สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กล่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานและอินฟราเรด

ELECTRONIC CONTROLLER BOX THROUGH PSTN AND INFRARED SYSTEM

T117482

โดย

นาย รัชฤทธิ์ เต็มนที

นาย วศิน ตันติรักษ์

นาย วศิน หรูเจริญพรพานิช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 117482
วัน,เดือน,ปี - 5 มิ.ย. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานและอินฟราเรด

ELECTRONIC CONTROLLER BOX THROUGH PSTN AND INFRARED SYSTEM

โดย

นาย รัชฤทธิ์	เต็มนท	50011287
นาย วศิน	ตันติรักษ์	50011411
นาย วศิน	หรูเจริญพรพานิช	50011413

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.สิรภพ ตู้ประกาย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....อาจารย์ที่ปรึกษา

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง กล่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานและระบบอินฟราเรด
ELECTRONIC CONTROLLER BOX THROUGH PSTN AND INFRARED SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นาย รัชฤทธิ์ เต็มนที 50011287
2. นาย วศิน ตันติรักษ์ 50011411
3. นายวศิน หรูเจริญพรพานิช 50011413

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. สิรภพ ตู้ประกาย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปริญญานิพนธ์เรื่องนี้สำเร็จได้ด้วยดี ทั้งนี้ได้รับความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ชี้แนะ ทั้งทางด้านวิชาการและการปฏิบัติการ ตลอดจนช่วยเหลือสนับสนุนทางด้านต่างๆ ในทุกทุกด้าน จากความกรุณาของ ดร.สิรภพ ตู้ประกาย อาจารย์ที่ปรึกษา และ รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม จนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาโทรคมนาคมทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจตลอดการศึกษาที่ผ่านมา

ขอขอบคุณขอบใจเพื่อนๆพี่ๆที่ได้ให้กำลังใจ คำปรึกษา ถ่ายทอดความรู้ที่เป็นประโยชน์ ต่อการทำงานของพวกเรา คอยไถ่ถามปัญหาต่างๆ และคอยอยู่เคียงข้างเป็นกำลังใจให้พวกเราโดยเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้า ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา บุพการีที่ได้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างแก่ข้าพเจ้าโดยตลอดมา

นาย รัชฤทธิ์ เต็มนที
นาย วศิน ตันติรักษ์
นาย วศิน หรูเจริญพรพานิช
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน
และระบบอินฟราเรด
ELECTRONIC CONTROLLER BOX THROUGH PSTN
AND INFRARED SYSTEM

โดย นาย รัชฤทธิ์ เต็มนที 50011287
นาย วศิน ตันติรักษ์ 50011411
นาย วศิน หรูเจริญพรพานิช 50011413

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สิรภพ ตู้ประกาย

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอกล่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน โดยใช้สัญญาณ DTMF ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจากระยะไกลโดยมีการใช้รหัสเพื่อเข้าสู่ระบบควบคุม และมีข้อความเสียงบอกวิธีการใช้งานพร้อมทั้งแจ้งสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าขณะนั้นและผู้ใช้งานสามารถเลือกรูปแบบเป็นโทรศัพท์บ้านเพื่อใช้ในการสนทนารวมทั้งสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าระยะใกล้ได้อีกด้วยโดยใช้ระบบอินฟราเรดเป็นตัวควบคุม

ABSTRACT

This thesis present electronic controller box through PSTN and the box use DTMF signal to control electronic equipment. Password required before active controller mode. The automatic operator will explain how to control each electric equipment and show status. This box has infrared system for control in building. User can use this system as house phone as well.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		VII
สารบัญตาราง		X
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**2**
	2.1 ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน	2
	2.1.1 ระบบสัญญาณ	2
	2.1.1.1 สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย	2
	2.1.1.2 สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย	5
	2.1.2 การติดต่อกันระหว่างผู้เรียก (calling) และผู้ถูกเรียก (called)	5
	2.1.3 เครื่องโทรศัพท์	6
	2.1.4 ชุมสายโทรศัพท์	12
	2.1.5 โลคัลลูป	13
	2.2 ไอซีแปลงสัญญาณ DTMF (MT8870)	15
	2.2.1 โครงสร้างของ MT8870	15
	2.2.2 ฟังก์ชั่นการทำงานภายในของ MT8870	17
	2.2.2.1 ภาคกรองความถี่	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.2.2 ภาคถอดรหัสสัญญาณ 18

2.2.2.3 วงจรขับเคลื่อน 18

2.2.2.4 การปรับการ์ดไทม์ 18

2.2.2.5 POWER-DOWN AND INHIBITMODE 20

2.2.2.6 การปรับภาคขยายผลต่างอินพุท 20

2.2.2.7 ภาคกำเนิดสัญญาณนาฬิกา หรือคริสตอลออสซิลเลเตอร์ 21

2.2.3 การประยุกต์ใช้งานอื่นของ MT8870 21

2.3 ไอซีบันทึกเสียง ISD2590 22

2.3.1 โครงสร้างภายในและคุณสมบัติของไอซี ISD2590 22

2.3.3.1 EEPROM Storage 22

2.3.3.2 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 23

2.3.3.3 รูปแบบการทำงาน 23

2.3.2 หน้าที่ขาต่างๆ ของ ISD2590 23

2.3.3 โหมดการทำงาน M0-M6 27

2.3.3.1 การบันทึกในโหมด PUSH-BUTTON 28

2.3.4 การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซี ISD2590 30

2.4 ตัวรับสัญญาณอินฟราเรด 30

2.4.1 รูปแบบการส่งสัญญาณ(PROTOCOL) 32

2.4.1.1 SHARP PROTOCOL 32

2.4.1.2 SONY SIRC PROTOCOL 33

2.4.1.3 PHILIPS RC-5 PROTOCOL 36

2.4.1.4 NOKIA NRC17 PROTOCOL 39

2.5 ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC 41

2.4.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC-18F458 41

2.4.2 โครงสร้างขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**44**
	3.1 การออกแบบ	44
	3.1.1 ส่วนประกอบภายในเครื่อง (HARD WARE)	45
	3.1.1.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	45
	3.1.1.2 วงจรควบคุมการยกหูโทรศัพท์	45
	3.1.1.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	46
	3.1.1.4 วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	47
	3.1.1.5 วงจร DETECT กระแส	48
	3.1.1.6 วงจรส่วนควบคุม	48
	3.1.1.7 วงจรส่วนควบคุม	49
	3.1.2 ส่วนของโปรแกรม (SOFTWARE)	50
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	56
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	56
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**57**
	4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	58
	4.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	58
	4.3 วงจรควบคุมการยกหู / วางหูโทรศัพท์	58
	4.4 วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	59
	4.5 วงจรตรวจจับกระแส	59
	4.6 วงจรทดสอบรวม	60
	4.7 วงจรบันทึกเสียง	62
	4.8 วงจรทดสอบรวม	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**63**
	5.1 สรุปผล	63
	5.2 ข้อเสนอแนะ	63
บรรณานุกรม		**64**
ภาคผนวก		65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	สัญญาณที่ส่งจากชุมสายไปยังเครื่องรับ	4
2.2	บล็อคไดอะแกรมการทำงานของโทรศัพท์	7
2.3	สัญญาณพัลส์เลขหมายของระบบโทรศัพท์แบบพัลส์	8
2.4	ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF	9
	(ก) วงจรโทรศัพท์แบบดั้งเดิม	9
	(ข) วงจรที่พัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของไอซี	9
2.5	การจัดปุ่มกดและระบบสัญญาณ	10
2.6	บล็อคไดอะแกรมการทำงานพื้นฐานของชุมสายโทรศัพท์	12
2.7	โลคัลลูปของระบบโทรศัพท์	13
2.8	ส่วนประกอบของไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ	14
2.9	ฟังก์ชั่นบล็อคไดอะแกรมของไอซี MT8870	15
2.10	การตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองความถี่ FILTER RESPOND	17
2.11	การต่อวงจรสำหรับการปรับขนาดการ์ดไทม์อย่างง่าย	18
2.12	ไดอะแกรมเวลาของไอซี MT8870	19
2.13	การต่อวงจรโดยสามารถปรับเกนได้ที่ R_x	20
2.14	วงจรภายในไอซี ISD2590	22
2.15	การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซี ISD2590	29
2.16	ตัวอย่างบล็อคไดอาแกรมของตัวรับสัญญาณอินฟราเรด	30
2.17	ตัวรับสัญญาณ	31
2.18	ค่าลอจิกของ SHARP PROTOCOL	32
2.19	ตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ของ SHARP PROTOCOL	33
2.20	การส่งสัญญาณซ้ำเมื่อมีการกดปุ่มค้างของ SHARP PROTOCOL	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.15	การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซี ISD2590	30
2.16	ตัวอย่างบล็อคไดอะแกรมของตัวรับสัญญาณอินฟราเรด	30
2.17	ตัวรับสัญญาณ	31
2.18	ค่าลอจิกของ SHARP PROTOCOL	32
2.19	ตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ของ SHARP PROTOCOL	33
2.20	การส่งสัญญาณซ้ำเมื่อมีการกดปุ่มค้างของ SHARP PROTOCOL	33
2.21	ค่าลอจิกของ SONY SIRC PROTOCOL	34
2.22	ตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ของ SONY SIRC PROTOCOL	34
2.23	ค่าลอจิกของ PHILIPS RC-5 PROTOCOL	36
2.24	ตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ของ PHILLIPS RC-5 PROTOCOL	37
2.25	การแสดงค่าลอจิกของ NOKIA NRC-17 PROTOCOL	39
2.26	ตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ของ NOKIA NRC-17 PROTOCOL	40
2.27	การส่งสัญญาณซ้ำเมื่อมีการกดปุ่มค้างของ NOKIA NRC-17 PROTOCOL	40
2.28	การจัดเรียงขา PIC18F448/458	42
3.1	บล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจร	44
3.2	วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	45
3.3	วงจรควบคุมการยกหูโทรศัพท์	46
3.4	วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	46
3.5	วงจรสวิตช์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	47
3.6	วงจรตรวจสอบการทำงานของของอุปกรณ์ไฟฟ้า	48
3.7	วงจรรับสัญญาณอินฟราเรด	48
3.8	ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ที่ใช้ในโครงงาน	49
3.9	แผนภาพการทำงานของโปรแกรมหลัก	50
3.10	แผนภาพการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่		
3.11	แผนภาพการทำงานของโปรแกรมควบคุมเช็คสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้า	52
3.12	แผนภาพการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการกดปุ่มโทรศัพท์แผนภาพ	53
3.13	การทำงานของโปรแกรมควบคุมไอซีเก็บเสียง	55
3.14	แผนภาพการทำงานของโปรแกรมรับสัญญาณอินฟราเรด	54
4.1	รูปสัญญาณของสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์	57
4.2	รูปสัญญาณเอาท์พุทของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์	57
4.3	สัญญาณที่ขา STD, Q4 ,Q3, Q2 และ Q1 ของ MT8870	58
4.4	สัญญาณที่เอาท์พุทของวงจรตรวจจับกระแสเมื่อหลอดไฟไม่ทำงาน	59
4.5	สัญญาณที่เอาท์พุทของวงจรตรวจจับกระแสเมื่อหลอดไฟทำงาน	59
4.6	สัญญาณที่เอาท์พุทของวงจรรับสัญญาณอินฟราเรด เมื่อกดปุ่ม “ 1 ”	60
4.7	สัญญาณที่เอาท์พุทของวงจรรับสัญญาณอินฟราเรด เมื่อกดปุ่ม “ 2 ”	60
4.8	สัญญาณที่เอาท์พุทของวงจรรับสัญญาณอินฟราเรด เมื่อกดปุ่ม “ 3 ”	61
4.9	สัญญาณที่เอาท์พุทของวงจรรับสัญญาณอินฟราเรด เมื่อกดปุ่ม “ 4 ”	61
4.10	สัญญาณที่เอาท์พุทของวงจรบันทึกเสียง	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1	ความถี่ที่มอดูเลตกันเมื่อกดหมายเลขตามลำดับ	11
2.2	คุณสมบัติของขาต่างๆของไอซี MT8870	16
2.3	ค่าสัญญาณ ADDRESS และ COMMAND ของ SONY SIRC PROTOCOL	35
2.4	ค่าสัญญาณ ADDRESS และ COMMAND ของ PHILLIPS RC-5 PROTOCOL	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของหัวข้อปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันนี้มีการใช้งานโทรศัพท์บ้านน้อยกว่าในอดีตมาก เนื่องจากได้มีการใช้โทรศัพท์มือถือที่มีความสะดวกสบายกว่า จนหลายคนอาจจะลืมไปแล้วว่าเทคโนโลยีโทรศัพท์พื้นฐานเป็นอย่างไร ในโครงงานนี้จึงเป็นการประยุกต์การใช้งานโทรศัพท์พื้นฐานในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านโดยผ่านโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน (Public Switched Network : PSTN) ซึ่งจะนำสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multi Frequency) ที่ถูกส่งมาจากชุมสายมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน รวมถึงการใช้สัญญาณอินฟราเรดมาประยุกต์ใช้ควบคุมในระยะใกล้ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทิ้งไว้ในขณะที่ไม่อยู่บ้าน และเพิ่มความสะดวกในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1) เพื่อศึกษาการรับ-ส่งสัญญาณ DTMF และการนำไปประยุกต์ใช้
2) เพื่อศึกษาการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC
3) เพื่อศึกษาการรับ-ส่งสัญญาณอินฟราเรด และการนำไปประยุกต์ใช้
4) เพื่อศึกษาการทำงานของโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐานเพื่อนำมาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1) สร้างวงจรตรวจจับสัญญาณ DTMF ที่ส่งมาจากชุมสาย
2) นำสัญญาณ DTMF ที่ตรวจจับได้มาประยุกต์ใช้งาน
3) นำสัญญาณอินฟราเรด มาประยุกต์ใช้งาน
4) เขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน

ระบบโทรศัพท์นั้นถือกำเนิดขึ้นจากการคิดค้นของ อเล็กซานเดอร์ เกรแฮมเบลล์ โทรศัพท์ระบบแรกที่เกิดขึ้นคือ ระบบโทรศัพท์แบบพัลส์(Pulse) การเรียกหมายเลขต่างๆ จะให้สัญญาณพัลส์เป็นตัวกำหนดทั้งสิ้น เช่น เลข 3 จะมีสัญญาณพัลส์ 3 ลูก เลข 4 จะมีสัญญาณพัลส์ 4 ลูก ส่วนเลข 0 จะมีสัญญาณพัลส์ 10 ลูก เป็นต้น

ส่วนประกอบหลักๆ ของระบบ โทรศัพท์มีดังนี้

1) เครื่องโทรศัพท์

2) สายโทรศัพท์

3) ชุมสายโทรศัพท์ ทำหน้าที่ตัดต่อคู่สายต่างๆ ให้ผู้เรียกต้นทางสามารถติดต่อไปยังปลายทางได้

2.1.1 ระบบสัญญาณ

2.1.1.1. สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย (Subscriber Signaling)

1) สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่าไปยังชุมสาย

Off hook คือ สภาพที่ผู้เช่ายกหูโทรศัพท์ คู่สายโทรศัพท์จะมีสภาพ Closed Loop (Low Impedance)

On hook คือ สภาพผู้เช่าวางหู หรือสภาพว่าง คู่สายโทรศัพท์จะมีสภาพ Open Loop (High Impedance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dialing คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนหมายเลขเข้าเครื่องเป็น Rotary Dail สัญญาณจะเป็น pulsing ค่าความต้านทานจะสูง-ต่ำ สลับกันไปตามที่หมุนหมายเลข ถ้าเครื่องเป็นแบบกดปุ่ม Touch Tone สัญญาณออกจะเป็นความถี่ DTMF ที่ส่งออกไปยังชุมสาย

2) สัญญาณที่ส่งจากชุมสายไปยังเครื่องรับ

สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) เป็นสัญญาณแสดงให้ผู้ใช้ทราบว่าขณะนี้ผู้ใช้สามารถที่จะเรียกไปยังหมายเลขที่ต้องการได้ ซึ่งเป็นสัญญาณความถี่ต่อเนื่อง 400 เฮิรตซ์ มอดูเลตกับความถี่ 50 เฮิรตซ์ แบบ AM

สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณที่ทำให้ผู้เรียกทราบว่า หมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยในขณะนี้ยังไม่ว่างควรที่จะวางหูระยะหนึ่งแล้วจึงทำการติดต่อไปใหม่อีกที ซึ่งเป็นสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ โดยมีช่วงเวลาการส่งประมาณ 0.5 วินาที แล้วหยุดประมาณ0.5 วินาทีสลับกัน

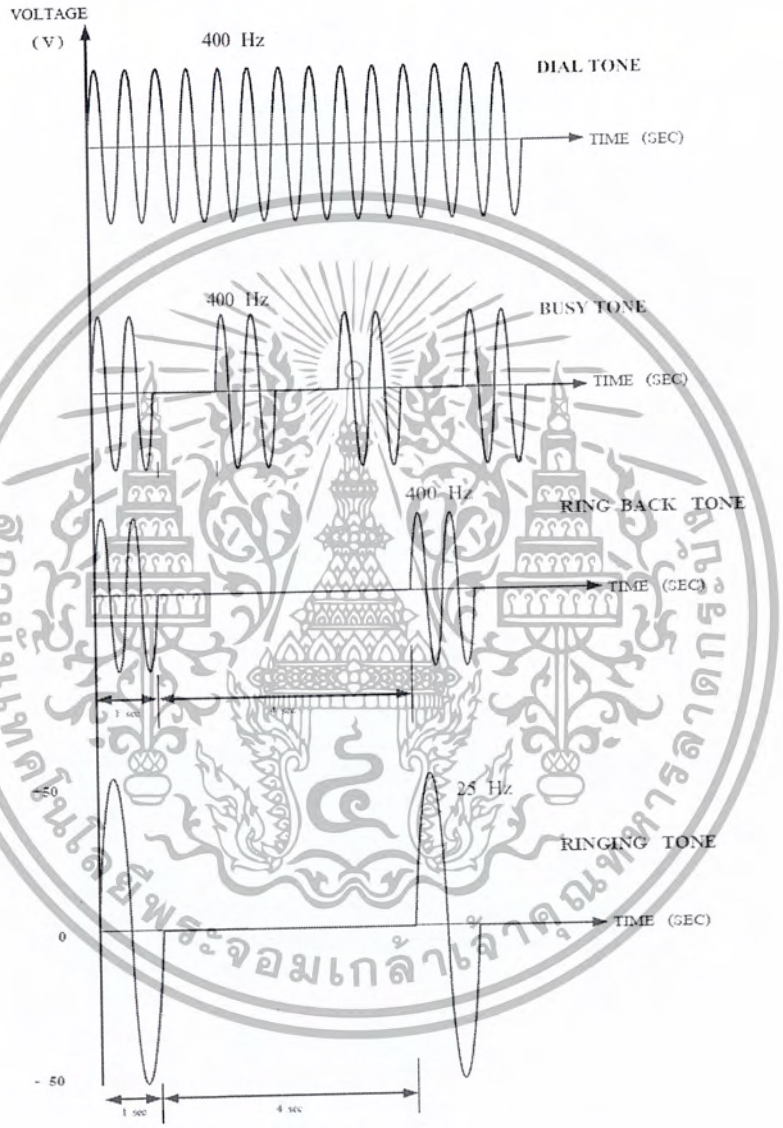
สัญญาณเรียกกลับ (Ring Black Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงให้ผู้เรียกทราบว่าสามารถติดต่อกับผู้ที่จะสนทนาด้วยได้แล้ว แต่ยังอยู่ในระหว่างการรอการยกหูจากปลายทางซึ่งเป็นสัญญาณความถี่ต่อเนื่อง 400 เฮิรตซ์ โดยมีช่วงเวลาการส่งประมาณ 1 วินาที แล้วหยุดประมาณ 4 วินาที สลับกัน

สัญญาณกระดิ่งเรียก (Ringing Tone) ใช้พร้อมกับสัญญาณเรียกกลับเมื่อมีสัญญาณเรียกกลับสัญญาณกระดิ่งก็จะดังขึ้นก็จะมีสัญญาณเรียกกลับดังขึ้นพร้อมๆ กัน แต่สัญญาณนี้จะมีความแรงมากเพื่อทำห้วงจรเสียงกระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ทำงานได้ ซึ่งเป็นสัญญาณความถี่ 50 เฮิรตซ์ โดยมีช่วงเวลาในการส่งประมาณ 1 วินาที แล้วหยุดประมาณ 4 วินาที สลับกัน

สัญญาณโทนอื่นๆ เช่น Nu Tone (Number Unobtained Tone) บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนไปนั้นยังไม่มีการเปิดใช้งาน ลักษณะของสัญญาณจะเป็นความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีช่วงเวลาการส่งประมาณ 1 วินาที แล้วหยุดประมาณ 4 วินาทีโดยมีลักษณะของสัญญาณต่างๆดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สัญญาณที่ส่งจากชุมสายไปยังเครื่องรับ [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสาย (Inter Exchange Signaling)

Seizer (สัญญาณจับเวลา) เป็นสัญญาณให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ชุมสายปลายทางจะจัดทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะส่งมา

Address Information เป็นสัญญาณบอกเลขหมาย หรือประเภทของผู้เช่า

Address Signal (สัญญาณตอบรับ) สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เรียกทำการยกหู หน้าที่ของสัญญาณนี้คือ เริ่มคิดเงิน, ส่งสัญญาณคิดเงิน, ตัดวงจรจับเวลาการใช้อุปกรณ์

สัญญาณยกเลิกการต่อตรง (Clear Forward) จะถูกส่งเมื่อผู้เรียกทำการวางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทำการยกเลิกการต่อวงจรต่างๆ

สัญญาณยกเลิกการตอบกลับ (Clear Back) จะถูกส่งเมื่อผู้เรียกทำการวางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทางเริ่มต้นจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 90-120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อมาพร้อมกับสัญญาณ Clear Forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน

2.1.2 การติดต่อกันระหว่างผู้เรียก (Calling) และผู้ถูกเรียก (Called)

กรณีผู้เรียก (Calling subscriber) ขณะที่โทรศัพท์ว่างอยู่นั้น ที่คู่สายโทรศัพท์จะมีกระแสไฟตรงตกคร่อมอยู่ประมาณ 48 โวลต์ และเมื่อหูโทรศัพท์ถูกยกขึ้น กระแสไฟตรงที่คร่อมอยู่นั้นจะตกลงมาเหลือประมาณ 5-10 โวลต์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบชุมสายโทรศัพท์ย่อยแต่ละพื้นที่ ขณะเดียวกันนั้นก็จะมีสัญญาณเสียงให้หมุนหมายเลข ถ้าหมายเลขที่ถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกก็จะได้ยินเสียงสัญญาณไม่ว่าง และถ้าได้ยินเสียงเรียกกลับตอบกลับมาก็แสดงว่าหมายเลขที่ได้เรียกพร้อมที่จะทำการสนทนาได้เพียงแต่รอจนกว่าผู้เรียกจะทำการยกหูโทรศัพท์เพื่อรับสาย ก็จะสามารถเริ่มทำการสนทนาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีผู้ถูกเรียก (Called subscriber) ขณะที่โทรศัพท์ว่างอยู่นั้นจะมีกระแสไฟตรงตกคร่อมอยู่ประมาณ 48 โวลต์ และเมื่อถูกเรียกจากต้นทาง ทางชุมสายจะทำการเชื่อมต่อให้ และจะส่งสัญญาณกระดิ่ง เป็นแรงดันไฟสลับประมาณ 110-150 โวลต์ และเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ซึ่งจะทำให้เกิดความต้านทานประมาณ 600 โอห์ม ต่อเข้ากับชุมสาย (แรงดันตกคร่อมจะลดลงเหลือประมาณ 5-10 โวลต์) ทำให้ชุมสายรู้ว่ามีการยกหูโทรศัพท์แล้ว ชุมสายก็จะสั่งหยุดสัญญาณกระดิ่ง และทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ให้เพื่อเริ่มต้นการสนทนา

2.1.3 เครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ (Telephone Set) จัดเป็นอุปกรณ์ปลายทางอย่างหนึ่งทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เช่า (Subscriber) โดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าส่งไปในคู่สายโทรศัพท์ และในทางกลับกันก็เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง นอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ต่างๆดังต่อไปนี้

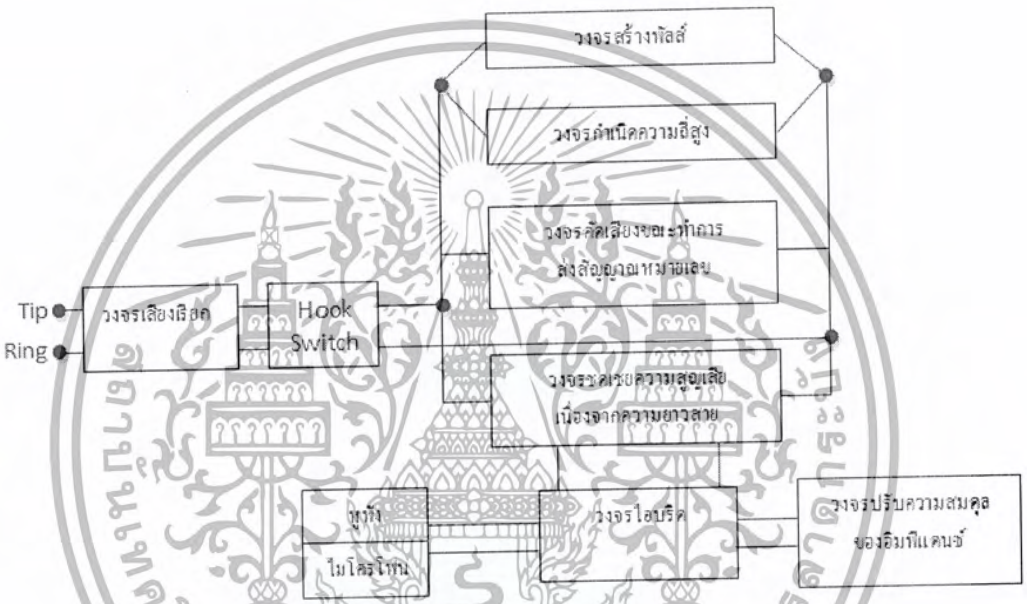
ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น (Local-Exchange), (Hook - Off) ส่งสัญญาณ Code ที่ใช้แทนเลขหมายผู้เรียก (B Subscriber) รับสัญญาณเสียงโทน (Tone) ที่ตอบรับจากชุมสาย ตลอดสัญญาณเรียก (Ringing Tone) และส่งสัญญาณยกเลิกการติดต่อไปยังชุมสาย (Hook-On)

รูปที่ 2.2 เป็นบล็อคไดอะแกรมการทำงานของโทรศัพท์ ไม่ว่าจะเป็นระบบเป็นระบบพัลส์ หรือโทนก็มีลักษณะเหมือนกัน แต่แตกต่างกันตรงที่การกำเนิดสัญญาณเลขหมายว่าจะเป็นระบบพัลส์ หรือ DTMF วงจรเสียงเรียกทำหน้าที่แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่ามีการเรียกเข้ามา สุคสวิตช์เป็นตัวบอกให้ชุมสายโทรศัพท์รับรู้ว่ามีการยกหูใช้งานโทรศัพท์แล้ว ก็จะทำการตัดต่อคู่สานให้ติดต่อกันได้ ในส่วนของวงจรตัดเสียงขณะทำการส่งหมายเลขจะช่วยให้การส่งหมายเลขให้มีความชัดเจนถูกต้องไม่ถูกรบกวนด้วยสัญญาณเสียงพูด

ขณะที่วงจรชดเชยความสูญเสียเนื่องจากความยาวของสายส่งจะทำให้สัญญาณที่ติดต่อระหว่าง ต้นทาง และปลายทางมีความแรง และชัดเจนมากที่สุด แม้ว่าต้นทาง และปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีระยะห่างกันแค่ไหนก็ตาม ส่วนวงจรไฮบริดจ์ทำหน้าที่เสมือนวงจรขยาย 2 ทิศทาง หรือสามารถให้สัญญาณผ่านเข้าออกได้ตลอดเวลา จึงมีเสียงจาดปลายทางมาปรากฏที่หูผู้ฟัง ในขณะที่สัญญาณจากปากผู้พูดก็จะสามารถผ่านออกไปทางคู่สายได้ และวงจรไฮบริดจ์ยังทำหน้าที่ลดสัญญาณไซด์โทน หรือเสียงสะท้อนได้อีกด้วย ส่วนวงจรปรับความสมดุลของความต้านทานมีไว้เพื่อทำให้ความทานของส่วนต่างๆ ในโทรศัพท์มีความเหมาะสมเพื่อให้การถ่ายทอดสัญญาณเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด



รูปที่ 2.2 บล็อคไดอะแกรมการทำงานของโทรศัพท์

ส่วนประกอบหลักของเครื่องโทรศัพท์แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนดังนี้

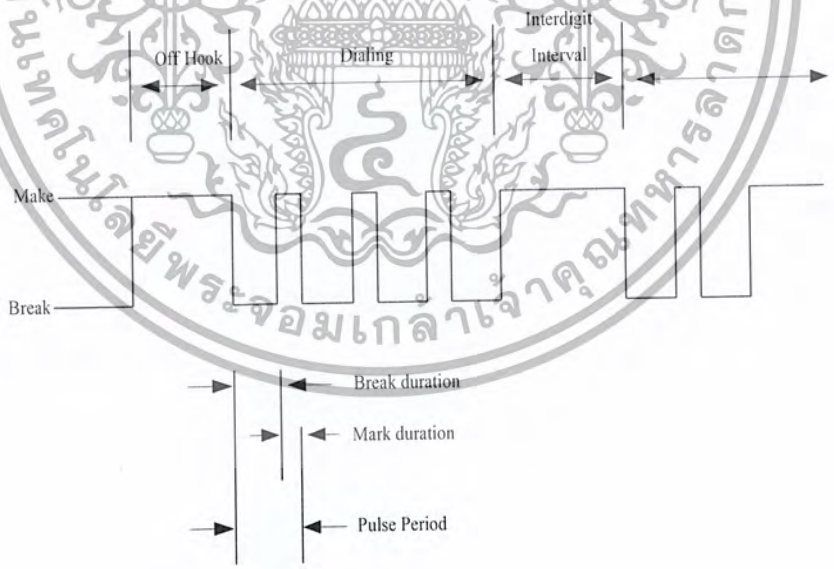
1) ส่วนรับ-ส่งสัญญาณเสียงพูด (Speech Transmission)
2) ส่วนกำเนิดสัญญาณเลขหมายของผู้เรียก (Generator Tone Code)
3) ส่วนที่รับสัญญาณเรียกชุมสาย (Ringing Tone)

นอกจากนี้เครื่องโทรศัพท์ยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังที่จะอธิบายต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแรกคือ ระบบโทรศัพท์แบบพัลส์ซึ่งจะทำงานด้วยสัญญาณพัลส์ที่เกิดจากการตัดต่อวงจร โดยเมื่อมีการหมุนหมายเลขจะทำให้สวิตช์เกิดการตัดต่อตามจำนวนของเลขหมายที่ทำการติดต่อ ทำให้เกิดการไหลของกระแสแบบ ไม่ต่อเนื่องเป็นพัลส์ตามจังหวะของการตัดต่อของสวิตช์ดังรูปที่ 2.3 เป็นการกำเนิดสัญญาณพัลส์เมื่อหมุนหมายเลข 4

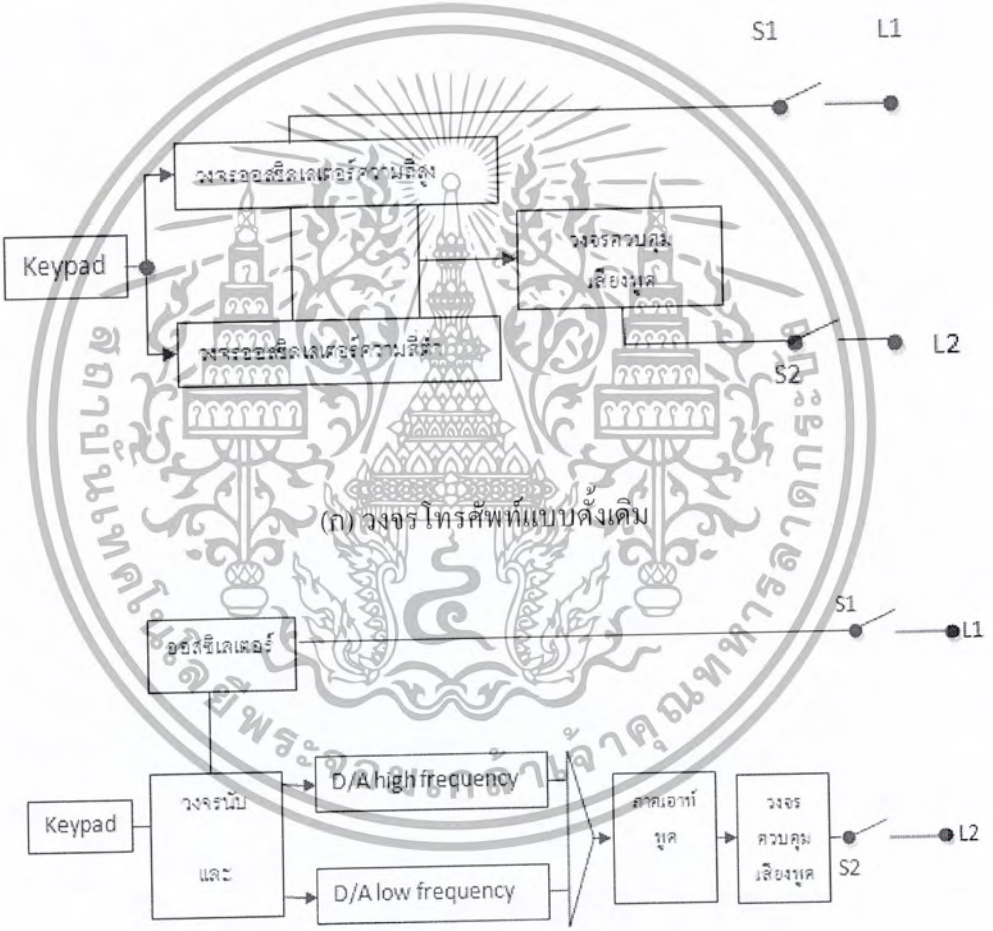
ก่อนการใช้งานงานสัญญาณจะมีระดับต่ำอยู่เมื่อมีการยกหูจะเกิดสภาวะออฟฮุค เกิดสัญญาณบวกขึ้นจนกระทั่งเริ่มหมุนหมายเลข ในที่นี้กำหนดให้หมุนหมายเลข 4 ก็จะเกิดพัลส์ 4 ลูก และจะเกิดช่องว่างสำหรับแยกหมายเลขด้วย จากนั้นจึงเริ่มหมุนหมายเลขต่อไป ในทางปฏิบัติผู้ใช้สามารถหมุนหมายเลขต่อเนื่องไปได้เลย วงจรภายในของโทรศัพท์จะเป็นตัวแบ่งแยกของแต่ละหมายเลขเอง ในระบบโทรศัพท์แบบพัลส์นี้จำนวนพัลส์จะถูกกำหนดให้มีอัตรา 10พัลส์ต่อวินาที คายของสัญญาณพัลส์ มีค่าอย่างต่ำ 100 มิลลิวินาที ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิดจะต้องไม่น้อยกว่า 60 มิลลิวินาที (ในอเมริกา) หรือ 67 มิลลิวินาที (สำหรับประเทศอื่นๆ) และจากการใช้มือหมุนพบว่า ช่วงเวลาเฉลี่ยก่อนหมุนแต่ละเลขมีค่าประมาณ 0.5-3 วินาที



รูปที่ 2.3 สัญญาณพัลส์เลขหมายของระบบโทรศัพท์แบบพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบที่สองคือ ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF บล็อคไดอะแกรมของระบบ DTMF แสดงดังรูปที่ 2.4 จะเห็นว่าจากรูปที่ 2.4 (ก) เป็นวงจรในยุคแรกๆ ซึ่งจะต้องมีวงจรแยกความถี่สูงและความถี่ต่ำออกจากกันเพื่อตรวจสอบหมายเลขที่ส่งเข้ามา ต่อมามีการพัฒนามาใช้ไอซีสำเร็จรูปดังรูปที่ 2.4 (ข) โดยใช้หลักการของวงจรดิจิตอลแปลงรหัสทางดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก ซึ่งมีความแม่นยำในการถอดรหัส DTMF มากกว่า จากการพัฒนานี้เองทำให้ปัจจุบันขนาดของโทรศัพท์เล็กลงมากเพราะไม่ต้องมีขดลวดกระดิ่งขนาดใหญ่ๆเหมือนกับระบบพัลส์เนื่องจากการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวส่งเสียงแทน



(ก) วงจรโทรศัพท์แบบดั้งเดิม

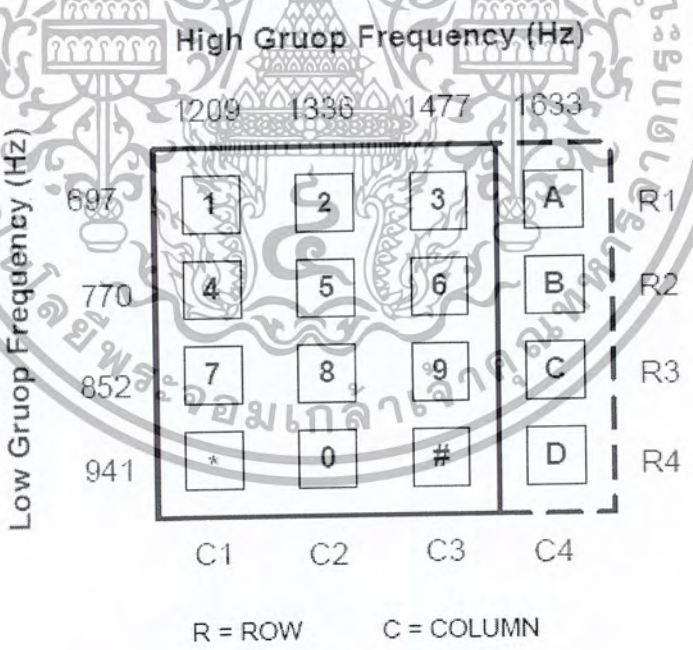
(ข) วงจรที่พัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของไอซี

รูปที่ 2.4 ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์ชนิดนี้สร้างสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multiple Frequency) ในการส่งหมายเลขโดยการส่งแต่ละหมายเลขบนหน้าปัดโทรศัพท์ จากการกดปุ่มแต่ละปุ่มจะมีสองความถี่ส่งออกไปพร้อมกัน ความถี่แต่ละคู่ที่ส่งออกไปจะมีช่วงเวลาประมาณ 40 มิลลิวินาทีเป็นอย่างต่ำ โทรศัพท์แบบกดปุ่มจึงทำงานเร็วกว่าแบบหมุนอยู่ประมาณ 10 เท่า ในการออกแบบระบบควบคุมดังกล่าวจำเป็นต้องทราบการทำงานของระบบดังกล่าวคือ โทรศัพท์ชนิดนี้เป็นโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มTone ประกอบด้วยปุ่มกดจำนวน 16 ปุ่ม แต่ปกติใช้เพียง 12 ปุ่ม ส่วนอีกสี่ปุ่มคือ A B C D มีไว้สำหรับตอบรับบริการพิเศษที่ชุมสายมีให้ โดยการทำงานเป็นแบบ Dual Tone Multiple Frequency

แป้นกดจะแบ่งออกเป็น 4 แถวกับ 4 คอลัมน์ ดังรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.1 จะเป็นค่าความที่ของแต่ละเลขเมื่อกดหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งจะประกอบด้วยโทนเสียง 2 ความด้วยกัน คือ ความถี่ด้วยกันคือ ความถี่สูง และความถี่ต่ำ (ความถี่ทางด้านคอลัมน์และแถวตามลำดับ)



รูปที่ 2.5 การจัดปุ่มกด และระบบสัญญาณ [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

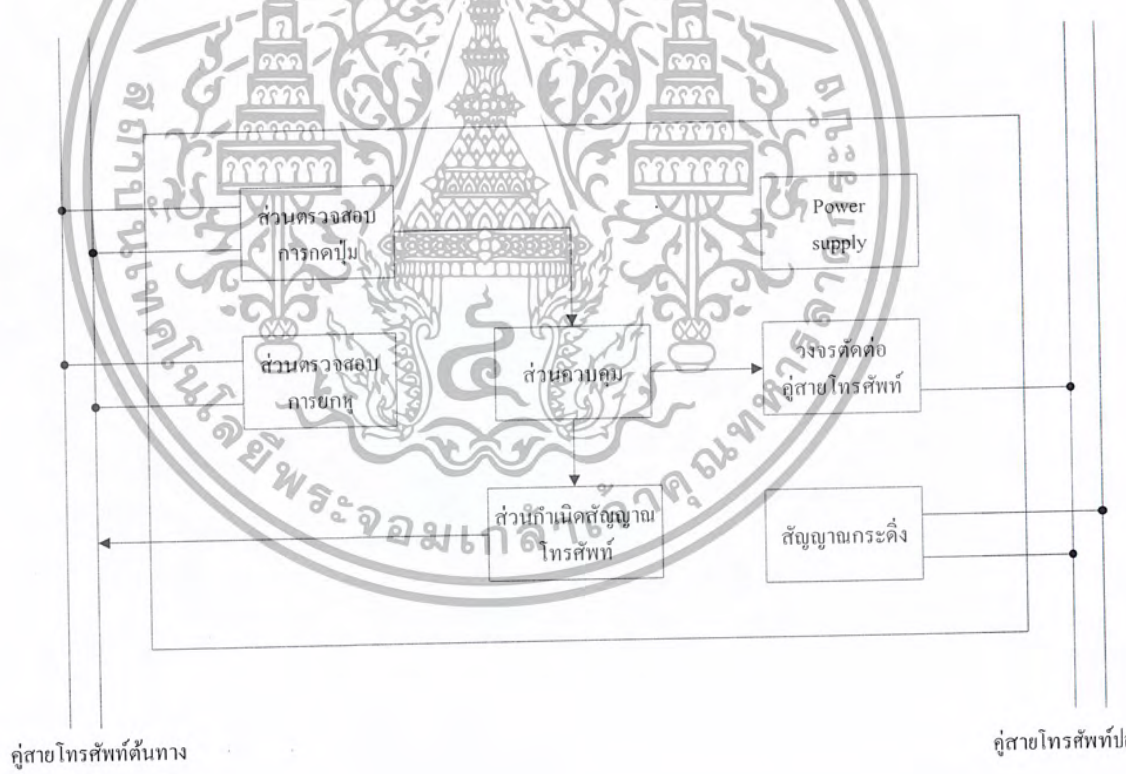
ตารางที่ 2.1 ความถี่ที่มอดูเลตกันเมื่อกดหมายเลขตามลำดับ

หมายเลข	ความถี่ต่ำ(เฮิรตซ์)	ความถี่สูง(เฮิรตซ์)
1	697	1209
2	697	1336
3	697	1477
4	770	1209
5	770	1336
6	770	1477
7	852	1209
8	852	1366
9	852	1477
0	941	1336
*	941	1209
#	941	1477
A	697	1633
B	770	1633
C	852	1633
D	941	1633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากในระบบโทรศัพท์ เพราะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดต่อคู่สายโทรศัพท์ให้ต้นทาง และปลายทางสามารถติดต่อพูดคุยกันได้ จากระบบชุมสายใหญ่ๆก็มีการประยุกต์ใช้ในสำนักงาน เพื่อให้การติดต่อระหว่างแผนกต่างๆ ในสำนักงานได้อย่างคล่องตัว จากเดิมที่ใช้รีเลย์เป็นตัวตัดต่อคู่สาย ทำให้ชุมสายมีขนาดใหญ่โตมาก จึงได้มีการพัฒนามาเป็นอิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ ในรูปที่ 2.6 เป็นบล็อคไดอะแกรมของชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

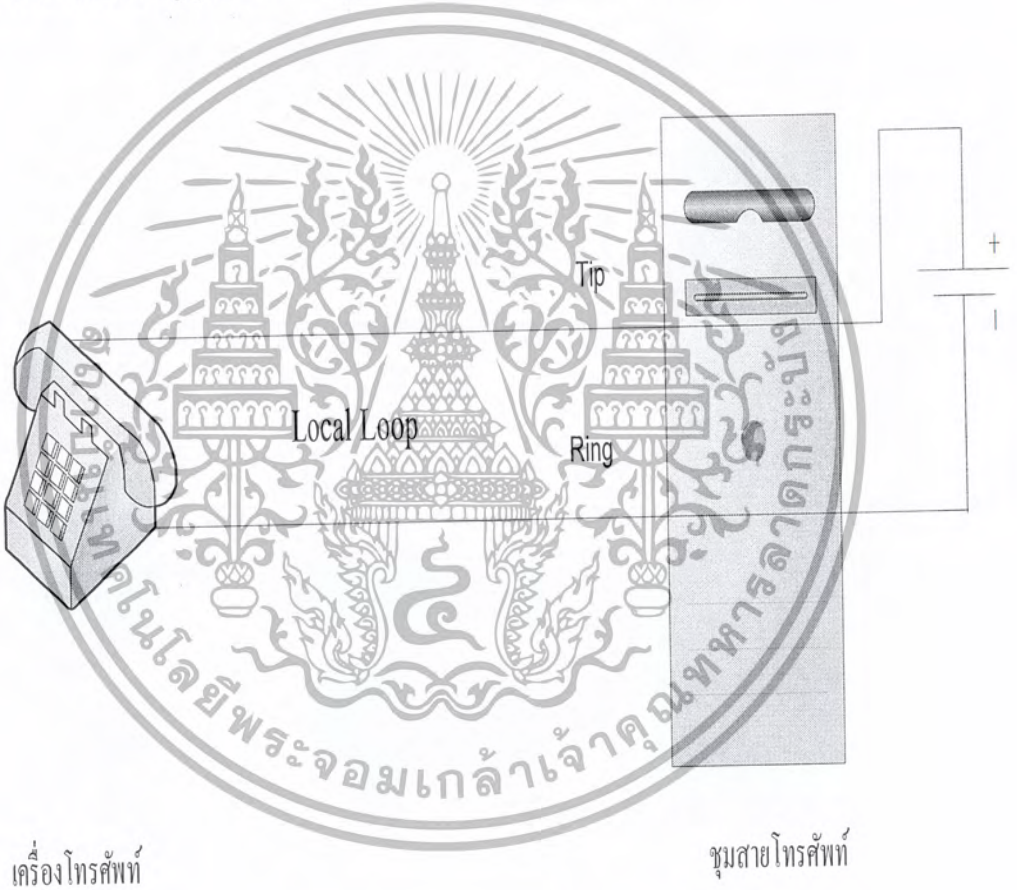


รูปที่ 2.6 บล็อคไดอะแกรมการทำงานพื้นฐานของชุมสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 โลคัลลูป (Local Loop)

ความหมายของโลคัลลูปคือ สายส่งสองสายจากเครื่องโทรศัพท์ไปยังชุมสายปลายทางซึ่งมีค่าอิมพีแดนซ์ของสายประมาณ 500-1,000 โอห์ม แต่ค่าที่ใช้โดยทั่วไปคือ 600 โอห์ม ในชุมสายปลายทางมีการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟร่วม DC ขนาด 48 โวลต์ ให้แต่ละลูปของผู้ใช้โทรศัพท์ โดยจะมีลวดตัวนำ 2 เส้นในลูปทำหน้าที่เป็นตัวนำสัญญาณที่เรียกว่าทิป (Tip) และริง (Ring) โดยริงจะต่อสัญญาณไฟ -48 V_{DC} ทิปจะต่อกับกราวด์ ดังรูปที่ 2.7

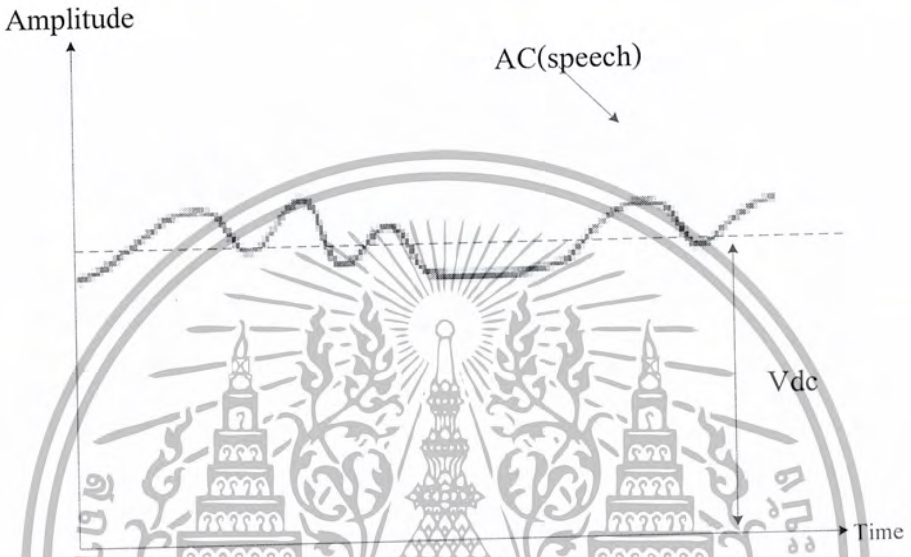


รูปที่ 2.7 โลคัลลูปของระบบโทรศัพท์

เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูโทรศัพท์มีผลทำให้สุคสวิตซ์ปิดลง (Off Hook) จากนั้นกระแสไฟตรงขนาด 20 มิลลิแอมป์ ไหลอยู่ในลูป ซึ่งสภาวะยกหูโทรศัพท์นี้ระดับแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างสายทิปกับสายริงมีค่าประมาณ 5-10 โวลต์ ส่วนสัญญาณเสียงพูดจากเครื่องโทรศัพท์ถูกส่งไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งในลูป โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยภายในกระแสลูป (ประมาณ 20 มิลลิแอมป์) ซึ่งเกิดจากสัญญาณ AC ทับบนกระแสลูป DC แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับ [6]

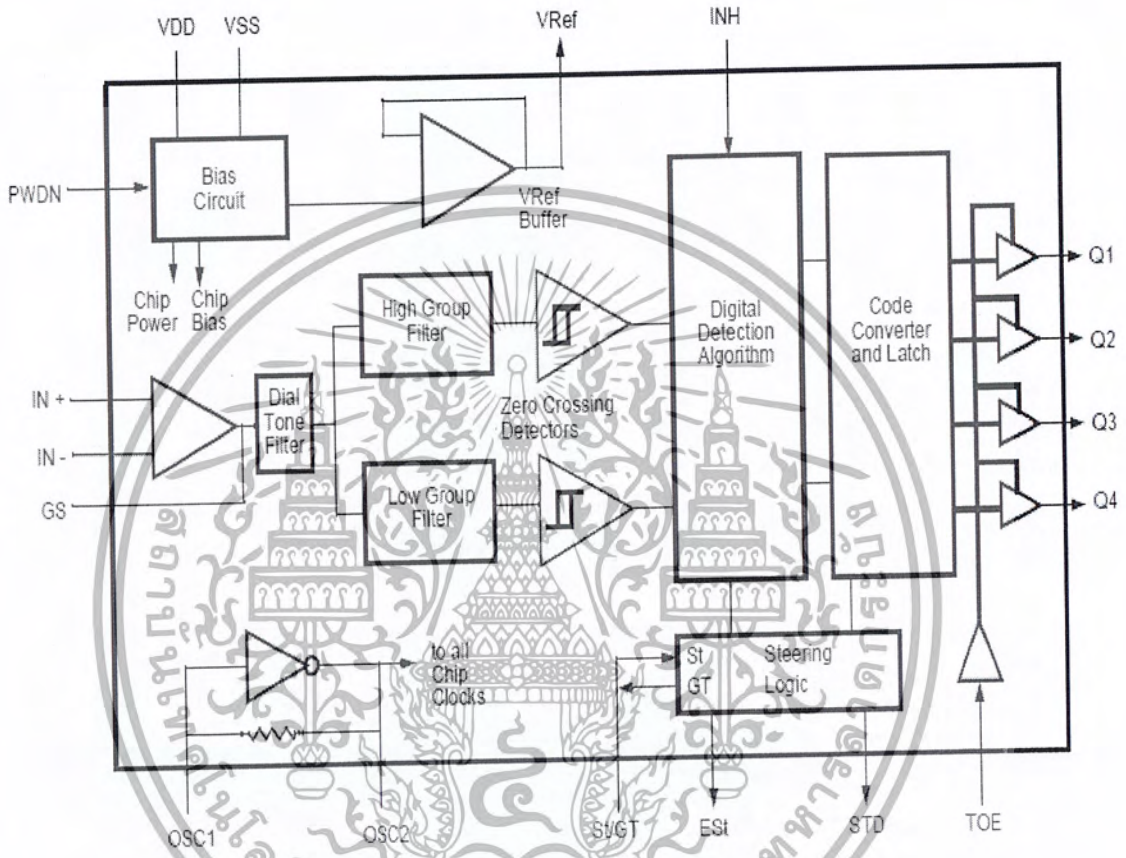
2.2 ไอซีแปลงสัญญาณ DTMF (MT8870)

2.2.1 โครงสร้างของ MT8870

MT8870 เป็นอุปกรณ์รับที่สมบูรณ์แบบที่รวมทั้ง ตัวกรองแบบแยกแบนด์ (Bandsplit filter) และ มีฟังก์ชั่นถอดรหัสดิจิตอล (Digital decoder function) ในภาคของตัวกรองนั้นใช้สวิตช์คาปาซิเตอร์เทคนิค (Switch Capacitor Technique) เพื่อแยก ความถี่ย่านสูง และย่านต่ำออกจากกัน และในภาคถอดรหัสได้ใช้ดิจิตอลเคาน์ติง (Digital Counting)เพื่อตรวจจับ และถอดรหัส DTMF ทั้ง 16 คู่เสียง ให้เป็นรหัส 4 บิต และไอซีตัวนี้ยังประกอบด้วย วงจรขยายผลต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Differential Amplifier), วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock Oscillator) และ Latched 3-state bus interface มีโครงสร้างบล็อคไดอะแกรมดังรูปที่ 2.9 และมีคุณสมบัติของแต่ละขาดังตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.9 ฟังก์ชันบล็อคไดอะแกรมของไอซี MT8870 [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของขาต่างๆของไอซี MT8870

Pin		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	Non-Inverting Op-Amp(input)
2	2	IN-	Inverting Op-Amp(input)
3	3	GS	Gain Select เป็นขาเอาท์พุทของวงจรขยายผลต่าง
4	4	V_{Ref}	Reference Voltage (output) เป็นขาเอาท์พุทที่ให้ค่าโวลเตจ V_{DD}/
5	5	INH	Inhibit(input)
6	6	PWDN	Power Down (input)
7	8	OSC1	Clock (input) เป็นสัญญาณนาฬิกาอินพุท
8	9	OSC2	Clock (output) มีค่า 3.579545 MHz ต่ออยู่ระหว่าง OSC1 และOSC2 เพื่อช่วยสร้างสัญญาณนาฬิกาภายใน
9	10	V_{SS}	Ground (input) ปกติมีค่า 0 โวลต์
10	11	TOE	Tree State Output Enable (input) ควบคุม Q1-Q4 ด้วยลอจิก โดยจะปล่อยเอาท์พุทเมื่อเป็นHigh
11-14	12-15	Q1-Q4	Tree State Data (Output) จะแสดงรหัสล่าสุดของโทนที่ได้รับหลังจาก TOE เป็น High แล้ว และถ้า TOE มีลอจิกเป็น Low Q1-Q4 จะมีสภาวะเป็น High impedance
15	17	StD	Delayed Steering (Output) จะแสดงลอจิก High เมื่อได้รับคู่เสียง และหลังเอาท์พุทแลทช์เปลี่ยน และจะกลับเป็น LOW เมื่อโวลต์ของ St/GT ต่ำกว่า V_{TSt}
16	18	ESt	Early Steering (Output) ขานี้จะเป็น High เมื่อรหัสได้ถูกถอดเสร็จ และจะเป็น LOW ทันทีที่เกิดการผิดเงื่อนไขสัญญาณ (Signal condition)
17	19	St/GT	Steering Input/guard time (Output) Bidirectional โวลเตจที่ได้นั้นดีกว่า V_{TSt} ที่ได้ตรวจจับที่ ST ตรงที่อุปกรณ์สามารถทั้งบันทึกคู่เสียงที่ถูกตรวจจับ
18	20	V_{DD}	Positive power supply (Input) +5 โวลท์
	7, 16	NC	ไม่มีการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

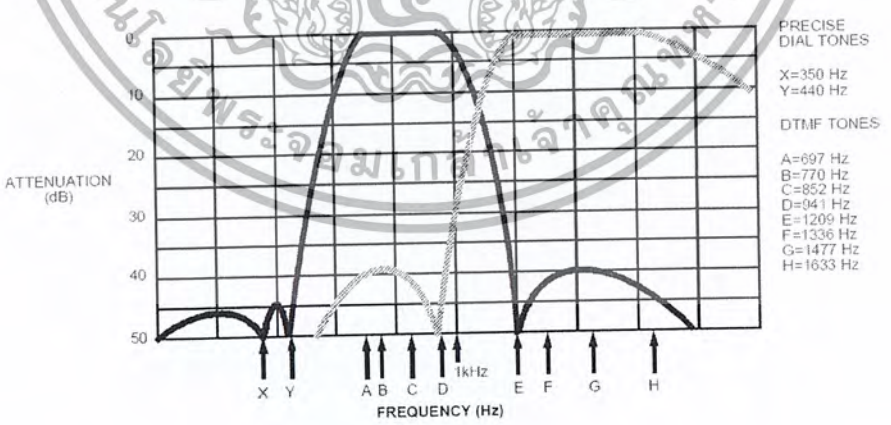
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

MT8870 ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของเครื่องรับ DTMF และเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก, กินไฟน้อย และมีประสิทธิภาพสูง ภายในสถาปัตยกรรมนั้นประกอบด้วย ภาคตัวกรองความถี่แบบแยกแบนด์ที่ทำหน้าที่แยกระหว่างกลุ่มโทนสูง และกลุ่มโทรต่ำ, ภาคดิจิตอลเคาน์ติง ที่จะคอยตรวจสอบความถี่ และช่วงเวลาของโทนที่รับเข้ามาว่าเป็นรหัสที่ตรงกัน หรือไม่ ก่อนที่จะส่งไปยังเอาท์พุทบัส

2.2.2 ฟังก์ชันการทำงานภายในของ MT8870

2.2.2.1 ภาคกรองความถี่ (Filter Section)

การแยกกลุ่มโทนสูง และกลุ่มโทนต่ำออกจากกันนั้นทำได้โดย ป้อนสัญญาณ DTMF เข้าที่ขาอินพุททั้งสองของวงจรความถี่แถบผ่านอันดับ 6 (Sixth-order switched capacitor bandpass filter) สัญญาณที่ได้ก็จะตรงกับแบนด์วิธกลุ่มโทนต่ำ หรือกลุ่มโทนสูง ภาคกรองความถี่นี้จะยกเว้นความถี่ที่ 350 เฮิรตซ์ และ440 เฮิรตซ์ สำหรับไดอัลโทน ตัวกรองแต่ละตัวจะต่อด้วยภาคกรอง (Single order switched capacitor filter section) เพื่อทำให้สัญญาณเรียบก่อนที่จะทำการลิมิตนั้นทำได้ด้วย High gain comparators ที่จะหน้าที่ป้องกันตรวจจับสัญญาณขนาดเล็กที่ไม่ต้องการ โดยมีการตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองความถี่ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองความถี่ Filter Respond [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
117482

2.2.2.2 ภาคถอดรหัสสัญญาณ (Decoder Section)

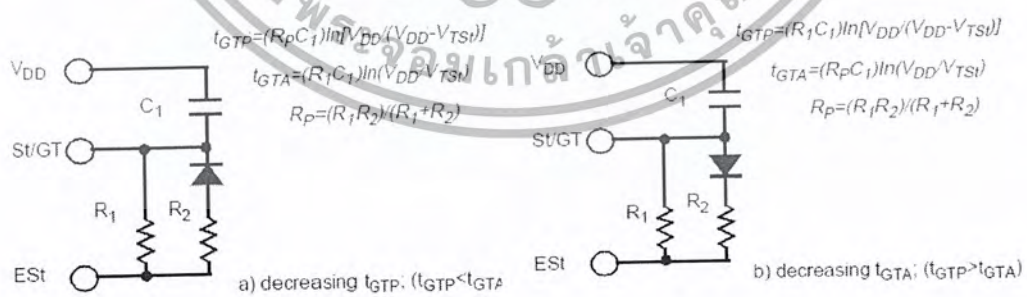
เป็นภาคที่ต่อจากภาคกรองความถี่ ในการถอดรหัสนั้นอาศัยเทคนิคดิจิตอลเคาน์ติง เพื่อหาค่าความถี่ของโทนที่เข้ามา และยืนยันว่าตรงกับความถี่ DTMF มาตรฐาน และมีกระบวนการป้องกันสัญญาณผิดเพี้ยนที่เกิดจากการถูกรบกวนโดยให้ช่วงกว้างเล็กน้อยสำหรับความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป และกระบวนการนี้ยังสามารถช่วยสำหรับกรณีที่มีความถี่ที่สาม หรือสัญญาณรบกวนได้อีกด้วย เมื่อผ่านการตรวจสอบโทนทั้งสองว่าเป็นไปตาม Signal condition แล้ว ESt ก็จะมีสถานะพร้อมทำงาน แต่ถ้าไม่ผ่าน ESt ก็จะไม่อยู่ในสถานะพร้อมทำงาน

2.2.2.3 วงจรขับเคลื่อน (Steering Circuit)

ก่อนจะทำการถอดรหัสคู่เสียงนั้นจะมีการตรวจสอบค่าเวลาของสัญญาณ (Signal duration) การตรวจสอบนั้นทำโดย ESt ที่จะขับ RC time constant ภายนอก ลอจิก HIGHT ของ ESt นั้นเกิดจาก Vc ของตัวเก็บประจุที่ดิสชาร์จ และหาก ESt นั้นคงสถานะนี้นานจนถึง tGDP

2.2.2.4 การปรับการ์ดไทม์ (Guard Time Adjustment)

ในหลายๆเหตุการณ์ที่เราไม่ต้องการเลือกสัญญาณจากช่วงเวลาของโทน และขนาดพัลส์ดังนั้นเราสามารถเลือกใช้ วงจรสเตียร์ริงอย่างง่าย ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 การต่อวงจรสำหรับการปรับขนาดการ์ดไทม์อย่างง่าย [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

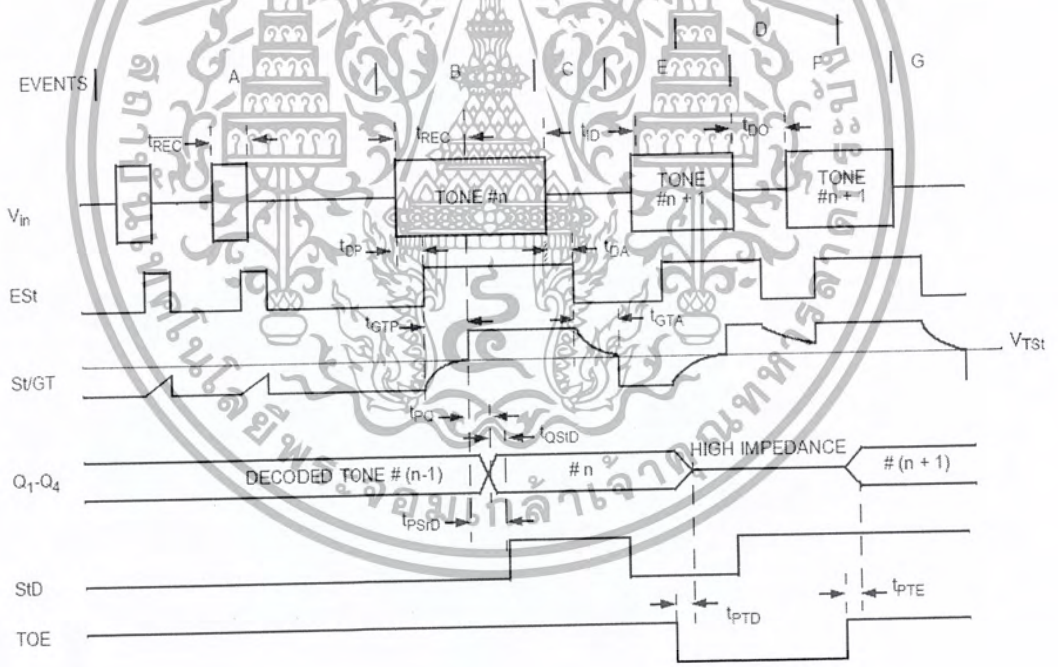
ค่าต่างๆ ของอุปกรณ์เราสามารถคำนวณหาได้จากสูตร

$$t_{REC} = t_{DP} + t_{GTP} \qquad (2.1)$$

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

ค่า t_{DP} ดูรูปที่ 2.12 และค่า t_{REC} คือ เวลาน้อยที่สุดของสัญญาณที่เครื่องรับใช้ตรวจสอบ ค่าของตัวเก็บประจุนั้นใช้ 0.1 ไมโครฟารัด สำหรับประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย และค่าตัวต้านทานนั้นผู้ออกแบบสามารถเปลี่ยนได้

การปรับค่าต่างๆ ได้อาจใช้ปรับการ์ดไทม์ให้ได้ตามความต้องการทั้งสำหรับ t_{GTP} และ t_{GTA} หรืออาจจำเป็นมากสำหรับการที่จะหาระบบที่เจาะจง



รูปที่ 2.12 ไดอะแกรมเวลาของไอซี MT8870 [7]

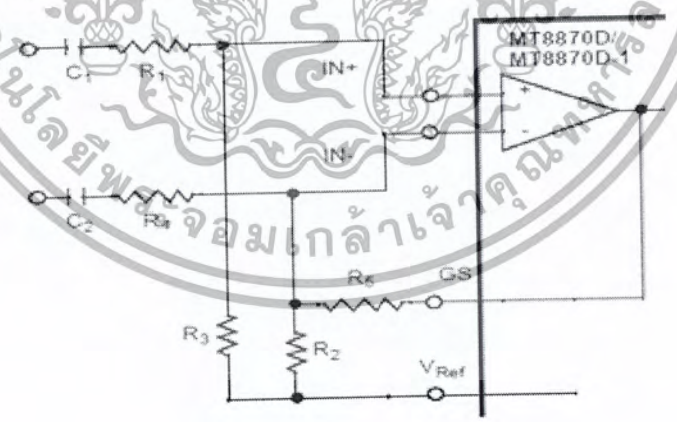
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.5 Power - down and InhibitMode

Power - down (PWDN) หรือขาที่ 6 ทำหน้าที่ลดหลังงานของอุปกรณ์เพื่อลดการสิ้นเปลืองพลังงานให้อยู่ในโหมดสแตนด์บาย (Standby mode) คือ การหยุดการทำงานของออสซิลเลเตอร์ และตัวกรองความถี่ เมื่อขา PWDN ได้รับลอจิก HIGH Inhibit Mode (INH) หรือขา 5 ทำงานที่ขา HIGHT และจะหยุดการตรวจจับโทนที่ใช้แทน A, B, C และ D ถ้ามีโทนดังกล่าวเข้ามาเอาพุทที่ได้ก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง (คือ จะเหมือนกับตัวก่อนหน้า)

2.2.2.6 การปรับภาคขยายผลต่างอินพุท

ภาคอินพุทของ MT8870 นั้นมีวงจรขยายผลต่าง ที่เป็นออปแอมป์ พร้อมทั้งมีขา VREF ไว้เพื่อใช้ในการไบอัส และมีขา GS ไว้ปรับค่าตัวต้านทานป้อนกลับ (feedback resistor) ของตัวออปแอมป์ เพื่อใช้ปรับอัตราขยาย หรือ เกน (Gain) ในการปรับวงจรเป็นแบบซิงเกิลเอนด์ (Single - end) นั้นขาอินพุท จะต่อขา IN และ GS เข้าด้วยกัน และต่อกับอินพุท ดังรูปที่ 10 เป็นการต่อออปแอมป์แบบเกนคงที่ และใช้ VREF ไบอัสโดยมีค่าเป็น 0.5 VDD โดยมีการต่อวงจรโดยสามารถปรับเกนได้ที่ R5 ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การต่อวงจรโดยสามารถปรับเกนได้ที่ R_5 [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.7 ภาคกำเนิดสัญญาณนาฬิกา หรือคริสตอลออสซิลเลเตอร์

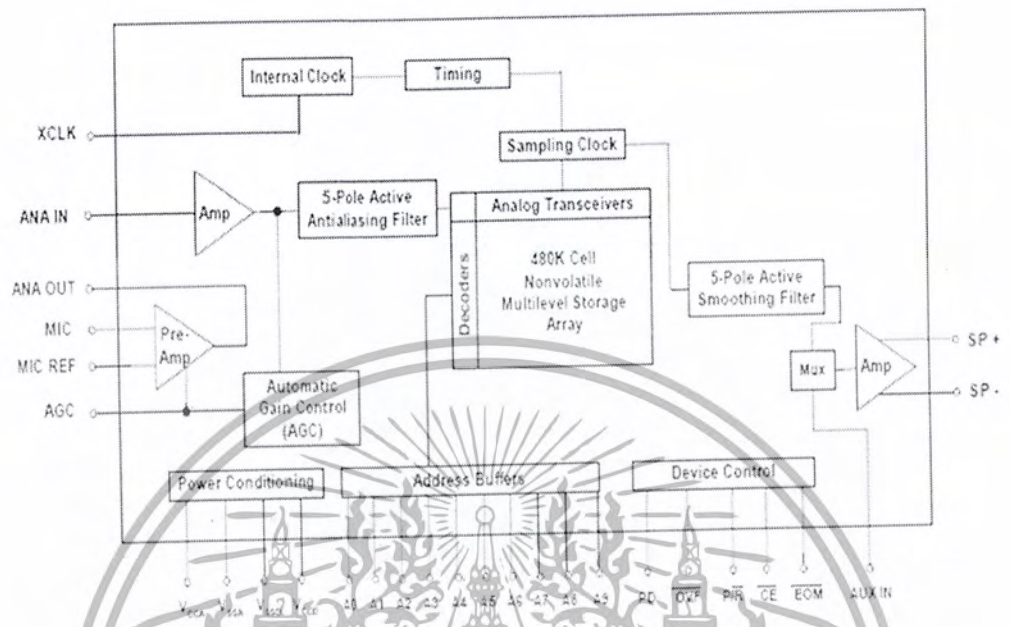
วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในนั้นต้องอาศัย คริสตอล 3.579545 MHz จากภายนอกปกติแล้วจะต่อคร่อมระหว่าง OSC1 กับ OSC2 อย่างไรก็ตามเราสามารถต่อ MT8870 หลายตัวเข้าด้วยกันโดยใช้ คริส-ตอลออสซิลเลเตอร์ เพียงตัวเดียวได้โดย ต่อคริสตอลแบบปกติสำหรับตัวแรก จากนั้นต่อตัวเก็บประจุ 30 พิโคฟารัด จาก OSC2 ของตัวแรก เข้ากับ OSC1 ของตัวถัดไป การต่อวงจรแบบนี้ไม่ใช่สาเหตุทำให้เกิดปัญหา โหลดไม่บาลานซ์ (Unbalanced loading)

2.2.3 การประยุกต์ใช้งานอื่นของ MT8870

1) ใช้เป็นตัวรับในระบบของ British Telecom (BT) หรือ CEPT Spec (MT8870D-1)
2) ใช้ในระบบเพจ
3) ใช้ในระบบวิทยุเคลื่อนที่
4) ใช้ในระบบบัตรเครดิต
5) ใช้ในรีโมทคอนโทรล
6) ใช้ในคอมพิวเตอร์
7) ใช้ในเครื่องโทรศัพท์ตอบรับ

ซึ่งจะมีขาการใช้งาน ต่างๆของ ISD2590 เป็นไปตามรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 วงจรภายในไอซี ISD2590 [9]

2.3 ไอซีบันทึกเสียง ISD2590

2.3.1 โครงสร้างภายใน และคุณสมบัติของไอซี ISD2590

ISD2590 สามารถอัดเสียงได้นานไม่เกิน 90 วินาที มี input sampling rate 5.3 KHz และมี Typical Filter Pass Band 2.3 KHz (3dB roll-off point)เสียงถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำถาวรในตัวชิพโดยตรงโดยไม่ผ่านกระบวนการ digitalization และcompression

2.3.3.1 EEPROM Storage

ISD2590 ใช้หน่วยความจำเป็นแบบ EEPROM เป็นหน่วยความจำแบบถาวรบนชิพ ทำให้เก็บข้อมูลได้นานถึง 100 ปี โดยไม่ต้องอาศัยพลังงาน นอกจากนี้ยังสามรถลบ และบันทึกซ้ำได้มากกว่าหนึ่งแสนครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.2 การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ข้อดีของ ISD2590 นอกจากจะไม่ซับซ้อนในการใช้งานแล้ว ยังได้รวมเอาการเชื่อมต่อหลายรูปแบบ เพื่อใช้งาน กับไมโครคอนโทรลเลอร์ไว้ด้วย ตำแหน่ง และการควบคุมสามารถเชื่อต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำหน้าที่ได้หลายรูปแบบ

2.3.3.3 รูปแบบการทำงาน (Operation Mode)

ISD2590 ถูกออกแบบมาให้มีรูปแบบการใช้งานภายในหลายรูปแบบโดยให้อาศัยอุปกรณ์ภายนอกน้อยที่สุด เมื่อ MSB สองหลัก (ขา A8 และขา A9) มีสถานะเป็น HIGH สัญญาณที่ตามมาจะถูกแปล เป็น รูปแบบการทำงานของบิต ไม่ใช่ตำแหน่งของบิต เนื่องจากรูปแบการทำงาน และตำแหน่ง โดยตรง (direct addressing) นั้นจะไม่สอดคล้องกัน และไม่สามารถใช้งานพร้อมกันได้ มีเงื่อนไขสำหรับรูปแบบการทำงานอยู่สองข้อ ข้อแรก ทุกการทำงานจะเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 0 ของหน่วยความจำ ซึ่งเป็นตำแหน่งว่างของ ISD2590 เสมอ หลังจากนั้นการทำงานจึงสามารถเริ่ม จากตำแหน่งอื่นๆ ได้ แต่ก็ขึ้นอยู่กับรูปแบบการทำงานที่ผู้ใช้เลือก ปกติแล้วตัวชี้ตำแหน่ง (Addressing pointer) จะกลับเป็น 0 เมื่อเปลี่ยนจากการบันทึกเป็นเล่นกลับ, จากเล่นกลับไปเป็น บันทึก (ยกเว้นการทำงานแบบ M6) หรืออยู่ในช่วงลดพลังงาน (power-down) ข้อที่สอง รูปแบบ การทำงานต่างๆ จะทำงานก็ต่อเมื่อ CE นั้นมี สภาวะ LOW และจะทำงานจนกว่าสัญญาณต่อไปจะ เป็นแอดเดรสปัจจุบัน (Current address)

2.3.2 หน้าที่ขาต่างๆ ของ ISD2590

ขาต่างๆของ ISD2590 เป็นไปตามรูปที่ 2.14 และการใช้งานเบื้องต้นนั้นต้องทำความเข้าใจในรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตัวนี้กันเสียก่อนซึ่งรายละเอียดนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบการใช้งาน และการทำงานเบื้องต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขา เพื่อที่จะนำไอซีไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาที่ 1-10 Address Input (A0 - A9), (M0 - M6) ขาแอดเดรส และโหมดอินพุต จะมีอยู่สองรูปแบบการใช้งานขึ้นอยู่กับระดับของ MSB ทั้งสองของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่ง ของ MSBสถานะเป็น "0" อินพุตก็จะเข้าสู่แอดเดรสบิตทั้งหมด และใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นของการบันทึก และเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดแลตช์ ที่ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา CE และถ้า MSB มีสถานะเป็น "1" ขาแอดเดรส และโหมดอินพุตจะมาอยู่ที่โหมดบิตทั้งหมด และเกิดการแลตช์เมื่อขอบขาลงของพัลส์ ปรากฏที่ขา CE

ขาที่ 11 Auxiliary Input (AUX IN) จะเป็นขาที่รับอินพุตภายนอกซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณที่ผ่านออกไปทางเอาท์พุตของวงจรขยายภายใน และขับออกสู่ลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา CE มีสถานะเป็น "1" รอบของการเล่นก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อข้อมูลที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนจบ ถ้ามีการต่อคาสเคด ISD2590 หลายๆตัว ขา AUX IN จะถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับ ที่ออกจากขาเอาท์พุตของตัวก่อนหน้านี้

ขาที่ 12 และ13 Ground Input (V_{SSA}, V_{SSD}) โดยคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD2590 กราวด์ของสัญญาณอนาล็อก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอลนั้นจะแยกกัน ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อ และมีอยู่ในไอซีแล้ว การใช้งานของกราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

ขาที่ 14 และ15 Speaker Output (Sp+, Sp-) เป็นขาเอาท์พุตที่ต่อกับลำโพง ภายใน ISD2590 นี้มีวงจรขยายสัญญาณความต่าง ก่อนออกสู่ลำโพง โดยสามารถขับกำลังงานออกลำโพง ได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดอิมพีแดนซ์ 16 โอห์ม ขาเอาท์พุททั้งสองนี้ ห้ามต่อขนานกัน โดยตรงในกรณีที่ต่อคาสเคดกันหลายตัว และไม่เหมาะในการต่อลำโพงขนานกันหลายตัวที่เอาท์พุท

ขาที่ 16 และ 18 Voltage Input (V_{CCA}, V_{CCD}) เป็นขารับแรงดันของสัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิตอลขารับแรงดันทั้งสองต้องการไฟเลี้ยง 5โวลต์ และต้องเป็นไฟเลี้ยง ที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาที่ 17 Microphone Input (Mic) ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุทจากไมโครโฟน แล้วส่งเข้าสู่วงจร ปรีแอมป์ (Pre-Amp) ภายในไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้ จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราขยายของ ปรีแอมป์ ให้มีอัตราขยายที่เหมาะสม (อยู่ในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบล)ไมโครโฟนตัวนอกจะผ่านการคัปปลิ้งป่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 ของไอซีเพื่อทำให้เกิดการคัตออฟที่ความถี่ต่ำได้เหมาะสม

ขาที่ 18 Micro Reference Input (MIC REF) ขานี้ไว้ต่อกับกราวด์อนาล็อกโดยต่ออนุกรมกับตัว เก็บประจุ เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนของอินพุท ที่ขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณ รบกวน ให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

ขาที่ 19 Automatic Gain Control (AGC) เป็นขาอินพุท ที่ควบคุมการปรับอัตราการขยายของ ปรีแอมป์ ของไดนามิคไมโครโฟน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมาก ของสัญญาณอินพุท จากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่เกิดการบันทึกเกิดความเพี้ยนน้อยที่สุด ที่ขา ACG นี้จะต้องต่อรวมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์ม และจะต่อรวมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกตัวหนึ่ง แล้วผ่านลงกราวด์อนาล็อก ค่าที่เหมาะสมจะกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์ม และตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

ขาที่ 20 Analog Input (ANA IN) อนาล็อกอินพุท รับสัญญาณมาจากเอาท์พุทของปรีแอมป์ ออกมาทางขาที่ 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุเพื่อทำการคัปปลิ้งสัญญาณที่เข้ามาทางขา 20 นี้เพื่อผ่านเข้าไปบันทึก และค่าตัวเก็บประจุต้องเหมาะสมกับค่าความต้านทานภายใน 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุทอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรความถี่ต่ำแบบคัตออฟ

ขาที่ 21 Analog Output เป็นขาเอาท์พุทของวงจรปรีแอมป์ที่ขยายสัญญาณจากไมโครโฟน หลังผ่านวงจรควบคุมอัตราการขยายจากวงจร ACG

ขาที่ 22 Overflow Output (OVF) เมื่อสิ้นสุดการเล่นกลับ หรือหน่วยความจำภายในไอซีได้ อ่าน ออกไปหมดแล้วจะมีพัลส์ “0” จากขานี้ และจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัลส์จากขา OVFนี้จะจ่ายให้กับขา CE จนกว่าขา PD จะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซต และเริ่มรอบการเล่นกลับใหม่ อีกครั้ง พัลส์ที่ขา OVF นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของไอซี เมื่อถูกต่อคาสเคดกันหลายๆตัวได้

ขาที่ 23 Chip Enable Input (CE) จะต้องได้รับสัญญาณพัลส์ "0" เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงระหว่างการบันทึก และเล่นกลับที่ขาอินพุท และขา P/R อินพุทจะถูก แลตซ์ จากพัลส์ที่ขอบขาลง ของพัลส์ที่ขา CE

ขาที่ 24 Power Down Input (PD) ในขณะที่ไม่มีการบันทึก หรือเล่นกลับที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น "1" ซึ่งจะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานให้อยู่ในระดับต่ำ แต่เมื่อขา OVF มีสภาวะเป็น "0" จะหมายถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลง ขา PD ปกติจะอยู่ในสภาวะที่เป็น "0" ขณะนั้นก็จะถูกรีเซต และจะเริ่มกระบวนการบันทึก หรือเล่นกลับใหม่

ขาที่ 25 End Of Message/RUN output (EOM) เป็นส่วนของอุปกรณ์ non-volatile ภายในตัวไอซีที่จะถูกใช้กำหนด หรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึก ขา EOM นี้จะให้เอาท์พุทออกมาเป็น "0" เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

ขาที่ 26 External Clock Input (XCLK) เป็นขาที่รับสัญญาณนาฬิกาภายนอกที่กำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติมีการระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาของการสุ่มสัญญาณ ได้ถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอก หรือค่าแรงดันที่ไม่คงที่การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 26 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

ขาที่ 27 Playback/Record Input (P/R) เมื่อขาที่ควบคุมการเล่น หรือการบันทึกได้รับพัลส์ "1" จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าได้รับพัลส์ "0" จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของ CE จะเป็นแลตซ์อินพุทที่ขา P/R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 โหมดการทำงาน M0-M6

M0 Message cueing รูปแบบการทำงาน M0 นั้นอนุญาตให้ผู้ใช้ข้ามข้อความโดยไม่ต้องรู้ถึงรายละเอียดของแต่ละข้อความ เนื่องจากสถานะของ CE แต่ละอันเป็น LOW ทำให้ตัวชี้แอดเดรสภายใน (Internal Adress Pointer) ข้ามไปที่ข้อความต่อไป การทำงานในรูปแบบนี้ใช้สำหรับการเล่นกลับเท่านั้น และปกติจะใช้งานร่วมกับ รูปแบบการทำงาน M4

M1 Delete EOM Markersรูปแบบการทำงาน M1 นั้นอนุญาตให้ข้อความที่ถูกบันทึกไว้แล้วอยู่ที่ตำแหน่งติดกันนั้นมารวมกันเป็นข้อความเดียวกัน โดยมี EOM marker ร่วมกันเพียงตำแหน่งเดียวคือ ที่ปลายของข้อความสุดท้าย หลังจากใช้โหมดนี้แล้ว ข้อความที่เราบันทึกต่อกัน ก็จะถูกเล่นแบบต่อเนื่องเหมือนเป็นข้อความเดียวกัน

M2 Unused ถ้ารูปแบบการทำงานใดๆทำงานก็จะแสดงสถานะ LOW

M3 Message Looping เป็นการเล่นกลับแบบอัตโนมัติของข้อความ โดยจะเริ่มต้นที่แอดเดรสแรก ซึ่งเป็นแอดเดรสว่าง และข้อความจะเล่นกลับตั้งแต่เริ่มจนจบได้โดยที่ OVF ไม่เป็น LOW

M4 Consecutive Addressing ระหว่างการทำงาน ปกติแล้ว Address pointer จะรีเซทเมื่อข้อ ความถูกเล่นกลับผ่าน EOM marker แต่ในโหมดการทำงาน M4 จะทำหน้าที่ ห้ามไม่ให้ address pointer นั้นรีเซท EOM จะปล่อยให้ข้อความถูกเล่นกลับต่อไปได้ (ไม่ต้องกลับไปเริ่มเล่นตอนเริ่มต้น)

M5 CE-Level Activated ISD2590 ปกติแล้ว CE จะเป็น edge-activated ในส่วนของการเล่นกลับ และจะเป็น level-activated เพื่อบันทึก รูปแบบการทำงาน M5 ทำให้ขา CE นั้นจะแปล ขา CE เป็นlevel-activated และจะป้องกันไม่ให้กลับไปเป็น edge-activated ระหว่างที่เล่นกลับ การทำงานโหมดนี้มีประโยชน์มากในการหยุดเล่นกลับโดยใช้ สัญญาณ CE มีผลทำให้เมื่อใช้งานในโหมดนี้การเล่นกลับจะเริ่มการทำงานของวงรอบ เมื่อ CE เป็น LOW ที่ตำแหน่งเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของหน่วยความจำ วงรอบเล่นกลับจะเริ่มจะเล่นวนไปเรื่อยๆหาก CE ยังคงเป็น LOW แต่ถ้า CE เปลี่ยนเป็น HIGH การเล่นกลับก็จะสิ้นสุดการทำงานทันที และหาก CE มีสถานะเป็น LOW อีกครั้ง ก็จะเริ่มเล่นข้อความตั้งแต่เริ่มใหม่อีกครั้ง (ถ้า M4 ไม่เป็น HIGH)

M6 Push-Button mode ไอซีในตระกูล ISD 2500 นั้นทุกตัวจะมี การทำงานโหมด Push-buttonซึ่งเป็นพื้นฐานให้ไอซีสามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ต้นทุนต่ำ โดยออกแบบมาเพื่อลดการใช้อุปกรณ์ และวงจรภายนอกให้น้อยลง พร้อมทั้งเป็นการลดขนาดของวงจรรวม และลดค่าใช้จ่ายได้ เพื่อที่จะจัดโครงสร้างของอุปกรณ์ในโหมดการทำงานโดย MSB 2 บิต คือ ขา 9 และขา 10 จะต้องมีสภาวะเป็น "HIGH" และขา M6 ก็ต้องเป็น HIGH ด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในโหมดนี้จะมีการ power down ทุกครั้งที่จบการเล่นกลับ หรือจบการบันทึกในทุกๆวงรอบ หลังจาก CE มีสภาวะเป็น HIGH เมื่อโหมดนี้ทำงาน ขาทั้งสามของอุปกรณ์จะเปลี่ยนแปลงคือ ขา 23 (CE): Start / Stop ในโหมดการทำงานแบบ Push-Button ขา CE จะทำงานที่พัลส์ LOW ซึ่งจะเริ่มเล่นกลับหรือเริ่มต้นการบันทึก ตามระดับลอจิกที่ขา P/R พัลส์ต่อมาบนขา CE จะทำให้อุปกรณ์หยุดการทำงาน และจะไม่รีเซต และพัลส์ต่อมาจะทำให้อุปกรณ์ทำงานต่อไป ขา 24 (PD): Stop / Reset ในโหมดการทำงานแบบ Push-Button Mode ขา CE จะทำงานที่พัลส์เป็น HIGH ในขณะที่ทำการเล่นกลับ ขา 25 (EOM): Run ในโหมดนี้ EOM จะเป็น HIGH เมื่อมีการบันทึก หรือเล่นกลับอยู่ขณะนั้น

2.3.3.1 การบันทึกในโหมด Push-Button

1) ขา PD ควรจะเป็น LOW
2) ทำขา P/R ให้กำหนดเป็น LOW
3) ขา CE เป็น LOW เมื่อเริ่มการบันทึก และEOM จะเป็น HIGH เพื่อแสดงการทำงาน
4) ขา CE เป็น LOW อีกครั้งเมื่อหยุดการบันทึก และEOM จะกลับไปเป็น LOW
5) ขา CE เป็น LOW อีกครั้งเพื่อเริ่มการบันทึกที่แอดเดรสต่อไป และEOM จะกลับเป็น HIGH อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.2 การเล่นกลับในโหมด Push-Button

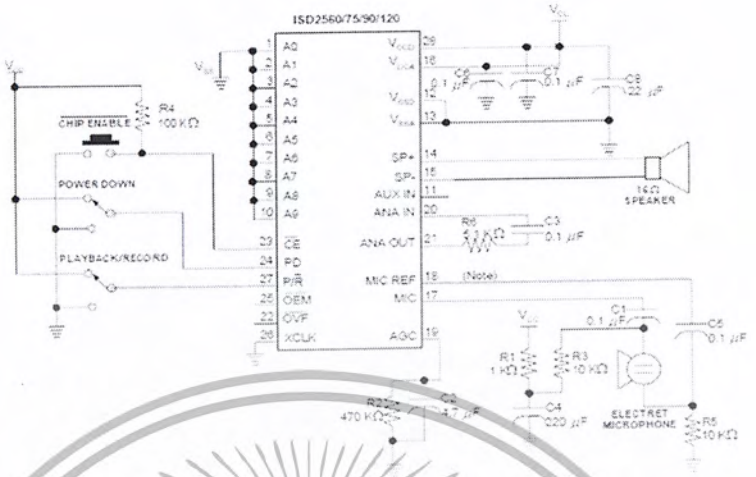
1) ขา PD ควรจะเป็น LOW
2) ทำขา P/R ให้กำหนดเป็น HIGH
3) ขา CE เป็น LOW เมื่อเริ่มการเล่นกลับ และEOM จะเป็น HIGH เพื่อแสดงการทำงาน
4) ขา CE เป็น LOW อีกครั้งเมื่อหยุดการเล่นกลับ และ EOM จะกลับไปเป็น LOW
5) ขา CE เป็น LOW อีกครั้งเพื่อเริ่มการเล่นกลับต่อไป
6) การเล่นกลับจะกระทำจากข้อ 4 และ5 จนกว่า PD จะเป็น HIGH หรือเกิดการ Overflow ขึ้น

(หมายเหตุ : ถ้าเกิดการ Overflow ขา CE จะเป็น LOW เพื่อทำการรีเซตตัวชี้แอดเดรส และเริ่มการเล่นกลับจากจุดเริ่มต้น)

2.3.4 การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซี ISD2590

การประยุกต์ใช้งานไอซี ISD2590 นั้นง่ายแสดงดังรูปที่ 2.15 ดังการทำงานของแต่ละขาที่ได้อธิบายมาแล้ว จะสังเกตเห็นว่าวงจรมีความเรียบง่าย และอุปกรณ์ต่อรวมน้อยนับตั้งแต่ลำโพง ที่ต่อโดยตรงกับไอซีเลย และไมโครโฟน ถ้าหากใช้เป็นแบบไดนามิคก็สามารถต่อเข้ากลับไอซี โดยตรง แต่ถ้าหากเป็นแบบคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน จะต้องมีการไบแอสค่าแรงดันให้กับไมโครโฟนอย่างเหมาะสม

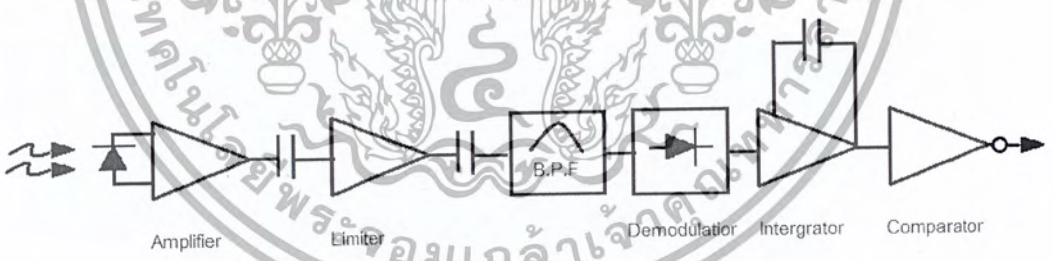
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานไอซี ISD2590 [9]

2.4 ตัวรับสัญญาณอินฟราเรด

วงจรรับสัญญาณมากมายที่มีอยู่ในท้องตลาด หลักการเลือกที่สำคัญที่สุดคือ ความถี่ที่ใช้ในการ modulation ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างบล็อคไดอาแกรมของตัวรับสัญญาณอินฟราเรด

ตัวรับสัญญาณอินฟราเรดจับสัญญาณโดยใช้ไดโอดอินฟราเรดจับสัญญาณที่อยู่ทางด้านซ้ายมือของบล็อคไดอะแกรม สัญญาณนี้ถูกขยาย และจำกัดโดย 2 ตอนแรก ตัว limiter แสดงตัวเป็นวงจร AGC เพื่อหาระดับสัญญาณพัลส์คงที่โดยไม่คำนึงถึงระยะระหว่างอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังรูปสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเท่านั้นที่ส่งไปที่ Band Pass Filter ตัว Band Pass Filter ถูกปรับไปที่ความถี่ modulation ของอุปกรณ์ส่ง ผู้ใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ใช้ช่วงความถี่ปกติมีค่าตั้งแต่ 30kH_z ถึง 60 kH_z

ตอนต่อไปเป็นตัวจับสัญญาณ (integrator และcomparator) จุดมุ่งหมายหลักของ 3 บล็อค นี้คือ เพื่อจับความถี่การ modulation แล้วทำการ demodulation เอาส่วนที่เป็นความถี่พาหะออก และให้เอาท์พุตเฉพาะส่วนที่เป็นข้อมูลเท่านั้น

ดังที่กล่าวไปแล้ว บล็อคเหล่านี้ถูกรวมอยู่ในอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ตัวเดียวดังรูปที่ 2.17 มีผู้ผลิตหลายบริษัทที่ผลิตอุปกรณ์เหล่านี้ออกสู่ท้องตลาด และอุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่หาได้มีหลายแบบ และได้ถูกปรับให้มีความถี่ของการ modulation เฉพาะตัว

รูปที่ 2.17 ตัวรับสัญญาณ [9]

ที่ผ่านมาเป็นการอธิบายถึงทฤษฎีพื้นฐานในการใช้รีโมทคอนโทรลอินฟราเรด แต่ไม่ได้กล่าวถึง โปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างตัวส่งสัญญาณ และตัวรับสัญญาณ โปรโตคอลโดยมากถูกออกแบบโดยหลายบริษัทผู้ผลิตสินค้า ในที่นี้ยกตัวอย่างโปรโตคอลบางตัว คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Sharp Protocol

2) Sony SIRC Protocol

3) Phillips RC5 Protocol

4) Nokia KRC17 Protocol

2.4.1 รูปแบบการส่งสัญญาณ (Protocol)

2.4.1.1 Sharp Protocol

ใช้ในเครื่องใช้จำพวก VCR ที่ผลิตโดยบริษัท Sharp Features (ลักษณะเด่น)

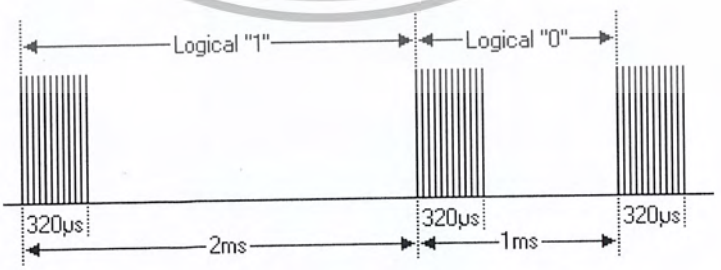
1) ความยาว 8 bit command, 5 bit address

2) Pulse distance modulation

3) ค่าความถี่พาหะ 38 kH_z

4) ข้อมูล 1 บิตใช้เวลา 1 ms or 2 ms

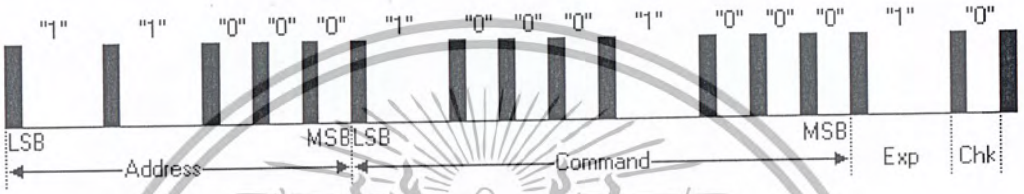
โปรโตคอล Sharp ใช้การเข้ารหัส pulse distance ของบิตข้อมูล ในแต่ละพัลส์กว้าง 320 µs มีค่าความถี่พาหะนำสัญญาณอินฟราเรด 38 kH_z (ประมาณ 12 cycle) ค่าลอจิก "1" ใช้เวลา 2 ms เท่านั้น ค่า duty-cycle* ของพาหะที่แนะนำอยู่ที่ประมาณ 1/4 หรือ 1/3 ดังรูป 2.18



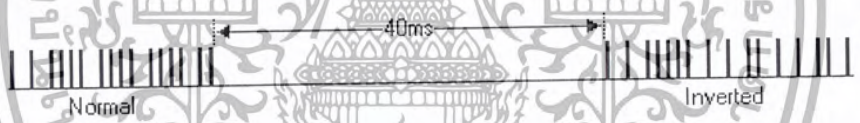
รูปที่ 2.18 ค่าลอจิกของ Sharp Protocol [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.19 เป็นรูปที่แสดงตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ที่ส่งคำสั่ง 00010001B (ขนาด 8 บิต) และ address 00011B (ขนาด 5 บิต) โดย address ถูกส่งออกไปเป็นอันแรกตามด้วยคำสั่ง และทั้ง 2 อย่างจะส่งบิต LSB ออกไปก่อน (ส่งแบบโดยตรง) และลักษณะการส่งสัญญาณซ้ำดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ของ Sharp Protocol [10]



รูปที่ 2.20 การส่งสัญญาณซ้ำเมื่อมีการกดปุ่มค้างของ Sharp Protocol [10]

คำสั่งที่สมบูรณ์ตอนหนึ่งๆประกอบด้วย 2 ข้อความการส่งแบบโดยตรงได้อธิบายไว้แล้วข้างต้นการส่งครั้งที่ 2 (ตามหลังครั้งแรกห่างกัน 40 ms) ข้อมูลเหมือนเดิม แต่แตกต่างกันที่ทุกบิตที่รับมาใน address ถูกกลับค่า (0เป็น1 ,1เป็น0) ดังนั้นตัวรับจึงสามารถตรวจสอบค่าได้ว่าข้อความที่รับมาเชื่อถือได้ หรือไม่

2.4.1.2 Sony SIRC Protocol

1) Address ยาว 5 บิต และคำสั่งยาว 7 บิต (โปรโตคอล 12 บิต)

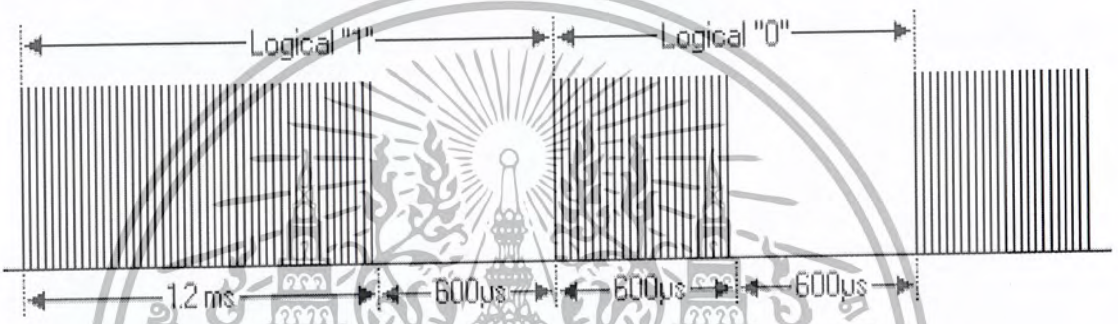
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Pulse width modulation

3) ความถี่พาหะ 40 kH_z

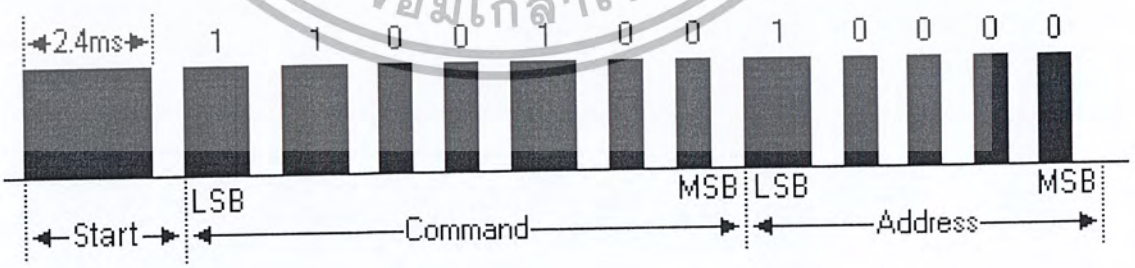
4) ข้อมูล 1 ใช้เวลา 1.2 ms or 0.6 ms

โปรโตคอล SIRC ใช้การเข้ารหัส pulse width กับบิตใดๆในข้อมูล สัญญาณพัลส์ที่แสดง ค่าลอจิก “1” พาหะนำสัญญาณอินฟราเรดกว้าง 0.6ms แต่ละช่วงของการส่งสัญญาณเว้น 0.6ms ค่า duty-cycle ของพาหะนำสัญญาณอินฟราเรดที่แนะนำอยู่ที่ 1/4 หรือ 1/3 ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ค่าลอจิกของ Sony SIRC Protocol [10]

รูปที่ 2.22 เป็นรูปที่แสดงตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ของโปรโตคอล SIRC โปรโตคอลนี้จะส่ง MSB ออกไปอันดับแรก บิตเริ่มต้นมักจะกว้าง 2.4 ms ตามด้วยช่องว่างขนาดมาตรฐานกว้าง 0.6 ms เป็นการแยกส่วนเริ่มออกจากสัญญาณข้อมูล หลังจากนั้นจึงส่ง address 5 บิต ตามด้วยคำสั่ง 7



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ของ Sony SIRC Protocol [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต ในกรณีนี้ address 00001B และคำสั่ง 00010011B โดยคำสั่งส่งทุกๆ 45 ms (วัดจากจุดเริ่มถึงจุดเริ่ม) เมื่อกดคีย์ของรีโมทค้างไว้ ตารางที่ 2.3 แสดงข้อความบางอย่างที่รีโมทคอนโทรของ Sony ส่งออกมาในโปรโคคอลแบบ 12 บิต

ตารางที่ 2.3 ค่าสัญญาณ ADDRESS และ COMMAND ของ Sony SIRC Protocol

Address	Device
1	TV
2	VCR 1
3	VCR 2
6	Laser Disc Unit
12	Surround Sound
16	Cassette deck / Tuner
17	CD Player
18	Equalizer

Command	Function
0	Digit key 1
1	Digit key 2
2	Digit key 3
3	Digit key 4
4	Digit key 5
5	Digit key 6
6	Digit key 7
7	Digit key 8
8	Digit key 9
9	Digit key 0
16	Channel +
17	Channel -
18	Volume +
19	Volume -
20	Mute
21	Power
22	Reset
23	Audio Mode
24	Contrast +
25	Contrast -
26	Colour +
27	Colour -
30	Brightness +
31	Brightness -
38	Balance Left
39	Balance Right
47	Standby

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.3 Philips RC-5 Protocol

รหัสRC5 จากบริษัท Philips ค่อนข้างเป็นโปรโตคอลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหมู่นักประดิษฐ์ อาจเป็นเพราะเป็นรีโมทคอนโทรลที่หาได้ง่าย และราคาถูก โปรโตคอลนี้กำหนดให้ทำงานสำหรับอุปกรณ์ต่างชนิดกัน ทำให้แน่ใจได้ว่าจะเข้าระบบได้ ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

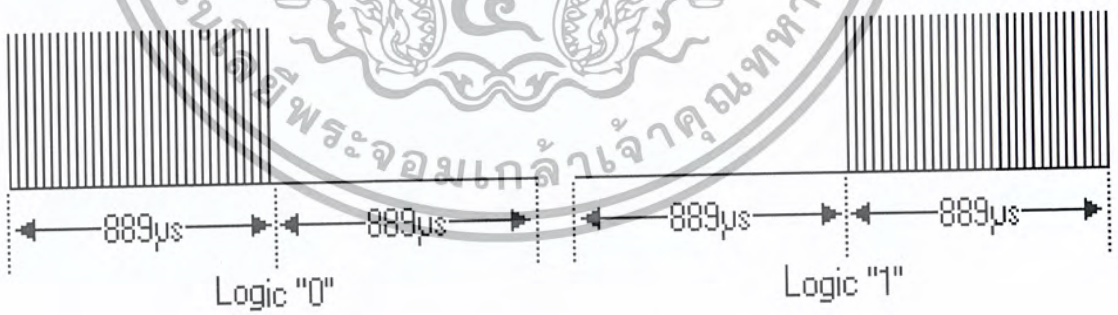
1) Address ขนาด 5 บิต และคำสั่งขนาด 6 บิต

2) Bi-phase coding (Aka Manchester coding)

3) ความถี่พาหะ 38 kH_z

4) ข้อมูล 1 บิตใช้เวลา1.8 ms

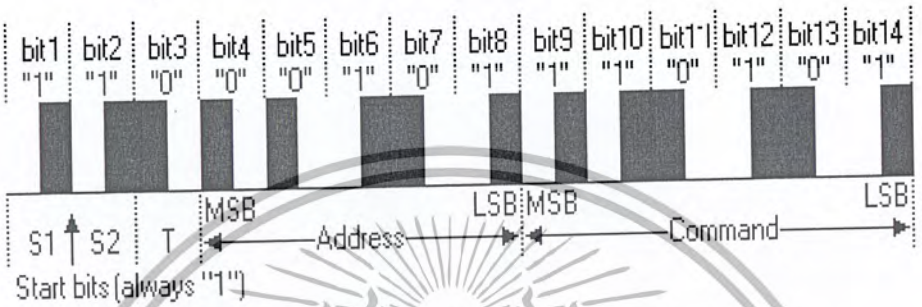
โปรโตคอลนี้ใช้ bi-phase modulation (หรือที่เรียกว่า Manchester coding) ความถี่พาหะอินฟราเรด 38 kHz ทุกบิตกว้างเท่ากันหมด คือ 1.8 ms ในโปรโตคอลนี้ ครึ่งหนึ่งของเวลาใน 1 บิตประกอบด้วยการส่งสัญญาณโดยความถี่พาหะ 38 kHz และอีกครึ่งหนึ่งปล่อยไว้เฉยๆ ค่าลอจิก “0” แสดงการส่งข้อมูลในช่วงเวลาของครึ่งบิตแรก ค่าลอจิก “1” แสดงการส่งสัญญาณในช่วงเวลาครึ่งบิตที่สอง โดยอัตราของ pulse/pause ratio เท่ากับ38 kHz ความถี่พาหะที่ 1/3 หรือ 1/4 (เพื่อลดกำลัง) ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 ค่าลอจิกของ Philips RC-5 Protocol [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังรูปที่ 2.24 แสดงตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ ของสัญญาณ RC5 โดยตัวอย่างนี้ส่งคำสั่ง 00001B ไปที่ address 10010B



รูปที่ 2.24 ตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ของ Phillips RC-5 Protocol [10]

พัลส์ 2 ลูกแรกเป็นพัลส์เริ่มต้น และมีค่าลอจิก "1" ทั้งคู่ ครึ่งช่วงเวลาบิตที่สองปล่อยว่างไว้ ก่อนที่ตัวรับจะรับรู้ว่ามีข้อความส่งมา การขยายการใช้งานของ RC-5 ใช้เฉพาะ บิตเริ่ม 1 บิต, บิต S2 จะถูกแปลงคำสั่งให้อยู่ในรูปคำสั่ง 6 บิต ทำให้บิตคำสั่งมีทั้งหมด 7 บิต บิตที่ 3 คือ บิตทอกเกิล บิตนี้จะกลับค่าทุกครั้งที่คีย์ถูกกด วิธีนี้จะทำให้ตัวรับ รับรู้ว่าคีย์ยังกดอยู่ หรือกดซ้ำ บิตถัดไป 5 บิต แสดง address ของอุปกรณ์อินฟราเรดซึ่งส่ง LSB ก่อน จึงตามด้วยคำสั่ง 6 บิต ข้อความประกอบด้วย 14 บิต ซึ่งอาจกินเวลาถึง 25.2 ms บางครั้งข้อความอาจสั้นลงเพราะครึ่งช่วงแรกของเวลา 1 บิตในบิตเริ่ม S1 ยังคงปล่อยว่างอยู่ และถ้าบิตสุดท้ายของข้อความเป็นลอจิก "0" ครึ่งช่วงสุดท้ายของเวลา 1 บิตในบิตสุดท้ายจะถูกปล่อยด้วยตราบใดที่คีย์ถูกกดค้าง ข้อความจะซ้ำในเวลา 114 ms บิตทอกเกิลยังคงเหมือนเดิมในช่วงนี้ ขึ้นอยู่กับซอร์ฟแวร์ของตัวรับว่าจะรับรู้ว่ามีการส่งลักษณะซ้ำๆแบบนี้ได้ หรือไม่ ดังตารางที่ 2.4 จะเป็นตารางที่แสดงค่าสัญญาณ ADDRESS และ COMMAND ของ Phillips RC-5 Protocol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ค่าสัญญาณ ADDRESS และ COMMAND ของ Phillips RC-5 Protocol

RC-5 Address	Device
$00 - 0	TV1
$01 - 1	TV2
$02 - 2	Teletext
$03 - 3	Video
$04 - 4	LV1
$05 - 5	VCR1
$06 - 6	VCR2
$07 - 7	Experimental
$08 - 8	Sat1
$09 - 9	Camera
$0A - 10	Sat2
$0B - 11	
$0C - 12	CDV
$0D - 13	Camcorder
$0E - 14	
$0F - 15	
$10 - 16	Pre-amp
$11 - 17	Tuner
$12 - 18	Recorder1
$13 - 19	Pre-amp
$14 - 20	CD Player
$15 - 21	Phono
$16 - 22	SatA
$17 - 23	Recorder2
$18 - 24	
$19 - 25	
$1A - 26	CDR
$1B - 27	
$1C - 28	
$1D - 29	Lighting
$1E - 30	Lighting
$1F - 31	Phone

RC-5 Command	TV Command	VCR Command
$00 - 0	0	0
$01 - 1	1	1
$02 - 2	2	2
$03 - 3	3	3
$04 - 4	4	4
$05 - 5	5	5
$06 - 6	6	6
$07 - 7	7	7
$08 - 8	8	8
$09 - 9	9	9
$0A - 10	-/--	-/--
$0C - 12	Standby	Standby
$0D - 13	Mute	
$10 - 16	Volume +	
$11 - 17	Volume -	
$12 - 18	Brightness +	
$13 - 19	Brightness -	
$20 - 32	Program +	Program +
$21 - 33	Program -	Program -
$32 - 50		Fast Rewind
$34 - 52		Fast Forward
$35 - 53		Play
$36 - 54		Stop
$37 - 55		Recording

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.4 Nokia NRC17 Protocol

รีโมทคอนโทรลที่ใช้โปรโตคอล Nokia ใช้ในการส่งคำสั่งคำสั่งทางสัญญาณอินฟราเรด 17 บิตโปรโตคอลนี้ถูกออกแบบมาเพื่อผู้ใช้สินค้าอิเล็คทรอนิคส์ของ Nokia ถูกใช้เมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมาซึ่งทางบริษัท Nokia ได้ผลิตชุด TV และVCR เช่นเดียวกับยี่ห้อ Finlux และ Salora ก็ใช้โปรโตคอลนี้เช่นกัน ในทุกวันนี้โปรโตคอลนี้ใช้มากในตัวรับดาวเทียมของ Nokia ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

1) คำสั่งขนาด 8 บิต, addresss ขนาด 4 บิต และ subcode ขนาด 4 บิต

2) Bi-phase coding

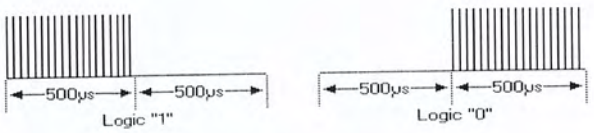
3) ความถี่พาหะ 38 kH_z

4) ข้อมูล 1 บิตใช้เวลา 1 ms

5) มีตัวบอกว่าแบตเตอรี่จะหมด

6) บริษัทผู้ผลิต : Nokia CE

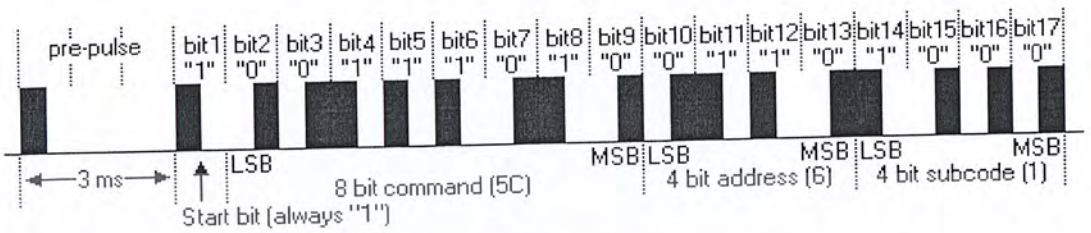
โปรโตคอลนี้ใช้ bi-phase (หรือที่เรียกว่า NRZ-Non Return to Zero) modulation ของพาหะของสัญญาณอินฟราเรดมีความถี่ 38 kHz โปรโตคอลนี้ทุกบิตยาว 1 ms โดยช่วงครึ่งหนึ่งของเวลาที่ใช้ใน 1 ms โดยช่วงครึ่งหนึ่งของเวลาที่ใช้ใน 1 บิตประกอบด้วยความถี่พาหะความถี่ 38 kHz และอีกครึ่งหนึ่งปล่อยว่างไว้ ค่าลอจิก "1" แสดงถึงการส่งสัญญาณในช่วงเวลาแรกของเวลาใน 1 บิต ค่าลอจิก "0" แสดงถึงการส่งสัญญาณในช่วงที่ 2 ของเวลาใน 1 บิต ค่าอัตรา pulse/pause ของความถี่พาหะ 38 kHz คือ 1/4 (เพื่อเป็นการลดการใช้กำลังงาน) ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ค่าลอจิกของ Nokia NRC-17 Protocol [10]

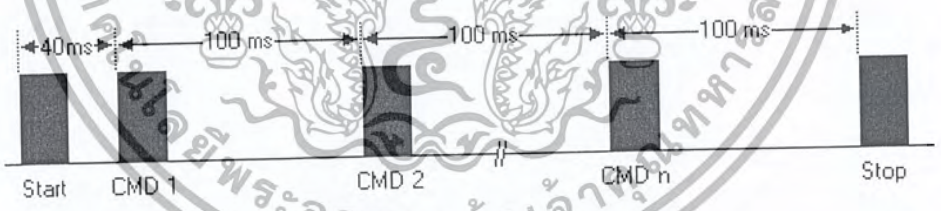
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.26 แสดงตัวอย่างของขบวนสัญญาณพัลส์ของข้อความในโปรโตคอล NRC17 ตัวอย่างนี้ส่งข้อมูล 01011100B ไป address 0110B subcode0001B



รูปที่ 2.26 ตัวอย่างขบวนสัญญาณพัลส์ของ Nokia NRC-17 Protocol [10]

พัลส์ลูกแรกเรียกว่า pre-pulse สร้างจากการส่งสัญญาณกว้าง 500 µs ตามด้วยการหยุดส่งอีก 2.5 ms ใช้เวลาทั้งหมดเท่ากับเวลาในข้อมูล 3 บิต หลังจากนั้นบิตเริ่มต้นจะส่งออกไป ซึ่งมันจะเป็นลอจิก "1" ซึ่งสัญญาณพัลส์นี้สามารถใช้เป็นตัวเทียบวัดเวลาใน 1 บิตทางด้านตัวรับ เพราะเวลาส่งสัญญาณจริงๆ ใช้แค่ครึ่งหนึ่งของเวลาใน 1 บิต8 บิต ถัดไปแสดงคำสั่งของอินฟราเรดซึ่งส่ง LSB ก่อน ตามด้วย address ข้อความประกอบด้วย pre-pulse ขนาด 3 ms และ17 บิตในแต่ละ ms (จึงใช้เวลาทั้งหมด 20 ms ต่อการส่งข้อความ 1 ข้อความ) ดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 การส่งสัญญาณซ้ำเมื่อมีการกดปุ่มค้างของ Nokia NRC-17 Protocol [10]

ทุกครั้งที่คีย์ของรีโมทคอลโทรลถูกกดบิตเริ่มที่ถูกส่งออกไปประกอบด้วยคำสั่ง 11111110B และ address/subcode 11111111B ข้อความจริงๆถูกส่งใน 40 ms ต่อมา และส่งซ้ำอีกในทุกๆ 100 ms ถ้าคีย์ของรีโมทคอนโทรลยังคงถูกกดอยู่ เมื่อปล่อยคีย์ ข้อความหยุดถูกปล่อยออกมาเป็นการจบชุดข้อความ ข้อความหยุดยังคงใช้คำสั่ง 11111110B และ address/subcode 11111111B ชุดคำสั่งทุกชุดสามารถทำให้เป็นชุดคำสั่งเดียวได้ที่ท้ายตัวรับ เนื่องจากข้อความเริ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และข้อความหยุด ทำให้คีย์ที่จดบังเอิญจะไม่มีผลอะไร ตัวรับอาจจะตัดสินใจเชื่อฟังคำสั่งที่ซ้ำมาหรือไม่ก็ได้ ยกตัวอย่างเช่น การเลื่อนเคอร์เซอร์อาจทำซ้ำๆเท่าที่คีย์ถูกกด ค่าอินพุตที่เป็นตัวเลขจะดีกว่าตรงที่ไม่รับการทำซ้ำเรื่อยๆ

2.5 ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC

PIC คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลหนึ่ง ผลิตโดยบริษัทไมโครชิพ (Microchip) โดย PIC ย่อมาจากคำว่า Peripheral Interface Controller ซึ่งภายใน PIC ประกอบด้วยหน่วยความจำโปรแกรม (Program) ให้ PIC เป็นเหมือนไมโครคอมพิวเตอร์ตัวหนึ่ง นอกจากนี้ภายใน PIC ยังมี 12C PWM A/D ซึ่งถือว่าเป็นคุณสมบัติพิเศษของ PIC ทำให้นำมาใช้งานได้ง่ายและสะดวก เพียงต่อแหล่งจ่ายไฟ ป้อนสัญญาณนาฬิกา แล้วเขียนโปรแกรมควบคุม PIC ก็สามารถควบคุมอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ทอินพุต และพอร์ตเอาท์พุต

2.4.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC-18F458

1) มีคำสั่งที่เป็นภาษาแอสเซมบลี 77 คำสั่ง

2) ใน 1 คำสั่งใช้เวลาทำงาน 1 ถึง 2 ไซเคิล

3) ทำงานได้สูงสุดที่สัญญาณนาฬิกาตั้งแต่ไฟตรงถึง 40 MHz

4) หน่วยความจำโปรแกรมแบบ Flash มีขนาด 32 กิโลไบต์

5) มีความจำข้อมูล (Data Memory RAM) ขนาด 1536 ไบต์

6) มีการตอบสนองกานอินเตอร์รัปได้ทั้งหมด 14 แหล่ง

7) มีโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)

8) สัญญาณนาฬิกามีหลายโหมดให้เลือกใช้งานคือ อาจจะใช้ XTAL หรือวงจร RC ก็ได้

9) สามารถโปรแกรมด้วยไฟ +5 VDC ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) มี Timer/Counter 3 ตัวคือ Timer0 ขนาด 8 บิต, Timer1 ขนาด 16 บิต และ Timer2 ขนาด 8 บิต

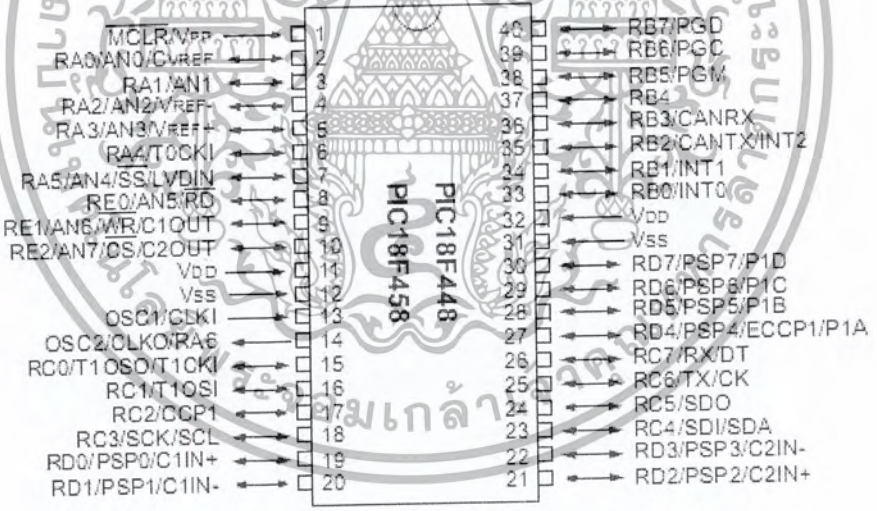
11) มีวงจรแปลงสัญญาณ Analog เป็น Digital (A/D Converter) ขนาด 10 บิต

12) มีระบบ USART สำหรับต่อกับการสื่อสารแบบ RS232

13) มี I/O พอร์ตทั้งหมด 5 พอร์ต แต่ละพอร์ตมีจำนวนบิตไม่เท่ากัน

2.4.2 โครงสร้างขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ PIC18F458 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 40 ขา มีขาสัญญาณต่างๆ ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 การจัดเรียงขา PIC18F448/458

1) MCLR/V_{pp} : Master Clear (Rest) Input/Programming Voltage Input ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรีเซต (Reset) เมื่อขานี้ได้รับลอจิก 0 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซต และทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรับแรงดัน ขณะทำการบันทึกโปรแกรมลงหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์

2) VDD : Positive Supply (+2.00ถึง+5.5V) ทำหน้าที่เป็นขาไฟเลี้ยงของไมโครคอนโทรลเลอร์

3) VSS : Ground ทำหน้าที่เป็นกราวด์

4) OSC1/CLKIN : Oscillator Crystal Input / External Clock Source Input

5) OSC2/CLKIN : Oscillator Crystal Output / External Clock Source Input ทั้งสองขาทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณต่อคริสตอล ในกรณีอยู่ในโหมดการใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก(Crystal Oscillator Mode)

6) RA0 - RA5 : พอร์ต A มีจำนวน 6 ขา เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง (Bi-directional I/O Port) คือ เป็นได้ทั้งพอร์ทอินพุต และพอร์ตเอาท์พุตใช้ในการส่ง และรับข้อมูล

7) RB0 - RB7 : พอร์ต B มีจำนวน 8 ขา จำนวน 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางใช้ในการส่ง และรับข้อมูล นอกจากนี้บางขายังทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากการอินเตอร์รัป (Interrupt) จากภายนอกด้วย

8) RC0 - RC7 : พอร์ต C มีจำนวน 8 ขา จำนวน 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่ง และรับข้อมูล

9) RD0 - RD7 : พอร์ต D มีจำนวน 8 ขา จำนวน 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางใช้ในการส่ง และรับข้อมูล

10) RE0-RE2 : พอร์ต E มีจำนวน 3 ขา เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางใช้ในการส่ง และรับข้อมูล

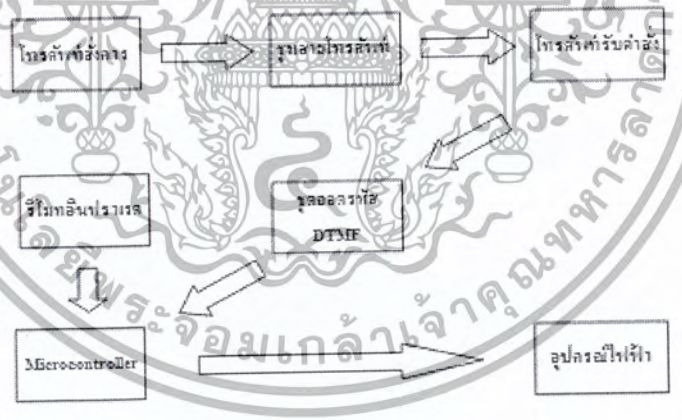
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

โครงสร้างบล็อคไดอะแกรมเป็นดังรูปที่ 3.1 โดยที่เมื่อมีการติดต่อไปยังโทรศัพท์เครื่องรับโดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ เครื่องรับจะคอยรับสัญญาณ DTMF จากนั้นก็จะทำการถอดรหัส และทำการประมวลผลเพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ในขณะเดียวกันนั้นก็สามารถรับสัญญาณอินฟราเรดมาประมวลผลแล้วทำการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ด้วย ซึ่งในเครื่องรับจะประกอบไปด้วย ทั้งส่วนประกอบของอุปกรณ์ (Hard ware) และส่วนประกอบโปรแกรม (Soft ware)



รูปที่ 3.1 บล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ส่วนประกอบภายในเครื่อง (Hard ware)

3.1.1.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

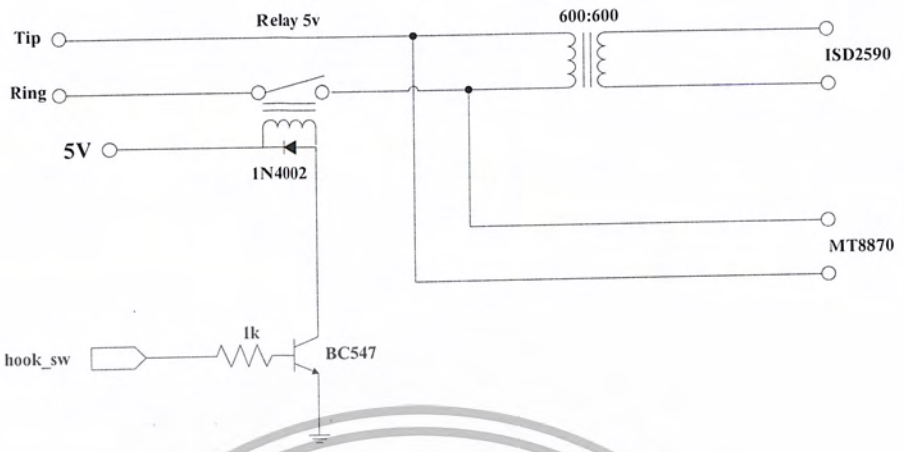
ดังรูปที่ 3.2 เมื่อตรวจจับสัญญาณกระดิ่งได้ ตัวต้านทาน 100 กิโลโอห์มจะทำหน้าที่จำกัดกระแส และตัวเก็บประจุขนาด 0.02 ไมโครฟารัดจะทำให้หลอดแอลอีดี ภายในไอซีเปล่งแสง และตัวไดโอดที่ต่ออยู่ จะทำหน้าที่ป้องกันกระแสที่เป็นลบในไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อไม่ให้หลอดแอลอีดีภายในไหม้ เมื่อแสงจากแอลอีดีกระทบกับโฟโต้ไดโอด โฟโต้ไดโอดก็จะสร้างกระแสขนาดเล็ก จากนั้นจะส่งให้ทรานซิสเตอร์ภายในตัวแรกที่จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณเพื่อทำให้ทรานซิสเตอร์ตัวที่สอง เกิดการแซททูเลท และสุดท้าย 2N3906 จะทำหน้าที่ขับสัญญาณที่เป็นสถานะ “สูง” ออกมาจะได้ว่าเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้าวงจรก็จะแสดงเป็นสถานะ “สูง” ที่ Ringing detect

รูปที่ 3.2 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

3.1.1.2 วงจรควบคุมการยกหูโทรศัพท์

ดังรูปที่ 3.3 เมื่อได้รับสัญญาณเตือนกระดิ่งเข้ามาที่ตำแหน่งขา ringing ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำการรับสายโดยการส่งสถานะ“high” ออกมาที่ขา hook_sw ทำให้รีเลย์ทำงาน ซึ่งจะทำให้มีการต่อหม้อแปลงแมชชิ่งเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ เปรียบเสมือนการรับสายแล้ว

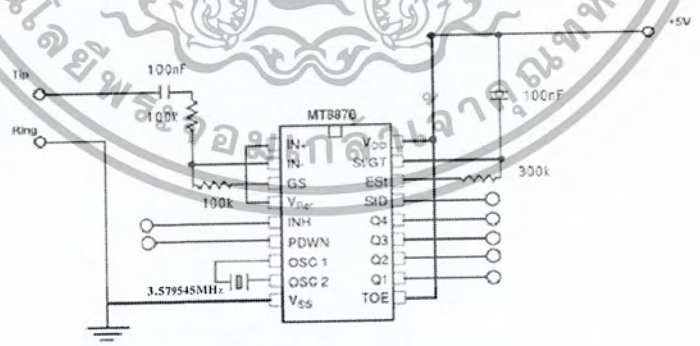
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมการยกหูโทรศัพท์

3.1.1.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

ใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ซึ่งเป็นไอซีถอดรหัสสัญญาณ DTMF ซึ่งวงจรได้ต่อตาม datasheet ที่ทางบริษัทผู้ผลิตให้มา สามารถนำไปใช้งานได้เลยซึ่งวงจรแสดงดังรูปที่ 3.4 ซึ่งอินพุตจะต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์กับกราวด์ โดยใช้คริสตอลความถี่ 3.579545 เมกะเฮิรตซ์ ผลิตความถี่ให้กับ OSC ภายในไอซีโดยต่อร่วมกันที่ขา XTAL1 และ XTAL2



รูปที่ 3.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถอดรหัสสัญญาณ DTMF จะได้ออกมาเป็นไบนารี 4 บิต พร้อมกับที่ขา STD จะมีพัลส์ช่วงสั้นๆออกไป เมื่อมีการถอดรหัสเกิดขึ้นซึ่งเราจะนำ STD ตัวนี้ไปให้ภาคประมวลผลกลางรับรู้ว่ามีการกดปุ่มใดๆเข้ามา แล้วให้วนรับคำสั่งต่อไป

3.1.1.4 วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

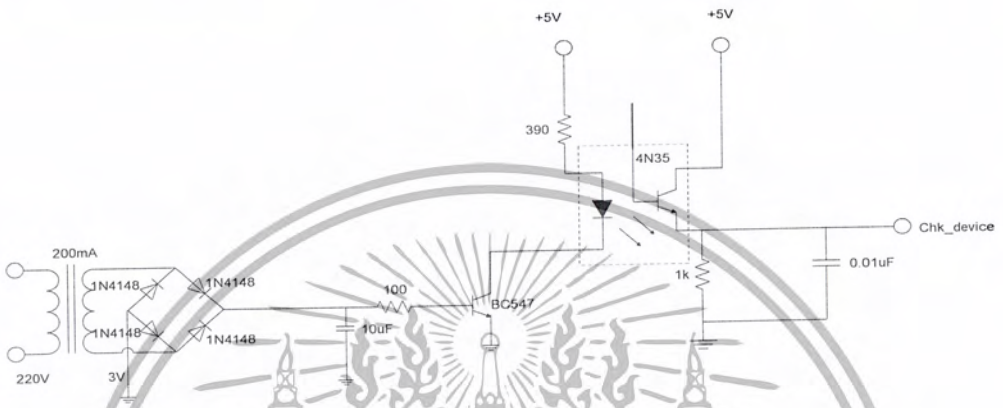
รูปที่ 3.5 เป็นวงจรที่ใช้ในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสถานะ “1” ออกมาที่ขา ctr_device กระแสจะเข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ BC547 แล้วทำให้รีเลย์ทำงานซึ่งจะทำให้ไฟฟ้ากระแสสลับครบวงจร และทำให้หลอดไฟสว่าง

รูปที่ 3.5 วงจรสวิตช์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.5 วงจร Detect กระแส

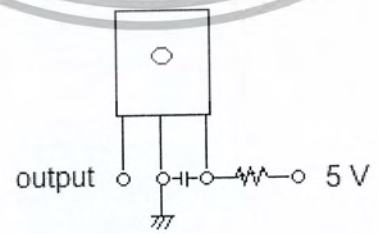
เป็นวงจรที่ใช้ในการตรวจสอบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกควบคุมทำงานอยู่ หรือไม่ซึ่งถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังทำงานอยู่ 4N35 จะส่งไฟ 5V ออกมาที่ Chk_device ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรตรวจสอบการทำงานของของอุปกรณ์ไฟฟ้า

3.1.1.6 วงจรส่วนรับสัญญาณอินฟราเรด

เป็นวงจรที่ใช้รับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทเพื่อส่งข้อมูลออกมาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลต่อไปดังรูปที่ 3.7

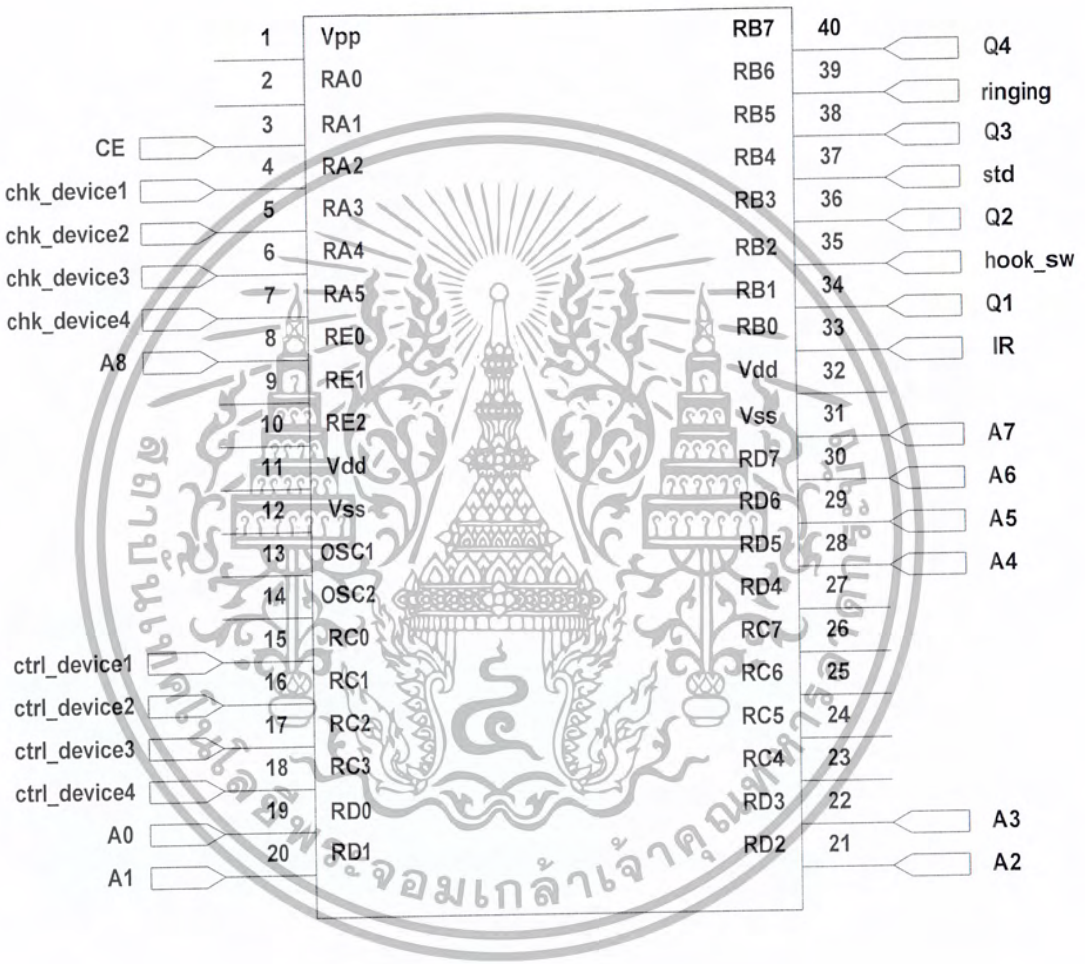


รูปที่ 3.7 วงจรรับสัญญาณอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.7 วงจรส่วนควบคุม

รูปที่ 3.8 เป็นรูปที่แสดงการต่อวงจรต่างๆเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เพื่อใช้ในการควบคุมวงจรที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด



รูปที่ 3.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

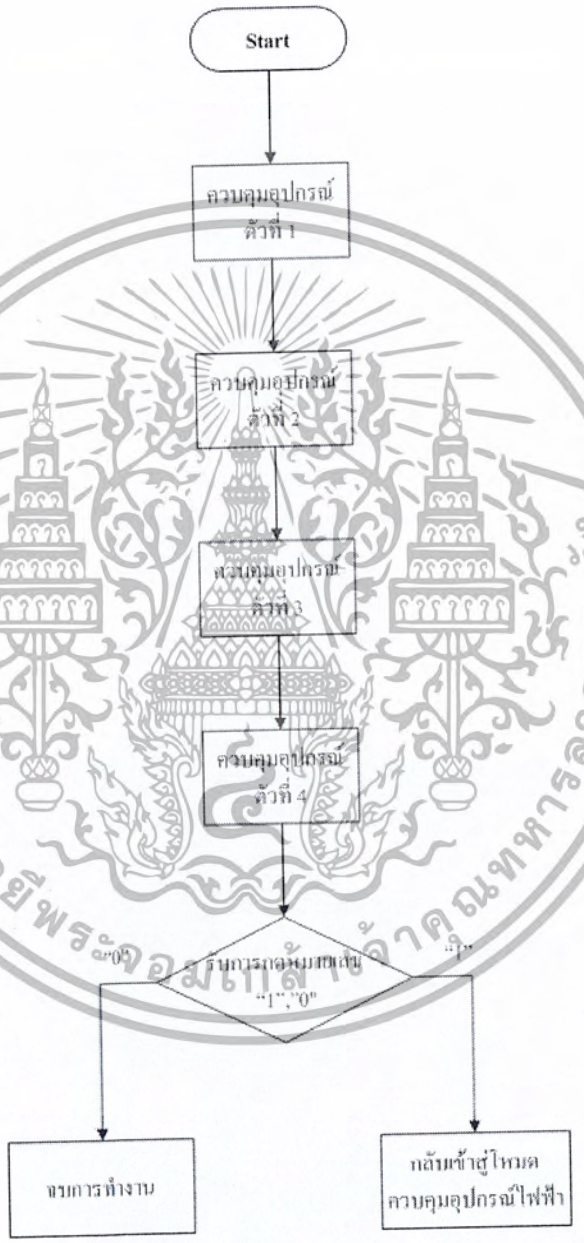
3.1.2 ส่วนของโปรแกรม (Software)

รูปที่ 3.9 จะเป็นแผนภาพที่แสดงการทำงานของโปรแกรมหลัก

รูปที่ 3.9 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 จะเป็นแผนภาพที่แสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.10 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 จะเป็นแผนภาพการทำงานของโปรแกรมเช็คสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้า

รูปที่ 3.11 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมควบคุมเช็คสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้า

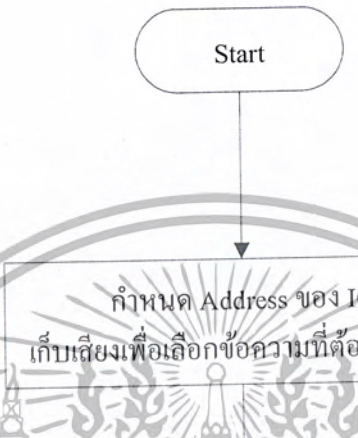
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 จะเป็น แผนภาพการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการกดปุ่มโทรศัพท์

รูปที่ 3.12 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการกดปุ่มโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 จะเป็นแผนภาพที่แสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมของไอซีเก็บเสียง



รูปที่ 3.13 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมควบคุมไอซีเก็บเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.14 จะเป็นแผนภาพที่แสดงการทำงานของโปรแกรมรับสัญญาณอินฟราเรด

รูปที่ 3.14 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมรับสัญญาณอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) Oscilloscope
2) Power Supply
3) Telephone
4) Laptop

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

1) การวัดผลการทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโดยใช้โทรศัพท์โทรเข้าไปที่โทรศัพท์เครื่องรับ แล้วใช้ Oscilloscope จับที่ขาเอาท์พุตของวงจรแล้วบันทึกผล
2) การวัดผลการทดลองวงจรถอดรหัส DTMF จะใช้การกดตัวเลขจากโทรศัพท์ผู้เรียกไปยังผู้ถูกเรียกแล้วบันทึกผลโดยใช้ Oscilloscope วัดสัญญาณที่ได้จาก MT8870 ที่ขา Q1, Q2, Q3, Q4 และ StD
3) ทดสอบวงจรควบคุมการยกหู - วางหู และวงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยจ่ายไฟให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ดังรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.5 แล้วทำการบันทึกผล
4) ทดสอบวงจรตรวจจับกระแสโดยใช้ไฟกระแสสลับ 220 V ผ่านเข้ามาในวงจรนี้ดังรูปที่ 3.6 แล้วทำการบันทึกผลโดยใช้ Oscilloscope
5) ทดสอบวงจรรับสัญญาณอินฟราเรดโดยกดปุ่มที่รีโมทแล้วทำการบันทึกผลโดยใช้ Oscilloscope
6) วัดผลวงจรรวมโดยนำทุกวงจรมาต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

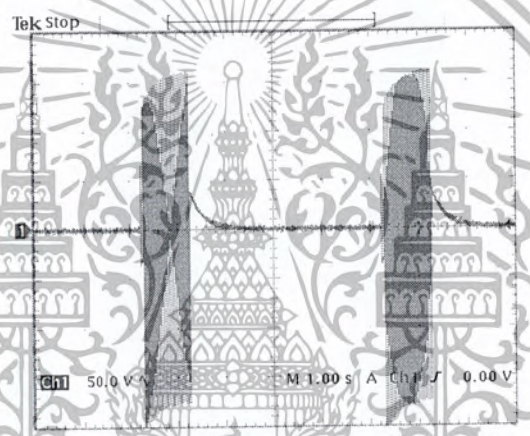
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

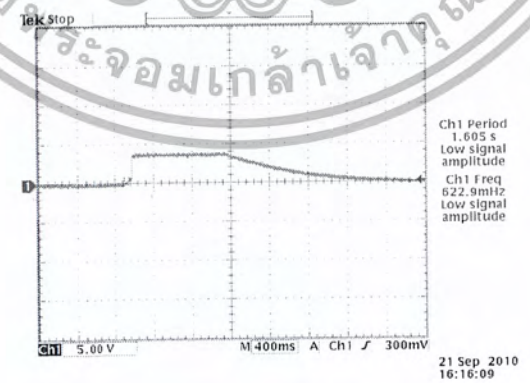
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เมื่อมีการโทรเข้ามาที่เครื่องอุปกรณ์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน จะมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่วงจรเป็นดังรูปที่ 4.1 สัญญาณจะผ่านเข้าไปให้นวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง และจะได้เอาท์พุทของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งเป็นดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 รูปสัญญาณของสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์

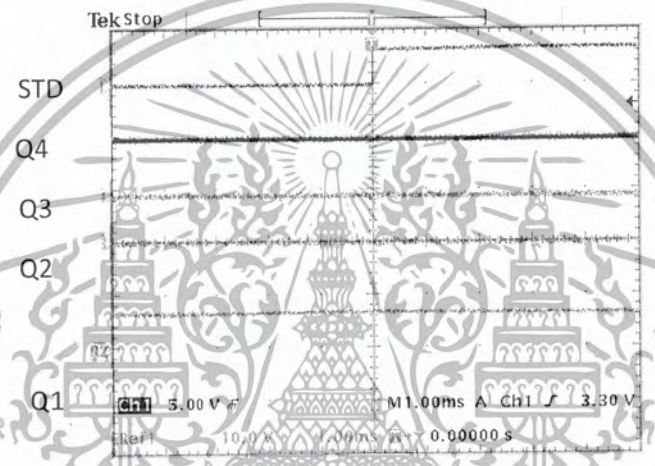


รูปที่ 4.2 รูปสัญญาณเอาท์พุทของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

เมื่อมีการกดหมายเลขโทรศัพท์เข้ามาที่เครื่องอุปกรณ์ วงจรนี้จะทำการถอดรหัสสัญญาณ เมื่อทดสอบโดยการกดหมายเลขหนึ่ง ส่งไปที่เครื่องอุปกรณ์ วงจรถอดรหัสสัญญาณจะทำการถอดรหัสแล้วแสดงผลออกมาที่ขา Q1 Q2 Q3 Q4 โดยที่ Std จะแสดงเป็นพัลส์ข่วงสั้นๆ เมื่อมีการถอดรหัสเกิดขึ้น ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งได้ผลออกมาเป็น Q4 = 0, Q3 = 0, Q2 = 0, Q1 = 1 ซึ่งในเลขฐานสองแล้วก็คือ ค่า "1"



รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ขา STD, Q4, Q3, Q2 และ Q1 ของ MT8870

4.3 วงจรควบคุมการยกหู / วางหูโทรศัพท์

เมื่อทดลองให้มีการส่งสัญญาณกระดิ่งมาที่วงจรแล้วจ่ายไฟ 5 V ให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ ตัวรีเลย์ก็จะทำงานแล้วก็ทำให้สายโทรศัพท์เชื่อมต่อกับแมชชิ่งอิมพิแดนส์ 600 โอห์ม ซึ่งจะเสมือนว่ามีการยกหู และเมื่อหยุดจ่ายไฟ 5 V ที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ รีเลย์ก็จะไม่ทำงาน และทำให้สายโทรศัพท์ไม่เชื่อมต่อกับแมชชิ่ง ซึ่งจะเสมือนว่าเป็นการวางหูโทรศัพท์

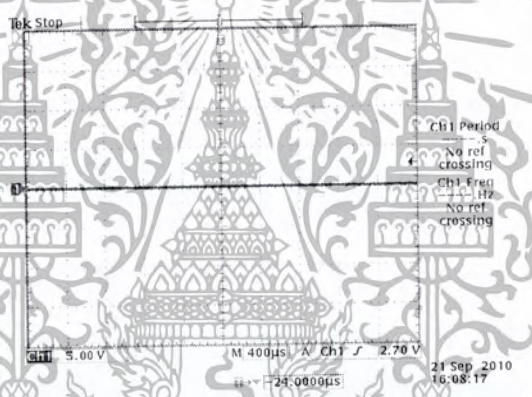
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

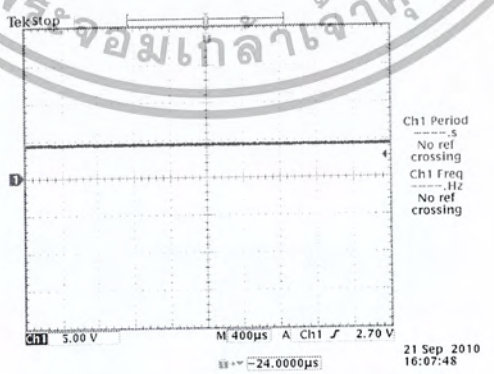
เมื่อป้อนไฟ 5 V ไปที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ รีเลย์จะทำงานแล้วทำการเชื่อมต่อไฟ AC ไปที่หลอดไฟทำให้หลอดไฟสว่าง และเมื่อหยุดจ่ายไฟก็จะทำให้รีเลย์หยุดทำงานทำให้วงจรเปิดหลอดไฟก็จะไม่สว่าง

4.5 วงจรตรวจจับกระแส

ในขณะที่หลอดไฟสว่างอยู่นั้นวงจรตรวจจับกระแสก็จะรับไฟกระแสสลับ 220 V เข้าไปเป็นอินพุทแล้วให้เอาท์พุตออกมาเป็นไฟ 5 V ดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 สัญญาณที่เอาท์พุตของวงจรตรวจจับกระแสเมื่อหลอดไฟไม่ทำงาน

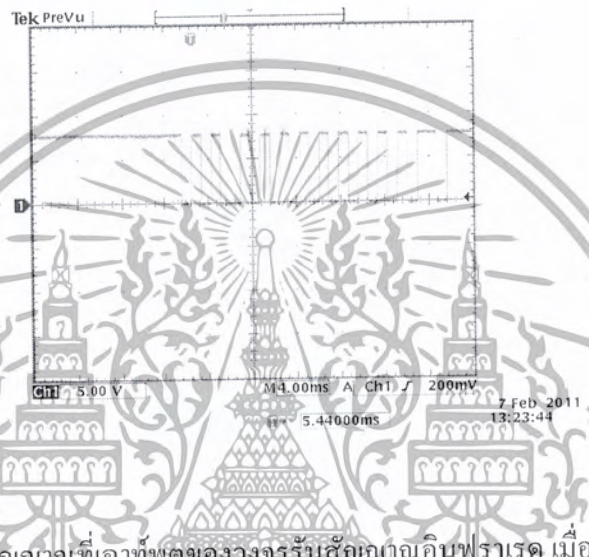


รูปที่ 4.5 สัญญาณที่เอาท์พุตของวงจรตรวจจับกระแสเมื่อหลอดไฟทำงาน

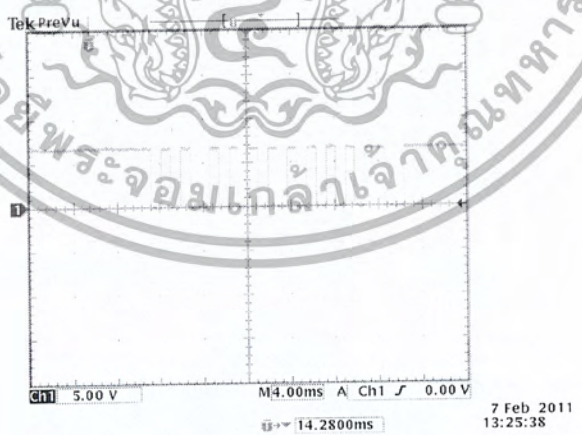
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 วงจรรับสัญญาณอินฟราเรด

เมื่อกดปุ่มบนรีโมทส่งสัญญาณไปที่ตัวรับอินฟราเรด เอาท์พุตของตัวรับสัญญาณอินฟราเรดจะส่งพัลส์ ดังรูปที่ 4.6, 4.7, 4.8 และ 4.9 โดยกดปุ่ม " 1 " ถึง " 4 "

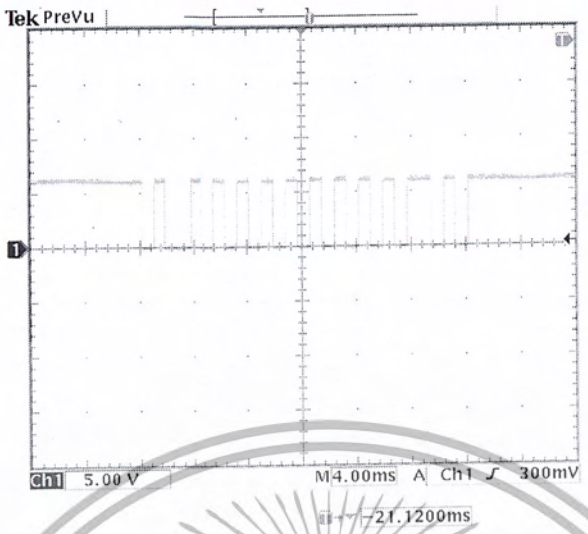


รูปที่ 4.6 สัญญาณที่เอาท์พุตของวงจรรับสัญญาณอินฟราเรด เมื่อกดปุ่ม " 1 "

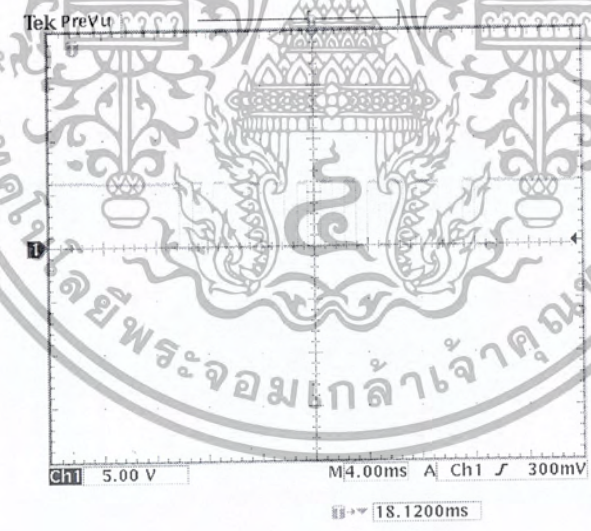


รูปที่ 4.7 สัญญาณที่เอาท์พุตของวงจรรับสัญญาณอินฟราเรด เมื่อกดปุ่ม " 2 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 สัญญาณที่เอาท์พุตของวงจรรับสัญญาณอินฟราเรด เมื่อกดปุ่ม “ 3 ”

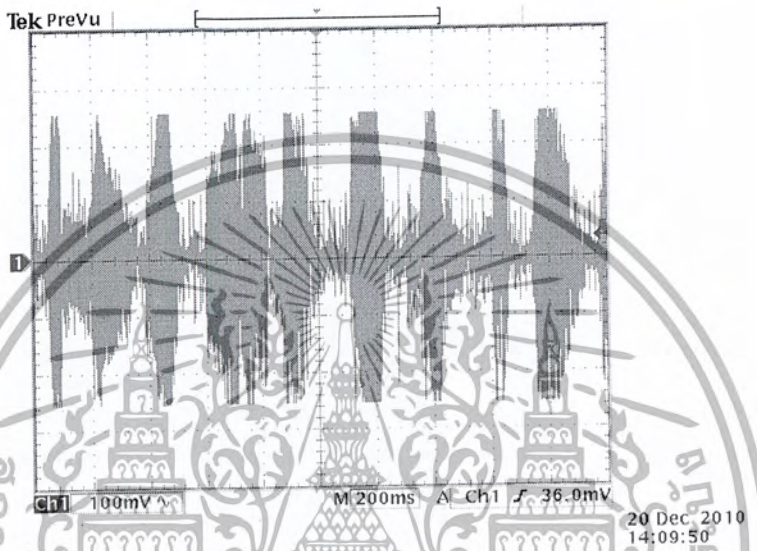


รูปที่ 4.9 สัญญาณที่เอาท์พุตของวงจรรับสัญญาณอินฟราเรด เมื่อกดปุ่ม “ 4 ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 วงจรบันทึกเสียง

เมื่อให้วงจรทำงาน วงจรจะส่งสัญญาณเสียงออกมาดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 สัญญาณที่เอาท์พุตของวงจรบันทึกเสียง

4.8 วงจรทดสอบรวม

จากการนำทุกวงจรมาต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วทดสอบรับค่าจากวงจรต่างๆ พบว่าไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับค่าลอจิกต่างๆมาประมวลผลแล้วก็สั่งการไปควบคุมหลอดไฟได้ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทดลองเมื่อควบคุมผ่านทางโครงข่าย PSTN โดยใช้สัญญาณ DTMF พบว่าไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับค่าจากวงจรถอดรหัส DTMF แล้วไปควบคุมหลอดไฟให้ ติดหรือดับตามที่ต้องการได้ และเมื่อทดลองควบคุมผ่านทางอินฟราเรด ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถรับค่าจากตัวรับสัญญาณอินฟราเรด แล้วไปควบคุมอุปกรณ์แต่ละตัวได้ แต่บางครั้งก็มีการประมวลผลผิดพลาด ทำให้ต้องกดรีเซ็ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์บางชิ้นชำรุดง่ายเกินไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้เพียง 4 อุปกรณ์ซึ่งอาจจะน้อยเกินไปสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ดังนั้นควรจะเพิ่มการควบคุมอุปกรณ์ให้มากกว่านี้ นอกจากนี้นอกจากจะควบคุมผ่าน โครงข่าย PSTN และระบบอินฟราเรดแล้ว ควรจะมีการพัฒนาเพิ่มช่องทางในการควบคุมอุปกรณ์ให้มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น ควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ดอนสัน ปงผาบ, และทิพวัลย์ คำน้ำนอง. *ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุกต์การใช้งาน*. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ : ส.ส.ท, 2552.

[2] สิบทิศ วรรณภินพงศ์, และอำพน พานิชกุลพงศ์. "*กล่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านโครงข่ายโทรศัพท์*." ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.

[3] วริสรา แท่นทอง, และอรุณี ตั้งเจริญ. "*การใช้งานรีโมทแบบอินฟราเรดทั่วไปมาควบคุมอุปกรณ์*." ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546.

[4] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. "*ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน*." http://www. pe.eng.ku.ac.th/files/semimar/2010/Group12/system.html.

[5] วัชรพงษ์ ติ้งจันทร์, เสฏฐวุฒิ สุขมาลวงค์. "วิทยาการโทรศัพท์พื้นฐานและโครงข่าย." http://www.thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Principle_of_Telephony_and_its_Network/index.php.

[6] วิชัย หงส์สุภางค์พันธ์. "ไฟฟ้ากระแส." http://sstcno18.blogspot.com/2010/01/7.html.

[7] สถาบันราชภัฏจันทรเกษม. "การเชื่อโยงและการสื่อสารทางสัญญาณ." http://suranat.tripod.com/u1c2.html.

[8] MITEL. "MT8870." http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/77085/MITEL/MT8870.html.

[9] Winbond. "ISD2590." http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/83096/WINBOND/ISD2590.html.

[10] IR remote control protocol. "Protocol." http://hi.baidu.com.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <18F458.h>

#fuses HS,NOLVP,NOWDT,NOPROTECT

#use delay(clock = 10000000)

int number,bit0,bit1,bit2,bit3,key,s,st1,st2,st3,st4,x ;

int pass[4],data[] ;

int tick=0;

int count=0,mon=0,k=0;


#INT_EXT

void EXT_ISR()

{

 for(x=0;x<30;x++)

  {

  data[x]=input(PIN_B0);

  delay_us(910);

  }

  x=0;


if((data[21]==0)&&(data[22]==1)&&(data[23]==0)&&(data[24]==1)&&(data[25]==1)&&(data[26]==0)

)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  {
    output_toggle(PIN_C0) ;
    delay_ms(100);
  }else
if((data[21]==0)&&(data[22]==1)&&(data[23]==1)&&(data[24]==0)&&(data[25]==0)&&(data[26]==1)
)
  {
    output_toggle(PIN_C1) ;
    delay_ms(100);
  }else
if((data[21]==0)&&(data[22]==1)&&(data[23]==1)&&(data[24]==0)&&(data[25]==1)&&(data[26]==0)
)
  {
    output_toggle(PIN_C2) ;
    delay_ms(100);
  }else
if((data[21]==1)&&(data[22]==0)&&(data[23]==0)&&(data[24]==1)&&(data[25]==0)&&(data[26]==1)
)
  {
    output_toggle(PIN_C3) ;
    delay_ms(100);
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

#INT_TIMER0
void Timer0_ISR(void)
{
  tick++;
  if(tick>=38)
  {
    count+=1 ;
    tick = 0;
    if(count==60)
    {
      mon+=1 ;
      count=0;
      if(mon==5)
      {
        output_low(PIN_B2);
        mon=0;
        k=1 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
   }
  }
}
```

```
void Ringing()
{
  while(!input(PIN_B6));
  delay_ms(10000);
  output_high(PIN_B2);
  delay_ms(3000);
}
```

```
 void ReadDTMF()
 {
   while(!input(PIN_B4));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
delay_ms(200);
bit0=input(PIN_B1);
bit1=input(PIN_B3);
bit2=input(PIN_B5);
bit3=input(PIN_B7);
delay_ms(200);
 if((bit0==1)&&(bit1==0)&&(bit2==0)&&(bit3==0))
   number=0x01;
 else if((bit0==0)&&(bit1==1)&&(bit2==0)&&(bit3==0))
   number=0x02;
 else if((bit0==1)&&(bit1==1)&&(bit2==0)&&(bit3==0))
   number=0x03;
 else if((bit0==0)&&(bit1==0)&&(bit2==1)&&(bit3==0))
   number=0x04;
 else if((bit0==1)&&(bit1==0)&&(bit2==1)&&(bit3==0))
   number=0x05;
 else if((bit0==0)&&(bit1==1)&&(bit2==1)&&(bit3==0))
   number=0x06;
 else if((bit0==1)&&(bit1==1)&&(bit2==1)&&(bit3==0))
   number=0x07;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if((bit0==0)&&(bit1==0)&&(bit2==0)&&(bit3==1))
  number=0x08;
else if((bit0==1)&&(bit1==0)&&(bit2==0)&&(bit3==1))
  number=0x09;
else if((bit0==0)&&(bit1==1)&&(bit2==0)&&(bit3==1))
  number=0x0A;
else if((bit0==1)&&(bit1==1)&&(bit2==0)&&(bit3==1))
  number=0x0B;
else if((bit0==0)&&(bit1==0)&&(bit2==1)&&(bit3==1))
  number=0x0C;
}

void checkpass()
{
  if((pass[0]==0x01)&&(pass[1]==0x02)&&(pass[2]==0x03)&&(pass[3]==0x04))
  {
  key=1;
  }
  else key=0;
  delay_ms(100);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}


void voice1()
{
output_low(PIN_D0) ;
output_low(PIN_D1) ;
output_low(PIN_D2) ;
output_low(PIN_D3) ;
output_low(PIN_D4) ;
output_low(PIN_D5) ;
output_low(PIN_D6) ;
output_low(PIN_D7) ;
output_low(PIN_E0) ;
delay_ms(100) ;
output_low(PIN_A1) ;
delay_ms(100);
output_high(PIN_A1) ;
delay_ms(6000);
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void voice2()

{

output_low(PIN_D0) ;

output_low(PIN_D1) ;

output_low(PIN_D2) ;

output_low(PIN_D3) ;

output_low(PIN_D4) ;

output_high(PIN_D5) ;

output_low(PIN_D6) ;

output_low(PIN_D7) ;

output_low(PIN_E0) ;

delay_ms(100) ;

output_low(PIN_A1) ;

delay_ms(100);

output_high(PIN_A1) ;

delay_ms(6000);

}


void voice3()

{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_low(PIN_D0) ;
output_low(PIN_D1) ;
output_low(PIN_D2) ;
output_high(PIN_D3) ;
output_high(PIN_D4) ;
output_high(PIN_D5) ;
output_low(PIN_D6) ;
output_low(PIN_D7) ;
output_low(PIN_E0) ;
delay_ms(100) ;
output_low(PIN_A1) ;
delay_ms(100);
output_high(PIN_A1) ;
delay_ms(6000);
}

void voice4()
{
output_low(PIN_D0) ;
output_low(PIN_D1) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_low(PIN_D2) ;
output_low(PIN_D3) ;
output_high(PIN_D4) ;
output_low(PIN_D5) ;
output_high(PIN_D6) ;
output_low(PIN_D7) ;
output_low(PIN_E0) ;
delay_ms(100) ;
output_low(PIN_A1) ;
delay_ms(100);
output_high(PIN_A1) ;
delay_ms(6000);
}

void voice5()
{
output_low(PIN_D0) ;
output_low(PIN_D1) ;
output_low(PIN_D2) ;
output_low(PIN_D3) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_high(PIN_D4) ;
output_high(PIN_D5) ;
output_high(PIN_D6) ;
output_low(PIN_D7) ;
output_low(PIN_E0) ;
delay_ms(100) ;
output_low(PIN_A1) ;
delay_ms(100);
output_high(PIN_A1) ;
delay_ms(6000);
}

void voice6()
{
output_low(PIN_D0) ;
output_low(PIN_D1) ;
output_low(PIN_D2) ;
output_low(PIN_D3) ;
output_high(PIN_D4) ;
output_low(PIN_D5) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_low(PIN_D6) ;

output_high(PIN_D7) ;

output_low(PIN_E0) ;

delay_ms(100) ;

output_low(PIN_A1) ;

delay_ms(100);

output_high(PIN_A1) ;

delay_ms(6000);

}


void voice7()

{

output_low(PIN_D0) ;

output_low(PIN_D1) ;

output_low(PIN_D2) ;

output_high(PIN_D3) ;

output_low(PIN_D4) ;

output_high(PIN_D5) ;

output_low(PIN_D6) ;

output_high(PIN_D7) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_low(PIN_E0) ;

delay_ms(100) ;

output_low(PIN_A1) ;

delay_ms(100);

output_high(PIN_A1) ;

delay_ms(6000);

}


void voice8()

{

output_low(PIN_D0) ;

output_low(PIN_D1) ;

output_low(PIN_D2) ;

output_low(PIN_D3) ;

output_low(PIN_D4) ;

output_low(PIN_D5) ;

output_high(PIN_D6) ;

output_high(PIN_D7) ;

output_low(PIN_E0) ;

delay_ms(100) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_low(PIN_A1) ;
delay_ms(100);
output_high(PIN_A1) ;
delay_ms(6000);
}

void voice9()
{
output_low(PIN_D0) ;
output_low(PIN_D1) ;
output_low(PIN_D2) ;
output_high(PIN_D3) ;
output_high(PIN_D4) ;
output_low(PIN_D5) ;
output_high(PIN_D6) ;
output_high(PIN_D7) ;
output_low(PIN_E0) ;
delay_ms(100) ;
output_low(PIN_A1) ;
delay_ms(100);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_high(PIN_A1) ;
delay_ms(6000);
}

void voice10()
{
output_low(PIN_D0) ;
output_low(PIN_D1) ;
output_low(PIN_D2) ;
output_low(PIN_D3) ;
output_high(PIN_D4) ;
output_high(PIN_D5) ;
output_high(PIN_D6) ;
output_high(PIN_D7) ;
output_low(PIN_E0) ;
delay_ms(100) ;
output_low(PIN_A1) ;
delay_ms(100);
output_high(PIN_A1) ;
delay_ms(6000);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void voice11()
{
output_low(PIN_D0) ;
output_low(PIN_D1) ;
output_low(PIN_D2) ;
output_low(PIN_D3) ;
output_low(PIN_D4) ;
output_low(PIN_D5) ;
output_low(PIN_D6) ;
output_low(PIN_D7) ;
output_high(PIN_E0) ;
delay_ms(100) ;
output_low(PIN_A1) ;
delay_ms(100);
output_high(PIN_A1) ;
delay_ms(6000);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void voice12()

{

output_low(PIN_D0) ;

output_low(PIN_D1) ;

output_low(PIN_D2) ;

output_high(PIN_D3) ;

output_high(PIN_D4) ;

output_low(PIN_D5) ;

output_low(PIN_D6) ;

output_low(PIN_D7) ;

output_high(PIN_E0) ;

delay_ms(100) ;

output_low(PIN_A1) ;

delay_ms(100);

output_high(PIN_A1) ;

delay_ms(6000);

}


void voice13()

{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_high(PIN_D0) ;
output_high(PIN_D1) ;
output_high(PIN_D2) ;
output_high(PIN_D3) ;
output_low(PIN_D4) ;
output_high(PIN_D5) ;
output_low(PIN_D6) ;
output_low(PIN_D7) ;
output_high(PIN_E0) ;
delay_ms(100) ;
output_low(PIN_A1) ;
delay_ms(100);
output_high(PIN_A1) ;
delay_ms(6000);
}

void voice14()
{
output_low(PIN_D0) ;
output_low(PIN_D1) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_low(PIN_D2) ;

output_low(PIN_D3) ;

output_low(PIN_D4) ;

output_low(PIN_D5) ;

output_high(PIN_D6) ;

output_low(PIN_D7) ;

output_high(PIN_E0) ;

delay_ms(100) ;

output_low(PIN_A1) ;

delay_ms(100);

output_high(PIN_A1) ;

delay_ms(6000);

}


void voice15()

{

output_low(PIN_D0) ;

output_low(PIN_D1) ;

output_low(PIN_D2) ;

output_low(PIN_D3) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_high(PIN_D4) ;
output_high(PIN_D5) ;
output_high(PIN_D6) ;
output_low(PIN_D7) ;
output_high(PIN_E0) ;
delay_ms(100) ;
output_low(PIN_A1) ;
delay_ms(100);
output_high(PIN_A1) ;
delay_ms(6000);
}

void voice16()
{
output_low(PIN_D0) ;
output_low(PIN_D1) ;
output_low(PIN_D2) ;
output_low(PIN_D3) ;
output_high(PIN_D4) ;
output_low(PIN_D5) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_low(PIN_D6) ;

output_high(PIN_D7) ;

output_high(PIN_E0) ;

delay_ms(100) ;

output_low(PIN_A1) ;

delay_ms(100);

output_high(PIN_A1) ;

delay_ms(6000);

}


void voice17()

{

output_low(PIN_D0) ;

output_low(PIN_D1) ;

output_low(PIN_D2) ;

output_low(PIN_D3) ;

output_low(PIN_D4) ;

output_low(PIN_D5) ;

output_high(PIN_D6) ;

output_high(PIN_D7) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_high(PIN_E0) ;

delay_ms(100) ;

output_low(PIN_A1) ;

delay_ms(100);

output_high(PIN_A1) ;

delay_ms(6000);

}


void voice18()

{

output_low(PIN_D0) ;

output_low(PIN_D1) ;

output_low(PIN_D2) ;

output_high(PIN_D3) ;

output_low(PIN_D4) ;

output_high(PIN_D5) ;

output_high(PIN_D6) ;

output_high(PIN_D7) ;

output_high(PIN_E0) ;

delay_ms(100) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output_low(PIN_A1) ;
delay_ms(100);
output_high(PIN_A1) ;
delay_ms(6000);
}

void controlmode()
{
  voice14() ;
  ReadDTMF() ;
  delay_ms(300);
  if(number==0x01)
  {
    output_high(PIN_C0);
    delay_ms(200);
  }
  if(number==0x02)
  {
    output_low(PIN_C0);
    delay_ms(200);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
delay_ms(100);
voice15() ;
ReadDTMF() ;
delay_ms(300);
if(number==0x01)
{
  output_high(PIN_C1);
  delay_ms(200);
}
if(number==0x02)
{
  output_low(PIN_C1);
  delay_ms(200);
}
delay_ms(100);
voice16() ;
ReadDTMF() ;
delay_ms(300);
if(number==0x01)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
  output_high(PIN_C2);
  delay_ms(200);
}
if(number==0x02)
{
  output_low(PIN_C2);
  delay_ms(200);
}
delay_ms(100);
voice17() ;
ReadDTMF() ;
delay_ms(300);
if(number==0x01)
{
  output_high(PIN_C3);
  delay_ms(200);
 }
 if(number==0x02)
 {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    output_low(PIN_C3);
    delay_ms(200);
  }
  delay_ms(100);
  voice18();
  ReadDTMF();
  if(number==0x01)
  {
    s=1;
    delay_ms(100);
  }
  if(number==0x0A)
  {
    s=0;
    delay_ms(100) ;
  }
}

void status()
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(st4==1)
{
  voice6();
}
if(st4==0)
{
  voice7();
}
if(st3==1)
{
  voice8();
}
if(st3==0)
{
  voice9();
}
if(st2==1)
{
  voice10();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if(st2==0)
  {
    voice11() ;
  }
  if(st1==1)
  {
    voice12();
  }
  if(st1==0)
  {
    voice13();
  }
}

void main(void)
{
   set_tris_b(0xFB);
   set_tris_e(0x00);
   set_tris_d(0x00);
   set_tris_c(0x00);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
set_tris_a(0xFC);

output_high(PIN_A1) ;

output_low(PIN_B2);

enable_interrupts(GLOBAL);

enable_interrupts(INT_EXT);

ext_int_edge(H_TO_L);



enable_interrupts(INT_TIMER0);

setup_timer_0(RTCC_INTERNAL| RTCC_DIV_256| RTCC_8_BIT) ;

while(1)

{

loop8 : Ringing();

set_timer0(0) ;

voice1();

voice2();

loop5 : ReadDTMF();

pass[0]=number;

ReadDTMF();

pass[1]=number;

ReadDTMF();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pass[2]=number;
ReadDTMF();
pass[3]=number;
delay_ms(200);
checkpass();
if(key==0)
{
 voice3();
 goto loop5 ;
}
if(key==1)
{
 loop1 : voice4();
 voice5();
 ReadDTMF();
 delay_ms(200);
 if(number==0x01)
 {
   st1=input(PIN_A2);
   st2=input(PIN_A3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
st3=input(PIN_A4);

st4=input(PIN_A5);

delay_ms(500);

status();

st1=0;

st2=0;

st3=0;

st4=0;

delay_ms(500);

controlmode();

if(s==1)

{

  goto loop1 ;

}

if(s==0)

{

  output_low(PIN_B2);

  reset_cpu() ;



}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }


    if(number==0x02)
    {
      controlmode();
      if(s==1)
      {
        goto loop1 ;
      }
      if(s==0)
      {
        output_low(PIN_B2);
        goto loop8 ;
      }
    }
    }
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้