สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROLLED VIA TELEPHONE SYSTEM

โดย

นางสาวปริญดา ตลับเพชร

นางสาวพรเพ็ญ ใจบุญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็คทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 34057
วัน, เดือน, ปี..... 1 ต.ค. 2542

สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROLLED VIA TELEPHONE SYSTEM

โดย

นางสาวปริญดา ตลับเพชร เลขประจำตัว 38014282

นางสาวพรเพ็ญ ใจบุญ เลขประจำตัว 38014329

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์พลผดุง ผดุงกุล

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็คทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2541

ภาควิชา อิเล็คทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

ผู้จัดทำ

1. นางสาวปริญดา ตลับเพชร
2. นางสาวพรเพ็ญ ใจบุญ

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. พลผดุง ผดุงกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROLLED VIA TELEPHONE SYSTEM

นางสาวปริญดา ตลับเพชร เลขประจำตัว 38014282

นางสาวพรเพ็ญ ใจบุญ เลขประจำตัว 38014329

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

ผศ. พลผดุง ผดุงกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

ปริญดา ดลับเพชร
พรเพ็ญ ใจบุญ
ผศ. พลผดุง ผดุงกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2541

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการนำเอาเครื่องโทรศัพท์มาประยุกต์ใช้งานในการควบคุมการเปิด - ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยจะประกอบด้วยเครื่องส่งและเครื่องรับ ซึ่งสามารถติดต่อกันโดยใช้หลักการเอฟเอ็มมอดูเลทความถี่คลื่นพาหะ เพื่อที่จะส่งสัญญาณสั่งงานการสวิทซ์ไปยังเครื่องรับ ทางเครื่องส่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 เบอร์ AT 89C51 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านถูกควบคุมจากภายนอกได้ด้วยสัญญาณโทรศัพท์แบบกดปุ่ม โดยจะมีสัญญาณเสียงคอยแนะนำการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ให้ ในส่วนประมวลผลกลางไอซี AT89C51 จะถูกโปรแกรมไว้ให้ตรวจนับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์เมื่อมีสัญญาณโทรศัพท์เรียกเข้ามาและไม่มีคนรับสาย เมื่อจำนวนกริ่งครบตามที่กำหนดไว้ โทรศัพท์ก็จะถูกตัดเข้าสู่ระบบของการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำการถอดรหัสหมายเลขที่ผู้ใช้กดเข้ามาโดยใช้ไอซีเบอร์ MT 8870 เป็นตัวแปลงรหัส DTMF (Dual Tone Multi Frequency) จากโทรศัพท์เป็นสัญญาณควบคุมไปให้ส่วนประมวลผลจะทำการสั่งให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเปิด หรือ ปิดตามที่เราต้องการ การจะเข้าไปสั่งให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเปิดปิดได้นั้น จะต้องใส่รหัสผ่านก่อนจึงจะสามารถเข้าไปสั่งงานอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ สำหรับเสียงที่แนะนำการทำงานจะบันทึกไว้ในไอซี ISD 2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL EQUIPM ENT CONTROLLLED

VIA TELEPHONE SYSTEM

Parinda Talabpech

Pornpen Jaibun

Polpadung Padungkun Advisor

1998

ABSTRACT

This thesis presents a development of ELECTRICAL EQUIPMENTS CONTROLLED VIA TELEPHONE SYSTEM. It consists of transmitter and receiver which communicates by waves using the principle of FM modulation in order to send signal to control the switch through the receiver. At the transmitter, AT 89C51 microcontroller in MCS-51 series is used as central processing unit. The users can control electrical equipments in this home by using push button telephone (from outside). During each process, it will have the sound response. In part central processing unit AT 89C51 is employed to inspect and count ringing tone, when the ringing tone equal to pre-set reference number, the electrical equipments control mode will be initiate. MT 8870 integrated circuit will be decode DTMF (Dual Tone Muti Frequency) signal from telephone line be control signal. This signal the central processing unit will process and send to control electrical equipment. We must insert password before accessing to control system. Therefore the sound section we has used IC ISD 2590 to save it.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	2
2.1 โครงสร้างภายในของ 8051	2
2.2 คุณลักษณะพื้นฐานของ 8051	3
2.3 8051 ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก	4
2.3.1 ตัวประมวลผล	4
2.3.2 หน่วยความจำ	4
2.3.3 พอร์ทอินพุท/เอาท์พุทของ 8051	4
2.4 ระบบอินเตอร์ของ 8051	5
2.4.1 สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอก	5
2.4.2 สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายใน	5
2.5 การใช้งาน 8255 กับ 8051	5
2.5.1 สักษณะพื้นฐานของ 8255	6
2.5.2 การจำแนกกลุ่มของพอร์ท 8255	7
2.5.3 รูปแบบคำสั่งเพื่อกำหนดการทำงานของ 8255	8
2.5.4 การเชื่อมต่อ 8255 กับ 8051	9
บทที่3 ทฤษฎีและการทำงานของระบบโทรศัพท์	11
3.1 ระบบโทรศัพท์	11
3.1.1 ส่วนประกอบของระบบโทรศัพท์	11
3.1.2 สัญญาณพื้นฐานที่ใช้ในระบบโทรศัพท์	11
3.1.3 ลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณ	13
3.1.4 ระบบ DTMF	13
3.1.5 วงจรรับโทรศัพท์	18
3.2 การมอดูเลททางความถี่	19
3.3 การเชื่อมต่อทางแสง	24
3.3.1 ทรานซิสเตอร์คัปเปลอร์	26
3.3.2 ดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัปเปลอร์	26
3.3.3 ออปโต้คัปเปลอร์ที่ใช้สวิทช์สองทิศทางหรือไตรแอค	27
3.5.4 การประยุกต์ใช้งานในการไปใช้ควบคุมโหลด	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.6 ไอซีบันทึกเสียง ISD – 2590 28

3.6.1 คุณสมบัติของ ISD – 2590 28

บทที่ 4 การออกแบบและการสร้าง 35

4.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์และโครงสร้างระบบ 35

4.1.1 วงจรภาคส่ง 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HOME AUTOMATION

Parinda Talabpech
Pornpen Jaibun
Polpadung Padungkun Advisor
1998

ABSTRACT

This thesis presents a development of ELECTRICAL EQUIPMENTS CONTROLLED VIA TELEPHONE SYSTEM. It consists of transmitter and receiver which communicates by waves using the principle of FM modulation in order to send signal to control the switch through the receiver. At the transmitter, AT 89C51 microcontroller in MCS-51 series is used as central processing unit. The users can control electrical equipments in this home by using push button telephone (from outside). During each process, it will have the sound response. In part central processing unit AT 89C51 is employed to inspect and count ringing tone, when the ringing tone equal to pre-set reference number, the electrical equipments control mode will be initiate. MT 8870 integrated circuit will be decode DTMF (Dual Tone Muti Frequency) signal from telephone line be control signal. This signal the central processing unit will process and send to control electrical equipment. We must insert password before accessing to control system. Therefore the sound section we has used IC ISD 2590 to save it.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	2
2.1 โครงสร้างภายในของ 8051	2
2.2 คุณลักษณะพื้นฐานของ 8051	3
2.3 8051 ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก	4
2.3.1 ตัวประมวลผล	4
2.3.2 หน่วยความจำ	4
2.3.3 พอร์ทอินพุท/เอาท์พุทของ 8051	4
2.4 ระบบอินเตอร์ของ 8051	5
2.4.1 สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอก	5
2.4.2 สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายใน	5
2.5 การใช้งาน 8255 กับ 8051	5
2.5.1 ลักษณะพื้นฐานของ 8255	6
2.5.2 การจำแนกกลุ่มของพอร์ท 8255	7
2.5.3 รูปแบบคำสั่งเพื่อกำหนดการทำงานของ 8255	8
2.5.4 การเชื่อมต่อ 8255 กับ 8051	9
บทที่3 ทฤษฎีและการทำงานของระบบโทรศัพท์	11
3.1 ระบบโทรศัพท์	11
3.1.1 ส่วนประกอบของระบบโทรศัพท์	11
3.1.2 สัญญาณพื้นฐานที่ใช้ในระบบโทรศัพท์	11
3.1.3 ลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณ	13
3.1.4 ระบบ DTMF	13
3.1.5 วงจรรับโทรศัพท์	18
3.2 การมอดูเลททางความถี่	19
3.3 การเชื่อมต่อทางแสง	24
3.3.1 ทรานซิสเตอร์คัปเปลอร์	26
3.3.2 ดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัปเปลอร์	26
3.3.3 ออปโต้คัปเปลอร์ที่ใช้สวิทซ์สองทิศทางหรือไตรแอค	27
3.5.4 การประยุกต์ใช้งานในการไปใช้ควบคุมโหลด	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.6 ไอซีบันทึกเสียง ISD – 2590 28

3.6.1 คุณสมบัติของ ISD – 2590 28

บทที่ 4 การออกแบบและการสร้าง 35

4.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์และโครงสร้างระบบ 35

4.1.1 วงจรภาคส่ง 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 2

รูปที่ 2.2 แสดงแผนภาพบล็อกแสดงหน่วยการทำงานพื้นฐานของ MCS-51 3

รูปที่ 2.3 แสดงแผนภาพแบบบล็อกภายในและขาสัญญาณของไอซีเบอร์ 8255 6

รูปที่ 2.4 แสดงความหมายของบิตภายในข้อมูลควบคุมสำหรับ 8255 8

รูปที่ 2.5 แผนภาพวงจรแสดงการเชื่อมต่อระหว่าง 8255 กับ 8051 10

รูปที่ 3.1 แสดงการจัดปุ่มและระบบสัญญาณ 15

รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายในของ MT8880 17

รูปที่ 3.3 แสดงวงจรทรานซิสเตอร์สวิทชิ่งที่มีโหลดเป็นรีเลย์ 18

รูปที่ 3.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรเฟสล็อคลูป 21

รูปที่ 3.5 ผลต่างเฟสเมื่อความถี่เท่ากัน 22

รูปที่ 3.6 ผลต่างเฟสเมื่อความถี่อินพุทไม่เท่ากัน 22

รูปที่ 3.7 ออปโต้ทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ 26

รูปที่ 3.8 ออปโต้แบบดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ 26

รูปที่ 3.9 ออปโต้แบบไตรแอคคัพเปลอร์ 27

รูปที่ 3.10 ออปโต้แบบเอสซีอาร์คัพเปลอร์ 27

รูปที่ 3.11 วงจรที่ใช้ควบคุมการทำงานของโหลด 28

รูปที่ 3.12 วงจรประยุกต์ใช้งานของ ISD 2590 34

รูปที่ 4.1 บล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบภาคส่ง 36

รูปที่ 4.2 บล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบภาครับ 37

รูปที่ 4.3 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ 37

รูปที่ 4.4 วงจรตัดต่อคู่สายโทรศัพท์ 38

รูปที่ 4.5 วงจรถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ 39

รูปที่ 4.6 รูปแสดงการตรวจสัญญาณกริ่งโทรศัพท์และรหัสผ่าน 42

รูปที่ 4.7 รูปแสดงส่วนควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ 43

รูปที่ 4.8 รูปแสดงการทำงานองไอซีเก็บเสียง 44

รูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณDTMFกับสัญญาณที่ได้จากวงจรดีมอดูเลท ที่ส่วนของภาครับ 45

รูปที่ 5.2 สัญญาณของคลื่นพาหะที่ผ่านการมอดูเลชั่น 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงการจัดกลุ่มของพอร์ทของ 8255	7
ตารางที่ 2.2 ตารางหน้าที่การทำงานของขาสัญญาณไอซี 8255	7
ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงการระบุถึงรีจีสเตอร์หรือพอร์ทภายใน 8255	9
ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงความหมายของระดับของขาสัญญาณRDและWR	9
ตารางที่ 3.1 ตารางคุณสมบัติของสัญญาณต่าง ๆ ที่บอกถึงสภาวะการใช้โทรศัพท์	12
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงระดับสัญญาณระหว่างคู่สายโทรศัพท์ในช่วงการงานต่างๆ	13
ตารางที่ 3.3 แสดงคู่ความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มโทรศัพท์	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

โทรศัพท์ จัดเป็นอุปกรณ์การติดต่อสื่อสารที่มีประโยชน์มากอย่างหนึ่งในปัจจุบันซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างมาก แต่นอกจากประโยชน์ในการสื่อสารแล้ว โทรศัพท์ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ ได้อีกมากมาย

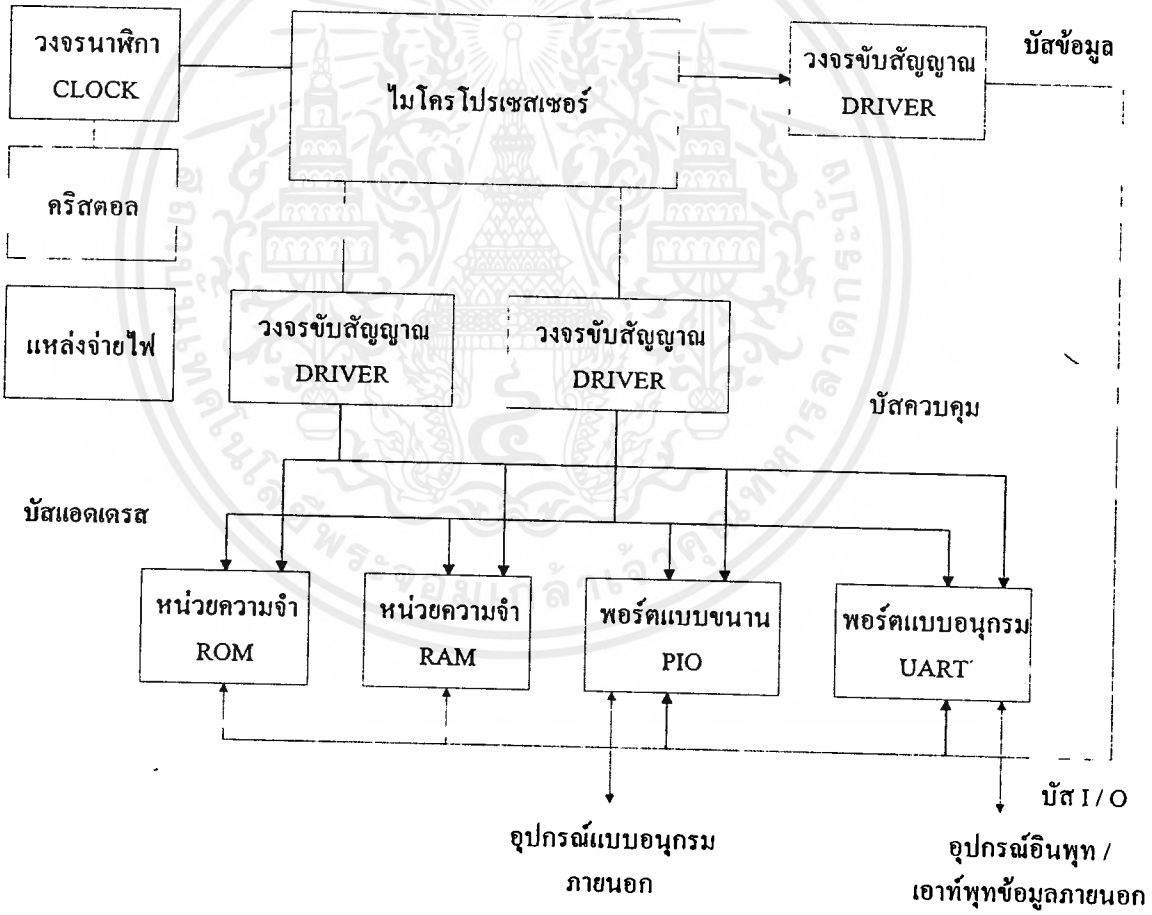
สำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์โทรศัพท์ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากระยะไกลโดยติดต่อผ่านทางโทรศัพท์ ในการใช้งานจะนำสัญญาณควบคุมซึ่งถูกส่งมาตามสายโทรศัพท์แปลงเป็นรหัสดิจิตอลเพื่อนำไปประมวลผลแล้วจึงส่งคำสั่งการทำงานออกไปตามสายไฟเอซีโดยหลักการเอฟเอ็มมอดูเลชั่นไปยังเครื่องปลายทาง เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละตัวก็จะสามารถกำหนดรหัสได้ โดยอุปกรณ์ควบคุมที่ปลายทางจะควบคุมการทำงานของเครื่อง ใช้ไฟฟ้าตามรหัสที่เข้ามา ถ้าเป็นรหัสของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จุดนั้นก็จะยอมรับคำสั่งให้เปิด-ปิดต่อไป ซึ่งในการสั่งงานทางโทรศัพท์จะมีระบบเสียงสังเคราะห์ คอยบอกขั้นตอนในการใส่รหัสควบคุมเพื่อให้ง่ายต่อการสั่งงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1 โครงสร้างภายในของ 8051

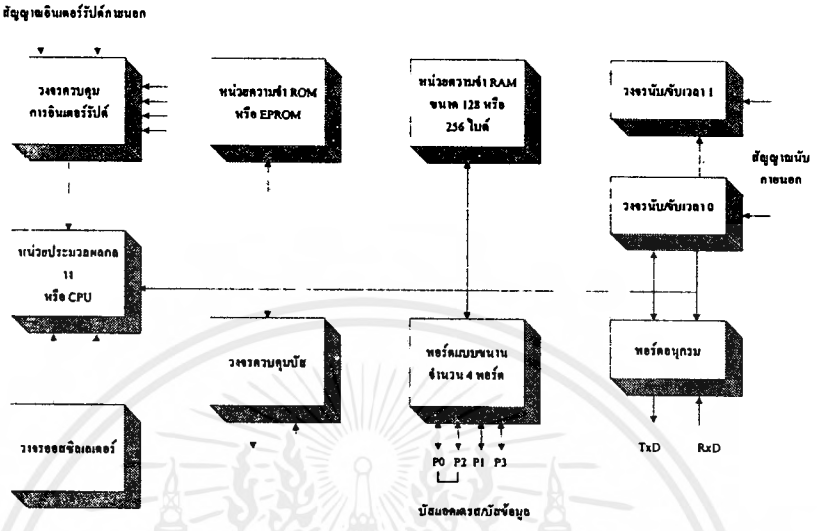
ภายใน 8051 ประกอบด้วยเกทต่าง ๆ ซึ่งจะถูกนำมาออกแบบให้มีหนาที่ในการทำงานต่าง ๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง , วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา โครงสร้างภายในของ 8051 จะประกอบด้วยส่วนย่อย ๆดังไดอะแกรมในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คุณลักษณะพื้นฐานของ 8051



รูปที่ 2.2 แสดงแผนภาพบล็อกแสดงหน่วยการทำงานพื้นฐานของ MCS-51

หน่วยการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่าง ๆที่จัดอยู่ภายในตระกูล MCS-51 นี้ ประกอบด้วย

1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิท

2) หน่วยประมวลผลสำหรับข้อมูลแบบบิต (Boolean Processor)

3) ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม 64 กิโลไบต์

5) ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูล 64 กิโลไบต์

6) หน่วยความจำโปรแกรมภายในขนาด 4 กิโลไบต์ แบบ EPROM (เบอร์ 8751) หรือแบบ ROM (เบอร์ 8051)

7) หน่วยความจำแบบ RAM ภายในจำนวน 128 ไบต์

8) พอร์ตอินพุท / เอาท์พุท แบบขนานจำนวน 32 เส้น ซึ่งสามารถแยกการทำงานได้อย่างอิสระ

9) วงจรนับ / จับเวลาขนาด 16 บิต จำนวนสองวงจร

10) วงจรสื่อสารแบบอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)

11) วงจรควบคุมการอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดสัญญาณ 6 ประเภท พร้อมการกำหนดลำดับความสำคัญได้สองระดับ

12) วงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 8051 ประกอบด้วย 3 ส่วน หลัก คือ

2.3.1 ตัวประมวลผล (CPU - Central Processing Unit)

วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่น ๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออกจากตัว 8051 ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ (Interrupt Control) และส่วนควบคุมบัส (Bus Control) ก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณควบคุมจากส่วนซีพียูนี้ จะทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่งตามที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะนำมาอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกา ที่สร้างจากวงจรออสซิเลเตอร์เพื่อให้ทุก ๆ ส่วนในวงจรทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

2.3.2 หน่วยความจำ (Memory)

ในระบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 จำเป็นต้องมีหน่วยความจำซึ่งประกอบด้วย

1) หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรมของ 8051 เป็นบริเวณหน่วยความจำ สำหรับเก็บข้อมูลและคำสั่งใช้งานต่าง ๆ ซึ่งแม้ว่าจะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบ ข้อมูลเหล่านี้ก็ยังคงไม่สูญหาย

2) หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูลมีหน้าที่สำหรับเก็บข้อมูล หรือตัวแปรที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังประมวลผลโปรแกรมไว้เป็นการชั่วคราว โดยพื้นฐานแล้วหน่วยความจำข้อมูล จัดเป็นหน่วยความจำ RAM แบบสแตติก ดังนั้นเมื่อไม่มีการจ่ายไฟให้กับระบบ ก็จะมีผลทำให้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ภายในหน่วยความจำนี้สูญหายไป

2.3.3 พอร์ทอินพุท / เอาท์พุทของ 8051

เป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือออกจาก 8051 ทำให้ 8051 ติดต่อกับภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุท / เอาท์พุท ได้แก่

1) 4 อินพุท / เอาท์พุทพอร์ท

ทำหน้าที่เป็นส่วนที่รับ - ส่งข้อมูล ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจากตัว MCS-51 โดยมีทั้งหมด 4 พอร์ท แต่ละพอร์ทจะรับ - ส่งข้อมูลได้ 8 บิท มี P0 , P1 , P2 และ P3 บางพอร์ทจะทำงานได้มากกว่า 1 อย่างได้ แต่จะใช้วิธีการทำงานตามลำดับโดยการควบคุมยากสัญญาณควบคุมที่ถอดรหัสมาจากแต่ละละคำสั่งที่ให้คอมพิวเตอร์ทำงานและสัญญาณทั้งหมดจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกา

2) ไทม์เมอร์ 0 และไทม์เมอร์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นวงจรนับที่สามารถกำหนดให้ทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณ ที่ต่อจากภายนอก 8051 หรือจำนวนไซเคิลของสัญญาณนาฬิกาภายใน 8051 ก็ได้ค่าจากการนับจะถูกอ่านหรือตั้งค่าเริ่มต้นของการนับได้โดยซีพียู

3) พอร์ทอนุกรม (Serial Port)

ซีพียู จะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ทอนุกรมเป็นแบบ 8 บิท แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก 8051 เรียงไปทีละบิทออกจากขา TXD และมีการรับข้อมูลเข้าก็จะรับเข้ามาทีละบิททางขา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิท เพื่อให้ซีพียูอ่านไปใช้งานต่อไป

8051 มีพอร์ทให้ใช้งานได้หลายแบบทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่าง ๆ โดยจะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

2.4 ระบบอินเตอร์รัปต์ของ 8051

การติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกมักจะทำโดยการตรวจสอบสภาวะของสัญญาณติดต่อระหว่างกัน การอินเตอร์รัปต์เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสามารถจัดการตอบรับหรือบริการกับอุปกรณ์ต่าง ๆให้เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 สามารถเกิดการอินเตอร์รัปต์ โดยการจำแนกตามแหล่งที่มาของสัญญาณ (Signal Source) ของสัญญาณอินเตอร์รัปต์นั้น ๆ ได้แก่

2.4.1 สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอก (External Interrupt)

การตรวจสอบสัญญาณที่เข้ามาอินเตอร์รัปต์นี้ จะสามารถกำหนดให้มีการตรวจสอบในลักษณะเมื่อได้มีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไปแล้ว หรือในช่วงเวลาขณะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณจากลอจิกสูงไปต่ำ

2.4.2 สัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายใน (Internal Interrupt)

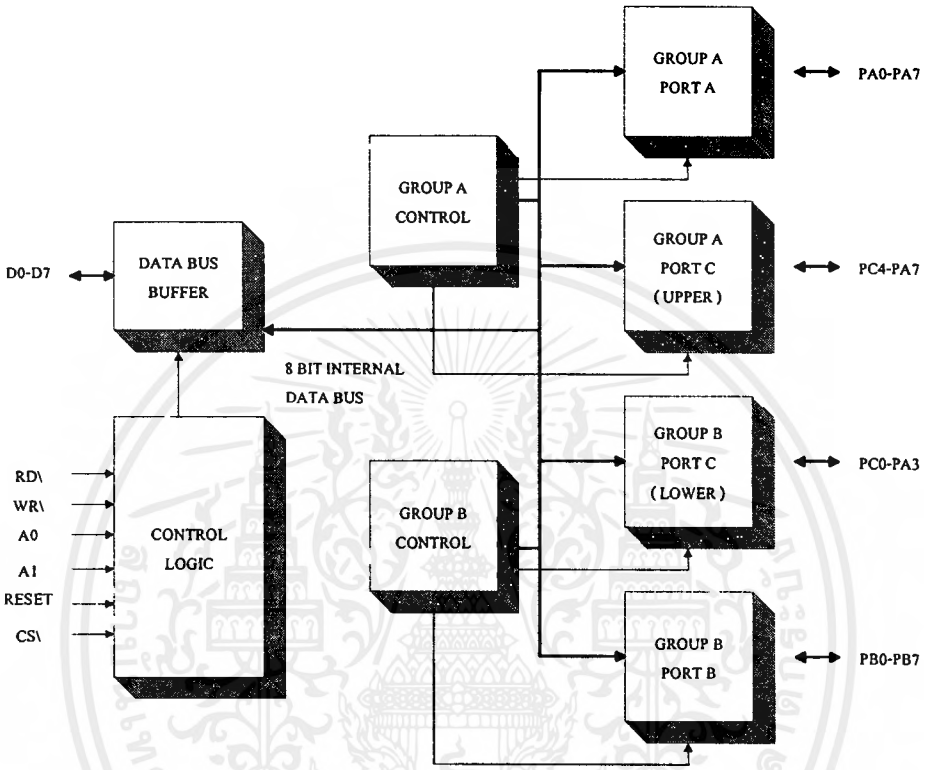
แหล่งกำเนิดสัญญาณนี้จะเป็นวงจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เองเช่น วงจรนับ / วงจรจับเวลา วงจรเชื่อมต่อสัญญาณอนุกรม เป็นต้

2.5 การใช้งาน 8255 กับ 8051

การขยายเพิ่มเติมพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของ 8051 นอกจากการใช้ไอซีประเภทแลตช์และบัฟเฟอร์ประกอบกันเข้ากับบัสของระบบแล้ว ยังสามารถใช้ไอซีวงจรรวมความจุสูง (หรือ LSI) เบอร์ 8255 ซึ่งสามารถทำหน้าที่ได้ทั้งพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุทตามการโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ ทำให้มีความอ่อนตัวในการนำไปใช้งานตามความประสงค์มากขึ้น ภายในบทนี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้กล่าวแนะนำถึงลักษณะพื้นฐานของไอซีนี้ รวมถึงการโปรแกรมใช้งานและการเชื่อมต่อเข้ากับบัสของ 8051 ซึ่งจะทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมต่อไป



รูปที่ 2.3 แสดงแผนภาพแบบบล็อกภายในและขาสัญญาณของไอซีเบอร์ 8255

2.5.1 ลักษณะพื้นฐานของ 8255

ไอซีเบอร์ 8255 ได้รับการออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่เป็นพอร์ต สำหรับการรับ/ส่งข้อมูลแบบขนานระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ จากแผนภาพรูปที่ 2.3 จะเห็นว่า 8255 ประกอบด้วยบล็อกของหน่วยการทำงานหลายส่วน ภายในบล็อกทางด้านขวามือจำนวน 4 บล็อก เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกโดยตรงผ่านทางสัญญาณที่ระบุชื่อว่า PA0 – PA7 , PB0 – PB7 และ PC0 – PC7 กลุ่มของสัญญาณเหล่านี้จำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ พอร์ต A (PA) พอร์ต B (PB) และ พอร์ต C (PC) สำหรับบล็อกถัดเข้ามาบริเวณส่วนกลางที่มีชื่อว่า GROUP A CONTROL และ GROUP B CONTROL ทำหน้าที่กำหนดการทำงานของพอร์ตทั้งสาม บล็อกทั้งสองนี้เชื่อมต่อกับบล็อกอื่น ๆ ผ่านทางบัสข้อมูลภายใน 8255 เอง สำหรับบล็อกการทำงานทางด้านซ้าย ที่มีชื่อว่า ดาต้าบัสบัฟเฟอร์ (Data bus buffer) และ อ่าน / เขียน คอนโทรลลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(read/write control logic) ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างระบบบัสของไมโครคอนโทรลเลอร์กับ 8255 เพื่อรับหรือส่งข้อมูลระหว่างกันตามระดับลอจิกของขาสัญญาณ RD\ และ WR\ ตามลำดับ

2.5.2 การจำแนกกลุ่มของพอร์ต 8255

พอร์ตของ 8255 คือ พอร์ต A พอร์ต B และพอร์ต C โดยพื้นฐานจะเป็นพอร์ตแบบขนานที่ประกอบด้วยสัญญาณ 8 เส้น ซึ่งแต่ละเส้นจะแทนบิตของข้อมูลพอร์ต (เป็นพอร์ตแบบ 8 บิต) นอกจากนี้ยังสามารถอ้างถึงแต่ละบิตของเส้นสัญญาณพอร์ตนี้ได้โดยอิสระ แต่อย่างไรก็ตาม 8255 ได้จัดกลุ่มของพอร์ตเหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม A และกลุ่ม B เพื่อประโยชน์ในการกำหนดรูปแบบการทำงานของพอร์ต ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงการจัดกลุ่มของพอร์ตของ 8255

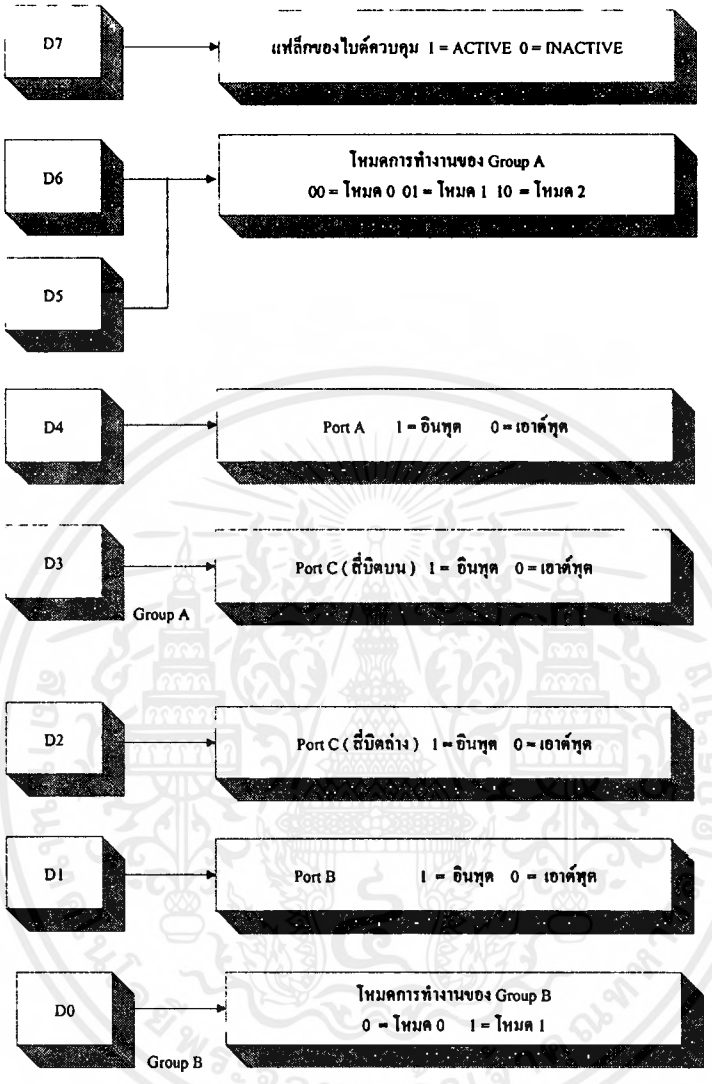
ชื่อกลุ่ม	ลักษณะ
กลุ่ม A	พอร์ต A จำนวน 8 บิต (ทุกบิตของพอร์ต) พอร์ต C จำนวน 4 บิต (เฉพาะ 4 บิตบนของพอร์ต)
กลุ่ม B	พอร์ต B จำนวน 8 บิต (ทุกบิตของพอร์ต) พอร์ต C จำนวน 4 บิต (เฉพาะ 4 บิตล่างของพอร์ต)

จากตารางการทำงานข้างต้นจะเห็นว่า จำนวนเส้นสัญญาณทั้งหมดของพอร์ต C ได้ถูกแยกออกเป็นกลุ่ม คือ กลุ่มของ 4 บิตล่างจาก PC0 - PC3 และกลุ่มของ 4 บิตบนจาก PC4 –PC7 ดังนั้น กลุ่ม A และ กลุ่ม B ของ 8255 จึงมักมีจำนวนบิตในแต่ละกลุ่มเป็นจำนวนถึง 12 บิต

ตารางที่ 2.2 ตารางหน้าที่การทำงานของขาสัญญาณไอซี 8255

สัญญาณ	ความหมาย
D0 – D7	กลุ่มของเส้นสัญญาณข้อมูลของ 8255 เมื่อมีการเขียนหรืออ่าน
CS\	สัญญาณเลือกอุปกรณ์ เมื่อขาสัญญาณนี้เป็นระดับลอจิกต่ำ ซีพียูก็สามารถ เขียนหรืออ่านข้อมูลจาก 8255 ได้
RD\	สัญญาณบอกสถานะต้องการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ของ 8255
WR\	สัญญาณบอกสถานะต้องการเขียนข้อมูลจากรีจิสเตอร์ของ 8255
A0 – A1	สัญญาณระบุตำแหน่งรีจิสเตอร์ภายใน 8255 ที่ต้องการ
RESET	สัญญาณการรีเซตวงจรทำงานภายใน 8255 เพื่อเริ่มต้นใหม่
PA0 – PA7	กลุ่มของสัญญาณ 8 เส้น เมื่อทำการติดต่อกับพอร์ต A ของ 8255
PB0 – PB7	กลุ่มของสัญญาณ 8 เส้น เมื่อทำการติดต่อกับพอร์ต B ของ 8255
PC0 – PC7	กลุ่มของสัญญาณ 8 เส้น เมื่อทำการติดต่อกับพอร์ต C ของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงความหมายของบิตภายในข้อมูลควบคุมสำหรับ 8255

2.5.3 รูปแบบคำสั่งเพื่อกำหนดการทำงานของ 8255

การกำหนดให้พอร์ตทั้งสามของ 8255 ทำงานในลักษณะต่างๆ กันหรือที่เรียกว่า โหมดการทำงาน จะเริ่มด้วยการส่งค่าข้อมูลไบต์หนึ่งให้กับรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานภายในตัว 8255 ข้อมูลนี้จะเรียกว่า ไบต์ข้อมูลควบคุม โดยแต่ละบิตข้อมูลนี้จะมีความหมายที่ระบุถึงความต้องการต่าง ๆ ไปดังแสดงในรูปที่ 2.4 การส่งข้อมูลไบต์นี้จะต้องเริ่มต้นเป็นลำดับแรกก่อนที่จะได้มีการดำเนินการใดๆ กับ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามความหมายของบิตภายในตารางของรูปที่ 2.4 จะเห็นว่าการเลือกให้พอร์ตใดทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตก็กำหนดค่าข้อมูล 1 ให้กับบิตที่เกี่ยวข้องกับพอร์ตนั้น หรือกรณีตรงข้ามสำหรับการเอาต์พุตก็เพียงการกำหนดค่าข้อมูล 0 เท่านั้น อย่างไรก็ตามการกำหนดให้ไบต์ข้อมูลควบคุมนี้มีผลอย่างถูกต้อง ก็จะต้องทำการกำหนดให้บิต D7 มีค่าเป็น 1 เสมอ

2.5.4 การเชื่อมต่อ 8255 กับ 8051

เมื่อพิจารณาแผนภาพของ 8255 จะเห็นว่ามีขาสัญญาณแอดเดรสจำนวน 2 เส้น คือ A0 และ A1 ทำให้ตำแหน่งของแอดเดรสที่จะอ้างถึงได้มีค่าเป็น 2^2 หรือเท่ากับ 4 ตำแหน่ง ซึ่งแต่ละตำแหน่งจะมีความหมายถึงการระบุรีจิสเตอร์หรือพอร์ตภายใน 8255 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงการระบุถึงรีจิสเตอร์หรือพอร์ตภายใน 8255

A1	A0	ชื่อของรีจิสเตอร์
0	0	พอร์ต A
0	1	พอร์ต B
1	0	พอร์ต C
1	1	รีจิสเตอร์ควบคุม

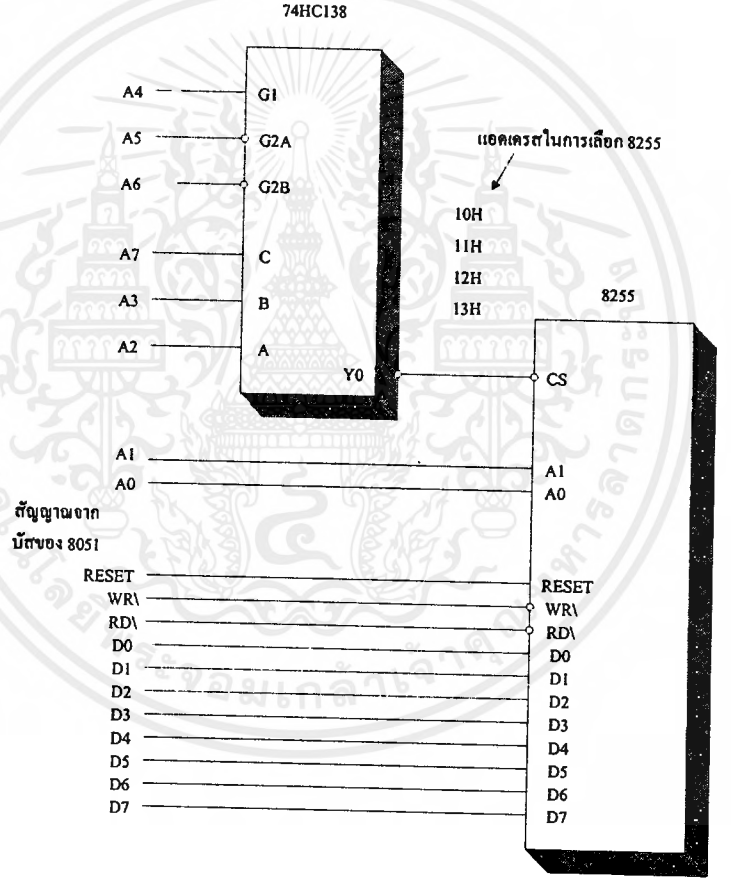
เมื่อพิจารณาค่าของแอดเดรสเหล่านี้ร่วมกับระดับลอจิกของขาสัญญาณ RD\ และ WR\ จะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลทางขาสัญญาณ D0 – D7 ให้กับรีจิสเตอร์นั้นตามลำดับ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงความหมายของระดับของขาสัญญาณ RD\ และ WR\

RD\	WR\	A1	A0	ความหมาย
0	1	0	0	ส่ง (หรือเขียน) ข้อมูลให้กับพอร์ต A
1	0	0	0	รับ (หรืออ่าน) ข้อมูลให้กับพอร์ต A
0	1	0	1	ส่ง (หรือเขียน) ข้อมูลให้กับพอร์ต B
1	0	0	1	รับ (หรืออ่าน) ข้อมูลให้กับพอร์ต B
0	1	1	0	ส่ง (หรือเขียน) ข้อมูลให้กับพอร์ต C
1	0	1	0	รับ (หรืออ่าน) ข้อมูลให้กับพอร์ต C
0	1	1	1	ส่ง (หรือเขียน) ข้อมูลให้กับรีจิสเตอร์ควบคุม
1	0	1	1	เป็นสภาวะที่ไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาสัญญาณควบคุม RD\ และ WR\ มักจะเชื่อมต่อเข้ากับขาสัญญาณชื่อเดียวกับของ 8051 ได้โดยตรง ซึ่งทำให้แอดเดรสพอร์ตของ 8255 อยู่ในพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลของ 8051 สำหรับขารีเซตของ 8255 ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการรีเซตหรือเริ่มสภาวะการทำงานใหม่เมื่อระดับของขาสัญญาณเป็นลอจิกสูง ดังนั้นหากว่าจะใช้สัญญาณการรีเซตเดียวกับของ 8051 เพื่อที่จะรีเซต 8255 ด้วยก็สามารถต่อได้โดยตรง ส่วนขาสัญญาณ D0 – D7 ก็สามารถนำไปเชื่อมต่อโดยตรงเข้ากับบัสของ 8051 ได้เช่นกัน



รูปที่ 2.5 แผนภาพวงจรแสดงการเชื่อมต่อระหว่าง 8255 กับ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีและการทำงานของระบบโทรศัพท์

3.1 ระบบโทรศัพท์

3.1.1 ส่วนประกอบของระบบโทรศัพท์

โทรศัพท์ คือ เครื่องมือสื่อสาร เชื่อมโยงที่นำเสียงพูดระหว่างผู้ใช้ที่อยู่ ณ สถานที่แห่งหนึ่งกับบุคคลที่ต้องการติดต่อด้วย ณ สถานที่อีกแห่งหนึ่ง ให้สามารถพูดจาติดต่อกันได้เหมือนบุคคลทั้งสองนั่งสนทนาอยู่ด้วยกัน

ระบบโทรศัพท์มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1) เครื่องรับโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ที่ผู้ใช้จะใช้ในการติดต่อระหว่างกัน ประกอบด้วย เครื่องส่ง (Transmitter) เครื่องรับ (Reciever) กระดิ่ง (Ringer) ฮุคสวิทช์ (Hook switch) หน้าปัทม์ สำหรับหมุนหรือกดหมายเลข

2) สายโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์แต่ละเครื่อง จะมีสายโทรศัพท์ 1 คู่ เพื่อเชื่อมโยงและเป็นสื่อนำสัญญาณต่างๆจากชุมสายมายังตัวเครื่องรับโทรศัพท์ในขนาดเดียวกัน ซึ่งทำหน้าที่เป็นสื่อในการส่งสัญญาณไฟฟ้าแปลงมาจากสัญญาณเสียงระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์

สายโทรศัพท์ ที่ต่อเชื่อมโยงระหว่างชุมสายเพื่อให้บริการระหว่างชุมสาย จะ เรียกว่า ทรังค์ (Trunk)

3) ชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรศัพท์ เป็นสถานที่ที่รวมคู่สายของเครื่องรับโทรศัพท์แต่ละเครื่องในพื้นที่ใกล้เคียงกันและทำหน้าที่เชื่อมคู่สายให้กับผู้ใช้โทรศัพท์ พร้อมกับส่งสัญญาณแจ้งภาวะการใช้ต่าง ๆ ให้ผู้ใช้ทราบ

ชุมสายโทรศัพท์ระบบเก่าจะเป็นระบบใช้พนักงานต่อ (Manual Telephone) ซึ่งในปัจจุบันได้รับการพัฒนามาเป็นระบบอัตโนมัติ (Automatic Telephone) คือ จะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อสลับคู่สายระหว่างสมาชิกผู้เรียก กับผู้รับโดยอัตโนมัติ

3.1.2 สัญญาณพื้นฐานที่ใช้ในระบบโทรศัพท์

สัญญาณพื้นฐานที่ใช้ในระบบโทรศัพท์ คือ สัญญาณที่แจ้งภาวะการใช้โทรศัพท์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) สัญญาณพร้อมให้หมุน (Dial Tone)

คือ สัญญาณที่ทางชุมสายใช้แจ้งไปยังผู้เรียกใช้โทรศัพท์ว่าอุปกรณ์ต่างๆในชุมสายพร้อมที่จะทำการต่อโทรศัพท์ให้แก่ผู้ใช้โทรศัพท์

2) สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone)

คือ สัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกทราบว่าทางสายของผู้ถูกเรียกว่าง และกำลังเรียกอยู่

3) สัญญาณกริ่ง (Ringing Tone)

คือ สัญญาณที่ชุมสายส่งไปยังเครื่องผู้รับบอกให้รู้ว่ามีการติดต่อกัน

4) สัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่าง (Busy Tone)

คือ สัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกทราบว่ายังไม่สามารถติดต่อกับเครื่องรับโทรศัพท์หมายเลขนั้นในเวลานั้นได้

คุณสมบัติของสัญญาณต่าง ๆ เหล่านี้ มีแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางคุณสมบัติของสัญญาณต่างๆ ที่บอกถึงสภาวะการใช้โทรศัพท์

ชนิดของสัญญาณ	การส่งสัญญาณ	ความถี่(เฮิร์ทซ)
สัญญาณพร้อมให้หมุน	ต่อเนื่องไม่ขาดหาย	480
สัญญาณเรียกกลับ	1 วินาที ขาดหาย 3 วินาที	25
สัญญาณกริ่ง	2 วินาที ขาดหาย 4 วินาที	440 มอดูเลทกับ 480
สัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่าง	- ขาดหาย 30 ครั้งต่อนาทีเมื่อสายในชุมสายไม่ว่าง - ขาดหาย 60 ครั้งต่อนาทีเมื่อเครื่องรับโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อถูกใช้อยู่ - ขาดหาย 120 ครั้งต่อนาทีเมื่อทรังค์ไม่ว่าง	440 มอดูเลทกับ 480

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ลักษณะทางไฟฟ้าของสัญญาณ

สัญญาณระหว่างคู่สายโทรศัพท์จะ ประกอบด้วย สัญญาณไฟกระแสตรง (DC) และสัญญาณกระแสสลับ (AC)ซึ่งระดับสัญญาณระหว่างคู่สายโทรศัพท์จะแตกต่างกันไปดังที่แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงระดับสัญญาณระหว่างคู่สายโทรศัพท์ในช่วงการใช้งานต่าง ๆ

ช่วงเวลาการใช้งาน	ระดับสัญญาณไฟกระแสตรง (โวลท์)	ระดับสัญญาณไฟกระแสสลับ (โวลท์)
ไม่ได้ใช้ งาน ไม่ได้ยกหูฟังขึ้น	48	-
ยกหูฟังขึ้นมีสัญญาณหมุน	10	0.6
กดหมายเลข	10	ไม่เกิน 0.5
มีสัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่าง	10	0.4
มีสัญญาณเรียกกลับ	10	0.4
มีสัญญาณกริ่ง (สำหรับเครื่องผู้รับ)	48	100
มีการพูดระหว่างสาย	10	ไม่เกิน 1 (สัญญาณเสียง)

3.1.4 ระบบ DTMF

ในยุคแรกเริ่มของการใช้โทรศัพท์ เครื่องรับโทรศัพท์ที่ใช้จะเป็นแบบหน้าปัทม์หมุน ซึ่งการหมุนหมายเลขจะทำให้เกิดพัลส์ (Pulse) ของกระแสในจำนวนเท่ากับหมายเลขที่หมุน พัลส์ที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปยังชุมสายด้วยความเร็ว 10 พัลส์ ต่อ วินาที (Pluse per second , pps) หรือ 20 พัลส์ ต่อ วินาที

เนื่องจากโทรศัพท์ที่ใช้ระบบหน้าปัทม์หมุนสำหรับการติดต่อผ่านชุมสายไม่ค่อยจะอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้โทรศัพท์เท่าใดนัก เพราะเป็นระบบเชิงกล ทำงานค่อนข้างช้า ดังนั้นจึงได้มีการคิดสร้างโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มขึ้น ระบบโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มนี้เรียกว่า ระบบ DTMF (Dual - Tone multi frequency) เนื่องจากการกดปุ่มหมายเลขแต่ละปุ่มบนหน้าปัทม์ เครื่องรับโทรศัพท์นั้นทำให้เกิดสัญญาณที่ประกอบขึ้นจาก 2 ความถี่ ส่งออกไปตามสายโทรศัพท์ไปยังชุมสาย เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกให้ชุมสายรู้ว่าผู้ใช้โทรศัพท์ต้องการติดต่อกับโทรศัพท์เครื่องใดแทนการส่งพัลส์ของกระแสการหมุนหน้าปัทม์ของเครื่องรับโทรศัพท์หน้าปัทม์หมุน

ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม

1) ลดเวลาในการเรียกหมายเลขลง

2) การเรียกเลขหมายทำได้ง่ายขึ้น

3) สามารถใช้วงจรทางโซลิทสเตทอิเลคทรอนิกส์แทนอุปกรณ์เชิงกล

4) มีความผิดพลาดในการส่งหมายเลขน้อย

5) ใช้สัญญาณระบบความถี่ซึ่งสามารถส่งระหว่างสถานีได้และสามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่าง

6) สามารถที่จะเพิ่มปุ่มได้อีก 4 ปุ่มในคอลัมน์ที่ 4 เพื่อการใช้งานอย่างอื่น

3.1.4.1 สัญญาณของระบบ DTMF

ระบบ DTMF นี้จะมีความถี่มาตรฐานในย่านความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 8 ความถี่ โดยจะแบ่งความถี่เหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มความถี่ต่ำ 4 ความถี่ และกลุ่มความถี่สูง 4 ความถี่ และสัญญาณ DTMF จะมาจากการรวมสัญญาณความถี่จากกลุ่มความถี่ต่ำ 1 ความถี่และสัญญาณความถี่จากกลุ่มความถี่สูงอีก 1 ความถี่ ดังนั้นสัญญาณ DTMF จึงมีได้ทั้งหมด 16 สัญญาณ (4 ความถี่ต่ำ x 4 ความถี่สูง)

การเลือกความถี่มาตรฐานของระบบ DTMF นี้ ผู้ออกแบบระบบได้ใช้ความพยายามอย่างมากในการเลือกความถี่ที่จะใช้เพราะเนื่องจากต้องระวังไม่ให้สัญญาณเสียงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสายโทรศัพท์ เช่น สัญญาณแจ้งภาวะการใช้งานต่าง สัญญาณรบกวนภายในสายโทรศัพท์มีความถี่อยู่ในช่วงความถี่ DTMF และยังต้องระวังความถี่ที่อาจเกิดขึ้นจากการรวมตัวกันแบบฮาร์โมนิกของค่าความถี่ใดความถี่หนึ่งของความถี่ DTMF และในที่สุดก็ได้ความถี่มาตรฐานทั้ง 8 ดังนี้

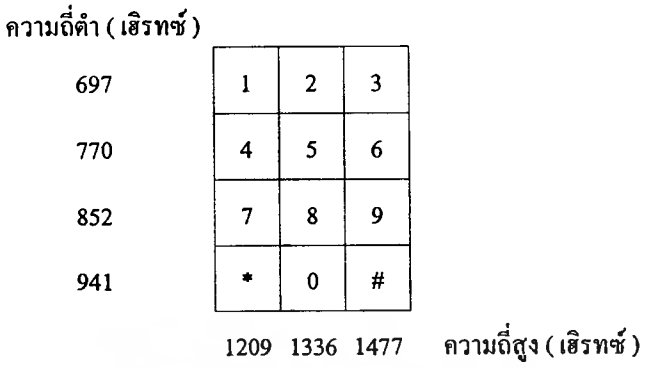
1) ความถี่มาตรฐานในกลุ่มความถี่ต่ำ 4 ความถี่ คือ 697 , 770 , 852 และ 941 เฮิร์ทซ

2) ความถี่มาตรฐานในกลุ่มความถี่สูง 4 ความถี่ คือ 1209 , 1336 , 1477 และ 1633 เฮิร์ทซ

ระบบ DTMF นี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบ 4x4 เนื่องจากการใช้แป้นกดขนาด 4x4 ในการสร้างสัญญาณ DTMF และได้กำหนดปุ่มแต่ละปุ่มเหล่านั้นได้ด้วยตัวเลข 0-9 , * (star หรือ saterisk) , # (pound หรือ octophorpe) , A , B , C และ D ซึ่งในการกดปุ่ม ๆ หนึ่งจะให้สัญญาณความถี่คู่หนึ่งออกมาดังแสดงไว้ดังรูปที่ 3.1

ในการใช้งานทั่วไป จะใช้เฉพาะปุ่มตัวเลข 0-9 เท่านั้น ส่วนปุ่ม * , # , A , B , C และ D สามารถนำมาใช้งานอื่น ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงการจัดปุ่มและระบบสัญญาณ

โทรศัพท์ที่ใช้ระบบ DTMFผู้ใช้สามารถฟังเสียงสัญญาณDTMF ได้โดยการยกหูโทรศัพท์ขึ้นฟัง แล้วกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งบนหน้าปัทม์ ตัวอย่างเช่น การกดปุ่มหมายเลข 8 จะเกิดสัญญาณความถี่ 852 เฮิร์ทซ และ1336 เฮิร์ทซ ขึ้นพร้อมกัน สัญญาณจะถูกส่งผ่านคู่สายไปยังชุมสายและถูกถอดรหัสโดยตัวรับ DTMF ที่ชุมสายโทรศัพท์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมที่ทำหน้าที่ในการจัดการติดต่อโทรศัพท์ภายในท้องถิ่น ในบริเวณหนึ่งภายในพื้นที่หนึ่งๆ ซึ่งถูกกำหนดด้วยเลข 3 ตัวแรกของเลขหมายหลังจากที่ชุมสายทำการเชื่อมต่อคู่สายระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียกเรียบร้อยแล้ว ตัวรับสัญญาณ DTMF ของชุมสายจะหยุดทำงานเพราะในการกดปุ่มบนหน้าปัทม์ โทรศัพท์ครั้งต่อไปจะเป็นการติดต่อกันโดยตรงระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก

3.1.4.2 วงจรถอดรหัสความถี่ DTMF

การถอดรหัสความถี่ DTMF คือ การแปลงสัญญาณความถี่คู่ที่เกิดจากการกดปุ่มบนหน้าปัทม์โทรศัพท์ ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล หรือเลขฐานสองขนาด 4 บิท ซึ่งค่าเลขฐานสองที่ได้จากการถอดรหัส แสดงไว้ดังตารางที่ 3.3

การถอดรหัสความถี่ DTMF ในยุคก่อนจะใช้ไอซี จำพวกเฟสล็อคลูป ซึ่งก่อปัญหามากมายเนื่องจากทำให้ความถี่เปลี่ยนไป ตัววงจรมีขนาดใหญ่เพราะใช้ไอซีจำนวนมาก ซึ่งในปัจจุบันนี้การถอดรหัสความถี่ DTMF สามารถทำได้สะดวกโดยใช้ไอซี MT8870 ซึ่งเป็นไอซีถอดรหัสความถี่ DTMF โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงคู่ความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มโทรศัพท์

ความถี่ต่ำ	ความถี่สูง	หมายเลข	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	0	0	0	1
697	1336	2	0	0	1	0
697	1477	3	0	0	1	1
770	1209	4	0	1	0	0
770	1336	5	0	1	0	1
770	1477	6	0	1	1	0
852	1209	7	0	1	1	1
852	1336	8	1	0	0	0
852	1477	9	1	0	0	1
941	1209	0	1	0	1	0
941	1336	*	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	0	0
697	1633	A	1	1	0	1
770	1633	B	1	1	1	0
852	1633	C	1	1	1	1
941	1633	D	0	0	0	0

3.1.4.3 ส่วนการแปลงสัญญาณ DTMF (MT8880)

MT8880 เป็นไอซีที่มีคุณสมบัติเด่นรวมการเอาทำงานหลาย ๆ หน้าที่เข้าไว้ภายใน หน้าที่การทำงานมีอยู่ด้วยกัน 3 หน้าที่หลักใหญ่ ๆ คือ

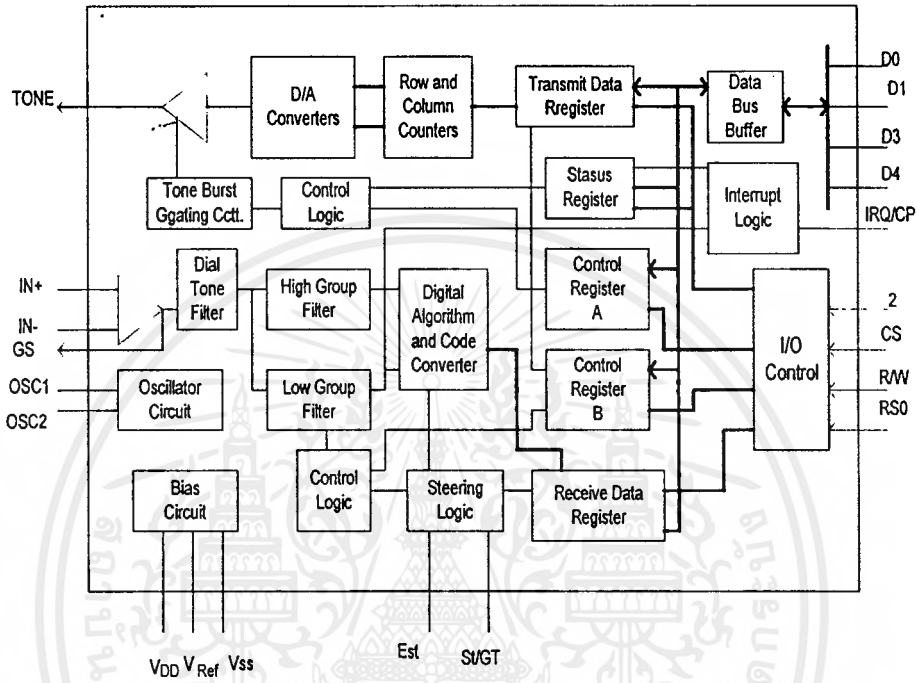
1. DTMF Receiver : ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณหรือแปลงสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) สัญญาณ DTMF จะถูกส่งผ่านเข้ามายังอินพุทของ MT8880 และจะผ่านวงจรฟิลเตอร์ (Filter) แล้วแปลงไปเป็นรหัส BCD เก็บไว้ในรีจีสเตอร์ และ MT8880 จะส่งสัญญาณอินเตอร์รัปไปยังขา IRQ/CP

2. DTMF Transceiver : ทำหน้าที่ในการกำเนิดสัญญาณ DTMF จะเป็นสัญญาณที่เกิดจากการผสมกันด้านความถี่ต่ำและความถี่สูงเข้าด้วยกัน สัญญาณที่ผลิตขึ้นจะถูกส่งออกไปยังขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tone และสัญญาณ DTMF ที่ถูกส่งออกไปนั้นสามารถที่จะกำหนดได้โดย การเขียนรหัส BCD ในตัว MT8880

3. Call Progress : ทำหน้าที่ตรวจสัญญาณเรียกกลับของโทรศัพท์



รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายในของ MT8880

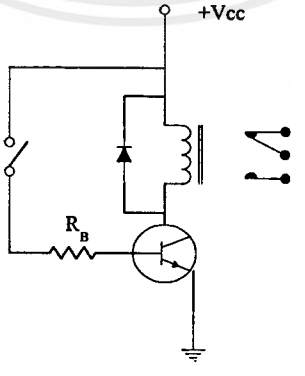
MT8880 เป็นตัวรับส่งสัญญาณ DTMF ที่ประกอบด้วยวงจรขยายที่ปรับอัตราขยายได้ และตัวกำเนิด DTMF สามารถติดต่อกับรีจีสเตอร์ภายในได้ โหมด Call Progress สามารถเลือกค่าความถี่ที่อยู่ในช่วงความถี่ที่กำหนดเข้ามาภายในเพื่อนำไปใช้งาน ภาคตัวรับประกอบด้วยกลุ่มความถี่ต่ำและกลุ่มความถี่สูงที่แยกออกจากกัน โดยส่วนประกอบของมันทั้งสองเป็นวงจรเลือกกรองความถี่ซึ่งทำให้สัญญาณเรียบก่อนที่จะส่งต่อไป ลำดับต่อมาคือตัวถอดรหัสซึ่งใช้วิธีการนับแบบดิจิตอลไปทำการตรวจจับความถี่เข้ามาและตรวจว่ามันเป็นความถี่ DTMF หรือไม่ เมื่อตัวตรวจจับรับรู้ถึงการเข้ามาปรากฏของความถี่คู่แล้วเอาท์พุทของ Est จะอยู่ในสถานะทำงาน การหายไปของความถี่คู่จะเป็นเหตุให้ Est ไม่ทำงาน วงจรกรองความถี่ Call Progress ในโหมด CP สามารถถูกเลือกไปทำการตรวจจับความถี่ที่แตกต่างออกไปได้ซึ่งแสดงความก้าวหน้าของการเรียกใช้โทรศัพท์บนโครงข่าย อินพุทของความถี่ CP และอินพุทของ DTMF อยู่ด้วยกัน อย่างไรก็ตามความถี่ CP สามารถถูกตรวจจับได้เมื่อโหมด CP ถูกเลือก ความถี่ที่แสดงอินพุทซึ่งอยู่ภายในช่วงความถี่ที่ยอมรับของวงจร

เอกสารนี้ผลิตขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ เอาท์พุทที่เป็นสี่เหลี่ยมสามารถถูกวิเคราะห์โดย MPU หรือการจัดการของวงจรนับเพื่อหาประเภทของความถี่ CP ที่ถูกตรวจจับได้ ความถี่ที่อยู่นอกบริเวณที่กำหนดจะไม่ถูกตรวจจับและต่อมาขา IRQ/CP จะคงค่าเป็นสถานะต่ำ วงจร Steering ก่อนการบันทึกค่าความถี่ที่ถูกถอดรหัสตัวรับจะทำการตรวจช่วงเวลาที่ใช้ได้ของความถี่คู่ การทำงานนี้ถูกปฏิบัติโดยค่าคงตัวของ RC และขึ้นโดย Est สถานะหนึ่งของ Est เป็นเหตุให้เกิด V_C (ที่ขา St/GT) และค่าของมันเพิ่มขึ้นเนื่องจากตัวเก็บประจุคายประจุ มีการกำหนดให้สภาพของสัญญาณจะต้องถูกรักษา (คือ Est คงสถานะหนึ่ง) จนกว่าจะถึงช่วงเวลา t_{GTP} ทำให้ V_C มีค่าถึง V_{TSt} ของ Steering แล้วมันจะทำการบันทึกค่าความถี่คู่คือรหัส 4 บิทเข้าไปในรีจีสเตอร์ข้อมูล ที่จุดนี้เอาท์พุทของ GT จะทำงานและขับ V_C ไปสู่ค่า V_{DD} และมันคงขับต่อเนื่องจนกระทั่ง Est มีสถานะหนึ่งเข้ามาอีกครั้ง ท้ายสุดหลังจากการหน่วงช่วงสั้น ๆ จะมีการให้เอาท์พุทไปคงค่าไว้ สถานะของ Delay Steering output flag สามารถตรวจได้โดยดูบิทที่เหมาะสมในรีจีสเตอร์สถานะ ถ้าโหมดการอินเตอร์รัปถูกเลือก IRQ/CP จะมีสถานะเป็นศูนย์ เมื่อ Delay Steering flag ทำงาน ค่าของเอาท์พุทจะแก้ไขระหว่างการเปลี่ยนการทำงานของ Delay Steering flag ค่าข้อมูลที่ถูกแสดงที่บัสข้อมูล 4 บิท แบบ 2 ทิศทาง เมื่อรีจีสเตอร์รับข้อมูลถูกอ่านทำให้วงจร Steering ทำงานในลักษณะย้อนกลับไปเป็น Interdigit Pause ระหว่างสัญญาณ ด้วยเหตุนี้สัญญาณที่ถูกกำจัดก็เนื่องจากช่วงเวลาสั้นเกินไป

3.1.5 วงจรรับโทรศัพท์

ในส่วนของวงจรรับโทรศัพท์สามารถนำวงจรทรานซิสเตอร์สวิทชิ่งที่มีโหลดเป็นรีเลย์มาใช้ในการรับโทรศัพท์ ซึ่งมีลักษณะของวงจรดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรทรานซิสเตอร์สวิทชิ่งที่มีโหลดเป็นรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อไดโอดคร่อมโหลดรีเลย์ ก็เพื่อป้องกันการพังของทรานซิสเตอร์ ในกรณีที่ทรานซิสเตอร์จะเข้าสู่ภาวะคัทออฟพลังงานที่อยู่ในขดลวดรีเลย์อาจจะถ่ายเทมาทางทรานซิสเตอร์ทำให้พังได้ การต่อไดโอดเพื่อลัดวงจรการคายพลังงานจึงช่วยได้

3.2 การมอดูเลททางความถี่ (FREQUENCY MODULATION)

การมอดูเลทแบบนี้ขนาดของคลื่นพาหะจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ความถี่พาหะจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามขนาดของสัญญาณเสียงที่นำมามอดูเลทความถี่ของคลื่นพาหะที่ยังไม่มีการมอดูเลท เรียกว่า ความถี่กึ่งกลาง (Center Frequency)

เมื่อขนาดของความถี่เสียงเพิ่มขึ้นทางบวก ก็จะทำให้คลื่นพาหะมีความถี่เพิ่มขึ้นและถ้าสัญญาณความถี่เสียงมีขนาดลดลง ความถี่ของคลื่นพาหะก็จะลดลง จนกระทั่งขนาดของความถี่เสียงลดลงเป็นศูนย์ ความถี่ของคลื่นพาหะก็จะเป็นความถี่กึ่งกลาง

ในทำนองเดียวกันเมื่อสัญญาณเสียงมีขนาดเป็นลบความถี่ของคลื่นพาหะ ก็จะลดลงซึ่งความถี่ของคลื่นพาหะจะมีค่าต่ำที่สุดเมื่อขนาดของสัญญาณความถี่เสียงลดลงถึงจุดต่ำสุด ดังนั้นความถี่ของคลื่นพาหะจะเป็นความถี่กึ่งกลางอีกครั้ง เมื่อสัญญาณความถี่เสียงผ่านครึ่งรอบ (Half Cycle) ลบไปถึงศูนย์

ดังนั้นจะเห็นแล้วว่าความถี่ของคลื่นเอฟเอ็มจะเปลี่ยนแปลงไป โดยจะมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าความถี่กลาง ซึ่งขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณความถี่เสียง ความถี่ของคลื่นสัญญาณเอฟเอ็มที่แตกต่างจากความถี่กึ่งกลางมากที่สุดจะ เรียกว่า ความถี่เบี่ยงเบนสูงสุดของคลื่นพาหะ (Maximum Frequency Deviation of Carrier) โดยจะประกอบด้วยความถี่เบี่ยงเบนไปจากความถี่กึ่งกลางลงไปทางน้อยกว่า หรือไปในทางเบี่ยงเบนจากความถี่กึ่งกลางในทางมากกว่า ซึ่งจะเห็นได้ว่าความถี่เบี่ยงเบนจะเป็นตัวบอกแอมพลิจูดของสัญญาณที่เรานำมามอดูเลท คือ ถ้ามีแอมพลิจูดมากจะทำให้ค่าความถี่เบี่ยงเบนมีค่ามากด้วย

ค่าอัตราการเบี่ยงเบนความถี่ (Rate of Frequency Deviation) เป็นตัวบอกให้ทราบว่าการเปลี่ยนแปลงของความถี่ครบหนึ่งรอบรวดเร็วเพียงใด ทั้งนี้เพราะเมื่อสัญญาณความถี่เสียงเปลี่ยนแอมพลิจูดไปครบ 1 รอบ สัญญาณเอฟเอ็มก็จะเปลี่ยนตามไปครบ 1 รอบด้วย ถ้าค่าอัตราการเบี่ยงเบนสูงก็แสดงว่าความถี่ของสัญญาณเสียงมีความถี่สูง ดังนั้นค่าอัตราการเบี่ยงเบนจึงขึ้นอยู่กับความถี่เสียง

เสียงที่เกิดจากคลื่นเอฟเอ็มนั้นจะมีความดังหรือค่อย แปรผันตามค่าความถี่ของสัญญาณเอฟเอ็ม ส่วนระดับเสียงสูงต่ำนั้นจะเปลี่ยนแปลงไป ตามอัตราของการเบี่ยงเบนความถี่สูงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเอฟเอ็ม ซึ่งอัตราการเบี่ยงเบนความถี่ของคลื่นเอฟเอ็ม จะแปรไปตามการเปลี่ยนแปลงของความถี่ของสัญญาณความถี่เสียงนั่นเอง

ในการสร้างคลื่นเอฟเอ็มนั้น ผลจะทำให้เกิดความถี่เช่นเดียวกับ เรื่องของสัญญาณเอเอ็ม (Amplitude Modulation : AM) แต่ความแตกต่างระหว่างความถี่แถบข้างของระบบเอเอ็มและเอฟเอ็ม คือ ในระบบเอเอ็มจะมีความถี่แถบข้างเกิดขึ้นเพียงสองความถี่เท่านั้น ความถี่หนึ่งมีค่าเท่ากับผลบวกของความถี่คลื่นพาหะกับความถี่สัญญาณเสียงและอีกความถี่หนึ่งจะมีค่าเท่ากับ ผลต่างของความถี่ทั้งสอง ส่วนในระบบเอฟเอ็มความถี่แถบข้างจะเกิดขึ้นมากมาย นอกเหนือไปจากที่มีในระบบเอเอ็ม แต่อย่างไรก็ดี เพื่อหาช่วงกว้างของแถบความถี่นี้จำเป็นยะต้องกำหนดว่า จุดความถี่ใดจึงจะเป็นจุดที่บอกขอบเขตของความถี่เอฟเอ็ม ทั้งนี้เพราะความถี่ที่เกิดขึ้นที่แถบด้านข้างจะมีตำนวนมากมายจนไม่สามารถกล่าวถึงได้หมด แต่ตามมาตรฐานสากลจะสนใจความถี่ของสัญญาณที่อยู่ในแถบด้านข้างที่มีค่ามากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของสัญญาณความถี่เสียง ความถี่ที่เราให้ความสนใจในแถบความถี่ตัวสุดท้ายนี้ เรียกว่า ความถี่แถบข้างปลายบนและความถี่แถบข้างปลายล่าง (Extreme Lower Side band Frequency) ดังนั้น ค่าช่วงกว้างของคลื่นเอฟเอ็ม ก็คือช่วงของความถี่ข้างปลายบนและความถี่ข้างปลายล่าง ทำให้ช่วงกว้างทางความถี่ของสัญญาณเอฟเอ็มจึงมีค่ามากกว่าคลื่นสัญญาณเอเอ็ม

เมื่อคลื่นสัญญาณเอฟเอ็มมีช่วงความถี่มาก ๆ เรียกคลื่นสัญญาณเอฟเอ็มนั้นว่าเป็นชนิดแถบกว้าง (Wide Band) และคลื่นเอฟเอ็มชนิดนี้ต้องการคลื่นพาหะที่มีความถี่สูง ๆมิฉะนั้นจะเกิดการสอดแทรกกับสถานีข้างเคียงได้โดยปกติเราสามารถทำให้คลื่นสัญญาณเอฟเอ็มมีช่วงกว้างทางความถี่เหมือนเอเอ็มได้โดยการกำจัดค่าการเบี่ยงเบนสูงสุดเอฟเอ็มลงเราเรียกสัญญาณเอฟเอ็มชนิดนี้ว่า สัญญาณที่มีแถบความถี่แคบ (Narrow Band FM) แต่วิธีนี้จะทำให้เกิดความเพี้ยนได้มาก

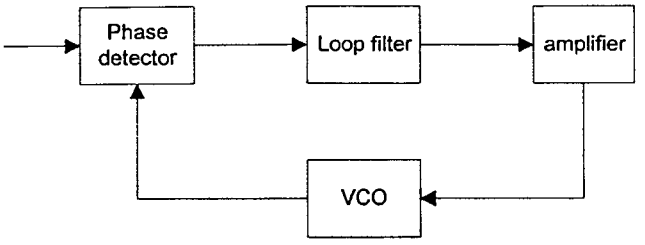
ช่วงกว้างทางความถี่ของสัญญาณเอฟเอ็ม สามารถนำไปดัดแปลงใช้ประโยชน์ คือ

1) เพื่อใช้ในการหาความยาวของเสาอากาศ , ขนาดของห้อง หรือ ความยาวของการสะท้อนของคลื่น
2) เพื่อใช้ในการหาความกว้างของช่วงคลื่น เพื่อให้วงจรอิเล็คทรอนิกส์ของเครื่องรับทำงานได้ตลอดช่วงความถี่ของสัญญาณเอฟเอ็ม

3.2.1 วงจรเฟสล็อคลูป (Phase Lock Loop)

ในโครงงานนี้ได้ใช้ ไอซี CD 4046 เป็นตัวมอดูเลทสัญญาณ DTMF จาก MT 8880 ซึ่ง CD 4046 ภายในเป็นวงจรเฟสล็อคลูป ซึ่งระบบเฟสล็อคลูปเบื้องต้นแสดงได้ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรเฟสล็อคลูป

แต่ละส่วนมีผลต่อคุณสมบัติและการทำงานของระบบ ซึ่งหน้าที่ของแต่ละส่วนจะได้อธิบายดังนี้

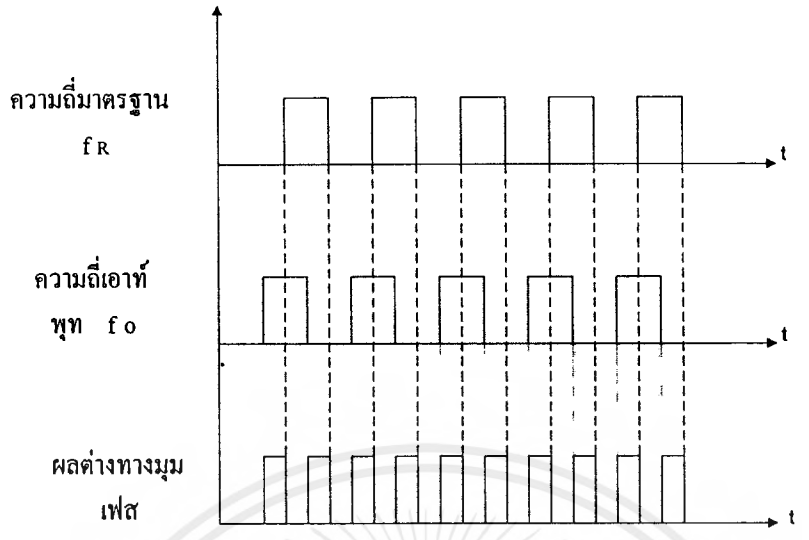
1. เฟสดีเทคเตอร์ (Phase detector) ทำหน้าที่เปรียบเทียบเฟสของอินพุทซึ่งจะมีสองผลของเฟสที่ต่างกันเรียกว่า เฟสเออเรอร์ (phase error) เฟสเออเรอร์นี้จะมีค่าน้อยที่สุดเป็นศูนย์ และจะมีค่ามากที่สุดเป็น $\pi/2$ เฟสดีเทคเตอร์จะทำการเปลี่ยนเฟสเออเรอร์นี้ให้กลายเป็นระดับโวลท์เตท ลักษณะการเปรียบเทียบเฟสของอินพุททั้งสองของเฟสดีเทคเตอร์จะได้แสดงดังรูปที่ 2.3 a

2. ลูปฟิลเตอร์ (Loop filter) ทำหน้าที่กรองสัญญาณความถี่สูงที่ออกมาจากเฟสดีเทคเตอร์ เนื่องจากเฟสดีเทคเตอร์ให้เอาท์พุทเป็นสัญญาณดีซีที่มีเอซีโวลท์เตทร่วมมาด้วย สัญญาณความถี่ที่ได้เกิดจากความต่างเฟส ยิ่งต่างเฟสมากความถี่ยิ่งสูง ดังนั้นลูปฟิลเตอร์จึงช่วยกรองเอาสัญญาณความถี่สูง ซึ่งแสดงว่ามีความต่างเฟสมากออก ทำให้ระบบสามารถแคปเจอร์สัญญาณได้ในช่วงหนึ่งและช่วยให้ระบบรักษาการล็อคไว้ได้อีกด้วย

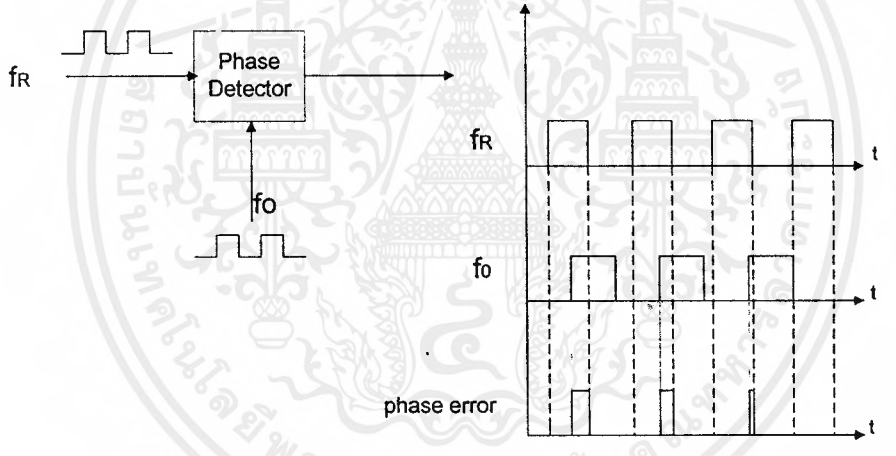
3. วงจรขยายสัญญาณ (amplifier) ใช้ปรับขนาดสัญญาณไฟตรง เพื่อให้การควบคุมดีขึ้น เอาท์พุทของวงจรนี้จะป้อนให้แก่วงจรวีซีโอ

4. วีซีโอ (VCO : Voltage – control oscillator) จะทำหน้าที่ผลิตสัญญาณความถี่โดยการควบคุมของระดับโวลท์เตทอินพุท ระดับโวลท์เตทนี้จะได้จากเอาท์พุทของลูปฟิลเตอร์ ความถี่ที่ล็อคมาจากลูปฟิลเตอร์จะมีผลทำให้เอาท์พุทของวีซีโอเปลี่ยนความถี่ด้วยเช่นกันวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 a ผลต่างเฟสเมื่อความถี่เท่ากัน



รูปที่ 3.2 ผลต่างเฟสเมื่อความถี่อินพุทไม่เท่ากัน

การทำงานของระบบเฟสล็อคลูปสามารถอธิบายอย่างคราว ๆ ได้ดังนี้ เฟสดีเทคเตอร์จะเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณอินพุท $V_i(t)$ กับความถี่ของ VCO และทำให้ได้เออเรอร์โวลท์เตจ Ve (t) และกรองผ่านลูปฟิลเตอร์ไปยังคอนโทรลอินพุทของ VCO รูปของแรงดันควบคุมเพื่อควบคุมความถี่ของ VCO ตามปกติเมื่อไม่มีสัญญาณอินพุทป้อนให้กับระบบเฟสล็อคลูปเออเรอร์โวลท์เตจที่ผ่านลูปฟิลเตอร์$V_d(t)$ ในฟีดแบ็คลูปจะมีค่าเป็นศูนย์ VCOจะทำงานที่ความถี่ศูนย์กลาง $\omega_0 = 2\pi f_0$ ซึ่งเราเรียกว่า ความถี่ฟรีรันนิ่ง ของ VCO ถ้ามีสัญญาณอินพุทเป็นเอซีป้อนให้กับระบบเฟสล็อคลูป และสัญญาณดังกล่าวมีความถี่อินพุท $\omega_R = 2\pi f_R$ ใกล้เคียงกับความถี่ฟรีรันนิ่งพอเพียง การฟีดแบ็คของเฟสล็อคลูป จะทำให้ได้เออเรอร์โวลท์เตจไปขับ VCO ให้มีความถี่ซิงโครไนส์กับความถี่อินพุท ซึ่งแสดงว่าระบบเฟสล็อคลูปมีความถี่เอาท์พุทล็อคกับความถี่ของสัญญาณอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตความถี่ ผลิตความถี่ต่ำๆ ค่าความต้านทานของ ตัวเก็บประจุจะมีค่ามาก และค่ารีแอคแตนซ์ของตัวเหนี่ยวนำจะมีค่าน้อย ถ้าความถี่สูงค่ารีแอค-แตนซ์ของตัวเก็บประจุจะน้อยลง ขณะที่ค่ารีแอคแตนซ์ของตัวเหนี่ยวนำมีค่าเพิ่มขึ้น ถ้าหากเราทดลองปรับความถี่จะพบว่ามีจุดหนึ่งที่ค่ารีแอคแตนซ์ของตัวเก็บประจุกับตัวเหนี่ยวนำเท่ากันที่จุดนี้ทำให้ความต้านทานรวมในวงจรมีค่าสูงสุด เมื่อใช้แอมมิเตอร์วัดพบว่าที่จุดนี้มี กระแสไหลน้อย ที่สุด จุดนี้คือ " จุดเรโซแนนซ์ "

สมมติมีเฟสบวกเข้ามาทางจุด A ขดลวดเกิดการพองตัว ในขณะที่ตัวเก็บประจุ (C) มีการชาร์จประจุหากครึ่งไซเคิลต่อมา เฟสลบเข้ามาบ้าง ขดลวดจะเกิดการยุบตัวและคาปาซิเตอร์เกิดการคายประจุ เนื่องจากกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ (L) จะล้าหลังแรงเคลื่อนไฟฟ้าอยู่ 90 องศา และกระแสที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุจะนำหน้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าอยู่ 90 องศา

กฎของเคอร์ชอฟที่กล่าวไว้ว่า กระแสที่ไหลเข้า ณ จุดหนึ่งย่อม เท่ากับกระแสที่ไหลออก ณ จุดนั้น

$$I = I_L + I_C$$

เมื่อเกิดเรโซแนนซ์ รีแอคแตนซ์ของตัวเหนี่ยวนำจะเท่ากับของตัวเก็บประจุ ($X_L = X_C$) ดังนั้น $I_L = I_C$ เนื่องจากกระแสทั้งสองต่างเฟสกัน 180 องศา ดังนั้นกระแสในวงจรจึงเท่ากับศูนย์ และค่าความต้านทานในวงจรมีผลสำคัญต่อตัวประกอบคุณภาพ (Quality factor) หรือค่า Q โดย

$$Q = X / R$$

ค่า Q เป็นตัวหนึ่งที่บอกค่าแบนวิดธ์ของวงจร

$$BW = f_r / Q$$

ซึ่ง Q = ตัวประกอบคุณภาพ (Quality Factor)

X = รีแอคแตนซ์ (Reactance)

R = รีซีสแตนซ์ (Resistance)

BW = ค่าแบนวิดธ์ (Bandwidth)

การออกแบบวงจร หากว่าออกแบบให้ค่า Q ยิ่งมาก การรับคลื่นวิทยุ หรือการจูนคลื่นจะเกิดการเลือกความถี่ที่ดีมาก (High Selectitvity) โดยค่าของแบนวิดธ์ก็จะยิ่งแคบ

3.5 การเชื่อมต่อทางแสง

ตัวเชื่อมโยงทางแสง (Optocoupler) หรือตัวแยกโดยใช้แสง (Opto Isolator) เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษหลายประการ เช่น คุณสมบัติในการไอโซเลททำให้สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสัญญาณต่าง ๆของวงจรที่มีกราวด์ต่างหัน สามารถป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกัน ระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคอินพุทกับภาคเอาท์พุทได้อย่างเด็ดขาด ซึ่งการคัพปลิ้งด้วยวิธีอื่น ๆ จะทำไม่ได้ จึงได้นำเอาออปโต้คัพเปลอร์มาประยุกต์ใช้ในวงจร เพื่อประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของวงจร

ออปโต้คัพเปลอร์ เป็นอุปกรณ์เดียวที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงและตัวตรวจรับแสงโดยที่ทั้งส่วนนี้จะแยกจากกันกัน มีฉนวนที่โปร่งใส เช่น กระจกบาง ๆ คั่นกลางและชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในตัวถังทึบแสง รูปร่างภายนอกมีอยู่หลายแบบ แต่ที่พบเห็นบ่อยๆ ส่วนมากเป็นแบบดิพ (DIP : Dual In-Line Package) เหมือนไอซี แต่มี 6 ขา แหล่งกำเนิดแสงส่วนใหญ่จะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด (IRED : Infrared Emitter Diode) ทำจากสารแกลเลี่ยมอาร์เซไนด์ (GaAs) ส่วนตัวตรวจรับหรืออุปกรณ์ภาคเอาท์พุทนั้น อาจจะเป็นโฟโต้ดาร์ลิงตัน สวิตซ์สองทิศทาง (Triac) ซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้น และ เอสซีอาร์ (SCR) ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง เป็นต้น ออปโต้คัพเปลอร์ หรือ ออปโต้ไอโซเลเตอร์ได้รับการออกแบบไว้ให้ทำการป้องกันอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ ไม่ให้ได้รับแรงกระชากสูง ๆ หรือคุ้มครองระดับนอยส์ต่ำๆ ซึ่งเป็นต้นเหตุให้เกิดเอาท์พุทไม่ถูกต้องหรือทำให้เกิดคลื่นผิดพลาดขึ้นมาออปโต้คัพเปลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตัวอื่น ๆ ที่มีระดับลอจิกแตกต่างกัน ในออปโต้คัพเปลอร์สัญญาณอินพุทจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานแสงเพราะมี LED ที่อยู่ภายใน พลังงานจึงถูกส่งไปยังโฟโต้ดีเทคเตอร์ ดังนั้นมันจึงทำงานตรงกับพลังงานของแสงที่ได้จาก LED และมีสเปคตามอัตราส่วนการส่งผ่านกระแส (CTR) กับ Isolation voltage CTR เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุทต่อกระแสเอาท์พุท ซึ่งเป็นการวัดความสามารถของออปโต้คัพเปลอร์ในเรื่องความสามารถให้สัญญาณอินพุทถูกส่งไปยังเอาท์พุทอย่างมีประสิทธอภาพ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของ IRED ช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุทและเอาท์พุทรวมทั้งพื้นที่ ความไว (Sensitivity) และอัตราการขยายตัวตรวจจับสำหรับ Isolation voltage ของออปโต้คัพเปลอร์ คือ ปริมาณแรงดันที่ออปโต้คัพเปลอร์สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย

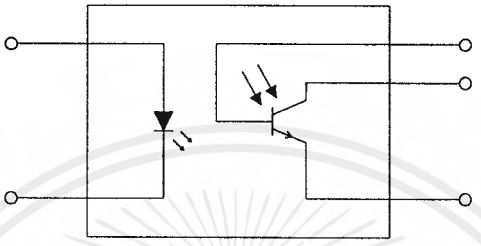
ตัวแปรอินพุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวกำหนดตัวแปรทางด้านความไวของไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด (IRED) ได้แก่ กระแสของไดโอดเมื่อได้รับไบอัสตรง(If) แรงดันตกคร่อมไดโอดเมื่อได้รับไบอัสตรง(Vf) และแรงดันสูงสุดที่ทนได้เมื่อได้รับการไบอัสกลับ (Vr)

เนื่องจากตัวแปรเอาท์พุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรงและตัวแปรส่งถ่าย (Transfer parameter) จะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจจับที่ใช้ในออปโต้คัพเปลอร์ ซึ่งมีจะรายละเอียดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตัวตรวจจับนั้นๆ ตัวอย่าง เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 ทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ (Transistor Coupler)

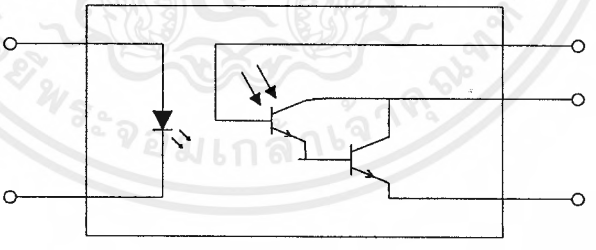
อุปกรณ์ประเภทนี้ได้รับความนิยมมากที่สุด มีความไวระดับกลาง มีราคาถูก ตรงจุดเชื่อมต่อ (junction) ภายในระหว่างคอลเลคเตอร์ - เบส ของทรานซิสเตอร์สามารถเอาสายมาต่อข้างนอกให้ทำหน้าที่เป็นโฟโต้ไดโอด ซึ่งมีความเร็วในการทำงานสูงยิ่งไปกว่าเดิม



รูปที่ 3.7 ออปโต้แบบทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์

3.5.2 ดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ (Darlington Transistor Coupler)

อุปกรณ์ประเภทนี้ให้อัตราส่วนการส่งกระแส หรือมีอัตราการขยายสูงสามารถให้กระแสเอาท์พุทเพิ่มขึ้น ซึ่งจะได้อัตราขยายสูงเป็น 10 เท่า แต่ความเร็วในการทำงานจะช้ากว่า 10 เท่าของการใช้ทรานซิสเตอร์ตัวเดียว



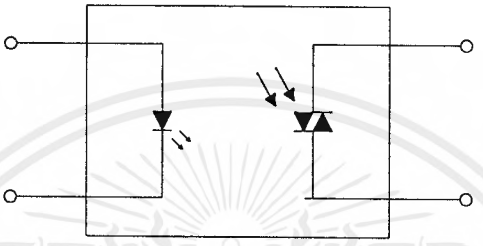
รูปที่ 3.8 ออปโต้แบบดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์

ออปโต้ทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ และ แบบดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ นั้นมีหลักการทำงานเหมือนกัน รอยต่อระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาเบสถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบรอยต่อจะทำให้เกิดคู่ของอิเล็คตรอนและโฮลขึ้นมาเกิดการนำกระแสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 ออปโต้คัพเปลอร์ที่ใช้สวิตซ์สองทิศทางหรือไตรแอค (TRIAC)

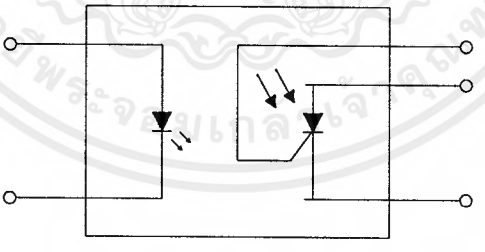
อุปกรณ์ประเภทนี้จะทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นเป็นภาคเอาท์พุท ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานซึ่งต้องการการแยกการทริก หรือ การกระตุ้นตัวไตรแอค การแยกการสวิตซ์ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดกระแสต่ำ และการแยกกันทางไฟฟ้ามีค่าสูง



รูปที่ 3.9 ออปโต้แบบไตรแอคคัพเปลอร์

3.5.4 ออปโต้คัพเปลอร์ที่ใช้เอสซีอาร์ (SCR) ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง

อุปกรณ์ประเภทนี้ ถูกออกแบบมาสำหรับใช้ในงานที่ต้องการการแยกกันทางไฟฟ้าที่มีค่ากระแสสูงระหว่างวงจรทางด้านแรงดันต่ำ (ซึ่งใช้ไอซี) และทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูง



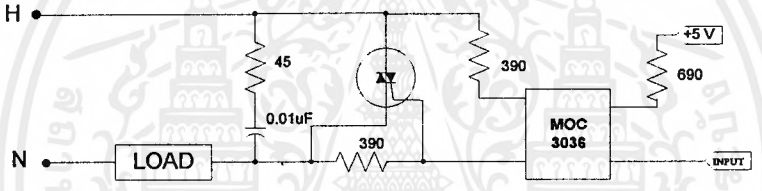
รูปที่ 3.10 ออปโต้แบบเอสซีอาร์คัพเปลอร์

3.5.5 การประยุกต์ใช้งานในการไปใช้ควบคุมโหลด

ในโครงงานนี้ ได้นำเอาออปโต้แบบไตรแอคคัพเปลอร์มาใช้ควบคุมโหลดที่เป็นไฟสลับ 220 โวลท์ แทนการใช้รีเลยและการควบคุมปราศจากข้อยุ่งยากเหมือนวงจรที่ออกแบบโดยใช้รีเลย์ ดังนั้นจึงขอกล่าวถึงเฉพาะการนำเอาออปโต้แบบไตรแอคโต้แบบไตรแอคเปลอร์มาประยุกต์ใช้งานเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 แสดงการใช้ MOC 3063 ในการสวิตช์เปิด–ปิด กระแสผ่านโหลดที่ต้องการกำลังงานจากไฟฟ้ากระแสสลับเพียงเล็กน้อย เมื่อเอาท์พุทจากลอจิกเกทมีค่า " 0 " กระแสจะไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดที่อยู่ภายในถ้าค่ากระแสไบอัสตรง (I_F) มีค่าเท่ากับ I_{FT} (กระแสกระตุ้นไดเปล่งแสงอินฟราสูงสุด ซึ่งต้องการใช้เพื่อคงสถานะให้เอาท์พุทค้าง(Latch) ไว้) เอาท์พุทของสวิตช์สองทิศทางจะถูกกระตุ้นให้นำกระแส เนื่องจากสวิตช์สองทิศทางจะนำกระแสทั้งสองทิศทางกำลังงานจะถูกป้อนเข้าสู่โหลดทั้งในระหว่างครึ่งไซเคิลบวกและครึ่งไซเคิลลบ และเมื่อเอาท์พุทของลอจิกเกทซึ่งป้อนเข้าสู่ออปโต้มีค่าเป็นลอจิก " 1 " กระแสไบอัสตรง (I_F) จะลด ต่ำกว่ากระแสยึด (Holding Current : ซึ่งต้องการสำหรับเอาท์พุทเพื่อมิ่จะยังคงสถานะค้างเอาไว้ได้) จะทำให้สวิตช์สองทิศทางหยุดนำกระแส



รูปที่ 3.11 วงจรที่ใช้ควบคุมการทำงานของโหลด

3.6 ไอซีบันทึกเสียง ISD 2590

อุปกรณ์ประเภทไอซีบันทึกเสียง เมื่อพิจารณาอย่าละเอียดแล้ว ISD 2590 มีข้อแตกต่างจากไอซีบันทึกเสียงทั่วไปที่เด่นชัดคือ ระยะเวลาในการบันทึกนานกว่ามากและไม่ต้องใช้อุปกรณ์เป็นภาคขยายเสียงต่อร่วมภายนอกสามารถขับลำโพงได้โดยตรง ในส่วนของไมโครโฟนใช้ได้กับไดนามิกไมโครโฟน หรือคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนก็ได้ใน

3.6.1 คุณสมบัติของ ISD 2590

คุณสมบัติหลักๆ สำคัญน่าจะครอบคลุมถึงความยุ่งยากต่าง ๆ ให้ง่ายและกระทัดรัดในการใช้งานในตัวเดียว ดังคุณสมบัติของ ISD 2590 ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เพียงไอซีตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้อย่างง่ายดาย
2) ไม่มีอุปกรณ์ประเภทไอซีอื่น ๆ ประกอบร่วมภายนอก
3) ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้
4) มีประสิทธิภาพในการบันทึกและเล่นกลับที่ให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง
5) ควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยสวิตช์หรือควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
6) ระยะเวลาในการบันทึกหรือเล่นกลับตั้งแต่ 45 , 60, 75 และ 90 วินาที ตามแต่เบอร์ในตระกูล ISD25XX
7) ต่อคาสเคสกันได้โดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาให้ยาวมากขึ้น
8) ปิดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป
9) สามารถเก็บความจำไว้ได้นาน 100 ปี ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
10) วงรอบการบันทึก 100,000 ครั้ง
11) มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
12) สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเพียงอย่างเดียวเพื่อพัฒนารูปแบบการใช้งานได้

จากคุณสมบัติต่างๆที่รวมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวจึงทำให้ง่ายแก่การใช้งาน ตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟนจนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับออกลำโพง ก็ถูกรวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียว ในโหมดการบันทึกจะจัดเก็บข้อมูลต่างๆไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซล แบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย (Non-Volatile Memory Cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปแบบของสัญญาณอะนาลอก จะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บความจำโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog-Storage Technology) และการจัดเก็บความจำก็จะจัดเก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณอะนาลอกอยู่เช่นเดิม จึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้สัญญาณเสียงที่เหมือนกับต้นกำเนิดเสียงมาก เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้อง

เมื่อพิจารณาดูบล็อกไดอะแกรมแล้วจะประกอบด้วย ส่วนของบล็อกแอดเดรสบัฟเฟอร์และบล็อกส่วนรับการควบคุม นอกจากนั้นยังมีบล็อกมัลติเพล็กซ์สัญญาณอินพุตของเพาเวอร์แอมป์ภายในไอซี เพื่อทำการเลือกที่จะขยายสัญญาณที่ถูกบันทึกเก็บไว้ หรือขยายสัญญาณจากภายนอกที่ขา AUX IN นอกจากนั้นอัตราการทำงานของไอซีในตระกูล ISD25XX ก็แตกต่างกันดังจะแสดงข้อมูลทางด้านการบันทึกสัญญาณของไอซีในตระกูลไว้ในตารางที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ไอซี	ระยะเวลาบันทึก	การสุ่มสัญญาณทางอินพุต	ความถี่ที่ผ่านวงจรกรอง	ความถี่สัญญาณนาฬิกาภายใน
ISD2545	45 วินาที	10.6 กิโลเฮิรตซ์	4.5 กิโลเฮิรตซ์	1365.3 กิโลเฮิรตซ์
ISD2560	60 วินาที	8.0 กิโลเฮิรตซ์	3.4 กิโลเฮิรตซ์	1024 กิโลเฮิรตซ์
ISD2575	75 วินาที	6.4 กิโลเฮิรตซ์	2.7 กิโลเฮิรตซ์	819.2 กิโลเฮิรตซ์
ISD2590	90 วินาที	5.33 กิโลเฮิรตซ์	2.3 กิโลเฮิรตซ์	682.7 กิโลเฮิรตซ์

ตารางที่3.4 .คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีในตระกูล ISD25XX

การทำงานเบื้องต้น

การทำงานเบื้องต้นนั้น ต้องทำความเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีนี้กันเสียก่อน ดังแสดงตารางคุณสมบัติทางเทคนิคหรือทางไฟฟ้าไว้ในตารางที่ 3.4 รายละเอียดในตารางนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้ เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบใช้งาน และการทำงานเบื้องต้นในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมด เพราะหากกล่าวถึงการทำงานธรรมดาก็คือ ไอซีบันทึกเสียงนั้นคือการทำงาน แต่การทำงานของแต่ละขาและหน้าที่ของแต่ละขาจะมีความสำคัญมากกว่า เพราะจะสามารถนำเอาไอซีไปใช้งานได้อย่างถูกต้องปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุตด้านต่ำ “ 0 ”	V_{IL}	0.8	โวลต์
แรงดันอินพุตด้านสูง “ 1 ”	V_{IH}	2	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านต่ำ	V_{OL}	0.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูง	V_{OH}	V_{CC}-0.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา /OVL	V_{OH1}	2.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา /EOM	V_{OH2}	V_{CC}-1.0	โวลต์
กระแสของแรงดันไฟเลี้ยงที่ Vcc= 5 โวลต์	I_{CC}	25	มิลลิแอมป์
กระแสขณะสแตนด์บายที่ Vcc= 5 โวลต์	I_{SB}	1-10	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุต	I_{IL}	+1 , -1	ไมโครแอมป์
อิมพิแดนซ์ของโหลดเอาต์พุต	R_{EXT}	16	โอห์ม
ความต้านทานอินพุตของปรีแอมป์ไมโครโฟน	R_{MIC}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของขาอินพุตภายนอก	R_{AUX}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของขาอะนาลอก	$R_{ANA\ IN}$	3	กิโลโอห์ม
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 1	A_{PRE1}	24	เดซิเบล
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 2	A_{PRE2}	5	เดซิเบล
อัตราการขยายของขา AUX (สัญญาณภายนอก)	A_{AUX}	1	โวลต์ต่อโวลต์
อัตราการขยายของภาคขยายเอาต์พุตลำโพง	A_{ARP}	22	เดซิเบล
ความต้านทานเอาต์พุตของขา AGC	R_{AGC}	5	กิโลโอห์ม
แรงดันไฟเลี้ยงที่ตัวไอซีทั้งหมด	V_{CC}	5-7	โวลต์
อุณภูมิขณะทำงาน	T_S	-65 - 150	กิโลโอห์ม

ตารางที่3.5 .คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD2590

Address/Mode Input (A_0 - A_9 / M_0 - M_6) ขา 1-10 ขาแอดเดรสและโหมดอินพุตจะมีอยู่สองฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSB_S เป็น “ 0 ” อินพุตก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสบิตทั้งหมด และใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึก และเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดการแลตช์ โดยขอบขาลงของพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ขา /CE และถ้า MSB_S มีสถานะเป็น " 1 " ขาแอดเดรส/โหมดอินพุต จะมาขึ้นอยู่ที่โหมดบิตทั้งหมด และเกิดการแลตช์เมื่อพัลส์ขอบขาลงปรากฏที่ขา /CE

Auxiliary Input (AUX IN) ขา 11 จะเป็นขารับอินพุตจากภายนอกซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาต์พุตของวงจรขยายภายใน และขับออกสู่ขาเอาต์พุตของลำโพงโดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา EC มีสถานะเป็น " 1 " วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดสิ้นแล้วมีการต่อคาสเคด ISD2590 กันหลายๆตัว ขา AUX IN จะถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาต์พุตลำโพงของตัวก่อนหน้านี้ หรือจากตัวอันดับแรก

Ground Input (V_{SSA} , V_{SSD}) ขา 12 และ 13 โดยคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD25XX จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอะนาลอก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังบรรจุของไอซี การใช้งานขากราวด์ทั้งสองนี้จะต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีอิมพิแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างทั้งสอง

Speak Output (S_{p+}, S_{p-}) ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาต์พุตต่อออกลำโพงในตระกูล ISD25XX นี้ จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพงซึ่งประกอบอยู่ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาต์พุตได้ 50 มิลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม ขาต่อลำโพงเอาต์พุตทั้งสองนี้จะไม่ต่อขนานกันโดยเด็ดขาด เมื่อต้องถูกใช้ต่อคาสเคดกันหลายๆตัว และไม่เหมาะในการต่อลำโพงขนานกันทางเอาต์พุตหลายตัว โดยเฉพาะในบางครั้งขาเอาต์พุตลำโพงสามารถต่อคาสเคดกับไอซีอีกตัวได้โดยตรง เพราะมีตัวเก็บประจุคัปปลิ้งอยู่ภายในเรียบร้อย

Voltage Input (V_{CCA} , V_{CCD}) ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรอะนาลอกและดิจิตอลที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซีแล้ว ขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์ และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

Microphone Input (MIC) ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุตที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟน แล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราการขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคัปปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุภายนอก ในลักษณะอนุกรมกับขา 17 นี้ ค่าความจุของตัวเก็บประจุคัปปลิ้งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ที่ต่ออยู่ภายในกับขา 17 ของไอซีเพื่อทำให้เกิดการดัทออฟที่ความถี่ต่ำ

Microphone Reference Input (MIC REF) ขา 18 จะต่อขา 18 นี้เข้ากับกราวด์อะนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

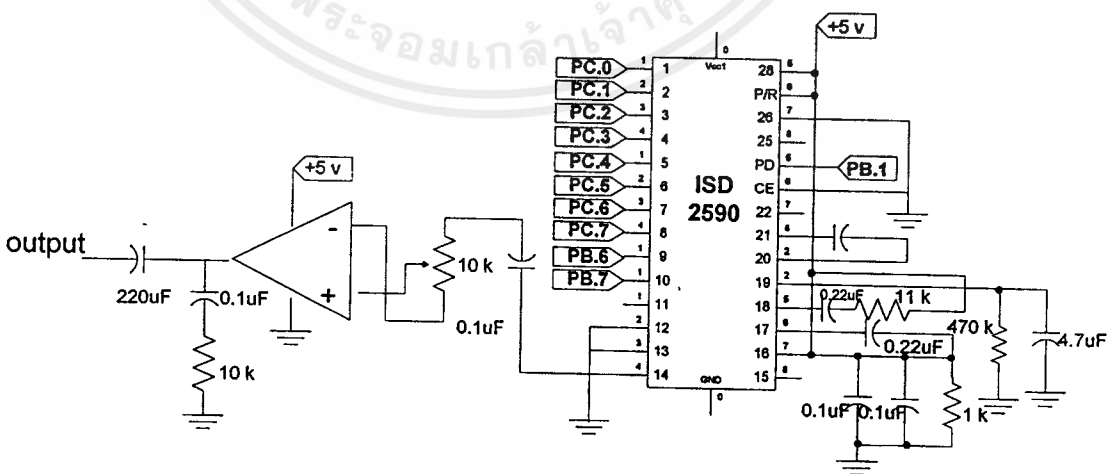
End-Of-Message / RUN Output (/EOM) ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ Non-Volatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึก ขา /EOM นี้จะให้เอาต์พุตออกมาเป็น " 0 " เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

External Clock Input (XCLK) ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอก เพื่อกำหนดค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่าการสุ่มสัญญาณนาฬิกาถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นอยู่กับอุณภูมิภายนอกหรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่ การใช้งานโดยปกติแล้วจะต่อขา 25 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

Playback/Record Input (P/R) ขา 27 เมื่อขาอินพุตควบคุมการเล่นกลับและบันทึก ได้รับพัลส์ " 1 " จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ " 0 " จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของขา /CE จะเป็นการแลตช์อินพุตที่ขา P/R

วงจรการใช้งาน

วงจรการใช้งานแสดงไว้ในรูปที่ 3.12 จะสังเกตเห็นว่าวงจรมีความเรียบง่ายและวงจรประกอบร่วมน้อยมาก สังเกตวงจร นับตั้งแต่ลำโพงที่สามารถต่อได้โดยตรงกับไอซีเลยไมโครโฟนนั้นหากใช้แบบไดนามิกไมโครโฟนก็สามารถต่อเข้ากับอินพุตไมโครโฟนหรือไอซีได้โดยตรงหากเป็นแบบคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนจะต้องมีการไบแอสค่าแรงดันให้กับไมโครโฟนอย่างเหมาะสม ส่วนการประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบไมโครคอนโทรเลอร์และการพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมผ่านไมโครคอนโทรเลอร์ก็สามารถที่จะทำให้ไอซี ISD2590 ทำการบันทึกและเล่นกลับได้หลากหลายของฟังก์ชันการทำงาน ขึ้นกับความสามารถและประสิทธิภาพของโปรแกรมการควบคุม



รูปที่ 3.12 วงจรประยุกต์ใช้งานของ ISD2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

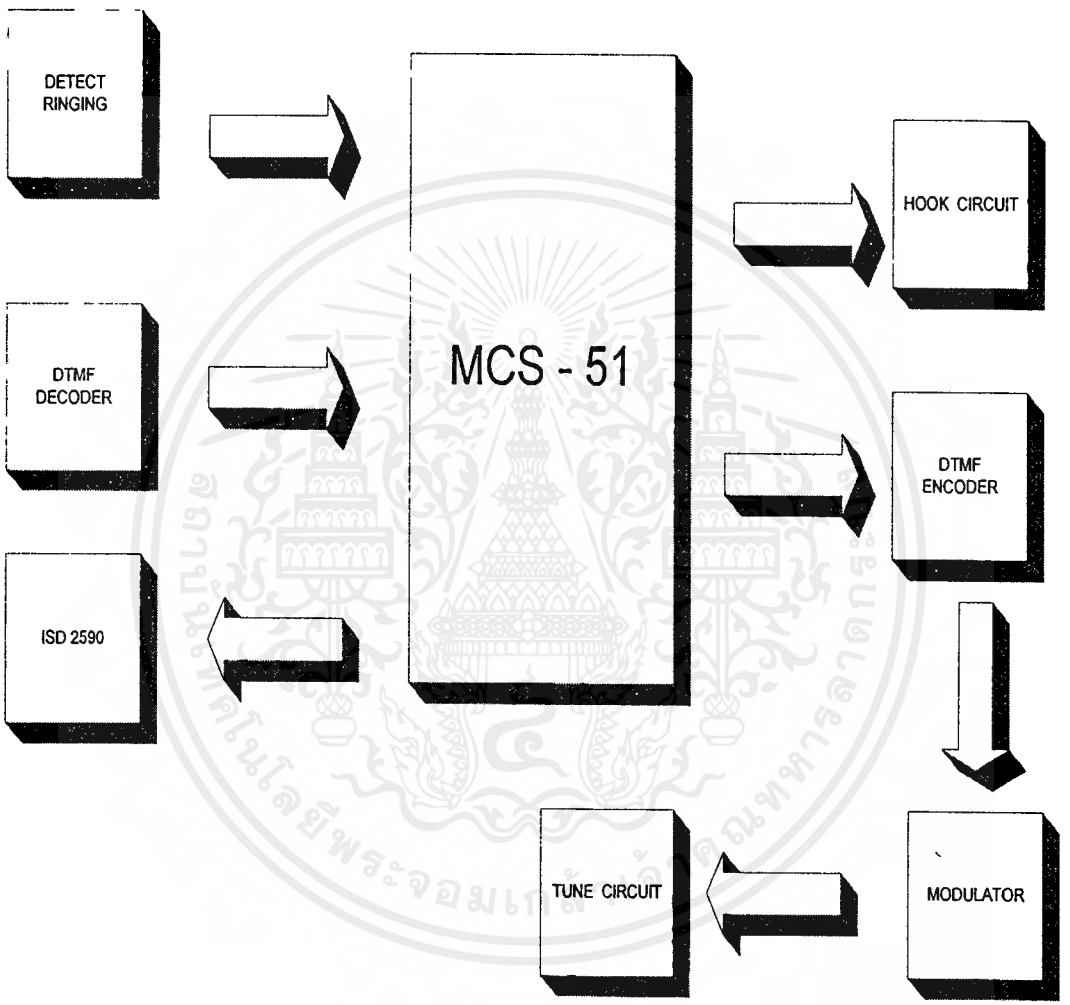
บทที่ 4
การออกแบบและการสร้าง

4.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์และโครงสร้างระบบ

หลักการออกแบบเครื่องควบคุมนี้จะต้องต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์เพื่อสั่งการต่างๆผ่านทางคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งจะอาศัยสัญญาณที่ได้จากการกดที่แป้นคีย์โทรศัพท์ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดยเริ่มแรกนั้นเครื่องควบคุมนี้จะทำการตรวจสอบสัญญาณกริ่ง เพื่อเตรียมรับการสั่งงานจากแป้นคีย์โทรศัพท์ จากนั้นเครื่องควบคุมจะสวิตช์เพื่อให้อยู่ในสภาวะยกหูโทรศัพท์ โดยจะมีระยะเวลาหน่วงรออยู่ประมาณ 10 วินาที เพื่อให้ผู้ต้องการควบคุมสามารถกดรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่โหมดการควบคุมทั้งหมดของระบบ รหัสหรือสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมจะเป็นสัญญาณ DTMF ที่ได้จากแป้นคีย์โทรศัพท์ เมื่อผ่านเข้ามาสู่ระบบควบคุมจะอาศัยอุปกรณ์ถอดรหัส (decoder) สัญญาณ DTMF เพื่อให้เอาท์พุทออกมาเป็นรหัสเลขฐานสอง (BCD code) เข้าสู่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนสวิตช์ทำงานทางเอาท์พุทต่อไป โดยคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลออกทางพอร์ทอนุกรม ซึ่งสัญญาณที่ส่งออกมานี้จะถูกส่งเข้าสู่วงจรมอดดูเลเตอร์เพื่อผสมสัญญาณไปกับสายไฟเอซี (AC line) สัญญาณนี้จะเข้าสู่วงจรดีมอดดูเลเตอร์ที่ปลายทาง และข้อมูลที่ได้จากการดีมอดดูเลชั่นนี้ จะถูกนำไปเทียบกับแอดเดรสที่กำหนดไว้ ซึ่งถ้าตรงกับแอดเดรสของอุปกรณ์ใดก็จะทำการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆต่อไป

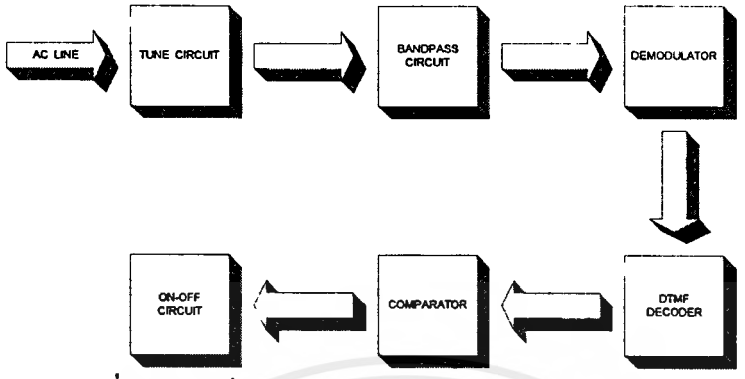
บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบโดยรวมแสดงดังรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 บล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบภาคส่ง

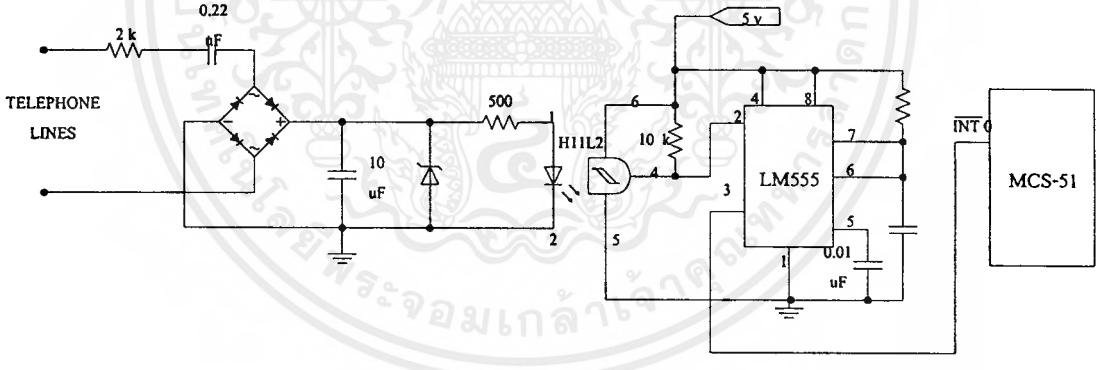
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบภาครับ

4.1.1 วงจรภาคส่ง

4.1.1.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์



รูปที่ 4.3 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์

หน้าที่และหลักการทำงาน

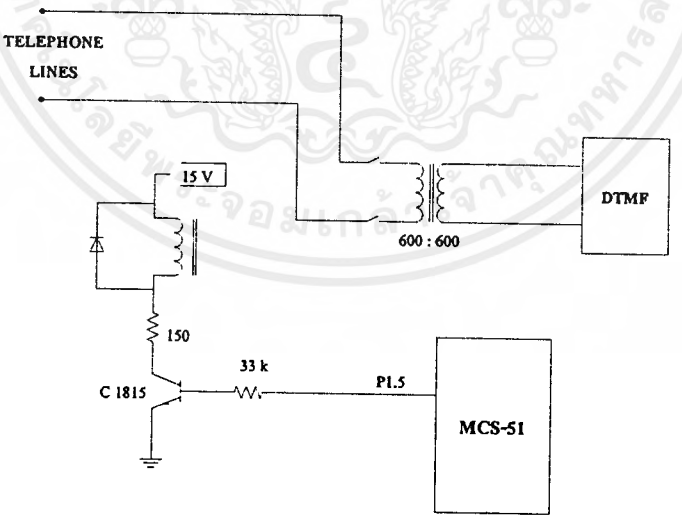
หน้าที่หลัก คือ ตรวจสอบว่ามีสัญญาณกริ่งเข้ามาหรือไม่ โดยเมื่อมีสัญญาณกริ่ง ซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 100 โวลท์ 25 เฮิรท์ซ คร่อมอยู่บนสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์ ผ่านส่วนแรกของวงจรตรวจสอบสัญญาณกริ่งซึ่งในการออกแบบได้ใช้ไอซี MC34012 เป็นตัวแปลงสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณพัลส์เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบจำนวนกริ่งโทรศัพท์ ซึ่งมีคุณสมบัติคือ ภายในตัวไอซีมีบริดจ์ไดโอด และวงจรป้องกันทรานเซี้ยน จึงสามารถกำจัดทรานเซี้ยนเนื่องจากสัญญาณไดอัลของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเก็บประจุต่ออยู่นั้นจะทำให้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงไม่สามารถที่จะผ่านได้ และมีตัวต้านทานเป็นตัวจำกัดกระแสที่ป้อนเข้ามา จากนั้นสัญญาณจะผ่านบริดจ์ไดโอดภายในตัว MC34012 เพื่อกรองสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟกระแสตรง และนำสัญญาณผ่านซีเนอร์ไดโอดเพื่อรักษาระดับแรงดันให้คงที่ที่ 5 โวลท์ ซึ่งจะมีตัวเก็บประจุค่า 10 μs ที่ต่อคร่อมซีเนอร์ไดโอดเพื่อกรองสัญญาณที่ไม่ต้องการทิ้ง แรงดันไฟกระแสตรงที่ได้จะถูกจำกัดกระแสด้วยตัวต้านทานก่อนที่จะเข้าออปโตไอโซเลเตอร์(Opto - Isolator) ซึ่งจะเป็นตัวแยกกราวด์ระหว่างวงจรกับสายโทรศัพท์เพื่อป้องกันแรงดันไฟขนาดสูงของสัญญาณจากสายโทรศัพท์

การทำงานของออปโตออสซิเลเตอร์คือ ในขณะที่ยังไม่มีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามาออปโต-ออสซิเลเตอร์จะยังไม่ทำงาน โดยที่เอาท์พุทของออปโตออสซิเลเตอร์จะมีค่าแรงดันไฟตรงเป็น 5 โวลท์ เมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้ามาที่อินพุททำให้ออปโตออสซิเลเตอร์ทำงาน เอาท์พุทของออปโต-ออสซิเลเตอร์มีแรงดันไฟตรงเป็น 0 โวลท์ สัญญาณที่ได้จากออปโตไอโซเลเตอร์ จะนำไปผ่านวงจรโมโนสเตเบิ้ล (Monostable) เพื่อให้ได้สัญญาณที่เรียบยิ่งขึ้นและคงสถานะไว้ตามค่าของ RC ที่ได้ออกแบบไว้ แล้วจึงส่งสัญญาณเข้าไปยังขาอินเตอร์รัปต์ (INT0) ของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการนับสัญญาณกริ่งต่อไป

4.1.1.2 วงจรตัดต่อคู่สายโทรศัพท์



รูปที่ 4.4 วงจรตัดต่อคู่สายโทรศัพท์

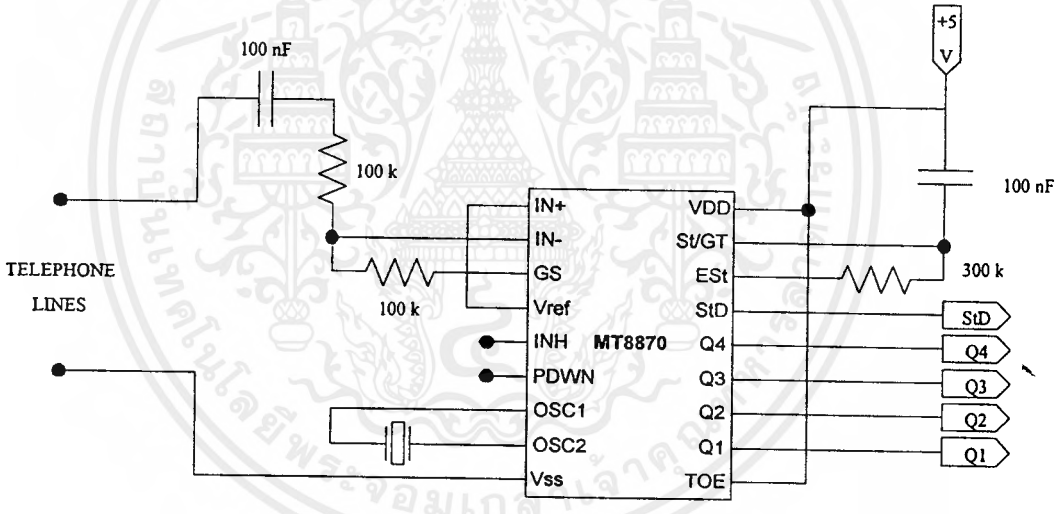
หน้าที่และหลักการทำงาน

ทำหน้าที่ตัดต่อหม้อแปลงขนาด 600 : 600 โอห์ม ที่ต่อคร่อมคู่สาย เพื่อทำหน้าที่เสมือนมีการยกหูและวางโทรศัพท์ วงจรตัดต่อคู่สายโทรศัพท์นั้น เป็นวงจรขับรีเลย์ให้ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสวิทช์ตัดต่อหม้อแปลงขนาด 600 - 600 โอห์ม คร่อมคู่สาย เพื่อให้แรงดันคร่อมคู่สายลดลงตามเกณฑ์ทำให้เสมือนมีการยกหูโทรศัพท์ โดยรีเลย์นั้นสามารถทำงานได้เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าคร่อมขดลวดภายในรีเลย์มีค่าอยู่ในช่วง + , - 10% ของค่าแรงดันไฟฟ้าของตัวรีเลย์นั้นและกระแสที่ไหลผ่านต้องมีค่าตามการทำงานของรีเลย์ โดยเราใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวขับให้เกิดการทำงานของรีเลย์ คือ เมื่อไมโคร-คอนโทรลเลอร์ทำการนับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ครบตามจำนวนครั้งที่กำหนดไว้ จะส่งสัญญาณ ลอจิกสูงให้แก่ขาเบสของทรานซิสเตอร์จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานและทำให้รีเลย์ทำงานเป็น สวิทช์ตัดต่อคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งที่ขดลวดของรีเลย์จะมีไดโอดต่อไบอัสกลับอยู่ เพื่อให้เกิดกระแสไหลได้ ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงกระแสผ่านขดลวดอย่างกระทันหัน เป็นการป้องกันไม่ให้กระแสไปทำให้ทรานซิสเตอร์พัง

4.1.1.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ (DTMF)



รูปที่ 4.5 วงจรถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ (DTMF)

หน้าที่และหลักการทำงาน

หน้าที่หลัก คือ การนำสัญญาณ DTMF จากคู่สายมาทำการถอดรหัส DTMF โดยใช้ไอซี MT 8870 ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลที่เป็นข้อมูล 4 บิท พร้อมสัญญาณดิจิตอลที่เป็นสโตรบอีก 1 บิท เพื่อใช้เป็นข้อมูลส่งให้แก่ส่วนการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 วงจรสร้างสัญญาณโทรศัพท์

หน้าที่และหลักการทำงาน คือ เราจะใช้ ไอซี MT 8880 เป็นตัวสร้างสัญญาณโทรศัพท์ เพื่อนำไปใช้เป็นสัญญาณอินพุทในส่วนของวงจรเอฟเอ็มมอดูเลชั่นต่อไป

4.1.1.5 วงจรเอฟเอ็มมอดูเลชั่น (Frequency Modulation)

หน้าที่และหลักการทำงาน คือ เราจะนำวงจรเฟสล็อคลูปโดยใช้ไอซี CD 4046 มาประยุกต์ใช้ในการทำเอฟเอ็มมอดูเลชั่น โดยนำสัญญาณDTMF ที่ได้จาก MT 8880 มาเป็นสัญญาณอินพุทมาทำการมอดูเลชั่นกับคลื่นพาหะที่มีความถี่กลางเท่ากับ 300 กิโลเฮิรตซ์ แล้วจึงนำเอาท์พุทมาผ่านส่วนของวงจรแทงก์จูนเพื่อทำการจำกัดแบนวิดธ์เพื่อให้การส่งสัญญาณออกไปในสายไฟเอซีมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.1.1.6 วงจรไอซีเก็บเสียง

เราจะใช้ ไอซี ISD 2590 เพื่อเป็นตัวเก็บเสียงเพื่อใช้ในการแนะนำขั้นตอนการทำงานให้กับผู้ใช้

4.1.2 วงจรส่วนภาครับ

4.1.2.1 วงจรแทงก์จูนและวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (Bandpass Filter)

ทำหน้าที่กรองและขยายแถบความถี่ที่ต้องการ ซึ่งมีความถี่กลางเท่ากับ 300 กิโลเฮิรตซ์ โดยมีส่วนของแทงก์จูนเป็นตัวแยกกราวด์ เพื่อป้องกันกระแสกระชาก

4.1.2.2 วงจรเอฟเอ็มดีมอดูเลชั่น (Frequency Demodulation)

วงจรในส่วนนี้จะทำการแยกเอาสัญญาณ DTMF ออกจากคลื่นพาหะ เพื่อนำสัญญาณ DTMF ไปใช้ในส่วนการควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ต่อไป ซึ่งเราได้ประยุกต์ใช้ไอซี CD 4046 มาเป็นตัวดีมอดูเลชั่น

4.1.2.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

วงจรส่วนในนี้จะทำหน้าที่เหมือนกับทางด้านภาคส่ง คือ ทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF โดยจะนำเอาท์พุทที่เป็นสัญญาณดิจิตอล

4.1.2.4 วงจรเปรียบเทียบค่าและวงจรควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์

หน้าที่ของส่วนนี้ คือ นำเอาสัญญาณดิจิตอลจากวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF มาทำการเปรียบเทียบค่าที่กำหนดไว้เพื่อแทนตำแหน่งของอุปกรณ์และสถานะของอุปกรณ์ที่เราต้องการควบคุม ในส่วนของการเปิดปิดอุปกรณ์เราได้ใช้ ออปโต้ไอโซเลเตอร์ เบอร์ MOC 3063B เพื่อเป็นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมและแยกกราวด์ของวงจรออกจากระบบ และใช้ไตรแอคเป็นตัวสวิทซ์เปิด – ปิด ในส่วนของด้านไฟเอซีของอุปกรณ์

สรุปการทำงานโดยรวมของระบบ

การทำงานของวงจรนี้สามารถสั่งงานปิด – เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ทางโทรศัพท์ เมื่อมีโทรศัพท์เข้ามาสัญญาณกริ่งจะผ่านวงจรบริดจ์เรคติไฟเออร์ เพื่อแลงให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง แล้วป้อนให้แก่ออปโต้คัปเปลอร์เพื่อแปลงให้เป็นสัญญารแบบพัลส์เอาท์พุทที่ออกจากออปโต้คัปเปลอร์จะต่อเข้าไปยังขา INT0 ของ ไอซี 89C51 เพื่อที่แจ้งให้ 89C51 ทราบว่าขณะนี้ได้มีการโทรศัพท์เข้ามาแล้ว ให้เริ่มการทำการนับพัลส์ที่เข้ามาได้แล้วหากว่าจำนวนพัลส์ที่เข้ามาครบตามจำนวนที่ตั้งไว้โดยที่ไม่มีใครมามารับสายก็ให้ตัดเข้าสู่ระบบการควบคุม โดย 89C51 จะทำการส่งสัญญาณ " 1 " ออกที่พอร์ตเพื่อให้รีเลย์ทำงาน นั้นคือมีการยกหูโทรศัพท์รับสายเรียกเข้ามา จากนั้นก็จะมีเสียงแนะนำขั้นตอนการเข้าใช้งาน ซึ่งในตอนแรกจะมีการใส่รหัสผ่านโดยกดหมายเลขบนแป้นโทรศัพท์ กำหนดให้มีการใส่รหัสผ่านผิดได้ไม่เกิน 2 ครั้ง หากผิดเกิน 2 ครั้งเครื่องก็จะแจ้งให้ทราบว่าไม่สามารถเข้าไปสั่งงานเครื่องใช้ไฟฟ้าได้และวางหูทันที หรือหากไม่มีการกดปุ่มใด ๆเกินเวลาที่กำหนดไว้เครื่องก็จะวางหูเช่นกัน

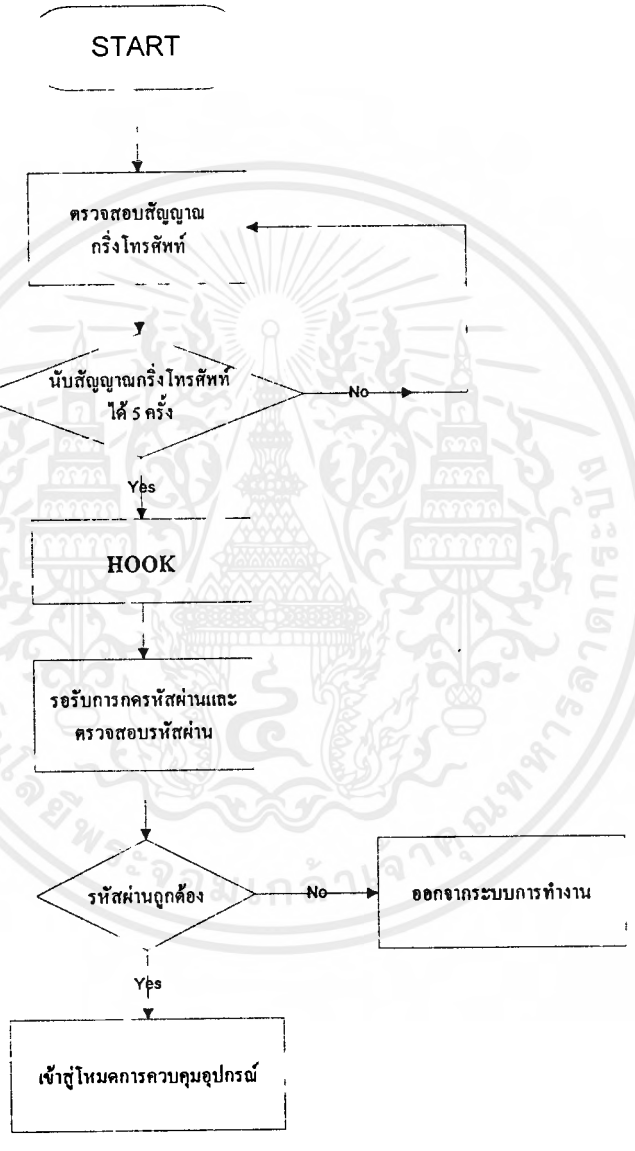
ในการอ่านค่าจากการกดปุ่มโทรศัพท์นั้นใช้ไอซี MT 8870 จะทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณ DTMF ให้เป็นสัญญาณไบนารี่ 4 บิท ส่งไปให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลสัญญาณที่ได้ และทำการส่งสัญญาณการควบคุม โดยมี MT 8880 เป็นตัวสร้างสัญญาณ DTMF ผ่านเข้าไปทำการเอฟเอ็มมอดูเลชั่นด้วยไอซี CD 4046 เอาท์พุทที่ได้จะผ่านวงจรแทงก์จูนก่อนทำการส่งสัญญาณออกไปตามสายไฟเอซี

ในส่วนของภาครับนั้น เมื่อสัญญาณผ่านเข้ามายังที่เครื่องรับจะทำการดีมอดูเลชั่นด้วย ไอซี CD 4046เพื่อให้ได้เป็นสัญญาณ DTMF แล้วนำไปถอดรหัสออกมาเป็นสัญญาณไบนารี่ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบค่ากับค่าที่กำหนดไว้ให้กับอุปกรณ์แต่ละตัว โดยถ้าเป็นการควบคุมอุปกรณ์ตัวนั้นก็จะมีค่าเอาท์พุทจากคอมพาเรเตอร์เป็นศูนย์ ถ้าเป็นการเปิด – ปิดอุปกรณ์จะใช้ออปโต้ไตรแอคเป็นตัวส่งสัญญาณไปทริกให้ไตรแอคนำกระแสหรือ หยุดนำกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 โครงสร้างทางซอฟท์แวร์

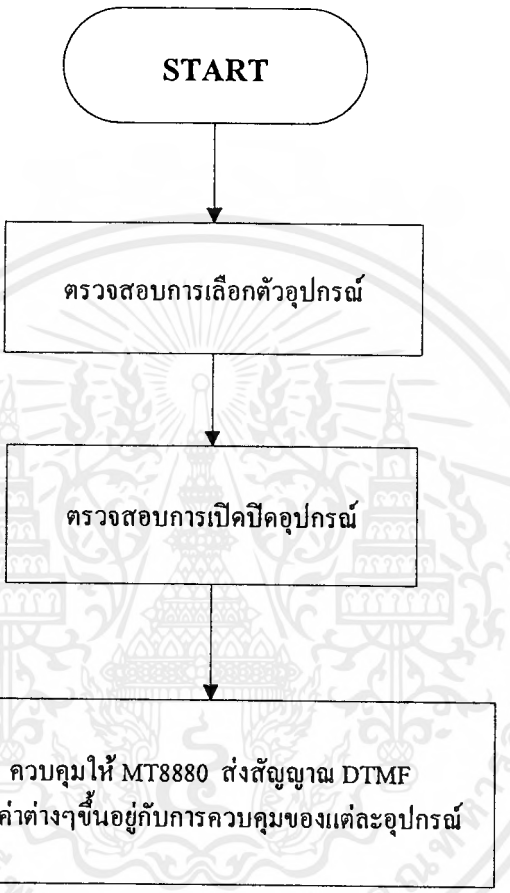
4.2.1 ส่วนนับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์และตรวจสอบรหัสผ่าน



รูปที่ 4.6 รูปแสดงการตรวจสัญญาณกริ่งโทรศัพท์และรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

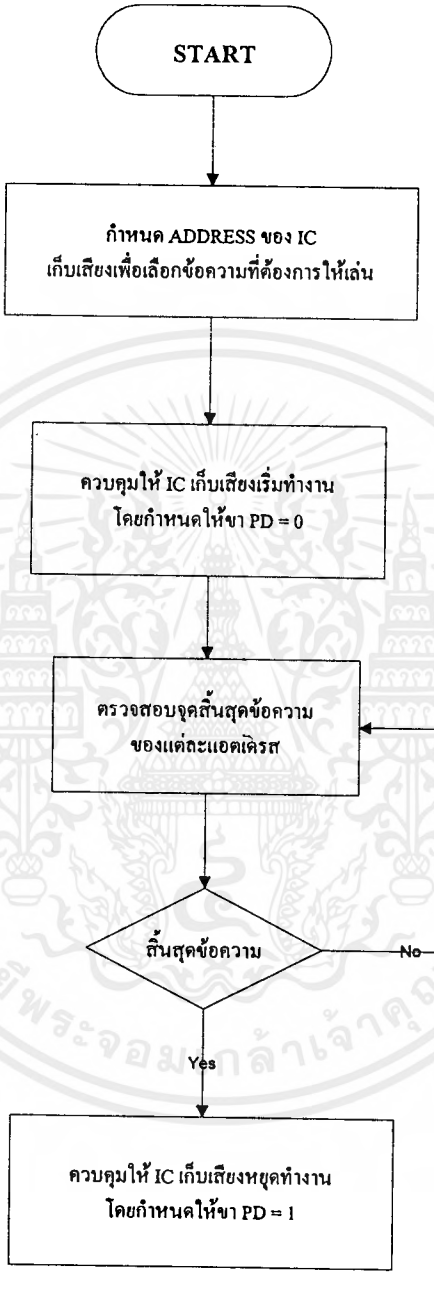
4.2.2 ส่วนควบคุมการทำงานของอุปกรณ์



รูปที่ 4.7 รูปแสดงส่วนควบคุมการทำงานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ส่วนควบคุมการทำงานของไอซีเก็บเสียง



รูปที่ 4.8 รูปแสดงการทำงานของไอซีเก็บเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์

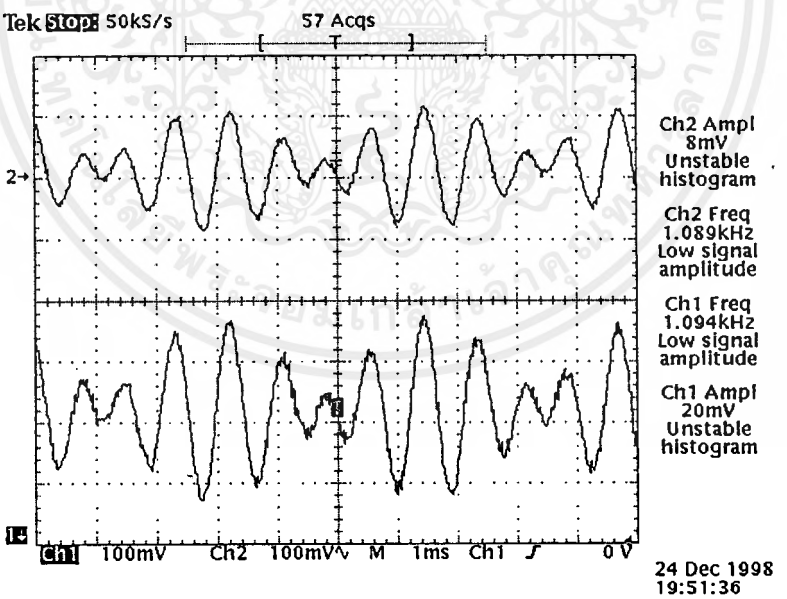
5.1 สรุปผลการทดลองและปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ในการทดลองใช้โทรศัพท์ ดังนั้นเอาท์พุทที่ออกมาจาก ออปโต -ไอโซเลเตอร์ จะเกิดเป็นพัลส์หนึ่งลูกต่อเสียงกริ่งโทรศัพท์ 1 ครั้ง โดยมีสถานะเป็น "1" เมื่อตอนที่ไม่มีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามา

2. ในการตัดต่อจะใช้รีเลย์เป็นสวิทช์โดยมีทรานซิสเตอร์เป็นตัวขับ ตอนแรกไม่ได้ต่อไดโอดคร่อมขดลวดของรีเลย์ ทำให้ทรานซิสเตอร์พังเมื่อขดลวดมีการคายพลังงาน

3. การทำงานของวงจรถอดรหัส DTMF ทำงานได้ดี โดยในส่วนของการถอดสัญญาณที่นำไปใช้การตรวจสอบการกดปุ่มต่าง ๆ นั้นคือ ขา STD ซึ่งจะมีสัญญาณพัลส์เป็นหนึ่งเมื่อมีการกดปุ่มโทรศัพท์เท่านั้น

4. ส่วนของวงจรมอดูเลท ทำงานได้ตามที่ต้องการคือ เมื่อมีสัญญาณอินพุทเข้า ความถี่ของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงไปตาม



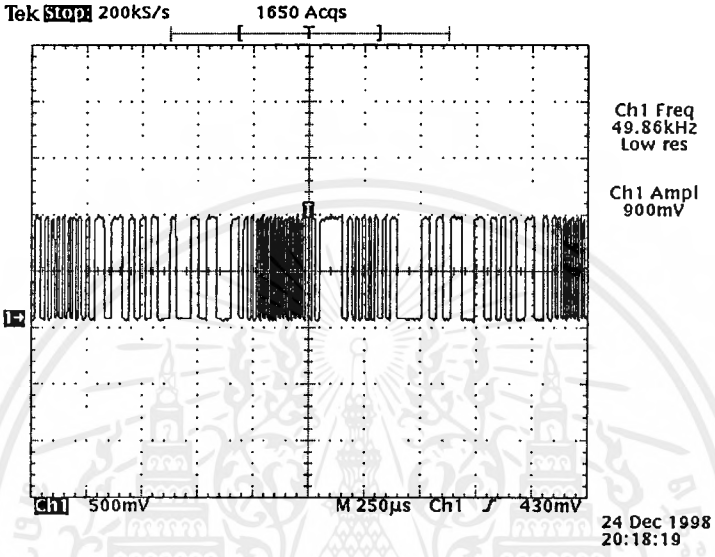
รูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณ DTMF กับสัญญาณที่ได้จากวงจรดีมอดูเลทที่ส่วนของภาครับ

5. เมื่อต่อเครื่องส่งและเครื่องรับโดยตรงไม่ผ่านสายไฟเอซีพบว่า เครื่องรับสามารถตรวจจับสัญญาณได้เป็นอย่างดีและถูกต้อง ดังที่เปรียบในรูปที่ 5.1 แต่เมื่อต่อผ่านสายไฟเอซีแล้วพบว่าเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับตรวจจับสัญญาณได้ยังไม่ถูกต้องเท่าที่ควรเนื่องจากสัญญาณที่ส่งมายังเครื่องรับถูกลดทอนลงมามาก

6. เราสามารถนำสัญญาณคลื่นพาหะที่ได้ทำการมอดูเลชั่นแสดงได้ดังรูปที่5.2



รูปที่ 5.2 สัญญาณของคลื่นพาหะที่ผ่านการมอดูเลชั่น

7. ในการทดสอบกับภาครับเพียง 1 ตัว เราจะสามารถจูนความถี่ของภาคส่งกับภาครับให้ตรงกันได้ง่ายกว่าเวลาที่ทดสอบกับภาครับหลายตัวเพราะ ถ้ามีภาครับหลายตัวนั่นหมายถึงค่าตัวเหนี่ยวนำ และตัวเก็บประจุ ของวงจรแต่ละตัวตะถูกนำมาขนานกัน ดังนั้นการจูนของวงจรจูนภาครับตัวใดตัวหนึ่งจะมีผลกับวงจรจูนของภาครับตัวอื่น ๆ ด้วย

8. วงจรสร้างสัญญาณ DTMF (MT 8880) ค่อนข้างมีปัญหา

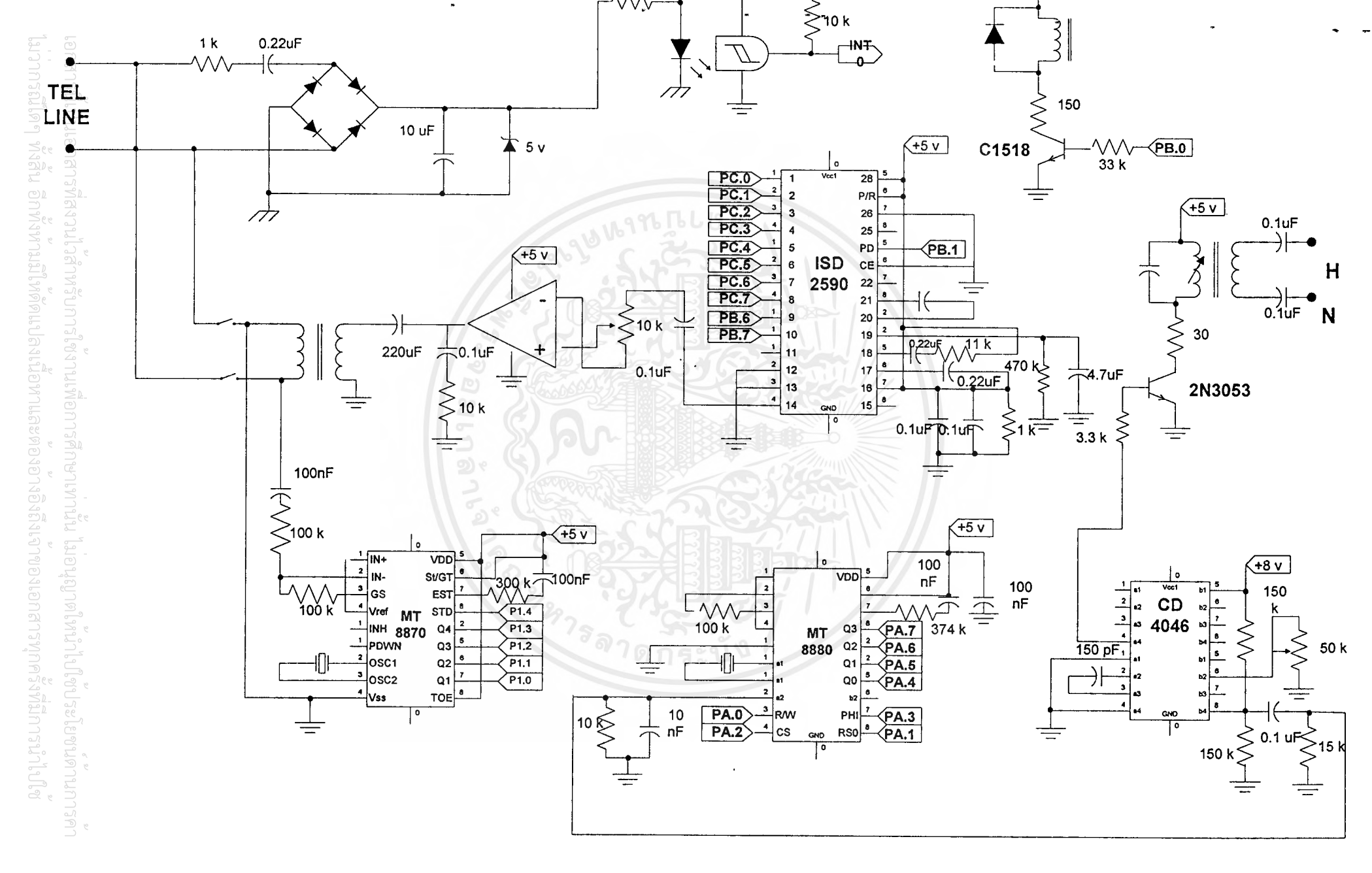
5.3 วิจารณ์

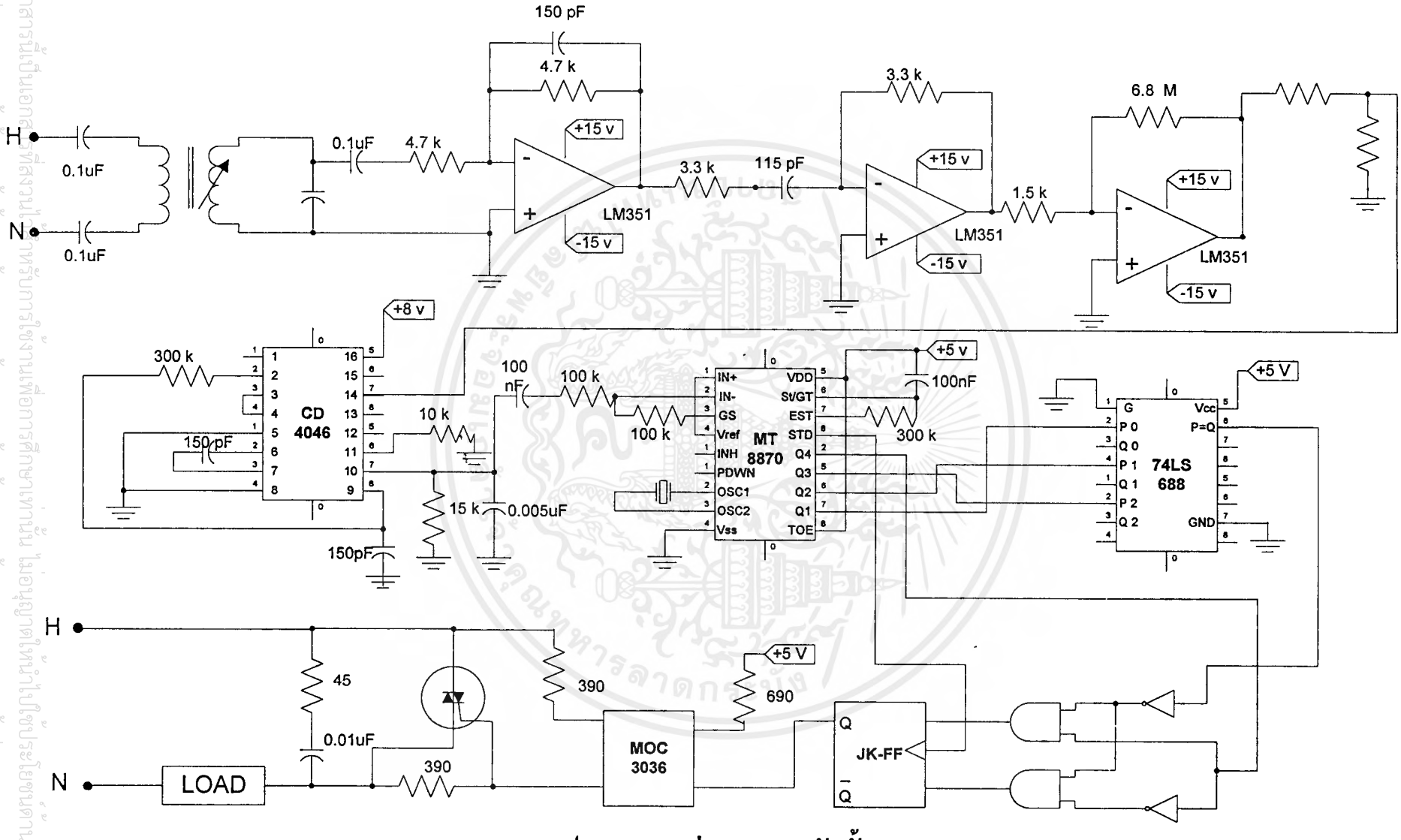
ในส่วนของการทดลองในเทอมนี้ผลการทดลองได้ผลเป็นที่น่าพอใจ คือ ในส่วนของการตรวจจับสัญญาณกริ่งและส่วนตัดต่อคู่สายโทรศัพท์ทำงานได้ดี แต่ในส่วนของการสร้างสัญญาณ DTMF โดยตัว MT 8880 นั้น ค่อนข้างมีปัญหา ทำให้การส่งข้อมูลผ่านสายไฟเอซีไปยังเครื่องยังเป็นท่าไม่ค่อยน่าพอใจนัก นอกจากนี้ยังมีแนวทางที่สามารถนำไปพัฒนาให้ดีขึ้นอีก คือ นอกจากการควบคุมอุปกรณ์แล้วเรายังอาจสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


TEL LINE
1 k
0.22uF
10 uF
5 v
10 k
INT 0
150
C1518
33 k
PB.0
+5 v
PC.0
PC.1
PC.2
PC.3
PC.4
PC.5
PC.6
PC.7
PB.6
PB.7
ISD 2590
P/R
PD
CE
PB.1
GND
220uF
0.1uF
10 k
0.1uF
0.22uF
11 k
0.22uF
470 k
4.7uF
1 k
3.3 k
0.1uF
0.1uF
30
2N3053
0.1uF
0.1uF
H
N
100nF
100 k
100 k
MT 8870
IN+
IN-
GS
Vref
INH
PDWN
OSC1
OSC2
Vss
VDD
St/GT
EST
STD
Q4
Q3
Q2
Q1
TOE
P1.4
P1.3
P1.2
P1.1
P1.0
300 k
100nF
MT 8880
VDD
Q3
Q2
Q1
Q0
PHI
RS0
R/W
CS
GND
PA.7
PA.6
PA.5
PA.4
PA.3
PA.1
PA.0
PA.2
100 k
100 nF
374 k
100 nF
10 k
10 nF
CD 4046
Vcc
GND
+8 v
150 pF
150 k
50 k
0.1 uF
150 k
15 k



รูปวงจรแสดงส่วนของภาครับทั้งหมด

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “ การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์ ” ต้องขอขอบคุณท่านอาจารย์ พลผดุง ผดุงกุล ที่ได้ให้คำแนะนำหลักการต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่การทดลอง พร้อมทั้งขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ และช่วยแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการทดลองเพื่อให้การทดลองบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้