขนาดกว้าง 40 มิลลิเมตร และสูง 7 มิลลิเมตร
แหล่งจ่ายไฟ	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์
การแสดงสถานะ	แอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2500 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices
32-, 40-*, 48-*, 64-**, 60-, 75-, 90-, and 120-Second Durations

FEATURES

- Easy-to-use single-chip voice Record/Playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Manual switch or microcontroller compatible Playback can be edge- or level-activated
- Single-chip durations of *32*, 40*, 48*, 64**, 60, 75, 90, and 120 seconds
- Directly cascadable for longer durations
- Automatic Power-Down (Push-Button Mode)
  - Standby current 1 µA (typical)
- Zero-power message storage
  - Eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100,000 record cycles (typical)
- On-chip clock source
- No algorithm development required
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, DIP, SOIC, and TSOP packaging
- Industrial temperature (-40°C to +85°C) versions available

ISD2500 SERIES SUMMARY

Part Number	Duration (Seconds)	Input Sample Rate (KHz)	Typical Filter Pass Band (KHz)
ISD2560	60	8.0	3.4
ISD2575	75	6.4	2.7
ISD2590	90	5.3	2.3
ISD25120	120	4.0	1.7
*ISD2532**	*32*	*8.0*	*3.4*
*ISD2540**	*40*	*6.4*	*2.7*
*ISD2548**	*48*	*5.3*	*2.3*
*ISD2564**	*64*	*4.0*	*1.7*

* *Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD2500 ChipCorder® Series provides high-quality, single-chip Record/Playback solutions for 32- to 120-second messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, speaker amplifier, and high density multi-level storage array. In addition, the ISD2500 is microcontroller compatible, allowing complex messaging and addressing to be achieved.

Recordings are stored in on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique, single-chip solution is made possible through ISD's patented multilevel storage technology. Voice and audio signals are stored directly into memory in their natural form, providing high-quality, solid-state voice reproduction.

DETAILED DESCRIPTION

Speech/Sound Quality

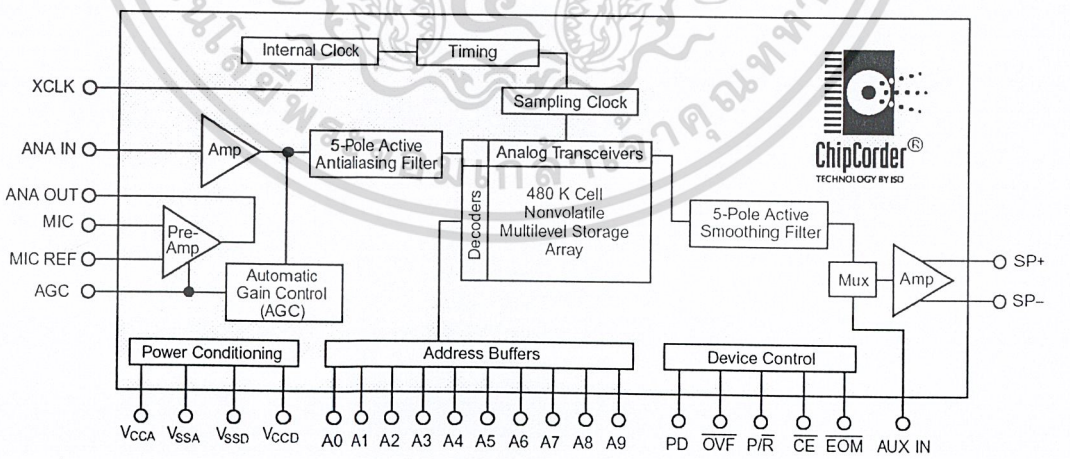
The ISD2500 Series includes devices offered at 4.0, 5.3, 6.4, and 8.0 KHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. Increasing the duration within a product series decreases the sampling frequency and bandwidth, which affects sound quality. Please refer to the ISD2500 Series Summary table on page 1-79 to compare filter pass band and product durations.

The speech samples are stored directly into on-chip nonvolatile memory without the digitization and compression associated with other solutions. Direct analog storage provides a very true, natural sounding reproduction of voice, music, tones, and sound effects not available with most solid-state digital solutions.

Duration

To meet end system requirements, the ISD2500 Series offers single-chip solutions at *32**, *40**, *48**, *64**, 60, 75, 90, and 120 seconds. Parts may also be cascaded together for longer durations.

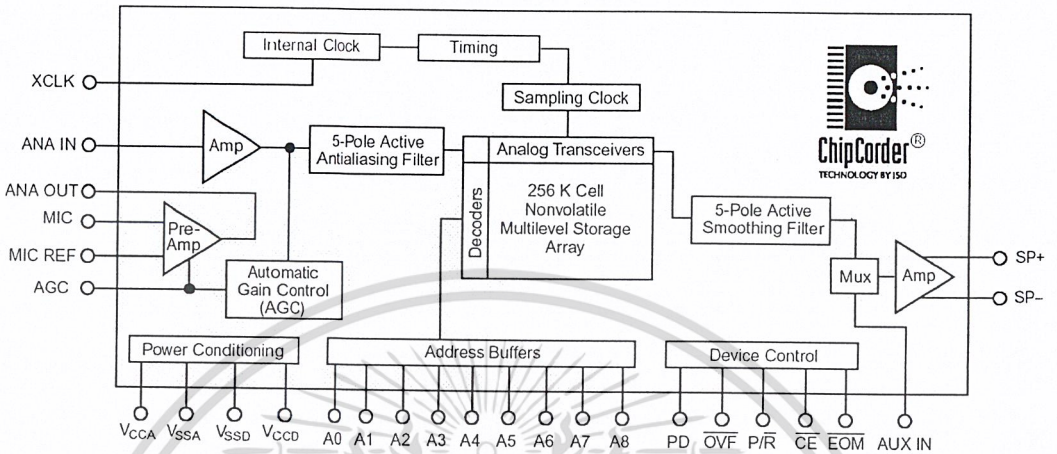
ISD2560/75/90/120 DEVICE BLOCK DIAGRAM



* *Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*ISD2532/40/48/64** DEVICE BLOCK DIAGRAM



EEPROM Storage

One of the benefits of ISD's ChipCorder technology is the use of on-chip nonvolatile memory, providing zero-power message storage. The message is retained for up to 100 years typically without power. In addition, the device can be re-recorded typically over 100,000 times.

Microcontroller Interface

In addition to its simplicity and ease of use, the ISD2500 Series includes all the interfaces necessary for microcontroller-driven applications. The address and control lines can be interfaced to a microcontroller and manipulated to perform a variety of tasks, including message assembly, message concatenation, predefined fixed message segmentation, and message management.

Programming

The ISD2500 Series is also ideal for playback-only applications, where single or multiple messages are referenced through buttons, switches, or a microcontroller. Once the desired message configuration is created, duplicates can easily be generated via an ISD programmer.

PIN DESCRIPTIONS

Voltage Inputs (V_{CCA}, V_{CCD})

To minimize noise, the analog and digital circuits in the ISD2500 Series devices use separate power busses. These voltage busses are brought out to separate pins and should be tied together as close to the supply as possible. In addition, these supplies should be decoupled as close to the package as possible.

Ground Inputs (V_{SSA}, V_{SSD})

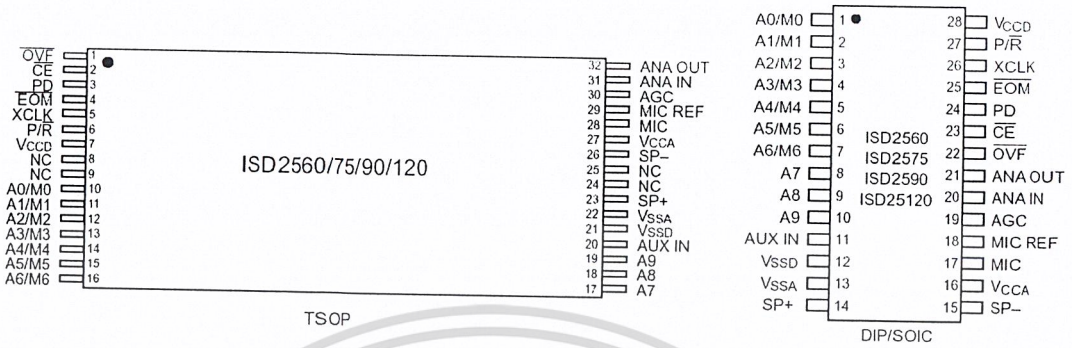
The ISD2500 Series of devices utilizes separate analog and digital ground busses. These pins should be connected separately through a low-impedance path to power supply ground.

Power Down Input (PD)

When not recording or playing back, the PD pin should be pulled HIGH to place the part in a very low power mode (see I_{SB} specification). When $\overline{OVF}$ pulses LOW for an overflow condition, PD should be brought HIGH to reset the address pointer back to the beginning of the Record/Playback space. The PD pin has additional functionality in the M6 (Push-Button) Operational

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2560/75/90/120 DEVICE PINOUTS



Mode described later in the Operational Mode section.

Chip Enable Input ($\overline{CE}$)

The $\overline{CE}$ pin is taken LOW to enable all Playback and Record operations. The address inputs and Playback/Record input (P/$\overline{R}$) are latched by the falling edge of $\overline{CE}$. $\overline{CE}$ has additional functionality in the M6 (Push-Button) Operational Mode described later in the Operational Mode section.

Playback/Record Input (P/$\overline{R}$)

The P/$\overline{R}$ input is latched by the falling edge of the $\overline{CE}$ pin. A HIGH level selects a Playback cycle while a LOW level selects a Record cycle. For a Record cycle, the address inputs provide the starting address and recording continues until PD or $\overline{CE}$ is pulled HIGH or an overflow is detected (i.e. the chip is full). When a Record cycle is terminated by pulling PD or $\overline{CE}$ HIGH, an End-Of-Message (EOM) marker is stored at the current address in memory. For a Playback cycle, the address inputs provide the starting address and the device will play until an EOM marker is encountered. The device can continue past an EOM marker in an operational mode, or if $\overline{CE}$ is held LOW in address mode. (See page 1-85 for more Operational Modes).

End-Of-Message / RUN Output (EOM)

A nonvolatile marker is automatically inserted at the end of each recorded message. It remains there until the message is recorded over. The EOM output pulses LOW for a period of T_{EOM} at the end of each message.

In addition, the ISD2500 Series has an internal V_{CC} detect circuit to maintain message integrity should V_{CC} fall below 3.5V. In this case, EOM goes LOW and the device is fixed in Playback-only mode.

When the device is configured in Operational Mode M6 (Push-Button Mode), this pin provides an active-HIGH RUN signal, indicating the device is currently recording or playing. This signal can conveniently drive an LED for a visual indicator of a Record or Playback operation in process.

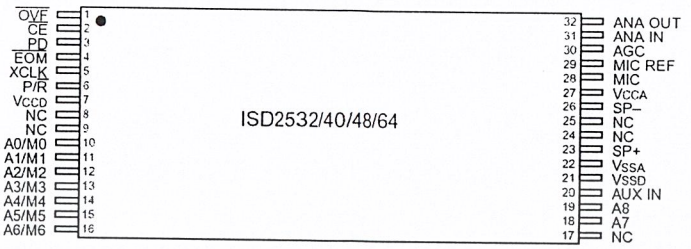
Overflow Output ($\overline{OVF}$)

This signal pulses LOW at the end of memory space, indicating the device has been filled and the message has overflowed. The $\overline{OVF}$ output then follows the $\overline{CE}$ input until a PD pulse has reset the device. This pin can be used to cascade several ISD2500 devices together to increase Record/Playback durations.

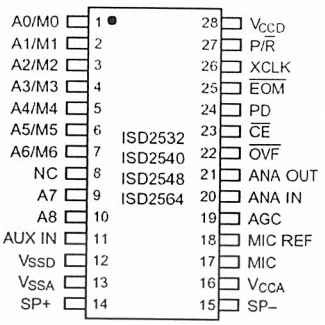
* *Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*ISD2532/40/48/64** DEVICE PINOUTS



TSOP



DIP/SOIC

Microphone Input (MIC)

The microphone input transfers its signal to the on-chip preamplifier. An on-chip Automatic Gain Control (AGC) circuit controls the gain of this preamplifier from -15 to 24 dB. An external microphone should be AC coupled to this pin via a series capacitor. The capacitor value, together with the internal 10 K ohm resistance on this pin, determines the low-frequency cutoff for the ISD2500 Series passband. See ISD's *Application Notes and Design Manual* in this book for additional information on low-frequency cutoff calculation.

Microphone Reference Input (MIC REF)

The MIC REF input is the inverting input to the microphone preamplifier. This provides a noise-canceling or common-mode rejection input to the device when connected to a differential microphone.

Automatic Gain Control Input (AGC)

The AGC dynamically adjusts the gain of the preamplifier to compensate for the wide range of microphone input levels. The AGC allows the full range of whispers to loud sounds to be recorded with minimal distortion. The "attack" time is determined by the time constant of a 5 KΩ internal resistance and an external capacitor (C2 on the schematic on page 1-100) connected from the AGC pin to V_{SSA} analog ground. The "release" time is determined by the time constant of an external resistor (R2) and an external capacitor (C2) connected in parallel between the AGC Pin and V_{SSA} analog ground. Nominal values of 470 KΩ and 4.7 µF give satisfactory results in most cases.

Analog Output (ANA OUT)

This pin provides the preamplifier output to the user. The voltage gain of the preamplifier is determined by the voltage level at the AGC pin.

Analog Input (ANA IN)

The analog input pin transfers its signal to the chip for recording. For microphone inputs, the ANA OUT pin should be connected via an external capacitor to the ANA IN pin. This capacitor value, together with the 3.0 KΩ input impedance of ANA IN, is selected to give additional cutoff at the low-frequency end of the voice passband. If the desired input is derived from a source other than a microphone, the signal can be fed, capacitively coupled, into the ANA IN pin directly.

External Clock Input (XCLK)

The external clock input for the ISD2500 devices has an internal pull-down device. These devices are configured at the factory with an internal sampling clock frequency centered to ±1% of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

specification. The frequency is then maintained to a variation of ±2.25% over the entire commercial temperature and operating voltage ranges. The internal clock has a ±5% tolerance over the industrial temperature and voltage range. A regulated power supply is recommended for industrial temperature range parts. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin as follows:

Part Number	Sample Rate	Required Clock
ISD2560	8.0 KHz	1024 KHz
ISD2575	6.4 KHz	819.2 KHz
ISD2590	5.3 KHz	682.7 KHz
ISD25120	4.0 KHz	512 KHz
*ISD2532**	*8.0 KHz*	*1024 KHz*
*ISD2540**	*6.4 KHz*	*819.2 KHz*
*ISD2548**	*5.3 KHz*	*682.7 KHz*
*ISD2564**	*4.0 KHz*	*512 KHz*

These recommended clock rates should not be varied because the antialiasing and smoothing filters are fixed, and aliasing problems can occur if the sample rate differs from the one recommended. The duty cycle on the input clock is not critical, as the clock is immediately divided by two. *IF THE XCLK IS NOT USED, THIS INPUT MUST BE CONNECTED TO GROUND.*

Speaker Outputs (SP+/SP-)

All devices in the ISD2500 Series include an on-chip differential speaker driver, capable of driving 50 milliwatts into 16 Ω from AUX IN (12.2 mW from memory).

The speaker outputs are held at V_{SSA} levels during record and power down. It is therefore not possible to parallel speaker outputs of multiple ISD2500 devices or the outputs of other speaker drivers.

NOTE

Connection of speaker outputs in parallel may cause damage to the device.

A single output may be used alone (including a coupling capacitor between the SP pin and the speaker). These outputs may be used individually with the output signal taken from either pin. Using the differential outputs results in a 4:1 improvement in output power.

NOTE

Never ground or drive an unused speaker output.

Auxiliary Input (AUX IN)

The Auxiliary Input is multiplexed through to the output amplifier and speaker output pins when $\overline{CE}$ is HIGH, P/$\overline{R}$ is HIGH, and Playback is currently not active or if the device is in Playback overflow. When cascading multiple ISD2500 devices, the AUX IN pin is used to connect a Playback signal from a following device to the previous output speaker drivers. For noise considerations, it is suggested that the auxiliary input not be driven when the storage array is active.

Address/Mode Inputs (Ax/Mx)

The Address/Mode Inputs have two functions depending on the level of the two Most Significant Bits (MSB) of the address (A8 and A9 for the ISD256075/90/120 devices, and A7 and A8 for the *ISD2532/40/48/64** devices).

If either or both of the two MSBs are LOW, the inputs are *ALL* interpreted as address bits and are used as the start address for the current Record or Playback cycle. The address pins are inputs only and do not output internal address information as the operation progresses. Address inputs are latched by the falling edge of $\overline{CE}$.

If both MSBs are HIGH, the Address/Mode Inputs are interpreted as Mode bits according to the Operational Mode table on page 1-85. There are six operational modes (M0..M6) available as indi-

* *Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATIONAL MODES TABLE

Mode Control	Function	Typical Use	Jointly Compatible*
M0	Message cueing	Fast-forward through messages	M4, M5, M6
M1	Delete EOM markers	Position EOM marker at the end of the last message	M3, M4, M5, M6
M2	Not applicable	Reserved	N/A
M3	Looping	Continuous playback from Address 0	M1, M5, M6
M4	Consecutive addressing	Record/Play multiple consecutive messages	M0, M1, M5
M5	$\overline{CE}$ level-activated	Allows message pausing	M0, M1, M3, M4
M6	Push-button control	Simplified device interface	M0, M1, M3

NOTE: An asterisk (*) indicates additional operational modes which can be used simultaneously with the given mode.

cated in the table. It is possible to use multiple operational modes simultaneously. Operational Modes are sampled on each falling edge of $\overline{CE}$, and thus Operational Modes and direct addressing are mutually exclusive.

OPERATIONAL MODES

The ISD2500 Series is designed with several built-in operational modes that provide maximum functionality with minimum additional components. These are described in detail below. The operational modes use the address pins on the ISD2500 devices, but are mapped outside the valid address range. When the two Most Significant Bits (MSBs) are HIGH (A8 and A9 for the ISD2560/75/90/120 devices, and A7 and A8 for the *ISD2532/40/48/64** devices), the remaining address signals are interpreted as mode bits and not as address bits. Therefore, operational modes and direct addressing are not compatible and cannot be used simultaneously.

There are two important considerations for using operational modes. First, all operations begin initially at address 0, which is the beginning of the ISD2500 address space. Later operations can begin at other address locations, depending on the operational mode(s) chosen. In addition, the address pointer is reset to 0 when the device is changed from Record to Playback, Playback to Record (except M6 mode), or when a Power-Down cycle is executed.

Second, Operational Modes are executed when $\overline{CE}$ goes LOW and the two MSBs are HIGH. This Operational Mode remains in effect until the next LOW-going $\overline{CE}$ signal, at which point the current address/mode levels are sampled and executed.

OPERATIONAL MODES DESCRIPTION

The Operational Modes can be used in conjunction with a microcontroller, or they can be hard-wired to provide the desired system operation.

M0 — Message Cueing

Message Cueing allows the user to skip through messages, without knowing the actual physical addresses of each message. Each $\overline{CE}$ LOW pulse causes the internal address pointer to skip to the next message. This mode should be used for

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Playback only, and is typically used with the M4 Operational Mode.

M1 — Delete EOM Markers

The M1 Operational Mode allows sequentially recorded messages to be combined into a single message with only one EOM marker set at the end of the final message. When this operational mode is configured, messages recorded sequentially are played back as one continuous message.

M2 — Unused

When operational modes are selected, the M2 pin should be LOW.

M3 — Message Looping

The M3 Operational Mode allows for the automatic, continuously repeated playback of the message located at the beginning of the address space. A message *CAN* completely fill the ISD2500 device and will loop from beginning to end without $\overline{OVF}$ going LOW.

M4 — Consecutive Addressing

During normal operations, the address pointer will reset when a message is played through to an EOM marker. The M4 Operational Mode inhibits the address pointer reset on $\overline{EOM}$, allowing messages to be played back consecutively.

M5 — $\overline{CE}$-Level Activated

The default mode for ISD2500 devices is for $\overline{CE}$ to be edge-activated on Playback and level-activated on Record. The M5 Operational Mode causes the $\overline{CE}$ pin to be interpreted as level-activated as opposed to edge-activated during Playback. This is specifically useful for terminating Playback operations using the $\overline{CE}$ signal.

In this mode, $\overline{CE}$ LOW begins a Playback cycle, at the beginning of the device memory. The Playback cycle continues as long as $\overline{CE}$ is held LOW. When $\overline{CE}$ goes HIGH, Playback will immediately end. A new $\overline{CE}$ LOW will restart the message from the beginning unless M4 is also HIGH.

M6 — Push-Button Mode

The ISD2500 Series of devices contain a Push-Button operational mode. The Push-Button mode is used primarily in very low-cost applications and is designed to minimize external circuitry and components, thereby reducing system cost. In order to configure the device in Push-Button operational mode, the two most significant address bits must be HIGH, and the M6 mode pin must also be HIGH. A device in this mode always powers down at the end of each Playback or Record cycle after $\overline{CE}$ goes HIGH.

When this operational mode is implemented, several of the pins on the device have alternate functionality:

Pin Name	Alternate Functionality in Push-Button Mode
$\overline{CE}$	Start/Pause Push-Button (LOW pulse-activated)
PD	Stop/Reset Push-Button (HIGH pulse activated)
$\overline{EOM}$	Active-HIGH Run Indicator

$\overline{CE}$ Pin (START/PAUSE)

In Push-Button Operational Mode, $\overline{CE}$ acts as a LOW-going pulse-activated START/PAUSE signal. If no operation is currently in progress, a LOW-going pulse on this signal will initiate a Playback or a Record cycle according to the level on the P/$\overline{R}$ pin. A subsequent pulse on the $\overline{CE}$ pin, before an End-Of-Message is reached in Playback or an overflow condition occurs, will cause the device to pause. The address counter is not reset, and another $\overline{CE}$ pulse will cause the device to continue the operation from the place where it was paused.

PD Pin (STOP/RESET)

In push-button Operational Mode, PD acts as a HIGH-going pulse-activated STOP/RESET signal. When a Playback or Record cycle is in progress and a HIGH-going pulse is observed on PD, the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

current cycle is terminated and the address pointer is reset to address 0, the beginning of the message space.

$\overline{\text{EOM}}$ Pin (RUN)

In Push-Button Operational Mode, $\overline{\text{EOM}}$ becomes an active-HIGH RUN signal which can be used to drive an LED or other external device. It is HIGH whenever a Record or Playback operation is in progress.

Recording in Push-Button Mode

1. The PD pin should be LOW, usually using a pulldown resistor.
2. The P/$\overline{\text{R}}$ pin is taken LOW.
3. The $\overline{\text{CE}}$ pin is pulsed LOW. Recording starts, $\overline{\text{EOM}}$ goes HIGH to indicate an operation in progress.
4. The $\overline{\text{CE}}$ pin is pulsed LOW. Recording pauses, $\overline{\text{EOM}}$ goes back LOW. The internal address pointers are not cleared, but an EOM marker is stored in memory to point to the message end. The P/$\overline{\text{R}}$ pin may be taken HIGH at this time. Any subsequent $\overline{\text{CE}}$ would start a playback at address 0.
5. The $\overline{\text{CE}}$ pin is pulsed LOW. Recording starts at the next address after the previous set EOM marker. $\overline{\text{EOM}}$ goes back HIGH.

NOTE

If the M1 operational mode pin is also HIGH, the just previously written EOM bit is erased, and recording starts at that address.)

6. When the recording sequences are finished, the final $\overline{\text{CE}}$ pulse LOW will end the last Record cycle, leaving a set EOM marker at the message end. Recording may also be terminated by a HIGH level on PD, which will leave a set EOM marker.

Playback in Push-Button Mode

1. The PD pin should be LOW.
2. The P/$\overline{\text{R}}$ pin is taken HIGH.
3. The $\overline{\text{CE}}$ pin is pulsed LOW. Playback starts, $\overline{\text{EOM}}$ goes HIGH to indicate an operation in progress.
4. If the $\overline{\text{CE}}$ pin is pulsed LOW or an EOM marker is encountered during an operation, the part will pause. The internal address pointers are not cleared, and $\overline{\text{EOM}}$ goes back LOW. The P/$\overline{\text{R}}$ pin may be changed at this time. A subsequent Record operation would not reset the address pointers and the recording would begin where Playback ended.
5. $\overline{\text{CE}}$ is again pulsed LOW. Playback starts where it left off, with $\overline{\text{EOM}}$ going HIGH to indicate an operation in progress.
6. Playback continues as in steps 4 and 5 until PD is pulsed HIGH or overflow occurs.
7. If in overflow, pulling $\overline{\text{CE}}$ LOW will reset the address pointer and start Playback from the beginning. After a PD pulse, the part is reset to address 0.

NOTE

Push-button mode can be used in conjunction with modes M0, M1, and M3.

Good Audio Design Practices

ISD products are very high-quality single-chip voice Recording and Playback systems. To ensure the highest quality voice reproduction, it is important that good audio design practices on layout and power supply decoupling be followed. See the *ISD Application Notes and Design Manual* in this book for details.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD1000A COMPATIBILITY

The ISD2500 Series of devices is designed to provide upward compatibility with the ISD1000A family. When designing with the ISD2500 Series, the following differences should be noted.

Addressing

The ISD2560/75/90/120 devices have 480K storage cells designed to provide 60 seconds of storage at a sampling rate of 8.0 KHz. This is approximately four times the storage of the ISD1000A family. To enable the same addressing resolution, two additional address pins have been added. The address space of each device is divisible into 300 increments with valid addressing from 00 to 13F Hex. Some higher addresses are mapped into the Operational Modes. All other addresses are invalid.

The ISD2532/40/48/64 devices have 256K storage cells designed to provide 32 seconds of storage at a sampling rate of 8.0 KHz. This is twice the amount of storage of the ISD1000A family. To enable the same addressing resolution, one additional address pin has been added. The address space of each device is divisable into 320 increments with valid addressing from 00 to 13F Hex.

Overflow

The ISD1000A Series combined two functions on the $\overline{EOM}$ pin: end-of-message indication and overflow. The ISD2500 separates these two functions. Pin 25 (PDIP package) remains as $\overline{EOM}$, but outputs only the EOM signal indication. Pin 22 (PDIP package) becomes $\overline{OVF}$ and pulses LOW only when the device reaches its end of memory, or is "full." This change allows easy message cueing and addressability across device boundaries. This also means that the M2 operational mode found in the ISD1000A family is not implemented in the ISD2500 Series.

Push-Button Mode

The ISD2500 Series includes an additional Operational Mode called Push-Button mode. This provides an alternative interface to the Record and Playback functions of the part. The $\overline{CE}$ and PD pins become redefined as edge-activated "push-buttons." A pulse on $\overline{CE}$ initiates a cycle, and if triggered again, pauses the current cycle without resetting the address pointer (i.e., a Start or Pause function). PD stops any current cycle and resets the address pointer to the beginning of the message space (i.e., a Stop and Reset function). Additionally, the $\overline{EOM}$ pin functions as an active-HIGH run indicator, and can be used to drive an LED indicating a Record or Playback operation is in progress. Devices in the Push-Button mode cannot be cascaded.

Looping Mode

The ISD2500 Series can loop with a message that completely fills the memory space.

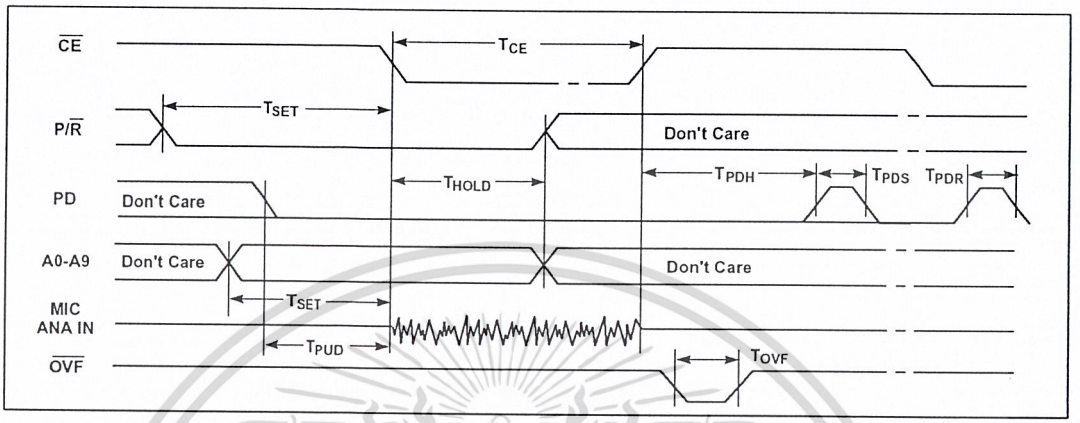
NOTE

Additional descriptions of ISD2500 device functionality and application examples are provided in the ISD Application Notes and Design Manual in this book.

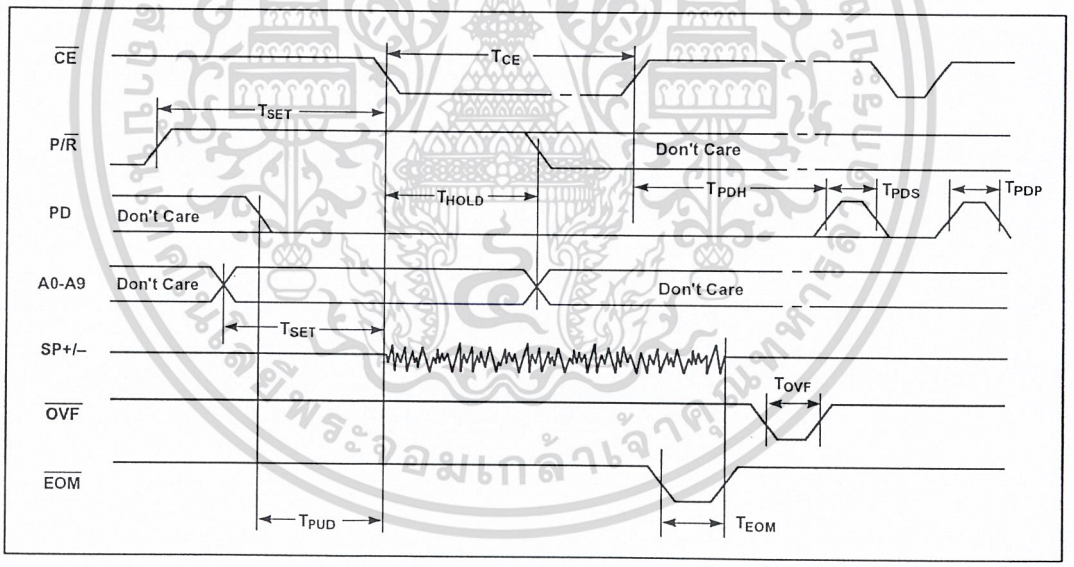
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAMS

Record



Playback



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (PACKAGED PARTS)

Condition	Value
Junction temperature	150° C
Storage temperature range	–65° C to +150° C
Voltage applied to any pin	(V_{SS} – 0.3 V) to (V_{CC} + 0.3 V)
Voltage applied to any pin (Input current limited to ±20 mA)	(V_{SS} – 1.0 V) to (V_{CC} + 1.0 V)
Lead temperature (soldering – 10 seconds)	300° C
V_{CC} - V_{SS}	– 0.3 V to + 7.0 V

NOTE: *Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.*

OPERATING CONDITIONS (PACKAGED PARTS)

Condition	Value
Commercial operating temperature range(1)	0° C to +70° C
Industrial operating temperature range(1)	–40° C to +85° C
Supply voltage (V_{CC})(2)	+4.5 V to +5.5 V
Ground voltage (V_{SS})(3)	0 V

NOTES: *1. Case temperature.*
2. $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$.
3. $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$.

DC PARAMETERS (PACKAGED PARTS)

Symbol	Parameters	Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage			0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0			V	
V_{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	I_{OL} = 4.0 mA
V_{OH}	Output High Voltage	V_{CC}–0.4			V	I_{OH} = – 10 µA
V_{OH1}	$\overline{OVF}$ Output High Voltage	2.4			V	I_{OH} = – 1.6 mA
V_{OH2}	$\overline{EOM}$ Output High Voltage	V_{CC}–1.0	V_{CC}–0.8		V	I_{OH} = – 3.2 mA
I_{CC}	V_{CC} Current (Operating)		25	30	mA	$R_{EXT} = \infty$ (3)
I_{SB}	V_{CC} Current (Standby)		1	10	µA	(3)
I_{IL}	Input Leakage Current			±1	µA	
I_{ILPD}	Input Current HIGH w/Pull Down			130	µA	Force V_{CC} (4)
R_{EXT}	Output Load Impedance	16			Ω	Speaker Load
R_{MIC}	Preamp In Input Resistance	4	9	15	KΩ	MIC and MIC REF Pins
R_{AUX}	AUX INPUT Resistance	5	11	20	KΩ	

 * *Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC PARAMETERS (PACKAGED PARTS) – CONTINUED

Symbol	Parameters	Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
$R_{ANA\ IN}$	ANA IN Input Resistance	2.3	3	5	KΩ	
A_{PRE1}	Preamp Gain 1	21	24	26	dB	AGC = 0.0 V
A_{PRE2}	Preamp Gain 2		–15	5	dB	AGC = 2.5 V
A_{AUX}	AUX IN/SP+ Gain		0.98	1.0	V/V	
A_{ARP}	ANA IN to SP+/- Gain	21	23	26	dB	
R_{AGC}	AGC Output Resistance	2.5	5	9.5	KΩ	

NOTES:
1. *Typical values @ T_A = 25° C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100% tested.*
3. *V_{CCA} and V_{CCD} connected together.*
4. *XCLK pin only.*

AC PARAMETERS (PACKAGED PARTS)

Symbol	Characteristic		Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
F_S	Sampling Frequency	— *ISD2532**		*8.0*		*KHz*	*(7)*
		— *ISD2540**		*6.4*		*KHz*	*(7)*
		— *ISD2548**		*5.3*		*KHz*	*(7)*
		— *ISD2564**		*4.0*		*KHz*	*(7)*
		— ISD2560		8.0		KHz	(7)
		— ISD2575		6.4		KHz	(7)
		— ISD2590		5.3		KHz	(7)
		— ISD25120		4.0		KHz	(7)
F_{CF}	Filter Pass Band	— *ISD2532**		*3.4*		*KHz*	*3 dB Roll-Off Point (3) (8)*
		— *ISD2540**		*2.7*		*KHz*	*3 dB Roll-Off Point (3) (8)*
		— *ISD2548**		*2.3*		*KHz*	*3 dB Roll-Off Point (3) (8)*
		— *ISD2564**		*1.7*		*KHz*	*3 dB Roll-Off Point (3) (8)*
		— ISD2560		3.4		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		— ISD2575		2.7		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		— ISD2590		2.3		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		— ISD25120		1.7		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC PARAMETERS (PACKAGED PARTS) – CONTINUED

Symbol	Characteristic		Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
T_{REC}	Record Duration	— *ISD2532**		*32.0*		*sec*	
		— *ISD2540**		*40.0*		*sec*	
		— *ISD2548**		*48.0*		*sec*	
		— *ISD2564**		*64.0*		*sec*	
		— ISD2560	58.1	60.0	62.0	sec	Commercial Operation
		— ISD2560	56.5	60.0	63.8	sec	Industrial Operation
		— ISD2575	72.6	75.0	77.5	sec	Commercial Operation
		— ISD2575	70.7	75.0	79.7	sec	Industrial Operation
		— ISD2590	87.1	90.0	93.0	sec	Commercial Operation
		— ISD25120	116.1	120.0	123.9	sec	Commercial Operation
T_{PLAY}	Playback Duration	— *ISD2532**		*32.0*		*sec*	*(7)*
		— *ISD2540**		*40.0*		*sec*	*(7)*
		— *ISD2548**		*48.0*		*sec*	*(7)*
		— *ISD2564**		*64.0*		*sec*	*(7)*
		— ISD2560	58.1	60.0	62.0	sec	Commercial Operation(7)
		— ISD2560	56.5	60.0	63.8	sec	Industrial Operation(7)
		— ISD2575	72.6	75.0	77.5	sec	Commercial Operation(7)
		— ISD2575	70.7	75.0	79.7	sec	Industrial Operation(7)
		— ISD2590	87.1	90.0	93.0	sec	Commercial Operation(7)
		— ISD25120	116.1	120.0	123.9	sec	Commercial Operation(7)
T_{CE}	$\overline{CE}$ Pulse Width			100		nsec	
T_{SET}	Control/Address Setup Time			300		nsec	
T_{HOLD}	Control/Address Hold Time			0		nsec	
T_{PUD}	Power-Up Delay	— *ISD2532**		*25.0*		*msec*	
		— *ISD2540**		*31.3*		*msec*	
		— *ISD2548**		*37.5*		*msec*	
		— *ISD2564**		*50.0*		*msec*	
		— ISD2560	24.1	25.0	27.8	msec	Commercial Operation
		— ISD2560	23.5	25.0	28.5	msec	Industrial Operation
		— ISD2575	30.2	31.3	34.3	msec	Commercial Operation
		— ISD2575	29.3	31.3	35.2	msec	Industrial Operation
		— ISD2590	36.2	37.5	40.8	msec	Commercial Operation
		— ISD25120	48.2	50.0	53.6	msec	Commercial Operation
T_{PDR}	PD Pulse Width Record	— *ISD2532**		*25*		*msec*	
		— *ISD2540**		*31.25*		*msec*	
		— *ISD2548**		*37.5*		*msec*	
		— *ISD2564**		*50.0*		*msec*	
		— ISD2560		25		msec	
		— ISD2575		31.25		msec	
		— ISD2590		37.5		msec	
		— ISD25120		50.0		msec	

* *Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC PARAMETERS (PACKAGED PARTS) – CONTINUED

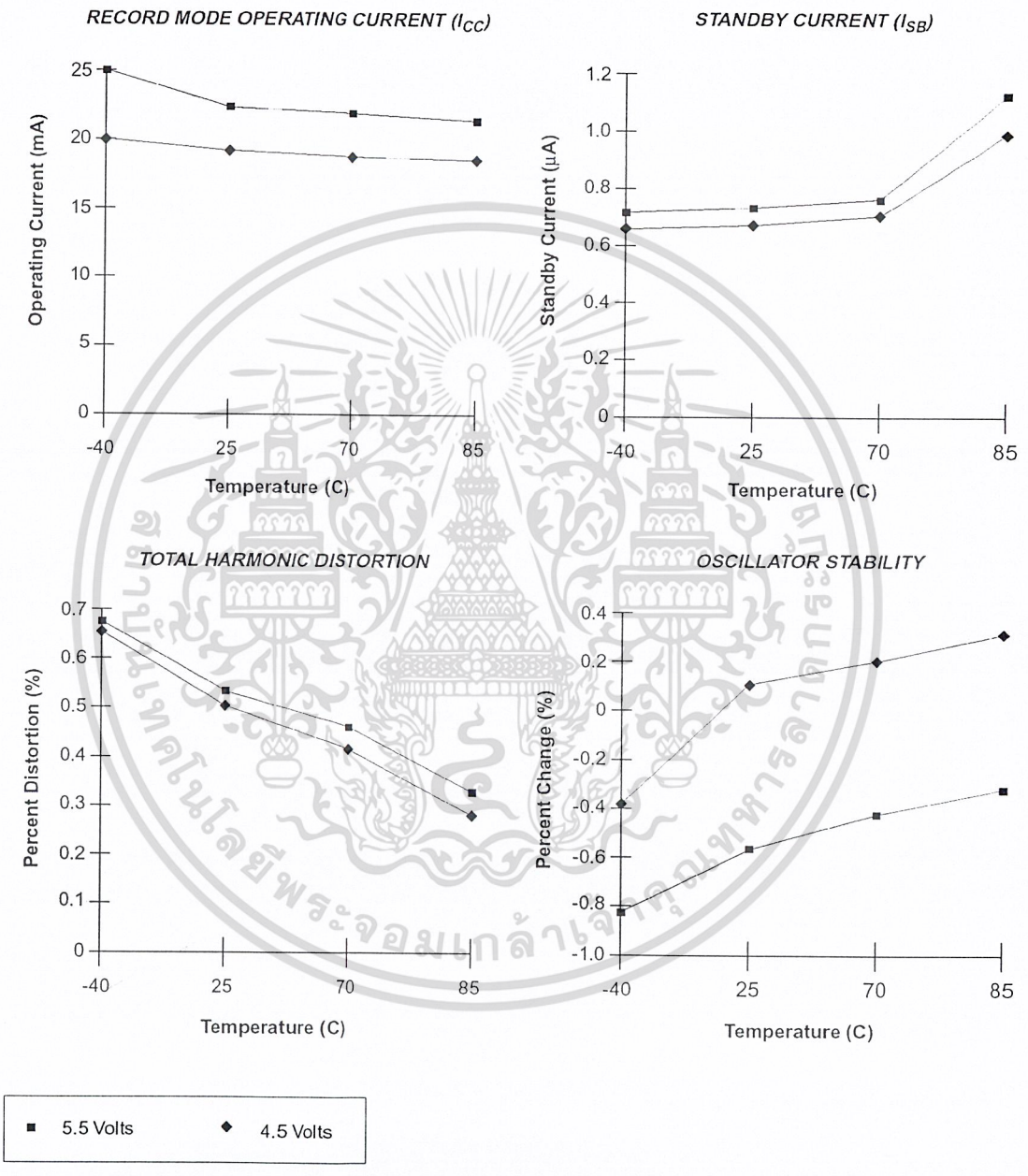
Symbol	Characteristic		Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
T_{PDP}	PD Pulse Width Play	— *ISD2532**		*12.5*		*msec*	
		— *ISD2540**		*15.625*		*msec*	
		— *ISD2548**		*18.75*		*msec*	
		— *ISD2564**		*25.0*		*msec*	
		— ISD2560		12.5		msec	
		— ISD2575		15.625		msec	
		— ISD2590		18.75		msec	
		— ISD25120		25.0		msec	
T_{PDS}	PD Pulse Width Static			100		nsec	(6)
T_{PDH}	Power Down Hold			0		nsec	
T_{EOM}	EOM Pulse Width	— *ISD2532**		*12.5*		*msec*	
		— *ISD2540**		*15.625*		*msec*	
		— *ISD2548**		*18.75*		*msec*	
		— *ISD2564**		*25.0*		*msec*	
		— ISD2560		12.5		msec	
		— ISD2575		15.625		msec	
		— ISD2590		18.75		msec	
		— ISD25120		25.0		msec	
T_{OVF}	Overflow Pulse Width			6.5		µsec	
THD	Total Harmonic Distortion			1	2	%	@ 1 KHz
P_{OUT}	Speaker Output Power			12.2	50	mW	R_{EXT} = 16 Ω (4)
V_{OUT}	Voltage Across Speaker Pins				2.5	V p–p	R_{EXT} = 600 Ω
V_{IN1}	MIC Input Voltage				20	mV	Peak-to-Peak (5)
V_{IN2}	ANA IN Input Voltage				50	mV	Peak-to-Peak
V_{IN3}	Aux Input Voltage				1.25	V	Peak-to-Peak; R_{EXT} = 16 Ω

NOTES:

1. *Typical values @ T_A = 25° C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100% tested.*
3. *Low-frequency cutoff depends upon the value of external capacitors (see Pin Descriptions).*
4. *From AUX IN; if ANA IN is driven at 50 mV p-p, the P_{OUT}=12.2 mW, typical.*
5. *With 5.1 KΩ series resistor at ANA IN.*
6. *T_{PDS} is required during a static condition, typically overflow.*
7. *Sampling Frequency and Playback Duration can vary as much as ±2.25% over the commercial temperature range and voltage range and ±5% over the industrial temperature and voltage range. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).*
8. *Filter specification applies to the antialiasing filter and the smoothing filter.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (PACKAGED PARTS)



 * Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (DIE)

Condition	Value
Junction temperature	150° C
Storage temperature range	–65° C to +150° C
Voltage applied to any pad	(V_{SS} – 0.3 V) to (V_{CC} + 0.3 V)
Voltage applied to any pad (Input current limited to ± 20 mA)	(V_{SS} – 1.0 V) to (V_{CC} + 1.0 V)
V_{CC} - V_{SS}	– 0.3 V to + 7.0 V

NOTE: Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.

OPERATING CONDITIONS (DIE)

Condition	Value
Commercial operating temperature range	0° C to +50° C
Supply voltage (V_{CC})(1)	+4.5 V to +6.5 V
Ground voltage (V_{SS})(2)	0 V

NOTES: 1. $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$.
2. $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$.

DC PARAMETERS (DIE)

Symbol	Parameters	Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage			0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0			V	
V_{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	I_{OL} = 4.0 mA
V_{OH}	Output High Voltage	V_{CC}–0.4			V	I_{OH} = – 10 µA
V_{OH1}	$\overline{OVF}$ Output High Voltage	2.4			V	I_{OH} = – 1.6 mA
V_{OH2}	$\overline{EOM}$ Output High Voltage	V_{CC}–1.0	V_{CC}–0.8		V	I_{OH} = – 3.2 mA
I_{CC}	V_{CC} Current (Operating)		25	30	mA	$R_{EXT} = \infty$ (3)
I_{SB}	V_{CC} Current (Standby)		1	10	µA	(2)
I_{IL}	Input Leakage Current			±1	µA	
I_{ILPD}	Input Current HIGH w/Pull Down			130	µA	Force V_{CC} (4)
R_{EXT}	Output Load Impedance	16			Ω	Speaker Load
R_{MIC}	Preamp In Input Resistance	4	9	15	KΩ	MIC and MIC REF Pads
R_{AUX}	AUX INput Resistance	5	11	20	KΩ	
$R_{ANA\ IN}$	ANA IN Input Resistance	2.3	3	5	KΩ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC PARAMETERS (DIE) – CONTINUED

Symbol	Parameters	Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
A_{PRE1}	Preamp Gain 1	21	24	26	dB	AGC = 0.0 V
A_{PRE2}	Preamp Gain 2		– 15	5	dB	AGC = 2.5 V
A_{AUX}	AUX IN/SP+ Gain		0.98	1.0	V/V	
A_{ARP}	ANA IN to SP+/- Gain	21	23	26	dB	
R_{AGC}	AGC Output Resistance	2.5	5	9.5	KΩ	

NOTES:
1. *Typical values @ T_A = 25° C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100% tested.*
3. *V_{CCA} and V_{CCD} connected together.*
4. *XCLK pad only.*

AC PARAMETERS (DIE)

Symbol	Characteristic		Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
F_S	Sampling Frequency	— *ISD2532**		*8.0*		*KHz*	*(7)*
		— *ISD2540**		*6.4*		*KHz*	*(7)*
		— *ISD2548**		*5.3*		*KHz*	*(7)*
		— *ISD2564**		*4.0*		*KHz*	*(7)*
		— ISD2560		8.0		KHz	(7)
		— ISD2575		6.4		KHz	(7)
		— ISD2590		5.3		KHz	(7)
		— ISD25120		4.0		KHz	(7)
F_{CF}	Filter Pass Band	— *ISD2532**		*3.4*		*KHz*	*3 dB Roll-Off Point (3) (8)*
		— *ISD2540**		*2.7*		*KHz*	*3 dB Roll-Off Point (3) (8)*
		— *ISD2548**		*2.3*		*KHz*	*3 dB Roll-Off Point (3) (8)*
		— *ISD2564**		*1.7*		*KHz*	*3 dB Roll-Off Point (3) (8)*
		— ISD2560		3.4		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		— ISD2575		2.7		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		— ISD2590		2.3		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		— ISD25120		1.7		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
T_{REC}	Record Duration	— *ISD2532**		*32.0*		*sec*	
		— *ISD2540**		*40.0*		*sec*	
		— *ISD2548**		*48.0*		*sec*	
		— *ISD2564**		*64.0*		*sec*	
		— ISD2560	58.1	60.0	62.0	sec	Commercial Operation
		— ISD2575	72.6	75.0	77.5	sec	Commercial Operation
		— ISD2590	87.1	90.0	93.0	sec	Commercial Operation
		— ISD25120	116.1	120.0	123.9	sec	Commercial Operation

* *Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC PARAMETERS (DIE) – CONTINUED

Symbol	Characteristic		Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
T_{PLAY}	Playback Duration	— *ISD2532**		*32.0*		*sec*	*(7)*
		— *ISD2540**		*40.0*		*sec*	*(7)*
		— *ISD2548**		*48.0*		*sec*	*(7)*
		— *ISD2564**		*64.0*		*sec*	*(7)*
		— ISD2560	58.1	60.0	62.0	sec	Commercial Operation(7)
		— ISD2575	72.6	75.0	77.5	sec	Commercial Operation(7)
		— ISD2590	87.1	90.0	93.0	sec	Commercial Operation(7)
		— ISD25120	116.1	120.0	123.9	sec	Commercial Operation(7)
T_{CE}	$\overline{CE}$ Pulse Width			100		nsec	
T_{SET}	Control/Address Setup Time			300		nsec	
T_{HOLD}	Control/Address Hold Time			0		nsec	
T_{PUD}	Power-Up Delay	— *ISD2532**		*25.0*		*msec*	
		— *ISD2540**		*31.3*		*msec*	
		— *ISD2548**		*37.5*		*msec*	
		— *ISD2564**		*50.0*		*msec*	
		— ISD2560	24.1	25.0	27.8	msec	Commercial Operation
		— ISD2575	30.2	31.3	34.3	msec	Commercial Operation
		— ISD2590	36.2	37.5	40.8	msec	Commercial Operation
		— ISD25120	48.2	50.0	53.6	msec	Commercial Operation
T_{PDR}	PD Pulse Width Record	— *ISD2532**		*25*		*msec*	
		— *ISD2540**		*31.25*		*msec*	
		— *ISD2548**		*37.5*		*msec*	
		— *ISD2564**		*50.0*		*msec*	
		— ISD2560		25		msec	
		— ISD2575		31.25		msec	
		— ISD2590		37.5		msec	
		— ISD25120		50.0		msec	
T_{PDP}	PD Pulse Width Play	— *ISD2532**		*12.5*		*msec*	
		— *ISD2540**		*15.625*		*msec*	
		— *ISD2548**		*18.75*		*msec*	
		— *ISD2564**		*25.0*		*msec*	
		— ISD2560		12.5		msec	
		— ISD2575		15.625		msec	
		— ISD2590		18.75		msec	
		— ISD25120		25.0		msec	
T_{PDS}	PD Pulse Width Static			100		nsec	(6)
T_{PDH}	Power Down Hold			0		nsec	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC PARAMETERS (DIE) – CONTINUED

Symbol	Characteristic	Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
T_{EOM}	EOM Pulse Width — *ISD2532**		*12.5*		*msec*	
	— *ISD2540**		*15.625*		*msec*	
	— *ISD2548**		*18.75*		*msec*	
	— *ISD2564**		*25.0*		*msec*	
	— ISD2560		12.5		msec	
	— ISD2575		15.625		msec	
	— ISD2590		18.75		msec	
	— ISD25120		25.0		msec	
T_{OVF}	Overflow Pulse Width		6.5		µsec	
THD	Total Harmonic Distortion		1	3	%	@ 1 KHz
P_{OUT}	Speaker Output Power		12.2	50	mW	R_{EXT} = 16 Ω (4)
V_{OUT}	Voltage Across Speaker Pins			2.5	V p–p	R_{EXT} = 600 Ω
V_{IN1}	MIC Input Voltage			20	mV	Peak-to-Peak (5)
V_{IN2}	ANA IN Input Voltage			50	mV	Peak-to-Peak
V_{IN3}	Aux Input Voltage			1.25	V	Peak-to-Peak; R_{EXT} = 16 Ω

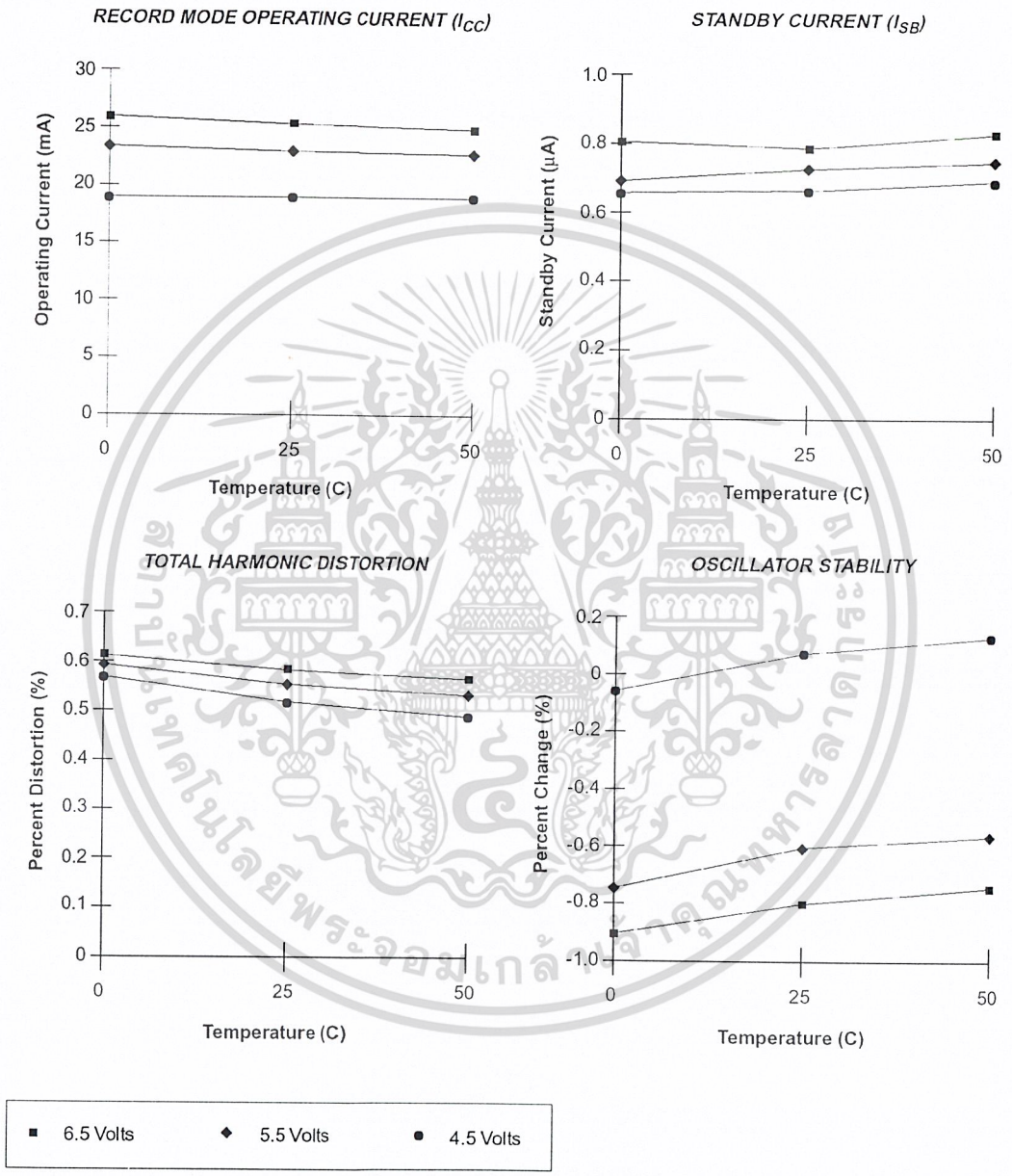
NOTES:

1. *Typical values @ T_A = 25° C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100% tested.*
3. *Low-frequency cutoff depends upon the value of external capacitors (see Pin Descriptions).*
4. *From AUX IN; if ANA IN is driven at 50 mV p-p, the P_{OUT}=12.2 mW, typical.*
5. *With 5.1 KΩ series resistor at ANA IN.*
6. *T_{PDS} is required during a static condition, typically overflow.*
7. *Sampling Frequency and Playback Duration can vary as much as ±2.25% over the commercial temperature range and voltage range. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).*
8. *Filter specification applies to the antialiasing filter and the smoothing filter.*

* *Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

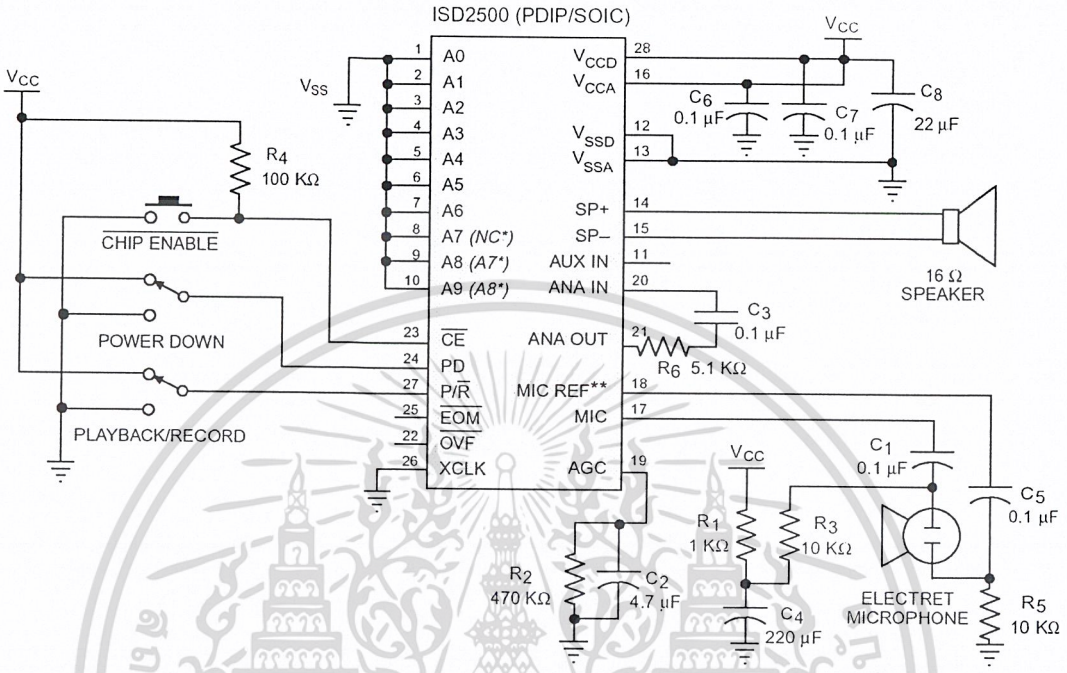
TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (DIE)



* *Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2500 APPLICATION EXAMPLE – DESIGN SCHEMATIC



NOTES: * *Pin identifications for the ISD2532/40/48/64 devices which differ from those of the ISD2560/75/90/120 devices are indicated.*

** *If desired, pin 18 (PDIP package) may be left unconnected (microphone preamplifier noise will be higher). In this case, pin 18 must not be tied to any other signal or voltage. Additional design example schematics are provided in the Application Notes and Design Manual in this book.*

APPLICATION EXAMPLE – BASIC DEVICE CONTROL

Control Step	Function	Action
1	Power up chip and select Record/Playback mode	1. PD = LOW, 2. P/$\overline{R}$ = As desired
2	Set message address for Record/Playback	Set addresses A0–A9
3A	Begin Playback	P/$\overline{R}$ = HIGH, $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
3B	Begin Record	P/$\overline{R}$ = LOW, $\overline{CE}$ = LOW
4A 4B	End Playback End Record	Automatic PD or $\overline{CE}$ = HIGH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION EXAMPLE – PASSIVE COMPONENT FUNCTIONS

Part	Function	Comments
R1	Microphone power supply decoupling	Reduces power supply noise
R2	Release time constant	Sets release time for AGC
R3, R5	Microphone biasing resistors	Provides biasing for microphone operation
R4	Series limiting resistor	Reduces level to prevent distortion at higher supply voltages.
R6	Series limiting resistor	Reduces level to high supply voltages
C1, C5	Microphone DC–blocking capacitor Low-frequency cutoff	Decouples microphone bias from chip. Provides single-pole low-frequency cutoff and common mode noise rejection.
C2	Attack/Release time constant	Sets attack/release time for AGC
C3	Low-frequency cutoff capacitor	Provides additional pole for low-frequency cutoff
C4	Microphone power supply decoupling	Reduces power supply noise
C6, C7, C8	Power supply capacitors	Filter and bypass of power supply

EXPLANATION

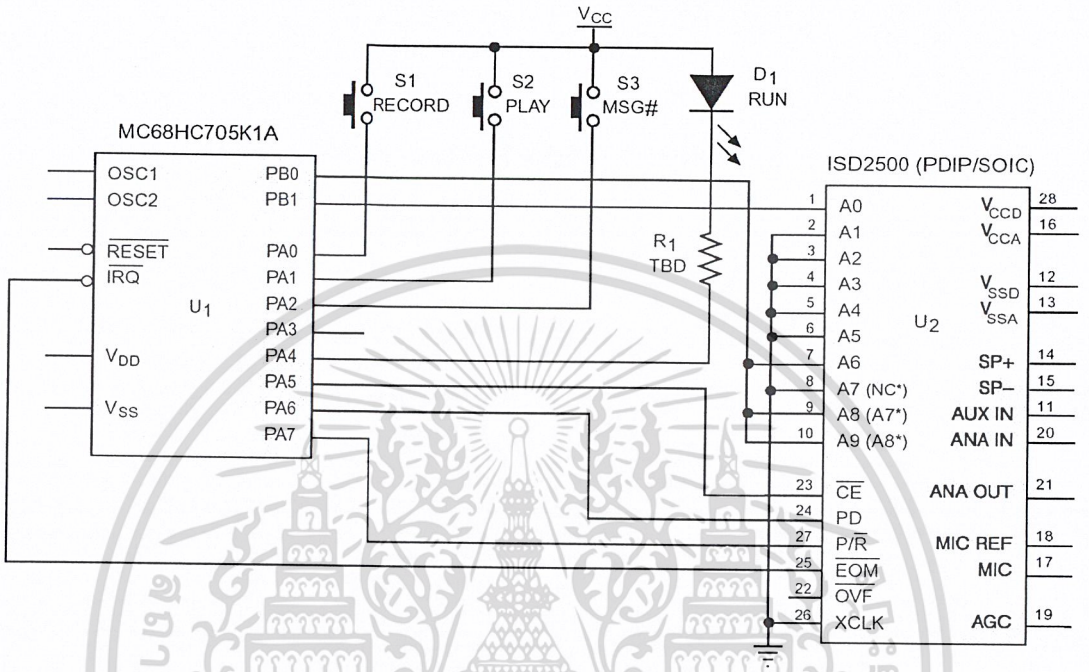
In this simplified block diagram of a microcontroller application, the Push-Button mode and message cueing are used. The microcontroller is a 16-pin version with enough port pins for buttons, an LED, and the ISD2500 Series device. The software can be written to use three buttons: one each for play and record, and one for message selection. Because the microcontroller is interpreting the buttons and commanding the ISD2500 device, software can be written for any functions desired in a particular application.

NOTE

ISD does not recomend connecting address lines directly to a microprocessor bus. Address lines should be externally latched.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

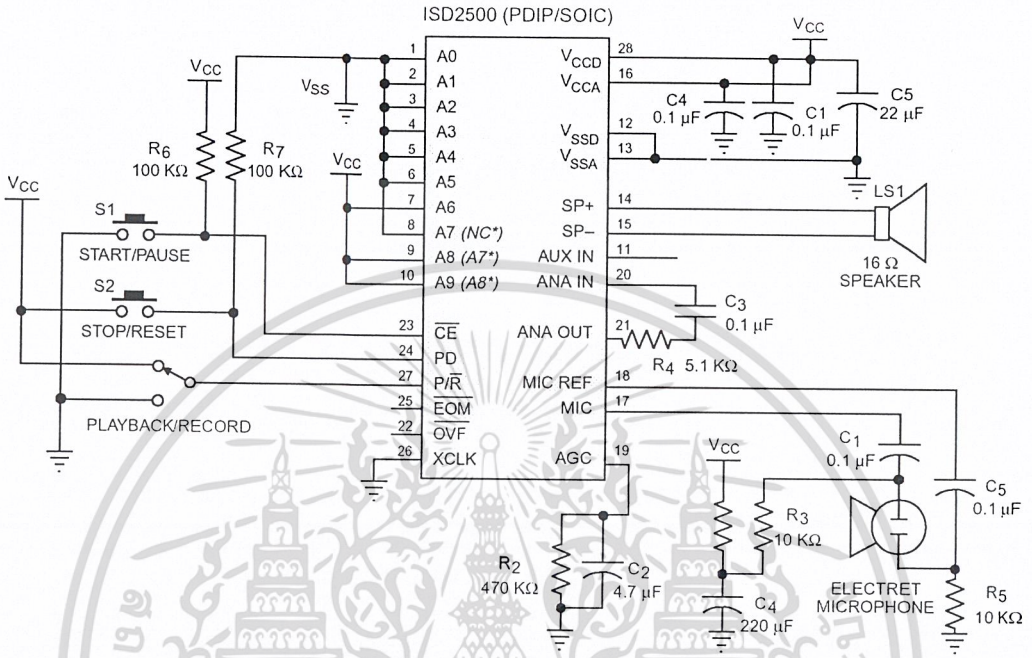
ISD2500 APPLICATION EXAMPLE – MICROCONTROLLER/ISD2500 INTERFACE



NOTES: * *Pin identifications for the ISD2532/40/48/64 devices which differ from those of the ISD2560/75/90/120 devices are indicated.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2500 APPLICATION EXAMPLE – PUSH-BUTTON



NOTES: * *Pin identifications for the ISD2532/40/48/64 devices which differ from those of the ISD2560/75/90/120 devices are indicated.*

** *For more details, please refer to the ISD Application Notes and Design Manual.*

APPLICATION EXAMPLE – PUSH-BUTTON CONTROL

Control Step	Function	Action
1	Select Record/Playback mode	P/$\overline{R}$ = As desired
2A	Begin Playback	P/$\overline{R}$ = HIGH $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
2B	Begin Record	P/$\overline{R}$ = LOW $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
3	Pause Record or Playback	$\overline{CE}$ = Pulsed LOW
4A	End Payback	Automatic at EOM marker or PD = Pulsed HIGH
4B	End Record	PD = Pulsed HIGH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION EXAMPLE – PASSIVE COMPONENT FUNCTIONS

Part	Function	Comments
R2	Release time constant	Sets release time for AGC
R4	Series limiting resistor	Reduces level to prevent distortion at higher supply voltages
R6, R7	Pull-up and pull-down resistors	Defines static state of inputs
C1, C4, C5	Power supply capacitors	Filters and bypass of power supply
C2	Attack/Release time constant	Sets attack/release time for AGC
C3	Low-frequency cutoff capacitor	Provides additional pole for low-frequency cutoff

PUSH-BUTTON PARAMETERS

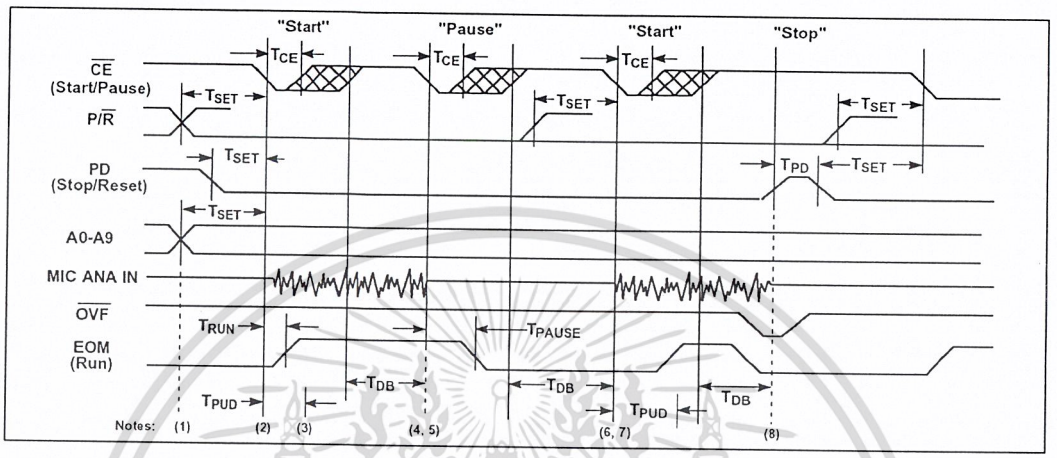
Symbol	Characteristic		Min	Typ (1)	Max	Units	Conditions
T_{CE}	$\overline{CE}$ Pulse Width [Start/Pause]			300		nsec	
T_{SET}	Control/Address Setup Time			300		nsec	
T_{PUD}	Power-Up Delay	— *ISD2532**		25		msec	
		— *ISD2540**		31.25		msec	
		— *ISD2548**		37.25		msec	
		— *ISD2564**		50.0		msec	
		— ISD2560		25		msec	
		— ISD2575		31.25		msec	
		— ISD2590		37.25		msec	
		— ISD25120		50.0		msec	
T_{PD}	PD Pulse Width [Stop/Reset]			300		nsec	
T_{RUN}	$\overline{CE}$ to $\overline{EOM}$ HIGH		25		400	nsec	
T_{PAUSE}	$\overline{CE}$ to $\overline{EOM}$ LOW		50		400	nsec	
T_{DB}	$\overline{CE}$ HIGH Debounce	— *ISD2532**	70		105	msec	
		— *ISD2540**	85		135	msec	
		— *ISD2548**	105		160	msec	
		— *ISD2564**	135		215	msec	
		— ISD2560	70		105	msec	
		— ISD2575	85		135	msec	
		— ISD2590	105		160	msec	
		— ISD25120	135		215	msec	

 * *Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.*

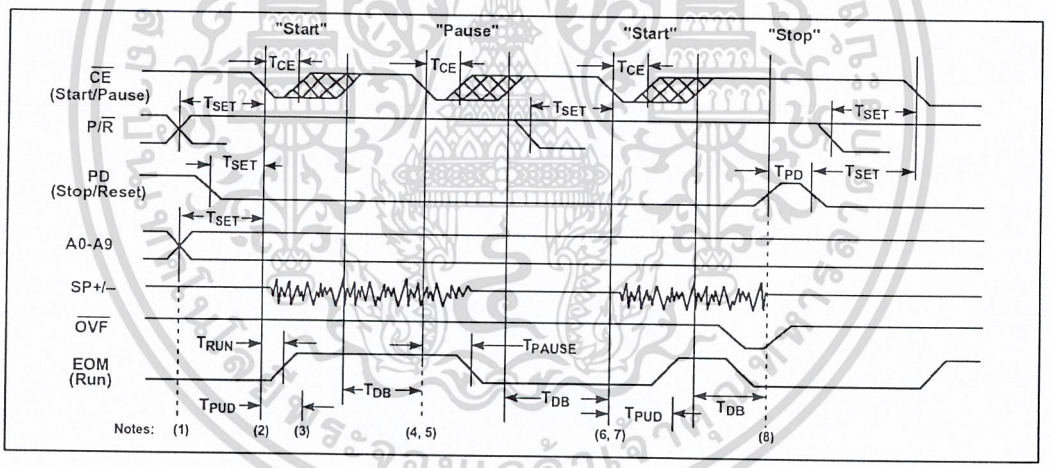
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAMS

Push-Button Mode Record



Push-Button Mode Playback



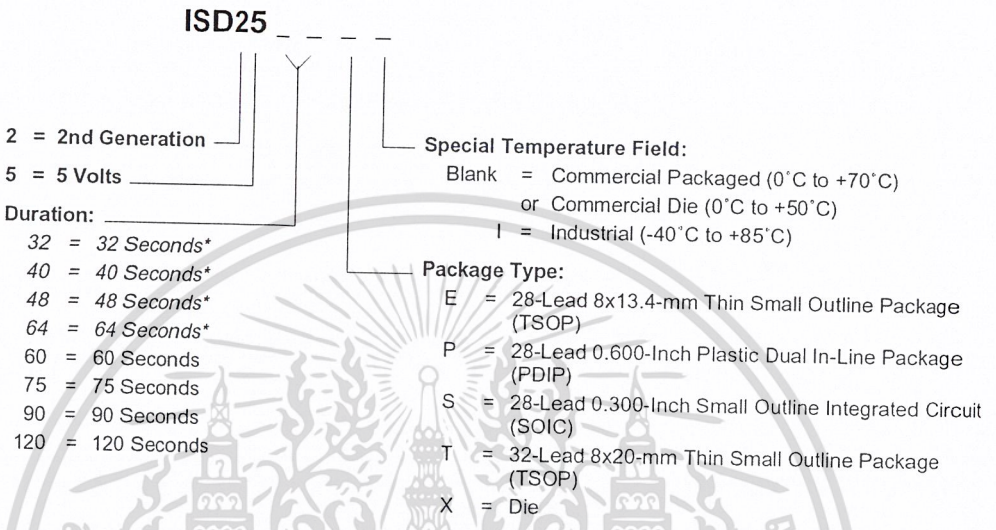
NOTES:

1. *A9, A8, and A6 = 1 for push-button operation.*
2. *The first $\overline{CE}$ LOW pulse performs a Start function.*
3. *The part will begin to play or record after a power-up delay T_{PUD}.*
4. *The part must have $\overline{CE}$ HIGH for a debounce period TDB before it will recognize another falling edge of $\overline{CE}$ and pause.*
5. *The second $\overline{CE}$ LOW pulse, and every even pulse thereafter, performs a Pause function.*
6. *Again, the part must have $\overline{CE}$ HIGH for a debounce period TDB before it will recognize another falling edge of $\overline{CE}$, which would restart an operation. In addition, the part will not do an internal power down until $\overline{CE}$ is HIGH for the TDB time.*
7. *The third $\overline{CE}$ LOW pulse, and every odd pulse thereafter, performs a Resume function.*
8. *At any time, a HIGH level on PD will stop the current function, reset the address counter, and power down the device.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION

Product Number Descriptor Key



When ordering ISD2500 Series devices, please refer to the following valid part numbers.

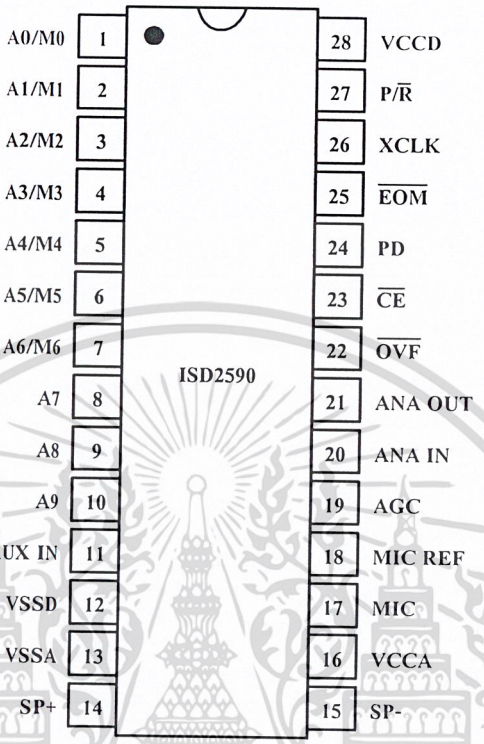
Part Number	Part Number	Part Number	Part Number
ISD2560E	ISD2575E	ISD2590E	ISD25120P
ISD2560EI	ISD2575EI	ISD2590P	ISD25120X
ISD2560P	ISD2575P	ISD2590S	
ISD2560PI	ISD2575PI	ISD2590T	
ISD2560S	ISD2575S	ISD2590X	
ISD2560SI	ISD2575SI		
ISD2560T	ISD2575T		
ISD2560TI	ISD2575TI		
ISD2560X	ISD2575X		

For the latest product information, access ISD's worldwide website at http://www.isd.com.

* *Advance information: ISD2532/40/48/64 devices.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อขาใช้งานไอซีบันทึกเสียงเบอร์ ISD 2590



รูปที่ ฉ.1 ไอซีบันทึกเสียงเบอร์ ISD2590

การต่อขาใช้งานของไอซีบันทึกเสียงเบอร์ ISD2590

1. ขา A0-A9 เป็นขาแอดเดรสจำนวน 10 บิต

2. ขา P/$\overline{R}$ เป็นขาที่ใช้สำหรับเลือกว่าจะทำการบันทึกข้อความหรืออ่านข้อความ ถ้าขา P/$\overline{R}$ เป็นลอจิก “1” จะเป็นการอ่านข้อความ และถ้าเป็นลอจิก “0” จะเป็นการบันทึกข้อความ

3. ขา $\overline{CE}$ เป็นขาเริ่มต้นการทำงานขณะบันทึกข้อความหรืออ่านข้อความ จะสั่งงานด้วยลอจิก “0”

4. ขา PD เป็นขาสำหรับรีเซตการทำงานทั้งหมด จะทำงานด้วยลอจิก “0”

5. ขา MIC เป็นขาอินพุตของวงจรปรีไมค์ ไว้สำหรับต่อกับไมค์เพื่อใช้งานในการบันทึกเสียง

6. ขา MIC REF เป็นขาที่ต้องต่อตัวเก็บประจุอนุกรมลงกราวด์ให้กับวงจรปรีไมค์ เพื่อช่วยกำจัดสัญญาณรบกวนที่ MIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ขา ANA IN เป็นขาอินพุตของวงจรปรีแอมป์ ที่จะนำสัญญาณเสียงเข้าไปบันทึกในหน่วยความจำ

8. ขา ANA OUT เป็นขาเอาต์พุตของวงจรปรีแอมป์ ที่ต้องต่อตัวเก็บประจุไปยังวงจรที่ขา ANA IN

9. ขา AGC เป็นขาที่ทำหน้าที่ควบคุมการขยายของวงจรปรีไมค์ โดยต่อ RC ขนานกันลงกราวด์

10. ขา $\overline{EOM}$ เป็นขาที่ต่อหลอดไฟแอลอีดีเพื่อแสดงการทำงานว่ากำลังบันทึกข้อความหรืออ่านข้อความอยู่

การใช้งานโหมดที่ 2 จากรูปที่ 3.6 เป็นการต่อไอซี ISD2590 แบบโหมดที่ 2 หรือแบบบันทึกเสียง/เล่นเสียงหลายๆ ข้อความ ลักษณะการต่อขาใช้งานก็คล้ายๆ กันแบบโหมดที่ 1 แต่จะมีข้อแตกต่างอยู่ที่การต่อขาแอดเดรส A0-A9 นั่นเอง ซึ่งนอกจากขา A0-A9 จะเป็นขาแอดเดรสแล้วยังทำหน้าที่เป็นโหมดฟังก์ชันที่ 2 คือการทำให้ความสามารถบันทึกเสียงและเล่นเสียงหลายๆ ข้อความหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการแบ่งพาทิชั่นก็ได้ในโหมดที่ 2 จะเห็นว่าขาแอดเดรส A6, A8 และ A9 ต่ออยู่กับไฟบวก 5 โวลต์และขา A0 จะเป็นขาอินพุตสำหรับทำหน้าที่ควบคุมการเลื่อนข้อความไปข้างหน้าทีละช่อง

การใช้งานก็จะมีอยู่ 3 แบบด้วยกันดังนี้

1. การเขียนข้อความเรียงลำดับคือการบันทึกข้อความเรียงทีละข้อความตั้งแต่ข้อความที่ 1 จนถึงข้อความสุดท้ายวิธีการเขียนข้อความให้ทำตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1.1 ป้อนสัญญาณพัลส์บวกเข้าที่ขา PD เพื่อรีเซตการทำงาน

1.2 ป้อนไฟลบ (ลอจิก “0”) ให้ขา $P/\overline{R}$ เพื่อเข้าสู่การบันทึกข้อความ

1.3 ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ เพื่อเป็นสัญญาณเริ่มต้นบันทึกข้อความที่ 1 พูดข้อความที่ 1 ลงไปจนจบ

1.4 ป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา $\overline{CE}$ เพื่อเป็นสัญญาณสิ้นสุดการบันทึกข้อความที่ 1

1.5 ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ เพื่อเป็นสัญญาณเริ่มต้นการบันทึกข้อความที่ 2 พูดข้อความที่ 2 จนจบ

1.6 ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา ST เพื่อเป็นสัญญาณสิ้นสุดการบันทึกข้อความที่ 2

เมื่อต้องการบันทึกสัญญาณที่ 3, 4, 5... ก็ให้ทำซ้ำแบบเดิมไปเรื่อยๆ แต่อย่าลืมว่าข้อความทั้งหมดที่บันทึกไปนั้นจะต้องยาวไม่เกินเวลาที่เบอร์ไอซีจำกัดเอาไว้คือ 90 วินาทีเพราะถ้าบันทึกข้อความยาวเกินก็จะทำให้ข้อความแรกที่บันทึกเอาไว้โดนข้อความใหม่บันทึกทับลงไปนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การอ่านข้อความเรียงลำดับ คือการเล่นข้อความเรียงลำดับตั้งแต่ข้อความที่ 1 จนถึงข้อความสุดท้าย วิธีการอ่านข้อความให้ทำตามลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 ป้อนสัญญาณพัลส์บวกเข้าที่ขา PD เพื่อให้รีเซตการทำงาน

2.2 ป้อนไปบวก (ลอจิก "1") ให้ขา $P/\overline{R}$ เพื่อเข้าสู่การอ่านข้อความ

2.3 ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ ข้อความที่ 1 ก็จะถูกเล่นออกมาจนจบ

2.4 ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ ข้อความที่ 2 ก็จะถูกเล่นออกมาจนจบ

เมื่อต้องการเล่นข้อความที่ 3, 4, 5... ก็ให้ทำซ้ำแบบเดิมไปเรื่อยๆ จนหมดทุกข้อความ ถ้าขณะที่ข้อความนั้นกำลังเล่นอยู่ยังไม่จบ ถ้ามีการป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ ข้อความที่กำลังเล่นอยู่ก็จะหยุดทันที เหมือนเป็นการหยุดการเล่นและเมื่อป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ อีกครั้งข้อความนั้นก็จะถูกเล่นต่อจากเดิมไปจนจบ

3. การอ่านข้อความแบบไม่เรียงลำดับ คือการเล่นข้อความแบบข้ามช่องไปมาหรือจะเล่นช่องไหนก่อนก็ได้ โดยไม่ต้องเรียงตามลำดับช่องที่บันทึก วิธีการอ่านข้อความแบบไม่เรียงลำดับให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ป้อนสัญญาณพัลส์บวกที่ขา PD เพื่อให้รีเซตการทำงาน

3.2 ป้อนไฟบวก (ลอจิก "1") ที่ขา $P/\overline{R}$ เพื่อเข้าสู่การอ่านข้อความ

3.3 ป้อนไปบวก (ลอจิก "1") ที่ขา A_0 เพื่อเข้าสู่การเลื่อนข้อความ

3.4 ป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา $\overline{CE}$ จำนวน 1 ครั้งเพื่อสั่งเลื่อนข้อความไป 1 ช่อง

3.5 ป้อนไฟลบ (ลอจิก "0") ที่ขา A_0 เพื่อเสร็จสิ้นการเลื่อนข้อความ

3.6 ป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา $\overline{CE}$ ข้อความที่ 2 ก็จะถูกเล่นออกมาจนจบ

จากที่กล่าวมาเป็นการอ่านข้อความที่ 2 ก่อนถ้าต้องการกระโดดไปอ่านข้อความที่ 5 ถัดไปจะต้องทำดังนี้

3.7 ป้อนไฟบวก (ลอจิก "1") ที่ขา A_0 เพื่อเข้าสู่การเลื่อนข้อความ

3.8 ป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ จำนวน 2 ครั้งเพื่อสั่งเลื่อนข้อความไป 2 ช่อง

3.9 ป้อนไฟลบ (ลอจิก "0") ที่ขา SHIFT เพื่อเสร็จสิ้นการเลื่อนความ

3.10 ป้อนสัญญาณพัลส์ลบเข้าที่ขา $\overline{CE}$ ข้อความที่ 5 ก็จะถูกเล่นออกมาจนจบ

หลักการอ่านข้อความไม่เรียงลำดับนี้วิธีการเลื่อนข้อความ จะขึ้นอยู่กับการป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ หลังจากที่ขา SHIFT ได้รับลอจิก 1 แล้วสมมติต้องการอ่านข้อความที่ 4 ก่อนก็จะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ จำนวน 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 จะเลื่อนไปหาข้อความที่ 2 ครั้งที่ 2 จะเลื่อนไปหาข้อความที่ 3 และครั้งที่ 3 จะเลื่อนไปหาข้อความที่ 4 นั่นเอง ถ้าต้องการเลื่อนไปยังข้อความที่ 8 หลังจากข้อความที่ 4 แล้วก็จะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ลบที่ขา $\overline{CE}$ อีก 3 ครั้งหาก

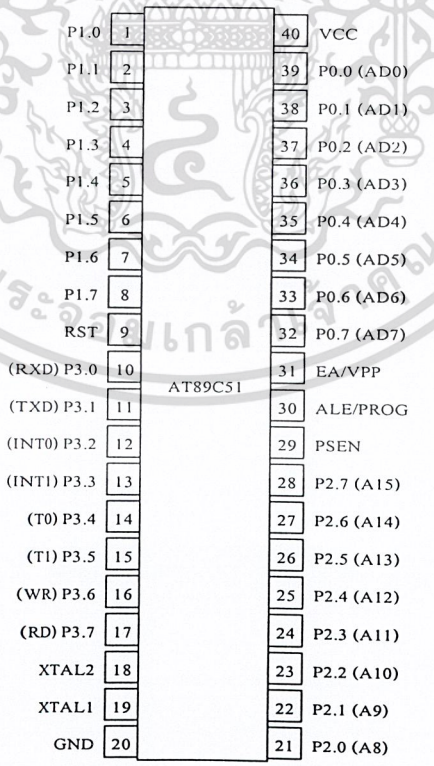
เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการกลับไปยังข้อความที่ 6 หลังจากอานข้อความที่ 8 ก็จะต้องเริ่มต้นรีเซตใหม่ แล้วเลื่อนไปยังข้อความที่ 6 เนื่องจากการเลื่อนข้อความไม่สามารถเลื่อนถอยหลังได้

กระบวนการบันทึกข้อมูลเสียงจะเกิดขึ้นเมื่อขา $\overline{CE}$ เป็นลอจิก "0" เพื่อให้ไอซีทำงานได้ ขา P/$\overline{R}$ จะเป็นลอจิก "1" เพื่อเข้าสู่โหมดการบันทึกและขา $\overline{EOM}$ จะเป็นลอจิก "1" เพื่อแสดงว่าตอนนี้ข้อมูลกำลังถูกบันทึก เมื่อทุกอย่างเรียบร้อยแล้วขาแอนะลอกอินพุตจะรับสัญญาณแอนะลอกจากภายนอกเข้ามาขยายด้วยวงจรที่มีอยู่ภายในไอซี นอกจากนี้ยังมีปรีแอมป์ไว้ให้ขยายสัญญาณที่มีแอมปลิจูดต่ำๆ เช่น สัญญาณจากไมโครโฟนโดยแยกออกมาเป็นอินพุตอีกขาหนึ่งต่างหาก และมีเอาต์พุตออกมายังภายนอกเพื่อที่จะต่อกลับเข้าไปที่ขาแอนะลอกอินพุต เพื่อขยายด้วยวงจรขยาย (Amplifiers) อีกครั้งทำให้นอกจากสะดวกในการที่ไม่ต้องจัดหาวงจรขยายเองแล้วยังสามารถที่จะเลือกใช้ขาอินพุตได้ตามแรงของสัญญาณแอนะลอก

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ที่ใช้คือ AT89C51 ซึ่งมีรูปร่างลักษณะของตัวไอซีดังรูปที่ 3.2



รูปที่ ฉ.2 ลักษณะรูปร่างของไอซีเบอร์ AT89C51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานแต่ละขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

1. ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 0 มีขนาด 8 บิต พอร์ตนี้สามารถใช้เป็นอินพุตและเอาต์พุตทั่วไป โดยหากใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตต้องโหลดค่า "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ (มีสถานะเป็น High Impedance) นอกจากใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุตแล้วพอร์ตเบอร์ 0 นี้ยังใช้เป็นพอร์ตติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลโปรแกรมและข้อมูลภายนอกชิปอีกด้วยโดยส่งค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7) และการมัลติเพล็กซ์กับข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอกระหว่างการเขียนและการอ่านข้อมูล

2. ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) ใช้เป็นขารับพอร์ต 1 ขนาด 8 บิตสามารถใช้เป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องโหลดค่า "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตแต่ในวงจรจะใช้เป็นเอาต์พุตจะใช้ขา P1.4 จะใช้เป็นขาสำหรับการเลื่อนหลักของตัวเลข ส่วนพอร์ตที่เหลือจะใช้เป็นเอาต์พุตเพื่อขับแอลอีดี 7 ส่วนโดยแอลอีดี 7 ส่วนจะทำงานที่คอมมอนแอโนด

3. ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 2 ขนาด 8 บิต สามารถใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปได้โดยหากใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ต นอกจากใช้เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแล้วพอร์ตเบอร์ 2 นี้ยังใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม และข้อมูลภายนอกชิปอีกด้วย โดยการส่งแอดเดรสไบต์สูง (A8-A15)

4. ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 3 สามารถใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตทั่วไปได้หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ อย่างในวงจรจะใช้งานขาพอร์ต P3.0, P3.2 และ P3.7 ใช้เป็นขาสำหรับขับกระแสให้กับแอลอีดี 7 ส่วน ขาพอร์ต P3.1 ใช้เป็นขาสำหรับเคลียร์ตัวเลขบนแอลอีดี 7 ส่วนให้เป็น "000" ขาพอร์ต P3.3, P3.4 และ P3.5 ใช้เป็นขาควบคุมการทำงานของวงจรบันทึกเสียง

5. ขา V_{CC} สำหรับต่อแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงขนาด 5 โวลต์

6. ขา V_{SS} สำหรับต่อลงกราวด์

7. ขา XTAL1 ต่อคริสตอลจากภายนอกเป็นสัญญาณอินพุตให้วงจรออสซิลเลเตอร์

8. ขา XTAL2 ต่อคริสตอลจากภายนอกเป็นสัญญาณเอาต์พุตออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์

9. ขา $\overline{EA}/V_{PP}$ ใช้เลือกให้ MCS-51 ทำงานจากโปรแกรมภายในหรือนอกชิป โดยหากขานี้เป็นลอจิก "0" หมายถึงให้ใช้โปรแกรมภายนอก และหากเป็นลอจิก "1" หมายถึงบังคับให้ MCS-51 ใช้โปรแกรมภายในชิป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ขา RST ใช้รีเซตวงจรเพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ เมื่อต้องการรีเซตชิป MCS-51 ต้องป้อนลอจิก "1" อย่างน้อย 2 คาบเวลาของซีพียู ระหว่างที่แหล่งกำเนิดความถี่ยังทำงานอยู่โดยต้องต่อตัวต้านทาน 10 กิโลโอห์มเพื่อทำหน้าที่พูลดาวน์

11. ขา ALE/$\overline{\text{PROG}}$ เป็นขาสำหรับใช้ส่งสัญญาณออกไปภายนอกเพื่อควบคุมการแลตซ์ (Latch) ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำจากพอร์ต 0 ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลภายนอก นอกจากนี้ขา ALE ยังใช้สำหรับควบคุมการเขียนโปรแกรมลงในอีพรอมอีกด้วย

12.ขา $\overline{\text{PSEN}}$ ใช้ส่งสัญญาณสโตรปเพื่ออ่านคำสั่งจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายในชิปเมื่อใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในชิปจะไม่มีสัญญาณออกมาจากขา $\overline{\text{PSEN}}$

การใช้งานหน่วยความจำข้อมูลภายนอกเป็นวิธีการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง ในกรณีที่มีความต้องการหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราว หรือตัวแปรโปรแกรมมากเกินกว่าขนาดของหน่วยความจำข้อมูลภายในซึ่งมีขนาดเพียง 128 หรือ 256 ไบต์เท่านั้น บางครั้งการใช้หน่วยความจำข้อมูลภายนอกยังเหมาะกับงานประยุกต์บางอย่าง ที่จำเป็นต้องมีการเก็บสำรองข้อมูลบางอย่างไว้ไม่ให้สูญหายแม้ว่าจะไม่มีการจ่ายไฟให้กับระบบ ระบบยังสามารถทำงานได้โดยการใช้ไอซีหน่วยความจำแรม (RAM) พร้อมแบตเตอรี่สำรองเป็นตัวเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายธีรพล คะเนสม
วัน เดือน ปีเกิด	9 สิงหาคม พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	163/3 หมู่ที่ 4 ตำบลท่าไร่ อำเภอเมือง
	จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000 โทรศัพท์ 0-6753-6781
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดนารีประดิษฐ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนโยธินบำรุง จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ สงขลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ทำสิ่งใดก็ได้ แต่ขออย่าให้เดือดร้อนผู้อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายพฤกษ์ อินนุกูล
วัน เดือน ปีเกิด	11 กันยายน พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	29 หมู่ที่ 7 ตำบลนาหม่อม อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา 90310 โทรศัพท์ 0-7438-2114

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดทุ่งม้อโฆสิตาราม จังหวัดสงขลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนธรรมโฆสิต จังหวัดสงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	คนล่วงทุกข์ได้เพราะความเพียร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	ว่าที่ร้อยตรีโสภณ ทองดำ
วัน เดือน ปีเกิด	10 ธันวาคม พ.ศ. 2522
ภูมิลำเนา	46 หมู่ที่ 9 ตำบลเพชรชมภู กิ่งอำเภอโกสัมพีนคร จังหวัดกำแพงเพชร 62000 โทรศัพท์ 0-9163-1310
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านเกาะรากเสียด จังหวัดกำแพงเพชร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านเกาะรากเสียด จังหวัดกำแพงเพชร
	โรงเรียนวชิรปราการวิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ผลงานที่ได้รับรางวัล	ชนะเลิศการประกวดสร้างเว็บเพจฯ ในการประกวดเว็บเพจ ของวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ปีการศึกษา 2543
ทุนการศึกษา	ทุนนักเรียนดีเด่นแต่ขาดแคลนทุนทรัพย์ ปีการศึกษา 2540
คติพจน์	เปิดกว้างให้กับคนกลับใจ มาร่วมสร้างสรรค์สังคมไทยให้ยั่งยืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้