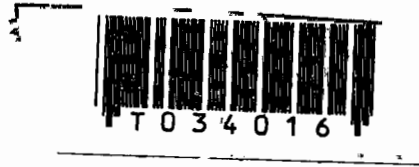


สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบโทรศัพท์เตือนภัยอัตโนมัติ

AUTOMATIC ALARM TELEPHONE SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เลขที่.....
เลขทะเบียน 34016
วัน, เดือน, ปี ๒๕๔๑

สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ที่ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรศัพท์เตือนภัยอัตโนมัติ
AUTOMATIC ALARM TELEPHONE SYSTEM



ปริญญาานิพนธ์นี้สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาบัตร ปีการศึกษา 2541

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นางสาว พัชรี เขียวช่อม
2. นางสาว ฐิติรัตน์ เพ็ชรสุวรรณ



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. พลผดุง ผดุงกุล)

ระบบโทรศัพท์เตือนภัยอัตโนมัติ

AUTOMATIC ALARM TELEPHONE SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นางสาว พัชรี เขียวขุ่ม เลขประจำตัว 38014336
2. นางสาว จุติรัตน์ เพ็ชรสุวรรณ เลขประจำตัว 38014587

โครงการนี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรศัพท์เตือนภัยอัตโนมัติ

นางสาวพัชรี เขียวชอุ่ม

นางสาวฐิติรัตน์ เพ็ชรสุวรรณ

ผศ. พลผดุง ผดุงกุล

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2451

บทคัดย่อ

โครงการ “ระบบโทรศัพท์เตือนภัยอัตโนมัติ(Automatic alarm telephone system)” มาจากแนวคิดที่จะพัฒนาความสามารถของการเตือนภัยของอาคารสำนักงาน หรือบ้านพักอาศัยไปยังสถานที่ หน่วยงานบรรเทาสาธารณภัย โดยผ่านทางโทรศัพท์ หรือส่งรหัสเตือนภัยเข้าเพจเจอร์ของเจ้าของบ้านที่ต้องการให้ส่งรหัสเตือนภัยไปถึงเมื่อเกิดเหตุไฟไหม้ หรือขโมยเข้าบ้านขึ้นโดยอัตโนมัติ

หลักการทำงานคือ เมื่อเกิดเหตุไฟไหม้หรือขโมยเข้าบ้านขึ้น ระบบจะทำการยกรหัสโทรศัพท์แล้วหมุนเบอร์โทรศัพท์ของสถานที่หรือเพจเจอร์ที่ได้บันทึกไว้แล้ว ถ้าสถานที่นั้นสายไม่ว่าง(BUSY TONE)หรือไม่มีคนรับสาย ระบบจะทำการหมุนเบอร์ของสถานที่ถัดไปที่ได้บันทึกไว้ ถ้าสายว่าง(RINGBACK TONE) เมื่อมีผู้รับสายระบบจะส่งข้อความที่ได้บันทึกไว้ในไอซีบันทึกเสียงของกรณีนั้นๆออกไปเพื่อขอความช่วยเหลือ เมื่อแจ้งข้อความสถานที่นั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว ระบบจะหมุนเบอร์ของสถานที่ถัดไป จนกว่าจะสามารถแจ้งข้อความไปยังสถานที่ต่างๆได้ครบทั้งหมด เมื่อระบบสามารถแจ้งข้อความเพื่อแจ้งเหตุและเตือนภัยครบทุกหมายเลขของเบอร์โทรศัพท์ที่ได้บันทึกเอาไว้แล้ว ระบบจะกลับไปอยู่ในสภาวะพร้อมที่จะใช้งานใหม่อีกครั้ง โดยจากที่ได้กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด ระบบจะทำงานโดยอัตโนมัติ ซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ

AUTOMATIC ALARM TELEPHONE SYSTEM

Miss Patcharee Kaewchaum

Miss Tithirat Petchsuwan

Asst.Prof Phonphadung Phadungkul Adviser

1998

Abstract

The project , “Automatic alarm telephone system” , has come from the idea to develop the ability of the building or house’s emergency call in order to automatically transmit this call in case of fire or robbing to the places or the pagers that have been registered in memory.

When an emergency occurs, the system will hook-on the telephone and dial to the registered places or the pagers. If that place can not be contacted, it will contact the next place automatically. After the line is connected, it will send the messages which were recorded to call subscriber for help. Until connecting and sending message is complete, it will automatically return to the initial state . All functions are controlled by a microcontroller MCS-51.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	V
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 สัญญาณโทรศัพท์	2
2.2 ส่วนรับและแปลงสัญญาณคิตีเอ็มเอฟ	4
2.2.1 การทำงานในโหมดของการกำเนิดสัญญาณคิตีเอ็มเอฟ	4
2.2.2 การทำงานในหน้าที่ของการรับสัญญาณคิตีเอ็มเอฟ	4
2.3 ส่วนของไอซีบันทึกเสียง ISD 2590	7
2.3.1 คุณสมบัติของ ISD 2590	7
2.3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD 2590	8
บทที่ 3 หลักการออกแบบ	
3.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) และโครงสร้างระบบ	9
3.1.1 ส่วนหม้อแปลง 600-600 โอห์ม	11
3.1.2 ส่วนวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable) ที่ทำให้ได้ เอาท์พุทคงที่ทุกๆคาบเวลา 2 msec ของอินพุท	11
3.2 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ (Software)	16
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์	
4.1 ผลการทดลองโหมดที่ 1 : แจ็งเหตุและเตือนภัยอัตโนมัติ	23
4.2 ผลการทดลองโหมดที่ 2 : เปลี่ยนแปลงและบันทึกหมายเลข โทรศัพท์เพื่อใช้ในการแจ็งเหตุเป็นหมายเลขใหม่	34

4.3 ผลการทดลองโหมดท์ 3 : เปลี่ยนแปลงและบันทึกข้อมูลเพื่อ แจ้งเหตุใหม่	หน้า 34
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง ภาคผนวก กิตติกรรมประกาศ เอกสารอ้างอิง	36



สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า	
รูปที่ 3.1	บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของการทำงาน	10
รูปที่ 3.2	แสดงวงจรโมโนสเตเบิลที่ทำให้เอาต์พุตเป็น 0 เมื่อมีความถี่อินพุต 2 msec	12
รูปที่ 3.3	แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) ส่วนเชื่อมต่อกับขุมสายโทรศัพท์	13
รูปที่ 3.4	แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์หรือส่วนประมวลผล	14
รูปที่ 3.5	แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) ส่วนคีย์บอร์ดรับค่าและส่วนบันทึกเสียง	15
รูปที่ 3.6	โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานหลัก	16
รูปที่ 3.7	โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานในโหมดของการแจ้งเหตุและเตือนภัยอัตโนมัติ	17
รูปที่ 3.8	โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานในโหมดของการเปลี่ยนแปลงและบันทึกหมายเลขเพื่อโทรแจ้งเหตุใหม่	18
รูปที่ 3.9	โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานในโหมดของการเปลี่ยนแปลงและบันทึกข้อมูลเพื่อแจ้งเหตุใหม่	19
รูปที่ 3.10	โฟลว์ชาร์ตแสดงการเปลี่ยนแปลงและบันทึกข้อมูลแจ้งเหตุและเตือนภัยด้วยเสียงในไอซีบันทึกเสียง	20
รูปที่ 3.11	โฟลว์ชาร์ตแสดงการเปลี่ยนแปลงและบันทึกข้อมูลแจ้งเหตุและเตือนภัยทางเพจเจอร์ด้วยรหัส	21
รูปที่ 3.12	โฟลว์ชาร์ตแสดงกระบวนการเซตหน่วยความจำของการแจ้งเหตุและเตือนภัย	22
รูปที่ 4.1	แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณพร้อมหมุนระหว่างสัญญาณในสายโทรศัพท์(Ref1) กับสัญญาณที่ออกจาก MT8880(CH1)	24

	หน้า
รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณพร้อมหมุนระหว่างสัญญาณ ที่ออกจาก MT8880(CH1) กับสัญญาณที่ออกจาก โมโนสเตเบิล(CH2)	24
รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายว่างของชุมสายปกติ ระหว่างสัญญาณในสาย โทรศัพท์(Ref1)กับสัญญาณที่ออกจาก MT8880(CH1)	25
รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายว่างของชุมสายปกติ ระหว่างสัญญาณที่ออกจาก MT8880(CH1) กับสัญญาณที่ออกจาก โมโนสเตเบิล(CH2)	25
รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายว่างของชุมสาย ภายใน(PABX)ระหว่างสัญญาณในสาย โทรศัพท์(Ref1) กับสัญญาณ ที่ออกจาก MT8880(CH1)	26
รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายว่างของชุมสาย ภายใน(PABX) ระหว่างสัญญาณที่ออกจาก MT8880(CH1) กับ สัญญาณที่ออกจาก โมโนสเตเบิล(CH2)	26
รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่างระหว่าง สัญญาณในสาย โทรศัพท์(ref1)กับสัญญาณที่ออกจาก MT8880(ch1)	27
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่างระหว่าง สัญญาณที่ออกจาก MT8880(CH1) กับสัญญาณที่ออกจาก โมโนสเตเบิล(CH2)	27
รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 0 ที่กำเนิดจาก MT8880 ซึ่งมีความถี่ 941 เฮิรตซ์และ 1336 เฮิรตซ์	29
รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 1 ที่กำเนิดจาก MT8880 ซึ่งมีความถี่ 697 เฮิรตซ์และ 1209 เฮิรตซ์	29
รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 2 ที่กำเนิดจาก MT8880 ซึ่งมีความถี่ 697 เฮิรตซ์และ 1336 เฮิรตซ์	30
รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 3 ที่กำเนิดจาก MT8880 ซึ่งมีความถี่ 697 เฮิรตซ์และ 1477 เฮิรตซ์	30

	หน้า
รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 4 ที่กำเนิดจาก MT8880 ซึ่งมีความถี่ 770 เฮิร์ตซ์และ 1209 เฮิร์ตซ์	31
รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 5 ที่กำเนิดจาก MT8880 ซึ่งมีความถี่ 770 เฮิร์ตซ์และ 1336 เฮิร์ตซ์	31
รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 6 ที่กำเนิดจาก MT8880 ซึ่งมีความถี่ 770 เฮิร์ตซ์และ 1447 เฮิร์ตซ์	32
รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 7 ที่กำเนิดจาก MT8880 ซึ่งมีความถี่ 852 เฮิร์ตซ์และ 1209 เฮิร์ตซ์	32
รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 8 ที่กำเนิดจาก MT8880 ซึ่งมีความถี่ 852 เฮิร์ตซ์และ 1336 เฮิร์ตซ์	33
รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 9 ที่กำเนิดจาก MT8880 ซึ่งมีความถี่ 852 เฮิร์ตซ์และ 1447 เฮิร์ตซ์	33

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงลักษณะของสัญญาณต่างๆที่ใช้ในการแจ้งสภาวะ การใช้งานทางโทรศัพท์	2
ตารางที่ 2.2	แสดงระดับสัญญาณระหว่างคู่สายโทรศัพท์ในช่วงการใช้งานต่างๆ	3
ตารางที่ 2.3	แสดงการถอดรหัสของสัญญาณคิตีเอ็มเอฟ	5
ตารางที่ 2.4	แสดงโหมคการทำงานของรีจิสเตอร์	5
ตารางที่ 2.5	แสดงรีจิสเตอร์ควบคุม A	6
ตารางที่ 2.6	แสดงรีจิสเตอร์ควบคุม B	6
ตารางที่ 2.7	แสดงหน้าที่ การทำงานของรีจิสเตอร์ A	6
ตารางที่ 2.8	แสดงหน้าที่ การทำงานของรีจิสเตอร์ B	6
ตารางที่ 2.9	แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD2590	8

บทที่ 1

บทนำ

การใช้งานโทรศัพท์เป็นที่แพร่หลายกันอย่างมากในปัจจุบัน ทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้นอกเหนือจากการใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกัน เช่น การแจ้งเหตุร้ายต่างๆ ซึ่งโดยปกติมนุษย์จะเป็นผู้ติดต่อแล้วส่งสัญญาณเสียงไปเองเมื่อเกิดเหตุร้ายขึ้น แต่เนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี มนุษย์ไม่จำเป็นต้องทำเองทั้งหมด อาจมีอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงานบางส่วนหรือทั้งหมดได้

สำหรับโครงการนี้เป็นโครงการที่เกี่ยวกับระบบการเตือนภัยทางโทรศัพท์ ในกรณีที่เกิดไฟไหม้หรือขโมยเข้าบ้านขึ้น โดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดเหตุขึ้นระบบจะทำการโทรแจ้งเหตุจนกว่าจะสามารถส่งข้อความแจ้งเหตุและเตือนภัยไปยังสถานที่หรือเพจเจอร์ต่างๆ ที่ผู้บันทึกไว้ได้ครบ โดยเบอร์โทรศัพท์ที่ต้องการให้ระบบโทรไปยังปลายทางและข้อความแจ้งภัยที่ต้องการส่งออกไปนั้น สามารถเปลี่ยนแปลงและบันทึกไว้ล่วงหน้าได้ อีกทั้งระบบสามารถใช้ได้ทั้งที่บ้านที่พักอาศัยและอาคาร สำนักงานที่ต้องติดเบอร์โทรออก

นอกจากนี้ โครงการนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างอื่นได้อีก เช่น การส่งสัญญาณเสียงที่ได้บันทึกไว้ก่อนแล้วไปตามสายโทรศัพท์ไปยังสถานที่ต่างๆ ตามเวลาที่กำหนดไว้เป็นต้น

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 สัญญาณโทรศัพท์

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารเข้ามามีบทบาทอย่างมาก ในชีวิตประจำวันเครื่องโทรศัพท์ที่เห็นกันอยู่ทั่วไป โดยมากมักจะเป็น “แบบกดปุ่ม” ซึ่งนิยมใช้ในปัจจุบัน เครื่องโทรศัพท์ชนิดนี้จะมีการส่งสัญญาณที่มีค่าความถี่ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละหมายเลขที่มีอยู่ 10 ตัว โดยความถี่ที่ส่งออกไปเป็นความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่เสียง ในการกดแต่ละหมายเลขครั้งหนึ่งจะมีสัญญาณเสียงที่มอดูเลต (Modulate) แล้วส่งออกไปยังชุมสายโทรศัพท์ 2 ความถี่ หรือที่เรียกว่าสัญญาณคิทีเอ็มเอฟ (Dual Tone Multi-Frequency : DTMF)

สัญญาณต่างๆที่ทางชุมสายโทรศัพท์ส่งมาตามคู่สายโทรศัพท์นั้น จะเป็นสัญญาณที่แจ้งสถานะการใช้งานทางโทรศัพท์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. สัญญาณพร้อมหมุน (Dial Tone) เป็นสัญญาณที่ทางชุมสายใช้แจ้งไปยังผู้เรียกใช้โทรศัพท์ว่าอุปกรณ์ต่างๆในชุมสายพร้อมที่จะทำการต่อโทรศัพท์ให้กับผู้ใช้โทรศัพท์
2. สัญญาณเรียกกลับ หรือสัญญาณแจ้งว่าสายว่าง (Ringback Tone) เป็นสัญญาณที่บอกผู้เรียกใช้ทราบว่าทางสายของผู้ที่ถูกเรียกว่าง และกำลังทำการเรียกอยู่
3. สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) เป็นสัญญาณที่ทางชุมสายส่งไปยังเครื่องผู้รับเพื่อบอกให้ทราบว่ามีการติดต่อมา
4. สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกใช้ทราบว่าไม่สามารถติดต่อกับเครื่องรับโทรศัพท์เลขหมายนั้นในเวลานั้นได้

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของสัญญาณต่างๆที่ใช้ในการแจ้งสถานะการใช้งานทางโทรศัพท์

ชนิดของสัญญาณ	การส่งสัญญาณ	ความถี่ (เฮิรตซ์)
สัญญาณพร้อมหมุน	ต่อเนื่องไม่ขาดหาย	350 มอดูเลตกับ 440
สัญญาณเรียกกลับ	ดิ่ง 2 วินาที เจียบ 4 วินาที	25
สัญญาณกระดิ่ง	ดิ่ง 2 วินาที เจียบ 4 วินาที	440 มอดูเลตกับ 480

ชนิดของสัญญาณ	การส่งสัญญาณ	ความถี่ (เฮิรตซ์)
สัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่าง	-ขาดหาย 30 ครั้งต่อนาที เมื่อสายในชุมสายไม่ว่าง -ขาดหาย 60 ครั้งต่อนาที เมื่อเครื่องรับโทรศัพท์ที่ ต้องการติดต่อถูกใช้งานอยู่ -ขาดหาย 120 ครั้งต่อนาที เมื่อทรงคีไม่ว่าง	480 มอดูเลตกับ 620

*หมายเหตุ ทรงคี หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการสับสวิตช์ระหว่างคู่สายโทรศัพท์
ระดับสัญญาณระหว่างคู่สายโทรศัพท์นั้น มีทั้งสัญญาณที่เป็นไฟกระแสตรง(DC)และ
สัญญาณที่เป็นไฟกระแสสลับ(AC) ซึ่งระดับแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณระหว่างคู่สายจะแตกต่างกันไป

ตารางที่ 2.2 แสดงระดับสัญญาณระหว่างคู่สายโทรศัพท์ในช่วงการใช้งานต่างๆ

ช่วงเวลาการใช้งาน	ระดับสัญญาณไฟกระแสตรง	ระดับสัญญาณไฟกระแสสลับ
ไม่ได้ใช้งาน(ไม่ได้ยกหูฟังขึ้น)	48 โวลต์	
ยกหูฟังขึ้น มีสัญญาณพร้อมหมุน	10 โวลต์	600 มิลลิโวลต์
ขณะกดหมายเลข	10 โวลต์	ไม่เกิน 0.5 โวลต์
มีสัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่าง	10 โวลต์	400 มิลลิโวลต์
มีสัญญาณเรียกกลับ	10 โวลต์	400 มิลลิโวลต์
มีสัญญาณกระดิ่ง (สำหรับเครื่องผู้รับ)	48 โวลต์	110 โวลต์
มีการพูดระหว่างคู่สาย โทรศัพท์	10 โวลต์	ไม่เกิน 1 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ส่วนรับและแปลงสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ (MT8880)

MT8880 เป็นไอซีที่มีคุณสมบัติเด่นซึ่งรวมเอาการทำงานหลายๆหน้าที่เข้าไว้ภายใน หน้าที่การทำงานมีอยู่ด้วยกัน 3 หน้าที่คือ

1. ส่วนรับสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ (DTMF Receiver) : ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ ไปเป็นรหัสบีซีดี(BCD)
2. ส่วนกำเนิดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ (DTMF Transceiver) : ทำหน้าที่แปลงรหัสบีซีดี ไปเป็นสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ
3. ส่วนตรวจสอบชนิดของสัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งมาตามสายโทรศัพท์หรือโหมคคอลโปรเกรส (Call Progress) : ทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณของโทรศัพท์ชนิดต่างๆ

อินพุทของไอซีสามารถที่จะเลือกได้ว่าจะคือเป็นอินพุทเดี่ยว (Single Ended Input) หรืออินพุทแบบดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Input) โดยเกณฑ์ทางด้านอินพุททั้งสองแบบสามารถปรับค่าได้

2.2.1 การทำงานในโหมดของการกำเนิดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ

การกำเนิดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ จะเป็นสัญญาณที่เกิดจากการมอดูเลตทางด้านความถี่ต่ำและความถี่สูงเข้าด้วยกันสัญญาณที่ผลิตขึ้นจะถูกส่งออกไปยังขาโทน(Tone) และสัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่ถูกส่งออกไปนั้นสามารถที่จะกำหนดได้โดยการเขียนรหัสบีซีดี ในตัว MT8880

2.2.2 การทำงานในหน้าที่ของการรับสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ

สัญญาณดีทีเอ็มเอฟ จะถูกส่งผ่านเข้ามายังอินพุทของ MT8880 และจะผ่านวงจรฟิลเตอร์ (Filter) แล้วแปลงเป็นรหัสบีซีดี เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ และ MT8880 จะส่งสัญญาณอินเทอร์รัพท์ไปยังขา \overline{IRQ}/CP

ตารางที่ 2.3 แสดงการถอดรหัสของสัญญาณคีย์เอ็มเอฟ

D3	D2	D1	D0	Digital	F _{low}	F _{high}
0	0	0	1	1	697	1209
0	0	1	0	2	697	1336
0	0	1	1	3	697	1477
0	1	0	0	4	770	1209
0	1	0	1	5	770	1336
0	1	1	0	6	770	1447
0	1	1	1	7	852	1209
1	0	0	0	8	852	1336
1	0	0	1	9	852	1447
1	0	1	0	0	941	1209
1	0	1	1	*	941	1336
1	1	0	0	#	941	1477
1	1	0	1	À	697	1633
1	1	1	0	B	770	1633
1	1	1	1	C	852	1633
0	0	0	0	D	941	1633

การควบคุมการทำงานทั้ง 3 หน้าที่สามารถทำได้โดยการควบคุมรีจิสเตอร์ภายใน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 รีจิสเตอร์ คือ รีจิสเตอร์ A และ รีจิสเตอร์ B

ตารางที่ 2.4 แสดงโหมดการทำงานของรีจิสเตอร์

RS0	R/\overline{W}	หน้าที่การทำงาน
0	0	เขียนข้อมูลลงในรีจิสเตอร์
0	1	อ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์
1	0	เขียนข้อมูลลงในรีจิสเตอร์ควบคุม
1	1	อ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์แสดงสถานะ

ตารางที่ 2.5 แสดงรีจิสเตอร์ควบคุม A

B3	B2	B1	B0
RSEL	IRQ	$\overline{CP}/DTMF$	TOUT

ตารางที่ 2.6 แสดงรีจิสเตอร์ควบคุม B

B3	B2	B1	B0
C/\overline{R}	S/\overline{D}	TEST	BURST

ตารางที่ 2.7 แสดงหน้าที่ การทำงานของรีจิสเตอร์ A

บิต	ชื่อ	หน้าที่	ลักษณะการทำงาน
B0	TOUT	โทนเอาต์พุต	เป็น 1 กำหนดให้มีสัญญาณโทนออกที่เอาต์พุตได้
B1	$\overline{CP}/DTMF$	โหมคคอนโทรล	เป็น 0 อยู่ในโหมคการรับและกำเนิดสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ ถ้าเป็น 1 จะอยู่ในโหมคคอลโปรเกรสใช้ร่วมกับ B2 = 1
B2	IRQ	อินเทอร์รัพท์ อินาเบิล	เป็น 1 กำหนดให้มีการอินเทอร์รัพท์ขึ้นที่ขา IRQ/\overline{CP}
B3	RSEL	รีจิสเตอร์ซีเลคท์	เป็น 1 เลือกการควบคุมรีจิสเตอร์

ตารางที่ 2.8 แสดงหน้าที่ การทำงานของรีจิสเตอร์ B

บิต	ชื่อ	หน้าที่	ลักษณะการทำงาน
B0	BURST	เบิร์สท์โหมค	เป็น 0 กำหนดให้เกิดการส่งสัญญาณจากดีทีเอ็มเอฟ ได้ แต่ถ้าเป็น 1 จะส่งสัญญาณดีทีเอ็มเอฟตลอดเวลา จะใช้งานร่วมกับโหมคคอลโปรเกรส
B1	TEST	เทสโหมค	เป็น 1 ทดสอบคุณสมบัติเทียบกับตารางคุณสมบัติ
B2	S/\overline{D}	ซิงเกิล/ดูอัล โทน เจเนอเรชัน	เป็น 0 ส่งความถี่ดีทีเอ็มเอฟ ออกมาเป็นความถี่รวม แต่ถ้าเป็น 1 จะแยกความถี่ออกโดยใช้งานร่วมกับ B3
B3	C/\overline{R}	คอลลัมน์/แถว โทน	เป็น 1 กำหนดให้ส่งความถี่ด้านคอลลัมน์ เป็น 0 กำหนดให้ส่งความถี่ด้านแถว

2.3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD2590

ตารางที่ 2.9 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD2590

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุตด้านต่ำ "0"	V_{IL}	0.8	โวลต์
แรงดันอินพุตด้านสูง "1"	V_{IH}	2	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านต่ำ	V_{OL}	0.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูง	V_{OH}	$V_{CC}-0.4$	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา OVF	V_{CH1}	2.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา EOM	V_{CH2}	$V_{CC}-1.0$	โวลต์
กระแสของแรงดันไฟเลี้ยงที่ $V_{CC} = 5$ โวลต์	I_{CC}	25	มิลลิแอมป์
กระแสขณะสแตนด์บายที่ $V_{CC} = 5$ โวลต์	I_{SB}	1-10	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุต	I_{IL}	-1,+1	ไมโครแอมป์
อิมพีแดนซ์ของโหลดเอาต์พุต	R_{EXT}	16	โอห์ม
ความต้านทานอินพุตของปริแอมป์ไมโครโฟน	R_{MIC}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของขาอินพุตภายนอก	R_{AUX}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของขาอินพุตอะนาล็อก	$R_{ANA IN}$	3	กิโลโอห์ม
อัตราขยายของปริแอมป์ 1	A_{PRE1}	24	เดซิเบล
อัตราขยายของปริแอมป์ 2	A_{PRE2}	5	เดซิเบล
อัตราขยายของขา AUX (สัญญาณภายนอก)	A_{AUX}	1	โวลต์ต่อโวลต์
อัตราขยายของภาคขยายเอาต์พุตลำโพง	A_{ARP}	22	เดซิเบล
ความต้านทานเอาต์พุตของขา AGC	R_{AGC}	5	กิโลโอห์ม
แรงดันไฟเลี้ยงตัวไอซีทั้งหมด	V_{CC}	5-7	โวลต์
อุณหภูมิขณะทำงาน	T_s	-65-150	องศาเซลเซียส

บทที่ 3

หลักการออกแบบ

3.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) และโครงสร้างของระบบ

การออกแบบการทำงานจะมีส่วนทำงานหลักอยู่ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งเป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยการออกแบบการทำงานจะแบ่งการทำงานเป็น 3 โหมดการทำงาน ดังนี้

โหมดที่ 1 การเตือนภัยและแจ้งเหตุอัตโนมัติ โดยในโหมดนี้จะแยกเป็น 2 กรณี คือ

- กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้
- กรณีขโมยเข้าบ้าน

โหมดที่ 2 การเปลี่ยนแปลงและบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการแจ้งเหตุใหม่

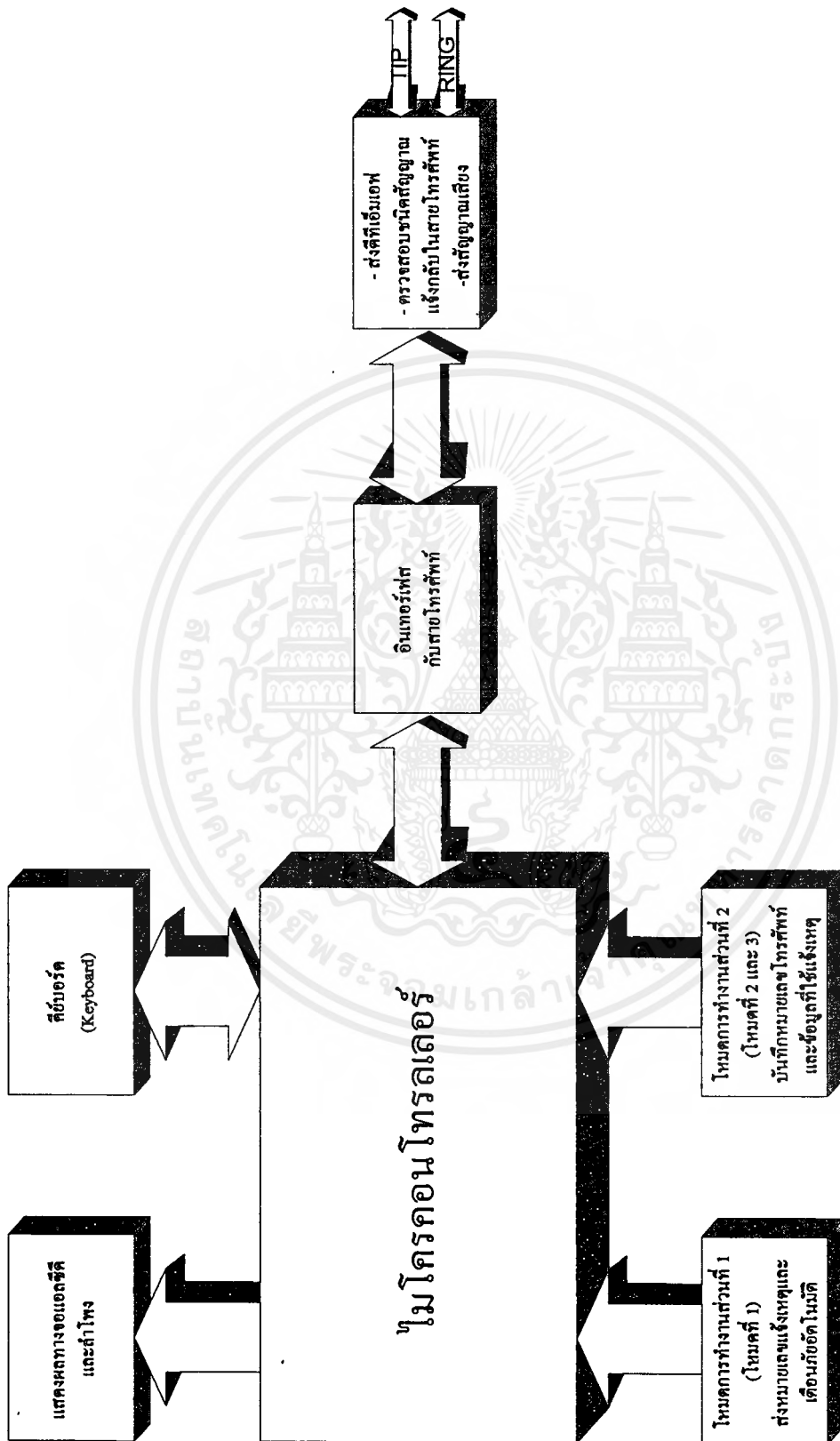
โหมดที่ 3 การเปลี่ยนแปลงและบันทึกข้อมูลเพื่อแจ้งเหตุใหม่ ซึ่งจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

- ข้อมูลที่เป็นสัญญาณเสียงในไอซีบันทึกเสียง
- ข้อมูลที่เป็นรหัสตัวเลข

โดยในการรับคำสั่งต่างๆของระบบจะมีส่วนอินพุตรับคำสั่ง 3 ทาง คือ

1. ทางคีย์เปลี่ยนโหมดการทำงาน คีย์เปลี่ยนโหมดการทำงานเป็นอินพุตที่กำหนดว่าจะให้ระบบปฏิบัติหน้าที่ในโหมดการทำงานใด โดยคีย์ที่ทำให้ระบบเข้าสู่โหมดการเตือนภัยและแจ้งเหตุอัตโนมัติทั้ง 2 กรณีนั้น เป็นคีย์ที่ถูกสมมุติให้เป็นผลการทำงานของเซ็นเซอร์(Sensor)ในระบบเตือนภัยจริง
2. ทางคีย์บอร์ด ในโหมดการเปลี่ยนแปลงและบันทึกหมายเลขโทรศัพท์เพื่อแจ้งเหตุใหม่ และโหมดการเปลี่ยนแปลงและบันทึกข้อมูลของรหัสตัวเลขที่ใช้แจ้งเหตุและเตือนภัยทางเพจเจอร์
3. ทางไมโครโฟน ในโหมดการเปลี่ยนแปลงและบันทึกข้อมูลเสียงที่ใช้แจ้งเหตุในไอซีบันทึกเสียง ISD2590

สำหรับการแสดงผลจะแสดงผ่านทางจอแอลซีดี(LCD) , แอลอีดี(LED) และลำโพงในส่วน of ข้อมูลแจ้งเหตุที่เป็นสัญญาณเสียง ซึ่งโครงสร้างของการทำงานของระบบทั้งหมด แสดงได้ตามบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของการทำงาน

3.1.1 ส่วนหม้อแปลง 600-600 โอห์ม

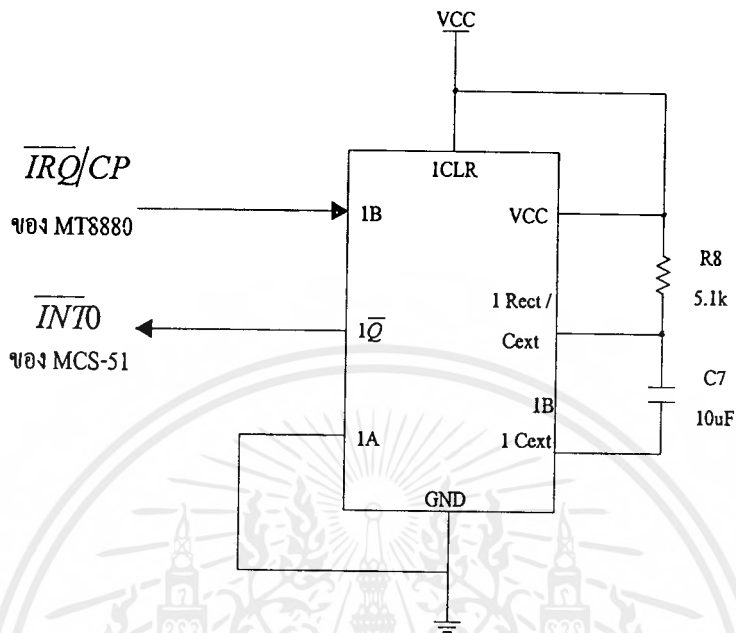
ในการที่จะทำให้ระบบสามารถส่งเบอร์โทรศัพท์หรือสัญญาณคิตีเอ็มเอฟ ออกไปแจ้งเหตุ โดยอัตโนมัติได้ตลอดเวลาที่เกิดภัยไม่ว่าเจ้าของบ้านพักอาศัยหรือสำนักงานจะอยู่หรือไม่นั้น เครื่องโทรศัพท์จะต้องสามารถส่งสัญญาณคิตีเอ็มเอฟออกไปยังชุมสายโทรศัพท์ได้โดยไม่ต้องยกหูโทรศัพท์

เมื่อยกหูโทรศัพท์ ชุมสายจะมองเห็นเครื่องโทรศัพท์นั้นมีความต้านทานอยู่ 600 โอห์ม จากนั้นชุมสายจะจ่ายกระแสให้แก่เครื่องโทรศัพท์ ทำให้สามารถกำเนิดสัญญาณคิตีเอ็มเอฟ และส่งหมายเลขโทรศัพท์ติดต่อสื่อสารกันได้ จากหลักการนี้เอง ในโครงการนี้จึงได้ใช้หม้อแปลงขนาด 600-600 โอห์ม มาต่อในวงจร โดยปกติเมื่อระบบยังไม่ได้เข้าสู่โหมดการทำงานเพื่อแจ้งเหตุและเตือนภัยโดยอัตโนมัติ นั้น ระบบจะต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับชุมสายซึ่งจะสามารถใช้โทรศัพท์ได้ตามปกติ แต่เมื่อระบบได้รับสัญญาณให้ส่งหมายเลขโทรศัพท์เพื่อเตือนภัย หม้อแปลงจะถูกต่อขนานเข้ามาในระบบโดยที่เครื่องโทรศัพท์ไม่ได้ยกหู แต่ชุมสายจะมองเห็นโทรศัพท์เสมือนว่าได้ยกหูขึ้น ดังนั้นชุมสายจะจ่ายกระแสไปยังเครื่องโทรศัพท์และรอรับสัญญาณคิตีเอ็มเอฟจากเครื่องโทรศัพท์

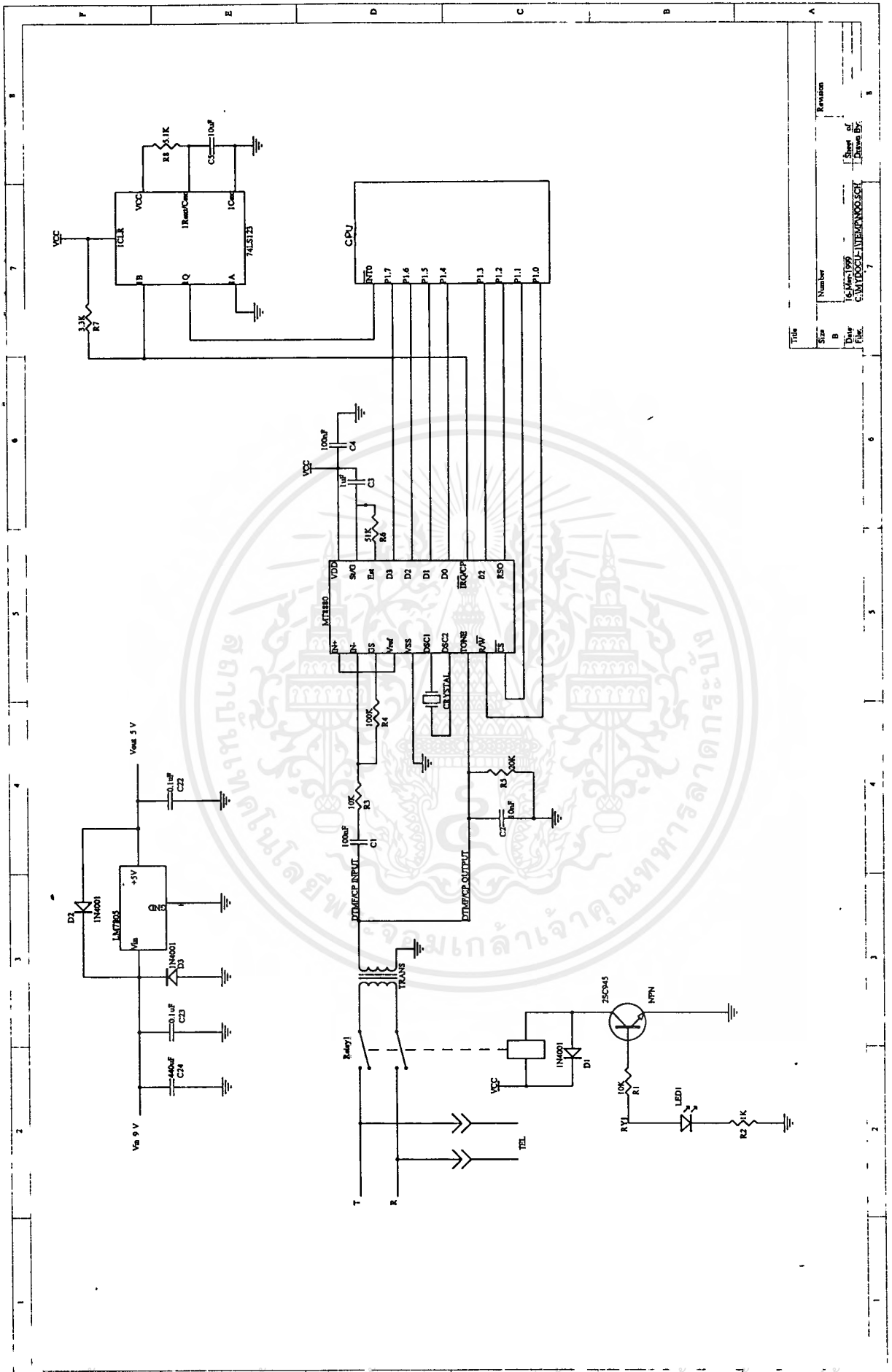
3.1.2 ส่วนวงจรโมนอสเตเบิล (Monostable) ที่ทำให้ได้เอาต์พุตคงที่ทุกๆคาบเวลา 2 msec ของอินพุต

จากการทำงานของ MT8880 ของโหมคคอลลโปรเกรส ซึ่งเอาต์พุตที่ได้จะเป็นพัลส์ออกมาทางขา \overline{IRQ}/CP ที่มีความถี่ 350-500 เฮิร์ตซ์ ตามความสามารถในการคิตีเทคได้ของ MT8880 ในโหมคคอลลโปรเกรสของสัญญาณโทรศัพท์ โดยที่จะนำสัญญาณที่ออกมาจากขา \overline{IRQ}/CP นี้ มาผ่านวงจรโมนอสเตเบิล เพื่อที่จะทำให้เอาต์พุตที่ได้เป็น 0 ตลอดเวลาเมื่อมีอินพุตเข้ามา

การทำงานเมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาผ่านวงจร โมนอสเตเบิล ซึ่งสัญญาณที่เข้ามาจะมีคาบเวลาโดยประมาณ 2 msec สามารถที่จะคำนวณหาคาบเวลาหนึ่งของวงจร โมนอสเตเบิลให้มีค่าเกิน 2 msec เพราะว่าทุกๆ 2 msec จะมีการทริกให้กับวงจร โมนอสเตเบิลตลอดเวลา จึงทำให้เอาต์พุตเป็น Low (0) เมื่อมีอินพุตที่มีคาบเวลา 2 msec ตลอด และเอาต์พุตที่ได้จะนำไปต่อให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณต่อไป



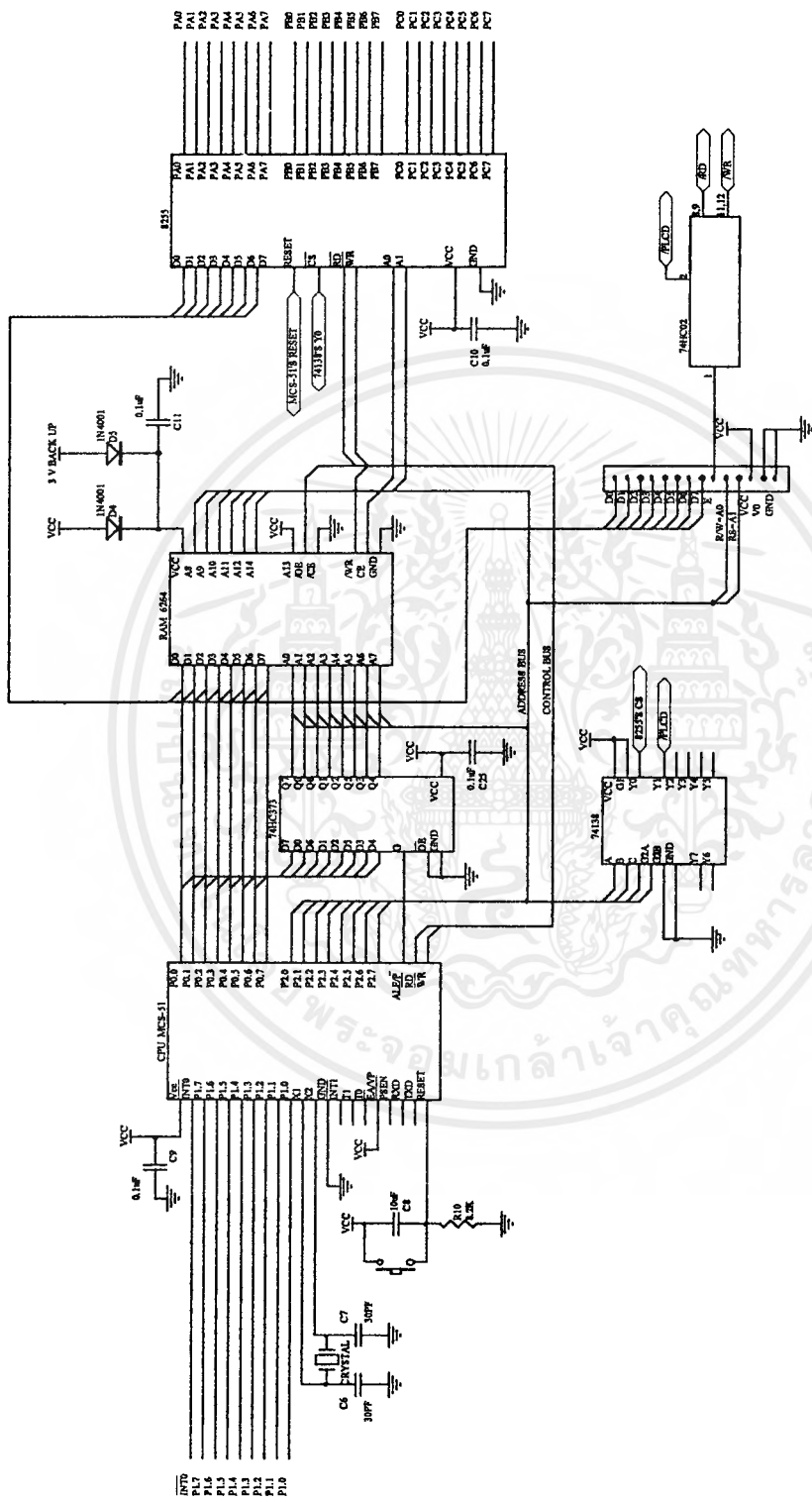
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรโมโนสเตเบิลที่ทำให้เอาต์พุตเป็น 0 เมื่อมีความถี่อินพุต 2 msec



Title	Number	Revision
Size	B	
Drawn By	U. J. J.	Sheet of
Checked By	C. M. U. J. J.	Drawn By
	7	1

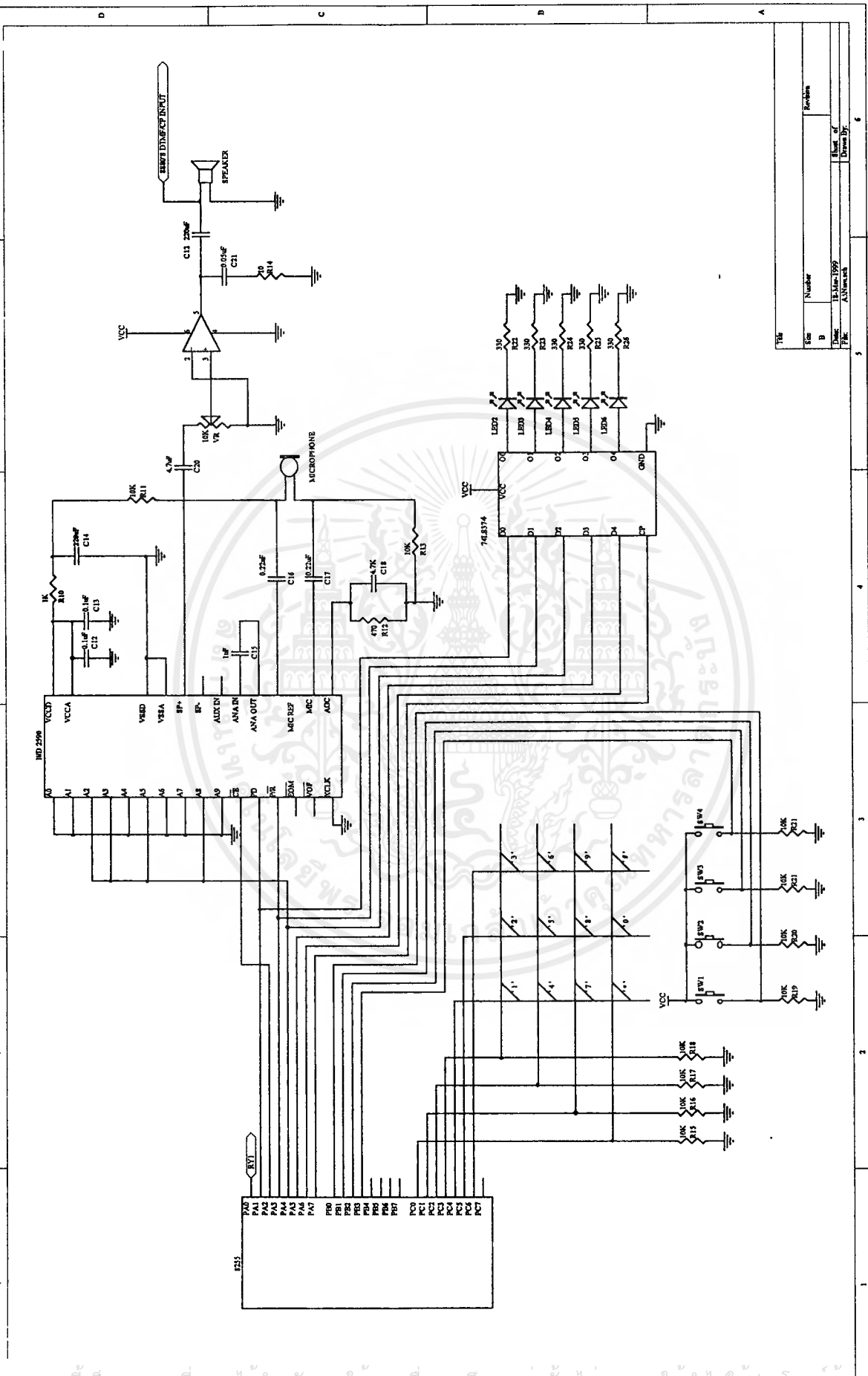
รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) ส่วนเชื่อมต่อกับขุมสายไมโครคัพพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title	
Rev	Number
B	
Date	16 May 1999
File	AS030414.D
Sheet of	
Drawn by	
Revision	

รูปที่ 3.4 แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์หรือส่วนประมวลผล

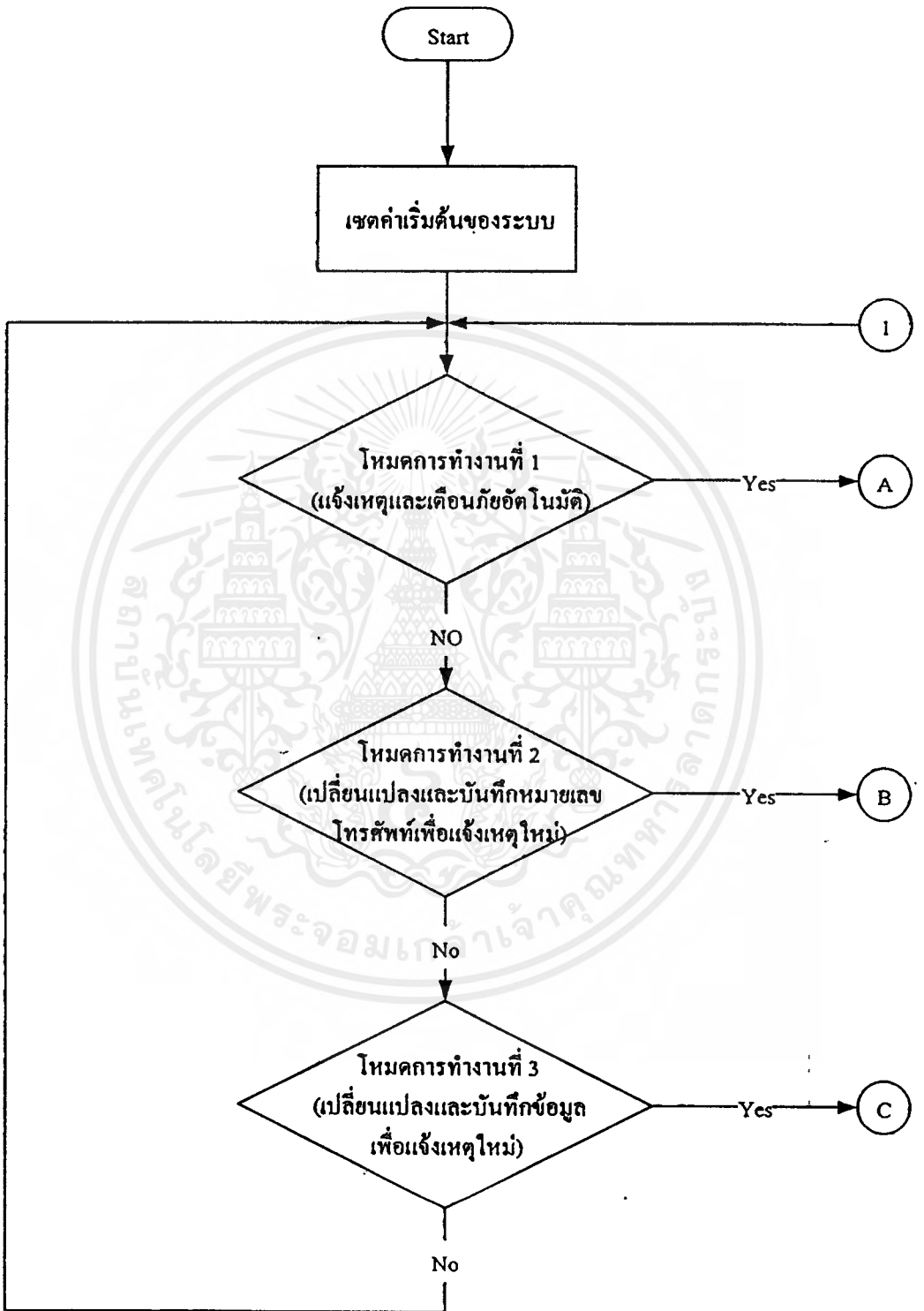


File Name	Number	Revision
Doc No.	13-Jan-1999	Rev. of
Proj.	AS/Version	Drawn By

รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware) ส่วนคีย์บอร์ดรับค่าและส่วนบันทึกเสียง

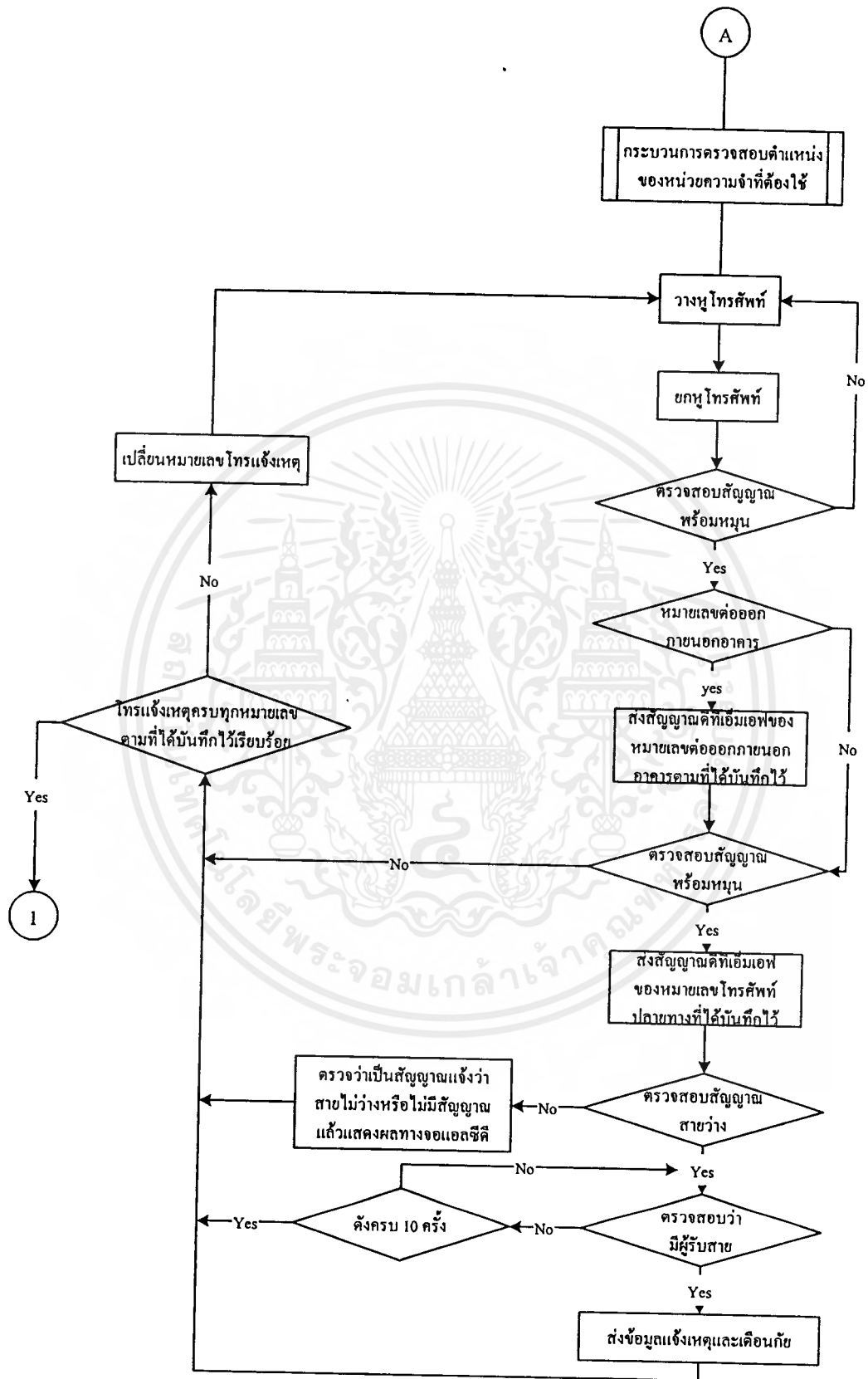
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ (Software)



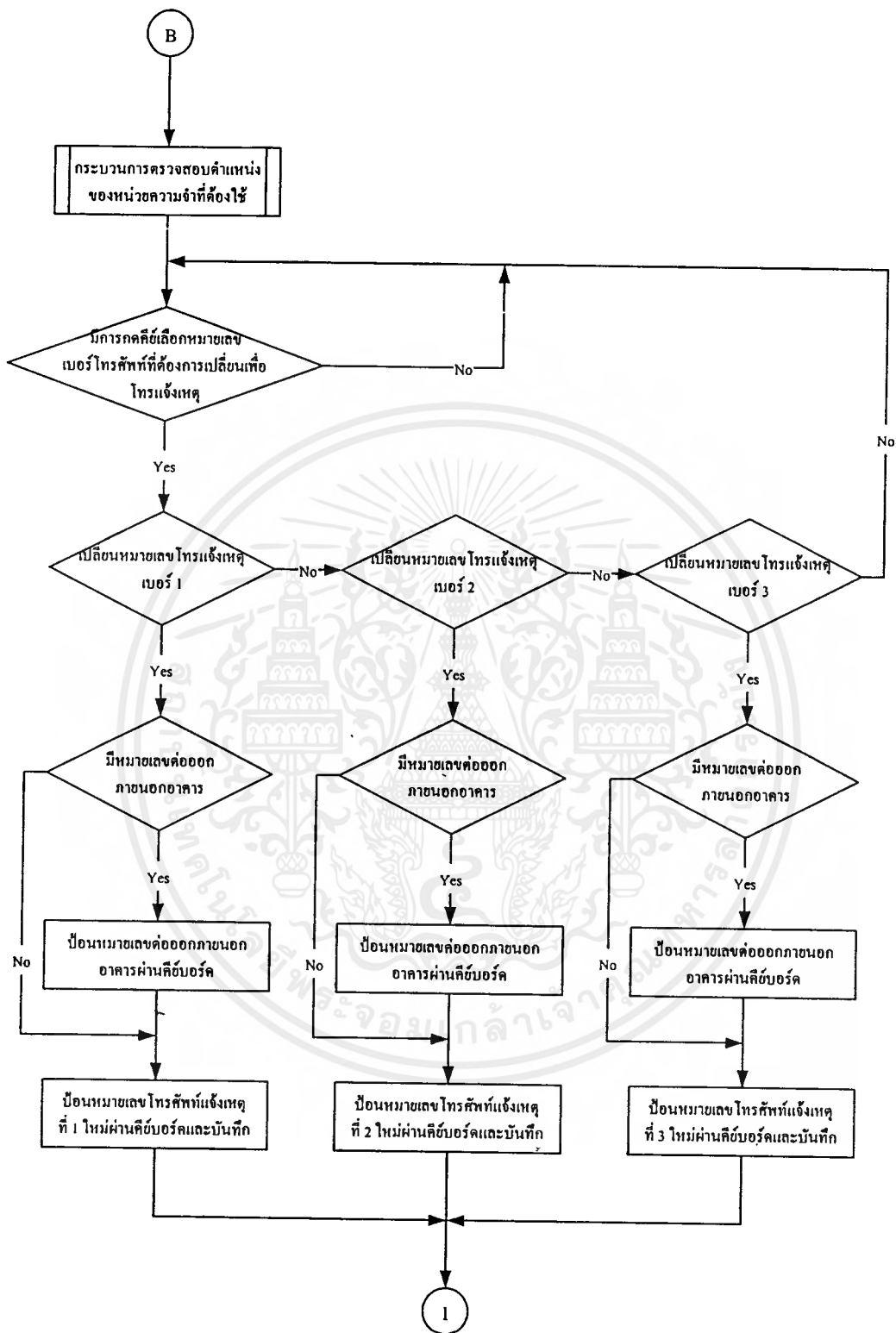
รูปที่ 3.6 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



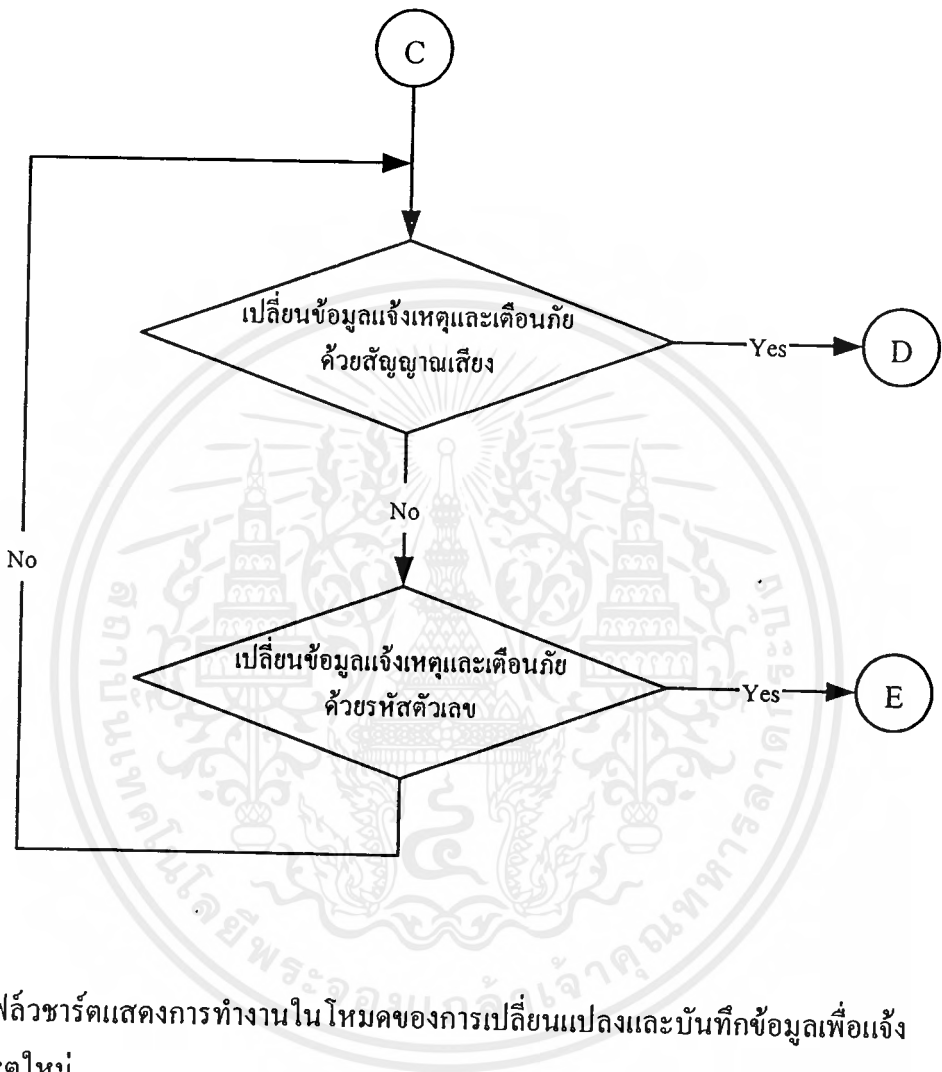
รูปที่ 3.7 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานในโหมดของการแจ้งเหตุและเตือนภัยอัตโนมัติ

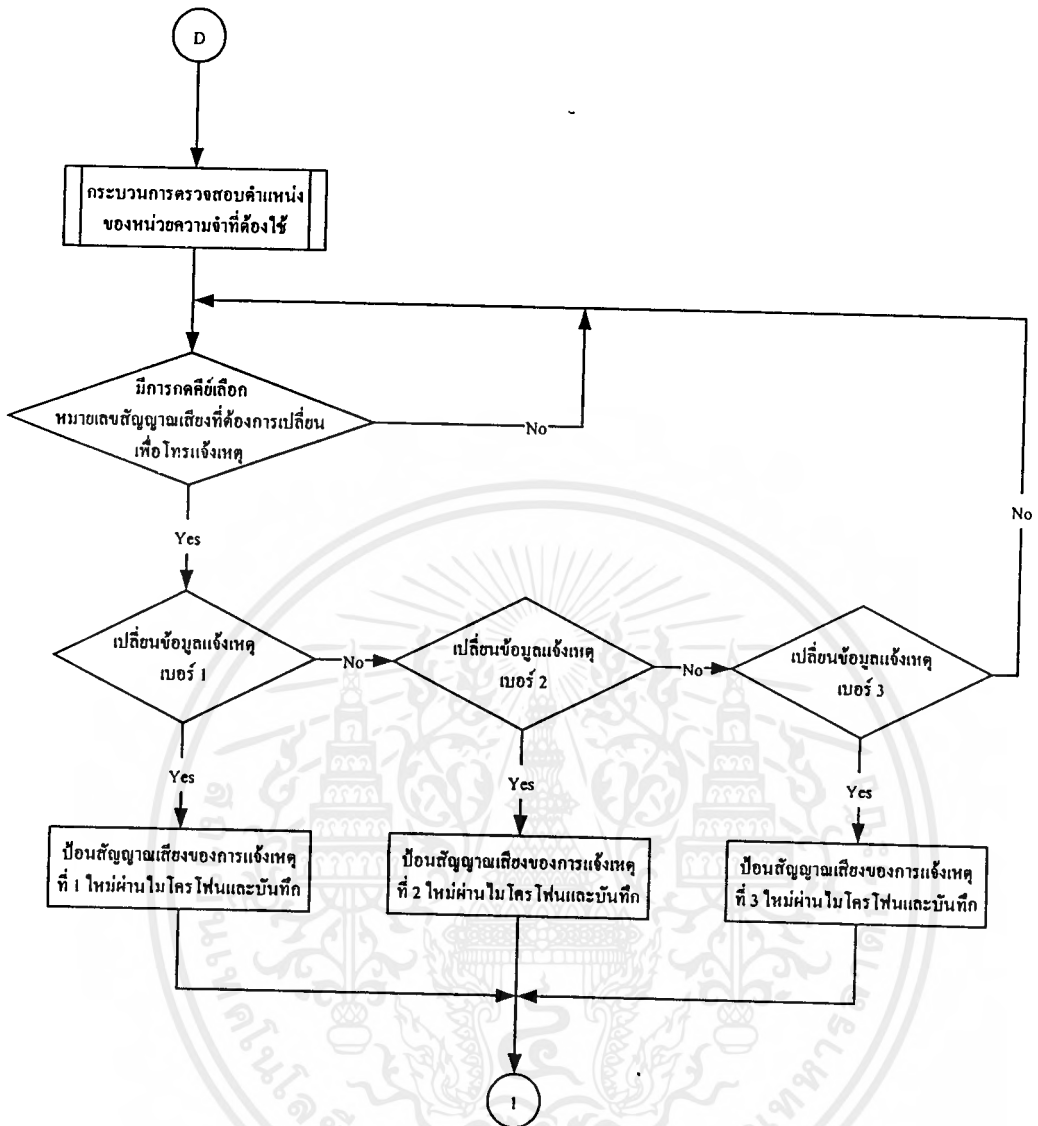
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในสื่อออนไลน์ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย



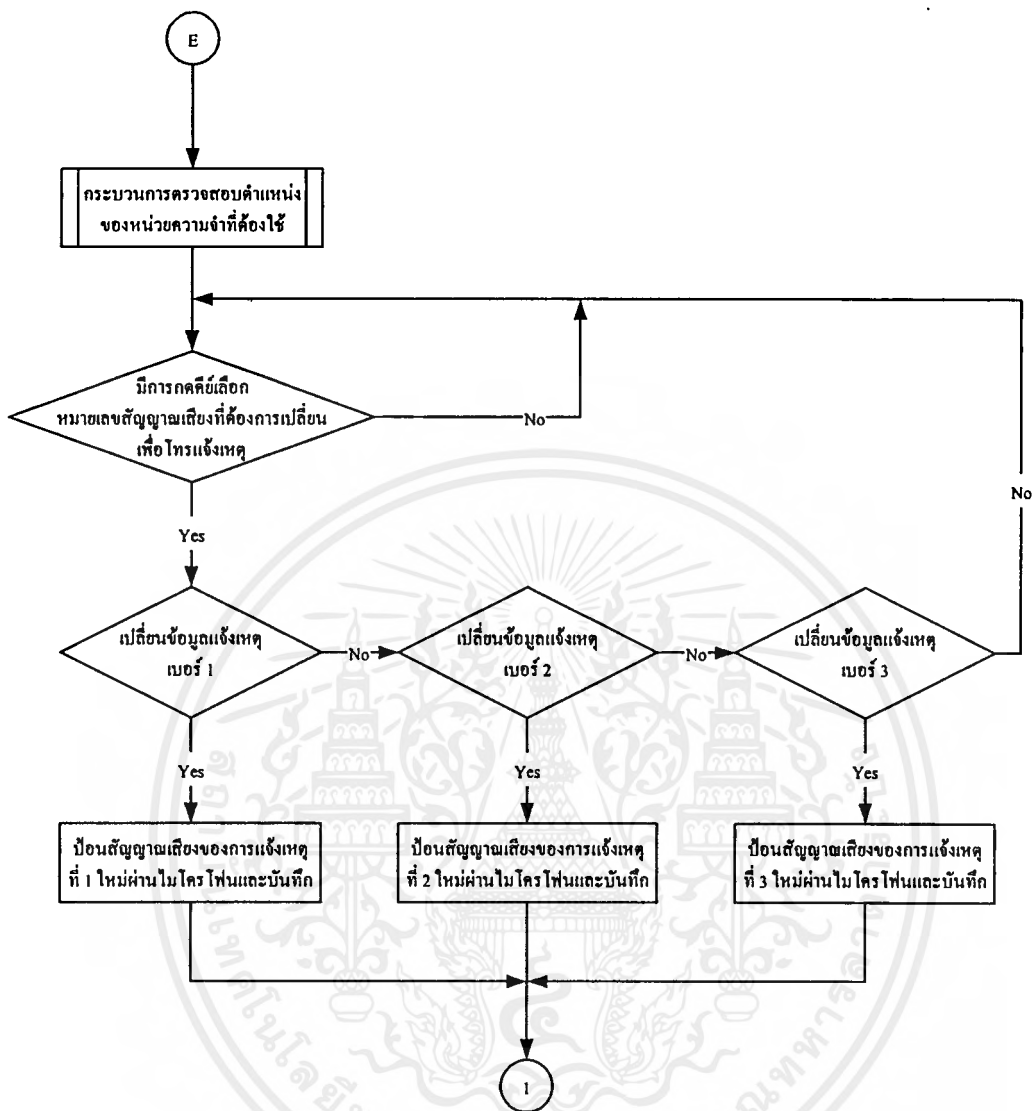
รูปที่ 3.8 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานในโมดคของการเปลี่ยนแปลงและบันทึกหมายเลขเพื่อโทรแจ้งเหตุใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

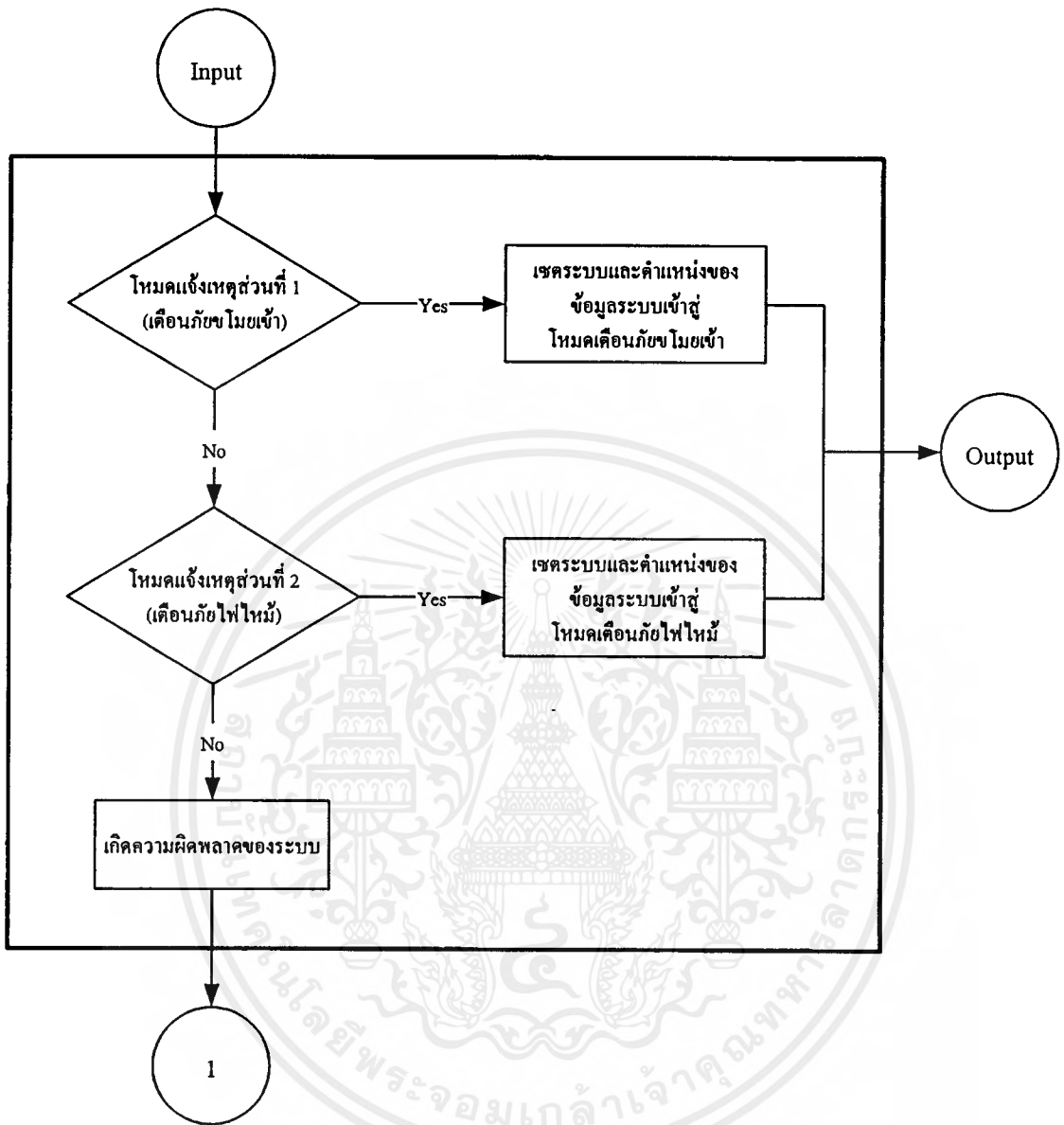




รูปที่ 3.10 โฟลว์ชาร์ตแสดงการเปลี่ยนแปลงและบันทึกข้อมูลแจ้งเหตุและเตือนภัยด้วยเสียงในไอซีบันทึกเสียง



รูปที่ 3.11 ไฟล์ชาร์ตแสดงการเปลี่ยนแปลงและบันทึกข้อมูลแจ้งเหตุและเตือนภัยทางเพจเจอร์ด้วยรหัส



รูปที่ 3.12 ไฟล์ชาร์ตแสดงกระบวนการตรวจสอบตำแหน่งของหน่วยความจำที่ต้องใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

ในการทดลอง แบ่งการทดลองตามโหมคการทำงาน คือ

4.1 การทดลองโหมคที่ 1 : แจ็งเหตุและเตือนภัยอัตโนมัติ

ในโหมคการทำงานนี้จะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

- ขั้นตอนการตรวจสอบสัญญาณพร้อมให้หมุนในสายโทรศัพท์
- ขั้นตอนการส่งสัญญาณคิตีเอ็มเอฟ ของหมายเลขโทรศัพท์
- ขั้นตอนการตรวจสอบสัญญาณตอบกลับจากชุมสายโทรศัพท์ ซึ่งมีทั้งสัญญาณแจ็ง

ว่าสายว่าง สัญญาณแจ็งว่าสายไม่ว่าง และไม่มีสัญญาณตอบกลับ(No signal)

- ขั้นตอนการส่งข้อมูลในการแจ็งเหตุและเตือนภัย

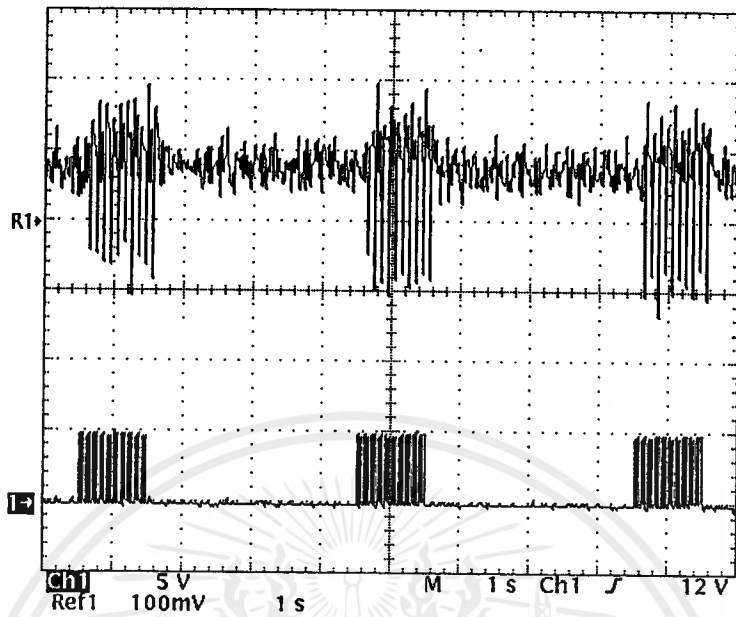
จะเห็นได้ว่าการทดลองโหมคการทำงานนี้จะมีพื้นฐานการทำงานของโรงงานนี้ โดยใช้ MT 8880 อยู่ 2 ส่วน คือ

1. การตรวจสอบสัญญาณในโหมคคอดโปรเกรส ซึ่งจะตรวจสอบสัญญาณว่าสัญญาณในสายโทรศัพท์ขณะนั้นเป็นสัญญาณชนิดใด ซึ่งทดลองโดยการให้ระบบต่อเข้ากับชุมสายโทรศัพท์ แล้ววัดผลของสัญญาณดังต่อไปนี้

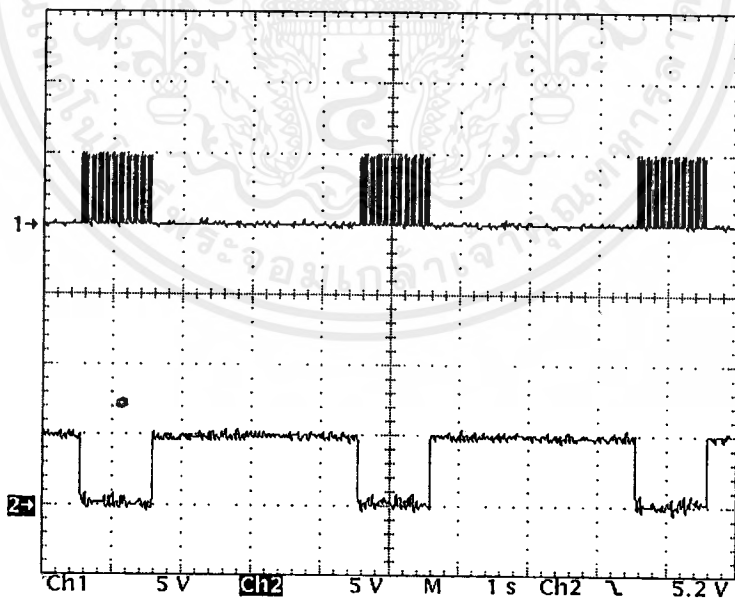
- วัดสัญญาณเปรียบเทียบกันระหว่างสัญญาณในสายโทรศัพท์ขณะที่ให้ระบบทำงานกับสัญญาณที่ออกจาก MT8880 เพื่อไปป้อนเข้า โมโนสเตเบิล
- วัดสัญญาณเปรียบเทียบกันระหว่างสัญญาณที่ออกจาก MT8880 เพื่อไปป้อนเข้า โมโนสเตเบิลกับสัญญาณที่ออกจาก โมโนสเตเบิลที่จะป้อนให้ไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยในส่วนโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในโหมคคอดโปรเกรสของสัญญาณที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับมานี้ จะต้องสามารถบ่งบอกชนิดของสัญญาณได้ถูกต้องด้วย โดยดูจากส่วนแสดงผลที่จอแอลซีดี

ซึ่งจากการทดลองที่ได้ โดยการวัดเปรียบเทียบของสัญญาณในสายโทรศัพท์ที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งมาในขณะที่ระบบทำงาน จะได้ผลการเปรียบเทียบสัญญาณชนิดต่างๆ ได้ดังแสดงในรูปดังต่อไปนี้

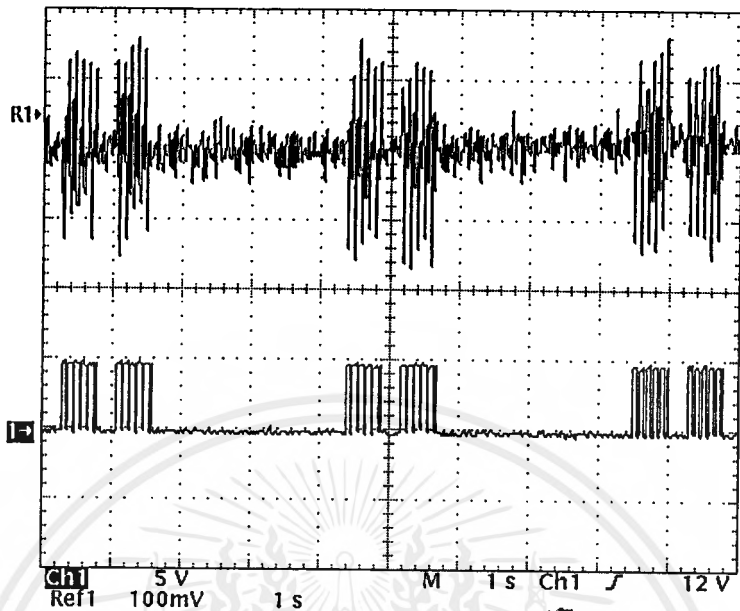


รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายว่างของชุมสายปกติ ระหว่างสัญญาณในสายโทรศัพท์(Ref1)กับสัญญาณที่ออกจาก MT8880(CH1)

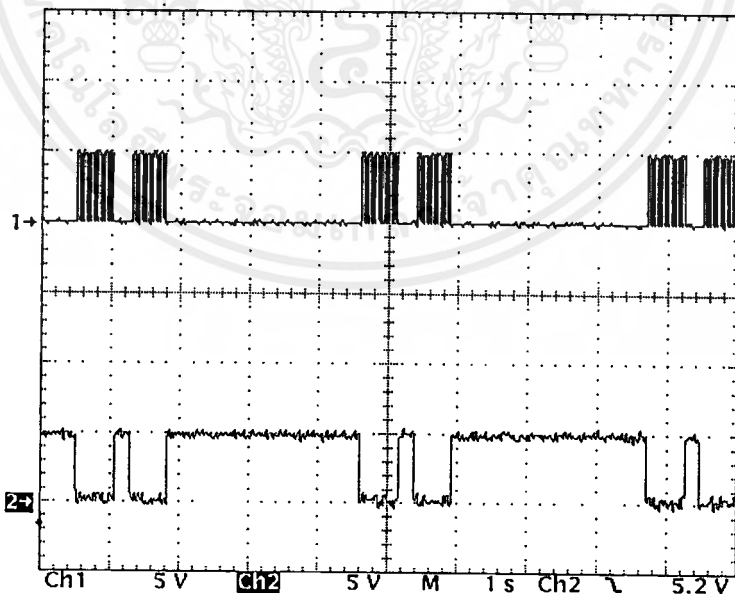


รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายว่างของชุมสายปกติ ระหว่างสัญญาณที่ออกจาก MT8880(CH1) กับสัญญาณที่ออกจาก โมโนสเตเบิล(CH2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

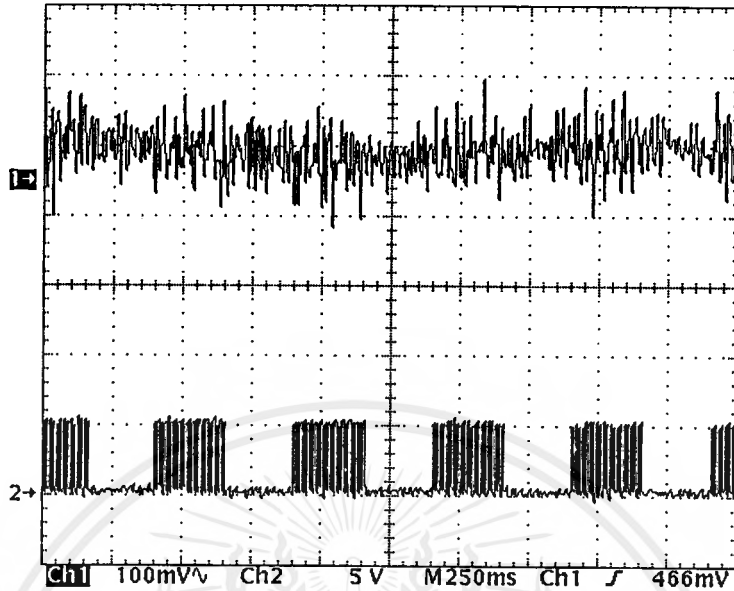


รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายว่างของชุมสายภายใน(PABX) ระหว่างสัญญาณในสายโทรศัพท์(Ref1)กับสัญญาณที่ออกจากMT8880(CH1)

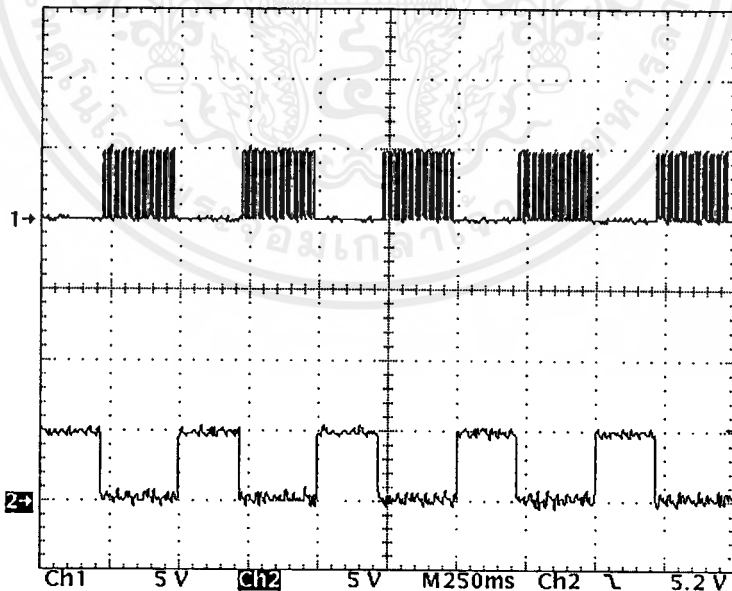


รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายว่างของชุมสายภายใน(PABX) ระหว่างสัญญาณที่ออกจาก MT8880(CH1) กับสัญญาณที่ออกจาก โมโนสเตเบิล (CH2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่างระหว่างสัญญาณในสายโทรศัพท์(Ref1)กับสัญญาณที่ออกจากMT8880(CH1)



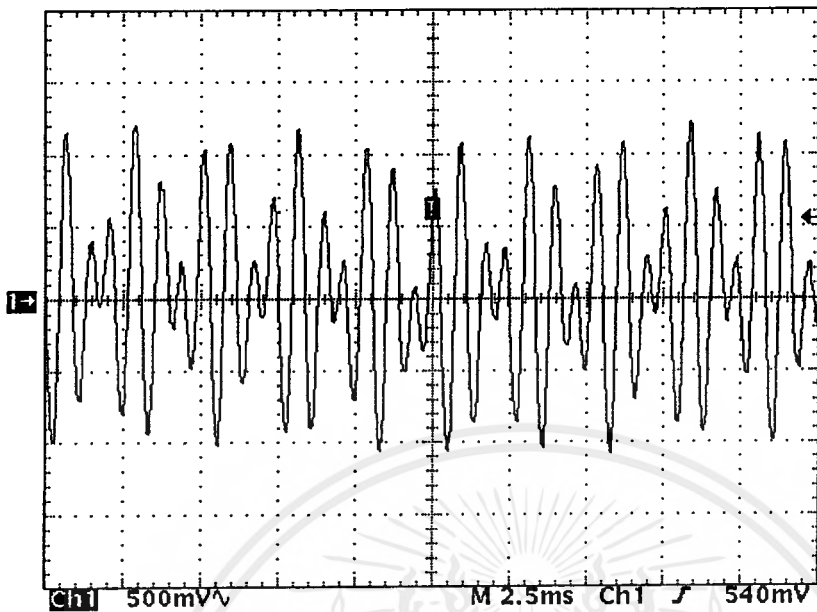
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบกันของสัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่างระหว่างสัญญาณที่ออกจาก MT8880(CH1) กับสัญญาณที่ออกจาก โมโนสเตเบิล (CH2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

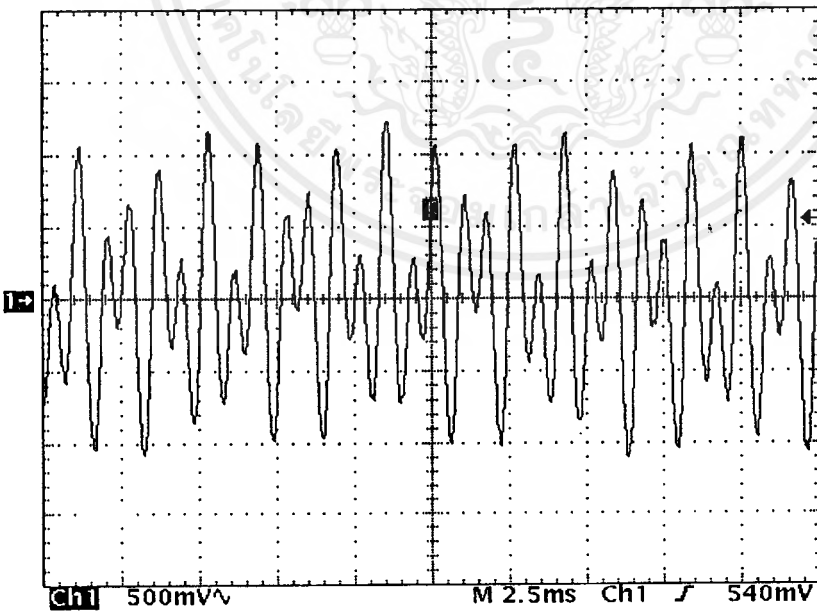
2. การกำเนิดสัญญาณคิตีเอ็มเอฟออกไปยังหุ้มสายเพื่อติดต่อสถานีปลายทาง โดยระบบจะกำเนิดสัญญาณคิตีเอ็มเอฟออกจาก MT8880 แล้วส่งออกไปยังหุ้มสายโทรศัพท์ เพื่อให้ระบบสามารถติดต่อกับสถานีหรือหน่วยงานที่ต้องการแจ้งเหตุอื่นๆ จากการทดลองทำการวัดรูปคลื่นของสัญญาณที่ออกจาก MT8880 พบว่าสัญญาณที่ถูกส่งออกไปนั้นเป็นรูปคลื่นที่ประกอบด้วย 2 ความถี่ผสมกัน ดังผลการวัดของการส่งหมายเลขตั้งแต่ 0 ถึง 9 ออกไปในรูปที่ 4.9 – 4.18

และจากการทดลองในโหมดที่ 1 นี้ ระบบสามารถตรวจสอบสัญญาณในสายโทรศัพท์ได้ และเมื่อตรวจพบสัญญาณพร้อมหมุน ระบบจะส่งสัญญาณคิตีเอ็มเอฟออกและรอสัญญาณแจ้งว่าสายว่างเพื่อส่งข้อมูลแจ้งเหตุและเตือนภัยต่อไป



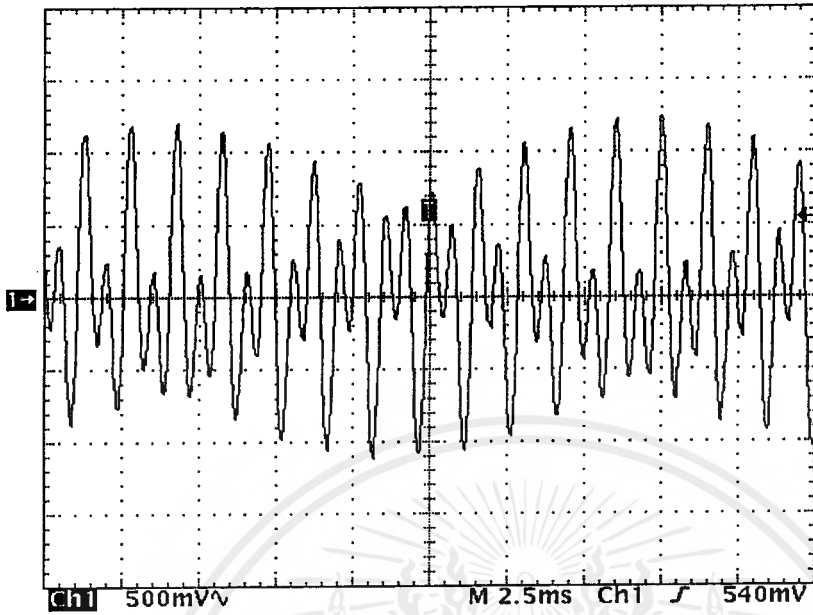


รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 0 ที่กำเนิดจาก MT8880
ซึ่งมีความถี่ 941 เฮิรตซ์และ 1336 เฮิรตซ์

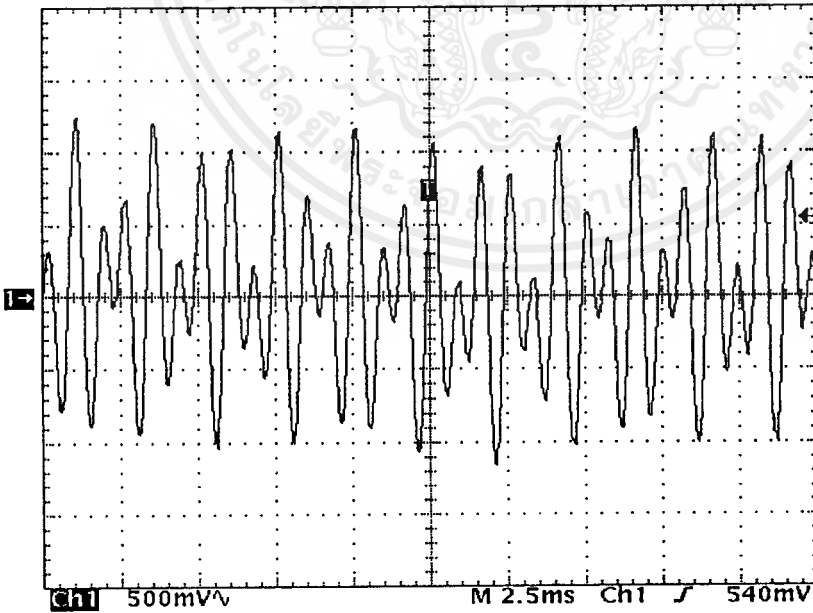


รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 1 ที่กำเนิดจาก MT8880
ซึ่งมีความถี่ 697 เฮิรตซ์และ 1209 เฮิรตซ์

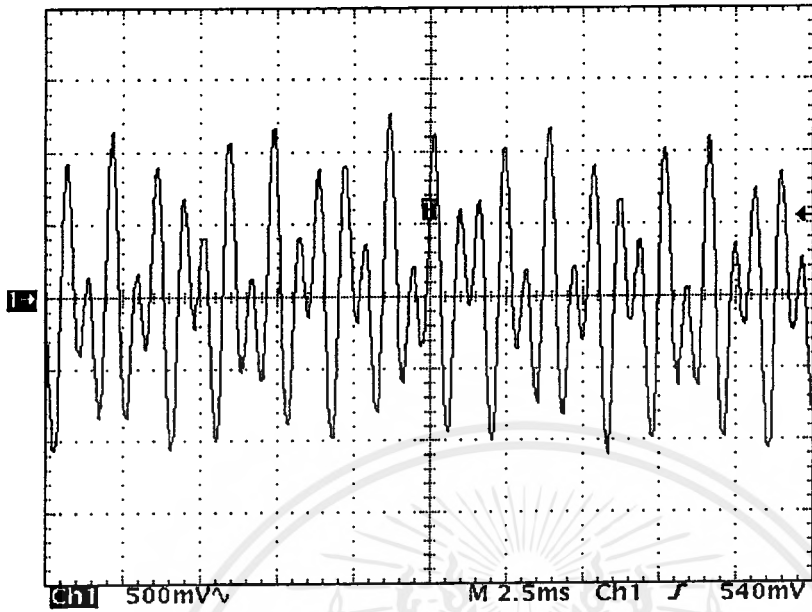
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



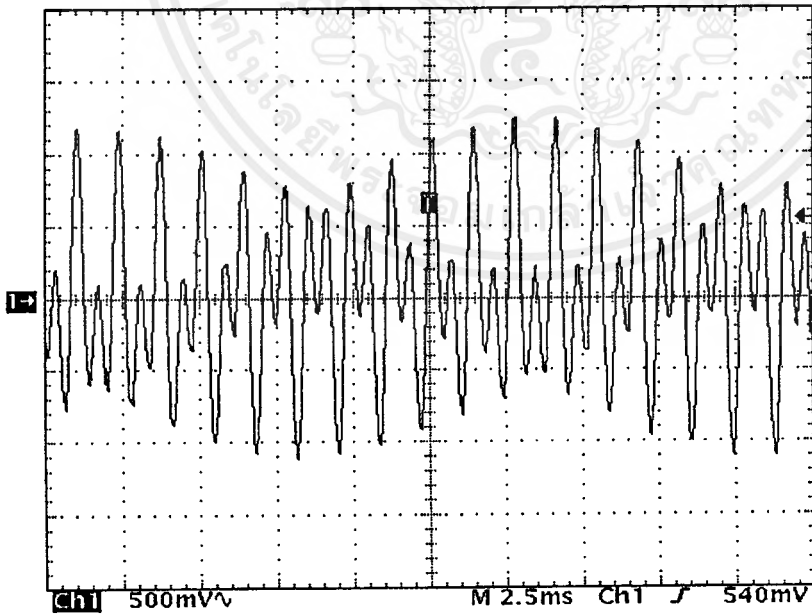
รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 2 ที่กำเนิดจาก MT8880
ซึ่งมีความถี่ 697 เฮิรตซ์และ 1336 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 3 ที่กำเนิดจาก MT8880
ซึ่งมีความถี่ 697 เฮิรตซ์และ 1477 เฮิรตซ์

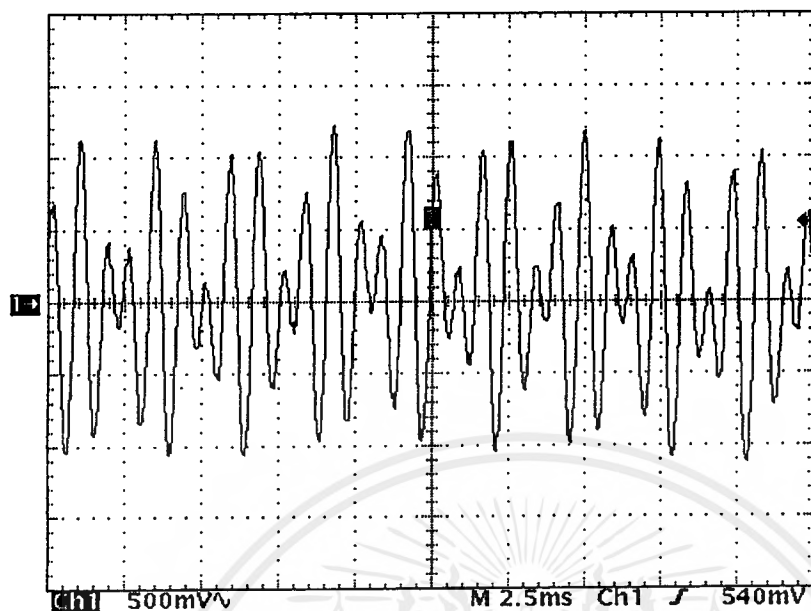


รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 4 ที่กำเนิดจาก MT8880
ซึ่งมีความถี่ 770 เฮิรตซ์และ 1209 เฮิรตซ์

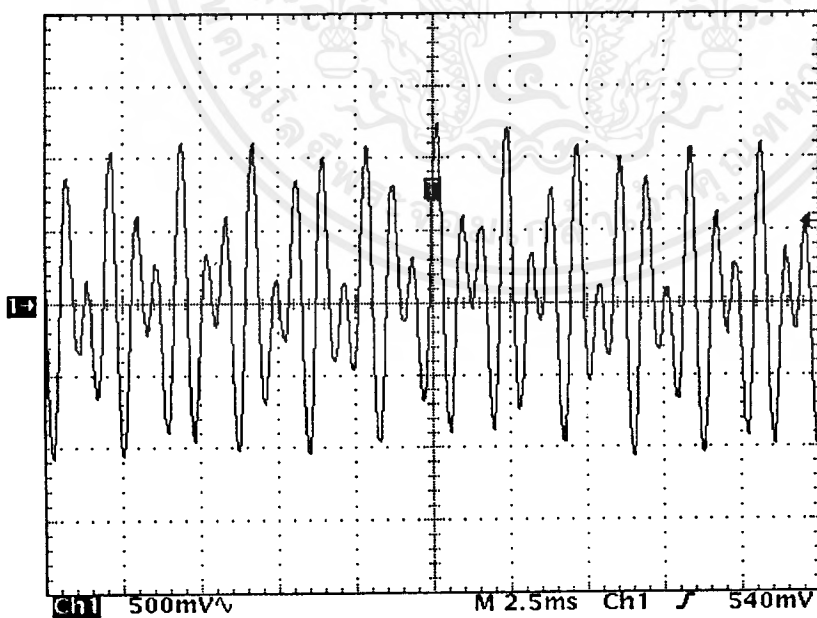


รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 5 ที่กำเนิดจาก MT8880
ซึ่งมีความถี่ 770 เฮิรตซ์และ 1336 เฮิรตซ์

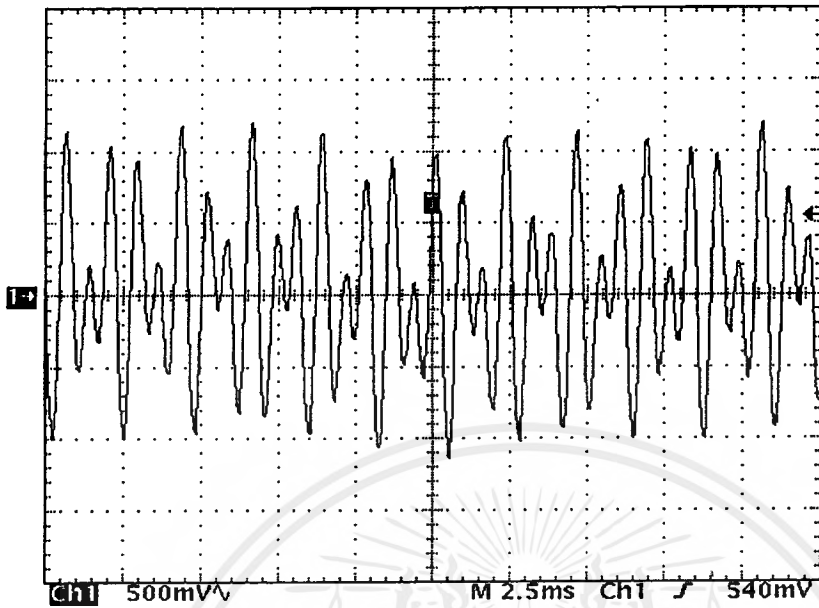
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



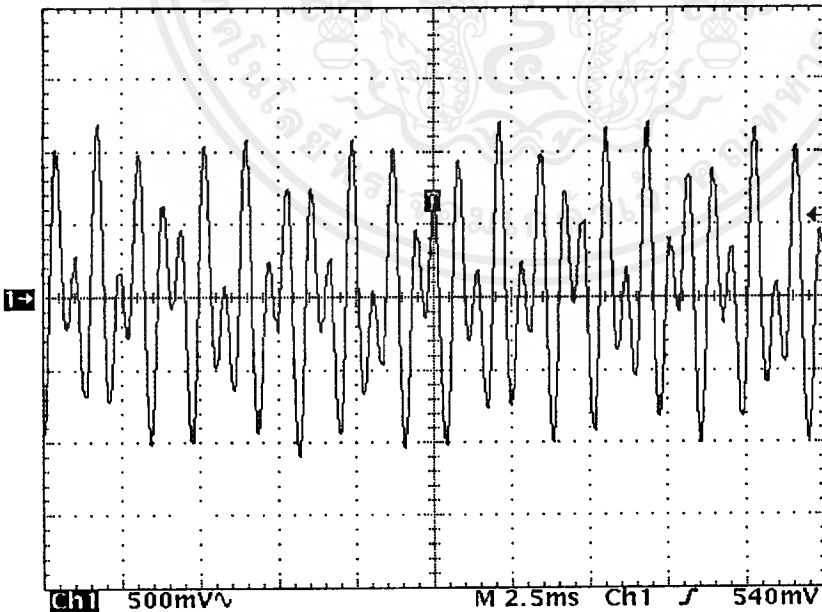
รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 6 ที่กำเนิดจาก MT8880
ซึ่งมีความถี่ 770 เฮิรตซ์และ 1477 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 7 ที่กำเนิดจาก MT8880
ซึ่งมีความถี่ 852 เฮิรตซ์และ 1209 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 8 ที่กำเนิดจาก MT8880
ซึ่งมีความถี่ 852 เฮิรตซ์และ 1336 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะรูปคลื่นของสัญญาณเลข 9 ที่กำเนิดจาก MT8880
ซึ่งมีความถี่ 852 เฮิรตซ์และ 1477 เฮิรตซ์

4.2 การทดลองโหมดที่ 2 : เปลี่ยนแปลงและบันทึกหมายเลขโทรศัพท์เพื่อใช้ในการแจ้งเหตุเป็นหมายเลขใหม่

จะประกอบด้วยขั้นตอนในการทดสอบ ดังนี้

1. ขั้นตอนการรับหมายเลขของเบอร์โทรศัพท์ใหม่ ระบบจะแสดงการถามและรอรับว่าต้องการจะเปลี่ยนแปลงหมายเลขของเบอร์โทรศัพท์เบอร์ใดและมีเบอร์ต่อออกจากชุมสายภายในหรือไม่ เมื่อได้รับคำตอบแล้ว ระบบจะรอรับค่าหมายเลขโทรศัพท์ใหม่ที่ใช้กดจากคีย์บอร์ด จากนั้นระบบจะนำค่าของหมายเลขโทรศัพท์ใหม่นี้ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราวก่อน
2. ขั้นตอนการบันทึกค่าลงในหน่วยความจำ สำหรับขั้นตอนนี้ระบบจะนำหมายเลขของเบอร์โทรศัพท์ที่ได้เปลี่ยนใหม่จากหน่วยความจำชั่วคราวนั้นไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ได้จัดไว้สำหรับหมายเลขโทรศัพท์ในแต่ละเบอร์จนเสร็จเรียบร้อย

จากการทดลองในโหมดที่ 2 นี้ ระบบสามารถที่จะบันทึกค่าหมายเลขโทรศัพท์ใหม่แทนที่หมายเลขโทรศัพท์เดิมได้ และในกรณีที่ระบบทำงานในโหมดที่ 1 ระบบจะนำหมายเลขโทรศัพท์ใหม่ล่าสุดนี้ส่งออกไปยังชุมสายแทนหมายเลขโทรศัพท์เดิม แต่ถ้าหากระบบถูกรีเซต(Reset) หรือไม่มีแรงดันสำรองให้แก่หน่วยความจำที่ต้องการแรงดันสำรอง(RAM6264)ที่บันทึกข้อมูลของหมายเลขโทรศัพท์นี้ไว้ หมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้จะหายไป ซึ่งผู้ใช้จะต้องบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการให้แจ้งเหตุนั้นใหม่อีกครั้ง

4.3 การทดลองโหมดที่ 3 : เปลี่ยนแปลงและบันทึกข้อมูลเพื่อแจ้งเหตุใหม่

ในส่วนของคุณสมบัติและเงื่อนไขนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ข้อมูลที่เป็นสัญญาณเสียงที่ต้องการแจ้งเหตุในไอซีบันทึกเสียง
2. ข้อมูลที่เป็นรหัสตัวเลขที่ใช้ส่งไปยังเพจเจอร์

สำหรับขั้นตอนในการเปลี่ยนแปลงและบันทึกสัญญาณเสียงแจ้งเหตุใหม่นั้น ประกอบด้วยขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

1. ขั้นตอนของการบันทึกเสียงในไอซีบันทึกเสียง ระบบจะต้องสามารถแบ่งหน่วยความจำของการบันทึกเสียงในไอซีบันทึกเสียงได้ถูกต้อง ทั้งกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้และขโมยเข้าบ้าน โดยในการบันทึกแต่ละกรณีนั้นจะสามารถบันทึกได้นานสุด 45 วินาที
2. ขั้นตอนของการบันทึกเวลาในการอัดเสียงในหน่วยความจำที่ต้องการแรงดันสำรอง สำหรับในกรณีที่ผู้ใช้บันทึกเสียงในไอซีบันทึกเสียงไม่ถึง 45 วินาที ระบบจะต้องสามารถบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาในการบันทึกเสียงในหน่วยความจำที่ต้องการแรงดันสำรอง

จากการทดลองในโหมดการทำงานที่ 3 นี้ ระบบสามารถที่จะบันทึกข้อมูลเสียงใหม่แทนที่ข้อมูลเดิมในไอซีบันทึกเสียงได้ และเมื่อระบบทำงานในโหมดการทำงานที่ 1 ระบบจะนำข้อมูลเสียงที่ได้บันทึกไว้ล่าสุดส่งไปยังคู่สายปลายทางแทนข้อมูลเสียงเดิม โดยจะใช้เวลาในการส่งข้อมูลเสียงที่ได้ถูกบันทึกไว้ล่าสุดส่งออกไปยังคู่สายปลายทาง แทนเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลเสียงแจ้งเหตุเดิม

ซึ่งในลักษณะเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงและบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ใหม่ไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการแรงดันสำรอง หากระบบถูกรีเซตหรือไม่มีแรงดันสำรองให้แก่ระบบ ค่าเวลาของข้อมูลเสียงจะหายไปและเมื่อระบบทำงานอยู่ในโหมดของการแจ้งเหตุและเตือนภัย ระบบจะนำข้อมูลเสียงไปแจ้งสถานีปลายทางด้วยเวลา 45 วินาที



บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์การทดลอง

สำหรับการทำงานของระบบในโหมดการแจ้งเหตุและเตือนภัยโดยอัตโนมัติ นั้น จะแยกออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีเกิดเหตุไฟไหม้และขโมยเข้าบ้าน ซึ่งในแต่ละกรณีระบบสามารถติดต่อกับสถานที่ต่างๆที่ได้บันทึกหมายเลขโทรศัพท์ไว้ในหน่วยความจำได้ โดยระบบจะโทรวนจนกว่าหมายเลขที่ได้บันทึกเอาไว้ในหน่วยความจำทั้งหมดของกรณีที่เกิดเหตุจะมีผู้รับสาย และระบบส่งข้อมูลแจ้งเหตุและเตือนภัยที่บันทึกไว้ของกรณีนั้นๆ ออกไปได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการแจ้งเหตุและเตือนภัยนั้นแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบแจ้งเหตุและเตือนภัยไปตามบ้าน หน่วยงาน หรือสถานที่ต่างๆเป็นข้อมูลแจ้งเหตุด้วยสัญญาณเสียง ระบบสามารถส่งข้อมูลเสียงแจ้งเหตุและเตือนภัยของกรณีนั้นๆออกไปได้จริง และถูกต้องตามที่ได้บันทึกไว้
2. แบบแจ้งเหตุและเตือนภัยเข้าเพจเจอร์ ในส่วนนี้ระบบสามารถส่งข้อมูลเตือนภัยที่เป็นรหัสตัวเลข เข้าสู่เพจเจอร์ของเจ้าของบ้านพักอาศัยตามที่ตั้งค่ารหัสไว้ในหน่วยความจำได้

ขั้นตอนในการตรวจสอบสัญญาณในสายโทรศัพท์นั้น พบว่ามีปัญหาในการทดลอง คือ การตรวจสอบสัญญาณแจ้งว่าสายว่าง จะมีความแตกต่างกันระหว่างสัญญาณแจ้งว่าสายว่างของชุมสายภายในของสำนักงานบางแห่ง กับสัญญาณแจ้งว่าสายว่างจากชุมสายโทรศัพท์ปกติ ทำให้ในระยะแรกของการทำโครงการนี้ การตรวจสอบสัญญาณแจ้งว่าสายว่างเกิดความผิดพลาดขึ้น แต่หลังจากที่ได้ปรับปรุงโปรแกรมในโครงการนี้แล้ว ทำให้ระบบสามารถที่จะตรวจสอบและแยกแยะสัญญาณได้ถูกต้อง

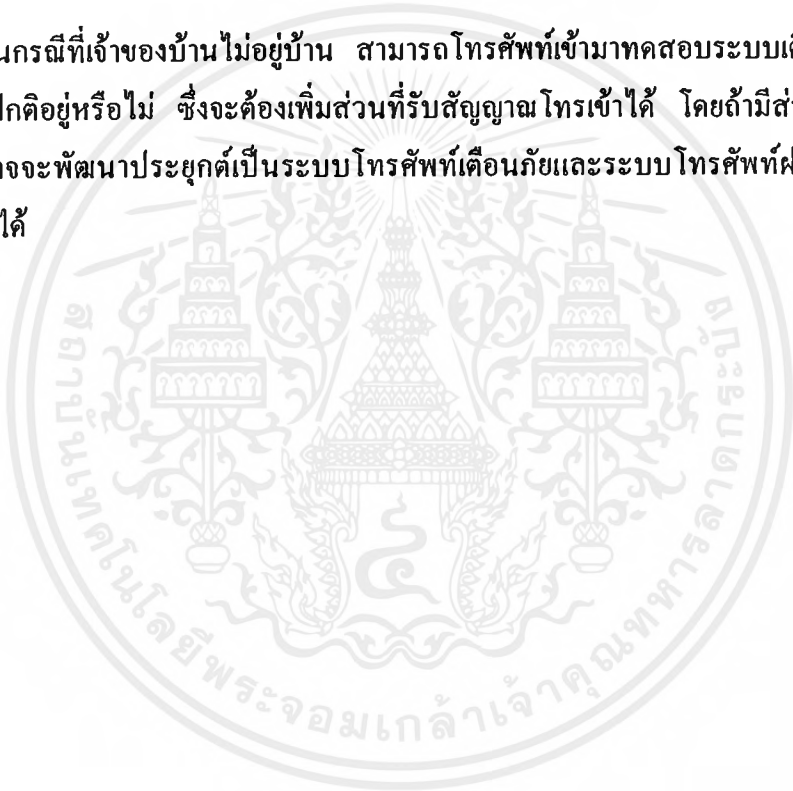
แนวทางในการพัฒนาโครงการนี้ต่อไป เพื่อให้โครงการสามารถนำไปใช้งานจริงได้ โดยมีความสมบูรณ์มากขึ้น ยังมีส่วนประกอบอีกบางส่วนที่ต้องมีเพิ่มเติม เช่น

1. เพิ่มแหล่งจ่ายไฟสำรองและส่วนควบคุมระบบจ่ายไฟสำรอง ให้ระบบพร้อมอยู่ตลอดเวลาในกรณีที่ไฟดับ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ทุกสภาวะเหตุการณ์ และจากการสังเกตพบว่าเหตุร้ายหลายๆอย่าง มักจะเกิดขึ้นแล้วเป็นสาเหตุให้ไฟดับ
2. การเพิ่มส่วนตรวจสอบความปกติของระบบ ในการใช้งานเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือสูง จำเป็นต้องมีระบบที่คอยตรวจสอบระบบเตือนภัย ว่ายังทำงานเป็นปกติอยู่หรือไม่ ถ้าไม่ทำงาน

ระบบตรวจสอบจะต้องเข้าไปแก้ไข หรือสั่งให้ระบบเตือนภัยกลับมาอยู่ในสถานะทำงานปกติได้ โดยเร็ว ตัวอย่างหนึ่งที่ใช้กันมากในระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีความน่าเชื่อถือสูง คือ ระบบวอท์ชด็อก(Watch dog) ที่จะรีเซ็ตหน่วยประมวลผล(CPU) เมื่อหน่วยประมวลผลหยุดทำงาน หรือทำงานผิดพลาด

3. หากระบบเตือนภัยทำการแจ้งเหตุในขณะที่มีผู้ใช้โทรศัพท์อยู่ ระบบจะไม่สามารถโทรออกได้ เพราะไม่พบสัญญาณแจ้งว่าสายว่าง ระบบน่าจะสามารถแจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์อยู่ทราบว่า มีเหตุร้ายเกิดขึ้น เราจึงต้องเพิ่มโปรแกรมและเปลี่ยนแปลงวงจรให้สามารถรองรับการทำงานนี้ได้

4. ในกรณีที่เจ้าของบ้านไม่อยู่บ้าน สามารถโทรศัพท์เข้ามาทดสอบระบบเตือนภัยว่า ยังทำงานเป็นปกติอยู่หรือไม่ ซึ่งจะต้องเพิ่มส่วนที่รับสัญญาณโทรเข้าได้ โดยถ้ามีส่วนรับสัญญาณโทรเข้าแล้วอาจจะพัฒนาประยุกต์เป็นระบบโทรศัพท์เตือนภัยและระบบโทรศัพท์ฝากข้อความในเครื่องเดียวกันได้





ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISO²-CMOS MT8880C/MT8880C-1 Integrated DTMF Transceiver

Features

- Complete DTMF transmitter/receiver
- Central office quality
- Low power consumption
- Microprocessor port
- Adjustable guard time
- Automatic tone burst mode
- Call progress mode

ISSUE 2

May 1995

Ordering Information

MT8880CE/CE-1	20 Pin Plastic DIP
MT8880CC/CC-1	20 Pin Ceramic DIP
MT8880CS/CS-1	20 Pin SOIC
MT8880CN/CN-1	24 Pin SSOP
MT8880CP/CP-1	28 Pin Plastic LCC
-40°C to +85°C	

Applications

- Credit card systems
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Interconnect dialers
- Personal computers

Description

The MT8880C/C-1 is a monolithic DTMF transceiver with call progress filter. It is fabricated in Mitel's ISO²-CMOS technology, which provides low power dissipation and high reliability. The DTMF receiver is

based upon the industry standard MT8870 monolithic DTMF receiver; the transmitter utilizes a switched capacitor D/A converter for low distortion, high accuracy DTMF signalling. Internal counters provide a burst mode such that tone bursts can be transmitted with precise timing. A call progress filter can be selected allowing a microprocessor to analyze call progress tones. A standard microprocessor bus is provided and is directly compatible with 6800 series microprocessors. The MT8880C-1 is functionally identical to the MT8880C except for the performance of the receiver section, which is enhanced to accept and reject lower signal levels.

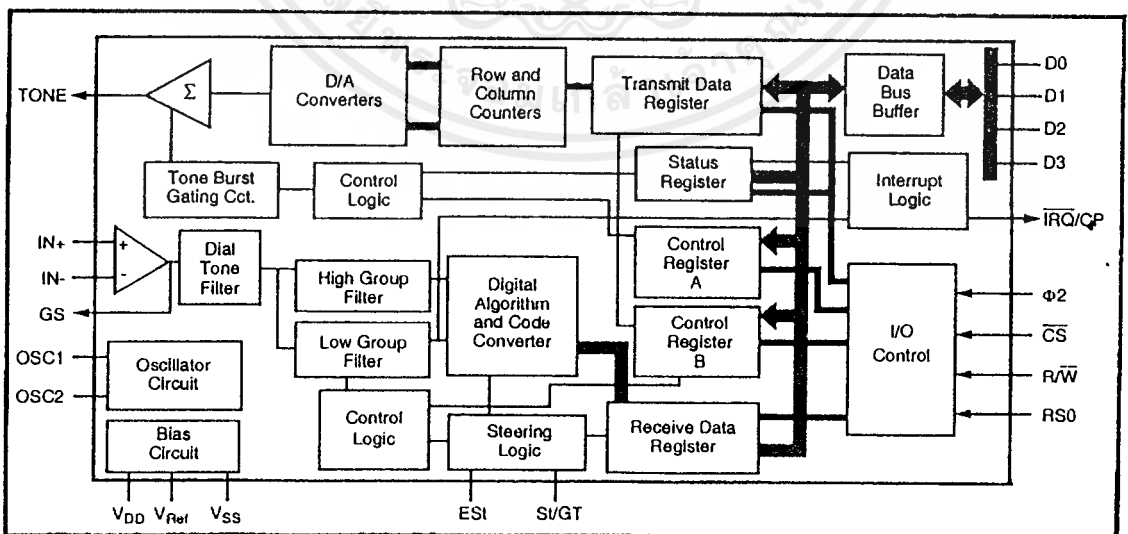


Figure 1 - Functional Block Diagram

MT8880C/MT8880C-1 ISO²-CMOS

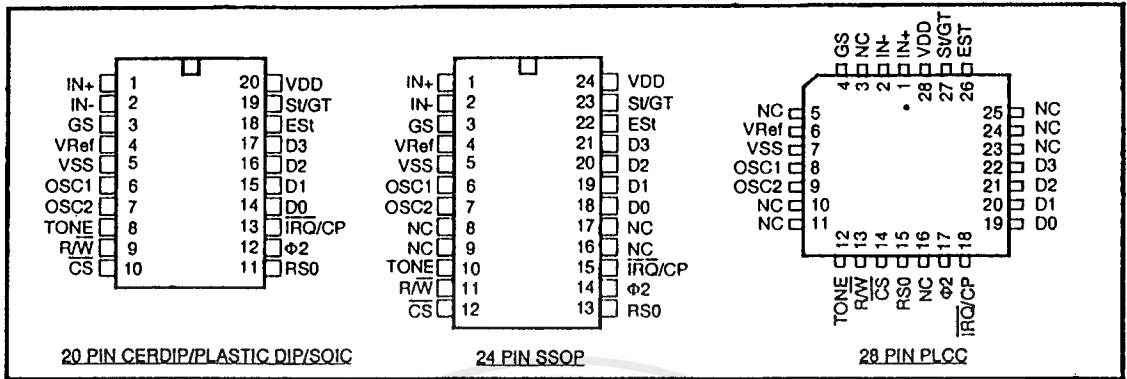


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #			Name	Description
20	24	28		
1	1	1	IN+	Non-inverting op-amp input.
2	2	2	IN-	Inverting op-amp input.
3	3	4	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	6	V _{Ref}	Reference Voltage output, nominally V _{DD} /2 is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 13).
5	5	7	V _{SS}	Ground input (0V).
6	6	8	OSC1	DTMF clock/oscillator input.
7	7	9	OSC2	Clock output. A 3.579545 MHz crystal connected between OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit. Leave open circuit when OSC1 is clock input.
8	10	12	TONE	Tone output (DTMF or single tone).
9	11	13	R/W	Read/Write input. Controls the direction of data transfer to and from the MPU and the transceiver registers. TTL compatible.
10	12	14	CS	Chip Select , TTL input (CS=0 to select the chip).
11	13	15	RS0	Register Select input. See register decode table. TTL compatible.
12	14	17	phi2	System Clock input. TTL compatible. N.B. phi2 clock input need not be active when the device is not being accessed.
13	15	18	IRQ/CP	Interrupt Request to MPU (open drain output). Also, when call progress (CP) mode has been selected and interrupt enabled the IRQ/CP pin will output a rectangular wave signal representative of the input signal applied at the input op-amp. The input signal must be within the bandwidth limits of the call progress filter. See Figure 8.
14-17	18-21	19-22	D0-D3	Microprocessor Data Bus (TTL compatible). High impedance when CS = 1 or phi2 is low.
18	22	26	EST	Early Steering output. Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause EST to return to a logic low.
19	23	27	SVGT	Steering Input/Guard Time output (bidirectional). A voltage greater than V _{TS1} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V _{TS1} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of EST and the voltage on St.
20	24	28	V _{DD}	Positive power supply input (+5V typical).
	6, 9, 16, 17	3, 5, 10, 11, 16, 23-25	NC	No Connection.

Functional Description

The MT8880C/C-1 Integrated DTMF Transceiver architecture consists of a high performance DTMF receiver with internal gain setting amplifier and a DTMF generator which employs a burst counter such that precise tone bursts and pauses can be synthesized. A call progress mode can be selected such that frequencies within the specified passband can be detected. A standard microprocessor interface allows access to an internal status register, two control registers and two data registers.

Input Configuration

The input arrangement of the MT8880C/C-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{Ref}) which is used to bias the inputs at $V_{DD}/2$. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 3.

Figure 4 shows the necessary connections for a differential input configuration.

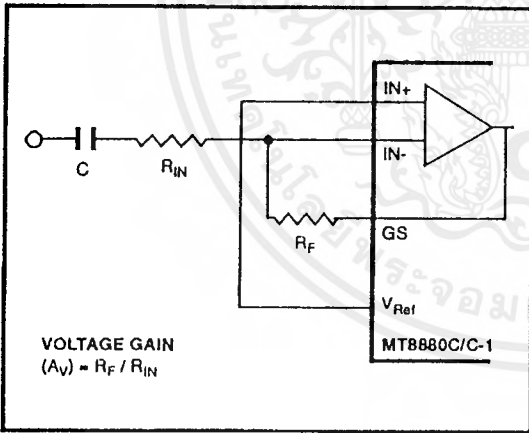


Figure 3 - Single-Ended Input Configuration

Receiver Section

Separation of the low and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies (see Fig. 7). These filters also incorporate notches at 350 Hz and 440 Hz for exceptional dial tone rejection. Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators

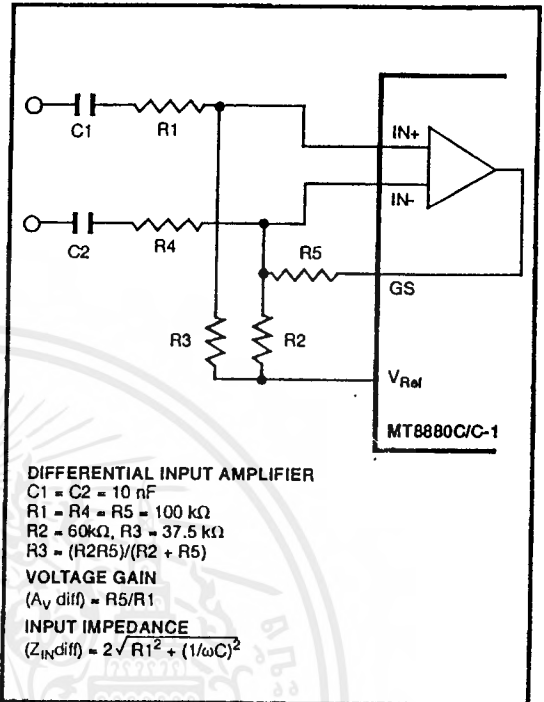


Figure 4 - Differential Input Configuration

which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice white providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (EST) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause EST to assume an inactive state.

Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by EST. A logic high on EST causes v_c (see Figure 5) to rise as the capacitor charges. Provided that the signal condition is maintained (EST remains high) for the validation period (t_{GTP}), v_c reaches the threshold (V_{TS1}) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Figure 7) into the Receive Data Register. At this point the GT output is activated and drives v_c to V_{DD} . GT continues to drive high as long as EST remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The status of the delayed steering flag can be monitored by checking the appropriate bit in the status register. If Interrupt mode has been selected, the $\overline{IRQ/CP}$ pin will pull low when the delayed steering flag is active.

The contents of the output latch are updated on an active delayed steering transition. This data is presented to the four bit bidirectional data bus when the Receive Data Register is read. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (drop out) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

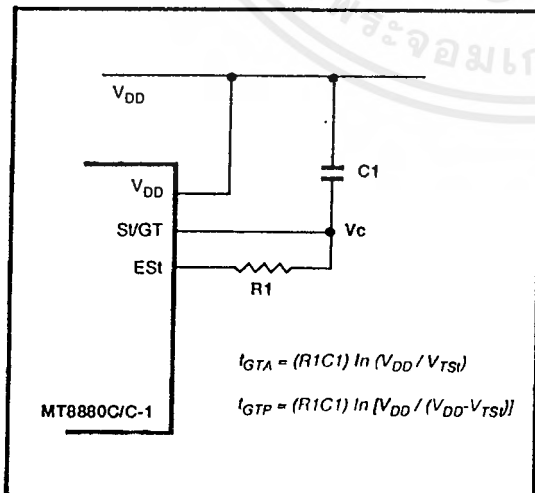


Figure 5 - Basic Steering Circuit

Guard Time Adjustment

The simple steering circuit shown in Figure 5 is adequate for most applications. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC} = t_{DP} + t_{GTP}$$

$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$

The value of t_{DP} is a device parameter (see AC Electrical Characteristics) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C1 of 0.1 μF is recommended for most applications, leaving R1 to be selected by the designer. Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present (t_{GTP}) and tone absent (t_{GTA}). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity.

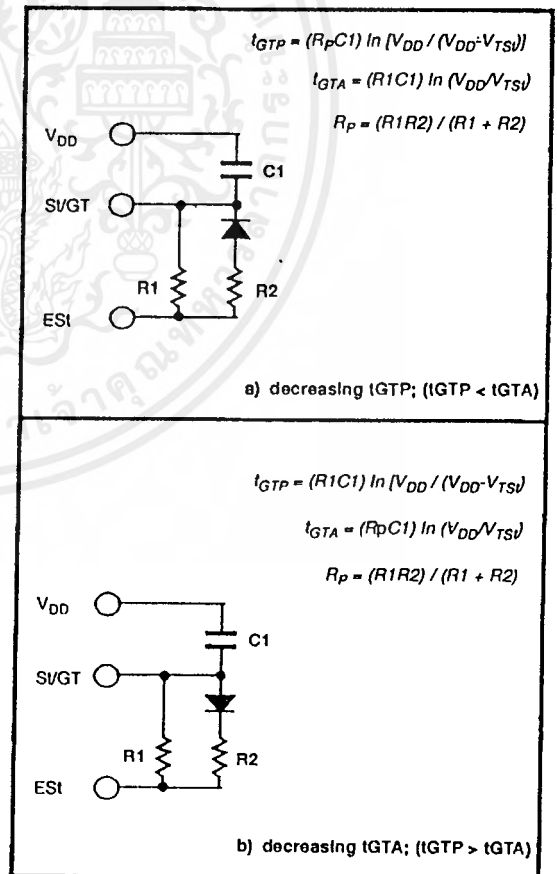


Figure 6 - Guard Time Adjustment

Increasing t_{REC} improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain a valid signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short t_{REC} with a long t_{DO} would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 6. The receiver timing is shown in Figure 9 with a description of the events in Figure 11.

Call Progress Filter

A call progress mode, using the MT8880C/C-1, can be selected allowing the detection of various tones which identify the progress of a telephone call on the network. The call progress tone input and DTMF input are common, however, call progress tones can only be detected when CP mode has been selected. DTMF signals cannot be detected if CP mode has been selected (see Table 5). Figure 8 indicates the useful detect bandwidth of the call progress filter. Frequencies presented to the input, which are within the 'accept' bandwidth limits of the filter, are hard-limited by a high gain comparator with the IRQ/CP pin serving as the output. The squarewave output obtained from the schmitt trigger can be analyzed by a microprocessor or counter arrangement to determine the nature of the call progress tone being detected. Frequencies which are in the 'reject' area will not be detected and consequently the IRQ/CP pin will remain low.

DTMF Generator

The DTMF transmitter employed in the MT8880C/C-1 is capable of generating all sixteen standard DTMF tone pairs with low distortion and high accuracy. All frequencies are derived from an external 3.579545 MHz crystal. The sinusoidal waveforms for the individual tones are digitally synthesized using row and column programmable dividers and switched capacitor D/A converters. The row and column tones are mixed and filtered providing a DTMF signal with low total harmonic distortion and high accuracy. To specify a DTMF signal, data conforming to the encoding format shown in Figure 7 must be written to the transmit Data Register. Note that this is the same as the receiver output code. The individual tones which are generated (f_{LOW} and f_{HIGH}) are referred to as Low Group and High Group tones. As seen from the table, the low group frequencies are 697, 770, 852 and 941 Hz. The high group frequencies are 1209, 1336, 1477 and 1633 Hz. Typically, the high group to low group amplitude ratio (pre-emphasis) is 2dB to compensate for high group attenuation on long loops.

F _{LOW}	F _{HIGH}	DIGIT	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
697	1209	1	0	0	0	1
697	1336	2	0	0	1	0
697	1477	3	0	0	1	1
770	1209	4	0	1	0	0
770	1336	5	0	1	0	1
770	1477	6	0	1	1	0
852	1209	7	0	1	1	1
852	1336	8	1	0	0	0
852	1477	9	1	0	0	1
941	1336	0	1	0	1	0
941	1209	*	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	0	0
697	1633	A	1	1	0	1
770	1633	B	1	1	1	0
852	1633	C	1	1	1	1
941	1633	D	0	0	0	0

0 = LOGIC LOW, 1 = LOGIC HIGH

Figure 7 - Functional Encode/Decode Table

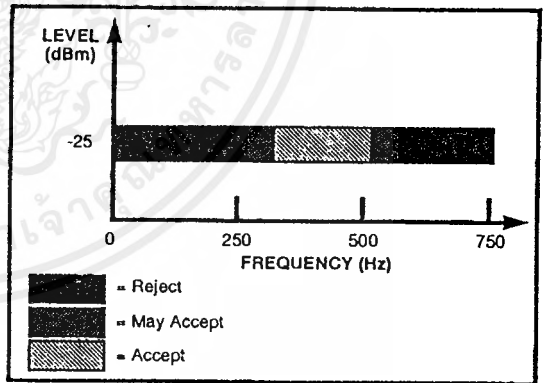


Figure 8 - Call Progress Response

The period of each tone consists of 32 equal time segments. The period of a tone is controlled by varying the length of these time segments. During write operations to the Transmit Data Register the 4 bit data on the bus is latched and converted to 2 of 8 coding for use by the programmable divider circuitry. This code is used to specify a time segment length which will ultimately determine the frequency of the tone. When the divider reaches the appropriate count, as determined by the input code, a reset pulse is issued and the counter starts again. The number

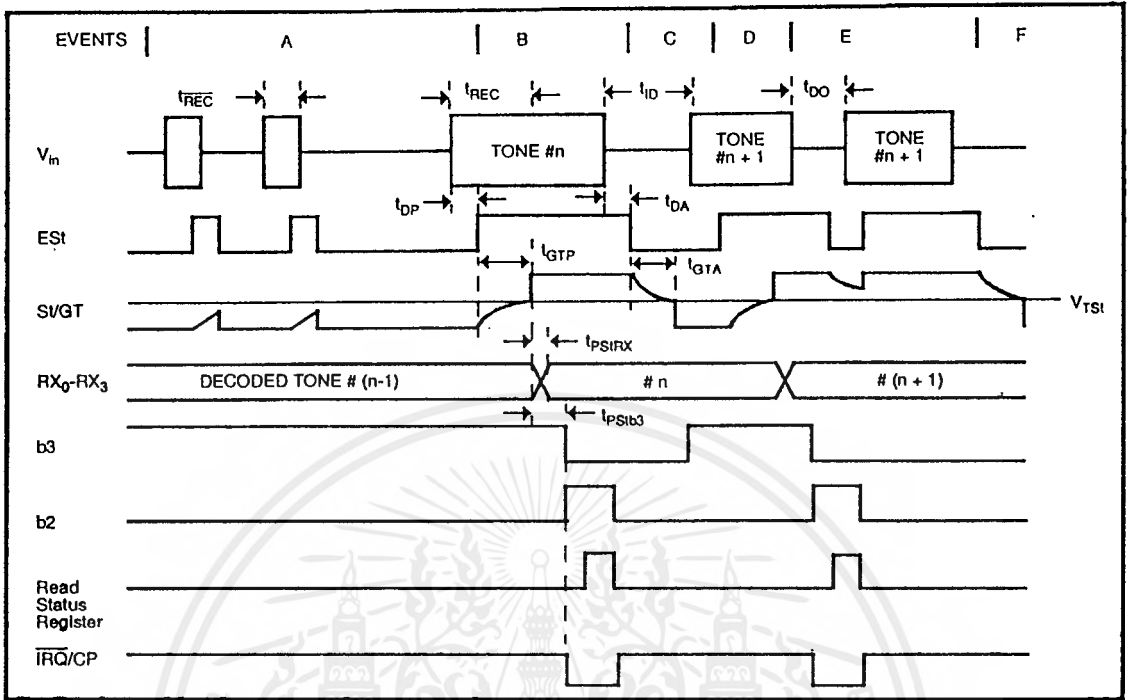


Figure 9 - Receiver Timing Diagram

of time segments is fixed at 32, however, by varying the segment length as described above the tone output signal frequency will be varied. The divider output clocks another counter which addresses the sinewave lookup ROM.

The lookup table contains codes which are used by the switched capacitor D/A converter to obtain discrete and highly accurate DC voltage levels. Two identical circuits are employed to produce row and

column tones which are then mixed using a low noise summing amplifier. The oscillator described needs no "start-up" time as in other DTMF generators since the crystal oscillator is running continuously thus providing a high degree of tone burst accuracy. A bandwidth limiting filter is incorporated and serves to attenuate distortion products above 8 kHz. It can be seen from Figure 10 that the distortion products are very low in amplitude.

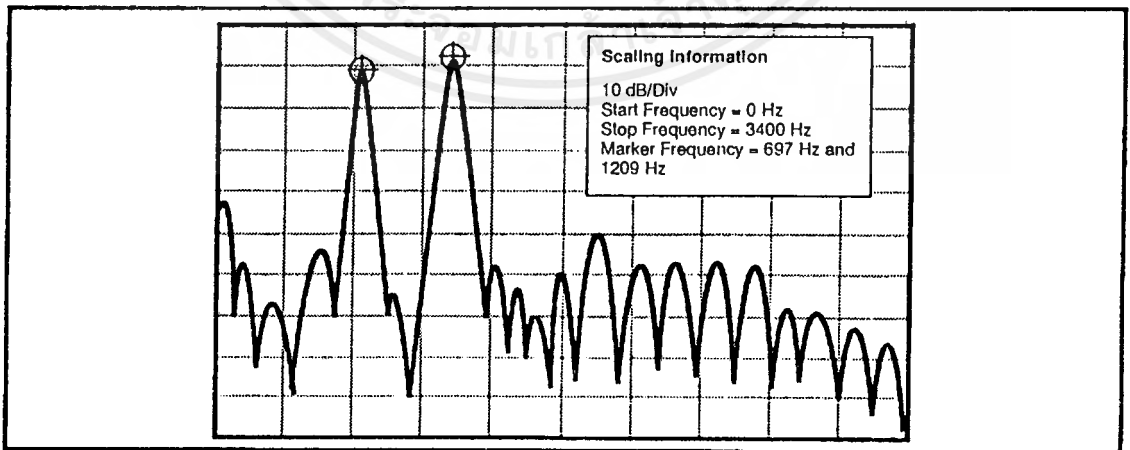


Figure 10 - Spectrum Plot

Burst Mode

In certain telephony applications it is required that DTMF signals being generated are of a specific duration determined either by the particular application or by any one of the exchange transmitter specifications currently existing. Standard DTMF signal timing can be accomplished by making use of the Burst Mode. The transmitter is capable of issuing symmetric bursts/pauses of predetermined duration. This burst/pause duration is $51 \text{ ms} \pm 1 \text{ ms}$ which is a standard interval for autodialer and central office applications. After the burst/pause has been issued, the appropriate bit is set in the Status Register indicating that the transmitter is ready for more data. The timing described above is available when DTMF mode has been selected. However, when CP mode (Call Progress mode) is selected, a second burst/pause time of $102 \text{ ms} \pm 2 \text{ ms}$ is available. This extended interval is useful when precise tone bursts of longer than 51 ms duration and 51 ms pause are desired. Note that when CP mode and Burst mode have been selected, DTMF tones may be transmitted only and *not* received.

In applications where a non-standard burst/pause duration is required, burst mode must be disabled

and the transmitter gated on and off by an external hardware or software timer.

Single Tone Generation

A single tone mode is available whereby individual tones from the low group or high group can be generated. This mode can be used for DTMF test equipment applications, acknowledgment tone generation and distortion measurements. Refer to Control Register B description for details.

Distortion Calculations

The MT8880C/C-1 is capable of producing precise tone bursts with minimal error in frequency (see Table 1). The internal summing amplifier is followed by a first-order lowpass switched capacitor filter to minimize harmonic components and intermodulation products. The total harmonic distortion for a *single tone* can be calculated using Equation 1, which is the ratio of the total power of all the extraneous frequencies to the power of the fundamental frequency expressed as a percentage. The Fourier components of the tone output correspond to V_{2f}, \dots, V_{nf} as measured on the output waveform. The total harmonic distortion for a *dual tone* can be calculated

EXPLANATION OF EVENTS	
A)	TONE BURSTS DETECTED, TONE DURATION INVALID, RX DATA REGISTER NOT UPDATED.
B)	TONE # <i>n</i> DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN RX DATA REGISTER.
C)	END OF TONE # <i>n</i> DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, INFORMATION IN RX DATA REGISTER RETAINED UNTIL NEXT VALID TONE PAIR.
D)	TONE # <i>n</i> +1 DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN RX DATA REGISTER.
E)	ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE # <i>n</i> +1, TONE ABSENT DURATION INVALID, DATA REMAINS UNCHANGED.
F)	END OF TONE # <i>n</i> +1 DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, INFORMATION IN RX DATA REGISTER RETAINED UNTIL NEXT VALID TONE PAIR.
EXPLANATION OF SYMBOLS	
V_{in}	DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
ESI	EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
SVGT	STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
RX ₀ -RX ₃	4-BIT DECODED DATA IN RECEIVE DATA REGISTER
b3	DELAYED STEERING. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL. ACTIVE LOW FOR THE DURATION OF A VALID DTMF SIGNAL.
b2	INDICATES THAT VALID DATA IS IN THE RECEIVE DATA REGISTER. THE BIT IS CLEARED AFTER THE STATUS REGISTER IS READ.
\overline{IRQ}/CP	INTERRUPT IS ACTIVE INDICATING THAT NEW DATA IS IN THE RX DATA REGISTER. THE INTERRUPT IS CLEARED AFTER THE STATUS REGISTER IS READ.
t_{REC}	MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECTED AS VALID.
t_{HEC}	MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION.
t_{ID}	MINIMUM TIME BETWEEN VALID SEQUENTIAL DTMF SIGNALS.
t_{DO}	MAXIMUM ALLOWABLE DROPOUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
t_{DP}	TIME TO DETECT VALID FREQUENCIES PRESENT.
t_{DA}	TIME TO DETECT VALID FREQUENCIES ABSENT.
t_{GTP}	GUARD TIME, TONE PRESENT.
t_{GTA}	GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 11 - Description of Timing Events

MT8880C/MT8880C-1 ISO²-CMOS

$$\text{THD}(\%) = 100 \frac{\left(\sqrt{V_{2f}^2 + V_{3f}^2 + V_{4f}^2 + \dots + V_{nf}^2} \right)}{V_{\text{fundamental}}}$$

Equation 1. THD (%) For a Single Tone

$$\text{THD}(\%) = 100 \frac{\left(\sqrt{V_{2L}^2 + V_{3L}^2 + \dots + V_{nL}^2 + V_{2H}^2 + V_{3H}^2 + \dots + V_{nH}^2 + V_{\text{IMD}}^2} \right)}{\sqrt{V_L^2 + V_H^2}}$$

Equation 2. THD (%) For a Dual Tone

ACTIVE INPUT	OUTPUT FREQUENCY (Hz)		%ERROR
	SPECIFIED	ACTUAL	
L1	697	699.1	+0.30
L2	770	766.2	-0.49
L3	852	847.4	-0.54
L4	941	948.0	+0.74
H1	1209	1215.9	+0.57
H2	1336	1331.7	-0.32
H3	1477	1471.9	-0.35
H4	1633	1645.0	+0.73

Table 1. Actual Frequencies Versus Standard Requirements

using Equation 2. V_L and V_H correspond to the low group amplitude and high group amplitude, respectively, and V_{IMD}^2 is the sum of all the intermodulation components. The internal switched-capacitor filter following the D/A converter keeps distortion products down to a very low level as shown in Figure 10.

DTMF Clock Circuit

The internal clock circuit is completed with the addition of a standard television colour burst crystal. The crystal specification is as follows:

Frequency: 3.579545 MHz
 Frequency Tolerance: ±0.1%
 Resonance Mode: Parallel
 Load Capacitance: 18pF

Maximum Series Resistance: 150 ohms
 Maximum Drive Level: 2mW

e.g. CTS Knights MP036S
 Toyocom TQC-203-A-9S

A number of MT8880C/C-1 devices can be connected as shown in Figure 12 such that only one crystal is required. Alternatively, the OSC1 inputs on all devices can be driven from a TTL buffer with the OSC2 outputs left unconnected.

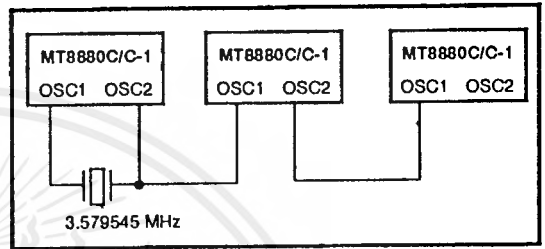


Figure 12 - Common Crystal Connection

Microprocessor Interface

The MT8880C/C-1 employs a microprocessor interface which allows precise control of transmitter and receiver functions. There are five internal registers associated with the microprocessor interface which can be subdivided into three categories, i.e., data transfer, transceiver control and transceiver status. There are two registers associated with data transfer operations.

The Receive Data Register contains the output code of the last valid DTMF tone pair to be decoded and is a read only register. The data entered in the Transmit Data Register will determine which tone pair is to be generated (see Figure 7 for coding details). Data can only be written to the transmit register. Transceiver control is accomplished with two Control Registers (CRA and CRB) which occupy the same address space. A write operation to CRB can be executed by setting the appropriate bit in CRA. The following write operation to the same address will then be directed to CRB and subsequent write cycles will then be directed back to CRA. A software reset must be included at the beginning of all programs to initialize the control and status registers after power up or power reset (see Figure 16). Refer to Tables 3, 4, 5 and 6 for details concerning the Control Registers. The $\overline{\text{IRQ/CP}}$ pin can be programmed such that it will provide an interrupt request signal upon validation of DTMF signals or when the transmitter is ready for more data (Burst mode only). The $\overline{\text{IRQ/CP}}$ pin is configured as an open drain output device and as such requires a pull-up resistor (see Figure 13).

RS0	R/W	FUNCTION
0	0	Write to Transmit Data Register
0	1	Read from Receive Data Register
1	0	Write to Control Register
1	1	Read from Status Register

Table 2. Internal Register Functions

b3	b2	b1	b0
RSEL	IRQ	CP/DTMF	TOUT

Table 3. CRA Bit Positions

b3	b2	b1	b0
C/R	S/D	TEST	BURST

Table 4. CRB Bit Positions

BIT	NAME	FUNCTION	DESCRIPTION
b0	TOUT	TONE OUTPUT	A logic '1' enables the tone output. This function can be implemented in either the burst mode or non-burst mode.
b1	CP/DTMF	MODE CONTROL	In DTMF mode (logic '0') the device is capable of generating and receiving Dual Tone Multi-Frequency signals. When the CP (Call Progress) mode is selected (logic '1') a 6th order bandpass filter is enabled to allow call progress tones to be detected. Call progress tones which are within the specified bandwidth will be presented at the IRQ/CP pin in rectangular wave format if the IRQ bit has been enabled (b2=1). Also, when the CP mode and BURST mode have both been selected, the transmitter will issue DTMF signals with a burst and pause of 102 ms (typ) duration. This signal duration is twice that obtained from the DTMF transmitter if DTMF mode had been selected. Note that DTMF signals cannot be decoded when the CP mode of operation has been selected.
b2	IRQ	INTERRUPT ENABLE	A logic '1' enables the INTERRUPT mode. When this mode is active and the DTMF mode has been selected (b1=0) the IRQ/CP pin will pull to a logic '0' condition when either 1) a valid DTMF signal has been received and has been present for the guard time duration or 2) the transmitter is ready for more data (BURST mode only).
b3	RSEL	REGISTER SELECT	A logic '1' selects Control Register B on the next Write cycle to the Control Register address. Subsequent Write cycles to the Control Register are directed back to Control Register A.

Table 5. Control Register A Description

MT8880C/MT8880C-1 ISO²-CMOS

BIT	NAME	FUNCTION	DESCRIPTION
b0	BURST	BURST MODE	A logic '0' enables the burst mode. When this mode is selected, data corresponding to the desired DTMF tone pair can be written to the Transmit Register resulting in a tone burst of a specific duration (see AC Characteristics). Subsequently, a pause of the same duration is induced. Immediately following the pause, the Status Register is updated indicating that the Transmit Register is ready for further instructions and an interrupt will be generated if the interrupt mode has been enabled. Additionally, if call progress (CP) mode has been enabled, the burst and pause duration is increased by a factor of two. When the burst mode is not selected (logic '1') tone bursts of any desired duration may be generated.
b1	TEST	TEST MODE	By enabling the test mode (logic '1'), the \overline{IRQ}/CP pin will present the delayed steering (inverted) signal from the DTMF receiver. Refer to Figure 9 (b3 waveform) for details concerning the output waveform. DTMF mode must be selected (CRA b1=0) before test mode can be implemented.
b2	S/D	SINGLE /DUAL TONE GENERATION	A logic '0' will allow Dual Tone Multi-Frequency signals to be produced. If single tone generation is enabled (logic '1'), either row or column tones (low group or high group) can be generated depending on the state of b3 in Control Register B.
b3	C/R	COLUMN/ROW TONES	When used in conjunction with b2 (above) the transmitter can be made to generate single row or single column frequencies. A logic '0' will select row frequencies and a logic '1' will select column frequencies.

Table 6. Control Register B Description

BIT	NAME	STATUS FLAG SET	STATUS FLAG CLEARED
b0	IRQ	Interrupt has occurred. Bit one (b1) or bit two (b2) is set.	Interrupt is inactive. Cleared after Status Register is read.
b1	TRANSMIT DATA REGISTER EMPTY (BURST MODE ONLY)	Pause duration has terminated and transmitter is ready for new data.	Cleared after Status Register is read or when in non-burst mode.
b2	RECEIVE DATA REGISTER FULL	Valid data is in the Receive Data Register.	Cleared after Status Register is read.
b3	DELAYED STEERING	Set upon the valid detection of the absence of a DTMF signal.	Cleared upon the detection of a valid DTMF signal.

Table 7. Status Register Description

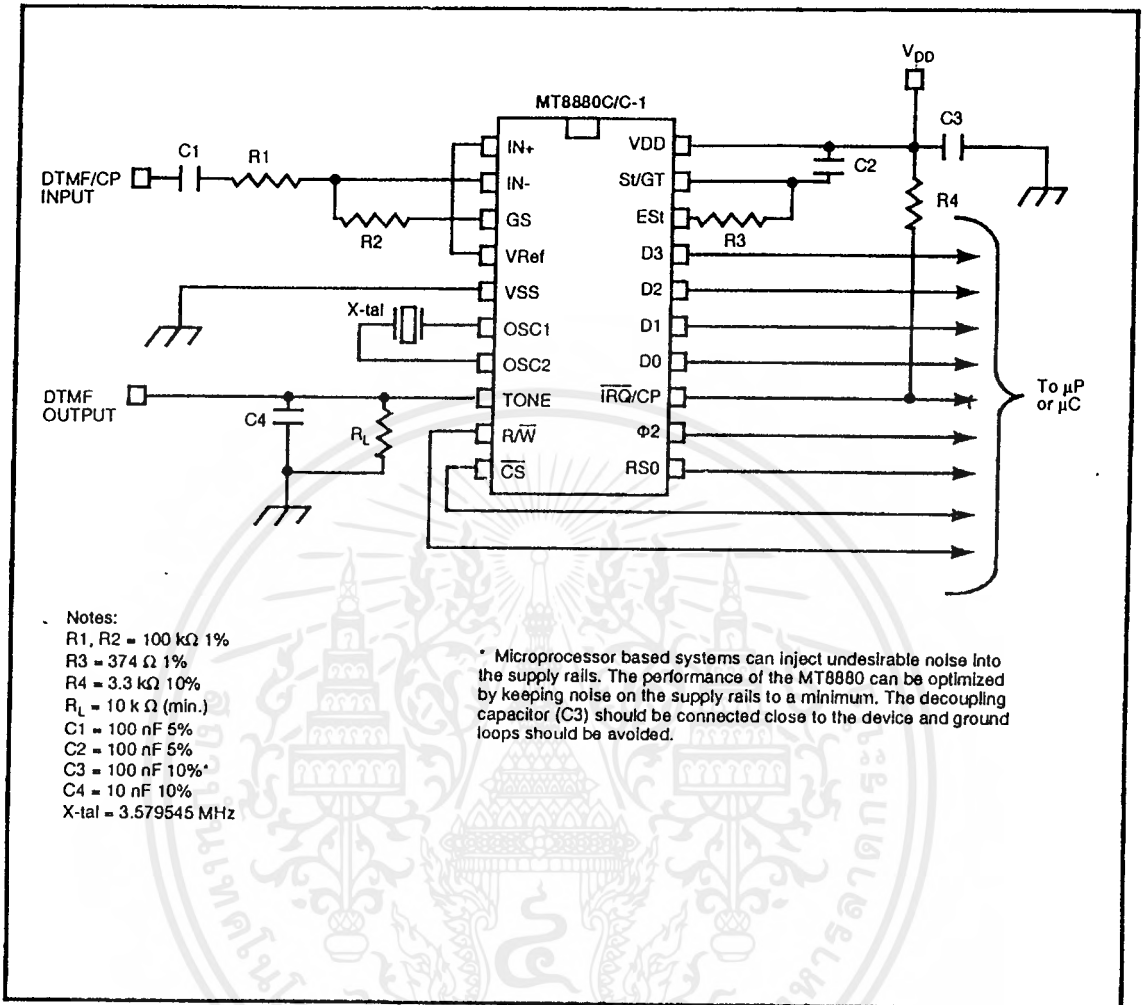


Figure 13 - Application Circuit (Single-Ended Input)

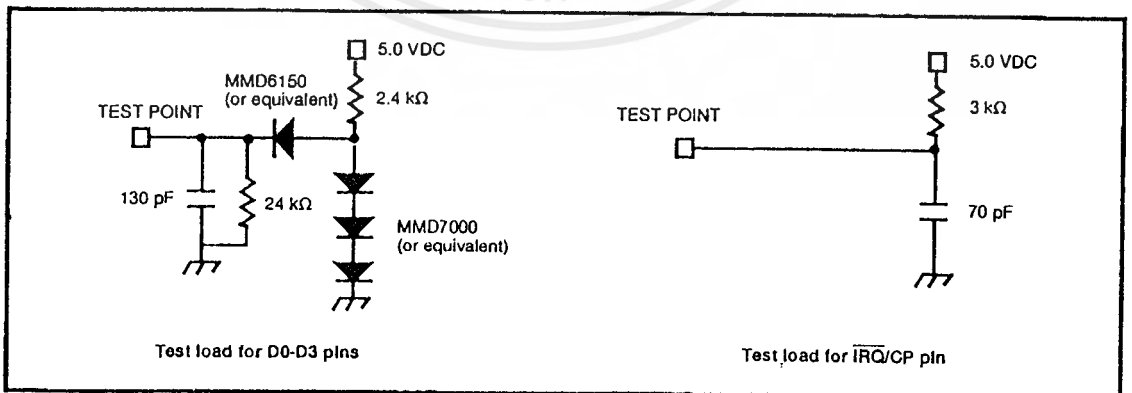


Figure 14 - Test Circuit

MT8880C/MT8880C-1 ISO²-CMOS

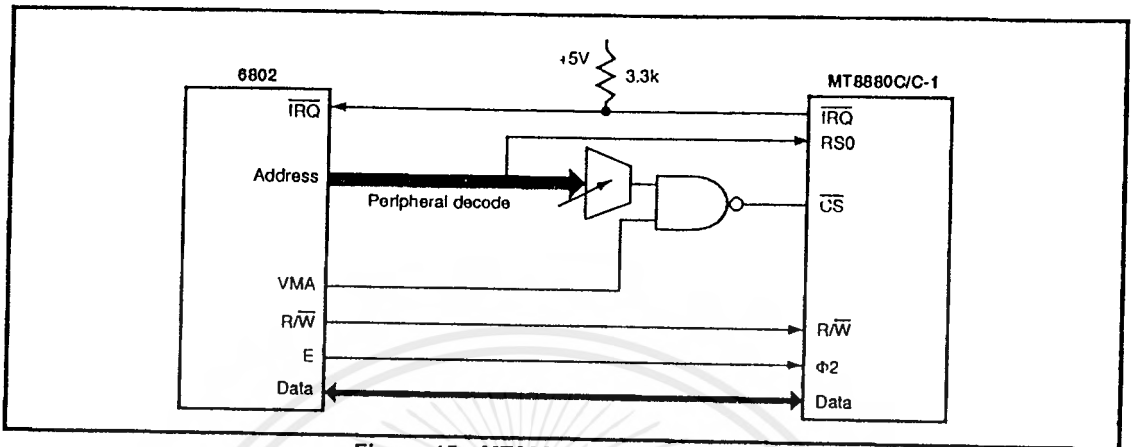


Figure 15 - MT8880C/C-1 to 6802 Interface

EXAMPLE 1: A software reset must be included at the beginning of all programs to initialize the control registers after power up. The initialization procedure should be implemented 100ms after power up.

Description

	Control			Data			
	\overline{CS}	RS0	R/W	b3	b2	b1	b0
1) Read Status Register	0	1	1	X	X	X	X
2) Write to Control Register	0	1	0	0	0	0	0
3) Write to Control Register	0	1	0	0	0	0	0
4) Write to Control Register	0	1	0	1	0	0	0
5) Write to Control Register	0	1	0	0	0	0	0
6) Read Status Register	0	1	1	X	X	X	X

EXAMPLE 2: Transmit DTMF tones of 50 ms burst/50 ms pause and Receive DTMF Tones

Description

	\overline{CS}	RS0	R/W	b3	b2	b1	b0
1) Write to Control Register A (tone out, DTMF, IRQ, Select Control Register B)	0	1	0	1	1	0	1
2) Write to Control Register B (burst mode)	0	1	0	0	0	0	0
3) Write to Transmit Data Register (send a digit 7)	0	0	0	0	1	1	1
-----wait for an interrupt or poll Status Register-----							
4) Read the Status Register	0	1	1	X	X	X	X
-if bit 1 is set, the Tx is ready for the next tone, in which case...							
Write to Transmit Register (send a digit 5)	0	0	0	0	1	0	1
-if bit 2 is set, a DTMF tone has been received, in which case...							
Read the Receive Data Register	0	0	1	X	X	X	X
-if both bits are set...							
Read the Receive Data Register	0	0	1	X	X	X	X
Write to Transmit Data Register	0	0	0	0	1	0	1

NOTE: IN THE TX BURST MODE, STATUS REGISTER BIT 1 WILL NOT BE SET UNTIL 100 ms (± 2 ms) AFTER THE DATA IS WRITTEN TO THE TX DATA REGISTER. IN EXTENDED BURST MODE THIS TIME WILL BE DOUBLED TO 200 ms (± 4 ms).

Figure 16 - Application Hints

Absolute Maximum Ratings*

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	Power supply voltage $V_{DD}-V_{SS}$	V_{DD}		6	V
2	Voltage on any pin	V_I	$V_{SS}-0.3$	$V_{DD}+0.3$	V
3	Current at any pin (Except V_{DD} and V_{SS})			10	mA
4	Storage temperature	T_{ST}	-65	+150	°C
5	Package power dissipation	P_D		1000	mW

* Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.

Recommended Operating Conditions - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

	Parameter	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	Positive power supply	V_{DD}	4.75	5.00	5.25	V	
2	Operating temperature	T_O	-40		+85	°C	
3	Crystal clock frequency	f_{CLK}	3.575965	3.579545	3.583124	MHz	

‡ Typical figures are at 25 °C and for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

DC Electrical Characteristics[†] - $V_{SS}=0$ V.

		Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	S U P	Operating supply voltage	V_{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2		Operating supply current	I_{DD}		7.0	11	mA	
3		Power consumption	P_C			57.8	mW	
4	I N P U T S	High level input voltage (OSC1)	V_{IHO}	3.5			V	
5		Low level input voltage (OSC1)	V_{ILO}			1.5	V	
6		Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2	2.3	2.5	V	$V_{DD}=5V$
7	O U T P U T S	Low level output voltage (OSC2)	V_{OLO}			0.1	V	No load
8		High level output voltage (OSC2)	V_{OHO}	4.9			V	No load $V_{DD}=5V$
9		Output leakage current (IRQ)	I_{OZ}		1	10	μA	$V_{OH}=2.4V$
10		V_{Ref} output voltage	V_{Ref}	2.4	2.5	2.6	V	No load, $V_{DD}=5V$
11		V_{Ref} output resistance	R_{OR}		1.3		kΩ	
12	D i g i t a l	Low level input voltage	V_{IL}			0.8	V	
13		High level input voltage	V_{IH}	2.0			V	
14		Input leakage current	I_{IZ}			10	μA	$V_{IN}=V_{SS}$ to V_{DD}
15	Data Bus	Source current	I_{OH}	-1.4	-6.6		mA	$V_{OH}=2.4V$
16		Sink current	I_{OL}	2.0	4.0		mA	$V_{OL}=0.4V$
17	ES1 and SUGt	Source current	I_{OH}	-0.5	-3.0		mA	$V_{OH}=4.6V$
18		Sink current	I_{OL}	2	4		mA	$V_{OL}=0.4V$
19	IRC/CP	Sink current	I_{OL}	4	16		mA	$V_{OL}=0.4V$

† Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.

‡ Typical figures are at 25 °C, $V_{DD} = 5V$ and for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

MT8880C/MT8880C-1 ISO²-CMOS

Electrical Characteristics

Gain Setting Amplifier - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated, $V_{SS}=0V$, $V_{DD}=5V$, $T_O=25^\circ C$.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [†]	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}		±100		nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}		10		MΩ	
3	Input offset voltage	V_{OS}		25		mV	
4	Power supply rejection	PSRR		60		dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR		60		dB	$0.75V \leq V_{IN} \leq 4.25V$
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}		65		dB	
7	Unity gain bandwidth	BW		1.5		MHz	
8	Output voltage swing	V_O		4.5		V_{pp}	$R_L \geq 100 k\Omega$ to V_{SS}
9	Allowable capacitive load (GS)	C_L		100		pF	
10	Allowable resistive load (GS)	R_L		50		kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}		3.0		V_{pp}	No Load

† Typical figures are at 25°C and for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

MT8880C-1 AC Electrical Characteristics[†] - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)	R X	-31			dBm	1,2,3,5,6,9
			21.8			mV _{RMS}	1,2,3,5,6,9
					+1	dBm	1,2,3,5,6,9
					869	mV _{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Input Signal Level Reject	R X	-37			dBm	1,2,3,5,6,9
			10.9			mV _{RMS}	1,2,3,5,6,9

† Characteristics are over recommended temperature and at $V_{DD}=5V$, using the test circuit shown in Figure 13.

MT8880C AC Electrical Characteristics[†] - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [†]	Max	Units	Notes*
1	Valid Input signal levels (each tone of composite signal)	R X	-29			dBm	1,2,3,5,6,9
			27.5			mV _{RMS}	1,2,3,5,6,9
					+1	dBm	1,2,3,5,6,9
					869	mV _{RMS}	1,2,3,5,6,9

† Characteristics are over recommended operating conditions (unless otherwise stated) using the test circuit shown in Figure 13.

AC Electrical Characteristics[†] - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated, $f_c=3.579545$ MHz.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [†]	Max	Units	Notes*
1	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9
2	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9
3	Freq. deviation accept		±1.5%±2Hz				2,3,5,9
4	Freq. deviation reject		±3.5%				2,3,5
5	Third tone tolerance			-16		dB	2,3,4,5,9,10
6	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
7	Dial tone tolerance			22		dB	2,3,4,5,8,9,11

† Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.

‡ Typical figures are at 25°C, $V_{DD} = 5V$, and for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

* See "Notes" following AC Electrical Characteristics Tables.

AC Electrical Characteristics† - Call Progress - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Notes*
1	Lower freq. (ACCEPT)	f _{LA}		320		Hz	@ -25 dBm
2	Upper freq. (ACCEPT)	f _{HA}		510		Hz	@ -25 dBm
3	Lower freq. (REJECT)	f _{LR}		290		Hz	@ -25 dBm
4	Upper freq. (REJECT)	f _{HR}		540		Hz	@ -25 dBm
5	Call progress tone detect level (total power)		-30			dBm	

† Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated

‡ Typical figures are at 25°C, V_{DD} = 5V, and for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing

* See "Notes" AC Electrical Characteristics Tables

AC Electrical Characteristics† - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

		Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Conditions
1	R X	Tone present detect time	t _{OP}	3	11	14	ms	Note 12
2		Tone absent detect time	t _{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 12
3		Tone duration accept	t _{REC}			40	ms	User adjustable [#]
4		Tone duration reject	t _{REC}	20			ms	User adjustable [#]
5		Interdigit pause accept	t _{ID}			40	ms	User adjustable [#]
6		Interdigit pause reject	t _{DO}	20			ms	User adjustable [#]
7		Delay S1 to b3	t _{PS1b3}		13		μs	
8		Delay S1 to RX ₀ -RX ₃	t _{PS1RX}		8		μs	
9	T X	Tone burst duration	t _{BST}	50		52	ms	DTMF mode
10		Tone pause duration	t _{PS}	50		52	ms	DTMF mode
11		Tone burst duration (extended)	t _{BSTE}	100		104	ms	Call Progress mode
12		Tone pause duration (extended)	t _{PSE}	100		104	ms	Call Progress mode
13	T O N E O U T	High group output level	V _{HOUT}	-6.1		-2.1	dBm	R _L =10kΩ
14		Low group output level	V _{LOUT}	-8.1		-4.1	dBm	R _L =10kΩ
15		Pre-emphasis	dB _P		2	3	dB	R _L =10kΩ
16		Output distortion (Single Tone)	THD		-35		dB	25 kHz Bandwidth R _L =10kΩ
17		Frequency deviation	f _D		±0.7	±1.5	%	f _C =3.579545 MHz
18		Output load resistance	R _{LT}	10		50	kΩ	
19		M P U I N T E R F A C E	φ2 cycle period	t _{CYC}		250		ns
20	φ2 high pulse width		t _{CH}		115		ns	
21	φ2 low pulse width		t _{CL}		110		ns	
22	φ2 rise and fall time [*]		t _R , t _F			25	ns	
23	Address, R/W hold time		t _{AH} , t _{RWH}	26			ns	
24	Address, R/W setup time (before φ2)		t _{AS} , t _{RWS}	23			ns	
25	Data hold time (read)		t _{DHR}	22			ns	*
26	φ2 to valid data delay (read)	t _{DDR}			100	ns	200 pF load	
27	Data setup time (write)	t _{DSW}	45			ns		

MT8880C/MT8880C-1 ISO²-CMOS

AC Electrical Characteristics[†] (Cont'd) - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

		Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Notes*
28		Data hold time (write)	t _{DHW}	10			ns	
29		Input Capacitance (data bus)	C _{IN}		5		pF	
30		Output Capacitance (IRQ/CP)	C _{OUT}			5		pF
31	D T M F	Crystal/clock frequency	f _C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
32		Clock input rise time	t _{LHCL}			110	ns	Ext. clock
33		Clock input duty cycle	t _{HLCL}				110	ns
34	C L K	Clock input duty cycle	DC _{CL}	40	50	60	%	Ext. clock
35		Capacitive load (OSC2)	C _{LO}				30	pF

[†] Timing is over recommended temperature & power supply voltages.

[‡] Typical figures are at 25°C and for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

* The data bus output buffers are no longer sourcing or sinking current by t_{DHW}.

See Figure 6 regarding guard time adjustment.

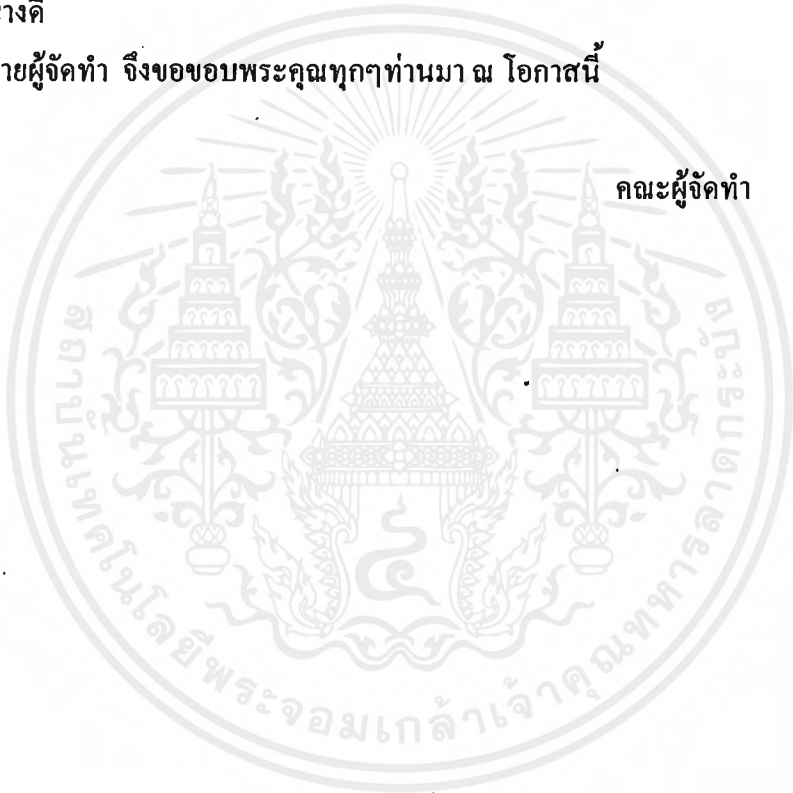
- NOTES: 1) dBm=decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
 2) Digit sequence consists of all 16 DTMF tones.
 3) Tone duration=40 ms. Tone pause=40 ms.
 4) Nominal DTMF frequencies are used.
 5) Both tones in the composite signal have an equal amplitude.
 6) The tone pair is deviated by ±1.5%±2 Hz.
 7) Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
 8) The precise dial tone frequencies are 350 and 440 Hz (±2%).
 9) For an error rate of less than 1 in 10,000.
 10) Referenced to the lowest amplitude tone in the DTMF signal.
 11) Referenced to the minimum valid accept level.
 12) For guard time calculation purposes.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็ด้วยความสนับสนุนช่วยเหลือและกำลังใจจากหลายๆฝ่ายด้วยกัน โดยการให้ข้อมูล อุปกรณ์สนับสนุน และชี้แนะข้อคิดเห็นต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการดำเนินการ ไม่ว่าจะเป็นจากพี่ๆ เพื่อนๆ ในภาคอิเล็กทรอนิกส์และภาคอื่นๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน เพื่อนๆร่วมห้องโปรเจ็คที่ช่วยกันปรึกษาและให้กำลังใจในการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ. พลผดุง ผดุงกุล ที่คอยให้คำปรึกษาตลอดเวลา และอาจารย์ทุกๆท่านที่ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี

ทางฝ่ายผู้จัดทำ จึงขอขอบพระคุณทุกๆท่านมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ



หนังสืออ้างอิง

1. ประเมษฐ์ ประณยานันท์ และปิยพงศ์ เผ่าวณิช , “ คู่มือและการประยุกต์ใช้งาน ไมโคร คอนโทรลเลอร์ (MCS-51) ” , บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน) , 2536
2. ผศ. สมยศ จุณปิยะ , “ การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ” , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. เสกสิทธิ์ คำชมภู , “เซมิคอนดักเตอร์” , ฉบับที่ 150 , กรกฎาคม 2538
3. “ANT-31PJ VERSION 2.0 PROJECT EMBEDDED CONTROLLER” , บริษัท สิลาร์เสิร์ช จำกัด
5. “REM31 VERSION 1.1 MCS-51 REMOTE MONITOR” , บริษัท สิลาร์เสิร์ช จำกัด
6. “ARCHITECTURE OVERFLOW OF THE MHS C51 FAMILY DATABOOK”

