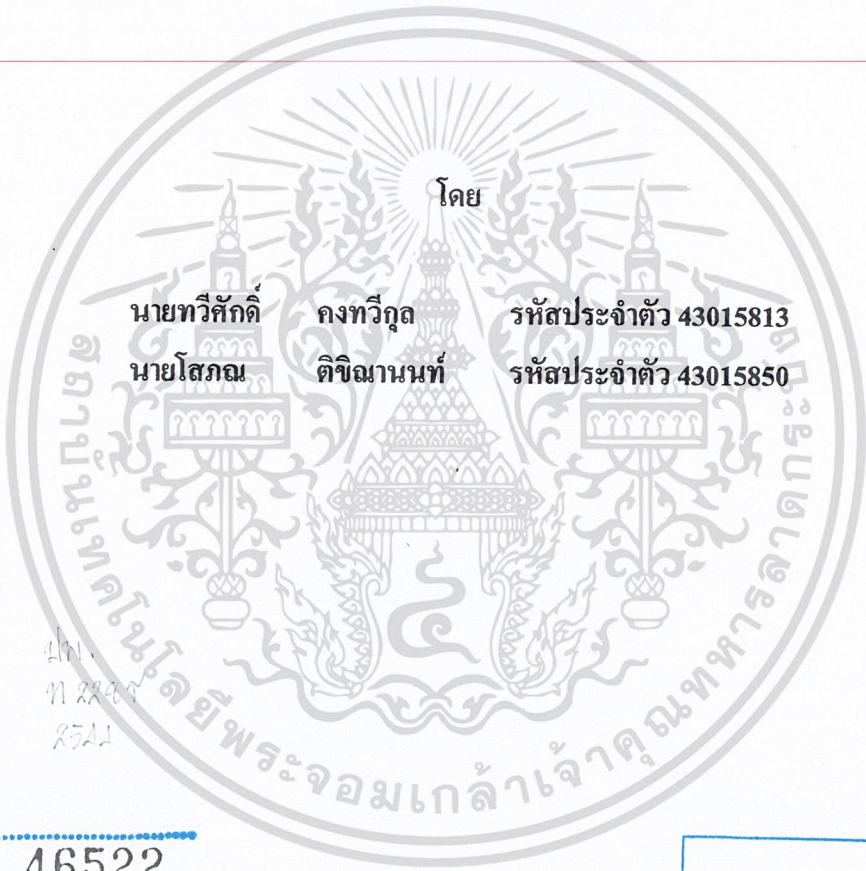


ระบบรักษาความปลอดภัย
EMERGENCY ALARM SYSTEM



ณ
พ. ๒๒๖๖
๘๕๕๕

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46522
วัน, เดือน, ปี ๔ เม.ย. 2546

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๖ เม.ย. ๒๕๔๖

EMERGENCY ALARM SYSTEM

By

MR . TAWEESAK KONGTAWEEKUNG No. 43015813

MR . SOPHON TIKINANON No. 43015850

Project Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Bachelor's Degree

Department of Information Engineering

Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrablang

2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสนอปริญญาานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ระบบรักษาความปลอดภัย

EMERGENCY ALARM SYSTEM

นักศึกษา

นายทวีศักดิ์ กงทวิภูด รหัสประจำตัว 43015813

นายโสภณ ติจิณานนท์ รหัสประจำตัว 43015850

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ไพศาล ลิทธิโยภาสกุล

ระดับการศึกษา

ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

ภาควิชา

วิศวกรรมสารสนเทศ

ปีการศึกษา

2544

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....
อาจารย์ไพศาล ลิทธิโยภาสกุล

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบรักษาความปลอดภัย
	EMERGENCY ALARM SYSTEM
นักศึกษา	นายทวีศักดิ์ คงทวีกุล รหัสประจำตัว 43015813 นายโสภณ ดิจิณานนท์ รหัสประจำตัว 43015850
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ไพศาล สิทธิโยภาสกุล
ระดับการศึกษา	ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	วิศวกรรมสารสนเทศ 2544

บทคัดย่อ

โครงการระบบรักษาความปลอดภัย เกิดจากแนวความคิดที่ต้องการรักษาความปลอดภัยที่อาจจะขึ้นทั้งที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจ ในขณะที่เจ้าของที่พักอาศัยไม่อยู่ โดยตัวเครื่องจะทำการติดต่อขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานภายนอก

ใน ส่วนแรก เป็น ส่วนของเครื่องส่งที่รับสัญญาณความผิดปกติที่เกิดจาก เซนเซอร์ โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลและส่งความผิดพลาดที่ตรวจพบนั้น ไปยังเครื่องรับผ่านทางคู่สายโทรศัพท์หลังจากที่ได้ทำการติดต่อ ตามที่เราได้ทำการ โปรแกรมไว้

ในส่วนที่สอง เครื่องรับจะทำการรับข้อมูลหลังจากมีการติดต่อและส่งข้อมูลมาจากเครื่องส่ง โดยที่เครื่องรับจะทำการเชื่อมต่อกับ คอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและสถานที่ที่เกิดความผิดปกติขึ้นนั้นบนหน้าจอ คอมพิวเตอร์ โดยในส่วนนี้ จะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์และ คอมพิวเตอร์

THESIS TITLE	EMERGENCY ALARM SYSTEM		
STUDENT	MR . TAWEESEK	KONGTAWEEKUNG	No. 43015813
	MR . SOPHON	TIKINANON	No. 43015850
ADVISER	MR . PAISAN	SITIYOPASAKUL	
COURSE	Bachelor of Industrial Technology in Communication		
DEPARTMENT	Information Engineering		
YEAR	2001		

ABSTRACT

The project emergency alarm system was taken by idea to safe an accident with happen by intend or not while the resident owner was leave . An emergency alarm system will alarm signal to external security section for help.

The first part is transceiver that will receive signal when sensor found mistake by Microcontroller (MCS-51) its compile and inform mistake to receiver by telephone wire after connected according to program installed.

The second part is receiver it get information after contact and transmit from transmitter while the receiver connect with computer for display mistake and area place an monitor in this part it a co-operated of MCS-51 and computer

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่สนับสนุนด้านการเงิน เป็นกำลังใจและสอบถามเกี่ยวโครงการนี้ อยู่บ่อย ๆ

ขอบคุณ อาจารย์ไพศาล สิทธิโยภาสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ช่วยเหลือแนะแนวทางในการดำเนินงานตลอดจนช่วยเหลือเรื่องเครื่องมือเครื่องใช้ในการดำเนินงาน

ขอบคุณ พี่เอ และ รุ่นพี่ทุกคนที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ ทำให้โครงการนี้ประสบความสำเร็จ

ขอบคุณ คุณป้อม คุณบอมบ์ คุณแวกซ์ คุณอ้อม คุณโย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ รวมทั้งให้ใช้อุปกรณ์ในการพิมพ์เอกสาร

ขอบคุณทุกท่านล่วงหน้า ที่ให้อภัยในความผิดพลาดบางอย่างที่อาจเกิดขึ้นจากข้อมูลและการจัดพิมพ์ ปริญญาณิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้ร่วมงานที่ให้ความร่วมมือ อดทนทำปริญญาณิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วง แม้จะพบกับปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ

ผู้จัดทำ

นายทวิศักดิ์ กงทวิกุล

นายโสภณ ติจิณานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

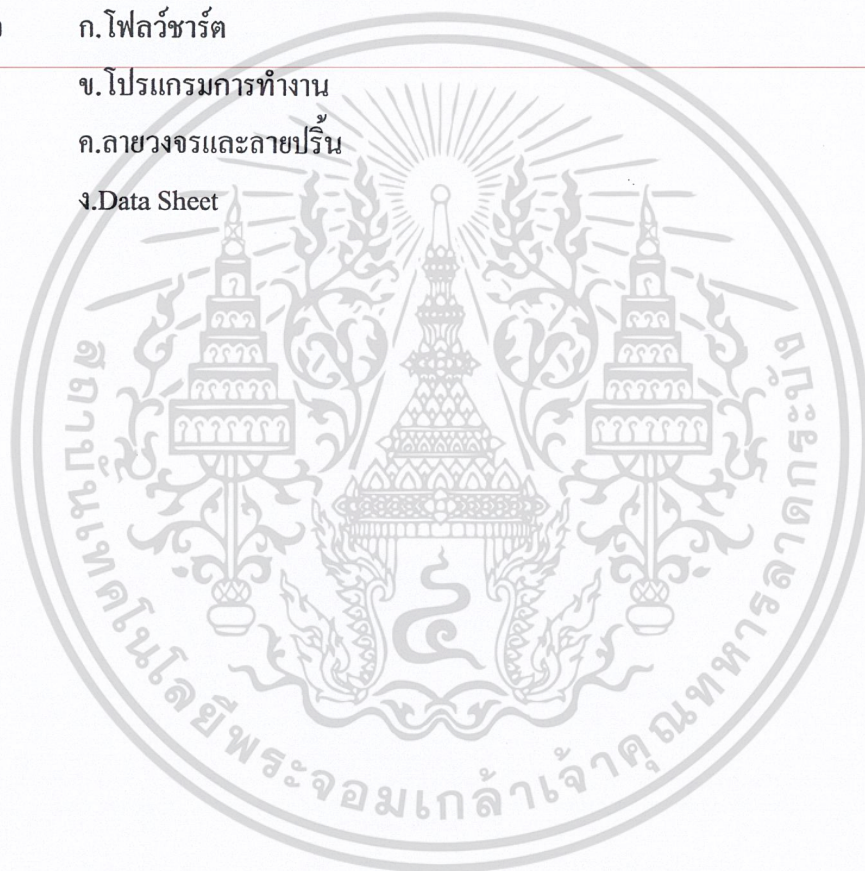
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1.	
บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ	2
บทที่ 2.	
ทฤษฎี	3
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์(CPU MCS-51)	3
2.2 การเขียนโปรแกรม ภาษาแอสเซมบลี(Assembly)	10
2.3 ระบบติดต่อกับโทรศัพท์	11
2.4 DTMF DECODER MT8870	14
2.5 การสื่อสารข้อมูล	20
2.6 มาตรฐาน RS-232-C	29
บทที่ 3.	
หลักการออกแบบ	36
3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์	36
3.2 การออกแบบซอฟต์แวร์	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4.	ผลการทดลอง	หน้า 48
บทที่ 5.	สรุปผลและวิจารณ์	53

บรรณานุกรม

- ภาคผนวก
- ก. โฟล์ชาร์ต
 - ข. โปรแกรมการทำงาน
 - ค. ลายวงจรและลายปรินต์
 - ง. Data Sheet



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ขาใช้งานของ IC MCS51	6
รูปที่ 2.2 รูปแบบของตัวโปรแกรม	11
รูปที่ 2.3 สัญญาณ Signaling Tone ของชุมสายโทรศัพท์ภายใน PABX	12
รูปที่ 2.4 สัญญาณ Signaling Tone ของชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์	12
รูปที่ 2.5 ขาต่อใช้งานของ IC MT8870	15
รูปที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมภายใน IC MT8870	15
รูปที่ 2.7 ช่วงสัญญาณเป็นแผนภูมิเวลา	17
รูปที่ 2.8 การคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตคิมพีแคนซ์	18
รูปที่ 2.9 การต่อวงจรใช้งาน OSC ใน MT8870	19
รูปที่ 2.10 วงจรการต่อ IC MT8870 ออกใช้งาน	19
รูปที่ 2.11 ความถี่ผสมที่ใช้กับโทรศัพท์แบบกดปุ่ม	20
รูปที่ 2.12 การส่งข้อมูลแบบขนาน	21
รูปที่ 2.13 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม	22
รูปที่ 2.14 การสื่อสารแบบต่าง	23
รูปที่ 2.15 การต่อเนื่องของข้อความที่ถูกส่งแบบซิงโครนัส	24
รูปที่ 2.16 (a) และ (b) รูปแบบการใช้อักขระ SYN นำหน้ากลุ่มตัวอักษร	25
รูปที่ 2.17 การเปรียบเทียบอุปกรณ์รับข้อมูลตรวจหาอักขระในระบบซิงโครนัส	26
รูปที่ 2.18 การตัดแถวของบิตออก กลุ่มละ 8 บิต	26
รูปที่ 2.19 การใช้บัฟเฟอร์ช่วยในการส่งข้อมูล แบบซิงโครนัส	27
รูปที่ 2.20 การเรียงบิตในแต่ละเฟรมของอะซิงโครนัส	28
รูปที่ 2.21 แสดงการใช้ RS-232-C เชื่อมต่อกับอุปกรณ์	29
รูปที่ 2.22 การสื่อสารสองทางพร้อมด้วยวงจรแฮนด์เช็กกิ้งหลัก	31
รูปที่ 2.23 การเชื่อมต่อ RS-232 มาตรฐานเก้าเส้น	32
รูปที่ 2.24 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและสถานะของสัญญาณ	33
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของฮาร์ดแวร์ด้านส่ง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
รูปที่ 3.2 วงจรเซนเซอร์	36
รูปที่ 3.3 วงจรเข้ารหัส DTMF	37
รูปที่ 3.4 วงจรถอดรหัส DTMF	39
รูปที่ 3.5 บล็อกโคอะแกรมของฮาร์ดแวร์ด้านรับ	39
รูปที่ 3.5 วงจรอินเตอร์เฟซไลน์	40
รูปที่ 3.6 วงจรอินเตอร์เฟซระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์	40
รูปที่ 4.1 เปิดโปรแกรมที่ทำการเชื่อมต่อกับภาครับ	49
รูปที่ 4.2 ทำการเชื่อมต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์ กับ ภาครับสัญญาณ	50
รูปที่ 4.3 ทำการค้นหา	51
รูปที่ 4.4 ทำการทดลองอีกครั้ง	52



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 หน้าที่พิเศษของขาต่างๆในพอร์ตเบอร์ 3	7
ตารางที่ 2.2 ค่าความถี่สถานะต่างๆของ โทรส์พท์	12
ตารางที่ 2.3 ค่าความถี่ของแต่ละคีย์ในการเข้ารหัส	16



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

1.1 บทนำ

ปัจจุบันนี้สภาพความเป็นอยู่ของผู้คนโดยเฉพาะ ผู้ที่อาศัยอยู่ในเมืองใหญ่ ๆ เช่น กรุงเทพฯ และเขตปริมณฑลโดยรอบ สภาพภายในครอบครัวต่างช่วยกันหาเงิน ทั้งหัวหน้าครอบครัวและแม่บ้าน โดยการทำงานนอกบ้านทั้งคู่ เพราะสังคมเมืองค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการดำรงชีวิตสูง ดังนั้นเวลาส่วนใหญ่จึงอยู่ภายนอกบ้าน เช่นอยู่ที่ทำงาน อยู่บนรถโดยสารหรือรถส่วนตัวเป็นต้น ทำให้ไม่มีเวลาดูแลบ้าน ขณะเดียวกันเพื่อนบ้านก็อยู่แบบต่างคนต่างอยู่ จึงไม่มีใครคอยให้ความสนใจซึ่งกันและกันจึงเป็นการง่ายต่อการโจรกรรมของพวกมิจฉาชีพ ดังนั้นระบบรักษาความปลอดภัยจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการป้องกันทรัพย์สินของเจ้าของบ้าน เนื่องจากระบบจะทำงานทั้งแบบเดี่ยวและแบบเครือข่าย โดยหลักการนั้นเมื่อมีเหตุผิดปกติเกิดขึ้นในบ้านจะมีตัวตรวจจับทำหน้าที่ส่งสัญญาณเตือนภัยให้ระบบทำงาน เมื่อไม่มีการปิดสัญญาณเตือนจะมีสัญญาณสองส่วนโดยส่วนหนึ่งจะหน่วงเวลาไว้เพื่อส่งเสียง อีกส่วนส่งออกไปให้กับศูนย์รักษาความปลอดภัยทางโทรศัพท์ โดยเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยทราบได้ทันทีที่เกิดจากบ้านใด เช่นเซอร์ตัวไคววงจรส่วนควบคุมที่ติดอยู่ที่ตัวเครื่องสามารถโปรแกรมส่วนต่าง ๆ ได้ เช่น รหัสผ่าน หมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น ในส่วนของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งไว้ที่ ศูนย์รักษาความปลอดภัยตรวจสอบสาเหตุโดย ดูที่หน้าจอของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แล้วจึงตรวจสอบสถานที่ตั้งว่ามีเหตุผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อใช้เป็นโครงการในการทำวิทยานิพนธ์ของการศึกษาในระดับปริญญาตรี
- เพื่อนำความความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้ศึกษามา มาสร้างวงจรใช้งานจริงอันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป
- เพื่อใช้ในการเตือนภัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในบ้าน เช่น มีการโจรกรรม หรือ เกิดอัคคีภัย

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- ใช้ต่อกับเซนเซอร์ ได้ทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นการต่อใช้ร่วมกับระบบอินฟาเรด หรือ สวิตช์ธรรมดาก็ได้
- สามารถรีเซตได้เมื่อเกิดความผิดปกติ (Alarm) แล้วเหตุการณ์ปกติ
- สามารถส่งสัญญาณเตือน เมื่อมีการลักลอบตัดสายนำสัญญาณที่ต่อไปยัง เซนเซอร์ แต่ละตัวได้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

การดำเนินโครงการทำตามขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.4.1 การเตรียมข้อมูล

หาข้อมูล เกี่ยวกับการนำไอซี เบอร์ต่างๆ มาใช้ในการทำฮาร์ดแวร์และ โปรแกรมภาษา ต่างๆ มาใช้เขียนซอฟต์แวร์ ในที่นี้เราใช้วิชวลเบสิก (Visual Basic) และแอสแซมบลี (Assambly)

1.4.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

ในการออกแบบฮาร์ดแวร์เราได้ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นหลักของวงจร ทั้งภาครับ และส่งโดยภาคส่งนั้นมี ไมโครคอนโทรลเลอร์ ต่อร่วมกับ TP 5089 เป็นตัวเข้ารหัสแล้วต่อร่วมกับ TELEPHON LINE INTERFACE ส่วนทางภาครับใช้ TELEPHON LINE INTERFACE MT8870 ทำการถอดรหัส DTMF ให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ต่อร่วมกับ MAX232 เป็นตัวอินเตอร์เฟสกับ PC เมื่อได้รูปแบบของฮาร์ดแวร์แล้วเราใช้โปรแกรม Prote199SE ออกแบบ ลายวงจรและลายปรี้น

1.4.3 การออกแบบซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ ที่ใช้ในโครงการนี้ สำหรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เราใช้ Assambly และตรง ส่วน คอมพิวเตอร์ นั้นเราใช้ วิชวลเบสิก(Visual Basic) เพราะใช้งานง่าย

1.4.4 การทดลอง

โดยการให้ เซนเซอร์ ทำงานส่งข้อมูล DTMF ออกส่วนภาครับจะทำการถอดรหัส DTMF มาแปลง เป็น BCD แล้วทำการส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์

บทที่ 2 ทฤษฎี

2.1 CPU MCS-51

คุณสมบัติของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89xx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ ซีพียู ขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำ แบบแรมในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีพีรอมเพิ่มเติม

- ขาพอร์ทเป็นแบบ สองทิศทาง สามารถใช้งานได้ทั้ง อินพุทและเอาต์พุท
- มีวงจรสื่อสารอนุกรม แบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต อย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับ แหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วย ความจำภายนอกเพิ่มเติม ได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิด สัญญาณนาฬิกาภายในชิป
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89Sxx
- มีวอตช์ดีด็อก ไทเมอร์ในตัว สำหรับในอนุกรม AT89Sxx

โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) ในอนุกรม AT89Sxx จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของ AT89Sxx จะเหมือนกับไมโคร คอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พื้นฐาน หากแต่ต่างกันเฉพาะ หน่วยความจำ โปรแกรมแบบแฟลช ที่เพิ่มเติมเข้ามาหากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรม 87xx หน่วยความจำโปรแกรมภายใน จะเป็นแบบอีพรอม และบางเบอร์สามารถโปรแกรมได้เพียงครั้งเดียว

โครงสร้าง & สถาปัตยกรรม

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช (Flash Memory) ของ Atmel Corporation มีเบอร์ขึ้นต้นด้วย AT89XXXXX การเรียนรู้เพื่อการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีด้วยกันหลายประการดังนี้

1. หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นแบบแฟลช ทำให้สามารถลบและ เขียนใหม่ได้นับพันครั้ง จึงสามารถใช้งานในรูปแบบของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ชิปเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ต้องใช้หน่วย ความจำภายนอกทำให้สามารถใช้งานพอร์ทอินพุทเอาต์พุท ของคอนโทรลเลอร์ ได้อย่างเต็ม ประสิทธิภาพ

2. ต้นทุนและเวลาในการพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงอย่างมาก เนื่องจากไม่ต้องใช้ เครื่องมือพัฒนาจำพวก อีมูเลเตอร์ และเครื่องโปรแกรม อีพรอม

3. บริษัทผู้ผลิตได้ทำการผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ออกมาหลายเบอร์ และมีความ สามารถ แตกต่างกันไป ทำให้มีทางเลือก ในการใช้งานสูง

4. ด้วยการใช้หน่วยความจำภายใน ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้สามารถป้องกัน การคัดลอก ข้อมูล ของหน่วยความจำ โปรแกรมได้ เป็นอย่างดี

5. ในบางเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ผลิตโดย Atmel สามารถทำการ โปรแกรม ข้อมูลใน หน่วย ความจำโปรแกรมข้อมูล ได้โดยที่ไม่ต้องถอดตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ ออกมาทำการ โปรแกรมใหม่ หรือ เรียกว่า การ โปรแกรมในวงจร หรือ ในระบบ (In-system programming) โดยใช้ลักษณะ การติดต่อ แบบ SPI (Serial Peripheral Interface) ทำให้การพัฒนา หรือการซ่อมบำรุง ตลอดจนการปรับปรุง หรืออัปเดตข้อมูล ในหน่วยความจำโปรแกรม ทำได้ อย่างสะดวก ภายใต้ งบประมาณ ที่ไม่สูงมากนัก

6. ชุดคำสั่ง และสถาปัตยกรรมพื้นฐาน เหมือนกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของผู้ผลิต อื่น เช่น อินเทล, ซีมেন্ট หรือ คัลลิส

โครงสร้างการทำงานของพอร์ต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช มีพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ตคือ พอร์ต 0 ถึง พอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทางกล่าวคือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุต สำหรับรับข้อมูลเข้าและเอาต์พุตสำหรับส่งข้อมูลออกทุกพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช มีวงจรแลตซ์และวงจรขับเคลื่อนบัฟเฟอร์อินพุต

การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต

เนื่องจากพอร์ตทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ต้องทำความเข้าใจถึงการกำหนดการทำงาน ให้แก่พอร์ตของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ในการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต ต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูล "1" มาที่แต่ละบิตของพอร์ต ที่ต้องการใช้งานเป็นอินพุต เพื่อหยุดการทำงานของเฟตที่ใช้ในการจับสัญญาณ เอาต์พุต ของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัพภายในโดยตรง ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีลอจิกเป็น "1" สามารถรับสัญญาณลอจิก "0" จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูก ส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ต แล้วรอให้ซีพียูมาอ่านค่าเข้าไป เมื่อเป็นเช่นนี้ อุปกรณ์ภายนอก ที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของ ไมโคร คอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชควรกำหนดให้ทำงาน ในสภาวะลอจิก "0" จะดีและสะดวกที่สุด

การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต

โดยปกติแล้วพอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะ เป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูลออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมากล่าวคือ เมื่อต้องการส่งข้อมูล "0" ออกไปทางเอาต์พุต ก็ให้เขียนข้อมูล "0" ไปยังวงจรแลตช์ ซึ่งก็จะส่งต่อไปจับเฟต ทำให้เฟตทำงาน ที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก "0" ขึ้น ในทางตรง ข้ามหากต้องการส่งข้อมูล "1" ออกไป ก็ให้เขียนข้อมูล "1" ไปยังวงจรแลตช์วงจรจับก็จะหยุดทำงาน ทำให้พอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัพภายในเป็นลอจิก "1" ที่ขาพอร์ตนั้น ซึ่งจะคล้ายกับการ กำหนดให้เป็นขาอินพุตมาก เพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูลโดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่ถ้าเป็นเอาต์พุต จะไม่มีการอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณี ที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต

PDIP

(T2) P1.0	1	46	VCC
(T2 EX) P1.1	2	39	P5.0 (AD0)
P1.2	3	38	P5.1 (AD1)
P1.3	4	37	P5.2 (AD2)
(\overline{SS}) P1.4	5	36	P5.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P5.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P5.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P5.6 (AD6)
RST	9	32	P5.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	E \overline{AVFP}
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.8 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
X $\overline{FAL2}$	18	23	P2.2 (A10)
X $\overline{FAL1}$	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

รูปที่ 2.1 ขาใช้งานของ IC MCS51

การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์มีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน โดยมีรายละเอียดขั้นต้น ดังนี้

- ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V
- ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ
- ขาพอร์ต 0 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นขาอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการจะติดต่อกับ ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนี้ขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรส ไบต์ค่า ของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูลโดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงาน ให้เป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

-ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนด ให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นขาอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการจะติดต่อกับ นอกจากนี้ในอนุกรม AT89xx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาของ อินพุตสำหรับรับค่าของ ไทเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุต ทริกเกอร์ของ ไทเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อกับ SPI เพื่อทำการ โปรแกรมข้อมูลในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้ง อินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นขาอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการจะติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนี้ขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูง ของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

-ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนด ให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นขาอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการจะติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนี้ขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

P3.0	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD
P3.1	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD
P3.2	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 0 INTO
P3.3	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 1 INT1
P3.4	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณ ไทมเมอร์จากภายนอกช่องที่ 0 หรือขา Y0
P3.5	ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 1 หรือขา T1
P3.6	ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก
P3.7	ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ตารางที่ 2.1 หน้าที่พิเศษของขาต่างๆ ในพอร์ตเบอร์ 3

- ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนี้ขาขานี้ยังใช้เป็นขา สำหรับรับพัลส์ ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีอีพรอม

-ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนด จังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณ เพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำ โปรแกรมภายนอกเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ โปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมต ซึนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มี การส่งสัญญาณใดๆ ออกมา

-ขา EA/Vpp (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือก ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น "0" เป็นการเลือกให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น "1" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำในตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับ โปรแกรมหน่วยความจำโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับในไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบแฟลชต้องการแรงดัน สำหรับการโปรแกรม +12V

หน่วยความจำ & รีจิสเตอร์

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีหน่วยความจำโปรแกรมภายในหลักๆ อยู่ 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งก็มีขนาดและการจัดสรรแตกต่างกันไปใน แต่ละเบอร์ ในบทนี้จะกล่าวถึง รายละเอียดของการจัดสรร หน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช การเชื่อมต่อหน่วยความจำภายนอก และข้อมูลเบื้องต้นของ รีจิสเตอร์ฟังก์ชัน พิเศษ ที่ใช้ควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลช

หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)

การจัดหน่วยความจำ โปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบแฟลชในเบอร์ต่างๆ ที่นิยมใช้งาน อันประกอบด้วย เบอร์ AT89C51 และ AT89C52 จะเห็นได้ว่าทั้งสองเบอร์สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยสามารถ เลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในอย่างเดียวหรือรวมกับภายนอก หรือเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกอย่างเดียวก็ได้ โดยภายใน AT89C51 จะมีหน่วยความจำ โปรแกรมภายใน 4 กิโลไบต์ ในขณะที่ AT89C52 จะมีขนาด 8 กิโลไบต์ ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายในและภายนอกรวมกัน หากใช้ AT89C51 ก็จะสามารถ ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 60 กิโลไบต์ และถ้าใช้เบอร์ AT89C52 จะสามารถ ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 56 กิโลไบต์

หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

มีด้วยกัน 2 แบบคือหน่วยความจำข้อมูลภายนอกและภายใน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลชในอนุกรม AT89x สามารถติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยการใช้คำสั่ง MOVX ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช มีลักษณะคล้ายกับการติดต่อกับหน่วยความจำ โปรแกรมภายนอกแตกต่างกันที่มีสัญญาณที่ใช้สำหรับการอ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูล ภายนอก นั่นคือ ขา RD และ WR

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลชในอนุกรม AT89 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบ RAM โดยแต่ละเบอร์นั้นจะมีขนาดแตกต่างกันไป ในเบอร์ AT89C51 มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์ ในขณะที่เบอร์ AT89C52 มีขนาด 256 ไบต์ สำหรับการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลภายใน แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง (Lower), ส่วนบน (upper), และรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Register : SFR) ซึ่ง แต่ละส่วนมีขนาด 128 ไบต์

พอร์ต อนุกรม (Serial port)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ ฟูลดูเพล็กซ์ 1 ชุด (วงจรสื่อสารแบบฟูลดูเพล็กซ์ หมายถึง วงจรสื่อสารที่สามารถทำการรับ และส่งข้อมูลในลักษณะ 2 ทิศ ทางได้ในเวลาเดียวกัน) โดยใช้ขาสัญญาณของพอร์ต 3 คือ ขา P3.0 เป็นขารับข้อมูลเข้าหรือ RxD และขา P3.1 เป็นขาส่งข้อมูลออกหรือ TxD โดยวงจรสื่อสารแบบอนุกรมของ คอนโทรลเลอร์ตระกูล แบบแฟลชเป็นแบบอะซิงโครนัส ปกติแล้วพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะใช้ในการติดต่อสื่อสารกับ พอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ โดยใช้มาตรฐาน RS-232 แต่ในปัจจุบันสามารถติดต่อกันในมาตรฐาน RS-422 หรือ RS-485 ได้แล้ว โดยใช้ไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณการสื่อสารดังกล่าว

การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

การใช้งานวงจรพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มักนิยมใช้ในการติดต่อเพื่อ แลกเปลี่ยนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 เป็นส่วนใหญ่ แต่เนื่อง จากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีระดับตั้งแต่ +3 ถึง +12V ในขณะที่ระดับสัญญาณของคอนโทรลเลอร์ อยู่ในระดับที่ทีแอล ดังนั้นจึงไม่สามารถเชื่อมต่อพอร์ต อนุกรมของ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง จึงต้อง อาศัยการเชื่อมต่อผ่านไอซีพิเศษ ที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณ

ไอซีที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณนี้ต้องแปลงข้อมูลส่งของคอนโทรลเลอร์ จากระดับทีทีแอล ไปเป็นระดับของ RS-232 และทำการแปลงข้อมูลรับจากคอมพิวเตอร์ จากระดับของ RS-232 เป็นระดับทีทีแอล เพื่อให้สามารถถ่ายทอด ไปยังไมโคร คอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้อย่างสมบูรณ์ ไอซีดังกล่าวมีด้วยกันหลายเบอร์จากหลายผู้ผลิต อาทิเช่น MAX232 จาก MAXIM หรือ ICL232 จาก HARRIS เป็นต้น

กระบวนการรีเซ็ต (Reset)

เป็นกระบวนการ ที่ทำให้ซีพียูในไมโครคอนโทรลเลอร์ กลับไปเริ่มต้นทำงานแอดเดรส 0000H ในหน่วยความจำโปรแกรม พร้อมกันนั้น ส่งผลให้เกิดการเคลียร์ค่าของข้อมูลในรีจิสเตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำให้รีจิสเตอร์ทุกตัวกลับไปสู่สถานะเริ่มต้นทำงานใหม่ ดังนั้นจึงอาจพิจารณาการรีเซ็ต เสมือนเป็นการอินเตอร์รัปต์แบบหนึ่งก็ได้ และค่าแอดเดรส อินเตอร์รัปต์เวกเตอร์คือ 0000H ที่แตกต่างกันคือ ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์ ค่าของรีจิสเตอร์ ต่างๆ ก่อนหน้าการอินเตอร์รัปต์ จะยังคงอยู่ไม่เปลี่ยนแปลง จนกว่าจะมีการกระทำคำสั่งในโปรแกรม ย่อยบริการอินเตอร์รัปต์ แต่ในการรีเซ็ตค่าของรีจิสเตอร์ส่วนใหญ่จะกลายเป็น 00H เว้นแต่รีจิสเตอร์ พอร์ตที่จะกลายเป็น FFH

การเกิดรีเซ็ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ เกิดขึ้นได้เพียงกรณีเดียวคือ ที่ขา RST (ขา 9) ได้รับลอจิก "1" อย่างน้อยเป็นเวลา 2 แมกซีนไซเคิล หรือ 24 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณ จะทำงานอยู่ เมื่อเกิดการรีเซ็ตขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสร้าง สัญญาณรีเซ็ตภายในขึ้นเพื่อตอบสนองการรีเซ็ตจากภายนอก

2.2 การเขียนโปรแกรม ภาษาแอสเซมบลี(Assembly)

การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ นั้นใช้ภาษาแอสเซมบลีกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถศึกษาและตรวจสอบการทำงานได้อย่างชัดเจน

โครงสร้างของโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี

ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักคือ

1. ลาเบล (Label)

ใช้ในการอ้างถึงบรรทัดใดบรรทัดหนึ่ง ของโปรแกรมที่ทำการเขียนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รหัสนิมิก (Mnemonic)

เป็นส่วนแสดงคำสั่งของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ต้องการให้กระทำ

3. โอเปอเรนด์ (Operand)

เป็นส่วนที่แสดงถึงตัวกระทำหรือถูกกระทำและข้อมูลที่ใช้ในการกระทำตามคำสั่ง กำหนดโดยรหัสนิมิกก่อนหน้า

4. คอมเมนต์ (Comment)

เป็นส่วนที่ผู้เขียน โปรแกรมเขียนขึ้น เพื่อใช้ในการอธิบายคำสั่งที่กระทำ หรือผลของคำสั่ง ในบรรทัดหรือโปรแกรมย่อยอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เขียน โปรแกรมสามารถ ตรวจสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้น ได้ง่าย รวมถึงเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่นที่จะนำโปรแกรมไปศึกษาด้วย

```
GO_ON:  MOV  SP,#256-32
        MOV  P0,#0FFH
        MOV  P1,#0FFH
        MOV  P2,#0FFH
        MOV  P3,#0FFH
```

รูปที่ 2.2 รูปแบบของตัวโปรแกรม

การแอสเซมเบลอร์

เมื่อทำการเขียน โปรแกรมภาษาแอสเซมบลีเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือ ทำการแปลความหมาย ของ ภาษาแอสเซมบลีนี้เป็นภาษาเครื่องหรือแมชีนโค้ด ซึ่งจะต้องทำผ่านซอฟต์แวร์ โดยใช้ โปรแกรมที่เรียกว่า แอสเซมเบลอร์ (assembler) ในปัจจุบันมีโปรแกรม แอสเซมเบลอร์ให้เลือกใช้หลายตัว ซึ่งสามารถใช้แอสเซมเบลอร์ ไมโครโปรเซสเซอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์

หลังจากการแอสเซมเบลอร์ สิ่งที่เกิดขึ้นตามมาคือ ไฟล์ที่มีชื่อเดียวกับไฟล์แอสเซมบลี (นามสกุล .ASM) แต่มีนามสกุล .LST และ .HEX ในกรณีที่ไม่มีข้อผิดพลาด ซึ่งไฟล์ .HEX จะเป็นไฟล์ที่นำไปใช้เขียนลงในหน่วยความจำโปรแกรม ของไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป

2.3 ระบบติดต่อกับโทรศัพท์

การทำงานของระบบโทรศัพท์ที่มี การตรวจสอบสัญญาณต่างๆ ของระบบโทรศัพท์ร่วมด้วย และโครงการนี้จะพิจารณาเฉพาะชุมสายโทรศัพท์ระบบกดปุ่ม หรือ DTMF เท่านั้นระบบ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ความถี่ของ เสียงแบบต่อเนื่องสองเสียงผสมกันมา และมีความยาวของเสียงเป็นจังหวะแตกต่างกันไป ในการแสดงเป็นสัญญาณ Signaling ต่างๆ

จากการวัดทดสอบสัญญาณ Output ขาที่ 18 ของไอซี TP5089 จะเปลี่ยนจาก ลอจิก “1” เป็นลอจิก “0” เมื่อวงจรตรวจจับสัญญาณ ได้และได้ข้อมูลออกมาในรูปแบบของไทม์มิงไดอะแกรม และตารางความถี่ของสัญญาณต่างๆ

Dialling Tone				425Hz
Ringing Tone	1s	5s	1s	445Hz
Engaged Tone	0.25s	0.25		445Hz

รูปที่ 2.3 สัญญาณของชุมสายโทรศัพท์ภายใน PABX

Dialling Tone				425Hz
Ringing Tone	1s	5s	1s	445Hz
Engaged Tone	0.25s	0.25s		445Hz
Congestion Tone	0.25s	0.25s		445Hz

รูปที่ 2.4 สัญญาณของชุมสายโทรศัพท์ขององค์กร โทรศัพท์

Dialling Tone : ส่งจากชุมสาย เพื่อให้ A – Subscriber หมุนหรือกดหมายเลขของ B – Subscriber

Ringing Tone : B – Subscriber ว่าง

Engaged Tone : บอกสภาพว่า B – Subscriber ไม่ว่าง

Congestion Tone : อุปกรณ์ไม่พอให้บริการ หรือมีการ Block เนื่องจากเสีย

สัญญาณ	ชุมสายภายใน	ชุมสายภายนอก
ว่าง	445Hz	420Hz
ไม่ว่าง	445Hz	670Hz
เรียกปลายทาง	445Hz	450Hz

ตารางที่ 2.2 ค่าความถี่สถานะต่างๆของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสัญญาณต่างๆของโทรศัพท์

ลักษณะของสัญญาณต่างๆภายในระบบมีสัญญาณที่สำคัญดังนี้

1.สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่าเครื่องชุมสายพร้อมแล้ว ที่จะให้ผู้ใช้โทรศัพท์กดหมายเลขโทรศัพท์ ที่ต้องการติดต่อกับ ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ต่อเนื่องกันตลอด

2.สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์ แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่าหลังจากที่กดหมายเลขที่ต้องการติดต่อกับ ให้ทราบว่าไม่สามารถติดต่อกับสายนั้นได้ ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ดังและดับทุกๆ 0.5 วินาที

3.สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์ แจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่า หลังจากที่ได้กดหมายเลขที่ต้องการติดต่อไปแล้วว่า สามารถทำการติดต่อกับสายที่ต้องการได้ ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz ดัง 1 วินาที ดับ 3 วินาที

4.สัญญาณเรียก (Ring Tone) คือสัญญาณที่เครื่องชุมสาย ส่งไปเครื่องโทรศัพท์ทำให้กระดิ่งของโทรศัพท์ดังขึ้นเพื่อแจ้งให้ทราบว่า มีผู้ต้องการติดต่อกับ ลักษณะของสัญญาณนั้นเป็นสัญญาณกระแอสลับความถี่ 25 Hz ที่ขนาดแรงดันประมาณ 80 โวลท์พีคทูพีค ถึง 100 โวลท์พีคทูพีค ดังและดับเป็นช่วงๆ พร้อมกับกับสัญญาณเรียกกลับ ลักษณะและช่วงเวลาของสัญญาณต่างๆ ของโทรศัพท์

ระบบติดต่อด้านผู้เรียก

เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้น เพื่อทำการเรียกไปยังคู่สายปลายทาง จะทำให้แรงดันไฟตรงที่คร่อมคู่สายลดลงจาก 48 โวลท์ เป็นประมาณ 6 - 10 โวลท์ ชุมสายโทรศัพท์จะรู้ว่าเป็นการเริ่มต้นของการเรียก ชุมสายโทรศัพท์จะทำการส่งสัญญาณให้หมุนไปยังผู้เรียก (ถ้าคู่สายไม่ว่างจะทำการส่งสัญญาณบอกว่าคู่สายไม่ว่าง) เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุนก็จะทำการกดหมายเลขของผู้รับปลายทางเป็นสัญญาณ DTMF วงจรคู่สายของเครื่องชุมสายจะทำการแปลรหัส และชุมสายจะตัดสัญญาณให้หมุนทันทีที่รับสัญญาณ DTMF ที่กดจากหมายเลขตัวแรก เครื่องชุมสายรับหมายเลขของผู้รับทำการแปลตัวเลขระบุจากรหัสชุมสาย ที่กดหมายเลขมาเมื่อรู้ตำแหน่งของผู้รับแล้วเครื่องชุมสายจะจองช่องทางผ่านระหว่างผู้เรียกและผู้รับ แล้วส่งสัญญาณเรียกกลับไปยัง ผู้เรียกขณะนั้น วงจรคู่สาย จะทำการส่งสัญญาณ ไปด้านผู้รับ เมื่อผู้รับทำการรับที่ปลายทางแล้วสัญญาณตอบรับ จะถูกส่งไปชุมสายตัดสัญญาณเรียกด้านผู้รับ และยกเลิกสัญญาณเรียกกลับด้านผู้เรียก และทำให้ทางผ่านระหว่าง RBT (Ringback Tone) และผู้เรียกว่าง ขณะเดียวกันก็จะสร้างทางผ่านด้านผู้รับ การสนทนาจึงจะเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเรียกด้านผู้รับ

เมื่อผู้รับถูกเรียกจากผู้เรียก เครื่องชุมสายจะส่งสัญญาณกริ่งเรียกขนาด แรงดัน 100 โวลต์ พิคทูพิค ไปยังผู้รับและเมื่อผู้รับทำการตอบรับการเรียกจะทำให้ แรงดันไฟตรงเปลี่ยนจาก 48 โวลต์ เป็น 6 - 10 โวลต์ ทำให้วงจรคู่สายตัดสัญญาณเรียกระหว่างผู้เรียกกับผู้รับ การสนทนาจึงจะเริ่มขึ้น

2.4 DTMF DECODER MT8870

โทรศัพท์ชนิดกดปุ่มแบบ DTMF โดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วยปุ่มกด 12 ปุ่ม การทำงานเป็นแบบ Dual Multi Frequency ปุ่มกดจะแบ่งเป็นแนวโร (Row) 4 แถว และแนวคอลัมน์ (Column) 4 แถว ประกอบเป็นรูปเมตริกซ์ (Matrix) ในแต่ละแนวโรและแนวคอลัมน์ จะมีความถี่ประจำตำแหน่งอยู่

การทำงานเมื่อกดปุ่มหมายเลขใดหมายเลขหนึ่ง ประกอบไปด้วยเสียง 2 ความถี่ด้วยกันคือ ความถี่สูงและความถี่ต่ำ ซึ่งแต่ละหมายเลขจะให้ความถี่คู่ต่างกัน จากปุ่มกดจะพบว่าหมายเลข 1,4,7 และ * อยู่ในแนวคอลัมน์ ที่ 1 โดยหมายเลข 1,2,3 อยู่ในแนวโรที่ 1 ตัวเลขแต่ละตัวเป็นการพบกันของความถี่แนวโร (ความถี่ต่ำ) กับความถี่แนวคอลัมน์ (ความถี่สูง) ยกตัวอย่างเช่น เมื่อกดปุ่ม “9” จะอยู่ในแนวคอลัมน์ ของ 1447 Hz และแนวโร 852 Hz ดังนั้นหากกดปุ่มเลข “9” จะผลิตสัญญาณเอาต์พุต 2 ความถี่ออกมา ซึ่งเรียกว่า DTMF

ดังนั้นในการสร้างวงจรถอดรหัส DTMF ก็คือการสร้างวงจรเพื่อถอดรหัสค่าความถี่เหล่านี้ นั่นเองในปัจจุบันได้มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะคือ IC เบอร์ MT8870 ของบริษัท MITEL ซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF มาแปลงให้เป็นค่าตัวเลขฐานสองขนาด 4 บิต ดังนั้นในโครงการนี้จึงได้เลือกใช้ IC เบอร์นี้มาทำเป็นวงจรถอดรหัส DTMF

MT8870 DTMF DECODER

IC เบอร์ MT8870 นี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF ซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก 2 ความถี่ได้ แม้ว่าสัญญาณที่ได้รับจากการกดปุ่มของโทรศัพท์แบบทัช โทน จะมีลักษณะไม่เป็นคลื่นซายน์ที่แท้จริงดังรูปที่ IC เบอร์นี้ก็ยังสามารถยอมรับและถอดรหัสออกมาได้

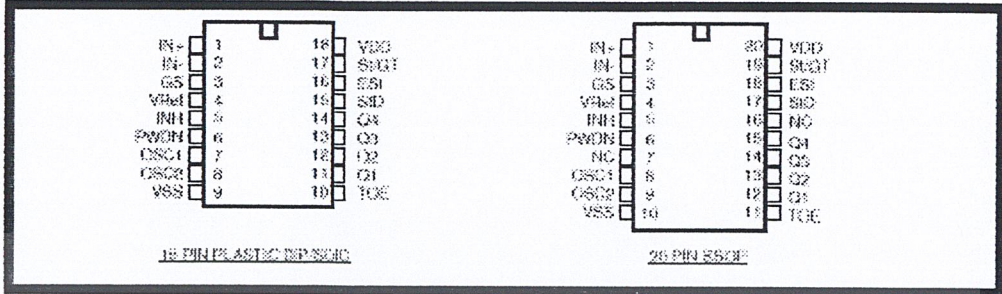
คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ DTMF
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ตั้งอัตราขยายภายใน IC ได้

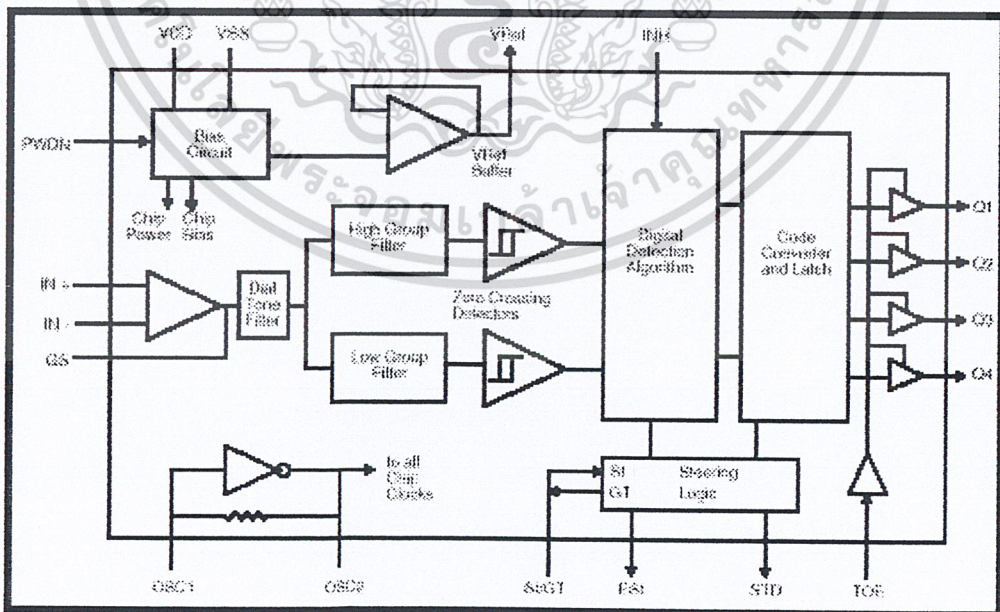
-เป็นไอซีคุณภาพสูง



รูปที่ 2.5 ขาคือใช้งานของ IC MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870

IC MT8870 ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสที่ส่งกึ่งขึ้นทางดิจิทัล ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคสวิทช์ Capacitor Filter สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคทางดิจิทัล เพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และตรวจสอบช่วงเวลาที่สำคัญเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราการขยายได้ โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาต์พุตเป็นวงจรแลตซ์ 3 สถานะ



รูปที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมภายใน IC MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1.ภาคกรองความถี่ (Filter Section) ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (Six-Order Switched Band Filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วงคือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

2.ภาคถอดรหัส (Decoder Section) ความถี่ DTMF ที่ถูกรองเรียบร็อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (Early Steering) ก็จะแอกตีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ นั้นแสดงในตารางที่ 2.3

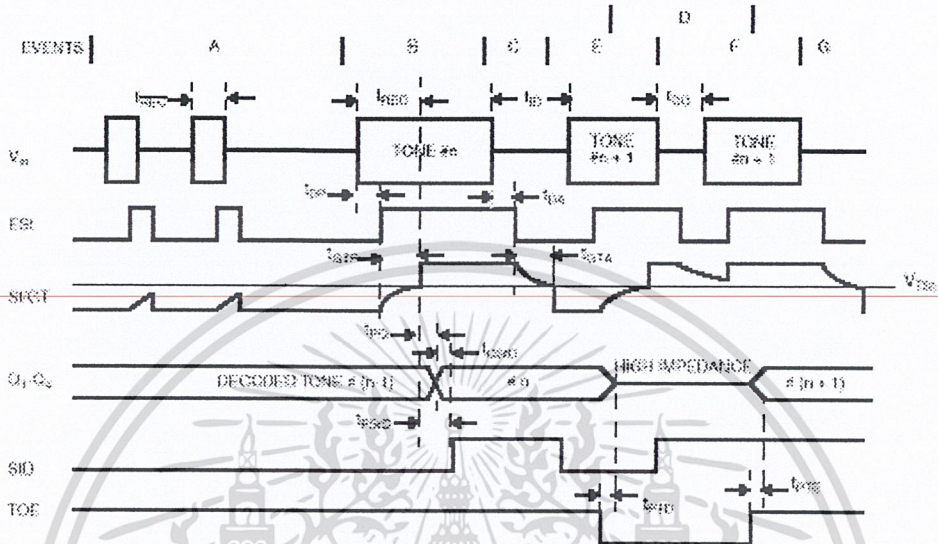
Taste	angeschaltete Frequenzkombination		D3	D2	D1	D0
1	697 Hz	1209 Hz	0	0	0	1
2	697 Hz	1336 Hz	0	0	1	0
3	697 Hz	1477 Hz	0	0	1	1
4	770 Hz	1209 Hz	0	1	0	0
5	770 Hz	1336 Hz	0	1	0	1
6	770 Hz	1477 Hz	0	1	1	0
7	852 Hz	1209 Hz	0	1	1	1
8	852 Hz	1336 Hz	1	0	0	0
9	852 Hz	1477 Hz	1	0	0	1
0	941 Hz	1336 Hz	1	0	1	0
*	941 Hz	1209 Hz	1	0	1	1
#	941 Hz	1477 Hz	1	1	0	0
A	697 Hz	1633 Hz	1	1	0	1
B	770 Hz	1633 Hz	1	1	1	0
C	852 Hz	1633 Hz	1	1	1	1
D	941 Hz	1633 Hz	0	0	0	0

ตารางที่ 2.3 ค่าความถี่ของแต่ละคีย์ในการเข้ารหัส

3.ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit) ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น “สูง” นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 2.6 เมื่อขา Est เป็น “สูง” ทำให้ V_c สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุ ทำให้แรงดัน V_c สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงค่าเทรซโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต รายละเอียดการทำงานสามารถดูได้จากแผนภูมิเวลา



รูปที่ 2.7 ช่วงสัญญาณเป็นแผนภูมิเวลา

ขั้นตอนการทำงาน

- A - ตรวจพบความถี่เข้ามาแต่คาบเวลาไม่ถูกต้องเอาต์พุตไม่เปลี่ยนแปลง
- B - ความถี่ #n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้องความถี่ถูกถอดรหัสและเลขชี้ไว้ที่เอาต์พุต
- C - จบความถี่ #n ช่วงห่างถูกต้องเอาต์พุตยังคงเลขชี้อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง
- D - เอาต์พุตเปลี่ยนเป็นไฮอิมพีแดนซ์
- E - ความถี่ #n+1 ถูกตรวจพบคาบเวลาถูกต้องความถี่ถูกถอดรหัสและเลขชี้อยู่
- F - ความถี่ #n+1 หายไปช่วงห่างไม่ถูกต้องเอาต์พุตยังคงเลขชี้อยู่
- G - จบความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้องเอาต์พุตยังคงเลขชี้อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

หน้าที่ของขาต่างๆ

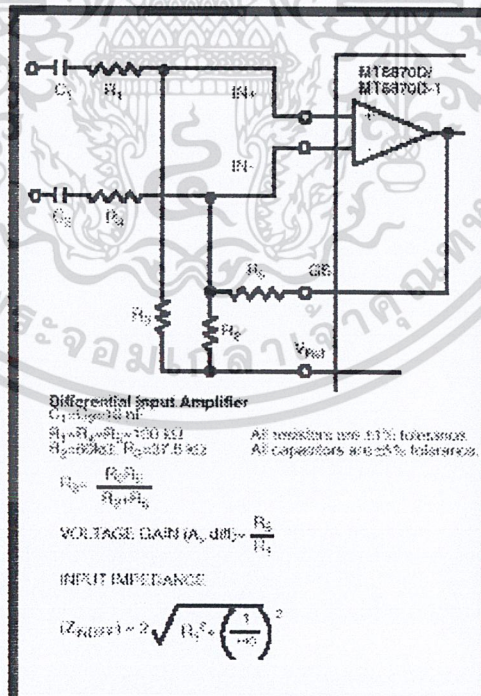
- V_{in} - สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา
- Est - (Early Steering Output) ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง
- St/GT - (Steering Input/Guard Time Output) ต่อกับ RC ภายนอก
- Q1 - Q4 - การเข้ารหัสข้อมูลแบบ 4 บิตในการรับข้อมูลแบบรีจิสเตอร์
- TOE - ใช้ควบคุม Q1-Q4 ให้เป็นไฮอิมพีแดนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- t_r - คาบเวลายานานที่สุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง
- t_{rec} - คาบเวลาสั้นสุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง
- t_{id} - เวลาสั้นสุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ
- t_{do} - เวลายานานสุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง
- t_{dp} - เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
- t_{da} - เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
- t_{grp} - การ์ดไทม์ของการปรากฏความถี่ DTMF
- t_{gta} - การ์ดไทม์ของการหายไปของความถี่ DTMF

สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ (Guard Time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เรารั้งเวลาไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ว่าเวลาที่เรารั้งไว้โดย RC ก็คือ การ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามามากกว่าหรือเท่ากับเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 2.6

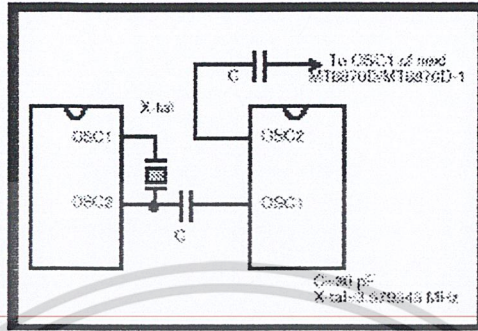
4.ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential Input) วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อจากวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปได้ดังรูป



รูปที่ 2.8 การคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตอิมพีแดนซ์

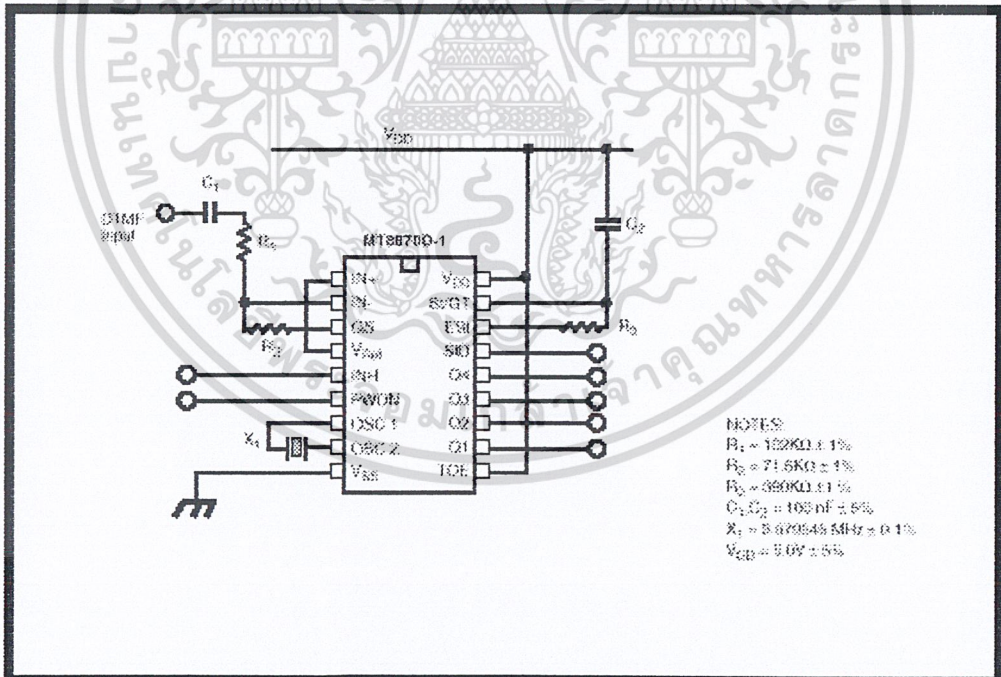
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator) ในภาคนี้ภายในไอซีมีวงจรถูกภายใน เพียงแต่ต่อ X-TAL ขนาด 3.579 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที ลักษณะการต่อวงจรดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 การต่อวงจรใช้งาน OSC ใน MT8870

วงจรถูกใช้งาน



รูปที่ 2.10 วงจรการต่อ IC MT8870 ออกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสร้างสัญญาณ DTMF

เนื่องจากโทรศัพท์กดปุ่ม จะมีการทำงานโดยถ้าเรากดปุ่มเครื่องจะทำการสร้างความถี่ขึ้น 2 ชนิดแล้วทำการรวมสัญญาณ เพื่อส่งไปตามสายโทรศัพท์เข้าชุมสาย

697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D
	1209	1336	1477	1633
	(Hertz)			

รูปที่ 2.11 ความถี่ผสมที่ใช้กับ โทรศัพท์แบบกดปุ่ม

2.5 การสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูล เป็นการส่งข่าวสารดิจิทัล (Digital Information) ซึ่งโดยมากอยู่ในรูปของเลขฐานสองจากแหล่งกำเนิดไปยังจุดหมายปลายทาง ข้อมูลจากแหล่งกำเนิด จะอยู่ในลักษณะสัญญาณอนาล็อกหรือสัญญาณดิจิทัลก็ตาม ข่าวสารจากแหล่งกำเนิด จะอยู่ในลักษณะสัญญาณดิจิทัล และข้อมูลที่รับได้ก็จะอยู่ในลักษณะดิจิทัลเช่นเดียวกันถึงแม้ว่าข้อมูลจะสามารถส่งได้ในลักษณะสัญญาณอนาล็อกหรือสัญญาณดิจิทัลก็ตาม ข่าวสารจากแหล่งกำเนิด อาจจะเป็นรหัสของตัวอักษร ตัวเลขหรือเครื่องหมายที่อยู่ในรูปเลขฐานสอง เช่น รหัส ASCII หรือรหัส EBCDIC ของไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor OP-Code), รหัสที่อยู่ของผู้ใช้ (UserAddress), โปรแกรมคอมพิวเตอร์, ข่าวสารข้อมูล (Data Base Information)

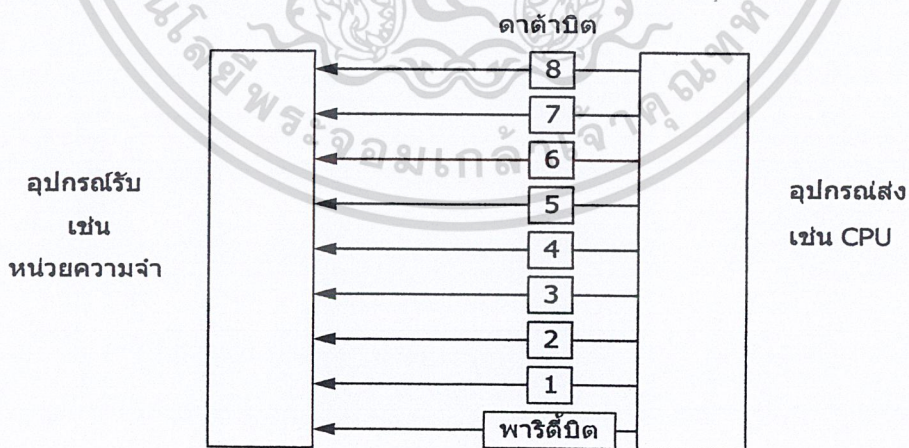
โครงข่ายการสื่อสารข้อมูล (Data Communication Network) แบบง่าย ๆ เช่น การเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรือ คอมพิวเตอร์สองเครื่องในระยะทางใกล้ ๆ ด้วยสายธรรมดาเข้าด้วยกันโดยตรง แต่ถ้า ระยะทางไกล ๆ อาจจะต้องใช้สายโทรศัพท์ หรือถ้าจะให้เป็นการสื่อสารข้อมูลที่ยุ่งยาก ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์เมนเฟรม (Mainframe Computer) 1 เครื่อง หรือมากกว่ากับอุปกรณ์ปลายทางข้อมูลเป็นจำนวนร้อย ๆ เครื่อง

2.5.1 วิธีการถ่ายโอนข้อมูล มีอยู่ 2 ประเภท

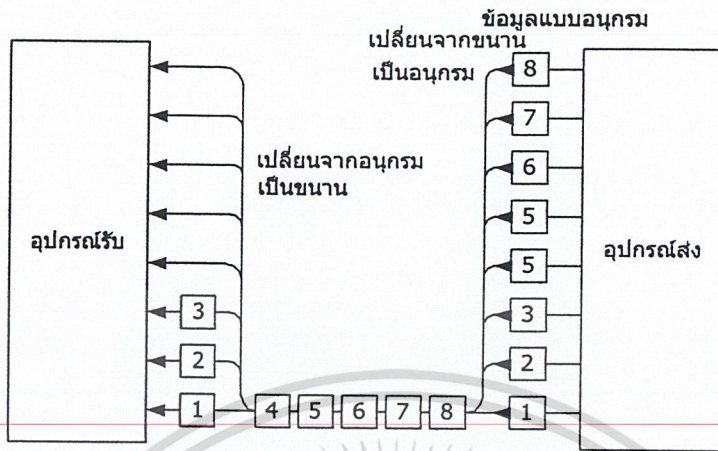
1. การถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน ลักษณะการส่งข้อมูลแบบขนานทำได้โดยการส่งข้อมูลออกมาทีละ 1 ไบต์ จากอุปกรณ์ส่งไปยังอุปกรณ์รับ ตัวกลางระหว่าง 2 เครื่องจะต้องมีช่องทางให้ข้อมูลเดินอย่างน้อย 8 ช่องทาง โดยมากจะเป็นสายขนานให้กระแสไฟฟ้าวิ่งมากกว่าเป็นตัวกลางชนิดอื่น เนื่องจากมีการลดทอนของสัญญาณเนื่องจากความต้านทานของสาย ระยะทางระหว่าง 2 จุดจึงไม่ควรเกิน 100 ฟุต ปัญหาที่เกิดขึ้นหากระยะทางของสายมากกว่านี้ คือ ระดับของกราวด์ที่จุดรับผิดไปจากจุดส่งทำให้เกิดการผิดพลาดในการรับสัญญาณลอจิกทางฝ่ายรับ

นอกจากสายที่เป็นทางเดินของข้อมูลแล้วอาจจะมีทางเดินของ สัญญาณควบคุมอื่น ๆ อีก เป็นต้นว่า บิตที่บอก Parity ของสัญญาณ เพื่อเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดที่ปลายทาง หรือ สายที่ควบคุมการได้ตอบ (Hand Shank) จะเห็นว่าการส่งแบบขนานส่วนมากจะทำในระยะใกล้ ๆ เนื่องจากจะมีช่องทางเดินของสัญญาณมากกว่า 8 สาย และอุปกรณ์ที่ต่อแบบขนานกับคอมพิวเตอร์ จะเห็นได้แก่เครื่องพิมพ์ เป็นต้น

2. การถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิตระหว่างจุดส่งและจุดรับ จะเห็นว่าการส่งข้อมูลแบบนี้จะช้ากว่าแบบขนานที่กล่าวมาแล้วอย่างแน่นอน แต่สาเหตุที่มีการนิยมใช้การส่งแบบนี้ก็เพราะตัวกลางที่ใช้ในการสื่อสารแบบนี้ ต้องการเพียงช่องทางเดียวหรือสายเพียงคู่เดียว ทำให้ค่าใช้จ่ายในเรื่องของสื่อกลางถูกกว่าแบบขนาน สำหรับการส่งระยะไกล ๆ โดยเฉพาะเมื่อมีระบบสื่อสารทางโทรศัพท์ไว้ใช้งานอยู่แล้วย่อมจะเป็นการสะดวกที่จะนำมาใช้เป็นการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรมได้



รูปที่ 2.12 การส่งข้อมูลแบบขนาน



รูปที่ 2.13 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

จากรูปที่ 2.13 แสดงให้เห็นการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจากจุดส่งจะถูกเปลี่ยนให้เป็นอนุกรมเสียก่อนแล้วค่อยทยอยส่งออกไปทีละบิต ไปยังจุดรับ ณ ที่จุดรับจะต้องมีกลไกในการส่งข้อมูลที่ส่งมาทีละบิต ให้เป็นสัญญาณแบบขนานซึ่งลงตัวพอดีนั้นคือ บิต 1 ลงที่ Data Bus เส้นที่ 1 พอดีการที่จะทำให้การแปลงสัญญาณจากอนุกรมทีละบิตให้ลงพอดีนั้น จำเป็นที่จะต้องมียกไกที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการผิดพลาดในการรับ กลไกที่ว่านี้แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- 1) การสื่อสารแบบ Synchronous
- 2) การสื่อสารแบบ Asynchronous

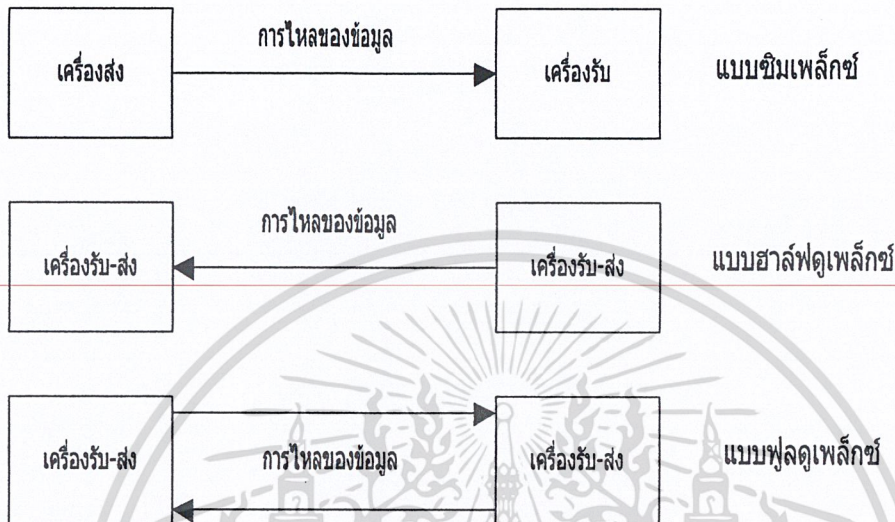
2.5.2 รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

การติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมอาจแบ่งตามรูปได้ 3 แบบ

- 1) แบบซิมเพล็กซ์ (Simplex) ข้อมูลที่ถูกส่งได้ในทิศทางเดียวนั้นบางครั้งเรียกว่า การส่งทิศทางเดียว (Unidirectional Data Bus) ในการสื่อสารแบบนี้อุปกรณ์ด้านหนึ่งจะส่งข้อมูลไปในช่องสัญญาณได้เท่านั้นและอุปกรณ์อีกด้านหนึ่งก็จะทำข้อมูลจากช่องสัญญาณได้เท่านั้น
- 2) แบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex) หมายถึงสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศทางแต่ในช่วงเวลาหนึ่งจะได้เพียงทิศทางเดียวเท่านั้น อุปกรณ์สื่อสารทั้ง 2 ด้านจะผลัดรับ-ส่ง การสื่อสารแบบนี้ส่วนใหญ่แล้วจะใช้ระบบสาย 2 เส้น (2 Wire)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แบบพูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) หมายถึงถึงการสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศทางพร้อมกัน การสื่อสารแบบนี้ใช้ได้ทั้งระบบสาย 2 เส้น (2 Wire) และสาย 4 สาย (4Wire) แต่ในระบบสาย



รูปที่ 2.14 การสื่อสารแบบต่าง

2 เส้น จะต้องอาศัยเทคนิคการแบ่งความถี่เข้ามาช่วย คือจะส่งในความถี่ช่วงหนึ่งและจะรับในความถี่อีกช่วงหนึ่ง การสื่อสารข้อมูลอนุกรม แสดง ดังรูปที่ 2.14 แสดงรูปแบบการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

2.1.3 ความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม

ความเร็วของการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม หน่วยวัดคือเป็นบิตต่อวินาที (bps) และหน่วยที่บรรยายถึงเปลี่ยนแปลงของสัญญาณใน 1 วินาที เรียกว่า บอเดเรต (Baud Rate) หรืออัตราบอด ซึ่งแสดงถึงการส่งข้อมูลอนุกรมมากกว่า 1 บิต เขียนในรูปสมการคณิตศาสตร์จะได้

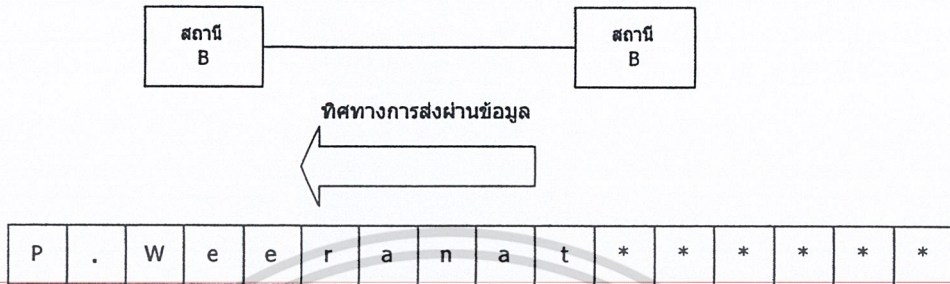
$$\text{อัตราบิต (Bit rate)} = \text{อัตราบอด (Baud rate)} * \text{บิตใน 1 บอด}$$

2.1.4 การส่งแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission)

ในการส่งแบบซิงโครนัส ข้อมูลจะถูกจัดเป็นกลุ่ม ๆ และทำการส่งข้อมูลทั้งกลุ่มไปที่เดียว เรียกกลุ่มของข้อมูลในกลุ่มนี้ว่า "Block of Data" และในการส่งข้อมูลในแบบซิงโครนัสนี้ ช่วงเวลาของแต่ละบิตที่ทำการส่งใช้เวลาเดียวกัน และในการส่งผ่านทั้งตัวอักษรตัวอักษรตัวแรกและตัวถัดไปจะไม่มียะไรมาคั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ภายในบล็อกเดียวกัน) ดังนั้นช่วงเวลาระหว่างบิตสุดท้ายของตัวส่งผ่านจะต้องคิดในรูปแบบของระบบส่งผ่านข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของบิตที่แน่นอน



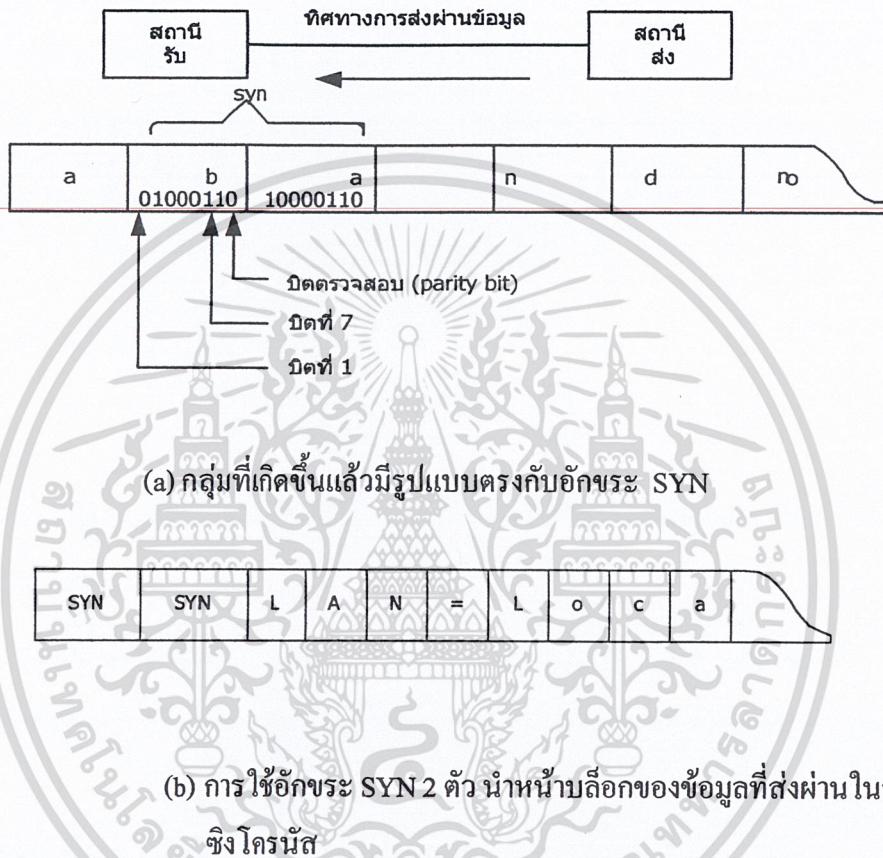
รูปที่ 2.15 การต่อเนื่องของข้อความที่ถูกส่งแบบซิงโครนัส

จากรูปที่ 2.15 แสดงให้เห็นการเอากรุปตัวอักษร (ข้อความที่ต้องการส่งผ่าน) มาเรียงต่อกันเพื่อเตรียมการส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครนัส จะเห็นได้ว่าตัวอักษรที่นำมาต่อกันเรียงชิดกัน โดยที่ไม่มีช่องว่างของตัวอักษรเลย หรือตามที่กล่าวมาแล้วว่าช่วงเวลาระหว่างบิตสุดท้ายของตัวอักษรตัวแรกกับบิตแรกของตัวอักษรตัวถัดไปเท่ากับศูนย์นั่นเอง ในเมื่อรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลเป็นเช่นนี้อุปกรณ์รับข้อมูลจะต้องทราบอะไรบ้าง จึงจะระบุลงไปว่าส่วนนั้น ๆ เป็นกลุ่มบิตของตัวอักษรที่ถูกเข้ารหัสมา

สิ่งที่อุปกรณ์ด้านรับจะต้องทราบก็คือบิตใดเป็นบิตแรกของตัวอักษรตัวแรกขนาดตัวอักษร (จำนวนบิตที่ใช้แทนในหนึ่งตัวอักษร) และอีกประการหนึ่งก็คือความเร็ว ในการส่งผ่านข้อมูล อุปกรณ์รับข้อมูลจึงจะจัดกลุ่มของบิตออกเป็นกลุ่ม ๆ เพื่อแทนค่ากลับเป็นตัวอักษรตัวต่าง ๆ ที่รับเข้ามา อย่างเช่นกรณีที่ข้อมูลที่ถูกส่งผ่านมาอยู่ในรูปของรหัสแอสกี (ASCII) ตัวอักษรแต่ละตัวจะถูกเข้ารหัสในรูป 8 บิต แทนหนึ่งตัวอักษรโดยมีบิตแรกเป็นบิตตรวจสอบ ดังนั้น อุปกรณ์รับข้อมูลจะตัดบิตออกเป็นกลุ่มละ 8 บิต เพื่อนำมาตีความเป็นตัวอักษรแต่ละตัวนั่นเอง

สำหรับวิธีการที่ระบุไปได้ว่า บิตใดเป็นบิตแรกของตัวอักษรตัวแรกนั้นมีวิธีการดังนี้ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าข้อมูลที่ถูกส่งผ่านโดยวิธีการซิงโครนัสจะถูก จับมารวมกลุ่มกันเป็นกลุ่มของข้อมูล (Block of Data) และที่ส่วนต้นของบล็อกจะใส่ตัวอักษรซิง (SYN Character) ซึ่งเป็นอักขระพิเศษที่ใช้ในการควบคุมการส่งผ่านข้อมูลโดยที่อักขระซิง มีรูปแบบของบิตคือ 00010110 (มีบิตตรวจสอบแบบเลขคี่ : Odd parity) และอุปกรณ์รับข้อมูลจะคอยตรวจสอบจำนวนบิตที่รับเข้ามาว่ามีส่วนใดตรงกับอักขระ SYN บ้าง เมื่อพบแล้วอุปกรณ์รับข้อมูลจะทราบได้ทันทีว่าถึงจุดเริ่มเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นที่จะตัดกลุ่มของบิตกลุ่มละ 8 บิต เพื่อแทนตัวอักษรได้และตัวอักษรหลาย ๆ ตัวที่ตีความได้คือ ข้อมูลที่ส่งมาในแต่ละบล็อก แต่การใช้ตัวอักษร SYN เพียงตัวเดียวใส่ไว้ที่ส่วนต้นของบล็อก ยังเป็นวิธีการที่ยังไม่ถูกต้อง เพราะในบางกรณีขบวนของบิตที่แทนตัวอักษรมีบางช่วงที่ไปตรงกับรูปแบบของบิตของตัวอักษร SYN ได้

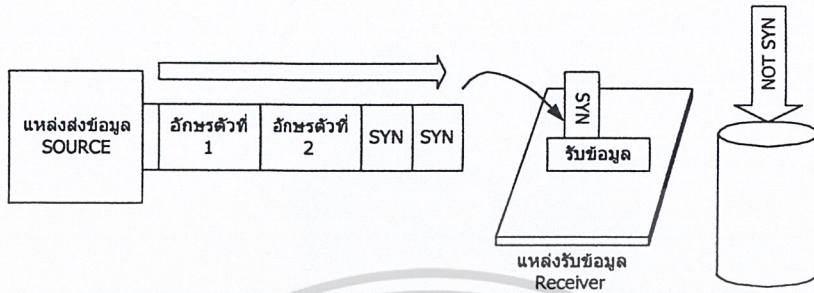


รูปที่ 2.16 (a) และ (b) รูปแบบการใช้อักขระ SYN นำหน้ากลุ่มตัวอักษร

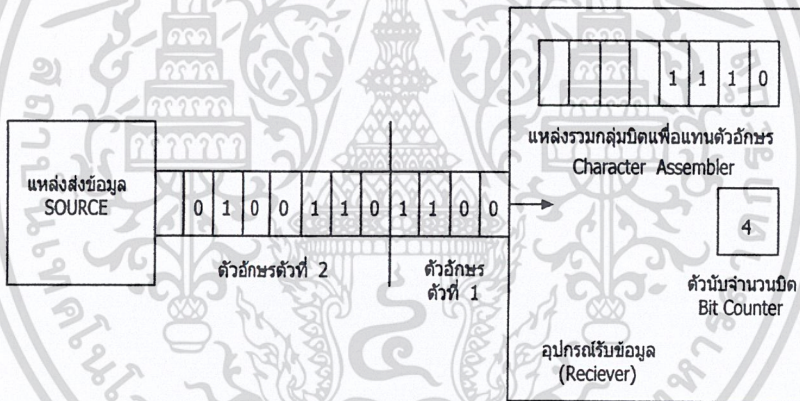
จากรูปที่ 2.16 a จะเห็นได้ว่าถ้าส่งข้อความที่มีตัวอักษร b และ a ติดกัน 4 บิตของตัวอักษร b ต่อกัน 4 บิตแรกของตัวอักษร a ตรงกับอักขระ SYN พอดีจะทำให้อุปกรณ์รับข้อมูลตีความผิดได้ ดังนั้นวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้จากกรณีเช่นนี้โดยการใช้อักขระ SYN 2 ตัว ใส่ไว้ที่ส่วนต้นของบล็อกดังแสดงในรูปที่ 2.16 b และอุปกรณ์รับข้อมูลจะต้องทราบข้อตกลงนี้เป็นอย่างดี โดยที่ทันทีที่ตรวจพบอักขระ SYN จะคู่อีก 8 บิตถัดไปว่าเป็นอักขระ SYN ด้วยหรือไม่ ถ้าไม่ใช่จะเริ่มค้นรับว่าทุกๆ บิตที่ตามมา คือ ตัวอักษรแต่ละตัว กรณีไม่ใช่ก็จะเริ่มตรวจหาอักขระ SYN ต่อไป หรือกล่าวได้ว่าเครื่องจะปรับตัวเข้าสู่โหมดการค้นหา SYN (Look for Syncmode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อพบอักขระ SYN อย่างน้อย 2 ตัวก็จะเริ่มเข้าสู่กระบวนการจัดกลุ่มบิตกลุ่มละ 8 บิตแทนตัวอักษรหรือข้อมูลที่ได้รับ



รูปที่ 2.17 การเปรียบเทียบอุปกรณ์รับข้อมูลตรวจหาอักขระในระบบเชิงโครนัส



รูปที่ 2.18 การตัดแฉกของบิตออก กลุ่มละ 8 บิต เพื่อแทนตัวอักษรของอุปกรณ์รับข้อมูลในระบบการส่งผ่านข้อมูลแบบเชิงโครนัส

จากรูปที่ 2.17 และ 2.18 คือขบวนการรับข้อมูลที่ส่งผ่านมาในระบบเชิงโครนัส ในบางระบบการใช้อักขระ SYN นำหน้ากลุ่มข้อมูลอาจใช้อักขระ SYN ถึง 3-4 ตัวก็ได้ เพื่อความแน่นอนในการส่งข้อมูลแบบเชิงโครนัสที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

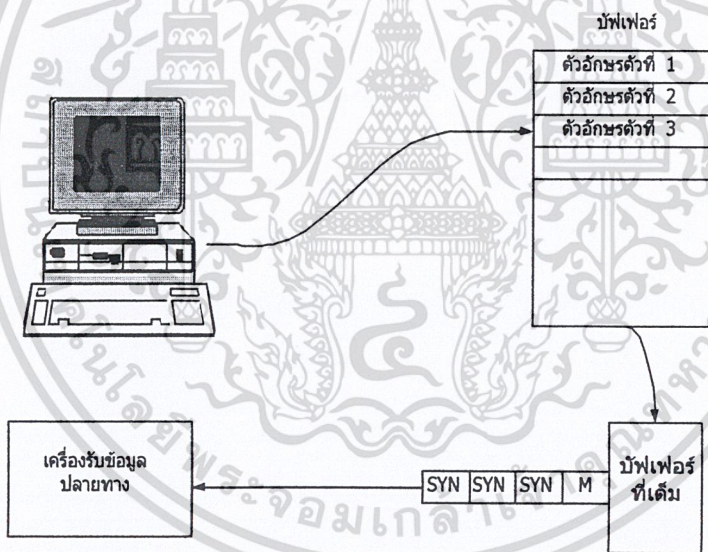
ถ้าจะกล่าวถึงการส่งผ่านข้อมูลแบบเชิงโครนัสจะถูกเรียกว่า แฟล็ก (Flag) ความหมายก็คือ มีสัญญาณหรือไม่มี เช่นเดียวกับการใช้สัญญาณการบอกธง แต่ในทุกกรณีจะเห็นได้ว่า หลักของการส่งสัญญาณแบบเชิงโครนัสนั้น จะต้องให้เครื่องรับข้อมูลที่ปลายทางเข้าใจถึงลักษณะของบิตพิเศษที่ส่งมาเพื่อให้รู้ว่านี่คือ จุดเริ่มต้นของกลุ่มตัวอักษร (Block) ที่กำลังส่งเรียงกันเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัฟเฟอร์เทอร์มินอล (Buffer Terminal) เมื่อเราทำการส่งตัวอักษรหลาย ๆ ตัวโดยระบบจัดกลุ่มเข้าเป็นบล็อกตามระบบของการซิงโครไนส์ ดังนั้น สถานะของการส่งข้อมูลจึงเป็นเรื่องที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมาก เราทราบแล้วว่า ผู้ป้อนข้อมูลจะต้องพิมพ์ข้อมูลเข้าทางแป้นพิมพ์ จากนั้นข้อมูลจึงถูกส่งไปตามสายส่ง เพื่อไปยังสถานีปลายทางเหตุนี้จึงมีข้อที่ควรพิจารณา 2 ข้อ คือ

- 1) ผู้พิมพ์ข้อมูลป้อนเข้าเครื่องไม่สามารถรักษาระดับความห่าง
- 2) ความเร็วในการส่งข้อมูลตามสาย จะมีความเร็วสูงกว่าที่ผู้ป้อนจะพิมพ์ข้อมูลมาก

ด้วยเหตุผล 2 ข้อนี้ จึงต้องสร้างบัฟเฟอร์เทอร์มินอลขึ้น ซึ่งหมายถึง เครื่องเทอร์มินอลจะต้องมีหน่วยความจำเพื่อเป็นที่รวบรวมอักษรขึ้น ดังรูปที่ 2.19 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงเทอร์มินอลมีหน่วยความจำอยู่ด้วย หน่วยความจำประเภทนี้จะมีชื่อเรียกพิเศษว่า บัฟเฟอร์ (Buffer) เมื่อเป็นเช่นนี้ผู้ป้อนข้อมูลก็จะพิมพ์ตัวอักษรเข้าเครื่องเทอร์มินอลได้สบาย



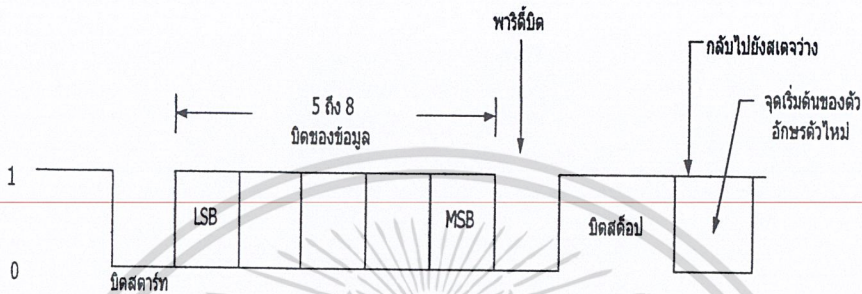
รูปที่ 2.19 การใช้บัฟเฟอร์ช่วยในการส่งข้อมูล แบบซิงโครไนส์

2.5.5 การส่งแบบอะซิงโครไนส์

การส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครไนส์นี้ พัฒนาการจากการส่งโทรพิมพ์ในสมัยก่อน ลักษณะของสัญญาณแสดงในรูปที่ 20 เพื่อเพิ่มกลไกในการรับส่งอย่างถูกต้อง สัญญาณอะซิงโครไนส์ประกอบไปด้วยหรือบิตสตาร์ท (Start Bit) ขณะที่สถานะของการส่งเป็นแบบว่าง (Idle) คือ ยังไม่มีสัญญาณส่งออกมาจะมีสัญญาณหรือมีแรงดัน (หรือกระแส) ตลอดเวลาเพื่อความแน่ใจว่าฝ่ายรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังติดต่อกับฝ่ายส่ง เมื่อเริ่มจะส่งสัญญาณของอะซิงโครนัสจะเป็น “0” หนึ่งช่วงสัญญาณนาฬิกา บิตนี้เรียกว่า สตาร์ทบิต ตามหลังของสัญญาณสตาร์ทบิตก็จะเป็นข้อมูลสำหรับ 1 ตัวอักษร ซึ่งอาจจะมีขนาดตั้งแต่ 5 บิตไปถึง 8 บิต โดยบิตที่มีค่าน้อยที่สุด (LSB) จะถูกส่งออกมาก่อนไล่ไปจนถึงบิตที่มีค่ามากที่สุด (MSB)



รูปที่ 2.20 การเรียงบิตในแต่ละเฟรมของอะซิงโครนัส

สำหรับสัญญาณอะซิงโครนัส หลังจากบิตพาร์ตีบิตแล้วก็ต้องมีสตอปบิตซึ่งในความกว้างของสตอปบิตอาจจะเป็น 1, 1.5 หรือ 2 บิตแต่ผู้รับผู้ส่งตกลงกัน การเริ่มใช้พอร์ตอนุกรมจึงจำเป็นต้องตั้งค่าต่าง ๆ สำหรับเป็นการส่งแบบอนุกรม

- 1). ความเร็วในการส่ง
- 2). ความยาวรหัส 1 อักขระ
- 3). บิตตรวจสอบ
- 4). จำนวนสตอปบิต

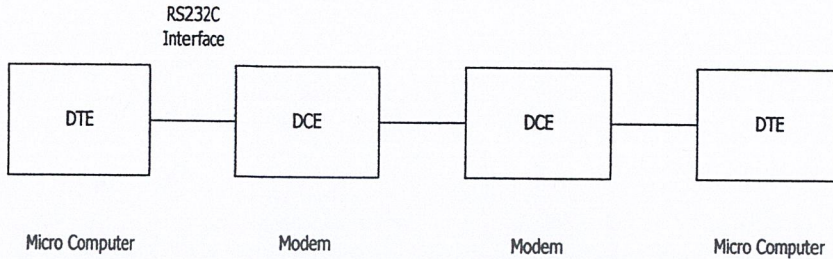
ในการส่งโทรพิมพ์หรือโทรเลข เมื่อก่อนนี้ใช้ความเร็วแค่ 70 บอดและ 110 บอด สำหรับคอมพิวเตอร์ความเร็วในการส่งมีให้เลือกตั้งแต่ 110, 200, 300, 2400, 4800, 9600 บอด และมากกว่านี้เนื่องจากมาไอซีหลายเบอร์ทำหน้าที่รับส่งแบบอะซิงโครนัสให้ใช้ การส่งอนุกรมจึงสบายสำหรับการออกแบบพอร์ตอนุกรม

2.6 มาตรฐาน RS-232-C

เป็นมาตรฐานที่ใช้กันกว้างขวางมากที่สุดถูกประกาศในปี 1960 โดย Electronic Industries Association (EIA) เพื่อกำหนดการเชื่อมต่ออุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง (Data Communication Equipment : DCE) โดยที่ RS ย่อมาจาก Recommended Standard และ 232 เป็นหมายเลขบ่งบอกของมาตรฐานตัวนี้ C เป็นหมายเลขท้ายสุดของมาตรฐานตัวนี้สำหรับผู้ใช้คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTE ก็หมายถึงตัวไมโครคอมพิวเตอร์และ DCE ก็หมายถึงโมเด็ม



รูปที่ 2.21 แสดงการใช้ RS-232-C เชื่อมต่อกับอุปกรณ์

สัญญาณที่ใช้ทั้งหมดใน RS-232-C

Protective Ground (PG ขาที่ 1) หมายถึงตัวถังของเครื่องหรือสายดิน Transmit Data (TD ขาที่ 2) เป็นสัญญาณส่งออกจาก DTE (ตัวไมโครคอมพิวเตอร์) ไปยังโมเด็มหรือไมโครคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นหรือเครื่องพิมพ์ เมื่อไม่มีสัญญาณส่งออกสถานะภาพของลอจิกจะมีค่าเท่ากับ "1" สภาวะ "OFF" หรือเทียบเท่ากับ stop bit ไม่ว่าจะเป็ระบบอะไร DTE ต้องไม่ส่งข้อมูลออกไปจนกว่าสัญญาณเหล่านี้

1. Request To Send : RTS
2. Clear To Send : CTS
3. Data Set Ready : DSR
4. Data Terminal Ready : DTR อยู่ในสภาวะ "ON" Receive Data (RD ขาที่ 3)

เป็นทางของสัญญาณเข้าไปยัง DTE เมื่อไม่มีสัญญาณรับเข้ามา ขานี้จะมีสถานะภาพทางลอจิกเป็น "1" หรือสภาวะ "OFF" Request To Send (RTS ขาที่ 4)

จาก DTE ไปยัง DCE

สภาวะ "ON" คือ บังคับให้ DCE อยู่ใน Transmitting Mode ต่อไป

สภาวะ "OFF" คือ บังคับให้ DCE อยู่ใน Receiving Mode ต่อไป

การเปลี่ยนจาก "OFF" ไป "ON" เป็นการบอกให้ DCE จัดการกับระบบสื่อสารเพื่อให้ช่องสัญญาณต่อเชื่อมและให้สัญญาณ Clear To Send : CTS กลับมาเป็นการบอกว่าส่งได้

การเปลี่ยนจาก "ON" ไป "OFF" เป็นการบอกให้ DCE ส่งข้อมูลผ่านช่องสื่อสารให้หมดแล้วกลับไปอยู่ใน Receiving Mode พร้อมกับให้ CTS เป็น "0" Clear To Send (CTS ขาที่ 5)

จาก DTE ไป DTE สถานะ “ON” หมายความว่าข้อมูลจาก DTE ขาที่ 2 จะถูกส่งต่อไปในช่องทางสื่อสาร (โมเด็มส่งข้อมูลออกสายโทรศัพท์) ทันที CTS จะ “ON” หลังจาก DRS และ RTS อยู่ในสถานะ “ON” และการเชื่อมของวงจรสื่อสาร (ชุมสายโทรศัพท์) เสร็จเรียบร้อยแล้ว

Data Set Ready (DTS ขาที่ 6)

จาก DCE ไป DTE คือ ความพร้อมของโมเด็มนั่นเอง จะเป็น “ON” ต่อเมื่อ

1. DCE (โมเด็ม) เปิดเครื่องอยู่ และอยู่ในสถานะ off-hook (เหมือนยกหูโทรศัพท์)
2. DCE ไม่อยู่ใน test mode
3. DCE ทำการส่งสัญญาณไปยังชุมสายเสร็จแล้ว DRS อยู่ในสถานะ “ON” เป็นการบอก DTE ว่าโมเด็มต่อเข้าสายโทรศัพท์เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะส่ง DSR อยู่ในสถานะ “OFF” หมายถึงให้ DTE ตรวจ Ring Indicator

Signal Ground (SG ขาที่ 7)

คือสายร่วม ของสัญญาณทุกตัว

Carrier Detect (CD ขาที่ 8)

จาก DCE ไป DTE

สถานะ “ON” หมายถึง DCE จับสัญญาณพาหะในช่องทางสื่อสารที่จะทำการดีโมดูเลตได้
สถานะ “OFF” คือไม่ได้รับสัญญาณอะไรเลย หรือได้ รับสัญญาณแต่ไม่สามารถโมดูเลตเอาข้อมูลออกมาได้

Data Terminal Ready (DTR ขาที่ 20)

จาก DTE ไป DCE

สถานะ “ON” หมายถึงว่า DCE เตรียมเพื่อเชื่อมต่อกับตัวอื่น และรักษาช่องทางติดต่อไว้ต่อไป (การเชื่อม Channel ทำได้หลายทางคือ หมุนเรียกด้วยมือหรืออัตโนมัติ) ถ้า DCE สามารถตอบรับสัญญาณเรียก (Call) ได้ ก็ให้ตอบรับ (answering) เมื่อมีสัญญาณเรียก Ring Indicator และ DTR On อยู่

สถานะ “OFF” คือวางหู และเมื่อ “OFF” แล้วไม่ต้อง “ON” อีกจนกว่า DSR จะ “OFF”

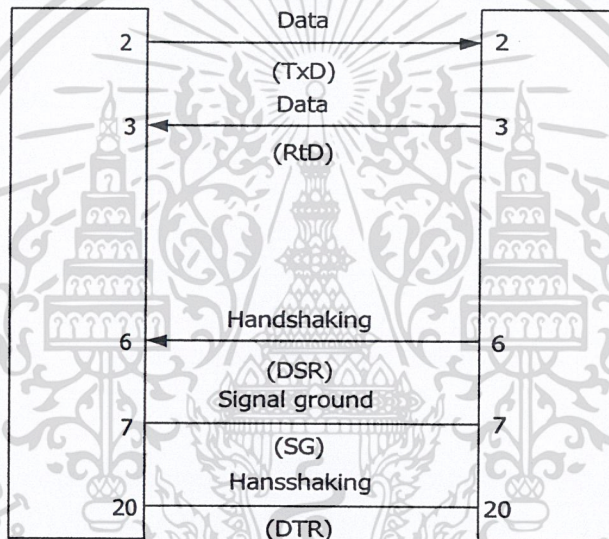
Ring Indicator (RI ขาที่ 22)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก DCE ไป DTE เหมือนสัญญาณเรียกขงโทรศัพท์ แต่เป็นดิจิทัล ใช้ในระบบตอบรับอัตโนมัติ (Auto-answer) สัญญาณนี้จะ “ON” เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา และจะ “OFF” ระหว่างเสียงดังกะดิ่ง

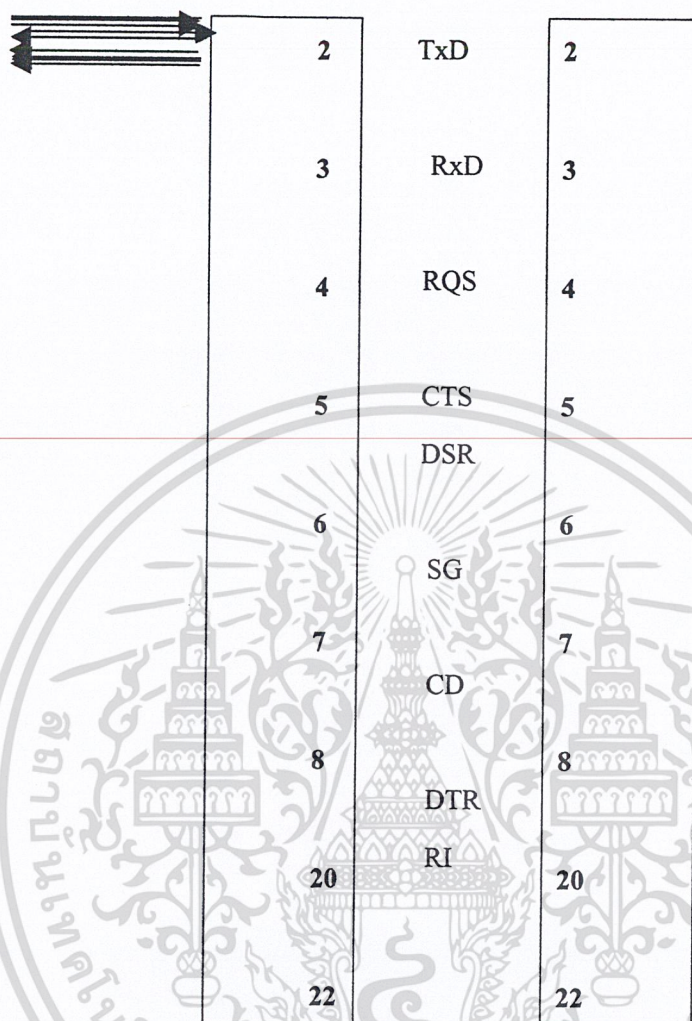
2.6.1 การสื่อสารสองทาง

ในหลายกรณีที่ข้อมูลถูกส่งผ่านในหลายทิศทาง โดยเฉพาะเมื่อคอมพิวเตอร์สองตัวสื่อสารกัน รวมทั้งกรณีที่ใช้ฮาร์ดแวร์แฮนด์เช็กกิ้งด้วยเช่นกันจำนวนสายที่น้อยที่สุดที่จำเป็นในการสื่อสาร



รูปที่ 2.22 การสื่อสารสองทางพร้อมด้วยวงจรแฮนด์เช็กกิ้งหลัก

สองทางคือ สามเส้น ได้แก่ สายข้อมูลในแต่ละทิศทาง และซิกแนลกราวด์ การเพิ่มเติมสายแฮนด์เช็กกิ้งในแต่ละทิศทางทำให้สายรวมเป็นห้าเส้น เมื่อสายแฮนด์เช็กกิ้งชุดที่สองถูกนำมาใช้เพิ่มเติมในแต่ละทิศทาง สายทั้งหมดที่ใช้มีเจ็ดเส้น เพื่อให้โมเด็มสามารถให้ข้อมูลเพิ่มเติม คอมพิวเตอร์หรือเทอร์มินอล ได้แก่ CD (Carrier Detect) ถูกเชื่อมต่อเข้ากับขา 8 เพื่อแจ้งการคงอยู่ของสัญญาณพาหะ และ RI (Ring Indicator) ถูกเชื่อมต่อเข้ากับขา 22 เพื่อแสดงว่า โมเด็มถูกเรียกโดยอุปกรณ์ระยะไกล ซึ่งก็คือการตรวจสอบสัญญาณกริ่งนั่นเอง จำนวนวงจรทั้งหมดจะกลายเป็น 9 วงจร ตามรูปที่ 2.23 แม้ว่ายังมีวงจรอื่นอีกหลายวงจรถูกกำหนดโดย RS-232-C แต่ทั้งเก้าวงจรมีถูกใช้กันมากที่สุด และเป็นเหตุผลที่ไม่ใครคอมพิวเตอร์ใช้หัวต่อ 5 ขาแทน 25 ขา สำหรับนำพาสัญญาณที่ใช้ทั้งหมดของวงจร RS-232-C



รูปที่ 2.23 การเชื่อมต่อ RS-232C มาตรฐานเก้าเส้น

2.6.2 ระดับสัญญาณของ RS-232-C

สัญญาณที่ขาทุกขาที่คอนเนคเตอร์ของ RS-232-C จะเป็นสถานะใดสถานะหนึ่งแต่ละคู่ต่อไปนี้

Mark / Space

ON / OFF

Logic 0 / Logic 1

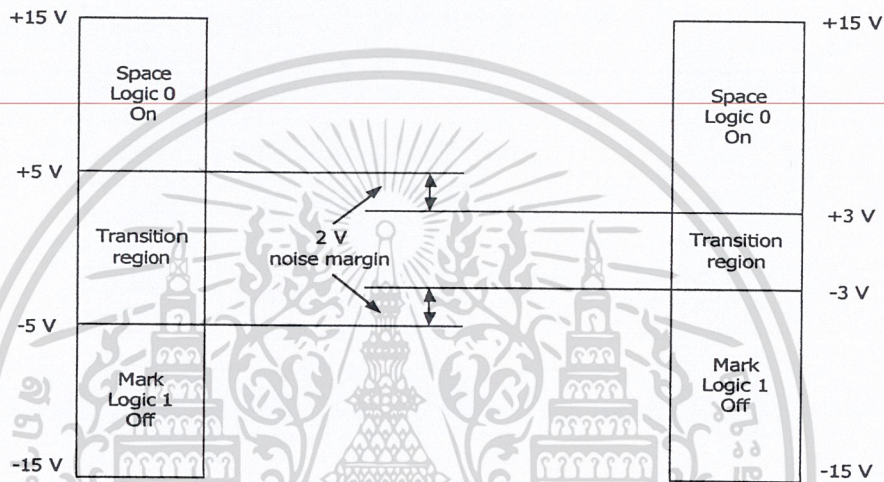
ความสัมพันธ์ระหว่างสถานะคู่ต่าง ๆ กับระดับแรงดันได้แสดงไว้ในตาราง RS-232-C ใช้ Negative Logic แทนระดับแรงดันต่าง ๆ โดยระดับแรงดันของระดับแรงดันค่าต่าง ๆ จะถูกวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียบกับ Signal Ground นอกจากนี้ช่วงระดับแรงดันค่าต่าง ๆ ระหว่าง -3 ถึง $+3$ โวลต์ จะเป็นช่วงของการเปลี่ยนแปลงลอจิก ดังนั้นจึงไม่มีการระบุสถานะของสัญญาณช่วงนี้

ในการแทนลอจิก "1" หรือสถานะ Mark Driver ต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้า -5 ถึง -15 โวลต์ ส่วนในการแทนลอจิก "0" หรือ Space Driver ต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าระหว่าง $+5$ ถึง $+15$ โวลต์

จะเห็นว่า RS-232-C ยอมให้มี noise margin ได้ไม่เกิน 2 โวลต์ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและสถานะของสัญญาณ ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและสถานะของสัญญาณ

รูปแบบข้อมูลในคอมพิวเตอร์

การที่จะเข้าใจการส่งผ่านข้อมูลสิ่งแรกคือต้องทำความเข้าใจกับวิธีที่ข้อมูลถูกเก็บไว้ภายในคอมพิวเตอร์ก่อน

1) บิตและไบต์

ในเลขฐานสิบ มีตัวเลขอยู่ 10 ตัว คือ 0 ถึง 9 การเพิ่มศูนย์หนึ่งตัวที่ทางซ้ายเป็นการคูณจำนวนด้วยสิบในเลขฐานสองมีเพียงตัวเลข 2 ตัว คือ 0 และ 1 การเพิ่มศูนย์เข้าทางซ้ายจำนวนเป็นการคูณจำนวนด้วยสองตัวเลข 0 หรือ 1 แต่ละตัวในเลขฐานสองเรียกว่าบิต (Bit) โดย 8 บิต จะเป็น 1 ไบต์ (Byte) ผลที่ตามมาคือค่าของหนึ่งไบต์จึงเป็นไปได้ตั้งแต่ 00000000 ถึง 11111111 หรือ 0 ถึง 255 ในฐานสิบบิตที่อยู่ทางขวาสุดของไบต์เรียกว่า บิตศูนย์ บิตที่อยู่ซ้ายสุดเรียกว่า บิตเจ็ด บิตศูนย์เรียงกว่าบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (Least Significant Bit :LSB) และบิตเจ็ดเรียกว่าบิตที่มีนัยสำคัญสูงสุด (Most Significant Bit:MSB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์เกือบทั้งหมดทำงานในระบบเลขฐานสอง เพราะว่าเป็นการง่ายที่จะแปลงรหัส 0 และ 1 เป็นแรงดันไฟฟ้าบวกและลบ ในคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่หน่วยที่เล็กที่สุดของหน่วยความจำที่อ้างถึงได้โดยการอ้างแอดเดรส คือ ไบต์ ดังนั้นเมื่อข้อมูลถูกเก็บและจัดการในคอมพิวเตอร์ตามปกติจึงมักถูกแปลงให้เป็นไบต์ที่เรียงลำดับกัน

2) การเข้ารหัสข้อความ

เมื่อข้อความ (อักขระ, เครื่องหมายวรรคตอน, และอื่นๆ) ถูกเก็บในคอมพิวเตอร์แต่ละตัวอักษรที่แตกต่างกันจะถูกแทนด้วยจำนวนที่แตกต่างกัน จำนวนเหล่านี้โดยปกติมีค่าจาก 0 ถึง 127 หรือจาก 0 ถึง 255 เนื่องจากไบต์หนึ่งสามารถมีค่าจาก 0 ถึง 255 จึงถือเป็นเรื่องธรรมดาที่จะให้ไบต์หนึ่งสามารถมีค่าจาก 0 ถึง 255 ซึ่ง 1 ไบต์ แทนด้วยตัวอักษร หรือเครื่องหมายวรรคตอนแต่ละตัวในข้อมูลที่เป็นข้อความ

มีสองวิธีที่ต่างกันสำหรับการจับคู่ตัวอักษรกับจำนวน คือ EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) ซึ่งถูกใช้ในคอมพิวเตอร์ชนิดอื่นของ IBM ยกเว้น IBM PC และ ASCII (American Standard Code for International Code) ซึ่งถูกใช้ในคอมพิวเตอร์อื่นส่วนใหญ่ เราจะเกี่ยวข้องกับ ASCII เท่านั้น ตาราง ASCII อย่างเป็นทางการจัดให้จำนวนระหว่าง 32 ถึง 126 แทนตัวเลข ตัวอักษร เครื่องหมายวรรคตอน และสัญลักษณ์ที่ใช้กันทั่วไปอื่นๆ จำนวนจาก 0 ถึง 31 และ 127 มีความหมายพิเศษ เช่น Carriage Return, Line Feed และตัวอักษรที่ไม่สามารถแสดงผลได้อื่นๆ

เนื่องจากจำนวน 127 ในเลขฐานสองใช้เพียงเจ็ดบิต ตัวอักษรทั้งหมดถูกแทนด้วย 0 ถึง 127 สามารถถูกเก็บใน 1 ไบต์ โดยจะเหลืออีกหนึ่งบิตเนื่องจากเราให้ชื่อบิตในไบต์หนึ่งหนึ่ง ตั้งแต่ 0 ถึง 7 จะเห็นได้ว่ารหัส ASCII ใช้เพียงบิต 0 ถึง 6 บิต 7 ถูกสำรองไว้ที่ คอมพิวเตอร์หลายชนิดใช้เต็มทั้ง 8 บิตสำหรับการเข้ารหัส ทำให้มีรหัสที่แตกต่างกัน 256 ตัว 128 ตัวแรกเป็นไปตาม ASCII และส่วนที่เหลือถูกใช้สำหรับอักขระต่างชาติ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อักขระกราฟฟิก และอื่นๆ ตามแต่การออกแบบ แต่ไม่มีมาตรฐานสำหรับอักขระเพิ่มเติม (Extended Character) เหล่านี้ซึ่งมักจะมีความหมายแตกต่างกันบนคอมพิวเตอร์ต่างชนิดกัน

3) การเข้ารหัสข้อมูลที่ไม่ใช่ข้อความ

ข้อมูลที่เก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์อาจไม่ได้อยู่ในรูปของข้อความเสมอไป คำสั่งของโปรแกรม ข้อมูลตัวเลข และรูปภาพกราฟฟิกเป็นตัวอย่างข้อมูลที่ไม่ได้ถูกเก็บในรูปแบบ ASCII

ข้อมูลประเภทนี้โดยปกติถูกเข้ารหัสให้ใช้ทุกค่าที่เป็นไปได้ของ 1 ไบต์ จำนวนถูกเก็บในรูปแบบไบนารี และสามารถขยายไปเป็นหลายไบต์ คำสั่งของโปรแกรมมักจะ ประกอบด้วย 1 หรือ 2 ไบต์ เราเรียกข้อมูลประเภทนี้ว่า ข้อมูลไบนารี (แม้ว่าข้อความจะถูกเก็บในรูปแบบไบนารีเช่นกัน) เนื่องจากไบต์ที่เก็บข้อมูลซึ่งไม่ใช่ข้อความสามารถเป็นค่าใดๆก็ได้ ในเวลาที่มันตรงกับค่าที่มีความหมายพิเศษ ในตารางรหัส ASCII ทำให้เกิดความยุ่งยากในการส่งข้อมูล ถ้าอุปกรณ์ฝ่ายรับเกิดแปลงไบต์ที่ไม่ใช่ข้อความว่าหมายถึงสิ้นสุดข่าวสาร กรณีนี้ข้อมูลไม่สามารถถูกส่งในรูปแบบข้อมูลดิบ เพราะว่าไบต์ที่อยู่กลางข่าวสารอาจตรงกับสัญลักษณ์สิ้นสุดข่าวสารโดยบังเอิญ และทำให้อุปกรณ์ฝ่ายรับหยุดรับข้อมูล



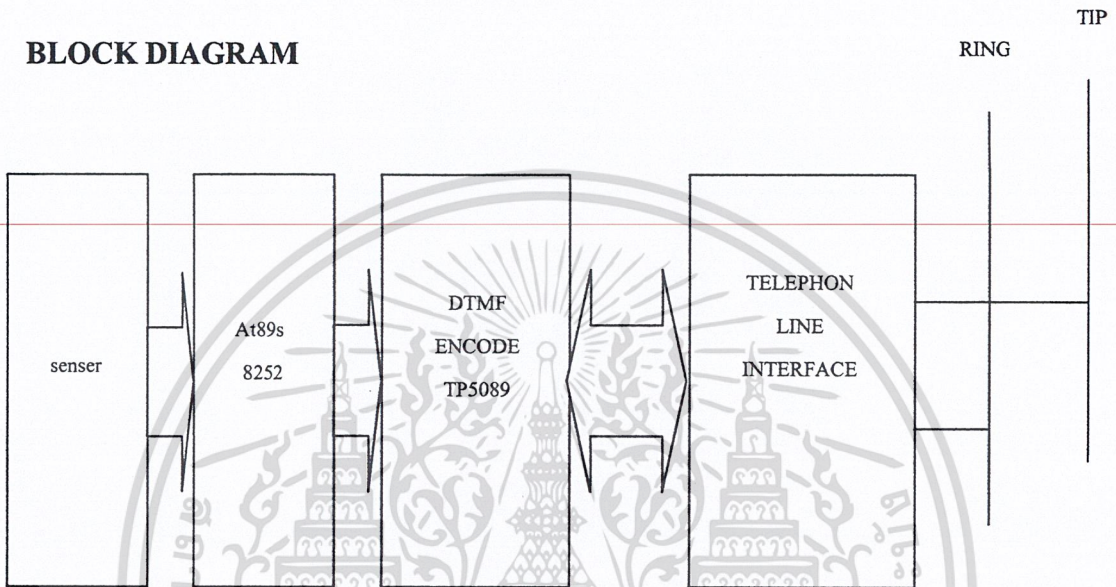
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 หลักการออกแบบ

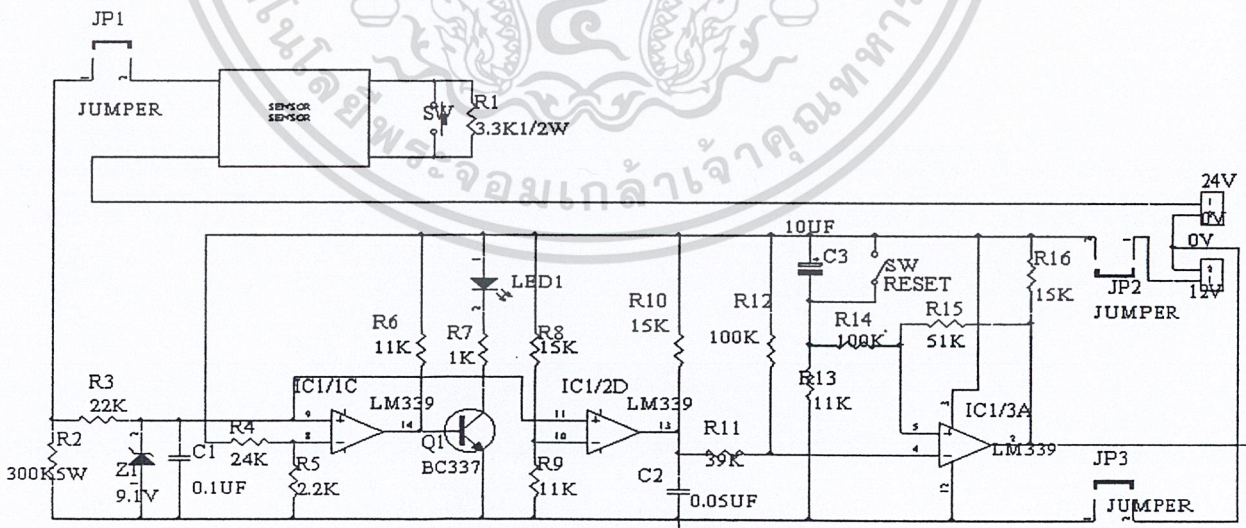
3.1 การออกแบบ HARD WARE

ระบบรักษาความปลอดภัยมีส่วนประกอบต่างๆทางด้าน ฮาร์ดแวร์ ดังต่อไปนี้

BLOCK DIAGRAM



รูปที่ 3.1 BLOCK DIAGRAM ของฮาร์ดแวร์ด้านส่ง



รูปที่ 3.2 วงจรเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

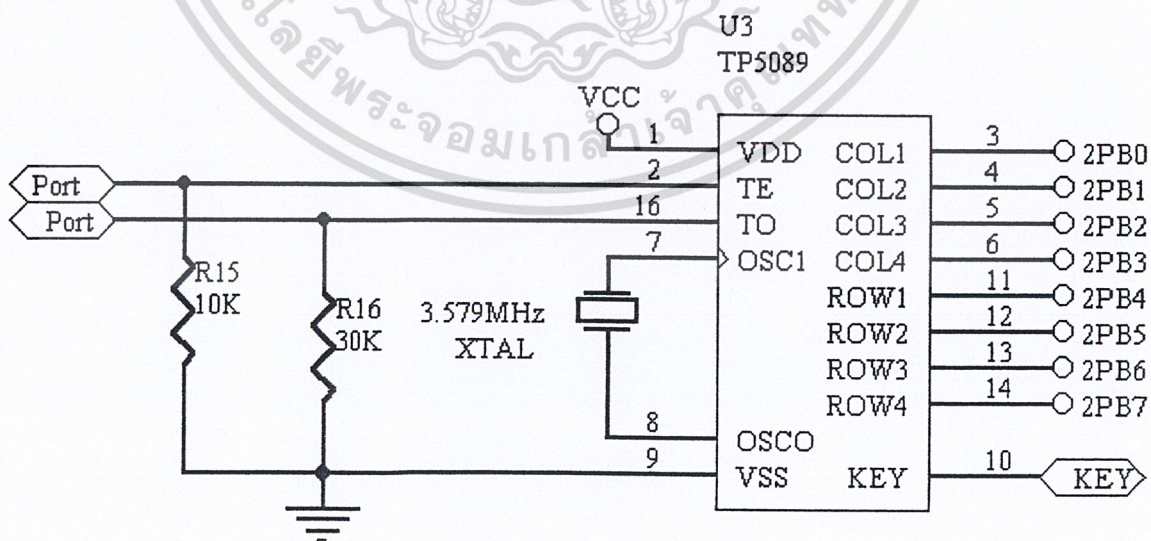
จากบล็อกโคเดแกรมประกอบด้วยวงจรเซนเซอร์

การทำงานของเซนเซอร์สภาวะปกติ จะมีแรงดันไฟตกคร่อม R_2 (2 โวลต์) ตกคร่อม R_5 (1 โวลต์) ตกคร่อม R_9 1 โวลต์ ทำให้ IC LM339 มีแรงดันตกคร่อมขาต่างๆดังนี้ ที่ขั้วที่ 1 ขาที่ 9 (2 โวลต์) ขา 8 (1 โวลต์) ขา 14 (1 โวลต์) ทำให้ Q_1 ทำงาน LED สว่างที่ขา 11 (2 โวลต์) ขา 13 (0 โวลต์) ที่ขา 5 เป็น High เพราะมีแรงดันไฟตกคร่อม R_{13} ก่อนที่ C_2 จะเก็บประจุเต็ม ขา 4 เป็น Low ที่ขา 2 เป็น High เมื่อ C_2 เก็บประจุเต็มขา 5 เป็น Low ขา 4 เป็น Low แต่ที่ขา 2 เป็น High เหมือนเดิมเนื่องจากเพราะคอมพาราเตอร์ส่วนนี้ทำหน้าที่เป็น RS Flip-Flop (ที่สภาวะ "00" ไม่เก็บประจุ) ขา 2 เป็น High อยู่เหมือนเดิม

เมื่อเซนเซอร์ตรวจพบความผิดปกติจะมีแรงดันตกคร่อมที่ R_2 ประมาณ 24 โวลต์ ผ่าน Z_1 ได้ 9.1 โวลต์ทำให้ LM339 มีแรงดันไฟตกคร่อมขาต่างๆดังนี้ ที่ขา 9 (9.1 โวลต์) ขา 8 (1 โวลต์) ขา 14 เป็น High ทำให้ Q_1 ทำงาน LED ติด ขา 11 (9.1 โวลต์) ขา 10 (5 โวลต์) ขา 13 เปลี่ยนจาก Low เป็น High ขา 4 เป็น High ขา 5 เป็น Low ที่ขา 13 เปลี่ยนจาก High เป็น Low ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน

ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์รับสัญญาณแสดงความผิดปกติเป็นอินพุตและ ส่งเอาต์พุตออกไปตามโปรแกรมที่เรากำหนดไว้เพื่อใช้ควบคุมงานในขั้นต่อไปที่เลือกใช้ตัวนี้เพราะว่ามีทานทานอัตรากาเขียนโปรแกรมลง IC จะลงได้มากกว่า Z80



รูปที่ 3.3 วงจรเข้ารหัส DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTMF ENCODE TP5089

DTMF ENCODE TP5089 จะรับรหัสฐานสองที่ส่งมาจากเอาต์พุตพอร์ทเป็นสัญญาณ DTMF ของเลขต่างๆตามที่โปรแกรมไว้

จากรูปที่ 3.3 TP5089 ทำการกำหนดลอจิกที่ขา Row1-Row4 และ Col1-Col4 จาก 2PB0-2PB7 และสัญญาณจะออกจากขา TO แล้วต่อไปยัง TELEPHON LINE INTERFACE เป็นการอินาเบิลให้สามารถส่งสัญญาณ DTMF ทางเอาต์พุตส่วน XTAL ทำหน้าที่ผลิตความถี่ให้เพื่อให้สามารถใช้งานได้

อินเตอร์เฟสไลน์ (TELEPHON LINE INTERFACE)

อินเตอร์เฟสไลน์ ทำหน้าที่เสมือนเป็นเครื่องรับ โทรศัพท์จึงต้องมีอินพุตอิมพีแดนซ์เท่ากับ อิมพีแดนซ์ของกลุ่มสายโทรศัพท์ ที่มาจากองค์การ โทรศัพท์ มี MAGNETIC HIGHBRIDE และ วงจรอินเตอร์เฟสกลุ่มสายโทรศัพท์ ทำหน้าที่คอยตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back) จากและ สัญญาณกลุ่มสายไม่ว่าง (Busy Tone) แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปพัล (Puse) ซึ่งจะมีรูปร่างตามสัญญาณ เรียกกลับหรือสัญญาณกลุ่มสายไม่ว่างในส่วนนี้จะถูกนำเข้าสู่อินพุตพอร์ตเช่นกัน โดย คอนโทรลเลอร์ จะเป็นตัวตัดสินใจว่าเป็นสัญญาณอะไร

สรุปด้านส่ง

ระบบเตือนภัยภายในบ้าน ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Atmel เบอร์ AT89S8252 ทำหน้าที่เป็นส่วนกลางการควบคุมและประมวลผลการทำงานทั้งหมดของระบบ ติดต่อตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ที่มีเอาต์พุตแบบ Digital โดยออกแบบไว้ให้ สามารถติดต่อได้สูงสุด 10 จุด (สามารถเพิ่มเติมได้) TP5089 ใ้รับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่งข้อมูลไปกลุ่มสายโทรศัพท์โดยผ่าน คู่สาย

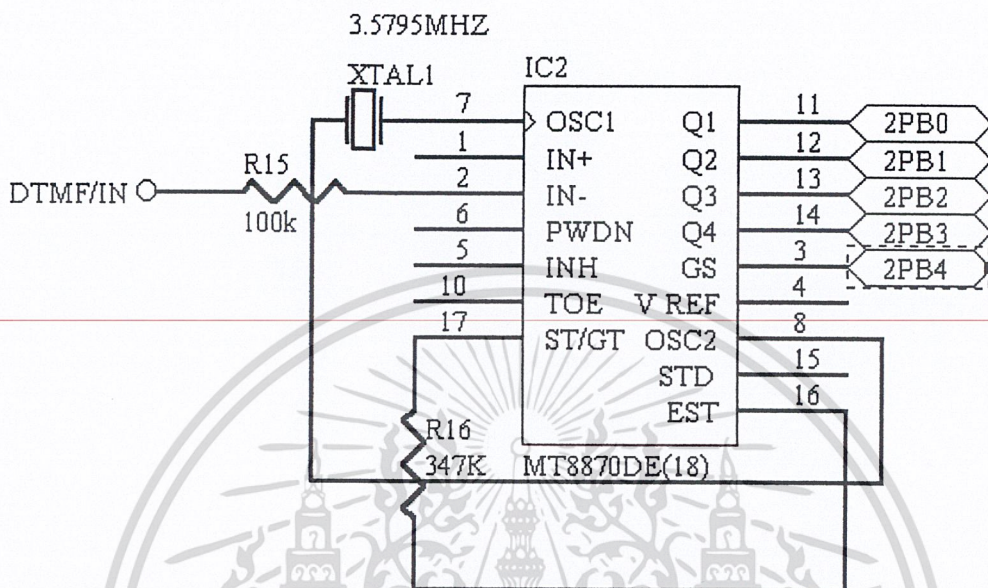
ด้านรับประกอบด้วย

อินเตอร์เฟสไลน์ (TELEPHON LINE INTERFACE)

อินเตอร์เฟสไลน์ จะทำหน้าที่ในการอินเตอร์เฟสกับกลุ่มสายในการรับสัญญาณ DTMF ที่ส่ง มาเมื่อรับสายแล้วส่งต่อไปให้กับ DTMF MT8870

DTMF8870

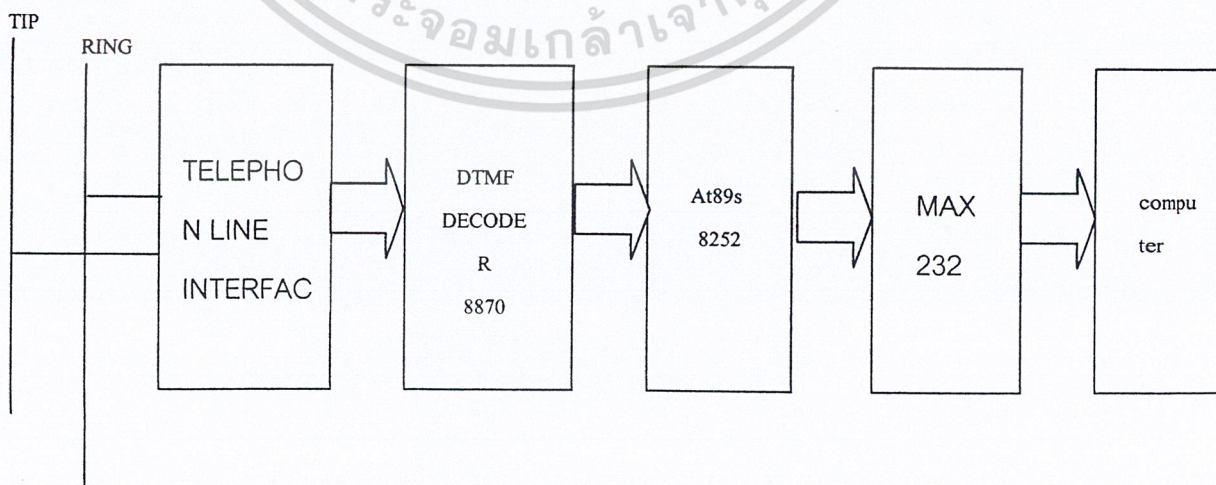
จะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF ที่ส่งมาแล้วทำการถอดรหัสเป็นเลขฐานสิบหกแล้วส่งต่อไปให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป



รูปที่ 3.4 วงจรถอดรหัส DTMF

วงจรนี้ทำหน้าที่ถอดรหัสจากสัญญาณ DTMF ที่ถูกส่งมาตามคู่สายโทรศัพท์ โดยผ่านการกำหนดเกณฑ์การขยาย ให้เป็นลอจิกสูงทำให้เกิดเอาต์พุตที่ Q1-Q4 เป็นเลขฐานสิบหก 8 บิต ต่อเข้ากับ 2PB0-2PB3

BLOCK DIAGRAM

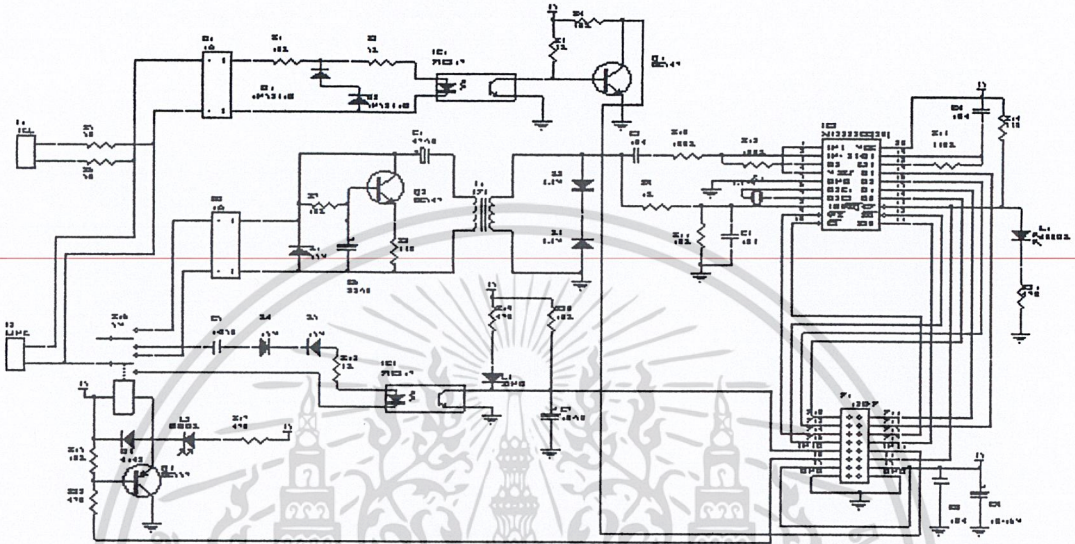


รูปที่ 3.5 BLOCK DIAGRAM ของฮาร์ดแวร์ด้านรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์

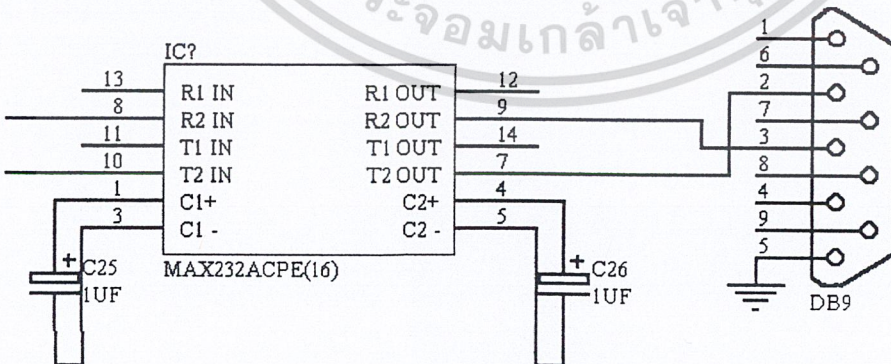
จะเป็นตัวส่งงานตามโปรแกรมที่ตัดสินใจว่าจะรับโทรศัพท์ และรับอินพุตเข้ามาแล้วส่งออกไปที่พอร์ทเอาต์พุตเพื่อส่งไปที่ RS232MAX เพื่อทำการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์



วงจร TELEPHON LINE INTERFACE
รูปที่ 3.5 วงจรอินเตอร์เฟสไลน์ (TELEPHON LINE INTERFACE)

MAX232

จะทำหน้าที่อินเตอร์เฟสระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ กับ คอมพิวเตอร์ทางพอร์ทอนุกรมของโดยขา 8 รับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วทำการส่งข้อมูลไปเข้าคอมพิวเตอร์ที่ขา 7 เมื่อคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลกลับมาก็จะมีขา 9 ทำการรับข้อมูลแล้วทำการส่งกลับเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์โดยขา 10 ส่วน C₂₅ และ C₂₆ นั้นจะทำหน้าที่คล้ายสวิตช์



รูปที่ 3.6 วงจรอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปด้านรับ

เมื่อรับสัญญาณ DTMF มาจากคู่สายโทรศัพท์จะมีการแปลงเป็น BCD ส่งให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะส่งข้อมูลไปให้ MAX232 ทำการอินเทอร์เฟสเข้ากับคอมพิวเตอร์

3.2 การออกแบบ ซอฟต์แวร์

การออกแบบในส่วนของ ซอฟต์แวร์นั้นจะต้องใช้ความเข้าใจและหลักการ รวมทั้งต้องเข้าใจการเชื่อมต่อด้านข้อมูลด้วย

ในส่วนของ ซอฟต์แวร์ นั้นจะมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. ASSEMBLE PROGRAM
2. ACCESS DATABASE
3. VISUAL BASIC

ข้อมูลที่ใช้ในการรับและส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์

ข้อมูลที่ส่งจะส่งเป็นเลขฐาน 16 เพื่อให้สามารถควบคุมง่ายเนื่องจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นมีความสามารถในการรับและส่งข้อมูลแบบนี้รวมทั้งใน COMPUTER ก็สามารถรองรับเลขฐาน 16 เช่นกันเราจึงใช้เลขฐาน 16 เป็นหลักทั้ง ASSEMBLE และ VISUAL BASIC

การออกแบบโปรแกรมเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับ SERIAL PORT

ในส่วนการทำงานของ ซอฟต์แวร์ นั้นจะต้องมีการทำงานของโปรแกรมที่จะจัดทำขึ้นมารองรับการเชื่อมต่อระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์กับ COMPUTER ซึ่งในโปรแกรมนั้นจะต้องทำการเซต POTOCAL ซึ่งเป็นข้อตกลงที่จะต้องเซตค่า

เราสามารถทำได้โดยใช้ VB Control ที่ชื่อว่า MSComm โดยที่คุณต้อง กำหนด Custom Control เข้าไปที่ เมนู Project-->Companents แล้วเลือกที่ช่อง MSComm ก็จะปรากฏ เป็นรูป ไอคอนโทรศัพท์สีเหลือง ให้คลิกที่ไอคอนลากนำมาไว้บน Form ใน Project ของโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมติดต่อกับ Serial Port สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. การติดต่อแบบอินเตอร์รัพต์

ขบวนการอินเตอร์รัพต์ อุปกรณ์รอบข้างเกือบทุกชิ้นจะต้องปฏิบัติงานอยู่ เพื่อส่งสัญญาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปให้แก่ซีพียูเสมอ ถ้าอุปกรณ์นั้นพร้อมที่จะรับส่ง ที่เคยเจอจากการทำโครงการอุปกรณ์ จะส่งเป็นรหัสแอสกีที่เราจะเขียนโปรแกรมอินเทอร์พรีต โดยเมื่อที่ข้อมูลเข้ามาก็จะทำให้มี CommEvent กับ OnComm Event

2.การติดต่อแบบโพลลิ่ง

ในระบบพีซี การโพลลิ่งที่ใช้การส่งผ่านข้อมูลระหว่าง Terminal กับ CPU กรณีข้อมูลเป็นประเภทไบนารีที่ส่งจากคีย์บอร์ด โดยวิธีการนี้จะตรวจสอบ คีย์บอร์ดว่ามีข้อมูลส่งมาหรือเปล่า โดยจะตรวจสอบตลอดเวลา การทำงานกับข้อมูลที่รับเข้ามาจะตรวจสอบด้วยความเร็วที่สูงกว่า อัตราความเร็วข้อมูลที่ส่งเข้ามาทาง คีย์บอร์ด การที่ CPU ส่งสัญญาณไปตรวจสอบพบว่าไม่มีข้อมูลที่ส่งเข้ามา เรียกว่า "Wet Poll" ซึ่งจะเสียช่วงเวลา 90 เปอร์เซ็นต์ คาบเวลาที่เสียไปนั้น เราเลือกใช้เทคนิค การโพลแบบ "Round Robin" แทน แต่ใน VB เราจะใช้การตรวจสอบข้อมูลที่มาจาก Serial Port ตลอดโดยใช้ Control Timer เข้ามาช่วยในการเขียนโปรแกรมซึ่งสามารถตรวจสอบได้ถึงระดับ 1 มิลลิวินาที หรือจะใช้ Do....Loop

-ComPort คือ เราต้องกำหนดหมายเลข Port ที่ใช้ต่อRS-232 (Com1,Com2)

Setting คือ เราต้องกำหนดอัตรา Baud,Parity,Data(จำนวนบิต),Stop ตัวอย่าง 1200,n,8,1 เป็นต้น

1. Property ชื่อ CommPort คือ เลือกคอมพอร์ตที่เราจะต่อใช้งาน

ตัวอย่าง MSComm1.CommPort=1

ในที่นี้เลือกจะใช้ Com1อยู่ที่ด้านหลังเครื่องคอมพิวเตอร์

2. Property ชื่อ Settings คือ การตั้งค่าของการรับส่งข้อมูล ซึ่งจะต้องรู้ด้วยว่าอัตรา ของอุปกรณ์ที่จะติดต่อด้วยเป็นเท่าไร โดยมีรายละเอียดการใส่ต่างๆค่าดังนี้

MSComm1.Settings="Baud (อัตราการรับส่งข้อมูล),(ถ้าไม่ใช่ใส่ N,จำนวนบิตข้อมูล,บิตสตอป"

ตัวอย่าง MSComm1.Settings="1200,N,8,1"

3.Property ชื่อ InputLenคือ กำหนดขนาดขณะที่มีข้อมูลเข้ามาให้ไปอ่านข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในบัฟเฟอร์

ตัวอย่าง MSComm1.InputLen=1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Property ชื่อ PortOpen คือ จะเปิดให้พอร์ตใช้งานหรือไม่ ถ้าเปิด = True ถ้าปิด = False
ตัวอย่าง `MSComm1.PortOpen=True`

5. Property ชื่อ Rthreshold คือ ทำให้เกิดการกระตุ้นด้วย Event-driven เมื่อมีข้อมูลในบัฟเฟอร์รับข้อมูล(Comport)มันทำให้เกิดCommEvent ใน OnComm Event
ตัวอย่าง `MSComm1.Rthreshold =1`

วิธีการรับส่งข้อมูลจากSerialPort

จากวิธีเขียนโค้ดด้านบนเป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับคอมพอร์ต และเปิดใช้การรับและส่งของพอร์ต RS-232 ดังนั้นก็สามารถจะรับและส่งข้อมูลทางพอร์ตได้ โดยใช้ Property ดังนี้
Output = ซึ่งจะเป็นการส่งข้อมูลไปที่พอร์ต Input = เป็นส่วนของการรับข้อมูลจากพอร์ต แต่ในส่วนนี้จะต้องนำค่าตั้งไปเขียนที่ Event Property OnComm จะอยู่ใน Sub MSComm_OnComm ซึ่งจะอ่านข้อมูลเข้ามาจากทางพอร์ต RS232

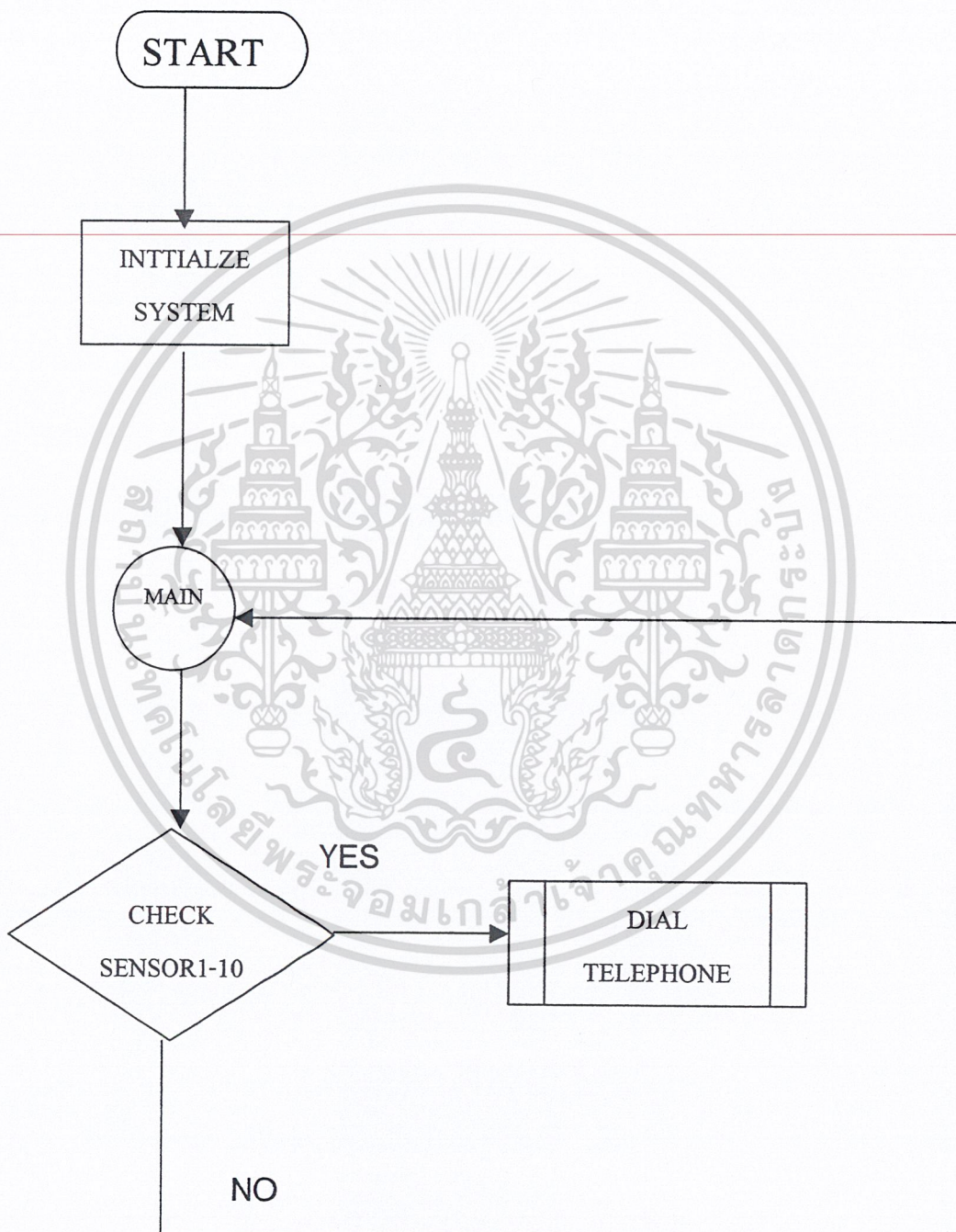
การใช้ VB เขียนโปรแกรมติดต่อ I/O ผ่านทาง Port ของเครื่องคอมฯ ไม่ว่าจะเป็นทาง Serial Port(RS-232) หรือที่รู้จักในชื่อ Com1,Com2 และ Parallel Port หรือ Printer Port นั้นเอง หรืออาจใช้ Card I/O 8255 ซึ่งเป็นการขยายPort I/O ของ Parallel ก็สามารถทำการติดต่อกับฮาร์ดแวร์ ภายนอกผ่านPort ดังที่กล่าวมาได้ อีกทั้งสามารถติดต่อผ่านระบบ Newwork โดยผ่านช่องทางการติดต่ออย่าง TCP/IP จะเห็นได้ว่า VB ก็สามารถทำงานด้าน Interface ฮาร์ดแวร์ ได้ไม่แพ้ภาษาตัวอื่นๆและง่ายกว่า จึงทำให้สามารถทำความเข้าใจเพื่อจะนำไปใช้งานได้สะดวกและรวดเร็ว

Serial Port(RS-232)

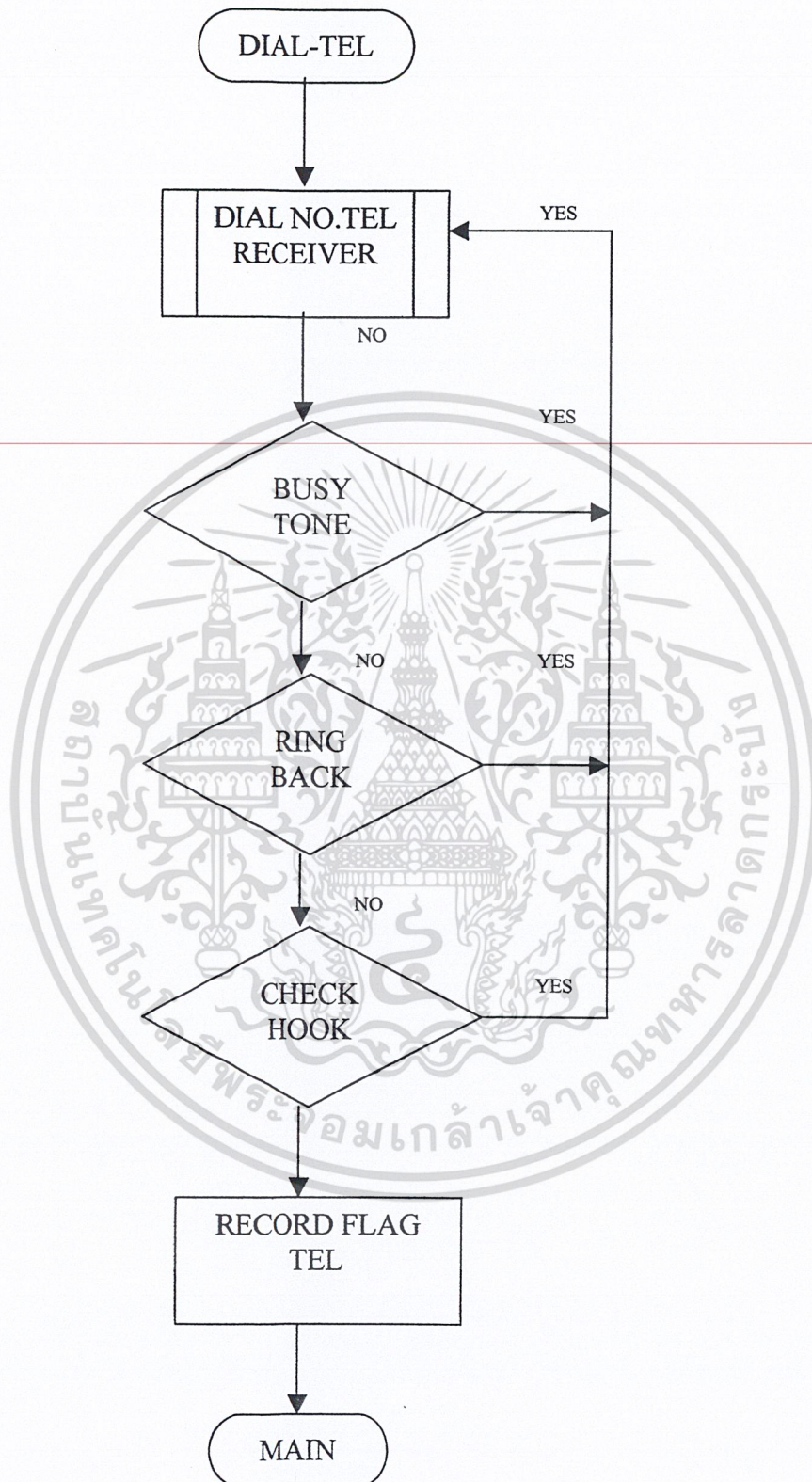
สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆที่มีการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทาง RS-232 อย่างเช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก รวมถึง โหลดเซล(เป็นเซ็นเซอร์ชนิดหนึ่งใช้สำหรับวัดน้ำหนักซึ่งที่ชุดแสดงผลภายในเป็นชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีสัญญาณรับส่งทาง RS-232) เครื่องวัดงานทางด้านไฟฟ้า, ไมโครคอนโทรลเลอร์, ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า, โอนถ่ายข้อมูลในฮาร์ดดิสระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยกัน, ควบคุมแสดงปริมเตอร์ เป็นต้น ข้อดีของการติดต่อข้อมูลกันผ่านทาง RS-232 ก็คือสามารถใช้ได้ในระยะทางไกลๆระหว่างอุปกรณ์ที่ติดต่อกัน

เนื่องจากที่ Microsoft Visual Basic 5,6 จะมีตัวคอนโทรลชื่อ MS Comm ที่ใช้ติดต่อกับ Serial Port(RS-232) ให้ไว้อยู่แล้วไม่จำเป็นต้องเขียนโค้ดให้ยุ่งยากทำให้การพัฒนาโปรแกรมในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

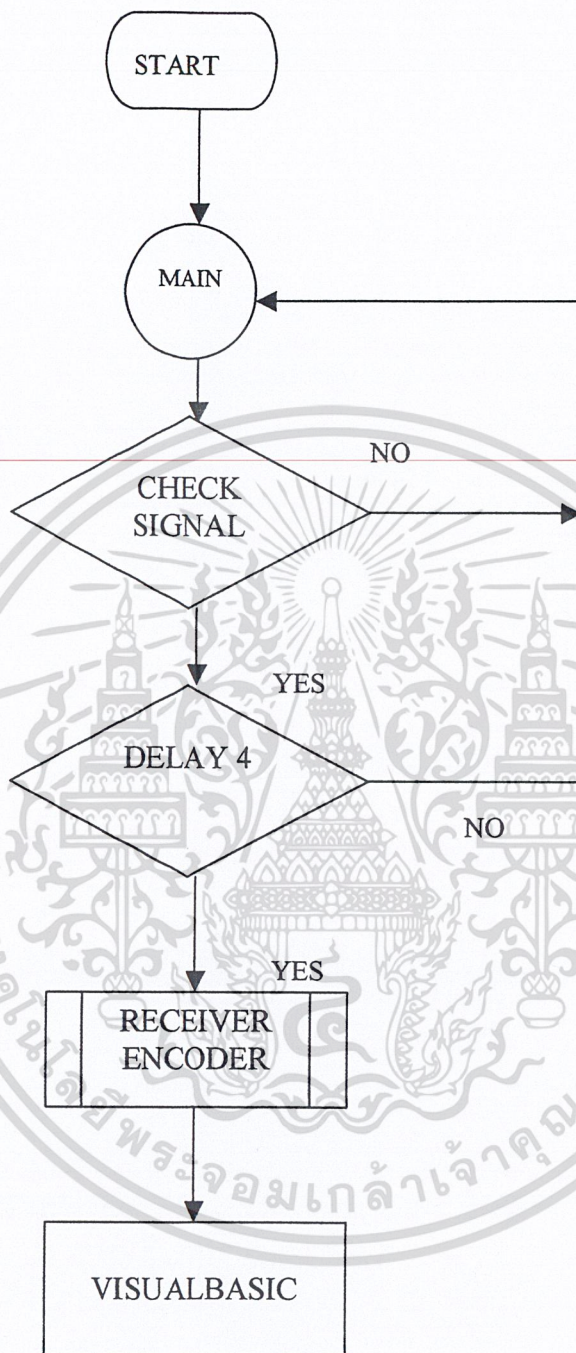
ด้านนี้ได้เร็วและเป็นมาตรฐานในการเขียนโปรแกรมเดียวกันของทุกโปรแกรม ลักษณะเมื่อทำงานร่วมกัน



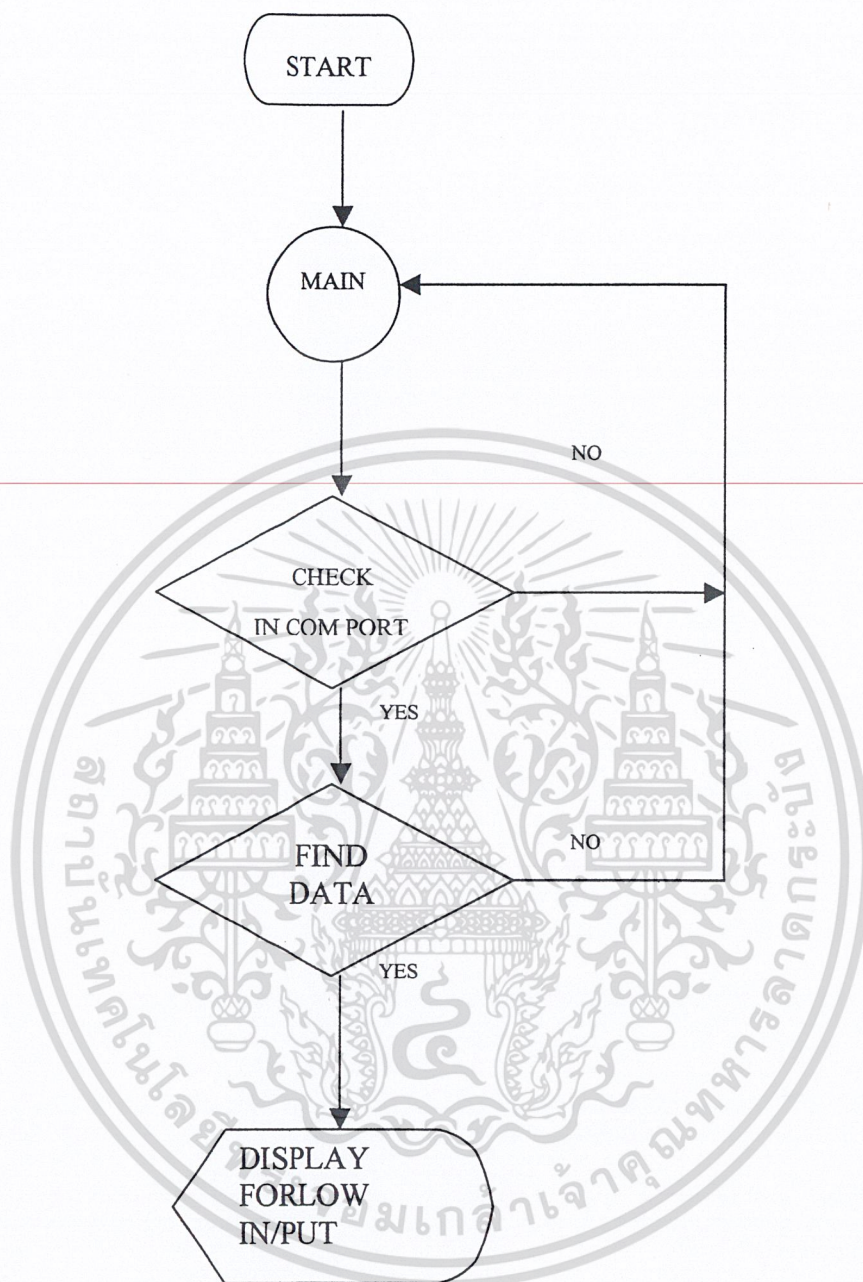
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลอง

การทดลองการทำงานของระบบนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจริง ตามที่ออกแบบไว้ตั้งแต่ต้นจึงได้แบ่งไว้เป็นข้อๆดังนี้

การทำงานภาคส่งและรับเมื่อมีสัญญาณ Alarm ที่ภาคส่ง ขั้นตอนการทดลอง

- 1.ต้องวางจรรยาให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
- 2.จุดไฟเพื่อให้เกิดควัน
- 3.สังเกตการทำงานและการ โทรออก
- 4.คุณ้านรับว่าได้รับแจ้งหรือไม่
- 5.เมื่อได้รับแจ้งแล้วเป็นอย่างไร

หลังจากการทดลองแล้วพบว่ามีการ โทรออก และส่งรหัสข้อมูลของบ้านและ Alarm ที่ เซนเซอร์ควันออกมาเมื่อ โทรติดแล้วและที่ภาครับ ได้มีการรับ โทรศัพท์และรับข้อมูลแล้วจะส่งเสียง เตือนและแสดงผลออกทาง โปรแกรมแสดงรหัสบ้านและเซนเซอร์ที่ Alarm พร้อมเบอร์ โทรติดต่อ นุกเงิน

การทำงานภาคส่งและรับเมื่อเซนเซอร์เกิดชำรุดหรือขาดหรือถูกตัด,จัมสาย ที่ภาคส่ง ขั้นตอนการทดลอง

- 1.ต้องวางจรรยาให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
- 2.เลื่อนตัดสายที่ต่อเซนเซอร์ควัน ให้ขาดจากกัน
- 3.สังเกตการทำงานและการ โทรออก
- 4.คุณ้านรับว่าได้รับแจ้งหรือไม่
- 5.เมื่อได้รับแจ้งแล้วเป็นอย่างไร

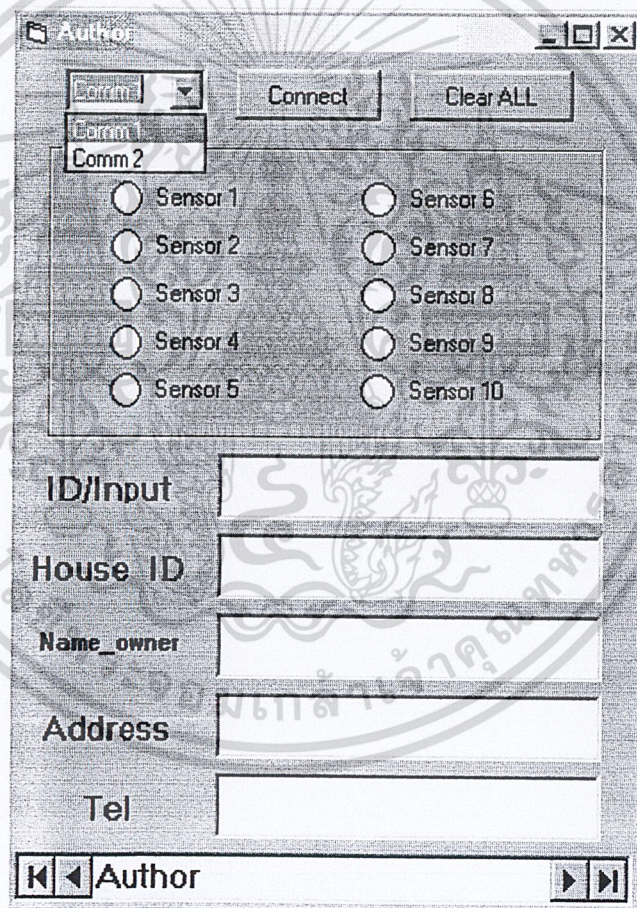
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

หลังจากการทดลองแล้วพบว่ามีการ โทรออกและส่งรหัสข้อมูลของบ้านและ อาคารผิดปกติเนื่องจากการถูกตัดสายที่ต่อเซนเซอร์ควันเมื่อ โทรติดแล้วและที่ภาครับ ได้มีการรับ โทรศัพท์ และรับข้อมูลแล้วจะส่งเสียงเตือนและแสดงผลออกทาง โปรแกรมแสดงรหัสบ้านและเซนเซอร์ที่ถูกตัดสาย พร้อมเบอร์โทรติดต่อกูเงิน

ผลการทดลองที่เกิดขึ้นที่ภาครับ

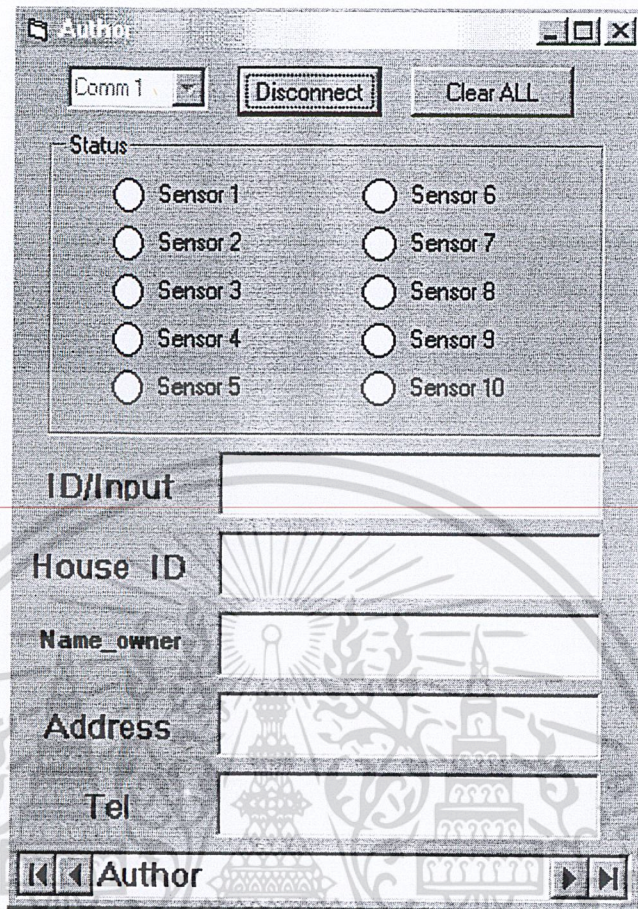
เราอธิบายได้ทำการจากแบบรูปภาพเมื่อมีสัญญาณ Alarm ที่ภาคส่ง



รูปที่ 4.1 เปิดโปรแกรมที่ทำการเชื่อมต่อกับภาครับ

หลังจากที่เราเรียก โปรแกรมขึ้นมาใช้งานเราได้ทำการเลือก คอมพอร์ตเพื่อที่จะได้ให้ คอมพิวเตอร์รู้ว่าบัดนี้ได้มีการ อินเทอร์เน็ต กับ ฮาร์ดแวร์ ภายนอก (ภาครับ) แล้วนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



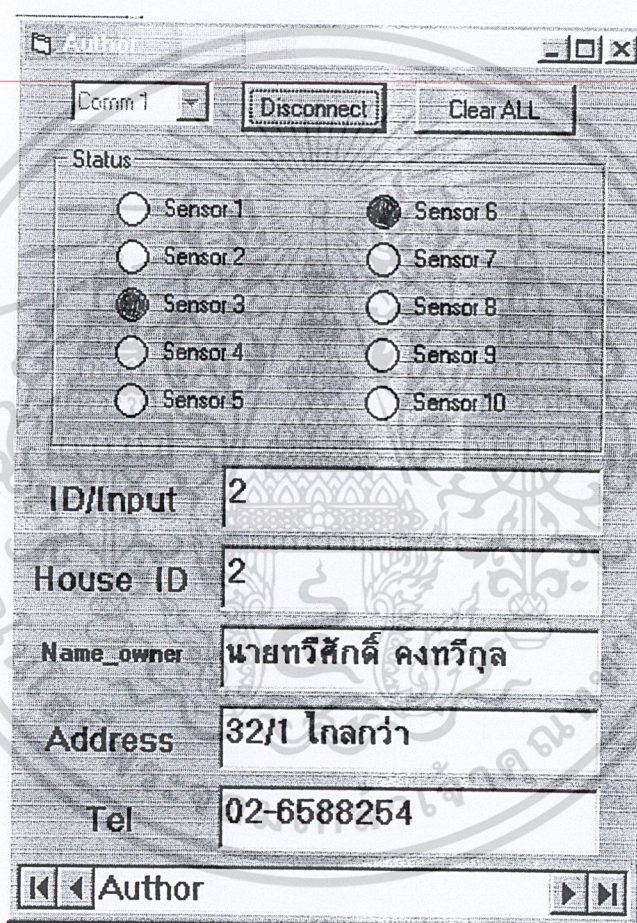
รูปที่ 4.2 ทำการเชื่อมต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์ กับ ภาครับสัญญาณ
โดยการกดปุ่ม (Connect) ถึงเกิดว่า Sensor จะเป็นสีเขียวแสดงว่ามีการติดต่อเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 ทำการค้นหา

เมื่อมีอินพุตเข้ามาจากบ้านหลังแรกในกรณีนี้เกิดจากเซนเซอร์ตัวที่ 5 ID 1 ทำการค้นหาว่าบ้าน ID 1 คือบ้านหลังใดใครเป็นเจ้าของตั้งอยู่ที่ไหนหลังจากทำการค้นหาเราจะรู้ว่าเป็นบ้านของ นาย โสภณ

ทำการทดลองอีกครั้งโดยใช้หมายเลขโทรศัพท์หมายเลขอื่น และให้เซนเซอร์เกิดชำรุดหรือขาดหรือ
ถูกตัด,จัมสาย ที่ภาคส่ง



รูปที่ 4.4 ทำการทดลองอีกครั้ง

โดยเปลี่ยนเบอร์ที่โทรเข้าและให้ เซนเซอร์ มีความผิดปกติ 2 จุด พบว่า ID ที่เข้ามาเป็น ID
ที่ 2 และ เซนเซอร์ มีความผิดปกติ 2 จุดหลังจากทำการค้นหาจึงพบว่าเป็นบ้านของนายทวีศักดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

วงจรของระบบรักษาความปลอดภัยด้านส่งและด้านรับ ต้องคิดเสมอว่าทำอย่างไรให้อุปกรณ์น้อยที่สุดและสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องด้วย ซึ่งปัญหาที่พบคือเราต้องใช้เวลาในการออกแบบมาก เนื่องจากต้องคำนึงถึงการออกแบบโปรแกรมการทำงานไปพร้อมกัน โดยการนำเอาต์พุตมาพิจารณาในการเขียนโปรแกรม เพื่อที่จะทำให้เราใช้อุปกรณ์ได้มีประสิทธิภาพสูงสุด โครงการนี้จึงไม่ได้เน้นทางด้านฮาร์ดแวร์การทำงานส่วนใหญ่จึงเน้นที่ตัวโปรแกรม เพราะเป็นส่วนที่สามารถเปลี่ยนแปลงและแก้ไขได้สะดวก

เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมจำเป็นต้องใช้สัญญาณต่าง ๆ เป็นสัญญาณอ้างอิงและมีความจำเป็นที่จะต้องใช้สัญญาณจริงของกลุ่มสายโทรศัพท์ในการทดลอง โดยอาศัยความร่วมมือจากกลุ่มสายปลายทางเพื่อพัฒนาโปรแกรมให้ถูกต้องมากที่สุด

ปัญหาที่พบคือ การใช้งานกลุ่มสายโทรศัพท์ในแต่ละขุมนั้นสายจะมีความแตกต่างกัน เช่น ขุมสายภายในใช้ความถี่ต่าง ๆ เพียงถี่เดียวเท่านั้น แต่ขุมสายภายนอกหรือขุมสายของกิจการโทรศัพท์นั้นใช้ด้วยกันหลายความถี่ และเรื่องของเวลาในการส่งสัญญาณเรียกกลับของกลุ่มสายแบบพัลส์ นั้นใช้เวลาส่งมากกว่ากลุ่มสายแบบโทน ซึ่งในส่วนของฮาร์ดแวร์ได้ออกแบบไว้สำหรับกลุ่มสายที่เป็นแบบโทน เนื่องจากกลุ่มสายแบบโทนนั้นจะมีความคงที่หรือระยะเวลาที่แน่นอน ที่จะสามารถใช้ในการตรวจสอบลักษณะของสัญญาณที่กอบกลับมายังเครื่องส่งงานและเตือนภัย เพื่อจะได้รู้ว่าปลายทางนั้นมีการตอบรับ ดังนั้นหมายเลขปลายทางที่จะทำการติดต่อนั้นควรจะเป็นหมายเลขที่ใช้กับระบบโทนเท่านั้น จากการศึกษาได้พยายามปรับปรุงโปรแกรมให้ใช้กับกลุ่มสายแบบพัลส์นั้นทำให้ความถูกต้องของการใช้งานกับกลุ่มสายแบบโทนนั้นมีประสิทธิภาพลดลงด้วย และ ปัญหาอีกอย่างหนึ่งก็คือจำนวนเซนเซอร์ที่ใช้ได้นั้นน้อยไปเราสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยทำการเพิ่มตัวเซนเซอร์ที่ฮาร์ดแวร์และทำการแก้ที่ตัวโปรแกรม รวมทั้งควรที่จะมีระบบอัดเสียงอัตโนมัติ เพื่อจะได้เป็นการยืนยันความแน่นอนอีกด้วยรวมทั้งเพื่อให้ผู้ที่นำไปใช้นั้นใช้ได้สะดวกขึ้น เราควรทำให้ที่ตัวเครื่องส่งสามารถโปรแกรมเบอร์ได้โดยตัวผู้ใช้เองทางด้านเครื่องรับก็ควรที่จะแสดงเบอร์ที่โทรเข้าบนฮาร์ดแวร์ได้ด้วย

ในการพัฒนาต่อไป เราสามารถใช้โปรแกรมภาษาทางคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เช่น Java, Html หรือ Visual Basic เป็นต้น โดยเฉพาะ Java เพราะสมัยนี้เทคโนโลยีโทรศัพท์ไร้สายนั้นสามารถแสดงกราฟฟิกได้เพื่อทำให้มีการใช้งานบนอินเทอร์เน็ตได้และทางด้านตัวบ้านเรายังหรืออาจจะพัฒนาให้ระบบสามารถใช้โทรศัพท์ไร้สายมาควบคุมระบบภายในบ้านได้

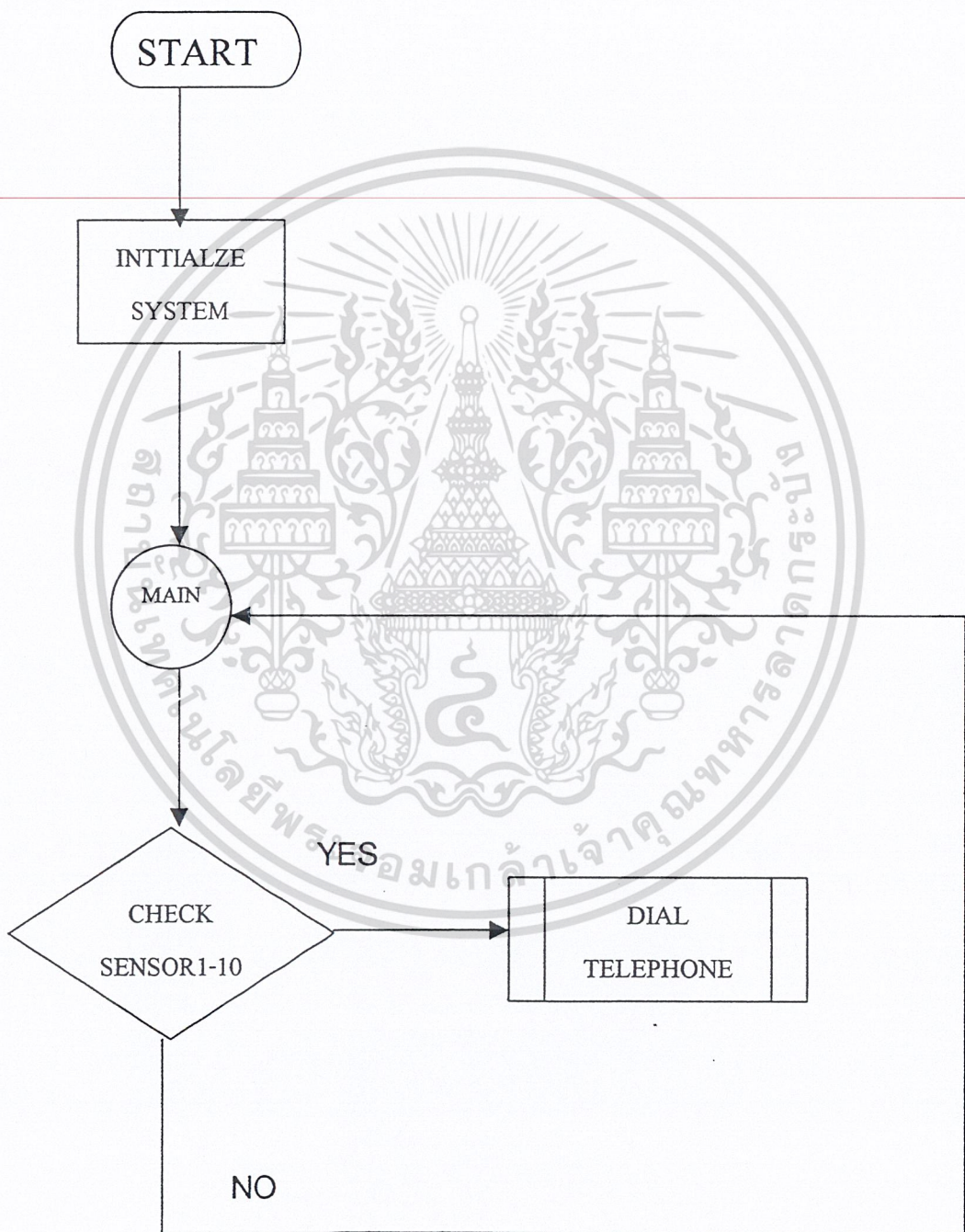
บรรณานุกรม

1. วีรวัฒน์ ประกอบผล “การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์” 2541 กรุงเทพมหานคร ส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทยญี่ปุ่น)
2. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ “การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51” 2537 กรุงเทพมหานคร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. จิรศักดิ์ เหลืองอไร “คัมภีร์การใช้งานสื่อสารข้อมูลบน PC” 2538 กรุงเทพมหานคร บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด
4. กิตติ ภัคดีวิวัฒนะกุลและจำลอง ครูอุตสาหกรรม Visual Basic6 ฉบับโปรแกรมเมอร์ 2542 บริษัท เททีพีคอมพิวเตอร์ คอนซัลท์ จำกัด
5. Director , S.W. , “Circuit Theory A Computational Approach “, John Wilay & Sonns 1975.
6. Calahan, D.A., & Kuh, “Compter Network design “, Mc Grew-Hill,1995

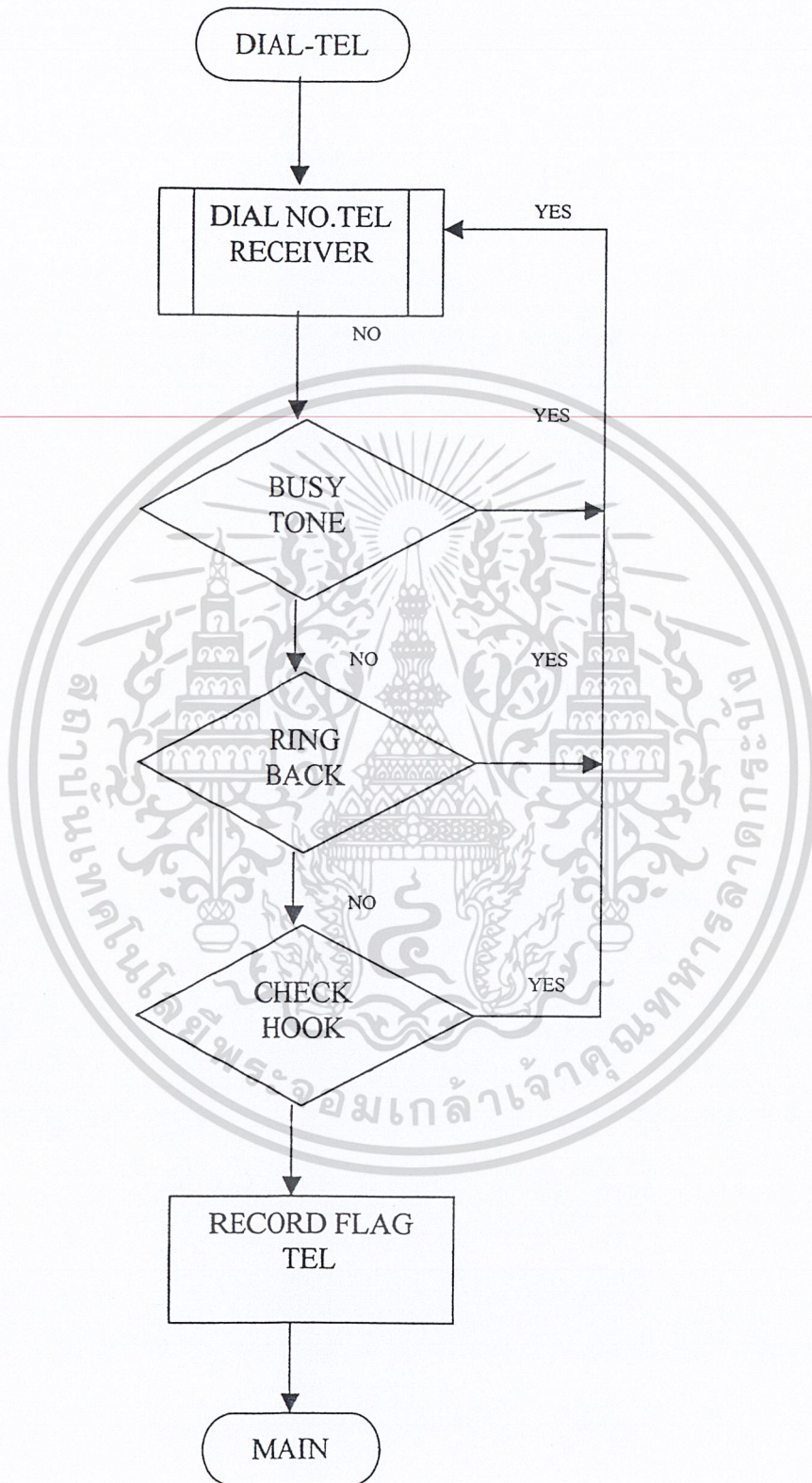
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



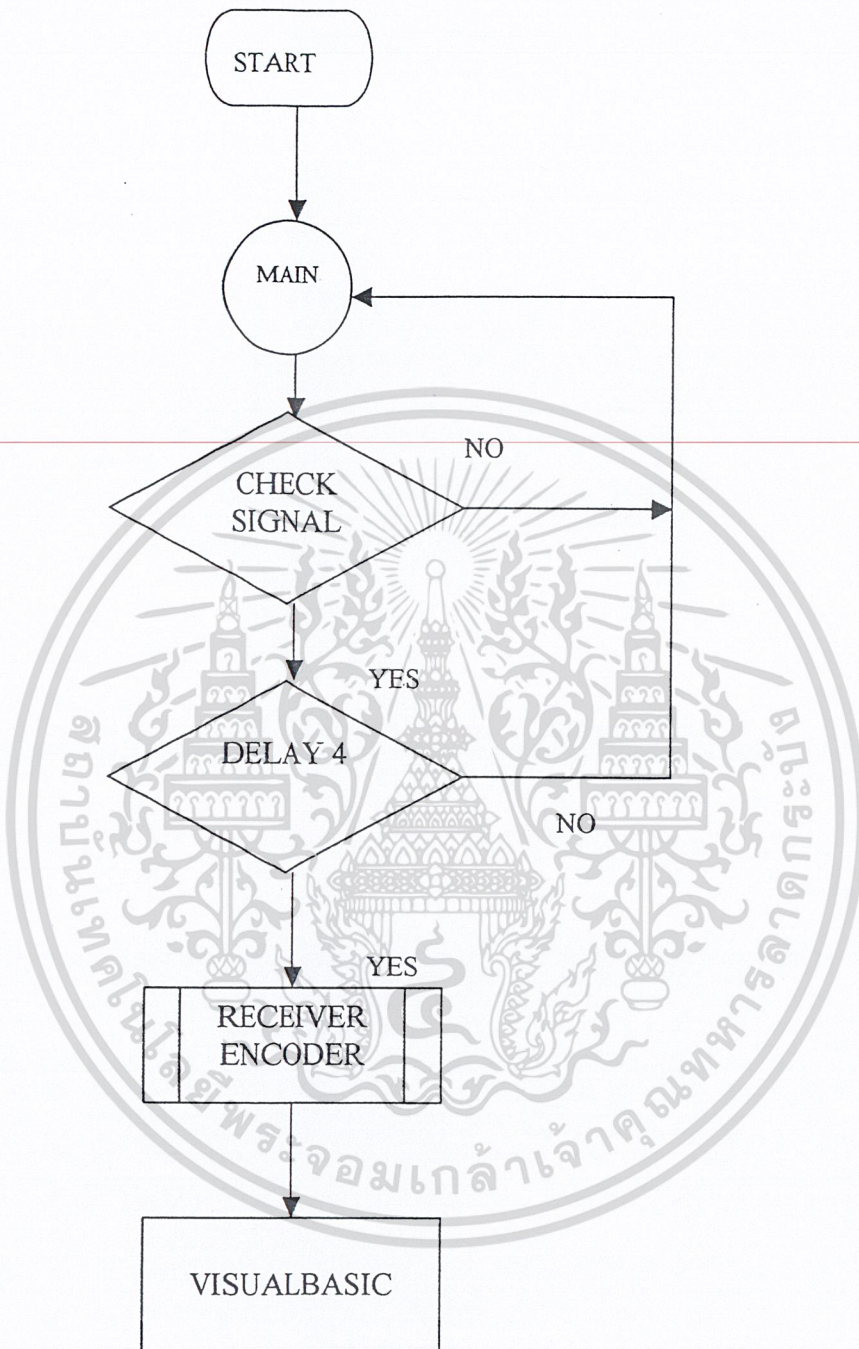
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



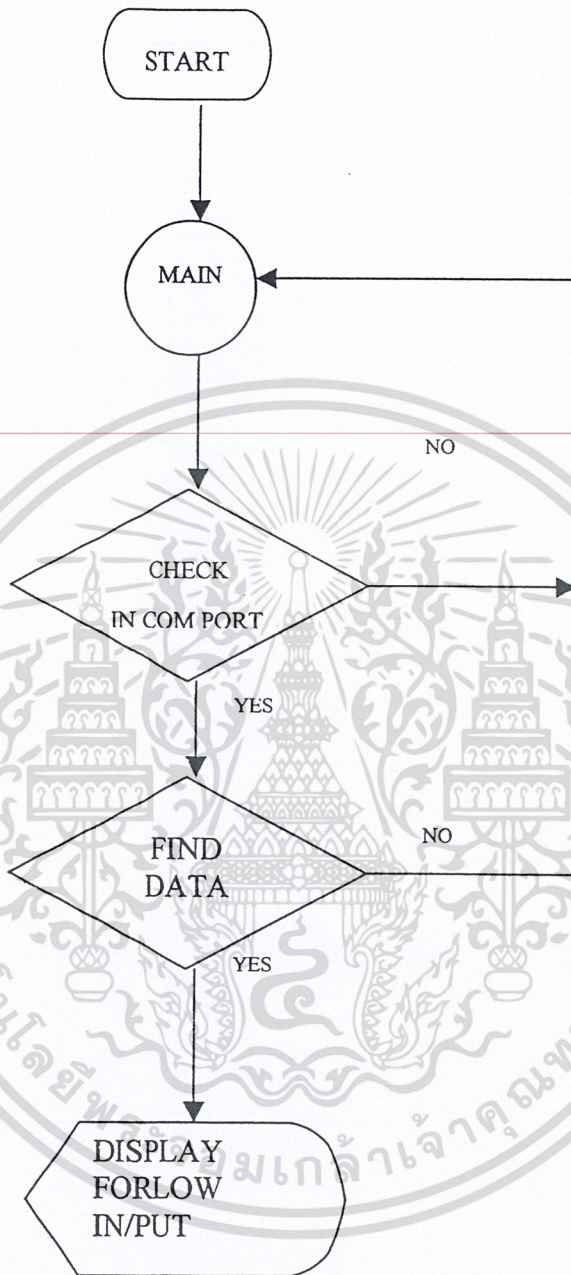
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SEN1      EQU   P3.0
SEN2      EQU   P3.1
SEN3      EQU   P3.2
SEN4      EQU   P3.3
SEN5      EQU   P3.4
SEN6      EQU   P3.5
SEN7      EQU   P3.6
SEN8      EQU   P3.7
SEN9      EQU   P0.0
SEN10     EQU   P0.1

CHOOK     EQU   P0.5
HOOK      EQU   P0.6
RING      EQU   P0.7
DATA      EQU   020H

ORG 0000H
GO_ON:    MOV   SP,#256-32
          MOV   P0,#0FFH
          MOV   P1,#0FFH
          MOV   P2,#0FFH
          MOV   P3,#0FFH

          LCALL DELAY_1S
          LCALL DELAY_1S

CK1:      JB    SEN1,CK2
          LJMP  S1ACK
CK2:      JB    SEN2,CK3
          LJMP  S2ACK

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CK3: JB SEN3,CK4

LJMP S3ACK

CK4: JB SEN4,CK5

LJMP S4ACK

CK5: JB SEN5,CK6

LJMP S5ACK

CK6: JB SEN6,CK7

LJMP S6ACK

CK7: JB SEN7,CK8

LJMP S7ACK

CK8: JB SEN8,CK9

LJMP S8ACK

CK9: JB SEN9,CK10

LJMP S9ACK

CK10: JB SEN10,CK1

LJMP S10ACK

S1ACK: CLR HOOK

LCALL DELAY_1S

LCALL DAIL

LCALL WAIT

MOV P2,#11101110B ;1

LCALL DDL

LCALL DELAY_1S

SETB HOOK

LJMP CK1

S2ACK: CLR HOOK

LCALL DELAY_1S

LCALL DAIL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCALL WAIT
MOV P2,#11011110B ;2
LCALL DDL
LCALL DELAY_1S
SETB HOOK
LJMP CK1
```

```
S3ACK: CLR HOOK
LCALL DELAY_1S
LCALL DAIL
LCALL WAIT
MOV P2,#10111110B ;3
LCALL DDL
LCALL DELAY_1S
SETB HOOK
LJMP CK1
```

```
S4ACK: CLR HOOK
LCALL DELAY_1S
LCALL DAIL
LCALL WAIT
MOV P2,#11101101B ;4
LCALL DDL
LCALL DELAY_1S
SETB HOOK
LJMP CK1
```

```
S5ACK: CLR HOOK
LCALL DELAY_1S
LCALL DAIL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCALL WAIT
MOV P2,#11011101B;5
LCALL DDL
LCALL DELAY_1S
SETB HOOK
LJMP CK1
```

```
S6ACK: CLR HOOK
LCALL DELAY_1S
LCALL DAIL
LCALL WAIT
MOV P2,#10111101B;6
LCALL DDL
LCALL DELAY_1S
SETB HOOK
LJMP CK1
```

```
S7ACK: CLR HOOK
LCALL DELAY_1S
LCALL DAIL
LCALL WAIT
MOV P2,#11101011B;7
LCALL DDL
LCALL DELAY_1S
SETB HOOK
LJMP CK1
```

```
S8ACK: CLR HOOK
LCALL DELAY_1S
LCALL DAIL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCALL WAIT
MOV P2,#11011011B;8
LCALL DDL
LCALL DELAY_1S
SETB HOOK
LJMP CK1
```

```
S9ACK: CLR HOOK
LCALL DELAY_1S
LCALL DAIL
LCALL WAIT
MOV P2,#10111011B ;9
LCALL DDL
LCALL DELAY_1S
SETB HOOK
LJMP CK1
```

```
S10ACK: CLR HOOK
LCALL DELAY_1S
LCALL DAIL
LCALL WAIT
MOV P2,#01111110B
LCALL DDL
LCALL DELAY_1S
SETB HOOK
LJMP CK1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WAIT:  LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        LCALL DELAY_1S
        RET
```

;C4C3C2C1R4R3R2R1

```
DAIL:  MOV  P2,#11101110B    ;1
        LCALL DDL
        MOV  P2,#11101110B    ;1
        LCALL DDL
        MOV  P2,#11101110B    ;1
        LCALL DDL
        RET
```

DDL: LCALL DELAY_100MS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DELAY_100MS
MOV P2,#11111111B
LCALL DELAY_100MS
RET

```

```

;*****
;

```

```

;*          DELAY MODULE          *

```

```

;*****

```

```

DELAY_10ms:    MOV  7,#010
DELAY_10ms_1:  MOV  6,#0E6H
DELAY_10ms_2:  NOP
NOP
DJNZ R6,DELAY_10ms_2
DJNZ R7,DELAY_10ms_1
RET

```

```

DELAY_100ms:   MOV  7,#080
DELAY_100ms_1: MOV  6,#0E6H
DELAY_100ms_2: NOP
NOP
DJNZ R6,DELAY_10ms_2
DJNZ R7,DELAY_10ms_1
RET

```

```

DELAY_1s:      MOV  5,#100
DELAY_1s_1:    LCALL DELAY_10ms
DJNZ R5,DELAY_1s_1
RET

```

```

DELAY_11s:     MOV  5,#050

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DELAY_11s_1:    LCALL DELAY_10ms
                DJNZ  R5,DELAY_11s_1
                RET
                END

```

```

STD            EQU  P0.4
CHOOK         EQU  P0.7
HOOK          EQU  P0.6
RING          EQU  P0.5
DATA          EQU  020H

```

```
ORG 0000H
```

```

GO_ON:        MOV  SP,#256-32
                MOV  P0,#0FFH
                MOV  P1,#0FFH
                MOV  P2,#0FFH
                MOV  P3,#0FFH

```

```
LCALL DELAY_1S
```

```
LCALL DELAY_1S
```

```

MOV  TMOD,#00100000B    ;time1 mode2
MOV  SCON,#01010000B    ;mode1 serial port
MOV  TH1,#0FDH          ; 9600 BPS
MOV  A,#00H
MOV  PCON,A              ;SMOD = 0
CLR  ET1                  ;clear timer1 interrupt
SETB TR1                 ;start timer1

```

```
CALL_IN:      JB  RING,$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

NOP
NOP
JNB RING,$
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
JB RING,$
NOP
NOP
JNB RING,$
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
JB RING,$
NOP
NOP
JNB RING,$
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
JB RING,$
NOP
NOP
JNB RING,$
CLR HOOK

```

```

LOOP:  JNB  STD,$
        NOP
        NOP
        JB  STD,$
        MOV A,P0
        ANL A,#0FH

```

```
LCALL TX_BYTE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
SETB HOOK
LJMP CALL_IN
```

```
WAIT: LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
RET
```

```
DAIL: MOV P2,#11010111B ;0
LCALL DDL
MOV P2,#10111101B ;1
LCALL DDL
MOV P2,#10111101B ;7
LCALL DDL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV P2,#11101110B ;5
LCALL DDL
MOV P2,#11011011B ;3
LCALL DDL
MOV P2,#11011101B ;2
LCALL DDL
MOV P2,#11010111B ;8
LCALL DDL
MOV P2,#10111110B ;4
LCALL DDL
MOV P2,#10111110B ;4
LCALL DDL
RET
DDL: LCALL DELAY_100MS
LCALL DELAY_100MS
MOV P2,#11111111B
LCALL DELAY_100MS
RET
TX_BYTE: CLR TI
MOV SBUF,A
JNB TI,$
CLR TI
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

*****
;*          DELAY MODULE          *
*****
DELAY_10ms:      MOV    7,#010
DELAY_10ms_1:    MOV    6,#0E6H
DELAY_10ms_2:    NOP
                 NOP
                 DJNZ   R6,DELAY_10ms_2
                 DJNZ   R7,DELAY_10ms_1
                 RET

DELAY_100ms:     MOV    7,#080
DELAY_100ms_1:  MOV    6,#0E6H
DELAY_100ms_2:  NOP
                 NOP
                 DJNZ   R6,DELAY_10ms_2
                 DJNZ   R7,DELAY_10ms_1
                 RET

DELAY_1s:        MOV    5,#100
DELAY_1s_1:      LCALL  DELAY_10ms
                 DJNZ   R5,DELAY_1s_1
                 RET

DELAY_11s:       MOV    5,#050
DELAY_11s_1:     LCALL  DELAY_10ms
                 DJNZ   R5,DELAY_11s_1
                 RET
                 END

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private Declare Function PlaySound Lib "winmm.dll" Alias "PlaySoundA" (ByVal
lpzName As String, ByVal hModule As Long, ByVal dwFlags As Long) As Long
Private Sub Command1_Click()
If Command1.Caption = "Connect" Then
    Combo1.Enabled = False
    Command1.Caption = "Disconnect"
    MSComm1.CommPort = Combo1.ItemData(Combo1.ListIndex)
    MSComm1.PortOpen = True
    Dim i As Byte
    For i = 1 To 10
        Shape1(i).BackColor = vbGreen
    Next i
Else
    For i = 1 To 10
        Shape1(i).BackColor = vbRed
    Next i
    Combo1.Enabled = True
    Command1.Caption = "Connect"
    MSComm1.PortOpen = False
End If
End Sub

```

```

Private Sub Command2_Click()
Dim i As Byte
For i = 1 To 10
    Shape1(i).BackColor = vbGreen
Next i
Timer1.Enabled = False
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Form_Load()
```

```
Combo1.ListIndex = 0
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click(Index As Integer)
```

```
Shape1(Index).BackColor = vbGreen
```

```
Timer1.Enabled = False
```

```
Dim i As Byte
```

```
For i = 1 To 10
```

```
    If Shape1(i).BackColor = vbRed Then Timer1.Enabled = True
```

```
Next i
```

```
End Sub
```

```
Private Sub MSComm1_OnComm()
```

```
If MSComm1.CommEvent = comEvReceive Then
```

```
    Dim buf As Byte
```

```
    buf = Asc(MSComm1.Input)
```

```
    Shape1(buf).BackColor = vbRed
```

```
    Timer1.Enabled = True
```

```
End If
```

```
End Sub
```

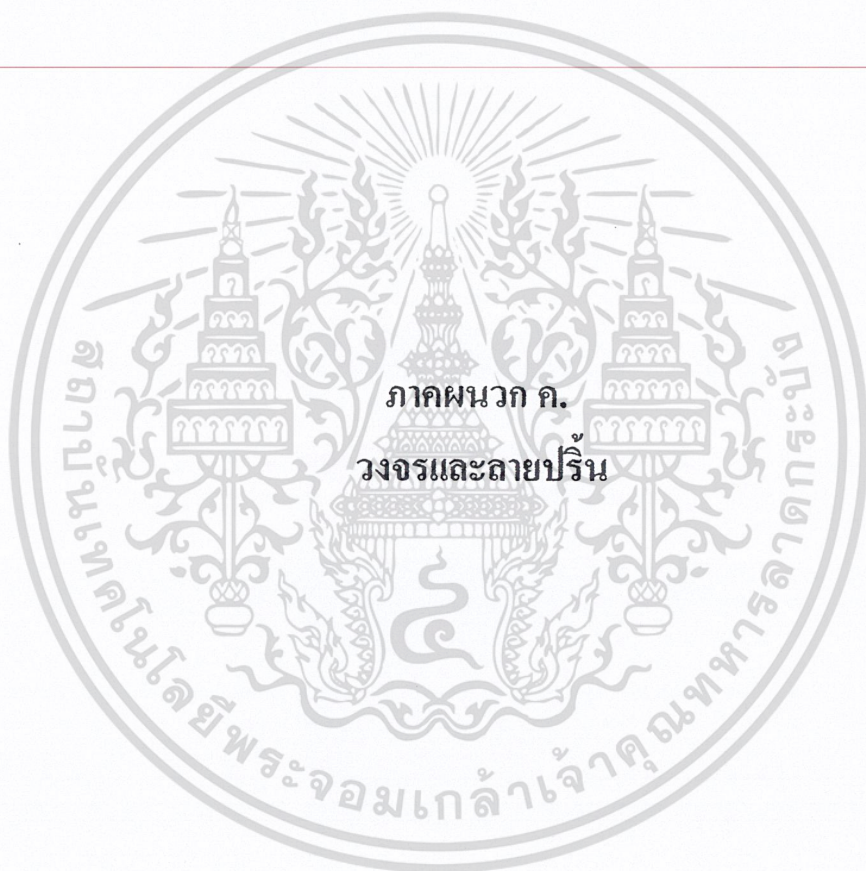
```
Private Sub Timer1_Timer()
```

```
Dim a As Long, b As Long
```

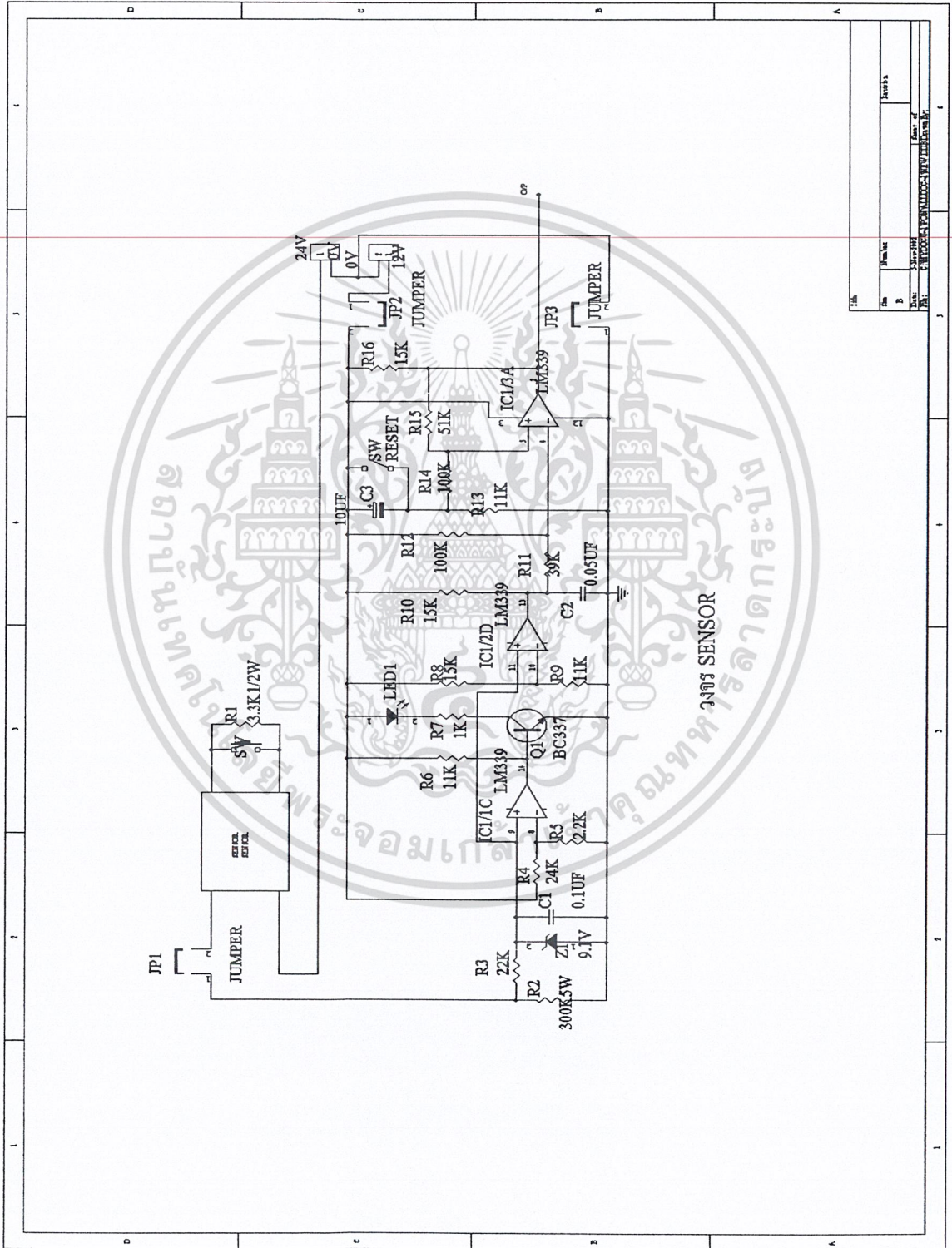
```
PlaySound "c:\1.wav", a, b
```

```
End Sub
```

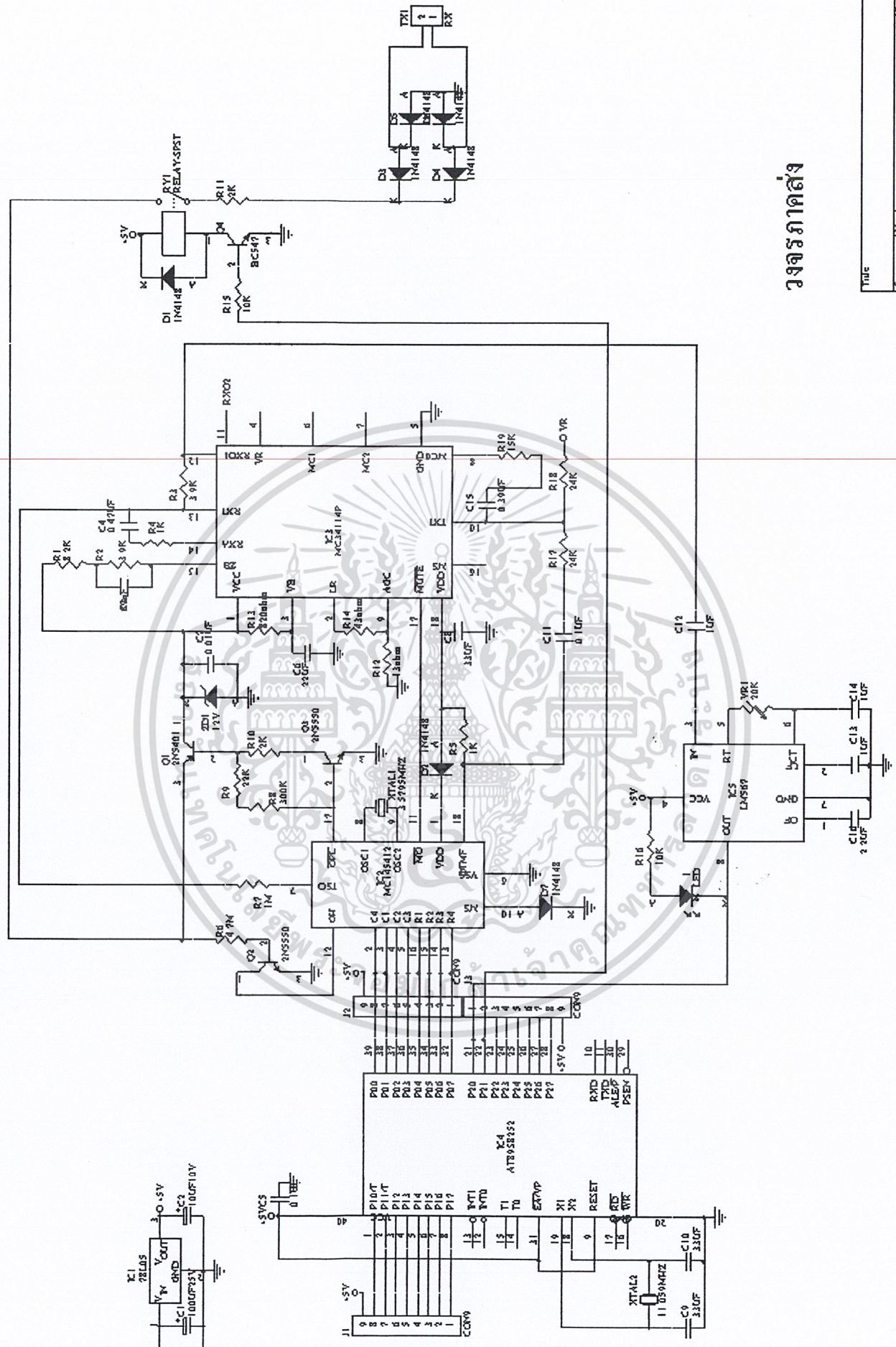
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



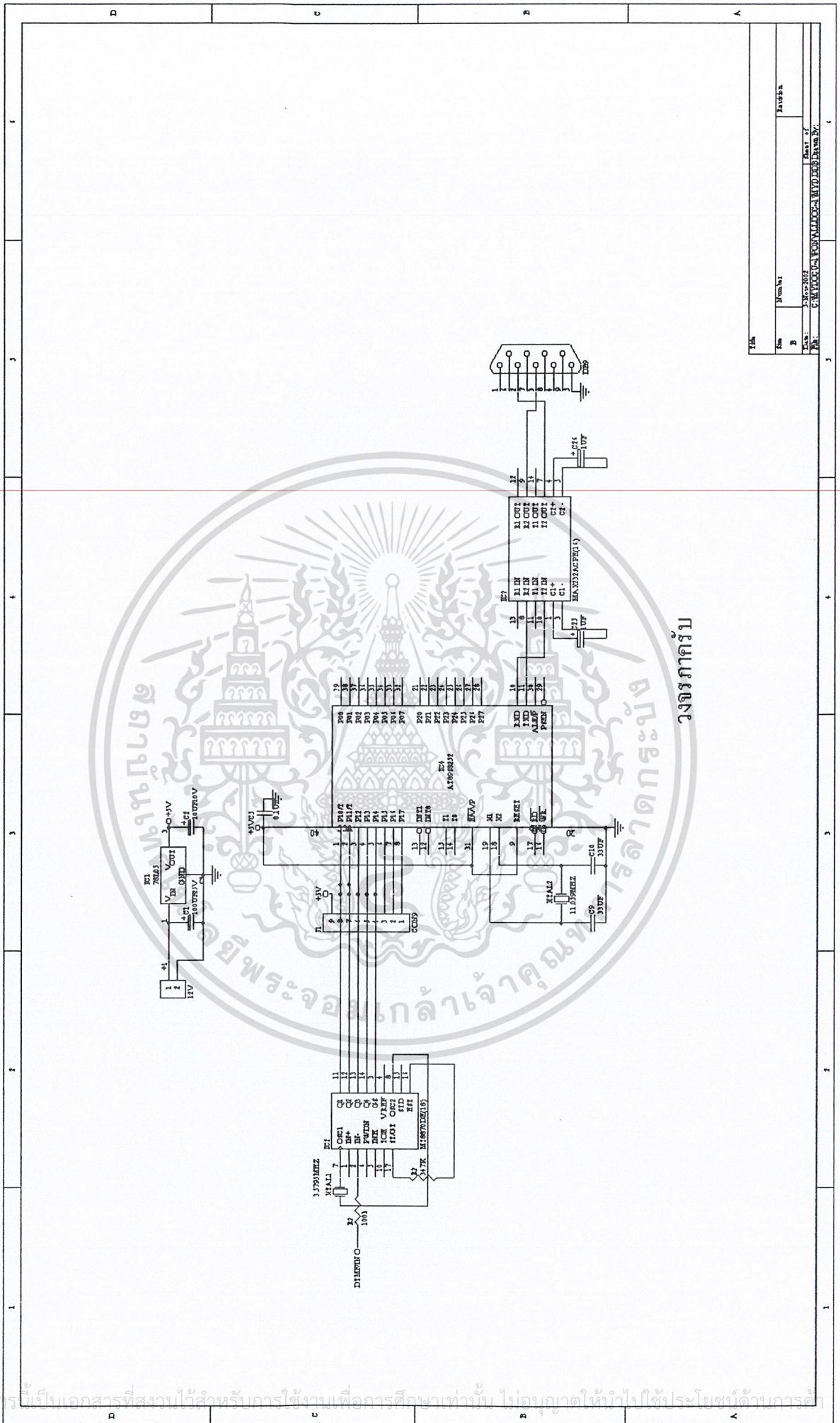
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรภาคส่ง

Title	
Size	Number
B	
Date	5/2/2007
File	C:\MYDOCU\TOPON\ALU\DOC-1\01111888.B*
Sheet	1 of 1
Revision	

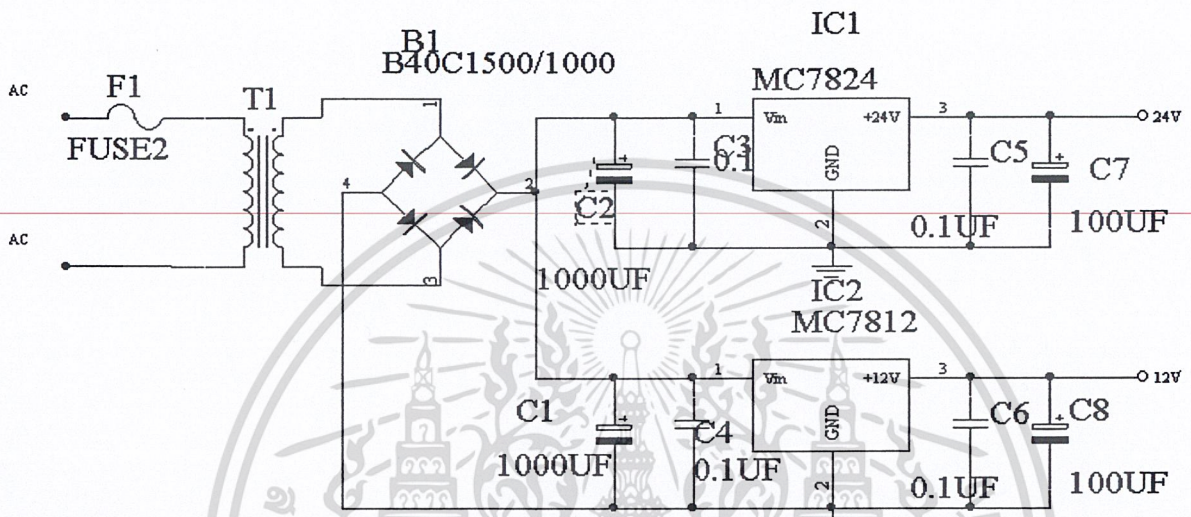
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรมารับ

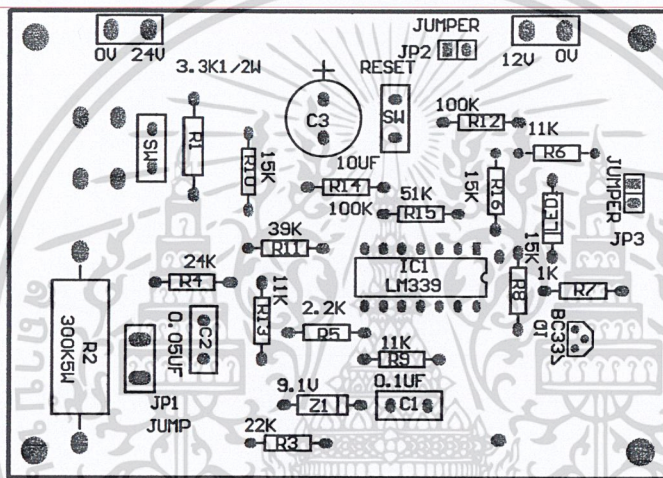
File	
Pin	Interface
Number	
Date	3-Mar-2003
Page	Page 27
Part	C:\WORK\PC\PROJECTS\MY0000\PARTS.V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขเพื่อประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



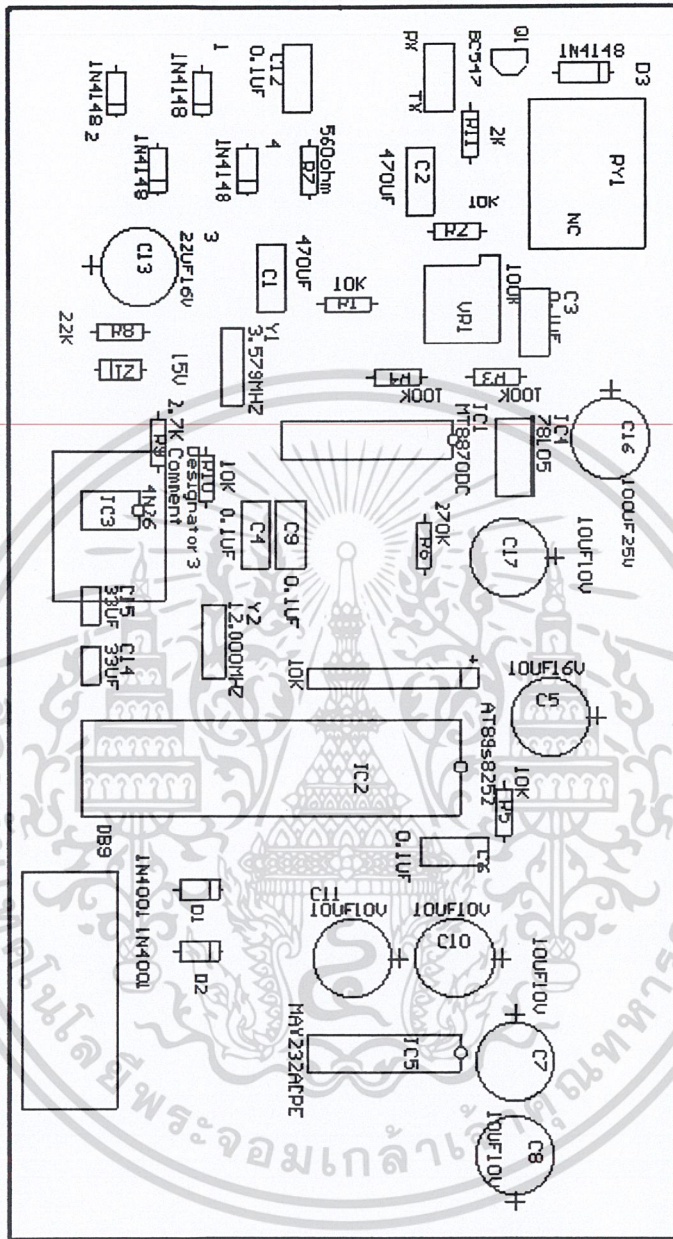
วงจรจ่ายไฟให้กับ SENSOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



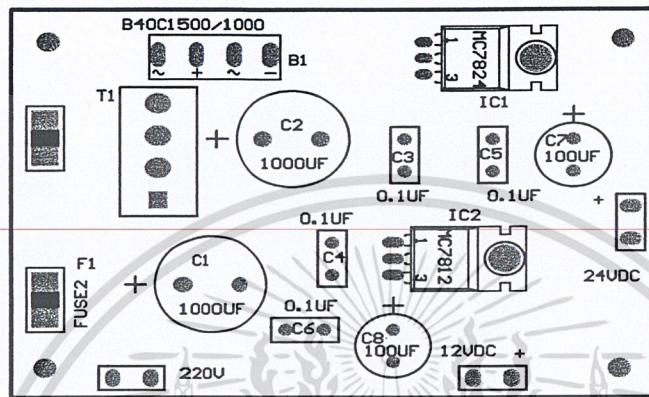
ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ภาครับ

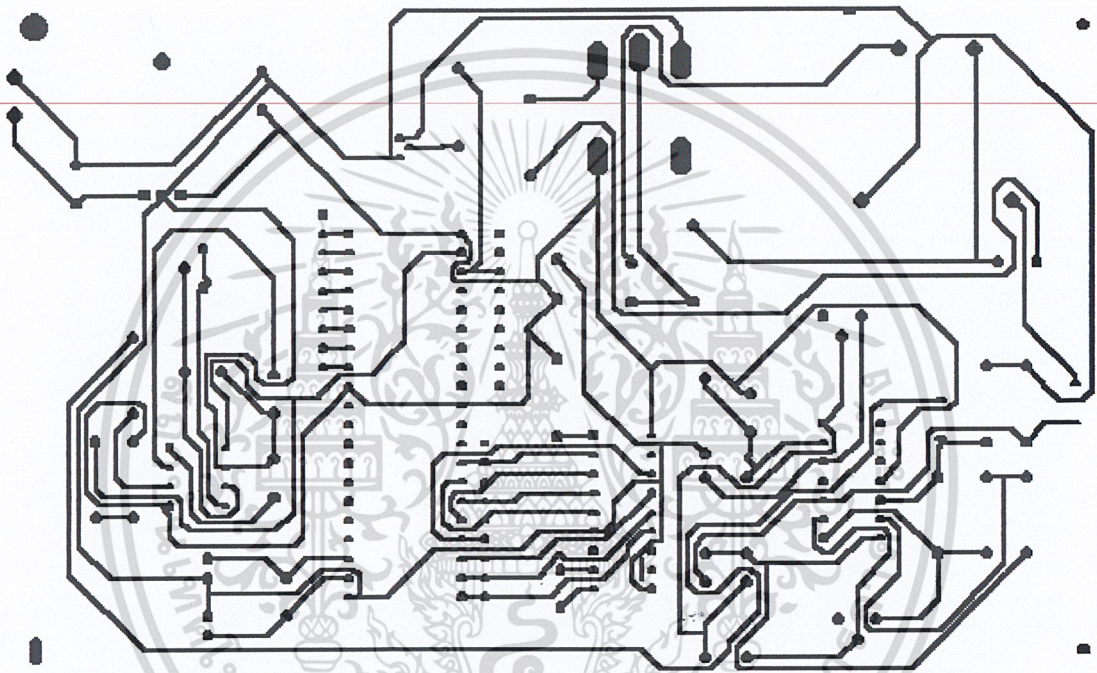
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แหล่งจ่าย

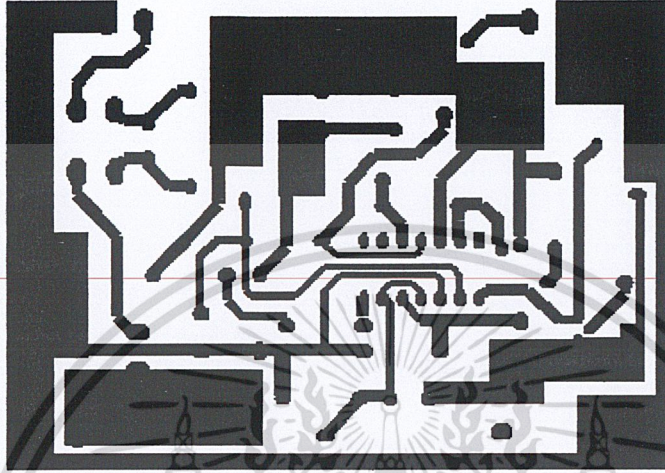


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



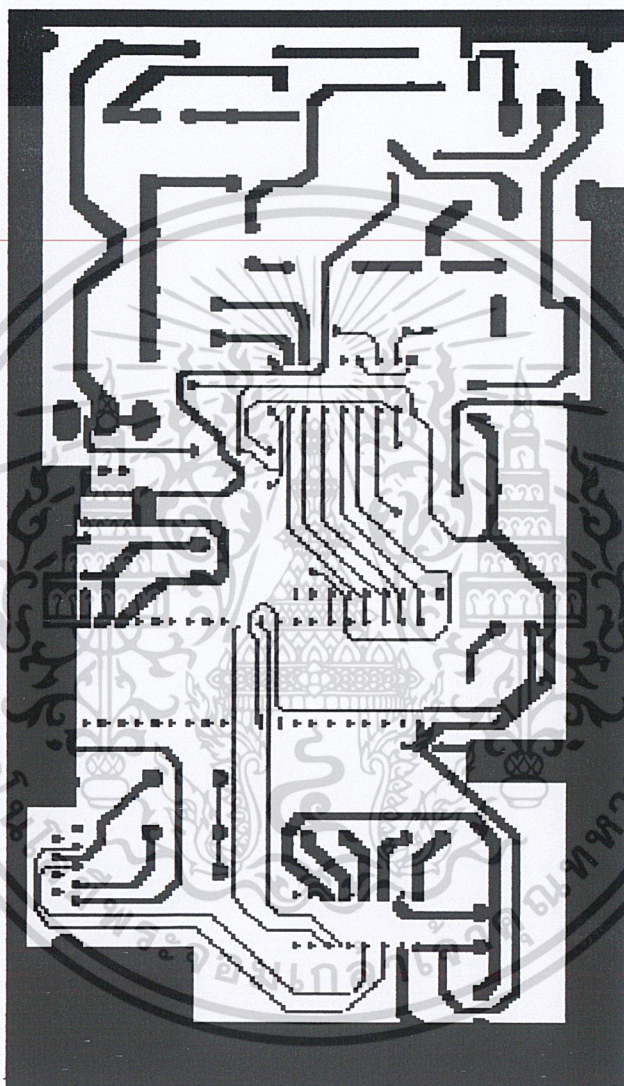
ลายวงจรภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลายวงจรเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลายวงจรภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง.
DATA SHEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

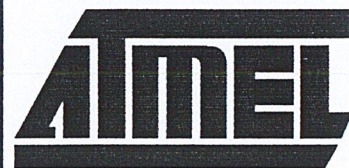
- Compatible with MCS-51™ Products
- 8K Bytes of In-System Reprogrammable Downloadable Flash Memory
 - SPI Serial Interface for Program Downloading
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2K Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 6V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-Level Program Memory Lock
- 256 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- Nine Interrupt Sources
- Programmable UART Serial Channel
- SPI Serial Interface
- Low Power Idle and Power Down Modes
- Interrupt Recovery From Power Down
- Programmable Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power Off Flag

Description

The AT89S8252 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 8K bytes of Downloadable Flash programmable and erasable read only memory and 2K bytes of EEPROM. The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Downloadable Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface or by a conventional non-volatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Downloadable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S8252 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The AT89S8252 provides the following standard features: 8K bytes of Downloadable Flash, 2K bytes of EEPROM, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, programmable watchdog timer, two Data Pointers, three 16-bit timer/counters, a six-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S8252 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power Down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset.

The Downloadable Flash can be changed a single byte at a time and is accessible through the SPI serial interface. Holding RESET active forces the SPI bus into a serial programming interface and allows the program memory to be written to or read from unless Lock Bit 2 has been activated.



8-Bit Microcontroller with 8K Bytes Flash

AT89S8252

0401D-A-12/97

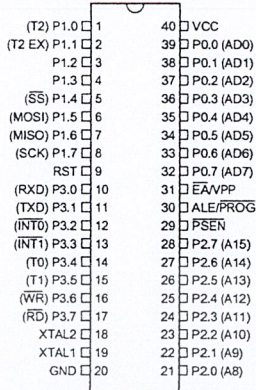


4-105

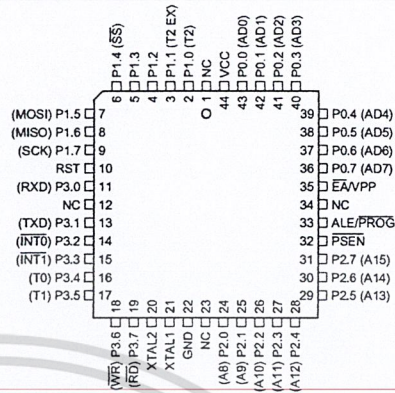
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Configurations

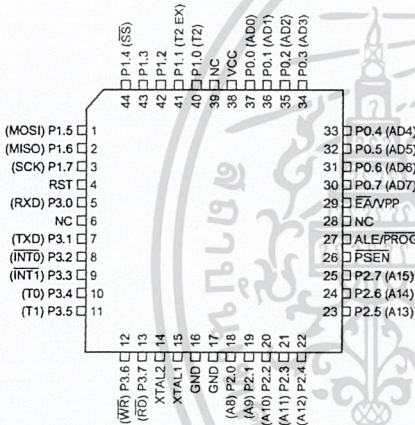
PDIP



PLCC



PQFP/TQFP



Pin Description

V_{CC}
Supply voltage.

GND
Ground.

Port 0
Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

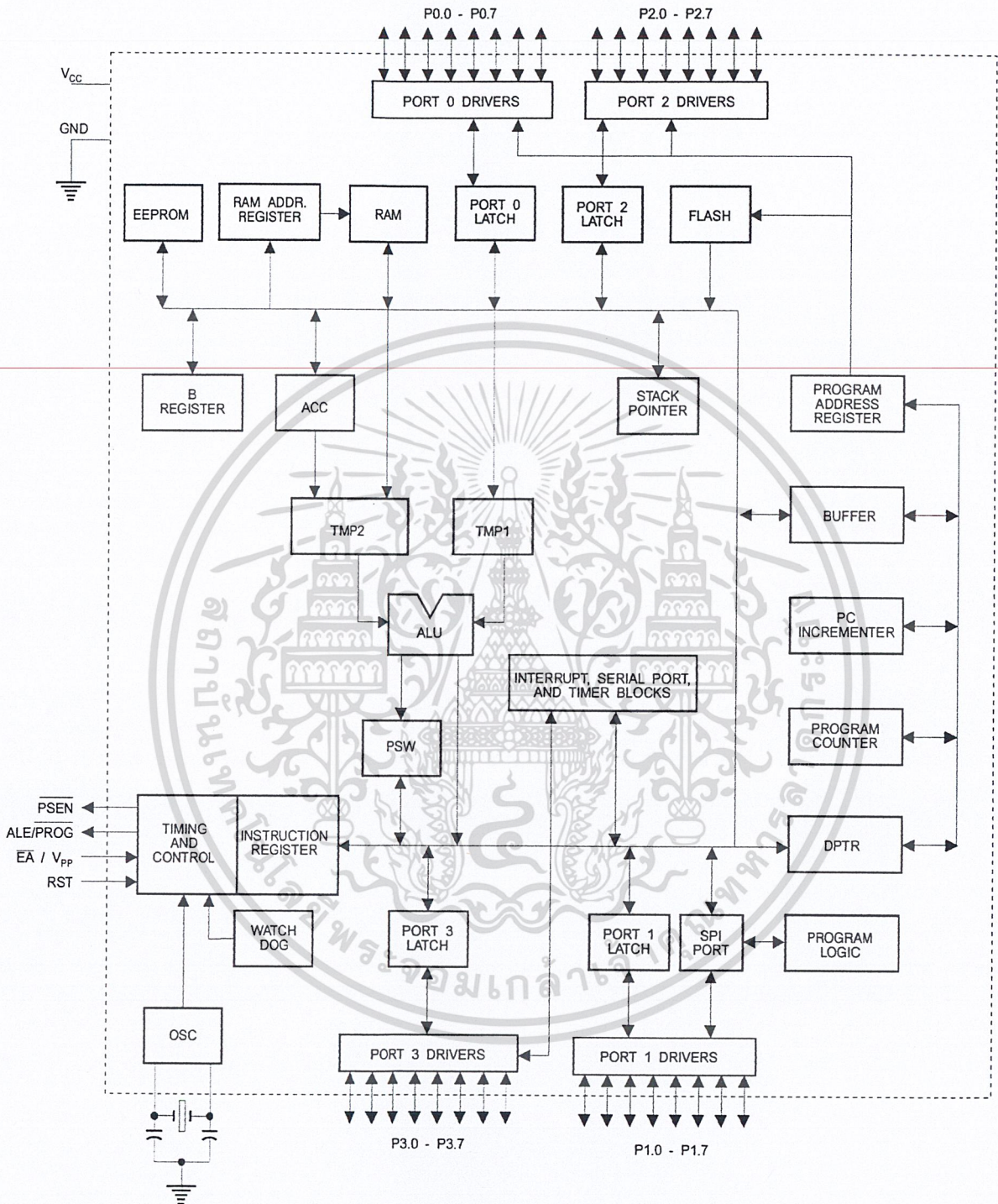
Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1
Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Some Port 1 pins provide additional functions. P1.0 and P1.1 can be configured to be the timer/counter 2 external count input (P1.0/T2) and the timer/counter 2 trigger input (P1.1/T2EX), respectively.

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Furthermore, P1.4, P1.5, P1.6, and P1.7 can be configured as the SPI slave port select, data input/output and shift clock input/output pins as shown in the following table.

Port Pin	Alternate Functions
P1.0	T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control)
P1.4	\overline{SS} (Slave port select input)
P1.5	MOSI (Master data output, slave data input pin for SPI channel)
P1.6	MISO (Master data input, slave data output pin for SPI channel)
P1.7	SCK (Master clock output, slave clock input pin for SPI channel)

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8 bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S8252, as shown in the following table.

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	\overline{WR} (external data memory write strobe)
P3.7	\overline{RD} (external data memory read strobe)

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/ \overline{PROG}

Address Latch Enable is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVX instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

PSEN

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89S8252 is executing code from external program memory, PSEN is activated twice each machine cycle, except that two PSEN activations are skipped during each access to external data memory.

\overline{EA}/V_{PP}

External Access Enable. \overline{EA} must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, \overline{EA} will be internally latched on reset.

\overline{EA} should be strapped to V_{CC} for internal program executions. This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming when 12-volt programming is selected.

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

Table 1. AT89S8252 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000					SPCR 000001XX			0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XXXXXX00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000			0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000		SPSR 00XXXXXX						0AFH
0A0H	P2 11111111								0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111						WMCON 00000010		97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000			8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	SPDR XXXXXXXX	PCON 0XXX0000	87H



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Timer 2 Registers Control and status bits are contained in registers T2CON (shown in Table 2) and T2MOD (shown in Table 9) for Timer 2. The register pair (RCAP2H, RCAP2L) are the Capture/Reload registers for Timer 2 in 16 bit capture mode or 16-bit auto-reload mode.

Watchdog and Memory Control Register The WMCON register contains control bits for the Watchdog Timer (shown in Table 3). The EEMEN and EEMWE bits are used to select the 2K bytes on-chip EEPROM, and to enable byte-write. The DPS bit selects one of two DPTR registers available.

SPI Registers Control and status bits for the Serial Peripheral Interface are contained in registers SPCR (shown in Table 4) and SPSR (shown in Table 5). The SPI data bits are contained in the SPDR register. Writing the SPI data register during serial data transfer sets the Write Collision bit, WCOL, in the SPSR register. The SPDR is double buffered for writing and the values in SPDR are not changed by Reset.

Interrupt Registers The global interrupt enable bit and the individual interrupt enable bits are in the IE register. In addition, the individual interrupt enable bit for the SPI is in the SPCR register. Two priorities can be set for each of the six interrupt sources in the IP register.

Table 2. T2CON—Timer/Counter 2 Control Register

T2CON Address = 0C8H		Reset Value = 0000 0000B						
Bit Addressable								
	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/T $\bar{2}$	CP/RL $\bar{2}$
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Symbol	Function							
TF2	Timer 2 overflow flag set by a Timer 2 overflow and must be cleared by software. TF2 will not be set when either RCLK = 1 or TCLK = 1.							
EXF2	Timer 2 external flag set when either a capture or reload is caused by a negative transition on T2EX and EXEN2 = 1. When Timer 2 interrupt is enabled, EXF2 = 1 will cause the CPU to vector to the Timer 2 interrupt routine. EXF2 must be cleared by software. EXF2 does not cause an interrupt in up/down counter mode (DCEN = 1).							
RCLK	Receive clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its receive clock in serial port Modes 1 and 3. RCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the receive clock.							
TCLK	Transmit clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its transmit clock in serial port Modes 1 and 3. TCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the transmit clock.							
EXEN2	Timer 2 external enable. When set, allows a capture or reload to occur as a result of a negative transition on T2EX if Timer 2 is not being used to clock the serial port. EXEN2 = 0 causes Timer 2 to ignore events at T2EX.							
TR2	Start/Stop control for Timer 2. TR2 = 1 starts the timer.							
C/T $\bar{2}$	Timer or counter select for Timer 2. C/T $\bar{2}$ = 0 for timer function. C/T $\bar{2}$ = 1 for external event counter (falling edge triggered).							
CP/RL $\bar{2}$	Capture/Reload select. CP/RL $\bar{2}$ = 1 causes captures to occur on negative transitions at T2EX if EXEN2 = 1. CP/RL $\bar{2}$ = 0 causes automatic reloads to occur when Timer 2 overflows or negative transitions occur at T2EX when EXEN2 = 1. When either RCLK or TCLK = 1, this bit is ignored and the timer is forced to auto-reload on Timer 2 overflow.							

Dual Data Pointer Registers To facilitate accessing both internal EEPROM and external data memory, two banks of 16 bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR WMCON selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should always initialize the DPS bit to the

appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.

Power Off Flag The Power Off Flag (POF) is located at bit_4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to "1" during power up. It can be set and reset under software control and is not affected by RESET.

Table 3. WMCON—Watchdog and Memory Control Register

WMCON Address = 96H					Reset Value = 0000 0010B			
Bit	PS2	PS1	PS0	EEMWE	EEMEN	DPS	WDTRST	WDTEN
7	6	5	4	3	2	1	0	

Symbol	Function
PS2 PS1 PS0	Prescaler Bits for the Watchdog Timer. When all three bits are set to "0", the watchdog timer has a nominal period of 16 ms. When all three bits are set to "1", the nominal period is 2048 ms.
EEMWE	EEPROM Data Memory Write Enable Bit. Set this bit to "1" before initiating byte write to on-chip EEPROM with the MOVX instruction. User software should set this bit to "0" after EEPROM write is completed.
EEMEN	Internal EEPROM Access Enable. When EEMEN = 1, the MOVX instruction with DPTR will access on-chip EEPROM instead of external data memory. When EEMEN = 0, MOVX with DPTR accesses external data memory.
DPS	Data Pointer Register Select. DPS = 0 selects the first bank of Data Pointer Register, DP0, and DPS = 1 selects the second bank, DP1
WDTRST RDY/BSY	Watchdog Timer Reset and EEPROM Ready/Busy Flag. Each time this bit is set to "1" by user software, a pulse is generated to reset the watchdog timer. The WDTRST bit is then automatically reset to "0" in the next instruction cycle. The WDTRST bit is Write-Only. This bit also serves as the RDY/BSY flag in a Read-Only mode during EEPROM write. RDY/BSY = 1 means that the EEPROM is ready to be programmed. While programming operations are being executed, the RDY/BSY bit equals "0" and is automatically reset to "1" when programming is completed.
WDTEN	Watchdog Timer Enable Bit. WDTEN = 1 enables the watchdog timer and WDTEN = 0 disables the watchdog timer.



Table 4. SPCR—SPI Control Register

SPCR Address = D5H		Reset Value = 0000 01XXB						
	SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function															
SPIE	SPI Interrupt Enable. This bit, in conjunction with the ES bit in the IE register, enables SPI interrupts: SPIE = 1 and ES = 1 enable SPI interrupts. SPIE = 0 disables SPI interrupts.															
SPE	SPI Enable. SPI = 1 enables the SPI channel and connects \overline{SS} , MOSI, MISO and SCK to pins P1.4, P1.5, P1.6, and P1.7. SPI = 0 disables the SPI channel.															
DORD	Data Order. DORD = 1 selects LSB first data transmission. DORD = 0 selects MSB first data transmission.															
MSTR	Master/Slave Select. MSTR = 1 selects Master SPI mode. MSTR = 0 selects Slave SPI mode.															
CPOL	Clock Polarity. When CPOL = 1, SCK is high when idle. When CPOL = 0, SCK of the master device is low when not transmitting. Please refer to figure on SPI Clock Phase and Polarity Control.															
CPHA	Clock Phase. The CPHA bit together with the CPOL bit controls the clock and data relationship between master and slave. Please refer to figure on SPI Clock Phase and Polarity Control.															
SPR0 SPR1	SPI Clock Rate Select. These two bits control the SCK rate of the device configured as master. SPR1 and SPR0 have no effect on the slave. The relationship between SCK and the oscillator frequency, F_{osc} , is as follows: <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th>SPR1</th> <th>SPR0</th> <th>SCK = F_{osc} divided by</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>128</td> </tr> </tbody> </table>	SPR1	SPR0	SCK = F_{osc} divided by	0	0	4	0	1	16	1	0	64	1	1	128
SPR1	SPR0	SCK = F_{osc} divided by														
0	0	4														
0	1	16														
1	0	64														
1	1	128														

Table 5. SPSR—SPI Status Register

SPSR Address = AAH		Reset Value = 00XX XXXXB						
	SPIF	WCOL	—	—	—	—	—	—
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
SPIF	SPI Interrupt Flag. When a serial transfer is complete, the SPIF bit is set and an interrupt is generated if SPIE = 1 and ES = 1. The SPIF bit is cleared by reading the SPI status register with SPIF and WCOL bits set, and then accessing the SPI data register.
WCOL	Write Collision Flag. The WCOL bit is set if the SPI data register is written during a data transfer. During data transfer, the result of reading the SPDR register may be incorrect, and writing to it has no effect. The WCOL bit (and the SPIF bit) are cleared by reading the SPI status register with SPIF and WCOL set, and then accessing the SPI data register.

Table 6. SPDR—SPI Data Register

SPDR Address = 86H				Reset Value = unchanged				
	SPD7	SPD6	SPD5	SPD4	SPD3	SPD2	SPD1	SPD0
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

Data Memory—EEPROM and RAM

The AT89S8252 implements 2K bytes of on-chip EEPROM for data storage and 256 bytes of RAM. The upper 128 bytes of RAM occupy a parallel space to the Special Function Registers. That means the upper 128 bytes have the same addresses as the SFR space but are physically separate from SFR space.

When an instruction accesses an internal location above address 7FH, the address mode used in the instruction specifies whether the CPU accesses the upper 128 bytes of RAM or the SFR space. Instructions that use direct addressing access SFR space.

For example, the following direct addressing instruction accesses the SFR at location 0A0H (which is P2).

```
MOV 0A0H, #data
```

Instructions that use indirect addressing access the upper 128 bytes of RAM. For example, the following indirect addressing instruction, where R0 contains 0A0H, accesses the data byte at address 0A0H, rather than P2 (whose address is 0A0H).

```
MOV @R0, #data
```

Note that stack operations are examples of indirect addressing, so the upper 128 bytes of data RAM are available as stack space.

The on-chip EEPROM data memory is selected by setting the EEMEN bit in the WMCON register at SFR address location 96H. The EEPROM address range is from 000H to 7FFH. The MOVX instructions are used to access the EEPROM. To access off-chip data memory with the MOVX instructions, the EEMEN bit needs to be set to "0".

The EEMWE bit in the WMCON register needs to be set to "1" before any byte location in the EEPROM can be written. User software should reset EEMWE bit to "0" if no further EEPROM write is required. EEPROM write cycles in the serial programming mode are self-timed and typically take 2.5 ms. The progress of EEPROM write can be monitored by reading the RDY/BSY bit (read-only) in SFR WMCON. RDY/BSY = 0 means programming is still in progress and RDY/BSY = 1 means EEPROM write cycle is completed and another write cycle can be initiated.

In addition, during EEPROM programming, an attempted read from the EEPROM will fetch the byte being written with the MSB complemented. Once the write cycle is completed, true data are valid at all bit locations.

Programmable Watchdog Timer

The programmable Watchdog Timer (WDT) operates from an independent oscillator. The prescaler bits, PS0, PS1 and PS2 in SFR WMCON are used to set the period of the Watchdog Timer from 16 ms to 2048 ms. The available timer periods are shown in the following table and the actual timer periods (at V_{CC} = 5V) are within ±30% of the nominal.

The WDT is disabled by Power-on Reset and during Power Down. It is enabled by setting the WDTEN bit in SFR WMCON (address = 96H). The WDT is reset by setting the WDTRST bit in WMCON. When the WDT times out without being reset or disabled, an internal RST pulse is generated to reset the CPU.

Table 7. Watchdog Timer Period Selection

WDT Prescaler Bits			Period (nominal)
PS2	PS1	PS0	
0	0	0	16 ms
0	0	1	32 ms
0	1	0	64 ms
0	1	1	128 ms
1	0	0	256 ms
1	0	1	512 ms
1	1	0	1024 ms
1	1	1	2048 ms



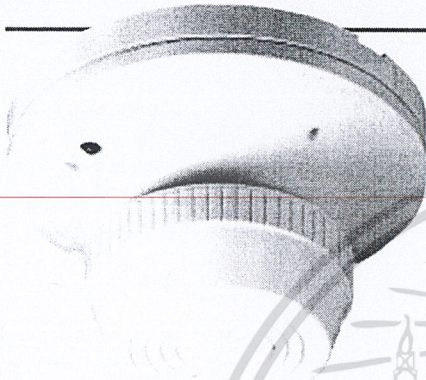
400 Series™ Direct-Wire Ionization Smoke Detector



A Division of Pittway
3825 Ohio Avenue, St. Charles, IL 60174
1-800-SENSOR2 (736-7672), Fax 630-377-6495
<http://www.systemsensor.com>

Models Available

- 1400 Ionization, 2-Wire**
- 1400A Ionization, 2-wire, ULC Listed**
- 1412 Ionization 4-Wire**
- 1412A Ionization 4-wire, ULC Listed**
- 1424 Ionization, 4-Wire**
- 1424A Ionization, 4-wire, ULC Listed**



Features

- 12 or 24 volt operation
- Removable cover and insect screen for easy cleaning
- Visible LED blinks in standby, latches on in alarm
- Twist-on mounting bracket with tamper option
- Dual unipolar chamber design
- Field sensitivity metering of detector to meet NFPA 72 requirements
- SEMS screws for easy wiring
- 3-year warranty
- Sealed against dirt, insects, and back pressure

Specifications

Size:	3.12" (8.1 cm) h, 5.5" (13.9 cm) dia.	Spacing:	Install per NFPA 72 and local requirements. On smooth, flat ceilings, spacing of 30 feet may be used as a guide.
Shipping Weight:	0.7 lbs.	Test Features:	
Operating Temperature Range:	32° F to 120° F (0° C to 49° C)	1. Test port – Insert 0.1 inch maximum diameter allen wrench or screwdriver into test port on detector housing.	
Operating Humidity Range:	10% to 93% relative humidity noncondensing	2. Test module – Using a standard voltmeter interface, insert MOD400R plug into detector's module port. Fulfills calibrated sensitivity test per NFPA 72.	
Air Velocity Rating:	1200 fpm maximum		
Sensitivity:	1.9 ± 0.6% /ft. nominal		
Wiring:	12–18 AWG, twisted pair recommended		
Mounting:	3 1/2" or 4" octagon box, 4" square box with plaster ring, 50, 60, 75 mm boxes		



MEA
approved

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General Description

All 400 Series ionization smoke detectors include a unique dual source, dual unipolar chamber detection design which will sense the presence of smoke particles produced by fast combustion as well as slow smoldering fires. This chamber exhibits increased stability, significantly reduces nuisance alarms, and provides better performance at higher air velocities.

The 400 Series meets the performance criteria required by UL/ULC. Additional key features include an LED which blinks in standby and latches on to indicate an alarm. Detectors feature convenient field testing and sensitivity metering. The model 1400 includes remote LED annunciator capabilities using the RA400Z.

Electrical Ratings

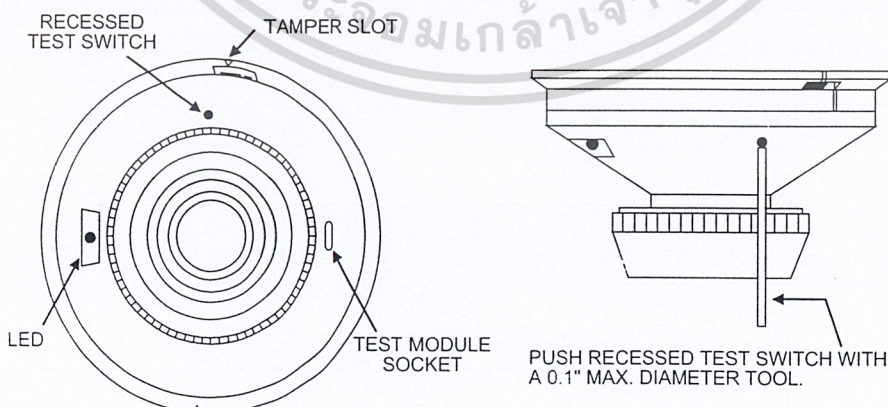
	1412	1424 (4-wire)	1400 (2-wire)
System Operating Voltage:	12 VDC (11.3–17.3 VDC)	24 VDC (20–29 VDC)	12/24 VDC (8.5–35 VDC)
Standby Current:	100 μ A max.	100 μ A max.	100 μ A max.
Alarm:	77 mA	41 mA	Two-wire control panels must be current limited 100 mA or less.
Maximum Ripple Voltage:	4000 mV AC	4000	4000
Reset Voltage:	.73 VDC	.8 VDC	2.5 VDC
Reset Time:	.3 sec.	.3 sec.	.3 sec.
Startup Time:	2 sec.	2 sec.	2 sec.
Relay Contact Ratings:			
1 Form A Alarm:	2A @ 30 VAC/DC		
1 Form C Auxiliary Alarm:	2A @ 30VAC/DC; .6A @ 110 VDC; 1A @ 125 VAC		

Engineering Specifications

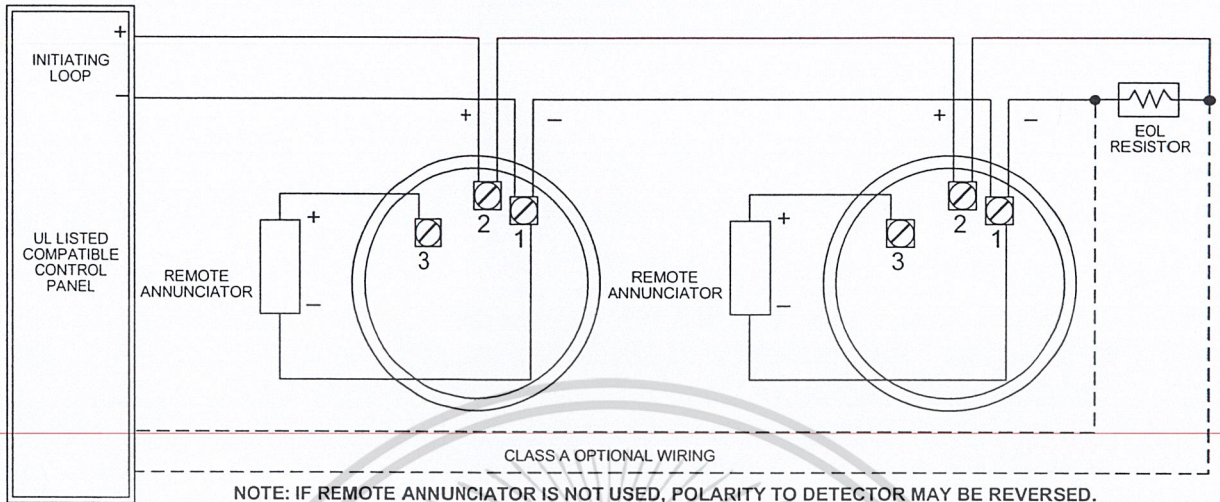
Smoke detector shall be an ionization type (model 1400, 1412, or 1424) as manufactured by System Sensor. Wiring connections shall be made by means of SEMS screws. Detector will have a visible LED which will blink in standby and latch on in alarm. The detector shall have a sensitivity of $1.9 \pm 0.6\%$ /ft. as measured in the UL smoke box. The detector screen and cover should be easily

removable for cleaning. It shall be possible to perform a sensitivity and functional test on the detector without the need of generating smoke. The detector shall have a mounting bracket that allows for mounting to a 3 $\frac{1}{2}$ " or 4" octagon box or 4" square electrical box.

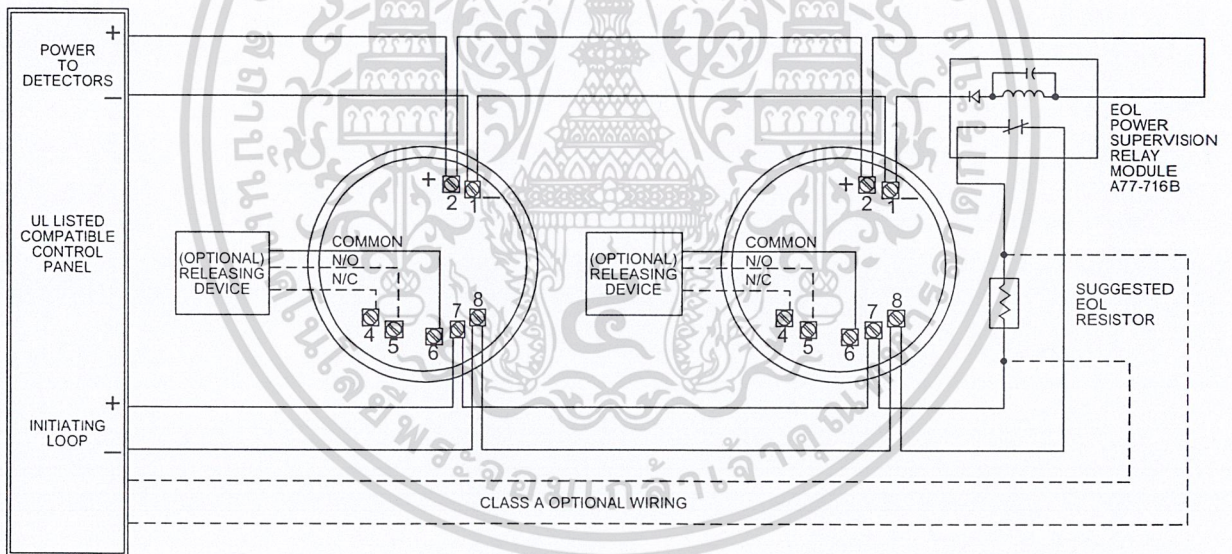
Testing the 400 Series Ionization Smoke Detector



400 Series Wiring Guide



1400 Wiring Diagram

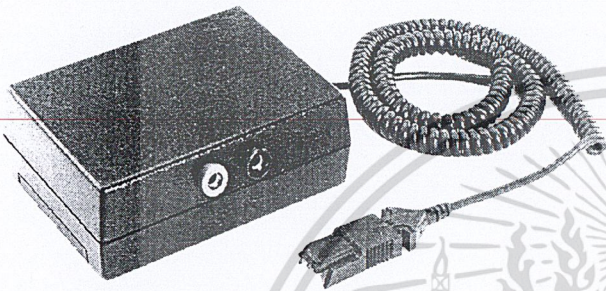


1412/24 Wiring Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Part No.	Description	Part No.	Description
1400	Ionization detector, 2-wire, 12/24 VDC, for control panels	1424	Ionization detector, 4-wire, 24 VDC, for control panels
1400A	Ionization detector, 2-wire, 12/24 VDC, for control panels, ULC listed	1424A	Ionization detector, 4-wire, 24 VDC, for control panels, ULC listed
1412	Ionization detector, 4-wire, 12 VDC, for control panels	A77-716B	End of line relay module, 12/24 VDC
1412A	Ionization detector, 4-wire, 12 VDC, for control panels, ULC listed	RA400Z	Remote annunciator (LED)
		MOD400R	Sensitivity test module (see below)
		CRT400	Ionization cover removal tool
		RS14	Replacement screen



The MOD400R Field Sensitivity Test Module can be used with any standard DC voltmeter or multimeter to check the sensitivity range of System Sensor's detectors (satisfies NFPA 72 requirement for sensitivity testing).



System Sensor Worldwide Distribution

In Canada:

System Sensor Canada
6581 Kitimat Road, Unit #7
Mississauga, Ontario
Canada L5N 3T5
Telephone: 905-812-0767
Fax: 905-812-0771

In the United Kingdom:

System Sensor Europe, Ltd.
Horsham Gates III, North St.
Horsham, West Sussex
RH13 5PJ, United Kingdom
Telephone: 44-1403-276500
Fax: 44-1403-276501

In India:

System Sensor India
A-204 Maheshwari Nagar
Orkay Mills Lane
Andheri East, Mumbai 400093
Telefax: 91-022-8202564

In the Far East:

System Sensor
Pittway Far East, Ltd.
Suite 706, New T&T Centre
7 Canton Road
Tsimshatsui, Kowloon, Hong Kong
Telephone: 852-2730-9090
Fax: 852-2736-6580

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Contents

- DTMF Receiver Development
- Mobile Radio Applications
- Inside The MT8870
- Distributed Control Systems
- DTMF Receiver Application
- Data Communication Using DTMF

Introduction

The purpose of this Application Note is to provide information on the operation and application of DTMF Receivers. The MT8870 Integrated DTMF Receiver will be discussed in detail and its use illustrated in the application examples which follow.

More than 25 years ago the need for an improved method for transferring dialling information through the telephone network was recognized. The traditional method, Dial pulse signalling, was not only slow, suffering severe distortion over long wire loops, but required a DC path through the communications channel. A signalling scheme was developed utilizing voice frequency tones and implemented as a very reliable alternative to pulse dialling. This scheme is known as DTMF (Dual Tone Multi-Frequency), Touch-Tone™ or simply, tone dialling. As its acronym suggests, a valid DTMF signal is the sum of two tones, one from a low group (697-941Hz) and one from a high group (1209-1633Hz) with each group containing four individual tones. The tone

frequencies were carefully chosen such that they are not harmonically related and that their intermodulation products result in minimal signalling impairment (Fig. 1a). This scheme allows for 16 unique combinations. Ten of these codes represent the numerals zero through nine, the remaining six (*, #, A, B, C, D) being reserved for special signalling. Most telephone keypads contain ten numeric push buttons plus the asterisk (*) and octothorp (#). The buttons are arranged in a matrix, each selecting its low group tone from its respective row and its high group tone from its respective column (Fig. 1b).

The DTMF coding scheme ensures that each signal contains one and only one component from each of the high and low groups. This significantly simplifies decoding because the composite DTMF signal may be separated with bandpass filters, into its two single frequency components each of which may be handled individually. As a result DTMF coding has proven to provide a flexible signalling scheme of excellent reliability, hence motivating innovative and competitive decoder design.

Development

Early DTMF decoders (receivers) utilized banks of bandpass filters making them somewhat cumbersome and expensive to implement. This generally restricted their application to central offices (telephone exchanges).

The first generation receiver typically used LC filters, active filters and/or phase locked loop techniques to

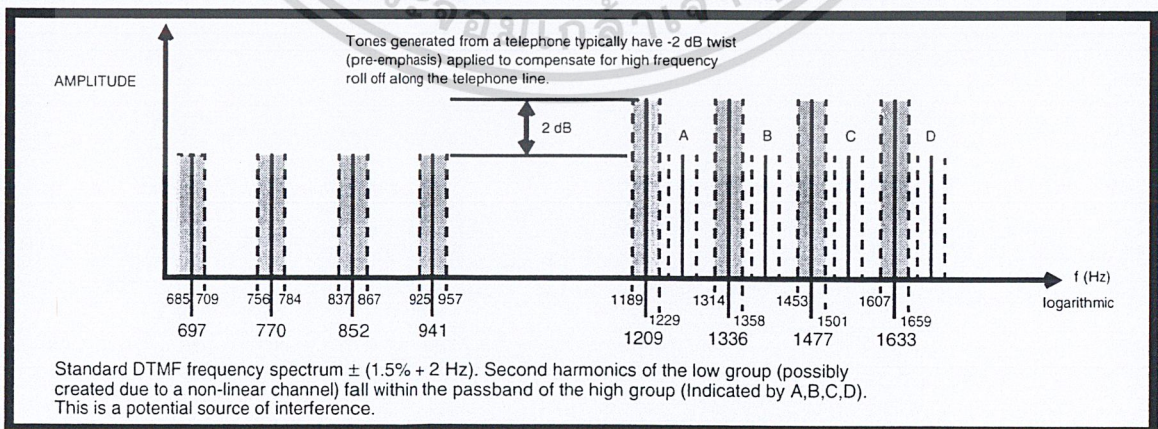


Figure 1a - The Dual Tone Multifrequency (DTMF) Spectrum

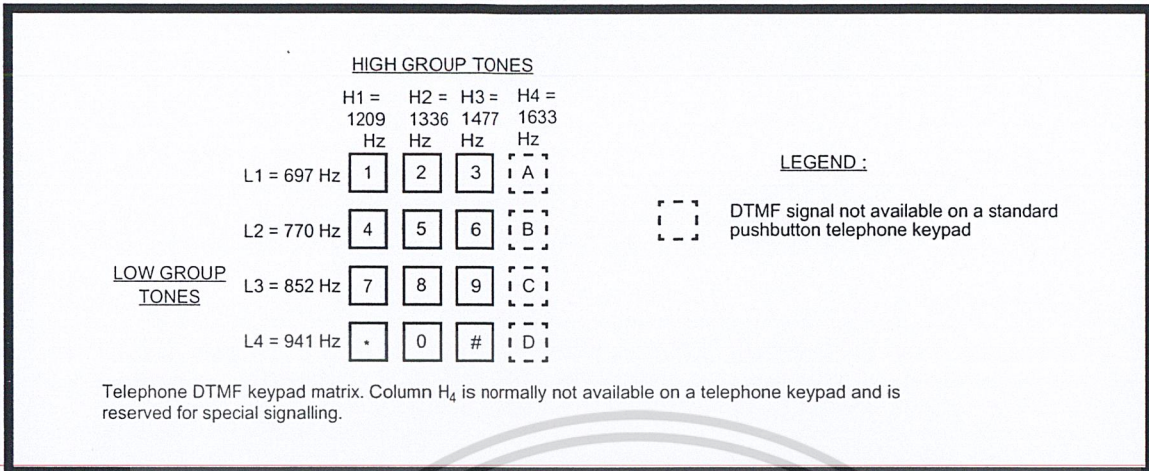


Figure 1b - The Dual Tone Multifrequency (DTMF) Keypad

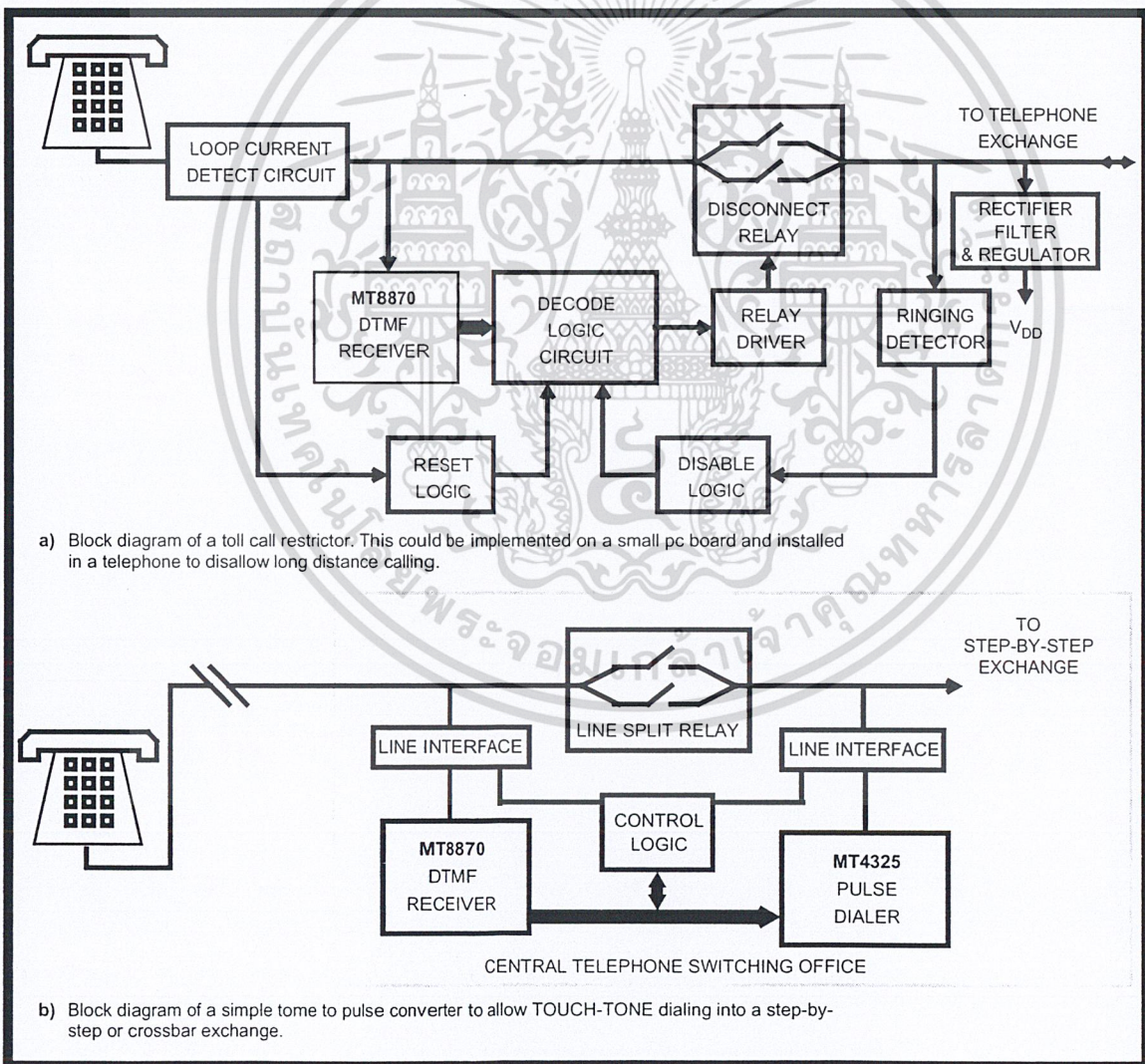


Figure 2 - Typical DTMF Receiver Applications

receive and decode DTMF tones. Initial functions were, commonly, phone number decoders and toll call restrictors. A DTMF receiver is also frequently used as a building block in a tone-to-pulse converter which allows Touch-Tone dialling access to mechanical step-by-step and crossbar exchanges (Fig. 2).

The introduction of MOS/LSI digital techniques brought about the second generation of tone receiver development. These devices were used to digitally decode the two discrete tones that result from decomposition of the composite signal. Two analog bandpass filters were used to perform the decomposition.

Totally self-contained receivers implemented in thick film hybrid technology depicted the start of third generation devices. Typically, they also used analog active filters to bandsplit the composite signal and MOS digital devices to decode the tones.

The development of silicon-implemented switched capacitor sampled filters marked the birth of the fourth and current generation of DTMF receiver technology. Initially single chip bandpass filters were combined with currently available decoders enabling a two chip receiver design. A further advance in integration has merged both functions onto a single chip allowing DTMF receivers to be realized in minimal space at a low cost.

The second and third generation technologies saw a tendency to shift complexity away from the analog circuitry towards the digital LSI circuitry in order to reduce the complexity of analog filters and their inherent problems. Now that the filters themselves can be implemented in silicon, the distribution of complexity becomes more a function of performance and silicon real estate.

Inside The MT8870

The MT8870 is a state of the art single chip DTMF receiver incorporating switched capacitor filter technology and an advanced digital counting/averaging algorithm for period measurement. The block diagram (Fig. 3) illustrates the internal workings of this device.

To aid design flexibility, the DTMF input signal is first buffered by an input op-amp which allows adjustment of gain and choice of input configuration. The input stage is followed by a low pass continuous RC active filter which performs an antialiasing function. Dial tone at 350 and 440Hz is then rejected by a third order switched capacitor notch filter. The

signal, still in its composite form, is then split into its individual high and low frequency components by two sixth order switched capacitor and pass filters. Each component tone is then smoothed by an output filter and squared up by a hard limiting comparator.

The two resulting rectangular waves are applied to digital circuitry where a counting algorithm measures and averages their periods. An accurate reference clock is derived from an inexpensive external 3.58MHz colourburst crystal.

The timing diagram (Fig. 4) illustrates the sequence of events which follow digital detection of a DTMF tone pair. Upon recognition of a valid frequency from each tone group the Early Steering (ESt) output is raised. The time required to detect the presence of two valid tones, t_{DP} is a function of the decode algorithm, the tone frequency and the previous state of the decode logic. ESt indicates that two tones of proper frequency have been detected and initiates an RC timing circuit. If both tones are present for the minimum guard time, t_{GTP} which is determined by the external RC network, the DTMF signal is decoded and the resulting data (Table 1) is latched in the output register. The Delayed Steering (StD) output is raised and indicates that new data is available. The time required to receive a valid DTMF signal, t_{REC} , is equal to the sum of t_{DP} and t_{GTP} .

f _{LOW}	f _{HIGH}	KEY	TOE	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
697	1209	1	1	0	0	0	1
697	1336	2	1	0	0	1	0
697	1477	3	1	0	0	1	1
770	1209	4	1	0	1	0	0
770	1336	5	1	0	1	0	1
770	1477	6	1	0	1	1	0
852	1209	7	1	0	1	1	1
852	1336	8	1	1	0	0	0
852	1477	9	1	1	0	0	1
941	1209	0	1	1	0	1	0
941	1336	*	1	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	1	0	0
697	1633	A	1	1	1	0	1
770	1633	B	1	1	1	1	0
852	1633	C	1	1	1	1	1
941	1633	D	1	0	0	0	0
-	-	ANY	0	Z	Z	Z	Z

Table 1. MT8870 Output Truth Table
 0=LOGIC LOW 1=LOGIC HIGH Z=HIGH IMPEDANCE
 Output truth table. Note that key "0" is output as "1010₂" (ie:10₁₀) corresponding to standard telephony coding.

A simplified circuit diagram (Fig. 5) illustrates how the chip's steering circuit drives the external RC network to generate guard times. Pin 17, St/GT (Steering/Guard Time), is a bidirectional signal pin which controls StD, the output latches, and resets the timing circuit. When St/GT is in its input mode (St function) both Q₁ and Q₂ are turned off and the voltage level at St/GT is compared to the steering threshold voltage V_{TSt} . A transition from below to above V_{TSt} will switch the comparator's output from

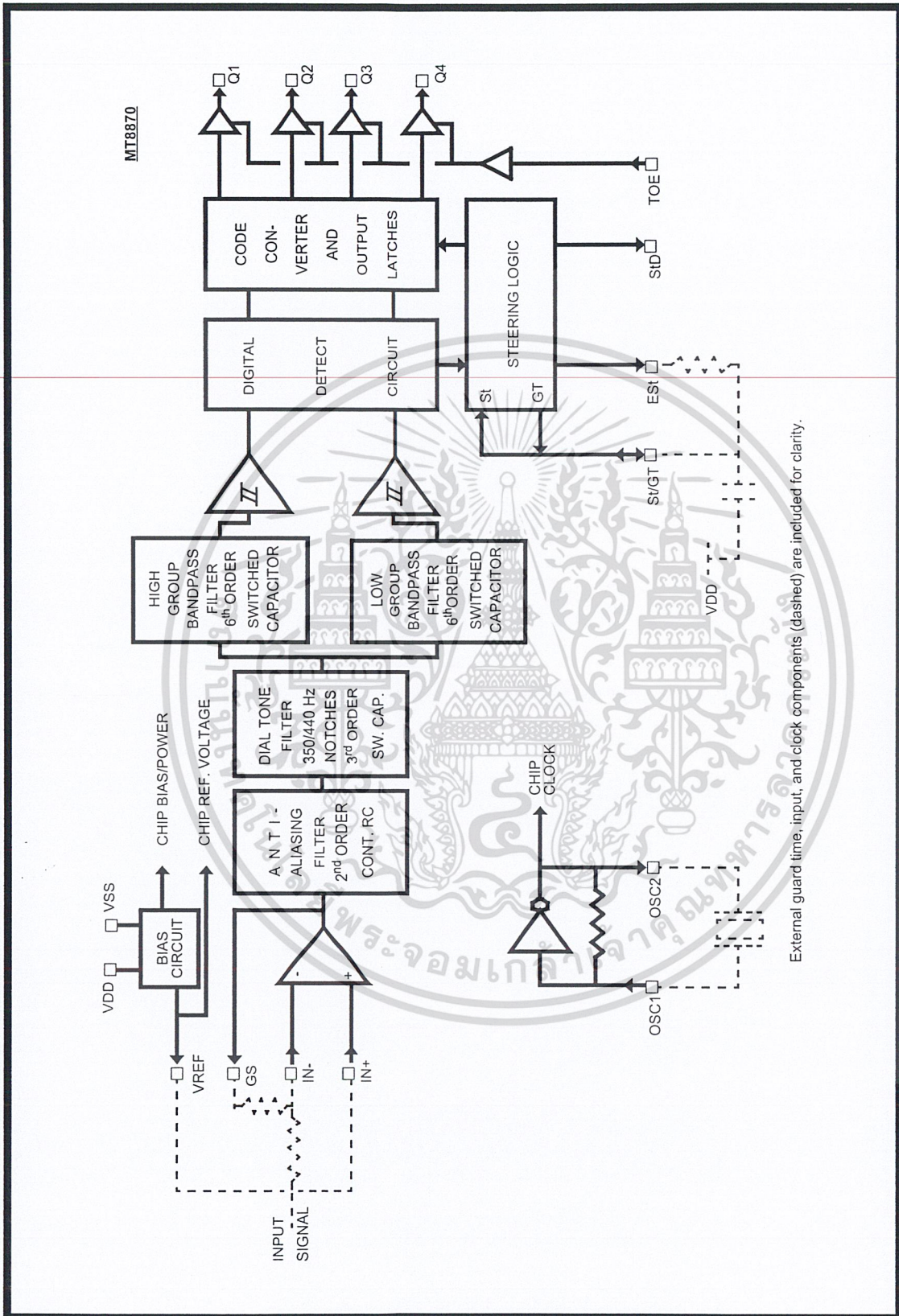


Figure 3 - MT8870 Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

low to high strobing new data into the output latches, and raising the StD output. As long as an input level above V_{TSt} is maintained StD will remain high indicating the presence of a valid DTMF signal.

Initially, when no valid tone-pairs are present, capacitor C is fully charged applying a low voltage to St/GT. This causes a low at the comparator's output and since Est is also low, Q₂ turns on ensuring that C is completely charged. In this condition St/GT is in its output mode (GT function). When a valid tone-pair is received Est is raised turning off Q₂ which puts St/GT in its high impedance input mode and allows C to discharge through R. If this condition

persists for the tone-present guard time, t_{GTP} the voltage at St/GT rises above V_{TSt} raising StD which indicates reception of a valid DTMF signal. If the tone pair drops out before the duration of t_{GTP} Est is lowered turning on Q₂ which charges C resetting the tone-present guard time.

Once a DTMF signal is recognized as valid both Est and the comparator output are high. This turns on Q₁ which discharges C and initializes the tone-absent guard time, t_{GTA} . After the DTMF signal is removed, Est is lowered, Q₁ turns off placing St/GT in its input mode and C begins to charge through R.

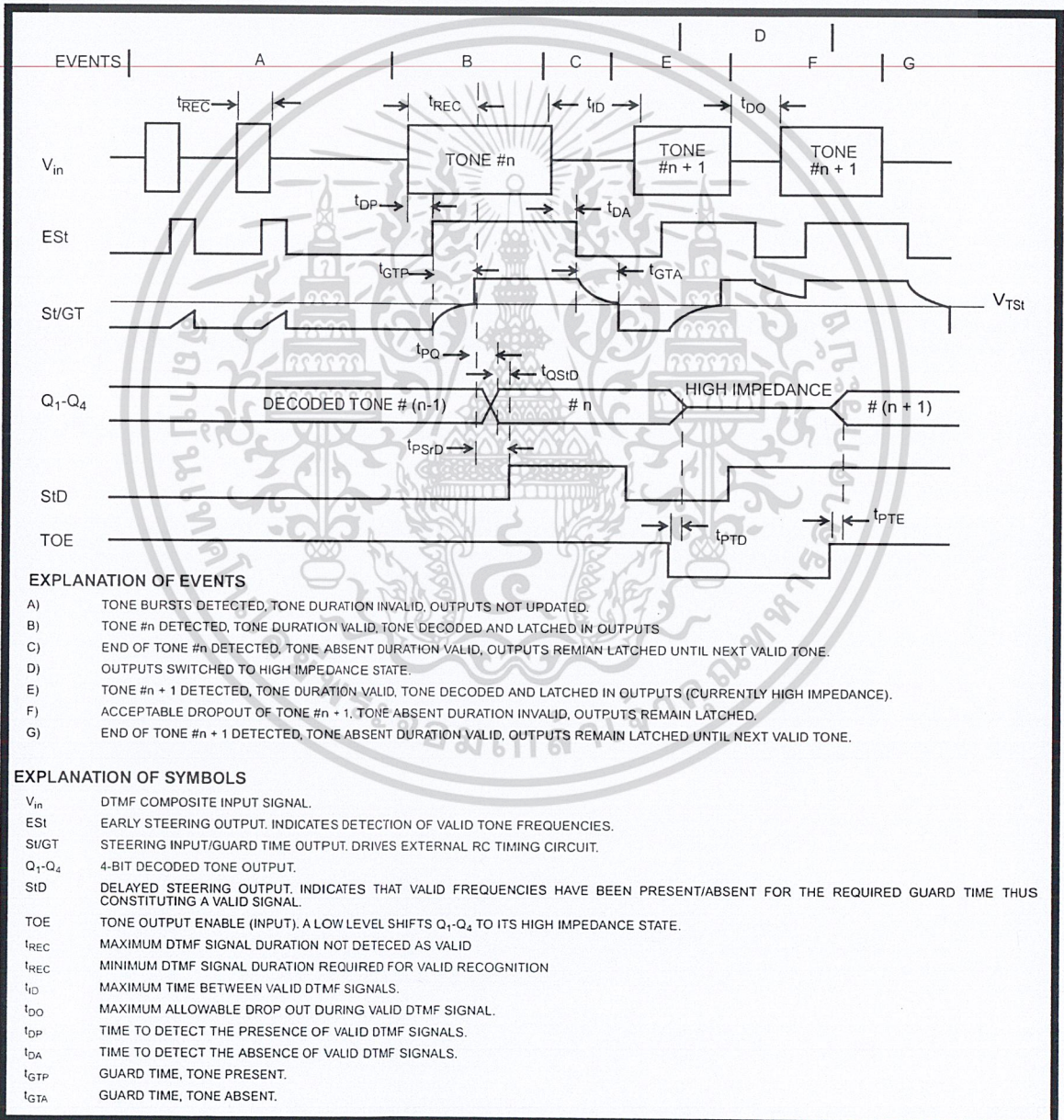


Figure 4 - MT8870 Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

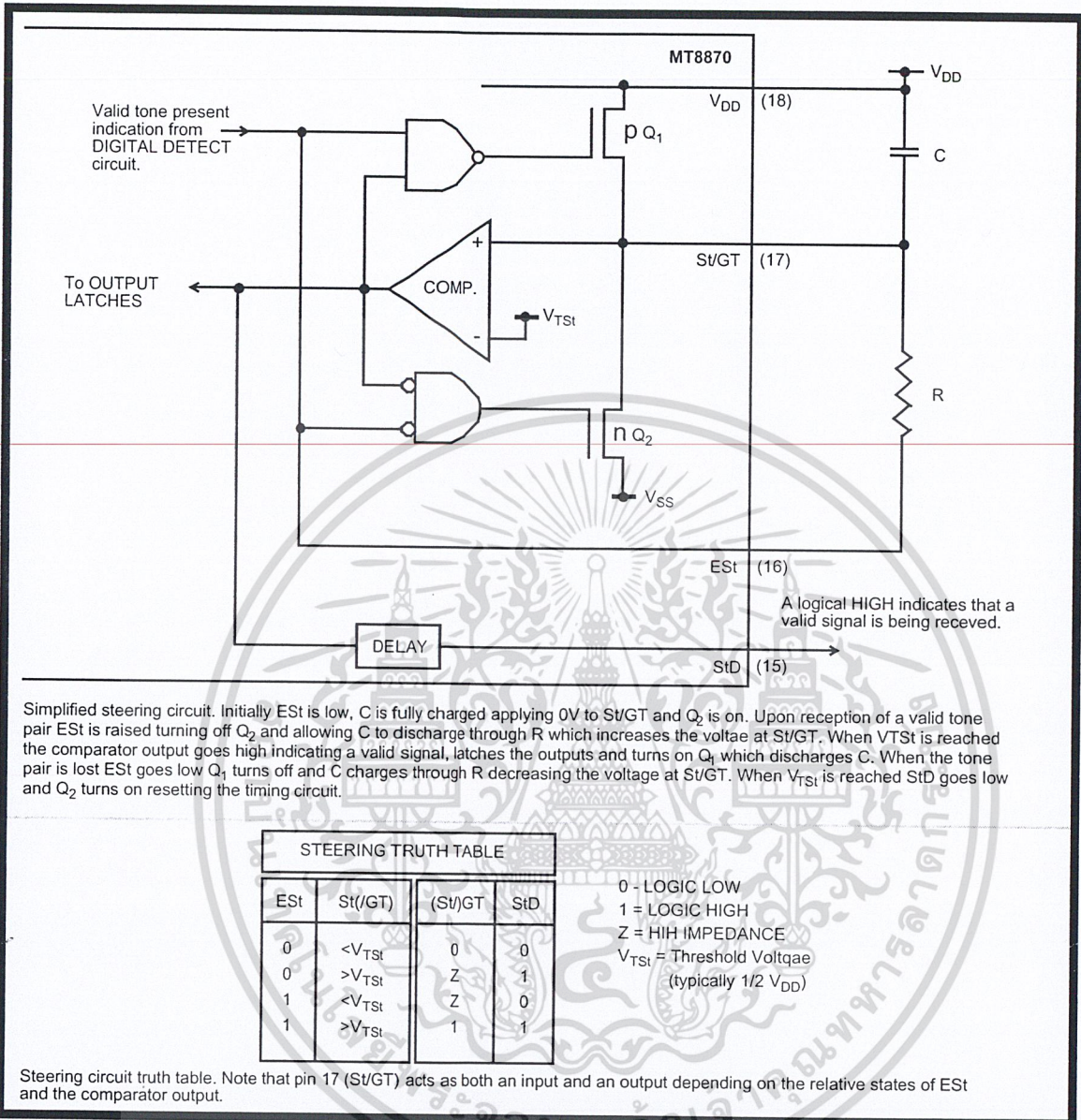


Figure 5 - MT8870 Steering And GuardTime Circuit Operation

If the same valid tone-pair does not reappear before t_{GTA} then the voltage at St/GT falls below V_{TSt} which resets the timing circuit via Q₂ and prepares the device to receive another signal. If the same valid tone-pair reappears before t_{GTA} , EST is raised turning on Q₁ and discharging C which resets t_{GTA} . In this case StD remains high and the tone dropout is disregarded as noise.

To provide good reliability in a typical telephony environment, a DTMF receiver should be designed to recognize a valid tone-pair greater than 40mS in duration and, to accept as successive digits, tone-pairs that are greater than 40mS apart. However in

other environments, such as two-way radio, the optimum tone duration and intra-digit times may differ due to noise considerations.

By adding an extra resistor and steering diode (Fig. 6b, 6c) t_{GTP} and t_{GTA} can be set to different values. Guard time adjustment allows tailoring of noise immunity and talk-off performance to meet specific system needs.

Talk-off is a measure of errors that occur when the receiver falsely detects a tone pair due to speech or background noise simulating a DTMF signal. Increasing t_{GTP} improves talk off performance since

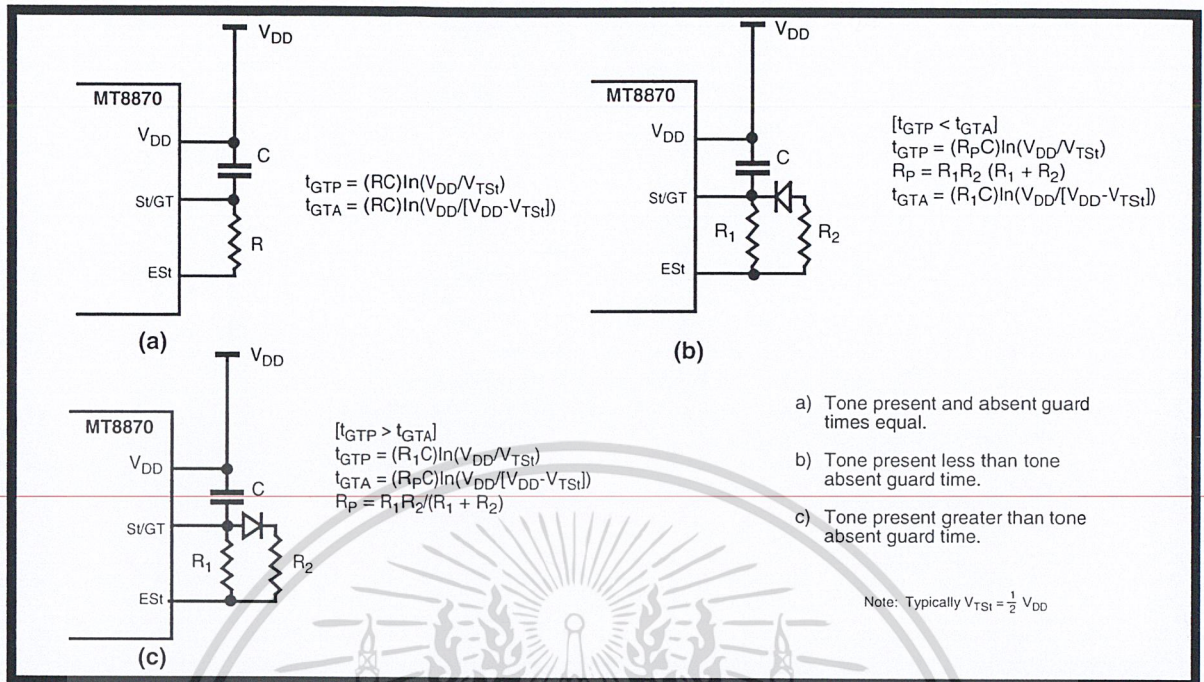


Figure 6 - Guard Time Circuits

it reduces the probability that speech will maintain DTMF simulation long enough to be considered valid. The trade-off here is decreased noise immunity because dropout (longer than t_{DA}) due to noise pulses will restart t_{GTP} . Therefore, for noisy environments, t_{GTP} should be decreased. The signal absent guard time, t_{GTA} , determines the minimum time allowed between successive DTMF signals. A dropout shorter than t_{GTA} will be considered noise and will not register as a successive valid tone detection. This guards against multiple reception of a single character. Therefore, lengthening t_{GTA} will increase noise immunity and tolerance to the presence of an unwanted third tone at the expense of decreasing the maximum signalling rate.

The intricacies of the digital detection algorithm have a significant impact on the overall receiver performance. It is here that the initial decision is made to accept the signal as valid or reject it as speech or noise.

Trade-offs must be made between eliminating talk off errors and eliminating the effects of unwanted third tone signals and noise. These are mutually conflicting events. On one hand valid DTMF signals present in noise must be recognized which requires relaxation of the detection criteria. On the other hand, relaxing the detection criteria increases the probability of receiving "hits" due to talk off errors.

Many considerations must be taken into account in evaluating criteria for noise rejection. In the telephony environment two sources of noise are predominant. These are, third tone interference, which generally comes from dial tone harmonics, and band-limited white noise. In the MT8870 a complex digital averaging algorithm provides excellent immunity to voice, third tone and noise signals which prevail in a typical voice bandwidth channel.

The algorithm used in the MT8870 combines the best features from two previous generations of Zarlinc digital decoders with improvements resulting from years of practical use within the telephone environment. The algorithm has evolved through a combination of statistical calculations and empirical "tweaks" to result in the realization of an extremely reliable decoder.

Applications

The proven reliability of DTMF signalling has created a vast spectrum of possible applications. Until recently, many of these applications were rendered ineffective due to cost or size considerations. Now that a complete DTMF receiver can be designed with merely a single chip and a few external passive components one can take full advantage of a highly developed signalling scheme as a small, cost-effective signalling solution.

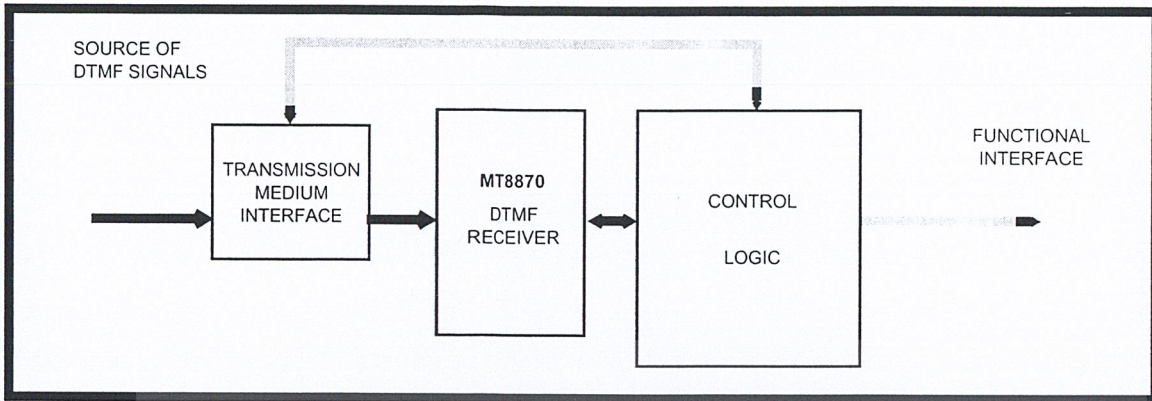


Figure 7 - Modular Approach to DTMF Receiver Systems

The design of a DTMF receiving system can generally be broken down into three functional blocks (Fig. 7). The first consideration is the interface to the transmission medium. This may be as simple as a few passive components to adequately configure the MT8870's input stage or as complex as some form of demodulation, multiplexing or analog switching system. The second functional block is the DTMF receiver itself. This is where the receiving system's parameters can be optimized for the specific signal conditions delivered from the "front end" interface. The third, and perhaps most widely varying function, is the output control logic. This may be as simple as a 4 to 16 line decoder, controlling a specific function for each DTMF code, or as complex as a full blown computer handling system protocols and adaptively varying the tone receiver's parameters to adjust for changing signal conditions. Several currently applied and conceptually designed applications are described subsequently but first let's consider the design of a typical input stage.

The input arrangement of the MT8870 provides a differential input op amp as well as a bias source (V_{REF}) which is used to bias the inputs at mid-rail. The output of this op amp is available to provide feedback for gain adjustment.

A typical single ended input configuration having unity gain is shown in Figure 8.

For balanced line applications good common mode rejection is offered by the differential configuration (Fig. 9). In both cases, the inputs are biased to $1/2 V_{DD}$ by V_{REF} . Consider an input stage which will interface to a 600Ω balanced line. To reject common mode noise signals, a balanced differential amplifier input provides the solution.

With the input configured for unity gain the MT8870 will accept maximum signal levels of +1 dBm (into 600Ω). The lowest DTMF frequency that must be detected is approximately 685Hz. Allowing 0.1dB of

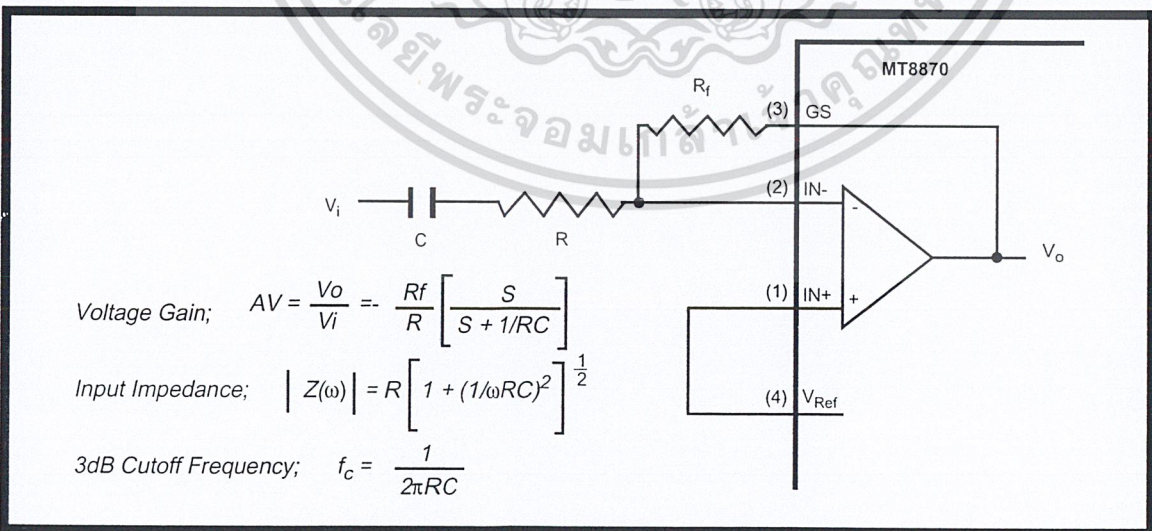


Figure 8 - Single Ended Input Configuration

attenuation at 685Hz, the required input time constant may be derived from;

path. This zero can be exactly cancelled by the added pole due to R_b if R_b is chosen as;

$$M(\omega)_{dB} = 20 \log_{10} \frac{R_f}{R} + 20 \log_{10} \frac{\omega\tau}{\{(\omega\tau)^2 + 1\}^{1/2}} \quad R_b = \frac{R_a R_f}{R_a + R_f}$$

where $M(\omega)_{dB}$ is the amplifier gain in decibels

ω is the radian frequency

τ is the input time constant

Therefore $-0.1 = 20 \log_{10} \frac{(2\pi)685\tau}{\{(2\pi)685\tau\}^2 + 1}^{1/2}$

or $\tau = 1.52mS$

Now, choosing $R=220K$ gives a high input impedance (440K in the passband) and $C = \tau/R = 6.9nF$ (use a standard value of 10 nF). For unity gain in the passband we choose $R_f=R$. R_a and R_b are biasing resistors. The choice of R_a is not critical and could be set at, say... 68K. Bias resistor R_a adds a zero to the non-inverting path through the differential amplifier but has no effect on the inverting

With appropriate input transient protection, this circuit will provide an excellent bridging interface across a properly terminated telephone line for end-to-end or key system applications. Transient protection may be achieved by splitting the input resistors and inserting zener diodes to achieve voltage clamping (Fig. 10). This allows the transient energy to be dissipated in the resistors and diodes and limits the maximum voltage that may appear at the op-amp inputs.

It is important to consider the amount of shunt capacitance introduced by the protection devices. In this case the parasitic capacitances of the zener diodes are in series which reduces their effect. Relatively large shunt capacitances will attenuate the high group frequencies causing the input signal to "twist" which degrades receiver performance.

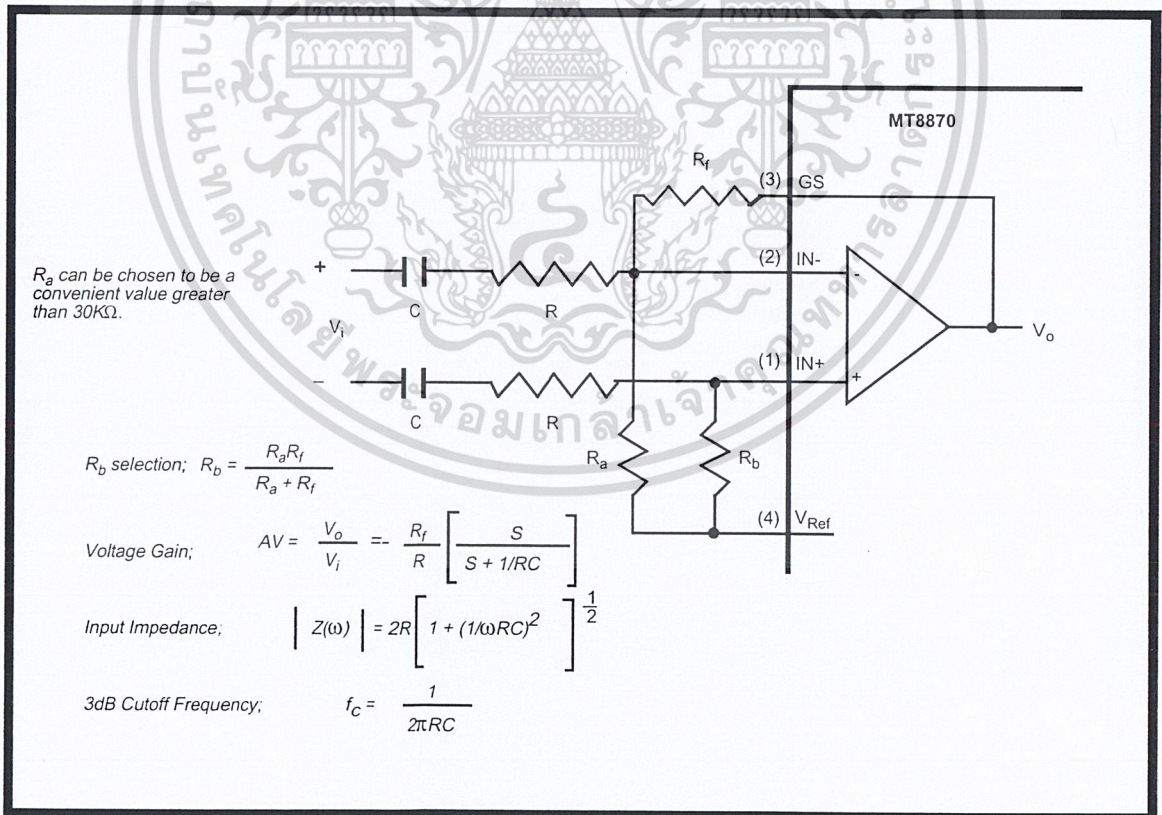


Figure 9 - Differential Input Configuration

"Twist" is known as the difference in amplitude between the low and high group tones. It is specified in dB as:

$$TWIST = 20 \log_{10} \frac{V_L}{V_H}$$

where V_L is the amplitude of the low frequency tone

and V_H is the amplitude of the high frequency tone.

Twist is usually caused by the frequency response characteristic of the communication channel. Along a telephone line higher frequencies tend to roll off faster than the lower ones so the line response is usually compensated for by applying pre-emphasis (negative twist) to the originating DTMF signal. In extreme cases the receiver may require compensation. This could be realized with a filter arrangement utilizing the input op amp.

Any communication path that can pass the human voice spectrum is eligible for DTMF signalling. Therefore a variety of "front-end" interfaces may be applicable in a given control system. More commonly used media are copper wire and RF channels. An optical fibre could carry a light beam modulated by DTMF. Although this would incur a large overhead in terms of bandwidth utilization, optical fibres do offer isolation from external electromagnetic interference. For example, if control or data signals must be sent near a high power transmission line environment, strong electric and magnetic fields could have a devastating effect on signals transmitted over wires. DTMF over fibre-

optics could easily be employed as a highly reliable communications method in a harsh interference infested environment.

In modern digital switching equipment the MT8870 can easily be interfaced to a digital PCM line by using a codec as an input interface (Fig. 11). Actually, all that is required for the interface is a PCM decoder. In fact, the output filter that normally is associated with PCM decoders is not required since the high group DTMF bandpass filter has an upper cutoff frequency low enough to meet the required roll-off of the PCM filter.

DTMF In Mobile Radio Applications

DTMF signalling plays an important role in distributed communications systems, such as multi-user mobile radio (Fig. 12). It is a "natural" in the two-way radio environment since it slips neatly into the center of the voice spectrum, has excellent noise immunity and highly integrated methods of implementation are currently available. It is also directly compatible with telephone signalling, simplifying automatic phone patch systems.

Several emergency medical service networks currently use DTMF signals to control radio repeaters. Functions are, typically, mobile identification, selection of appropriate repeater links, selection of repeater frequencies, reading of repeater status, and for completing automatic phone patch links.

If available in a system of this type, audio from a long distance communications link (microwave,

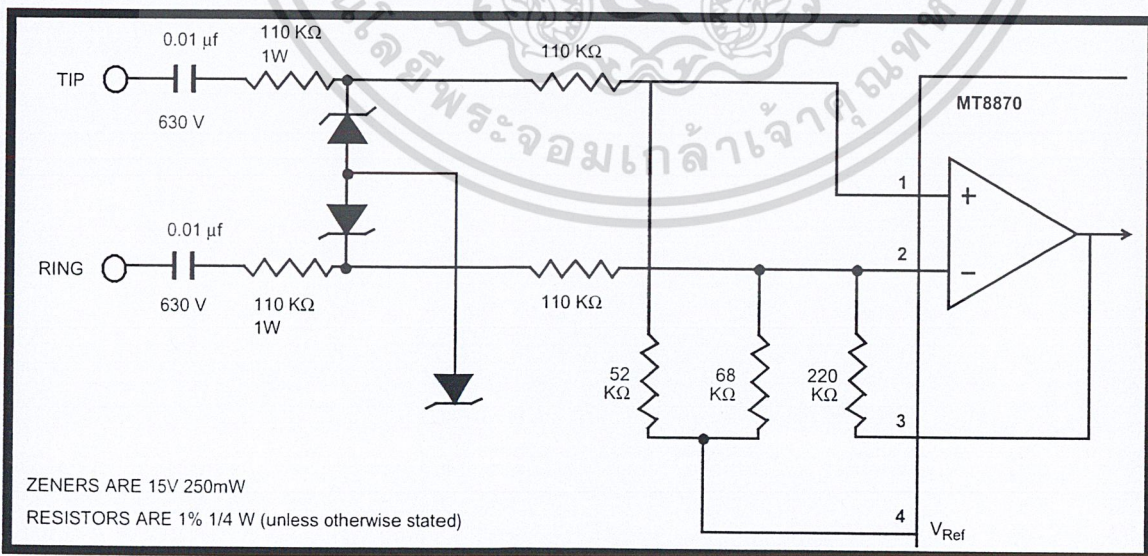


Figure 10 - MT8870 Front End Protection Circuit

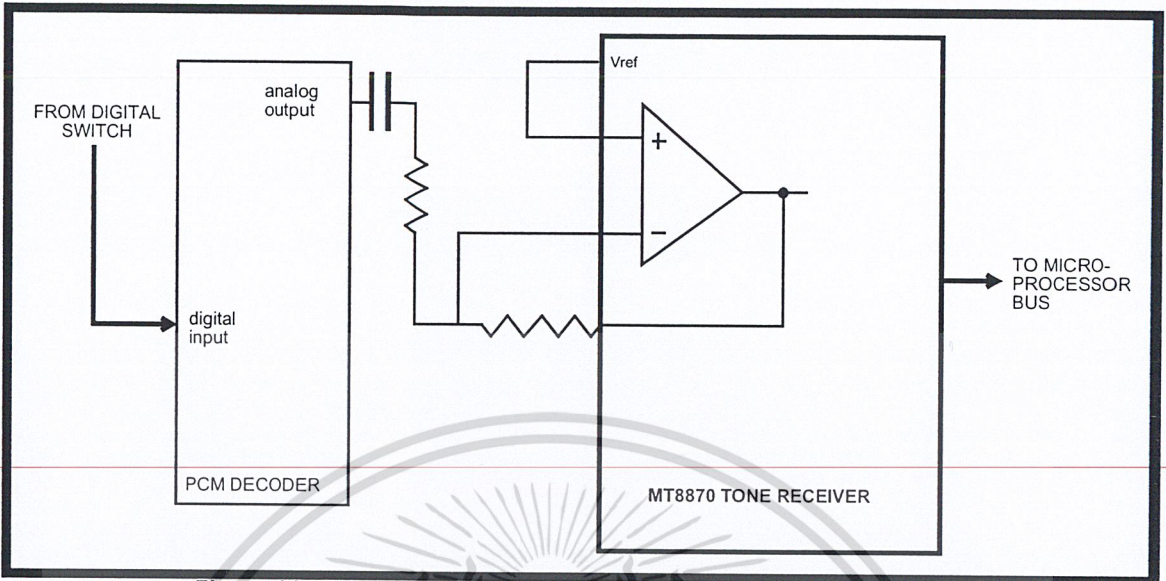
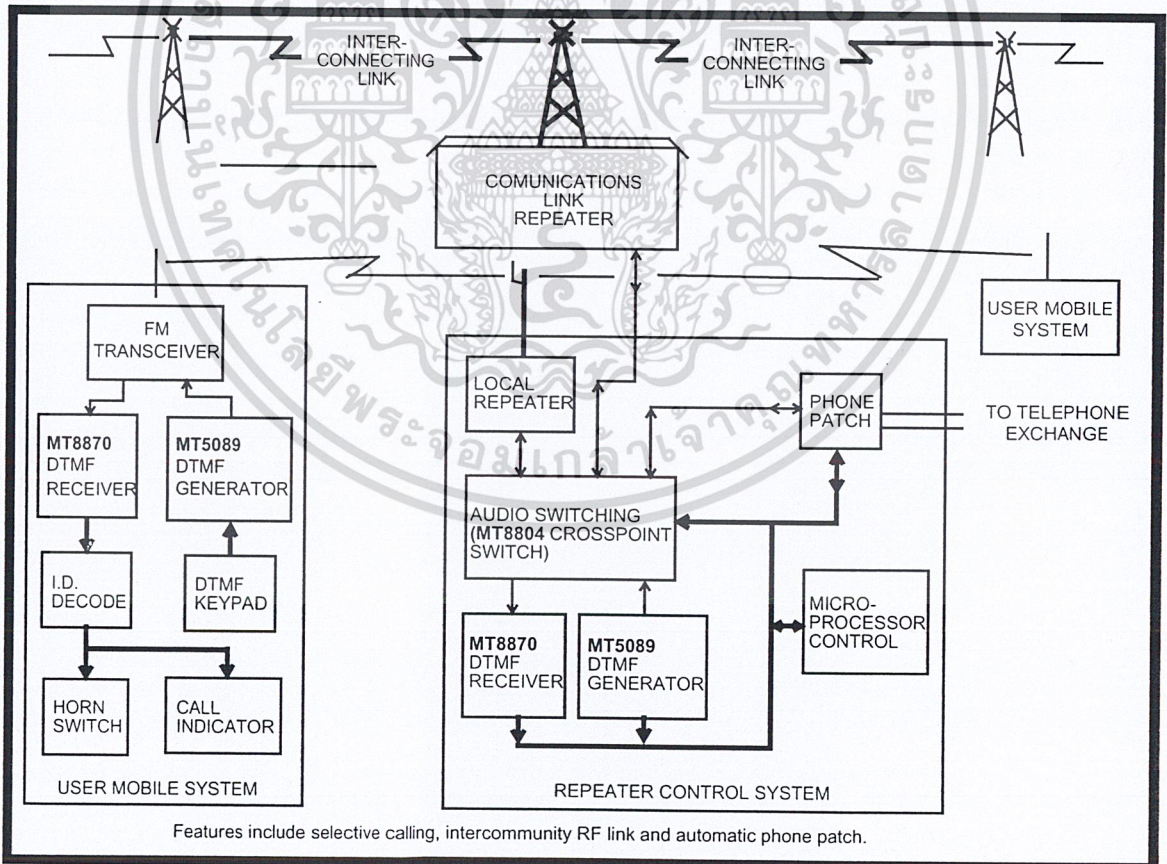


Figure 11 - Interfacing The MT8870 To A Digital PABX Or Central Office

satellite, etc.) could be switched, via commands from the user's DTMF keypad, into the local repeater. This would offer the mobile user a variety of paths for

communication without the assistance of a human operator.



Features include selective calling, intercommunity RF link and automatic phone patch.

Figure 12 - DTMF Controlled Radio Repeater

A multi-channel repeater system serving a multitude of user groups may be found to achieve its most effective performance in the "trunked" mode. In this case, one RF channel is reserved for system signalling. System operation could be achieved as follows.

Each mobile plus the repeater system contain a DTMF receiver, DTMF generator and appropriate control logic. Mobiles are assigned individual DTMF I.D. codes and always monitor the signalling channel when idle. An originating mobile automatically sends a DTMF sequence containing its own I.D. and the I.D. of the called party. This is recognized by the repeater control which retransmits the called party's I.D. The answering mobile returns a DTMF handshake indicating to the repeater control that it is available to accept a call. At this time the repeater control sends a DTMF command sequence to both the originating and answering mobiles which instructs their logic circuits to switch to a specific, available channel. If all channels are busy the repeater control could send DTMF sequences to put both mobiles on "hold" and add their I.D.'s to a "channel-request" queue. This arrangement would

allow users to access any available frequency and converse privately instead of being restricted to one assigned channel which is shared among several user groups.

As well as an individual I.D., each mobile belonging to a particular organization could also have a common group I.D. This would allow dispatch messages to be sent to all company mobiles simultaneously. Since mobiles would be under DTMF control, messages could be sent to an unattended vehicle and, at the user's convenience, displayed on a readout .

Each radio link either established or attempted would result in DTMF I.D. codes being sent to the repeater control. These occurrences could easily be collected by a computer for statistical analysis or billing information. Customers who have defaulted on rental payments could be denied access to the system.

Simplified block diagrams of the control systems for both the repeater and mobiles are shown in Figures 13 and 14 respectively.

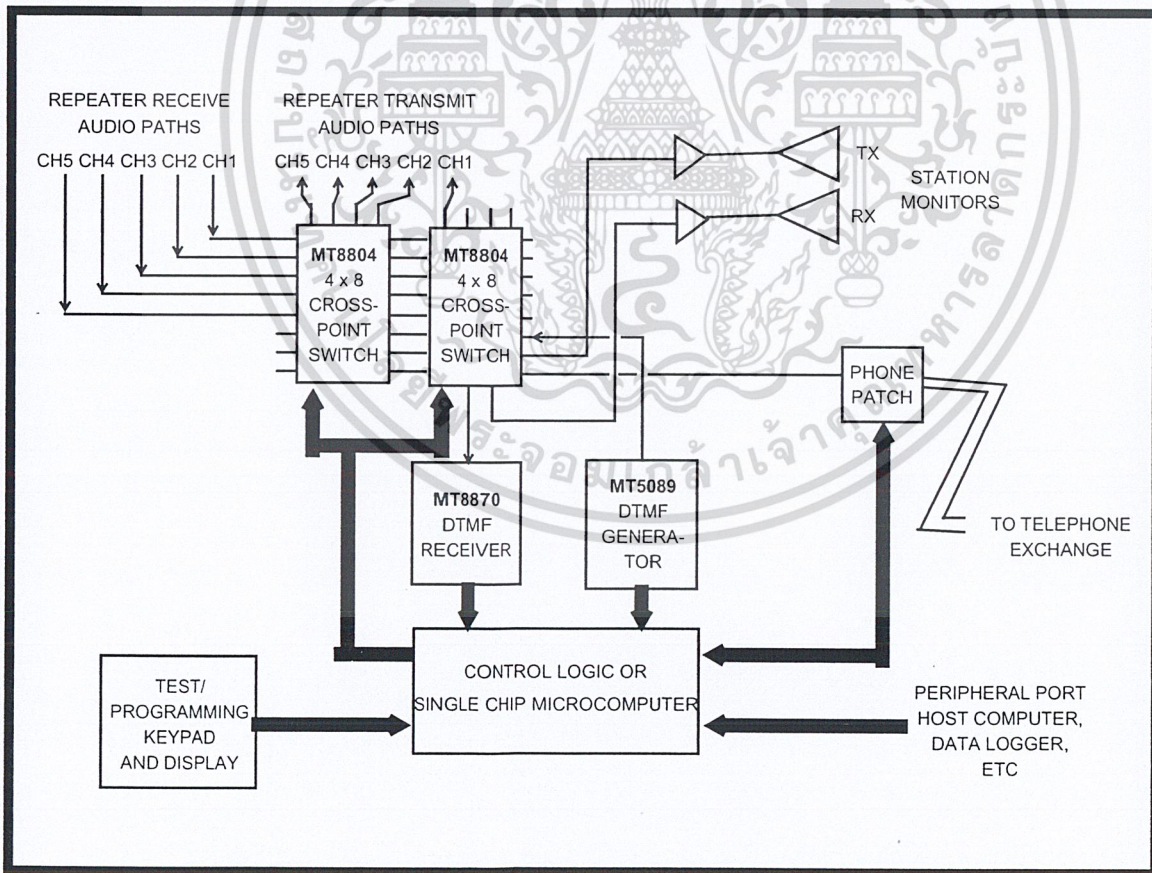


Figure 13 - Block Diagram of Control for "Trunked" Repeater System"

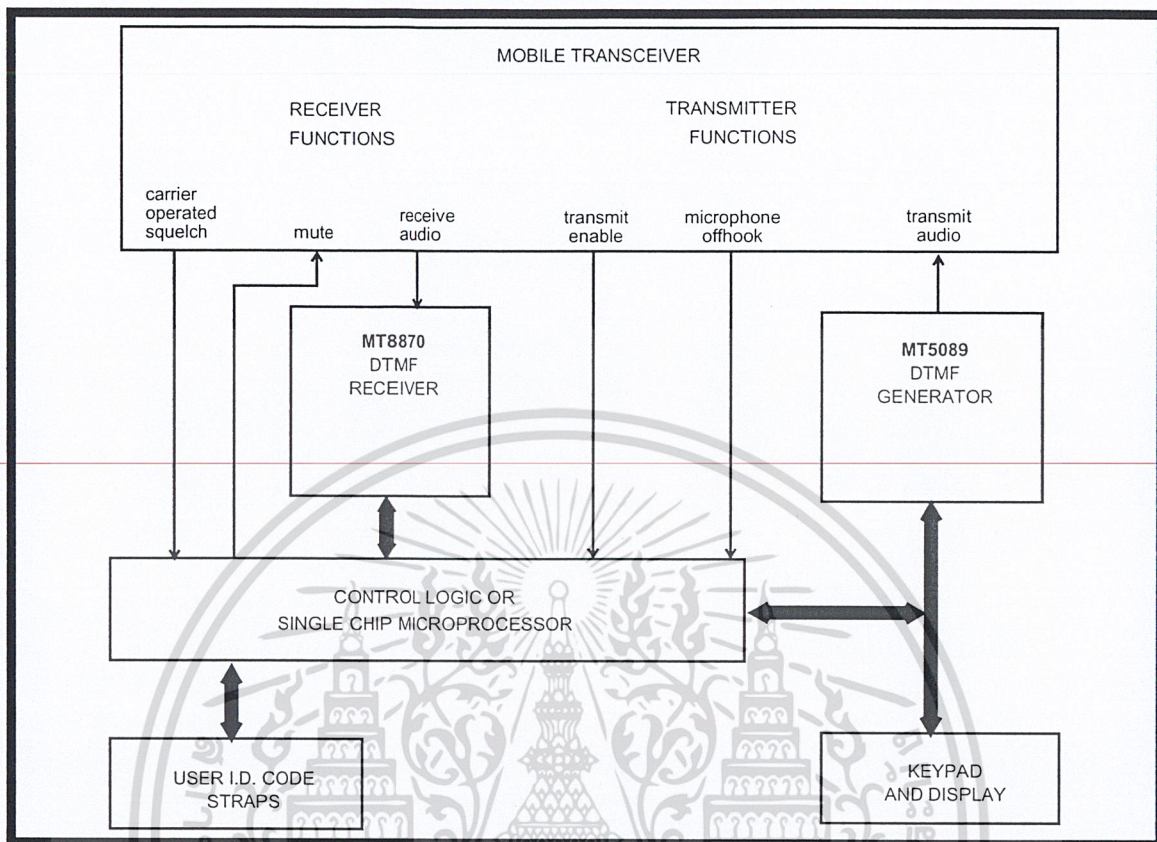


Figure 14 - Block Diagram of Mobile Radio Control System

Distributed Control Systems

There are many other applications which also fall into the distributed communications/control class. That is, several devices being controlled via a common communications medium whether it be RF, copper wire or optical fibres, etc.

Consider, for example, an existing pair of wires circulating throughout a plant. By connecting DTMF receivers at strategic points along this path one could conceivably control the whole plant from a single DTMF transmitter (Fig. 15). Each DTMF receiver would monitor the common line until its specific I.D. was received, at which time it would transfer data to its functional control logic.

With some simple logic a circuit can be devised to recognize a sequence of programmed DTMF code. Figure 16 illustrates a method of detecting a DTMF code sequence of arbitrary length, N. The object is to compare N sequential 4-bit DTMF data words to N preprogrammed 4-bit I.D. words. Programming the I.D. code is accomplished by applying the desired logic levels to the inputs of N 4-bit bus buffers. This may be achieved with straps as

shown, dipswitches or thumbwheels. Pull-up resistors should be applied to the buffer inputs. Initially, after a RESET has occurred, Q₀ of the presettable shift register is set logically high, the remaining outputs are reset. This activates the first bus buffer which applies its outputs to the Y inputs of a 4-bit comparator. The "LAST DIGIT" latch is reset, the "ERROR-" flip-flop and "VALID DIGIT" latch are set. These three signals are ANDed indicating a "no-match" condition. When a valid DTMF signal is received its data appears at the comparators "X" inputs, a comparison occurs and the result appears at the "X=Y" output. After 3.4 μs (typical) Std rises indicating that the MT8870 output data is valid and strobes "X=Y" into the "VALID DIGIT" latch. The shift register advances one position which enables the next bus buffer. If the result of the comparison was true then the "VALID DIGIT" output is high. If all digits of the sequence match then the high output from the shift register "wraps around" from Q_{N-1} to Q₀, which strobes the "LAST DIGIT" latch high. This activates the three input AND gate indicating a "match" condition. If non-matching data is received any time during the detection sequence the "ERROR-" flip-flop is reset which disables the AND gate until a system "RESET" occurs. "RESET" may be generated in a variety of ways depending on the

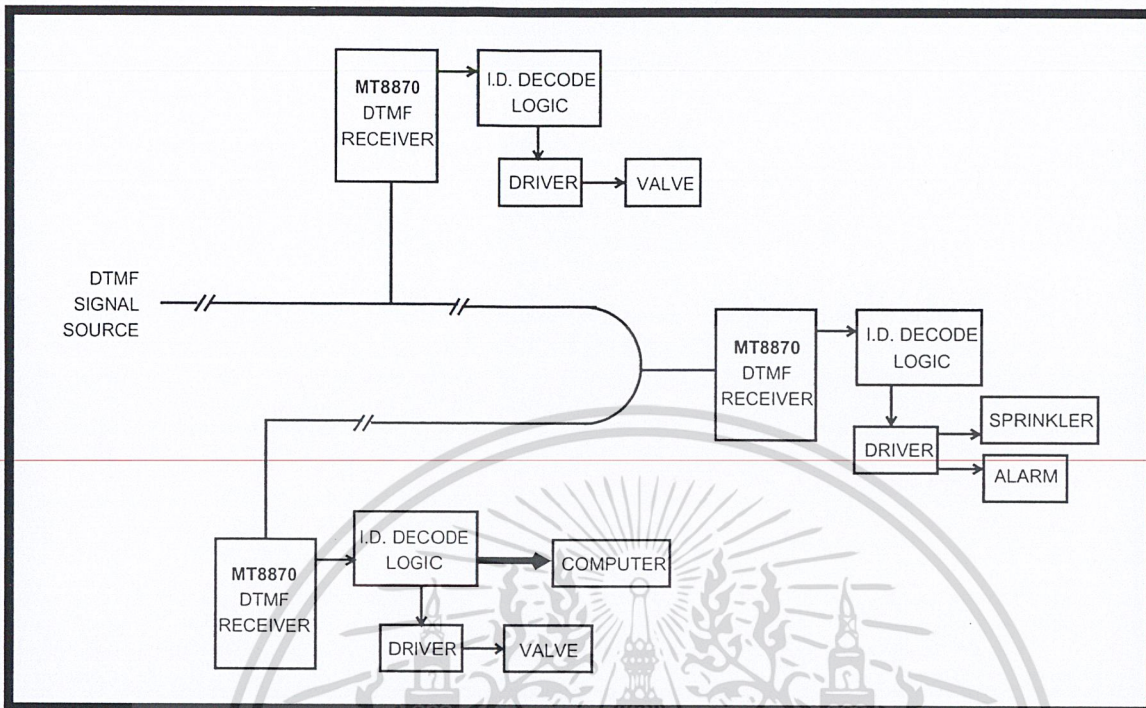


Figure 15 - Distributed Control System

system design objective. If one DTMF code is reserved exclusively for the "RESET" function then the MT8870 outputs can be decoded directly. This requires that the controller send a "RESET" command prior to sending an I.D. sequence. Alternatively a "time-out" timer, triggered by StD, could serve to generate a system reset if a certain time lapse occurs between received signals. This method places time constraints on the system but eliminates the need to consume a DTMF command for the "RESET" function.

The concept of using a common transmission medium for control signalling applies to several possible situations. Plant process control, remote measurement control, selective intercom call systems, institutional intercom systems, two way radio control, pocket pagers and model car or boat remote control, just to mention a few.

Conversely, data could be collected from distributed sources. Implemented on a circulating wire or an RF channel, as illustrated in Figure 17, information could be collected by a central unit which individually polls each monitor to ask for data. Alternatively, the system could be interrupt driven (Fig.18). In this case each monitor, when ready to send data, generates an interrupt request by sending a DTMF I.D. sequence followed by a data stream. Interrupt masking or prioritizing could be achieved from the central control end by applying DC levels across

a wire pair or sending a pilot tone in an RF system. Remote data collection units would monitor this signal to detect when a higher priority interrupt is being handled or the communications channel is busy.

Data Communication Using DTMF

There is a vast array of potential applications for DTMF signalling using the existing telephone network. Considering that there are millions of ready-made data sets installed in convenient locations (i.e. the Touch Tone telephone) remote control and data entry may be performed by users without requiring them to carry around bulky data modems.

Potential applications include:

- home remote control
- remote data entry from any Touch-Tone keypad
- credit card verification and inquiry
- salesman order entry
- catalogue store (stock/price returned via voice synthesis)
- stock broker buy/sell/inquire -using stock exchange listing mnemonics
- answering machine message retrieval
- automatic switchboard extension forwarding

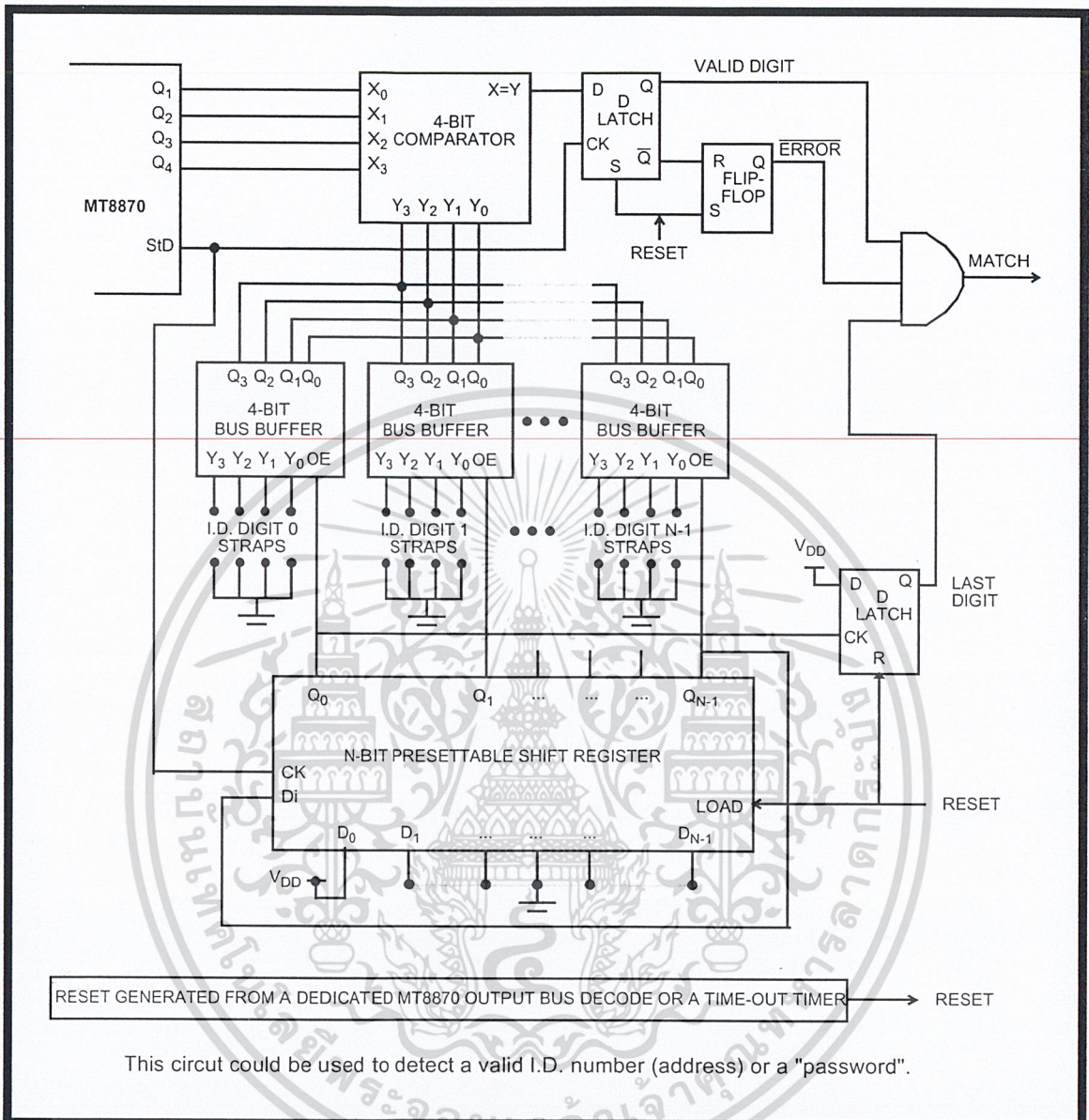


Figure 16 - N-Character Sequence Identifier

A household DTMF remote control system with an optional data port can boast a variety of conveniences (Fig. 19). Remote ON/OFF control may be given to electric appliances such as a slow cooker, exterior lighting and garage heater. An electro-mechanical solenoid operated valve allows remote control of a garden sprinkler. Video buffs could interface to their VCR remote control inputs and record T.V. shows with a few keystrokes of their friend's telephone. This would enhance the function of timers which are currently available on most VCR's. Schedule changes or unexpected broadcasts could be captured from any remote

location featuring a Touch-Tone™ phone. Security systems could be controlled and a microphone could be switched in for remote audio monitoring. Interfacing a home computer to the data port makes an excellent family message center. At the remote end messages are entered from a telephone keypad. The computer responds with voice messages generated by a speech synthesizer. In the home, messages to be left are entered via the computer keyboard. Messages to be read may be displayed on the computer monitor or "played back" through the speech synthesizer.

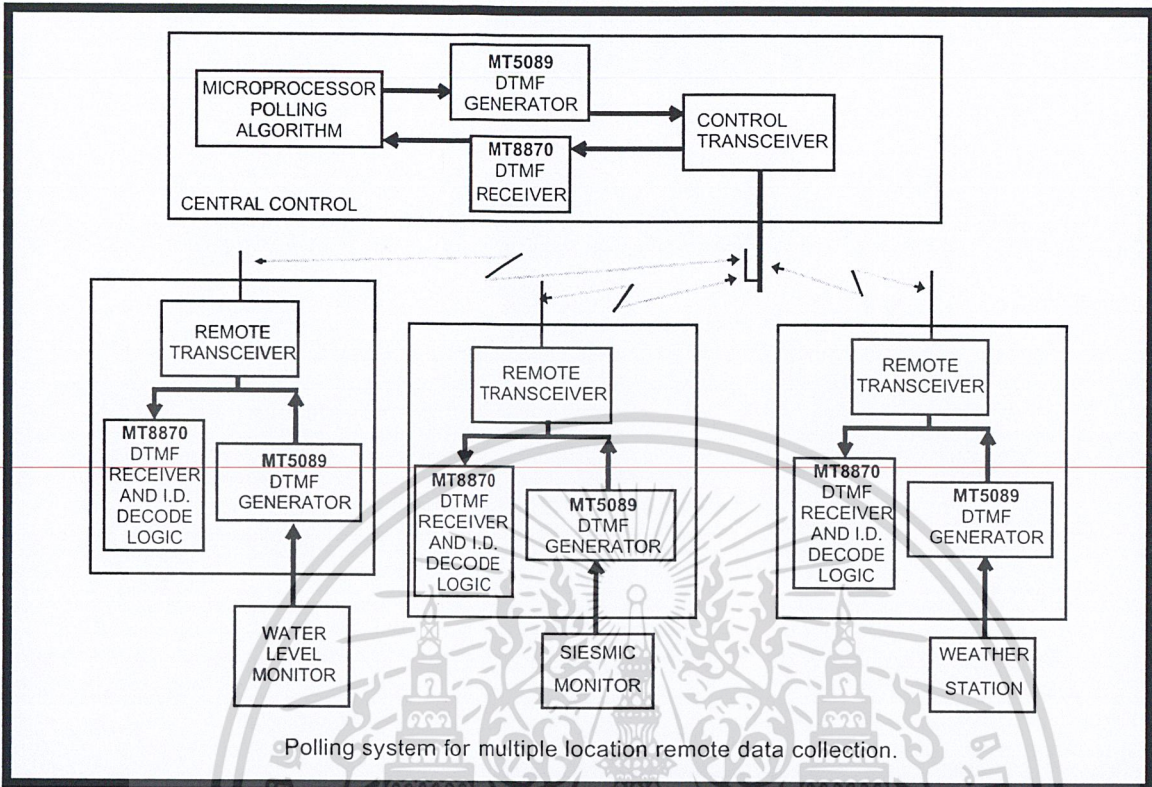


Figure 17 - DTMF Controlled Data Collection

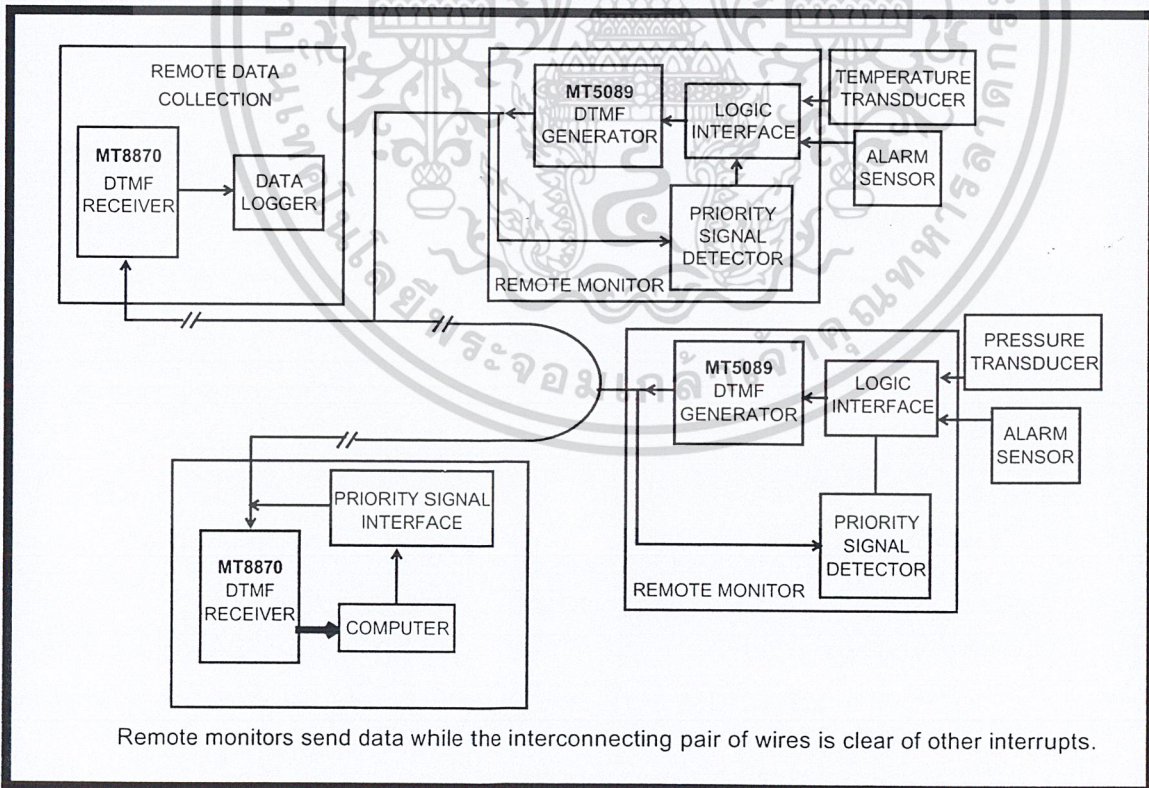


Figure 18 - Interrupt Driven Data Collection System

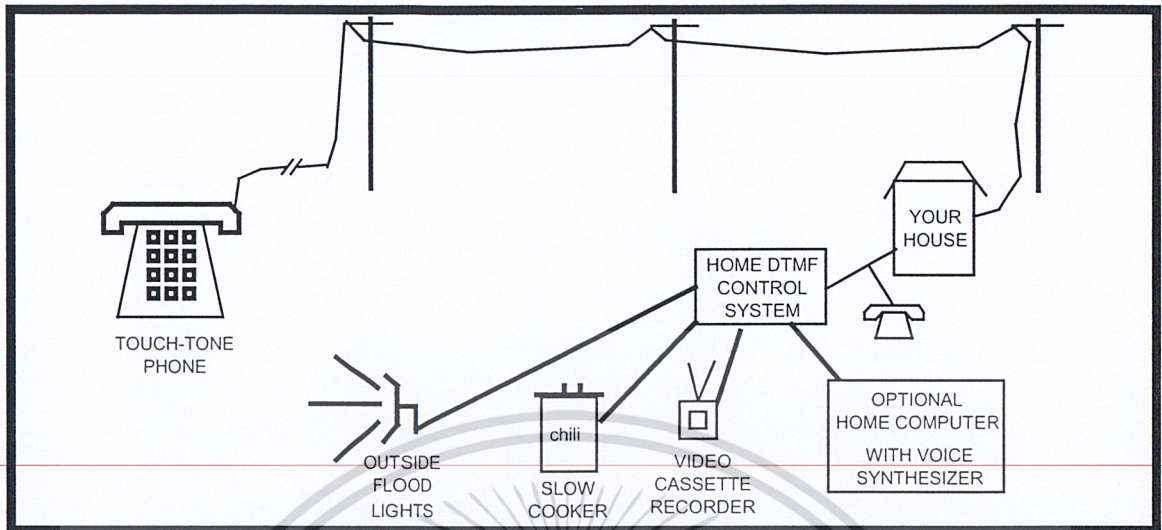


Figure 19 - Home DTMF Remote Control System

	ESC ' '	DEL ()	BS \ /
1	ABC 2	DEF 3	
GHI 4	JKL 5	MNO 6	! " . # \$ % * + -
PRS 7	TUV 8	WXY 9	, ; : < = > ? @ ^
.	OPER 0	#	BEL Q Z
			SPACE RETURN
			ACK=11 DC2=38 EM=59 ETX=07
			CAN=58 DC3=39 ENQ=09 FF=18
			CR=19 DC4=47 EOT=04 FS=68
			DC1=37 DLE=29 ETB=57 GS=69

(a)

POS.4 POS.5 POS.6
(?) (@) (Λ)

POS.1 POS.2 POS.3
(W) (X) (Y)

NUMERAL
(9)

TYPICAL KEY

(b)

KEYS "2" THROUGH "9" EACH REPRESENT THREE ALPHABETIC CHARACTERS HENCE HAVE THREE INHERENT "POSITIONS" (POS.1, POS.2, AND POS.3) A PLASTIC OVERLAY CARD ADDS THREE MORE POSITIONS (POS.4, POS.5, AND POS.6) TO KEYS "1" THROUGH "0". * AND # ARE RESERVED EXCLUSIVELY FOR THE SPACE AND RETURN FUNCTIONS.

Figure 20 - Using A Pushbutton Phone As A Data Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A scheme for coding ASCII characters using one and two digit DTMF signals is outlined in the appendix. Notice that on a telephone keypad keys 2 through 9 are represented by three alpha-characters as well as a numeral. To send an alpha-character, using this scheme, first press the key on which the character appears then press the key corresponding to the position in which the character appears on its key (1, 2 or 3). Numerals are sent by touching the desired number followed by a zero. The asterisk (*) and octothorp (#) have been reserved for "space" and "return" respectively. A plastic overlay the size of a credit card expands the number of useable "positions" on each button (Fig. 20). This serves as a guide for sending other ASCII codes and fits snug into a credit card wallet. ASCII control characters that are not commonly used could be listed at the bottom of the card. This user-friendly algorithm

eliminates the need to memorize conversion codes and allows significant functionality even without the overlay reference.

A simple block diagram shows how this scheme may be implemented for a home DTMF control system (Fig. 21). A ringing voltage detector signals the microprocessor of an incoming call. The microprocessor, after the prescribed number of rings, closes the answer relay engaging the proper terminating impedance. A two-to-four wire converter splits bidirectional audio from the balanced telephone line into separate single ended transmit and receive paths.

Receive audio is then switched to the DTMF receiver through the crosspoint switch. Upon receiving a valid DTMF signal, the microprocessor is alerted by

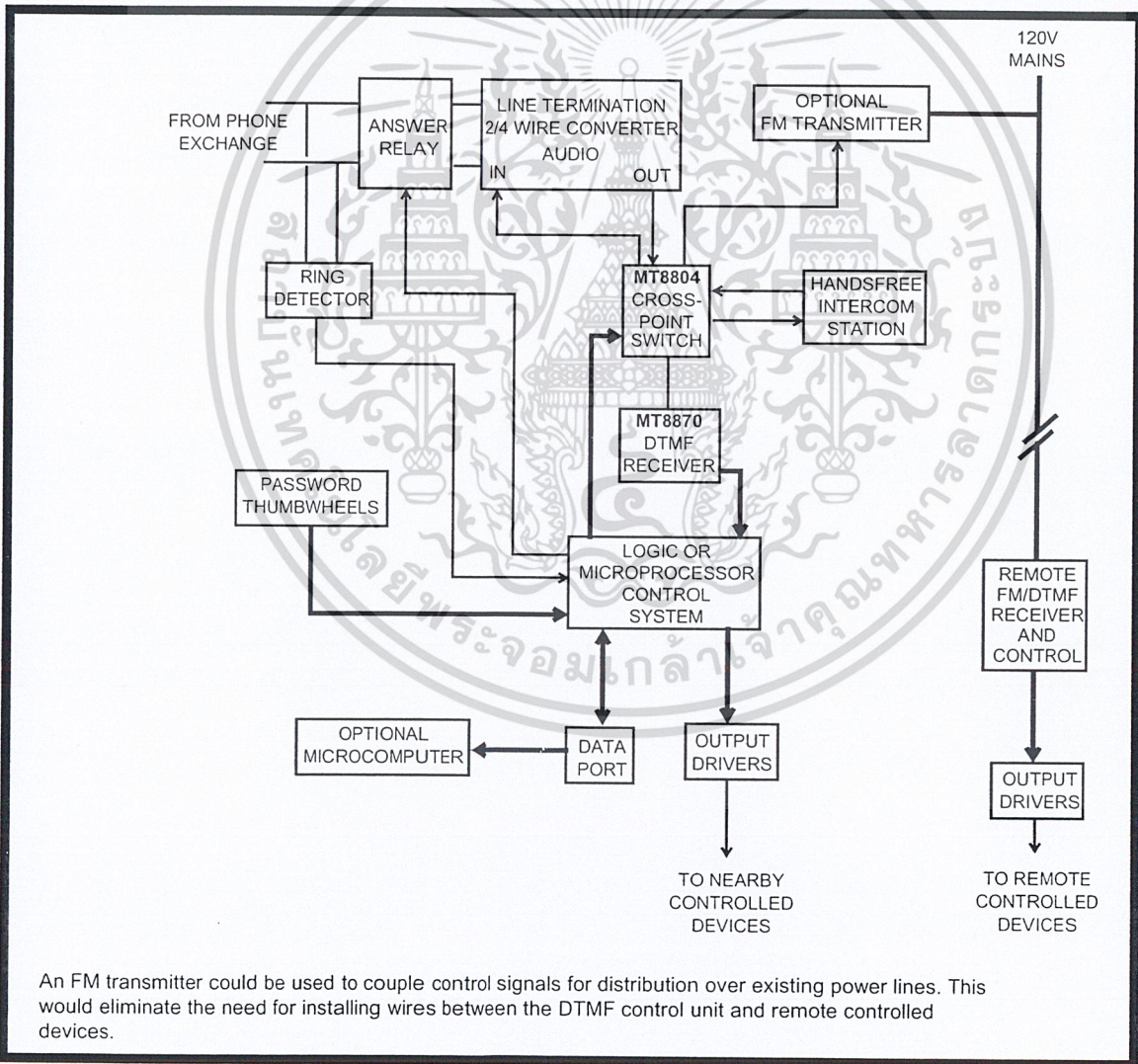


Figure 21 - Block Diagram of Home DTMF Remote Control System

the rising edge of StD. The microprocessor then checks for a valid password sequence and decodes subsequent commands. A command can be entered to put the system into remote-control mode. In this case the crosspoint switch is configured to route DTMF signals into the FM-over-mains transmitter as well as the system tone receiver. Forwarding of control signals is accomplished by applying an FM carrier to the power line. This eliminates the need to string control wires haphazardly about the house. The appropriate device is selected by its unique DTMF I.D. code. The microcomputer keeps track of all device locations and their I.D. codes since it must decide when to supply function outputs to the "nearby" devices and when to let the "remote" receivers handle the data. Subsequent data is transmitted to a selected device until a 'reset' command is entered.

Upon receiving any DTMF signal, answer back tones are returned by the microprocessor to acknowledge valid or invalid operations and to indicate the state of an interrogated device. For example, a low to high tone transition could indicate that a particular device is on, a high to low transition indicating the off state. A command could be entered to put the system in an 'external' mode which would allow communications through the data port. A host computer could be connected to this port to broaden the scope of the system.

The resident microprocessor unit contains the software and hardware to control ringing verification,

password and command decoding, answer back tone generation, audio routing, output function latches and an optional data port. Output drivers buffer the latches and switch relays or SCRs to control peripheral devices.

An infinite variety of devices could be controlled by such a system, the spectrum of which is limited only by the ability to provide appropriate interfacing. This system could also be the heart of a DTMF intercom system allowing intercommunication, "phone-patching", and remote control from varied household locations. This type of system concept is, of course, anything but limited to home use. Many applications can provide conveniences to consumers, salespeople and executives.

For example, a merchant could verify credit card accounts quickly utilizing only a telephone keypad for data entry (Fig. 22). Each credit card company could reserve one or more telephone lines to provide this function, reducing the human effort required. The receiving end system would be required to answer the call, provide a short answer back tone or message, receive and decode the credit card account number, verify it, verify the owner's name and give a go/no-go authorization. This return data could easily be provided with the aid of a voice synthesizer. An auto-dialler containing appropriate phone numbers could be installed at the merchant end as an added time saver.

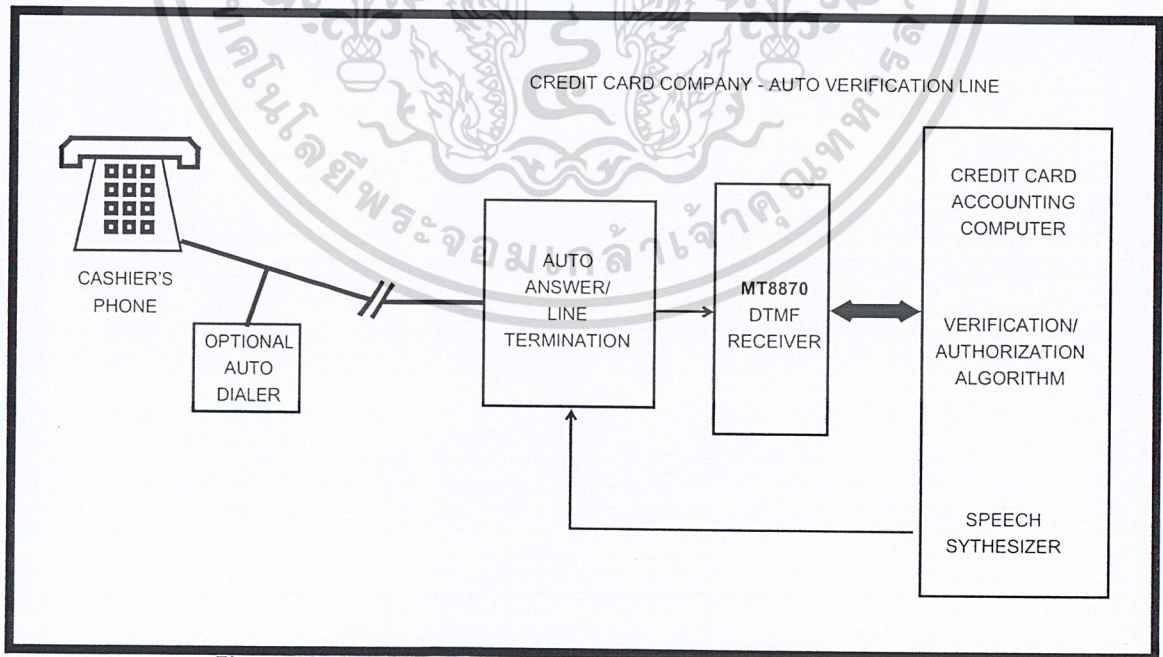


Figure 22 DTMF Data Communications For An Auto Verification Line

With a similar arrangement, a travelling salesman could access price, delivery and customer status, enter or delete merchandise orders and retrieve messages all from the comfort of the customer's office (Fig. 23a). A department store could provide shop-by-phone service to its customers using telephone keypad data entry (Fig. 23b). Brokerage firms, utilizing the stock exchange mnemonic listings could provide trading price information and buy/sell service via telephone keypad entry. A voice synthesizer could provide opening and current trading price, volume of transactions and other pertinent data. A telephone answering system manufacturer could apply this technique, allowing users to access and change outgoing and incoming messages from a Touch-Tone phone.

forward the call. The attendant could be notified to intervene if there is no action by the caller say, ten seconds after the recording ends. This provides a similar function to a "Direct Inward Dialling" (DID) trunk but without the additional overhead incurred with renting a block of phone numbers as in the DID case.

Now that a DTMF receiver is so easy and inexpensive to implement there are many simple dedicated uses that become attractive. A useful home and office application for DTMF receivers is in a self-contained telephone-line-powered toll call restrictor similar to the block diagram in Fig. 2a. This could be installed in an individual telephone or at the incoming main termination depending on which phone or phones are to be restricted. While disallowing visitors from making unauthorized long distance calls, the owner may still desire access to toll dialling. This could be provided by adding a logic circuit that disables the toll restrictor upon receiving a predetermined sequence of DTMF characters (Fig. 16). In this case, the user must enter his password before dialling a long distance number.

A PBX manufacturer could offer a feature that relieves the switchboard attendant from unnecessary interaction. A call could be answered automatically and a recording may reply "Thank you for calling XYZ. Please dial the extension you wish to contact or zero for the switchboard". If the caller knows the called party's extension in advance it is not necessary to wait for the switchboard attendant to

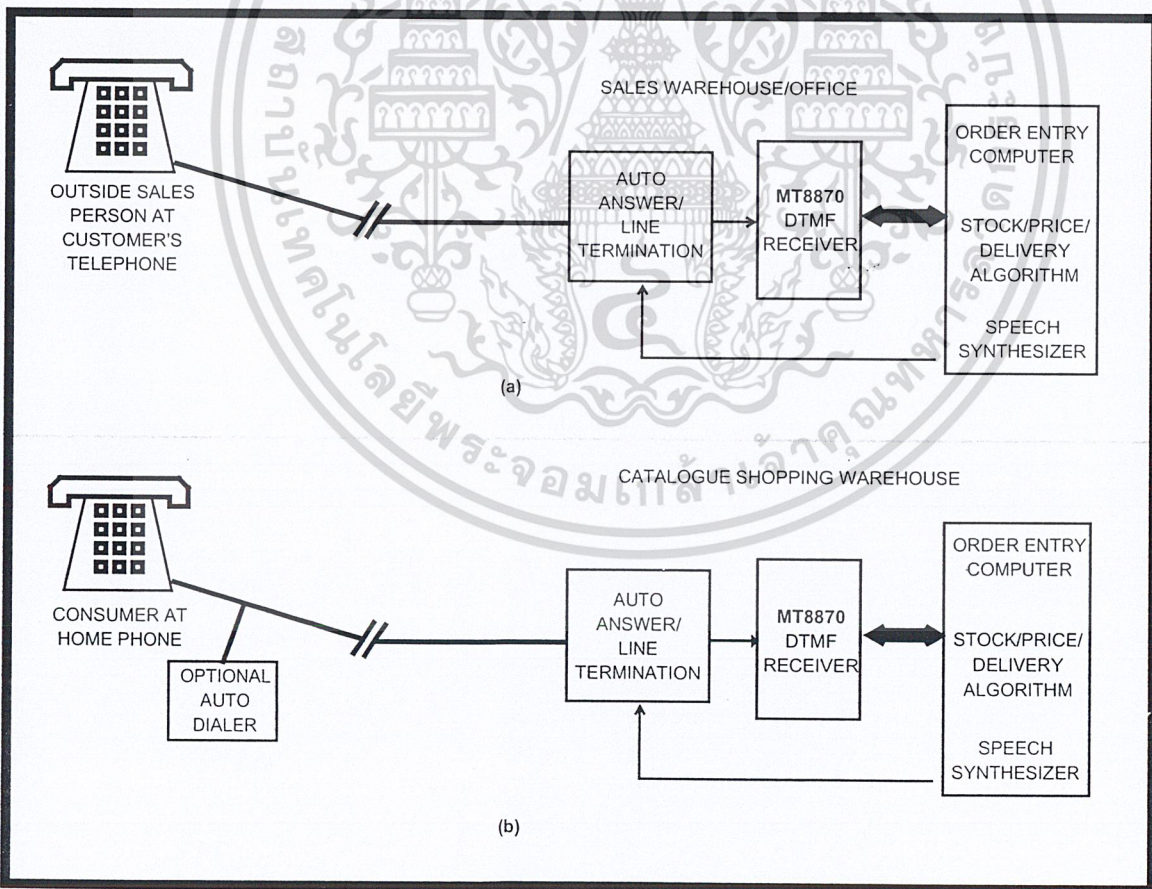


Figure 23 - Two Applications Of DTMF Data Communications

Conclusion

The applications for DTMF signalling are tremendous and due to innovative technological advances its use is increasingly widespread. DTMF offers highly reliable, cost effective signalling solutions which require no development effort on the user's part. The advent of single chip receivers has allowed many products that were previously not cost-effective to be manufactured in production quantities.

DTMF signalling was originally designed for telephony signalling over voice quality telephone lines. This signalling technique has been applied to a multitude of control and data communications systems. All that is required is a voice quality communication channel with appropriate interfacing. The applications are limited only by one's imagination.



Appendix

ASCII TO DTMF CONVERSION								
Partial ASCII coding and conversion to 2 sequential DTMF signals								
ASCII	HEX	DTMF	ASCII	HEX	DTMF	ASCII	HEX	DTMF
ACK	06	11	!	21	44	A	41	21
BEL	07	01	"	22	45	B	42	22
BS	08	34	#	23	54	C	43	23
CAN	18	58	\$	24	55	D	44	31
CR	0D	19	%	25	56	E	45	32
DC1	11	37	&	26	79	F	46	33
DC2	12	38	'	27	16	G	47	41
DC3	13	39	(	28	25	H	48	42
DC4	14	47	)	29	26	I	49	43
DEL	7F	24	*	2A	64	J	4A	51
DLE	10	29	+	2B	65	K	4B	52
EM	19	59	,	2C	74	L	4C	53
ENQ	05	09	-	2D	66	M	4D	61
EOT	04	08	.	2E	46	N	4E	62
ESC	1B	14	/	2F	36	O	4F	63
ETB	17	57	0	30	00	P	50	71
ETX	03	07	1	31	10	Q	51	02
FF	0C	18	2	32	20	R	52	72
FS	1C	68	3	33	30	S	53	73
GS	1D	69	4	34	40	T	54	81
HT	09	12	5	35	50	U	55	82
LF	0A	13	6	36	60	V	56	83
NAK	15	48	7	37	70	W	57	91
NUL	00	04	8	38	80	X	58	92
RS	1E	77	9	39	90	Y	59	93
S0	0E	27	:	3A	76	Z	5A	03
S1	0F	28	;	3B	75	[	5B	87
SOH	01	05	<	3C	84	\	5C	35
SP	20	*	=	3D	85	]	5D	88
STX	02	06	>	3E	86	^	5E	96
SUB	1A	67	?	3F	94	_	5F	89
SYN	16	49	@	40	95	`	60	15
US	1F	78				DEL	7F	24
VT	0B	17						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



For more information about all Zarlink products
visit our Web Site at

www.zarlink.com

Information relating to products and services furnished herein by Zarlink Semiconductor Inc. trading as Zarlink Semiconductor or its subsidiaries (collectively "Zarlink") is believed to be reliable. However, Zarlink assumes no liability for errors that may appear in this publication, or for liability otherwise arising from the application or use of any such information, product or service or for any infringement of patents or other intellectual property rights owned by third parties which may result from such application or use. Neither the supply of such information or purchase of product or service conveys any license, either express or implied, under patents or other intellectual property rights owned by Zarlink or licensed from third parties by Zarlink, whatsoever. Purchasers of products are also hereby notified that the use of product in certain ways or in combination with Zarlink, or non-Zarlink furnished goods or services may infringe patents or other intellectual property rights owned by Zarlink.

This publication is issued to provide information only and (unless agreed by Zarlink in writing) may not be used, applied or reproduced for any purpose nor form part of any order or contract nor to be regarded as a representation relating to the products or services concerned. The products, their specifications, services and other information appearing in this publication are subject to change by Zarlink without notice. No warranty or guarantee express or implied is made regarding the capability, performance or suitability of any product or service. Information concerning possible methods of use is provided as a guide only and does not constitute any guarantee that such methods of use will be satisfactory in a specific piece of equipment. It is the user's responsibility to fully determine the performance and suitability of any equipment using such information and to ensure that any publication or data used is up to date and has not been superseded. Manufacturing does not necessarily include testing of all functions or parameters. These products are not suitable for use in any medical products whose failure to perform may result in significant injury or death to the user. All products and materials are sold and services provided subject to Zarlink's conditions of sale which are available on request.

Purchase of Zarlink's I²C components conveys a licence under the Philips I²C Patent rights to use these components in an I²C System, provided that the system conforms to the I²C Standard Specification as defined by Philips.

Zarlink and the Zarlink Semiconductor logo are trademarks of Zarlink Semiconductor Inc.

Copyright 2001, Zarlink Semiconductor Inc. All Rights Reserved.

TECHNICAL DOCUMENTATION - NOT FOR RESALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

- Operates With Single 5-V Power Supply
- LinBiCMOS™ Process Technology
- Two Drivers and Two Receivers
- ± 30 -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232

- Applications
 - TIA/EIA-232-F
 - Battery-Powered Systems
 - Terminals
 - Modems
 - Computers

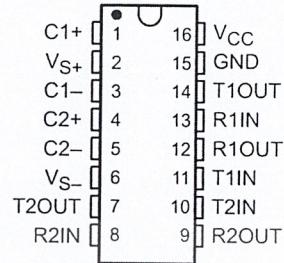
- ESD Protection Exceeds 2000 V Per MIL-STD-883, Method 3015
- Package Options Include Plastic Small-Outline (D, DW) Packages and Standard Plastic (N) DIPs

description

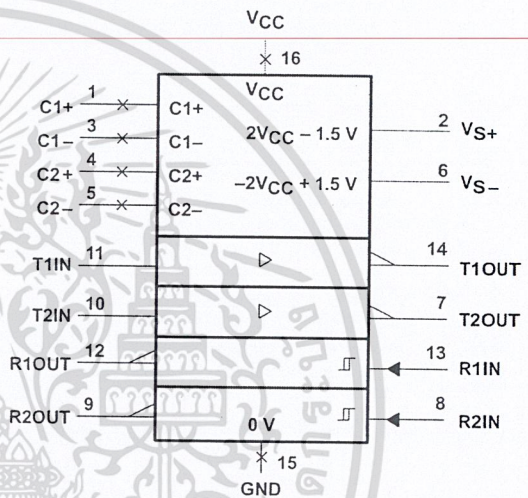
The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ± 30 -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

The MAX232 is characterized for operation from 0°C to 70°C. The MAX232I is characterized for operation from -40°C to 85°C.

D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



logic symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

AVAILABLE OPTIONS

T _A	PACKAGED DEVICES		
	SMALL OUTLINE (D)	SMALL OUTLINE (DW)	PLASTIC DIP (N)
0°C to 70°C	MAX232D†	MAX232DW†	MAX232N
-40°C to 85°C	MAX232ID†	MAX232IDW†	MAX232IN

† This device is available taped and reeled by adding an R to the part number (i.e., MAX232DR).



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC and LinBiCMOS are trademarks of Texas Instruments Incorporated.

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

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX232, MAX232I

DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

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

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	–0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+}	$V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{S-}	–0.3 V to –15 V
Input voltage range, V_I : Driver	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	±30 V
Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT	$V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package	113°C/W
DW package	105°C/W
N package	78°C/W
Storage temperature range, T_{stg}	–65°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

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

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51, except for through-hole packages, which use a trace length of zero.

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}		4.5	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH} (T1IN, T2IN)		2			V
Low-level input voltage, V_{IL} (T1IN, T2IN)				0.8	V
Receiver input voltage, R1IN, R2IN				±30	V
Operating free-air temperature, T_A	MAX232	0		70	°C
	MAX232I	–40		85	



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT		
V _{OH}	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT	R _L = 3 kΩ to GND		5	7	V	
		R1OUT, R2OUT	I _{OH} = -1 mA		3.5			
V _{OL}	Low-level output voltage‡	T1OUT, T2OUT	R _L = 3 kΩ to GND		-7	-5	V	
		R1OUT, R2OUT	I _{OL} = 3.2 mA		0.4			
V _{IT+}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C		1.7	2.4	V	
V _{IT-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C		0.8	1.2	V	
V _{hys}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V		0.2	0.5	1	V
r _i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5, T _A = 25°C		3	5	7	kΩ
r _o	Output resistance	T1OUT, T2OUT	V _{S+} = V _{S-} = 0, V _O = ±2 V		300		Ω	
I _{OS} §	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT	V _{CC} = 5.5 V, V _O = 0		±10		mA	
I _{IS}	Short-circuit input current	T1IN, T2IN	V _I = 0		200		μA	
I _{CC}	Supply current		V _{CC} = 5.5 V, T _A = 25°C, All outputs open,		8	10	mA	

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

‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

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

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

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t _{PLH(R)}	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	See Figure 1		500		ns
t _{PHL(R)}	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	See Figure 1		500		ns
SR	Driver slew rate	R _L = 3 kΩ to 7 kΩ, See Figure 2			30	V/μs
SR(tr)	Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/μs



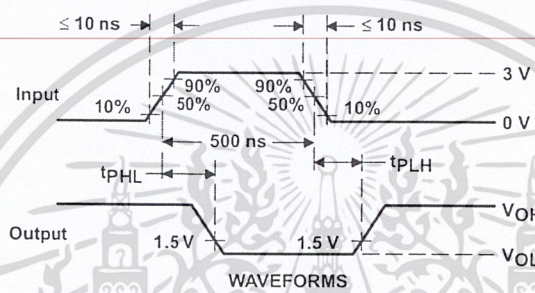
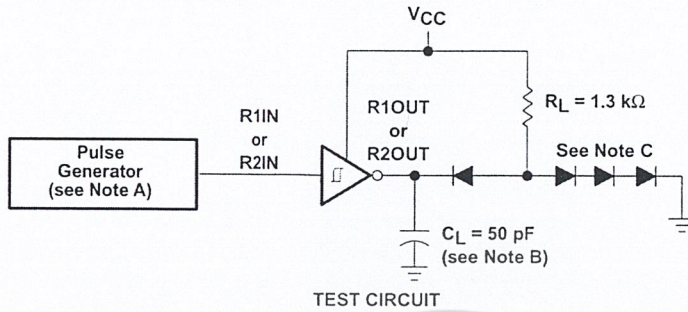
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



- NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.
 B. C_L includes probe and jig capacitance.
 C. All diodes are 1N3064 or equivalent.

Figure 1. Receiver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TP5089 DTMF (TOUCH-TONE) Generator

General Description

The TP5089 is a low threshold voltage, field-implanted, metal gate CMOS integrated circuit. It interfaces directly to a standard telephone keypad and generates all dual tone multi-frequency pairs required in tone-dialing systems. The tone synthesizers are locked to an on-chip reference oscillator using an inexpensive 3.579545 MHz crystal for high tone accuracy. The crystal and an output load resistor are the only external components required for tone generation. A MUTE OUT logic signal, which changes state when any key is depressed, is also provided.

Features

- 3.5V–10V operation when generating tones
- 2V operation of keyscan and MUTE logic
- Static sensing of key closures or logic inputs
- On-chip 3.579545 MHz crystal-controlled oscillator
- Output amplitudes proportional to supply voltage
- High group pre-emphasis
- Low harmonic distortion
- Open emitter-follower low-impedance output
- SINGLE TONE INHIBIT pin

Block Diagram

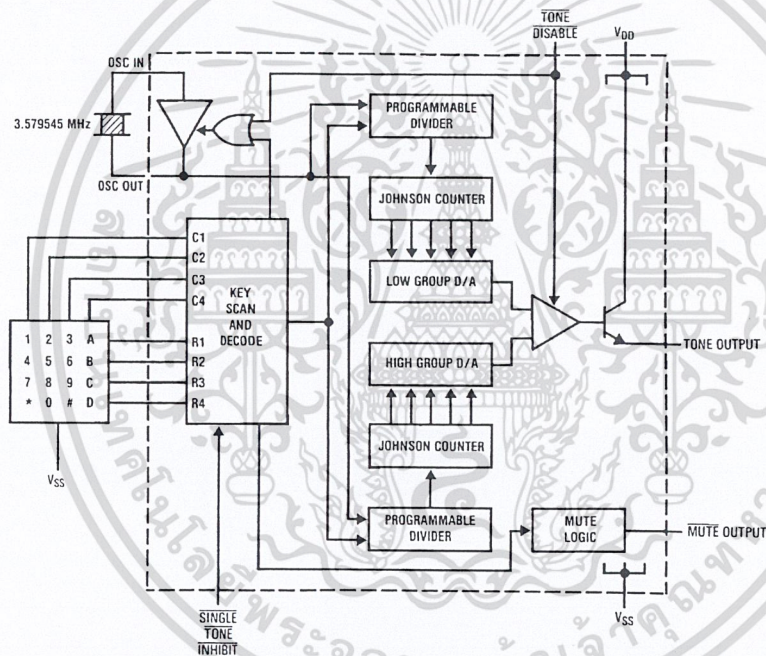


FIGURE 1

TL/H/5057-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

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

Supply Voltage ($V_{DD} - V_{SS}$) 15V
 Maximum Voltage at Any Pin $V_{DD} + 0.3V$ to $V_{SS} - 0.3V$

Operating Temperature -30°C to $+60^{\circ}\text{C}$
 Storage Temperature -55°C to $+150^{\circ}\text{C}$
 Maximum Power Dissipation 500 mW

Electrical Characteristics Unless otherwise noted, limits printed in **BOLD** characters are guaranteed for $V_{DD} = 3.5V$ to $10V$, $T_A = 0^{\circ}\text{C}$ to $+60^{\circ}\text{C}$ by correlation with 100% electrical testing at $T_A = 25^{\circ}\text{C}$. All other limits are assured by correlation with other production tests and/or product design and characterization.

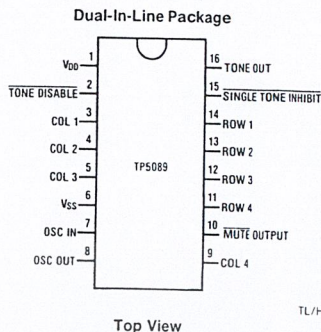
Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Minimum Supply Voltage for Keysense and MUTE Logic Functions		2			V
Minimum Operating Voltage for generating tones		3.5			V
Operating Current Idle	Mute open $R_L = \infty$		2	25	μA
Generating Tones	$V_{DD} = 3.5V$		1.1	2.5	mA
Input Resistors COLUMN and ROW (Pull-Up) SINGLE TONE INHIBIT (Pull-Down) TONE DISABLE (Pull-Up)		25 120	50		k Ω k Ω
Input Low Level				0.2 V_{DD}	V
Input High Level		0.8 V_{DD}			V
MUTE OUT Sink Current (COLUMN and ROW Active)	$V_{DD} = 3.5V$ $V_o = 0.5V$	0.4			mA
MUTE Out Leakage Current	$V_o = V_{DD}$		1		μA
Output Amplitude Low Group	$R_L = 240\ \Omega$ $V_{DD} = 3.5V$	190	250	340	mVrms
	$R_L = 240\ \Omega$ $V_{DD} = 10V$	510	700	880	mVrms
Output Amplitude High Group	$R_L = 240\ \Omega$ $V_{DD} = 3.5V$	270	340	470	mVrms
	$R_L = 240\ \Omega$ $V_{DD} = 10V$	735	955	1265	mVrms
Mean Output DC Offset	$V_{DD} = 3.5V$ $V_{DD} = 10V$		1.3 4.6		V V
High Group Pre-Emphasis		2.2	2.7	3.2	dB
Dual Tone/Total Harmonic Distortion Ratio	$V_{DD} = 4V$, $R_L = 240\ \Omega$ 1 MHz Bandwidth		-23	-22	dB
Start-Up Time (to 90% Amplitude)			3	5	mS

Note 1: R_L is the external load resistor connected from TONE OUT to V_{SS} .

Note 2: Crystal specification: Parallel resonant 3.579545 MHz, $R_S \leq 150\ \Omega$, $L = 100\ \text{mH}$, $C_0 = 5\ \text{pF}$, $C_1 = 0.02\ \text{pF}$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Connection Diagram



Top View
Order Number TP5089N
See NS Package N16A

Symbol

MUTE Output

SINGLE TONE INHIBIT
Input

Description

The MUTE output is an open-drain N-channel device that sinks current to V_{SS} with any key input and is open when no key input is sensed. The MUTE output will switch regardless of the state of the SINGLE TONE INHIBIT input.

The SINGLE TONE INHIBIT input is used to inhibit the generation of other than valid tone pairs due to multiple row-column closures. It has a pull-down resistor to V_{SS} , and when left open or tied to V_{SS} any input condition that would normally result in a single tone will now result in no tone, with all other functions operating normally. When tied to V_{DD} , single or dual tones may be generated, see Table II.

This output is the open emitter of an NPN transistor, the collector of which is connected to V_{DD} . When an external load resistor is connected from TONE OUT to V_{SS} , the output voltage on this pin is the sum of the high and low group sine-waves superimposed on a DC offset. When not generating tones, this output transistor is turned OFF to minimize the device idle current.

Adjustment of the emitter load resistor results in variation of the mean DC current during tone generation, the sine-wave signal current through the output transistor, and the output distortion. Increasing values of load resistance decrease both the signal current and distortion.

Pin Descriptions

Symbol	Description
V_{DD}	This is the positive voltage supply to the device, referenced to V_{SS} . The collector of the TONE OUT transistor is connected to this pin.
V_{SS}	This is the negative voltage supply. All voltages are referenced to this pin.
OSC IN, OSC OUT	All tone generation timing is derived from the on-chip oscillator circuit. A low cost 3.579545 MHz A-cut crystal (NTSC TV color-burst) is needed between pins 7 and 8. Load capacitors and a feedback resistor are included on-chip for good start-up and stability. The oscillator stops when column inputs are sensed with no valid input having been detected. The oscillator is also stopped when the TONE DISABLE input is pulled to logic low.
Row and Column Inputs	When no key is pushed, pull-up resistors are active on row and column inputs. A key closure is recognized when a single row and a single column are connected to V_{SS} , which starts the oscillator and initiates tone generation. Negative-true logic signals simulating key closures can also be used.
TONE DISABLE Input	The TONE DISABLE input has an internal pull-up resistor. When this input is open or at logic high, the normal tone output mode will occur. When TONE DISABLE input is at logic low, the device will be in the inactive mode, TONE OUT will be at an open circuit state.

TONE OUT

Functional Description

With no key inputs to the device the oscillator is inhibited, the output transistor is pulled OFF and device current consumption is reduced to a minimum. Key closures are sensed statically. Any key closure activates the MUTE output, starts the oscillator and sets the high group and low group programmable counters to the appropriate divide ratio. These counters sequence two ratioed-capacitor D/A converters through a series of 28 equal duration steps per sine-wave cycle. The two tones are summed by a mixer amplifier, with pre-emphasis applied to the high group tone. The output is an NPN emitter-follower requiring the addition of an external load resistor to V_{SS} . This resistor facilitates adjustment of the signal current flowing from V_{DD} through the output transistor.

The amplitude of the output tones is directly proportional to the device supply voltage.

Functional Description (Continued)

TABLE I. Output Frequency Accuracy

Tone Group	Valid Input	Standard DTMF (Hz)	Tone Output Frequency	% Deviation from Standard
Low Group f_L	R1	697	694.8	-0.32
	R2	770	770.1	+0.02
	R3	852	852.4	+0.03
	R4	941	940.0	-0.11
High Group f_H	C1	1209	1206.0	-0.24
	C2	1336	1331.7	-0.32
	C3	1477	1486.5	+0.64
	C4	1633	1639.0	+0.37

TABLE II. Functional Truth Table

SINGLE TONE INHIBIT	TONE DISABLE	ROW	COLUMN	TONE OUT		MUTE
				Low	High	
X	0	O/C	O/C	0V	0V	O/C
X	X	O/C	O/C	0V	0V	O/C
X	0	One	One	V_{OS}	V_{OS}	0
X	1	One	One	f_L	f_H	0
1	1	2 or More	One	—	f_H	0
1	1	One	2 or More	f_L	—	0
1	1	2 or More	2 or More	V_{OS}	V_{OS}	0
0	1	2 or More	One	V_{OS}	V_{OS}	0
0	1	One	2 or More	V_{OS}	V_{OS}	0
0	1	One	2 or More	V_{OS}	V_{OS}	0

Note 1: X is don't care state.

Note 2: V_{OS} is the output offset voltage.

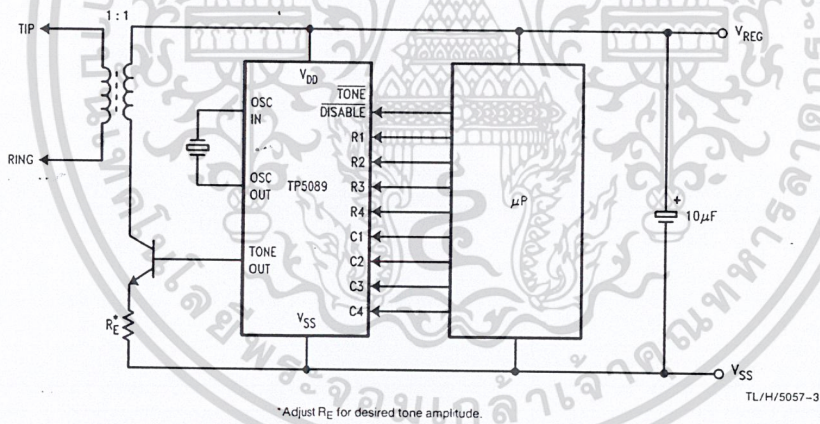
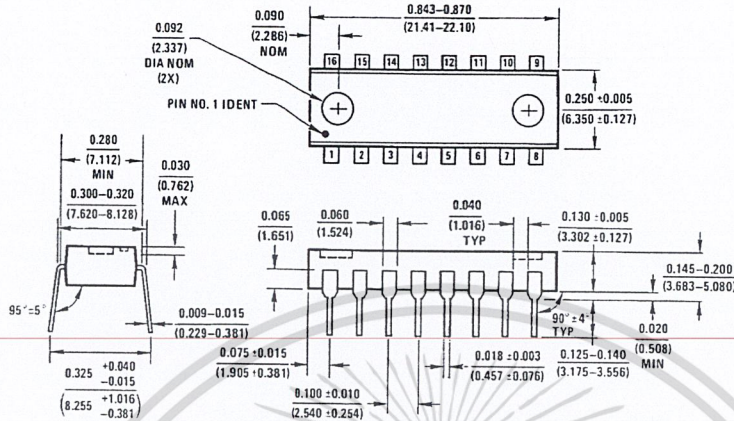


FIGURE 2. Typical Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters)

Lit. # 113986



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number TP5089N
NS Package N16A

LIFE SUPPORT POLICY

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

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor Corporation
1111 West Bardin Road
Arlington, TX 76017
Tel: 1(800) 272-9959
Fax: 1(800) 737-7016

National Semiconductor Europe
Fax: (+49) 0-180-530 85 86
Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
Français Tel: (+49) 0-180-532 83 58
Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1600
Fax: (852) 2735-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-043-299-2309
Fax: 81-043-299-2408

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้