อุปกรณ์ป้องกันภัยบ้านแบบไร้สายควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์
(Intelligent Home)

โดย

นางสาวดารณี	**เจริญวรรณกุล**	B4504153
นายพุทธวัฒน์	**วิศวปัทมวรรณ**	B4507222
นายฉัตรเทพ	**ศรีสุวรรณดิษฐ์**	B4510956

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชา 427494 โครงงานศึกษาวิศวกรรมโทรคมนาคม
และ 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม
ประจำภาคการศึกษาที่ 1 และ 3 ปีการศึกษา 2548
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุงพ.ศ. 2541
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงงาน อุปกรณ์ป้องกันภัยบ้านแบบไร้สายควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

ผู้ดำเนินงาน 1. นางสาวดารณี เจริญวรรณกุล B4504153
2. นายพุทธวัฒน์ วิศวปัทมวรรณ B4507222
3. นายฉัตรเทพ ศรีสุวรรณดิษฐ์ B4510956

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ชาญชัย ทองโสภา

สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาคการศึกษา 1,3 /2548

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้ปัญหาการโจรกรรมเป็นปัญหาที่สำคัญมากในสังคมไทย เช่น การโจรกรรมทรัพย์สินภายในบ้าน เป็นต้น ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก ทางคณะผู้จัดทำโครงงานได้ตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ จึงทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้นมา เพื่อใช้ในการเตือนภัยและรักษาความปลอดภัยของทรัพย์สิน

โครงงานนี้จึงได้ทำการจำลองการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านโดย ผ่านระบบคลื่นความถี่วิทยุ โดยใช้การตรวจสอบการเปิดปิดประตูหน้าต่าง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งสัญญาณผ่านคลื่นวิทยุ ไปยังตัวควบคุมรวมซึ่งมีภาครับที่ทำการแปลงสัญญาณวิทยุให้เป็นสัญญาณดิจิตอลนำไปควบคุมโทรศัพท์ให้โทรออกไปยังหมายเลขที่กำหนดไว้ และยังสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านกล่องควบคุมรวมได้อีกด้วย ซึ่งระบบการสั่งงานจะมีการรักษาความปลอดภัยโดยการสั่งงานทุกครั้งจำเป็นต้องมีการเข้ารหัสทุกครั้งเพื่อป้องกันการลักลอบใช้งาน

Special Project in Telecommunication Report Certification

School of Telecommunication Engineering

Suranaree University of Technology

Project Title	Intelligent Home	
Student	Mr. Puttawat Wisawapattamawan	B4507222
	Mr. Chattep Srisuwandit	B4510956
	Miss Daranee Charoenwannakul	B4504153
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Telecommunication Engineering	
Project Advisor	Dr.Chanchai Thongsopa	

Examiners	Signatures
Dr.Chanchai Thongsopa	
Dr.Chutima Prommak	

Date 10 April 2006 Time 14.00-15.00 p.m.

Place Telecommunication Laboratory

กิตติกรรมประกาศ

การจัดโครงงานเรื่องอุปกรณ์ป้องกันภัยบ้านแบบไร้สายควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ได้ประสบความสำเร็จด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ในการให้คำปรึกษาในด้านต่างๆ ในระหว่างการดำเนินการจากบุคคลหลายท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษา รวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงงานครั้งนี้

บุคคลเหล่านี้ประกอบไปด้วย

- อ.ดร. ชาญชัย ทองโสภา อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษาในด้านต่างๆทั้งทางวิชาการ และ การปฏิบัติงานและควบคุมการทำงานอย่างใกล้ชิด
- คุณประพล จาระตะคุ หัวหน้าอาคารศูนย์เครื่องมือ 3 ที่ช่วยดูแลและติดต่อประสานงานเรื่องเอกสารและให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานเกี่ยวกับงบประมาณตลอดจนอุปกรณ์และ เครื่องมือต่างๆที่ใช้ดำเนินโครงการ
- คุณประสิทธิ์ บุญอเนก ที่ให้คำปรึกษาในด้านการเขียนโปรแกรมไมโครโปรเซสเซอร์
- บุคลากรสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมที่สนับสนุนด้านอุปกรณ์และการดำเนินงาน

จึงเห็นสมควรที่จะมอบคุณคุณความดี และเกียรติคุณเหล่านี้แด่ท่านที่กล่าวมานี้ รวมถึงบุคคลที่มิได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ด้วย

นางสาวดารณี เจริญวรรณกุล
นายฉัตรเทพ ศรีสุวรรณดิษฐ์
นายพุทธวัฒน์ วิศวปัทมวรรณ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
- บทคัดย่อ	ก
- Special Project	ข
- กิตติกรรมประกาศ	ค
- สารบัญ	ง
- สารบัญรูป	ฉ
บทที่1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 หลักการสื่อสาร	3
2.2 การส่งสัญญาณแบบอนาลอกและแบบดิจิตอล	3
2.3การเข้ารหัสสัญญาณ	4
2.4 การเข้ารหัส (Encoding) และการถอดรหัส (Decoding)	6
2.5 ระบบโทรศัพท์	7
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 (สำหรับภาคส่งสัญญาณวิทยุ)	19
2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252	21
2.8ไอซีถอดรหัสสัญญาณ DTMF เบอร์ MT8870	23
2.9 วงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุ	27
2.10 วงจรภาครับสัญญาณวิทยุ	28

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่3 การสร้างและการออกแบบ	
3.1.1 ภาคตรวจจับส่งสัญญาณ	29
3.1.2 ภาครับและประมวลผลของสัญญาณ RF	30
3.2 ภาคส่งสัญญาณ RF	31
3.2.1 ภาคตรวจจับความผิดปกติ	31
3.2.2 วงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุ	32
3.3ภาครับสัญญาณ RF	33
3.3.1 วงจรภาครับสัญญาณวิทยุ	35
3.3.2 โทรศัพท์มือถือ	36
3.4 ถอดรหัสสัญญาณ DTMF	40
3.4.1 ภาคขยายสัญญาณ DTMF	40
บทที่4 การทดลอง	
4.1 การต่ออุปกรณ์	41
4.2 ผลการทดลอง	42
4.3 วิเคราะห์การทดลอง	43
4.5 สรุปการทดลอง	43
บทที่5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สิ่งที่ได้จากโครงงาน	44
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	44
5.3 ข้อจำกัดของโครงงาน	45
5.4 ข้อเสนอแนะ	45
บรรณานุกรม	

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดง Bandwidth ของสัญญาณ	4
รูปที่ 2.2 แสดงการมอดูเลตสัญญาณแบบ	5
รูปที่ 2.3 แสดงการมอดูเลตแบบ FSK	6
รูปที่ 2.4 แสดงการมอดูเลตแบบ PSK	6
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการเข้ารหัสสัญญาณก่อนส่งและถอดรหัสสัญญาณเมื่อได้รับ	7
รูปที่2.6 วงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น	8
รูปที่ 2.7 ตารางแสดงค่าความถี่ของสัญญาณ DTMF	9
รูปที่ 2.8 แถบความถี่ (พลังงาน) ของเสียงพูด	10
รูปที่ 2.9 สัญญาณต่างๆ ที่อยู่ทั้งในและนอกย่านความถี่เสียง	10
รูปที่ 2.10 วงจรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ	11
รูปที่ 2.11 บล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์	12
รูปที่ 2.12 แป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ	14
รูปที่ 2.13 รูปสัญญาณของระบบ DTMF	16
รูปที่ 2.14 บล็อคไดอะแกรมของระบบ DTMF	17
รูปที่ 2.15 ชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ	17
รูปที่ 2.16 ความถี่ของระบบ DTMF และผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่	18
รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบ DTMF	20
รูปที่ 2.18 สร้างของตำแหน่งขา AT89C2051	21
รูปที่ 2.19 แสดง Block diagramของโครงสร้าง	21
รูปที่ 2.20โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา AT89S8252	22
รูปที่ 2.21 BLOCK DIAGRAM	23
รูปที่ 2.22 การใช้ OSC	24
รูปที่ 2.23 โครงสร้างหน้าที่ภายในของ MT8870	25
รูปที่ 2.24 การจัดขาของ MT8870	25
รูปที่ 2.25 วงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุ	28
รูปที่ 2.26 แสดงโครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขาของภาคส่งสัญญาณวิทยุ	28
รูปที่ 2.27 วงจรภาครับสัญญาณวิทยุ	29
รูปที่ 2.28 แสดงโครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขาของภาครับสัญญาณวิทยุ	29

เรื่อง หน้า

รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของระบบตรวจสอบการเปิดปิดประตูและโทรออก 30
รูปที่ 3.2 แสดงภาครับและการสั่งงานในระบบการประมวลผล 31
รูปที่ 3.3 ระบบส่งสัญญาณ RF 32
รูปที่ 3.4 ภาพแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการเปิดปิดประตู 32
รูปที่ 3.5 วงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุ 33
รูปที่ 3.6 รูปอุปกรณ์สำเร็จรูป 34
รูปที่ 3.7 ระบบส่งสัญญาณ RF 34
รูปที่ 3.8 แสดงระบบภาครับของสัญญาณ RF 36
รูปที่ 3.9 วงจรภายในของภาครับสัญญาณวิทยุเพื่อควบคุมอุปกรณ์ 37
รูปที่ 3.10 รูปแสดงตัวควบคุมอุปกรณ์สำเร็จ 37
รูปที่ 3.11 แสดงรูปของโทรศัพท์ที่ใช้ในการโทรออก 38
รูปที่ 3.12 ภาพแสดงการเชื่อมต่อมือถือกับคอมพิวเตอร์ 38
รูปที่ 3.13 รูปแสดงการตั้งค่าเครื่องคอมพิวเตอร์ในการ Run program 39
รูปที่ 3.14 เป็นโครงสร้างโดยรวมของภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่เชื่อมต่อกับPort ของโทรศัพท์มือถือ 39
รูปที่ 3.15 วงจรขยายสัญญาณ DTMF 40
รูปที่ 3.16 รูปFlowchart แสดงโปรแกรมของตัวรับและตัวส่งสัญญาณ 41
รูปที่ 3.17รูปFlowchart แสดงโปรแกรมวงจรควบคุมรวมของ AT89C8252 42
รูปที่ 3.18 รูปFlowchart แสดงโปรแกรมวงจรควบคุมรวมของ AT89C2051 43
รูปที่ 4.1 แสดงภาพอุปกรณ์รวมทั้งหมดของระบบ 44
รูปที่ 4.2 แสดงภาพของวงจรรวมที่ต่อกับโทรศัพท์เรียบร้อย 44

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ปัญหาและที่มาโครงงาน

ปัจจุบันนี้ปัญหาการโจรกรรมเป็นปัญหาที่สำคัญมากในสังคมไทย เช่น การโจรกรรมทรัพย์สินภายในบ้าน เป็นต้น ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก ทางคณะผู้จัดทำโครงงานได้ตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ จึงทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้นมา เพื่อใช้ในการเตือนภัยและรักษาความปลอดภัยของทรัพย์สิน ซึ่งโครงงานนี้จะทำให้ปัญหา การถูกโจรกรรมลดลง

โครงงานนี้จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ระบบการตรวจสอบการเปิดปิดประตูหน้าต่าง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งสัญญาณผ่านคลื่นวิทยุ ไปยังตัวควบคุมรวมซึ่งมีภาครับที่ทำการแปลงสัญญาณวิทยุให้เป็นสัญญาณดิจิตอลนำไปควบคุมโทรศัพท์ให้โทรออกไปยังหมายเลขที่กำหนดไว้ และยังสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านกล่องควบคุมรวมได้อีกด้วย ซึ่งระบบควบคุมการสั่งงาน จะใช้กล่องควบคุมแยกเป็น 3 ชุด คือ 1. นำไปตรวจสอบการเปิดปิดประตูหน้าต่าง โดยใช้สวิตซ์แม่เหล็ก (Magnetic switch) เป็นตัวจับสัญญาณ (Sensor) 2. นำไปควบคุมระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุม 3. เป็นชุดควบคุมรวม ทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณคลื่นวิทยุไปควบคุม ชุดที่ 2 และยังสามารถสั่งงานให้โทรศัพท์โทรออกไปยังและหมายที่ตั้งไว้ได้

1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน

1. สามารถนำความรู้ที่ได้จากภาคทฤษฎีของวิชาต่างๆ ที่ได้ศึกษามาปฏิบัติและประยุกต์ใช้เพื่อสร้างชิ้นงานขึ้นมาและสามารถนำไปใช้กับงานจริงได้

2. ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงาน เช่น ศึกษาการออกแบบแผ่นปริ๊น (PCB) ศึกษาเกี่ยวกับ RF เป็นต้น

3. สามารถนำโครงงานนี้ไปใช้ในการรักษาความปลอดภัยและป้องกันการถูกโจรกรรมต่อทรัพย์สินต่างๆ ได้

4. สามารถนำโครงงานนี้ไปประยุกต์ใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านระบบโทรศัพท์ได้

1.3 ขอบเขตโครงงาน

1. ระบบการทำงานควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์มีแบ่งกล่องรับส่งสัญญาณเป็น 3 ชุด โดยชุดที่ 1 จะทำหน้าที่ตรวจสอบการเปิดปิด ประตูหน้าต่าง โดยใช้สวิตซ์แม่เหล็ก (Magnetic switch) เป็นตัวจับสัญญาณ (Sensor) ชุดที่ 2 นำไปควบคุมระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม และชุดที่ 3 เป็นชุดควบคุมรวม ทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณคลื่นวิทยุไปควบคุม ชุดที่ 2 และยังสามารถสั่งงานให้โทรศัพท์โทรออกไปยังและหมายที่ตั้งไว้ได้

2. ในส่วนของการรับส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิคส์สำหรับแปลงสัญญาณคลื่นวิทยุเป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปใช้ในการสั่งงาน

3. การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน จะใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์ควบคุม การเปิดปิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

4. ในโครงการนี้จะทำการจำลองชุดของภาคควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าจำนวน 2 ชุดเพื่อนำมาเปรียบเทียบในด้านของการส่งข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาและทำการทดลองส่ง-รับข้อมูลแบบรหัสไบนารีโดยผ่านคลื่นวิทยุ
2. เขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน Microcontroller ในการเช็คการเปิด-ปิดประตู หน้าต่าง
3. ทำการทดลองส่งรหัสไบนารีโดยผ่านคลื่นวิทยุไปที่เครื่องรับที่เป็นหน่วยควบคุมกลางเพื่อให้ทำการสั่งงานให้โทรศัพท์มือถือสามารถโทรออกได้โดยอัตโนมัติ
4. นำส่วนประกอบต่างๆมาทำการทดลองและวิเคราะห์ร่วมกันในสถานการณ์จำลอง
5. ตรวจเช็คความถูกต้องและแก้ไขข้อผิดพลาด
6. ศึกษาและออกแบบเพื่อสร้างวงจรที่ใช้ในการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพร้อมทั้งทำการติดตั้งอุปกรณ์การควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าจำนวน 2 ชุดให้เป็นการทำงานแบบที่ใช้การสั่งงานอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าคนละชนิด
7. ทำการทดลองการเข้ารหัสและสั่งงานอุปกรณ์ไฟฟ้าในหลาย ๆ อุปกรณ์
8. ตรวจเช็คความถูกต้องและแก้ไขข้อผิดพลาด
9. สรุปและประเมินผล

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำโครงงานนี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อใช้รักษาความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน

2. ได้รับความรู้มากขึ้นในทางปฏิบัติหลังจากทำการศึกษาทางทฤษฎีมาแล้ว

3. สามารถค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากหลักสูตรที่เรียนได้

4. สามารถทำงานเป็นทีมได้

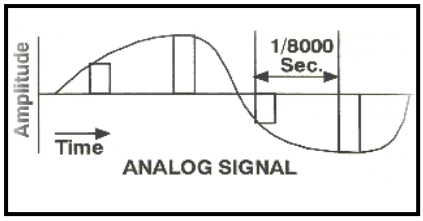
บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 หลักการสื่อสาร

การส่งข้อมูลจากโหนดหนึ่งไปยังอีกโหนดหนึ่งโดยผ่านสื่อส่งข้อมูลข้อมูลข่าวสารนั้น ข้อมูลที่อยู่อาจเป็นชนิดตัวอักษร(Character) ตัวเลข (Numeric) รูปภาพ (Image) หรือเสียง (Voice) สามารถส่งไปให้ผู้รับซึ่งอาจเป็นมนุษย์หรือเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ปกติแล้วข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการหรือโปรแกรมต้องการอยู่ในรูปแบบที่ไม่สามารถรับส่งกันได้โดยตรง การส่งข้อมูลสามารถส่งออกไปได้จะเป็นต้องเปลี่ยนข้อมูลแบบบิตให้อยู่ในแบบที่สื่อส่งข้อมูลสามารถส่งออกไปได้ เช่น สายทองแดง ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สายใยแก้วนำแสงใช้คลื่นแสงในการส่งเป็นต้น

สัญญาณที่ใช้แทนข้อมูลหรือสัญญาณที่ใช้เป็นสัญญาณควบคุมอาจอยู่ในรูปของสัญญาณอนาล็อกหรือสัญญาณดิจิตอล สัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณ ที่มีลักษณะแบบต่อเนื่อง เราอาจพูดว่าเป็นเซตของจุดหรือค่าของข้อมูลทุกๆ จุด ทุกๆ ค่าเท่าที่จะเป็นไปได้ ส่วนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่อง เวลาเป็นตัวอย่างของแบบอนาล็อกเพราะว่าข้อมูลมีความต่อเนื่องเราสามารถแบ่งเป็นชั่วโมง นาที วินาที และเวลามีการเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆไม่มีวันสิ้นสุดแต่นาฬิกาอาจเป็นได้ทั้งข้อมูลแบบอนาล็อกและดิจิตอลในนาฬิกาแบบมีเข็มแบบไขลานหรือแบบอัตโนมัติเป็นข้อมูลแบบอนาล็อก ทั้งนี้เพราะว่าเข็มวินาทีเดินอย่างราบรื่นต่อเนื่องกัน ส่วนเข็มนาทีเข็มชั่วโมงก็เช่นกัน จะค่อยๆเคลื่อนที่ ลักษณะการทำงานเช่นนี้เป็นข้อมูลแบบอนาล็อกนั่นเอง ส่วนในนาฬิกาแบบแสดงเป็นตัวเลขแสดงเวลาด้วยตัวเลขใหม่แทนตัวเลขเดิมทันทีเมื่อถึงเวลา จึงเป็นการทำงานแบบลักษณะไม่ต่อเนื่องมักถูกเรียกว่านาฬิกาแบบดิจิตอล

สัญญาณของข้อมูลก็เช่นกันอาจเป็นได้ทั้งแบบอนาล็อกหรือแบบดิจิตอลได้เช่นกัน สัญญาณอนาล็อกเป็นรูปคลื่นที่ต่อเนื่อง ที่เปลี่ยนแปลงอย่างราบรื่นเมื่อเวลาเปลี่ยนไปและค่าที่เปลี่ยนแปลงไปมีค่าเป็นเท่าใดก็ได้ไม่มีการจำกัด ในขณะที่สัญญาณแบบดิจิตอลเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง ค่าที่เป็นไปได้อาจมีเพียง 2 ค่า คือ 0 หรือ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าจะเปลี่ยนแปลงทันที จาก 0 เป็น 1 หรือ 1 เป็น 0 คล้ายๆกับการเปิดหรือปิดสวิตซ์ไฟฟ้า กราฟแสดงสัญญาณทั้ง 2 แบบโดยให้แกน Y เป็นค่าหรือความแรงของสัญญาณ ส่วนแกน X แสดงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป เราจะเห็นว่าสัญญาณแบบอนาล็อกมีความต่อเนื่องและเปลี่ยนแปลงค่าตลอดเวลาในขณะที่สัญญาณแบบดิจิตอล มีการเปลี่ยนแปลงค่าทันทีในเวลาหนึ่งๆ แต่เท่าที่เราเห็นเส้นกราฟที่ต่อเนื่องเป็นเส้นตรงนั้นหมาย ถึงในเวลานั้นค่าของสัญญาณไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นค่าที่คงที่จนกว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.1 แสดง Bandwidth ของสัญญาณ

2.2 การส่งสัญญาณแบบอนาลอกและแบบดิจิตอล

ในการส่งสัญญาณข้อมูลหรือข่าวสารใดๆก็ตามเราสามารถส่งได้ใน 2 ลักษณะคือ

1. ส่งสัญญาณแบบอนาล็อก ซึ่งสัญญาณที่ส่งออกไปนั้นมีความต่อเนื่องกันตลอดเวลา เช่น การส่งสัญญาณเสียงผ่านเครือข่ายโทรศัพท์อนาล็อก

2. การส่งสัญญาณแบบดิจิตอล หรือสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่อง ได้แก่ การส่งสัญญาณที่มีแต่ “ON” และ “OFF” หรือเป็นแบบเลขไบนารี (Binary) “0” และ “1”

ระบบการสื่อสารข้อมูลก็แบ่งออกเป็น 2 ระบบเช่นกันคือ ระบบสื่อสารแบบอนาล็อกและระบบสื่อสารแบบดิจิตอล ระบบสื่อสารแบบอนาล็อกเป็นระบบที่ใช้ติดต่อส่ง – รับข้อมูล เช่น ระบบโทรศัพท์สาธารณะในบ้านเรา สำหรับระบบสื่อสารแบบดิจิตอล คือระบบสื่อสารที่ใช้ติดต่อส่ง – รับข้อมูล เช่นระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) เป็นต้น

ไม่ว่าระบบสื่อสารข้อมูลจะเป็นระบบอนาล็อกหรือดิจิตอลก็สามารถใช้ส่ง – รับข้อมูลที่เป็นอนาล็อกและดิจิตอลได้ทั้งนั้น เพียงแต่ว่าจะต้องมีการแปลงรูปแบบสัญญาณให้เหมาะสมก่อนที่จะส่งเข้าไปในระบบสื่อสารด้วยวิธีการที่เรียกว่า “การกล้ำหรือการมอดูเลตสัญญาณ” (Signal Modulation) ในระบบสื่อสารอนาล็อกหากข้อมูลเป็นข้อมูลอนาล็อกอาจใช้วิธีมอดูเลตสัญญาณแบบ AM, FM หรือ PM แต่ถ้าข้อมูลเป็นข้อมูลดิจิตอลก็จะใช้วิธีการมอดูเลตสัญญาณแบบ ASK, FSK หรือ PSK สำหรับระบบสื่อสารแบบดิจิตอล เราสามารถส่งข้อมูลดิจิตอลเข้าสู่ระบบโดยผ่านทางอินเตอร์เฟซดิจิตอล แต่หากข้อมูลที่จะส่งเข้าไปในระบบเป็นข้อมูลอนาล็อกก็จำเป็นต้องแปลงสัญญาณให้เป็นดิจิตอลก่อนด้วยการมอดูเลตสัญญาณแบบ PAM หรือ PCM

2.3 การเข้ารหัสสัญญาณ

อุปกรณ์สำหรับมอดูเลตสัญญาณ (Modulator) จะสร้างสัญญาณคลื่นพาห์และรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูลเพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะส่งผ่านสื่อกลางไปยังอีกจุดหนึ่งที่อยู่ไกลออกไปได้และเมื่อถึงปลายทางก็จะมีอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่แยกสัญญาณคลื่นพาห์ออกให้เหลือเพียงสัญญาณข้อมูลเราเรียกวิธีการแยกสัญญาณนี้ว่า (Demodulation) เรื่องการมอดูเลตสัญญาณเป็นเรื่องที่สำคัญ

มากในการสื่อสารข้อมูล การเลือกวิธีการมอดูเลตและการดีมอดูเลตที่เหมาะสมจะช่วยให้เราทำการส่งข้อมูลข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเข้ารหัสสัญญาณมีหลายแบบคือ การเข้ารหัสสัญญาณแบบดิจิตอลเป็นดิจิตอล การเข้ารหัสสัญญาณแบบอนาล็อกเป็นดิจิตอลและการเข้ารหัสสัญญาณแบบดิจิตอลเป็นอนาล็อก แต่ที่เราสนใจเป็นการเข้ารหัสสัญญาณแบบดิจิตอลเป็นดิจิตอล ดังนั้นจึงขอกล่าวแค่เพียงแบบเดียว เนื่องจากการเข้ารหัสแบบดิจิตอลเป็นอนาล็อกเป็นแบบของการเข้ารหัสที่ใช้ในการทำโครงงานนี้

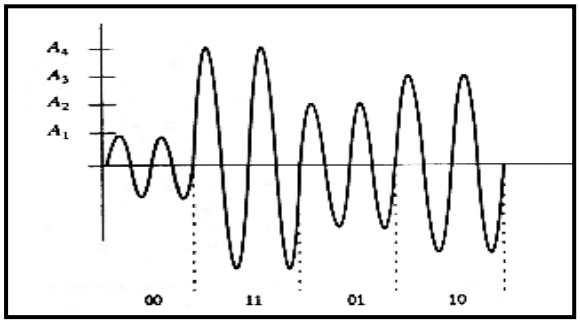
การเข้ารหัสสัญญาณแบบดิจิตอลเป็นอนาล็อก

ในปัจจุบันการส่งสัญญาณข้อมูลดิจิตอลโดยผ่านช่องทางสื่อสารแบบอนาล็อกที่เราคุ้นเคยกัน ได้แก่การส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะเครือข่ายโทรศัพท์ถูกออกแบบมาเพื่อทำการสลับสวิตซ์และส่งสัญญาณอนาล็อกซึ่งเป็นย่านความถี่ของเสียงหรือประมาณ 300 – 3400 เฮิรตซ์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อกย่านความถี่เสียงเราเรียกว่า โมเด็ม (MODEM หรือ Modulator – Demodulator) สำหรับเทคนิคการเข้ารหัสสัญญาณข้อมูลดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อกนั้นมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีคือ

1. การเข้ารหัสเชิงเลขทางแอมพลิจูด (Amplitude Shift Keying หรือ ASK)
2. การเข้ารหัสเชิงเลขทางความถี่ (Frequency Shift Keying หรือ FSK)
3. การเข้ารหัสเชิงเลขทางเฟส (Phase Shift Keying หรือ PSK)

1)การเข้ารหัสเชิงเลขทางแอมพลิจูด (ASK)

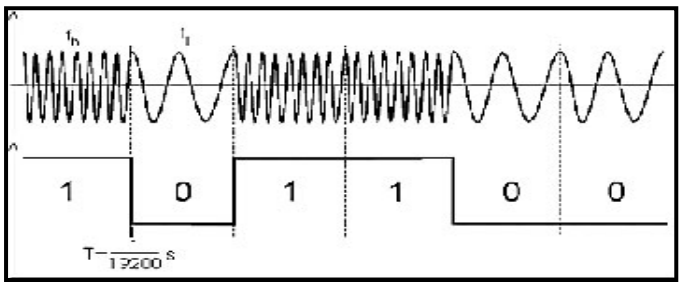
ความถี่ของคลื่นพาห์ (Carrier Wave) ซึ่งทำหน้าที่นำสัญญาณแบบอนาล็อก ผ่านตัวกลางสื่อสารนั้นจะคงที่ลักษณะของสัญญาณเข้ารหัสนั้น เมื่อค่าของบิตของสัญญาณข้อมูลดิจิตอลมีค่าเป็น “1” ขนาดของคลื่นพาห์จะสูงขึ้นกว่าตอนปกติ และเมื่อบิตมีค่าเป็น “0” ขนาดของคลื่นพาห์จะตกลง กว่า ตอนปกติ การเข้ารหัสแบบ ASK มักจะไม่ค่อยได้รับความนิยม เพราะจะถูกรบกวน จากสัญญาณ อื่นได้ง่าย



รูปที่ 2.2 แสดงการมอดูเลตสัญญาณแบบ

2) การเข้ารหัสเชิงเลขทางความถี่ (FSK)

ในการเข้ารหัสแบบ FSK ขนาดของคลื่นพาห์จะไม่เปลี่ยนแปลงที่เปลี่ยนแปลงคือ ความถี่ของคลื่นพาห์ นั้นคือเมื่อบิตมีค่าเป็น “1” ความถี่ของคลื่นพาห์จะสูงกว่าตอนปกติ และเมื่อบิตมีค่าเป็น “0” ความถี่ของคลื่นพาห์ก็จะต่ำกว่าปกติ

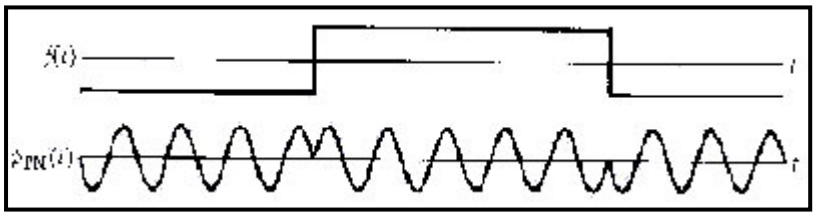


รูปที่ 2.3 แสดงการมอดูเลตแบบ FSK

3) การเข้ารหัสเชิงเลขทางเฟส (PSK)

หลักการของ Phase Shift Keying (PSK) คือ ค่าของขนาดและความถี่ของคลื่นพาห์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ที่จะเปลี่ยนคือเฟสของสัญญาณ กล่าวคือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะของบิตจาก “1” ไปเป็น “0” หรือเปลี่ยนจาก “0” ไปเป็น “1” เฟสของคลื่นจะเปลี่ยน (Shift) ไป 180 องศาด้วย

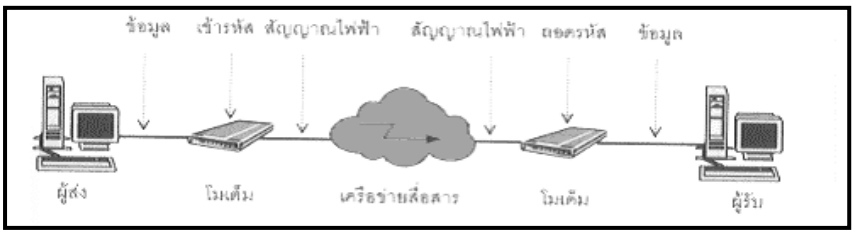
ในการเข้ารหัสเพื่อเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อกทั้ง 3 แบบ วิธีการแบบ PSK จะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นน้อยที่สุด ได้สัญญาณที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่วงจรการทำงานจะซับซ้อนกว่าและราคาอุปกรณ์ก็แพงกว่า โดยปกติจะ PSK จะนำมาใช้กับโมเด็มความเร็วปานกลาง เช่น 2,400 หรือ 4,800 bps



รูปที่ 2.4 แสดงการมอดูเลตแบบ PSK

2.4 การเข้ารหัส (Encoding) และการถอดรหัส (Decoding)

ในการส่งข้อมูลข่าวสารผ่านช่องสื่อสารเพื่อให้เราสามารถส่งข้อมูลได้ไกลและมีความถูกต้องสูงนั้นเราจะแปลงข้อมูลข่าวสารให้อยู่ในรูปของพลังงานที่พร้อมส่งไปในช่องทางสื่อสาร เช่น เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือคลื่นวิทยุ การแปลงรูปพลังงานพร้อมส่งออกไปนี้เราเรียกว่า “การเข้ารหัส” (Encoding) เมื่อสัญญาณข้อมูลถูกส่งออกไปถึงผู้รับๆ ก็จะแปลงพลังงานนี้ให้กลับมาอยู่ในรูปข้อมูลข่าวสารแบบเดิม การแปลงสัญญาณกลับนี้เราเรียกว่า“การถอดรหัส” (Decoding) ดังนั้นสิ่งสำคัญของการสื่อสารข้อมูลอย่างหนึ่งคือ ทั้งผู้ส่งและผู้รับจะต้องเข้าใจตรงกันว่าจะส่งหรือรับข้อมูลด้วยพลังงานรูปแบบใดและใช้รหัสเดียวกันในการสื่อสาร



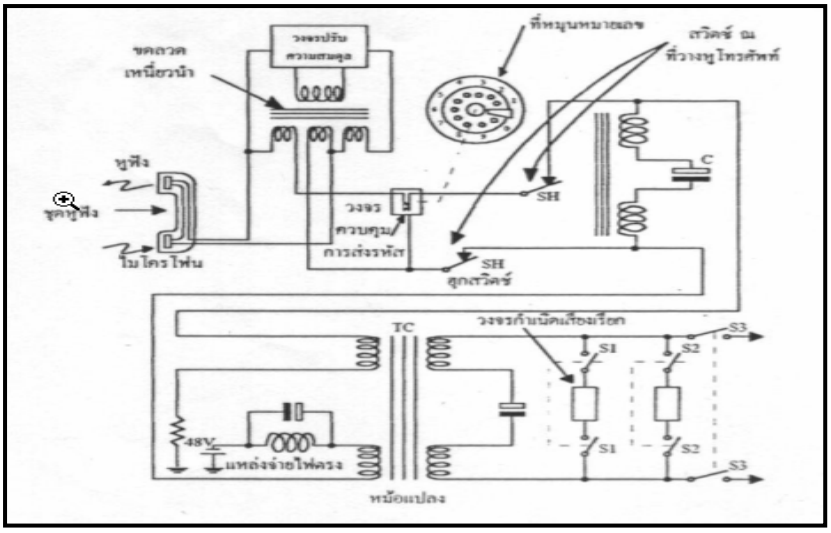
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการเข้ารหัสสัญญาณก่อนส่งและถอดรหัสสัญญาณเมื่อได้รับ

2.5 ระบบโทรศัพท์

ปัจจุบันนี้การสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน เรียกได้ว่าจะต้องมีการติดต่อสื่อสารกันตลอดเวลาก็ว่าได้ และระบบโทรศัพท์ก็จัดว่าเป็นระบบสื่อสารที่ใกล้ตัวเรามากทีเดียวเชื่อว่าทุกคนต้องเคยใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารกันมาแล้ว

คราวนี้จะมาดูกันว่าโทรศัพท์ที่ใช้อยู่ทุกวันนี้ ต้องมีขั้นตอนอย่างไรกันบ้าง ถึงทำให้เราสามารถพูดคุยกันได้

2.5.1. กลไกการเชื่อมต่อวงจร คราวนี้จะมาดูกันถึงวงจรพื้นฐานภายในรวมทั้งการเชื่อมต่อกับชุมสายเบื้องต้นกันเลยตามรูปที่ 3.1 จะเห็นว่าโทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย 2 เส้น คือ T (TIP) และ R (RING) เมื่อผู้ใช้ยกโทรศัพท์ขึ้นแหล่งจ่ายไฟตรงของชุมสาย (48 โวลต์) ก็จะถูกต่อเข้ากับวงจรของเครื่องโทรศัพท์โดย ฮุกสวิตซ์ (hook switch) ในส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างหูฟังกับสายโทรศัพท์ก็จะต้องมีหม้อแปลงอัตโนมัติ (auto transformer) ทำหน้าที่ปรับอิมพิแดนซ์ของหูฟังและสายโทรศัพท์ ให้สมดุลกัน เพื่อให้การรับส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพที่สุด รวมไปถึงการทำให้ผู้พูดได้ยินเสียงที่ตัวเองพูดไป (side tone) ในระดับที่เหมาะสมด้วย



รูปที่2.6 วงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น

สำหรับการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ ก็คือ การส่งสัญญาณพัลซ์ (pulse train) ตั้งแต่ 1 ถึง 10 พัลส์ เช่น ถ้ามีการส่ง 1 พัลส์ ก็หมายถึงการหมุนหมายเลขศูนย์ ส่ง 2 พัลส์ ก็หมายถึงเลขหนึ่ง ดังนั้นถ้าหมุนหมายเลข 9 ก็จะมีการส่งพัลส์จำนวน 10 พัลส์นั่นเอง และความเร็วในการส่งก็คือ 10 พัลส์ ต่อนาที

สำหรับโทรศัพท์ที่ใช้การกดปุ่มนั้นก็จะเป็นการส่งสัญญาณที่มีค่าความถี่ที่แตกต่างกันออกไป สำหรับแต่ละหมายเลขที่มีอยู่ 10 ตัว ความถี่ที่ส่งออกไปเป็นความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่เสียงเพียงแต่ว่าในการกดครั้งหนึ่งจะมีสัญญาณเสียงที่มอดูเลตแล้วถูกส่งออกไป 2 ความถี่ ตามตารางที่ 1

ความถี่ (HZ)	รหัสหรือหมายเลข			
697	1	2	3	
770	4	5	6	
825	7	8	9	
941	*	0	#	
	1209	1336	1477	ความถี่ (HZ)

รูปที่ 2.7 ตารางแสดงค่าความถี่ของสัญญาณ DTMF

ทางชุมสายเมื่อได้รับข้อมูลจากผู้เรียกแล้วก็จะแปลงสัญญาณที่ได้รับมาสั่งให้อุปกรณ์สวิตซ์ซึ่งทำงานเพื่อทำการต่อสายให้กับผู้เรียก ถ้าปลายสายที่ต้องการติดต่อด้วยไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (busy tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบไม่สามารถต่อวงจรให้ได้ แต่ถ้าปลายสายว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณ เรียก (ringing signal) ไปยังปลายสาย และส่งสัญญาณเรียกกลับ (ring back tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าสามารถต่อวงจรให้ได้ตามต้องการแล้ว

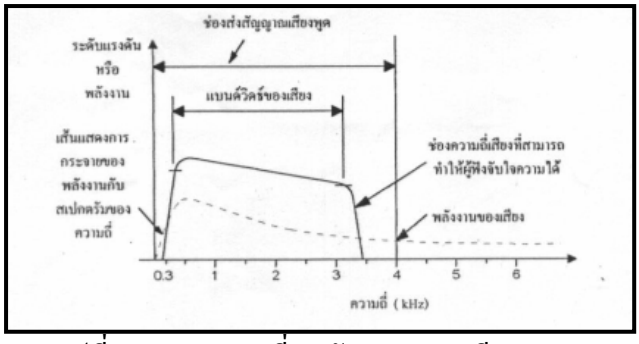
2.5.2. การสนทนา เมื่อปลายทางหรือผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้น การทำงานในส่วนควบคุมของชุมสายโทรศัพท์ก็จะหยุด เพื่อจะรอทำงานให้กับผู้อื่นที่เรียกเข้ามา แต่หน้าที่ของชุมสายตอนนี้ก็คือให้มิเตอร์ทำการบันทึกเวลาที่ใช้คู่สาย สำหรับเรียกเก็บค่าบริการต่อไป

ในระหว่างที่ทำการสนทนาอยู่เครื่องโทรศัพท์ก็จะทำงาน 2 โหมดไปพร้อมๆกัน คือแปลงจากสัญญาณไฟฟ้าให้เป็น สัญญาณเสียง (acoustic energy) ซึ่งจะเรียกว่า โหมดรับสัญญาณ (receiver mode) และในทางกลับกันโหมดที่ทำหน้าที่แปลงจากสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าจะเรียกว่า โหมดส่งสัญญาณ (transmitter mode) ในโหมดนี้เองที่มีเรื่องของการป้อนกลับของสัญญาณเข้ามาเกี่ยวข้อง นั่นคือ การที่ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงของตนเองจากหูฟังด้วย เรียกว่า เสียง side tone ซึ่งจำเป็นอย่างมากที่จะต้องป้อนกับมา เพราะไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าควรพูดให้มีเสียงดังระดับใดจึงจะพอเหมาะที่คู่สนทนาได้ยินเสียงพูดของผู้เรียกอย่างชัดเจนเมื่อสิ้นสุดสนทนาทั้ง 2 ฝ่าย สัญญาณจากฮุกสวิตซ์ก็จะบอกให้ชุมสายทำการเปิดวงจรที่ทำการติดต่ออยู่ออก อุปกรณ์ต่างๆ ก็จะว่างและพร้อมสำหรับการติดต่อครั้งต่อไป

2.5.3. ระบบการส่งสัญญาณในสายส่ง ตอนนี้เรามาดูกันว่าในสายส่งโทรศัพท์นั้นมีสัญญาณอะไรบ้างที่เข้ามาเกี่ยวข้องจนทำให้เราสามารถพูดกันในระยะทางไกลๆ ได้ สัญญาณที่จะปรากฏในสายส่งจะสามารถแยกได้เป็น 2 ชนิด ใหญ่ๆ คือ สัญญาณเสียงที่พูดคุยกันและอีกสัญญาณก็คือ สัญญาณที่ใช้ในการควบคุมระบบสวิตซ์ชิ่ง ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกนั่นเองรวมทั้งสัญญาณเรียกกลับ สัญญาณบอกสายไม่ว่าง

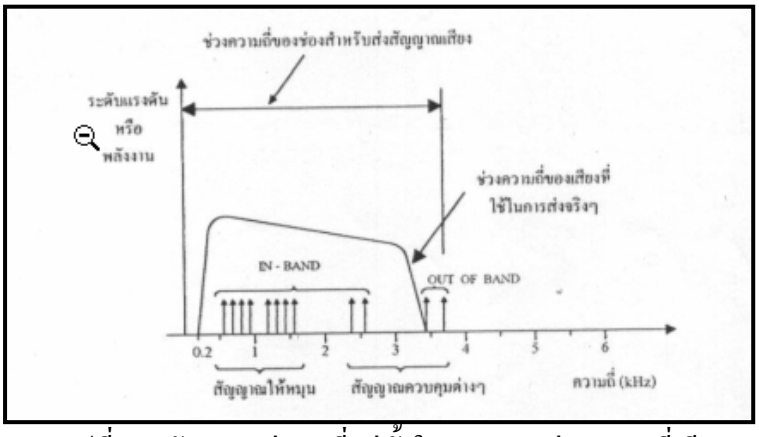
เจ้าสัญญาณควบคุมที่ว่านี้ก็อาจจะเป็นได้ทั้งสัญญาณอะนาลอกหรือสัญญาณดิจิตอลก็ได้ อย่าลืมว่าโทรศัพท์แบบหมุนกับแบบกดปุ่มมีการส่งรหัสคนละแบบกัน

ดังนั้นในการส่งสัญญาณออกไปในสายส่งบางครั้งอาจจะมีการส่งทั้งสัญญาณดิจิตอล และสัญญาณอนาลอกไปพร้อมๆ กันก็ได้ มาดูรายละเอียดของแต่ละสัญญาณกัน



รูปที่ 2.8 แถบความถี่ (พลังงาน) ของเสียงพูด

1) สัญญาณเสียงพูด สัญญาณเสียงพูดจัดเป็นสัญญาณอะนาลอก ถ้าดูจากรูปที่ 2 จะเห็นว่าเสียงพูดมีแบนวิดธ์ตั้งแต่ 100 เฮิรตซ์ ไปจนถึง 6 กิโลเฮิรตซ์ แต่จริงๆ แล้วเสียงพูดที่ทำให้คนสามารถฟังแล้วจับใจความได้สบายๆ จะอยู่ในช่วง 200-4000 เฮิรตซ์ เท่านั้น ไม่ได้มีการใช้ช่องสัญญาณในการส่งเต็มย่านความถี่



รูปที่ 2.9 สัญญาณต่างๆ ที่อยู่ทั้งในและนอกย่านความถี่เสียง

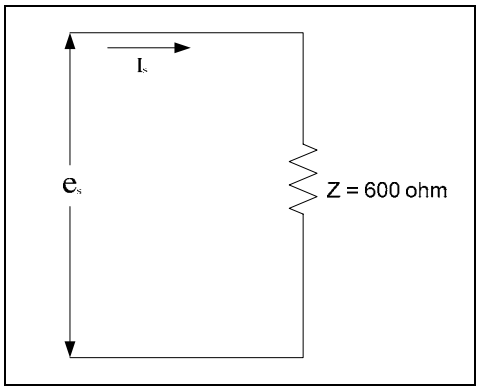
จากรูปที่ 3.3 จะเห็นว่าในช่วงความถี่ 300-3000 เฮิรตซ์ ประกอบไปด้วยสัญญาณต่างๆ หลายสัญญาณ ไม่ว่าจะเป็น สัญญาณหมุน (dial tone) หรือสัญญาณควบคุมต่างๆ ก็จะถูกส่งไปในช่วงความถี่นี้ทั้งสิ้น

เมื่อกล่าวถึงระดับความดังของเสียงที่ได้ยิน นั่นก็คือ ขนาดแอมปลิจูดของสัญญาณ ซึ่งสามารถอธิบายให้เห็นภาพพจน์ได้ดียิ่งขึ้น โดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอธิบายในรูปของพลังงานที่ปรากฏที่ Z_S โหลด ดังรูปที่ 3.4 เช่น สายโทรศัพท์คู่หนึ่งมีอิมพิแดนซ์ 600 โอห์ม พลังงานที่ปรากฏที่โหลดก็คือ

$$p_{load} = \frac{e_s^2}{600} \qquad (1)$$

โดย p_{load} คือกำลังที่ตกคร่อมโหลด (วัตต์)

e_s คือระดับแรงดันของสัญญาณที่ส่งไป (โวลต์)



รูปที่ 2.10 วงจรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ

แต่ในระบบโทรศัพท์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงแล้ว มักจะใช้การเปรียบเทียบกับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์อยู่เสมอ โดยอยู่ในรูปของเดซิเบลล์ ซึ่งมีสมการดังนี้

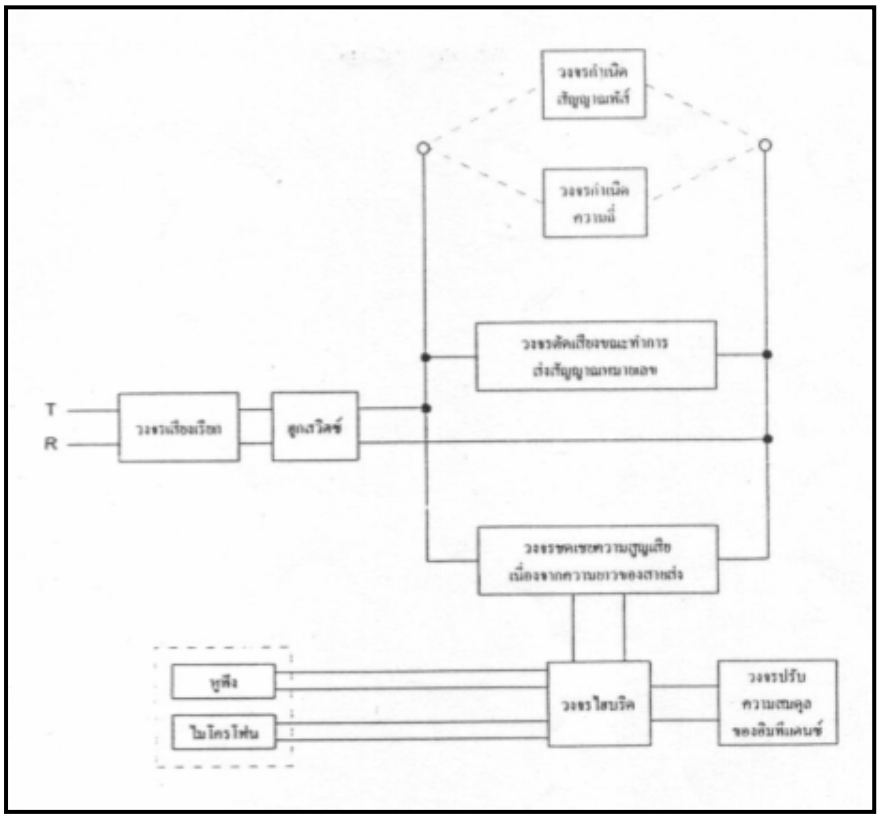
$$dB = 10\log_{10}(p1/\ p2) \qquad (2)$$

แต่เนื่องจากมักจะใช้ค่า 1 มิลลิวัตต์เป็นค่าเปรียบเทียบ (ค่า p2 = 1 มิลลิวัตต์ ในสมการนั่นเอง) ดังนั้นก็จะใช้สัญลักษณ์เป็น dBm แทน ซึ่งความหมายจริงๆ แล้วก็คือ การเปรียบเทียบกำลังที่จุดใดๆ กับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์ นั่นเอง

ในระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันจริงๆ จะมีการกำหนดจุดๆ หนึ่งในสายส่งให้มีค่า dBm = 0 ซึ่งเรียกจุดนี้ว่า zero level transmission point (zero LPT) ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับจากการกำหนดจุดๆ นี้ขึ้นมาก็คือ สามารถทำให้ทราบว่าที่ระยะต่างๆ ที่ห่างจากจุด zero LPT มีค่ากำลังของสัญญาณกี่ dBm เมื่อทราบเพียงค่าแรงดันจากการวัดที่ระยะนั้นๆ

2) สัญญาณรบกวน ในระบบใดๆ ของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ย่อมจะต้องมีสัญญาณรบกวนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ อาจจะทำให้เกิดความผิดเพี้ยน (distort) ของสัญญาณเสียงพูดได้ และสิ่งที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นก็เป็นสิ่งแวดล้อม รอบๆข้างนี่เอง เช่น ความร้อน การสวิตซ์ของอุปกรณ์ไทริสเตอร์ สายไฟฟ้ากำลังสูงที่อยู่ใกล้ๆ กับ สายส่งสัญญาณ หรือแม้แต่ข้อต่อของสายที่บกพร่อง สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่มีผลให้ประสิทธิภาพของสัญญาณโทรศัพท์ด้อยลงทั้งสิ้น นอกจากนั้นยังมีสัญญาณรบกวนอีกชนิดหนึ่งคือ เสียงสะท้อน (echo) ในสายโทรศัพท์ สาเหตุของการเกิดเสียง

สะท้อนก็คือ เกิดการไม่สมดุลกัน (mismatching) ระหว่างอิมพีแดนซ์ของสายส่งกับอุปกรณ์ทางด้านเอาท์พุท



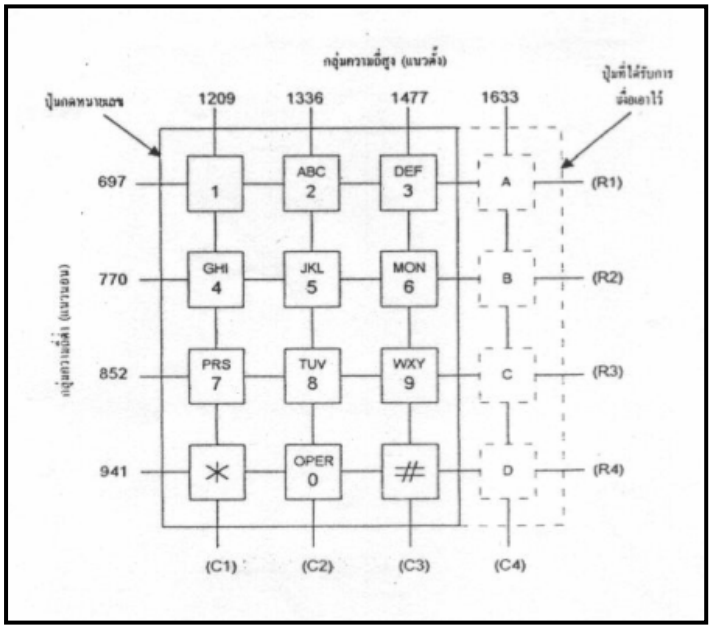
รูปที่ 2.11 บล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์

2.5.4. รู้จักกับโทรศัพท์กันก่อน ในรูปที่ 5 เป็นบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆ ที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์โดยจะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย T (tip) และสาย R (ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ของชุมสายก็คือ วงจรกำเนิดเสียงเรียก (ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (ringing signal) เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงก็คือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ ฮุกสวิตซ์ (switch hook) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังสวิตซ์ได้ ดังนั้นถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากฮุกสวิตซ์ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สุกสวิตซ์ก็จะปิดวงจรทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะเดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้ก็จะไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ที่ชุมสายด้วย ก็จะทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายปิดลง เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่างๆ ในชุมสายพร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณหมุน (dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการจะต้องการจะติดต่อด้วยมายังชุมสาย หลังจากที่ชุมสายได้รับหมายเลขแรกที่ถูกส่งมาแล้ว ชุมสายก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุน ซึ่งกระบวนการ ตอนนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

2.5.5.ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง ตามปกติในสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องโทรศัพท์จะมีค่าความต้านทาน ตัวเก็บประจุ และขดลวดเหนี่ยวนำแฝงอยู่ โดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ ระยะทาง 1 ไมล์ ที่เพิ่มขึ้นของสายส่ง จะเสมือนว่ามีตัวเก็บประจุต่อคร่อมอยู่ระหว่างสายส่ง มีค่าประมาณ 0.07 ไมโครฟารัด และมีตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำต่ออนุกรมกันอยู่ โดยจะมีค่าประมาณ 42 โอห์ม และ 1 มิลลิเฮนรี่ ตามลำดับ ซึ่งอุปกรณ์แฝงพวกนี้จะมีผลทำให้สัญญาณ pulse ที่ถูกส่งไปตามสายส่งเกิดความผิดเพี้ยนทั้งขนาด (amplitude) และคาบเวลา (period) ดังนั้น ชุมสายจึงจำเป็นต้องมีวงจรที่สามารถจะรับรู้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนเหล่านี้ไว้ และไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการติดต่อ

2.5.6. ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ (dual tone multi frequency type) เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่งซึ่งจะพบได้มากกว่าระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลส์ ระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ มอดูเลตกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอนและอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่างๆ จะแสดงไว้ในรูปที่ 3.6 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 เฮิรตซ์ และ 1336 เฮิร์ตซ์ มอดูเลตกันออกมา



รูปที่ 2.12 แป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ

2.5.7. ข้อควรคำนึงในการเชื่อมต่อระบบ DTMF กับสายส่งสัญญาณ

- ระดับแรงดันและกระแสลูปจะต้องรักษาให้คงที่ตลอดระยะทางของสายส่งสัญญาณ
- ความถี่ที่ถูกผลิตขึ้นจะต้องไม่มีความผิดเพี้ยนทั้งคาบและขนาดของสัญญาณ
- วงจรออสซิลเลเตอร์จะต้องมีอิมพิแดนซ์ที่สมดุลย์ (matching) กับสายส่งสัญญาณ

ซึ่งจากข้อสรุปข้างบน ถ้าจะแยกรายละเอียดของแต่ละหัวข้อก็จะมีพารามิเตอร์ที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

1) ความผิดเพี้ยนของสัญญาณ สำหรับข้อกำหนดของความผิดเพี้ยนของสัญญาณมีดังต่อไปนี้ คือ สัญญาณอื่นที่แทรกสอดเข้ามาในสายส่งสัญญาณรวมกันแล้วต้องน้อยกว่าระดับของสัญญาณที่ถูกส่งออกไปจริงอย่างน้อย 20 dB และ สำหรับสัญญาณที่แทรกสอดเข้ามาจะต้องมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ก) ต้องมีค่าไม่มากกว่า -33 dBm ในช่วง 300 ถึง 3400 เฮิรตซ์

ข) ที่ความถี่สูงกว่า 3400 เฮิรตซ์ สัญญาณแทรกสอดจะต้องลดลง 12 dB ต่อออกเตฟไปจนถึงความถี่ 50 กิโลเฮิรตซ์

ค) ต้องมีระดับสัญญาณไม่มากกว่า -80 dB ที่ความถี่สูงกว่า 50 กิโลเฮิรตซ์ โดยที่ความผิดเพี้ยน ถ้าถูกกำหนดในรูปของเดซิเบลคือ

$$\text{ความเพี้ยน} = 20\log\frac{\sqrt{V_1^2+V_2^2+V_n^2}}{\sqrt{V_L^2+V_n^2}} \quad (3)$$

โดยที่ V_1 ถึง V_n คือระดับแรงดันของสัญญาณที่แทรกสอดเข้ามา

V_L คือ ระดับแรงดันของสัญญาณความถี่ต่ำกว่า

V_H คือ ระดับแรงดันของสัญญาณความถี่ต่ำกว่า

2) ไดนามิกอิมพีแดนซ์ วงจรกำเนิดความถี่สำหรับระบบ DTMF จะต้องมีอิมพิแดนซ์อย่างน้อย 900 โอห์ม ขณะที่ทำการผลิตความถี่ออกมา และต้องมีอิมพีแดนซ์ ให้ต่ำสุดขณะที่ไม่ทำการผลิตสัญญาณ

3) ความสูญเสียที่เกิดจากการสะท้อนกลับของสัญญาณ (return loss) ก็เป็นพารามิเตอร์อีกตัวที่จะต้องควบคุมโดยกำหนดค่าความสูญเสียในการนสะท้อนกลับของสัญญาณ หรือ RL ด้วยสมการ

$$\text{RL} = 20\log\left[\frac{Z_L+Z_S}{Z_L-Z_S}\right]$$

โดยที่ Z_L คืออิมพิแดนซ์ของสายสัญญาณ

Z_S คืออิมพิแดนซ์ของเครื่องโทรศัพท์

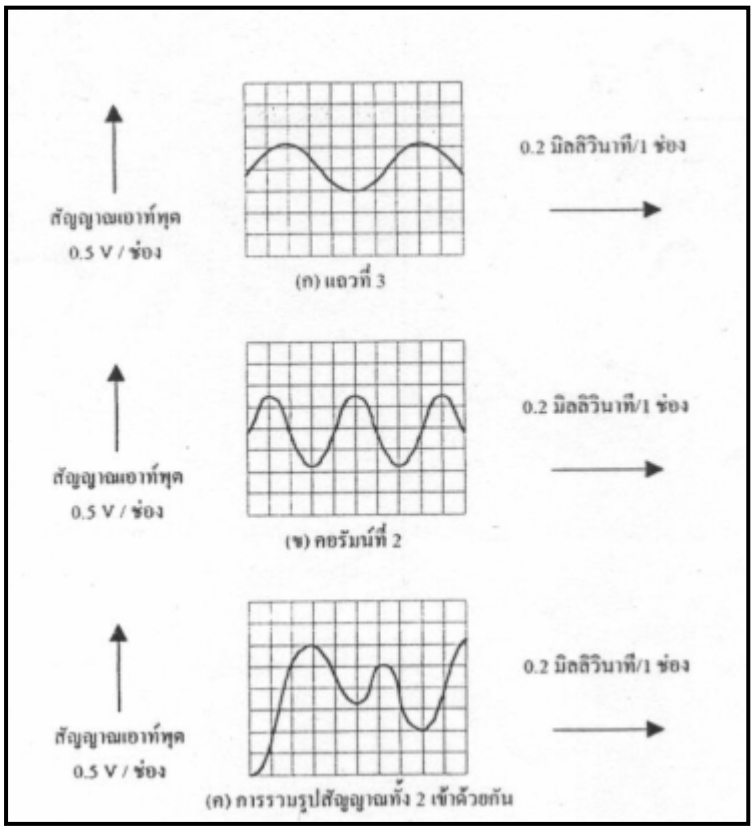
ค่ามาตรฐานสำหรับ RL ต้องมากกว่า 14 dB ในช่วงความถี่ระหว่าง 300 ถึง 3400 เฮิรตซ์ และมากกว่า 10 dB ในช่วงความถี่ 50 ถึง 300 เฮิรตซ์ และ 3400 ถึง 20000 เฮิรตซ์

2.5.8. ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบ DTMF จากข้อมูลทั้งหมดสรุปถึงข้อดีของระบบ DTMF

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้วงจรที่อุปกรณ์โซลิดสเตดได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความประหยัดและสะดวก
- ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสาย
- สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายอย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.9. การส่งสัญญาณแบบ DTMF การส่งสัญญาณแบบ DTMF ด้วยการใช้ไอซีสำเร็จรูปในปัจจุบันดูจะเหมาะสมมากกว่า การนำอุปกรณ์มาต่อกันในการผลิตสัญญาณที่มีความถี่ต่างๆ เพื่อแทนรหัสหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย หลักการทำงานของไอซีพวกนี้ย่อมต้องมีหลักการเช่นเดียวกันนั่นคือ การนำความถี่ที่มีค่าแตกต่างกัน 2 ความถี่ ซึ่งเกิดจากการดีโค้ดปุ่มกดหมายเลขให้เป็นสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการถอดรหัสได้ในแนวแถวและแนวคอลัมน์จากนั้นก็นำสัญญาณ

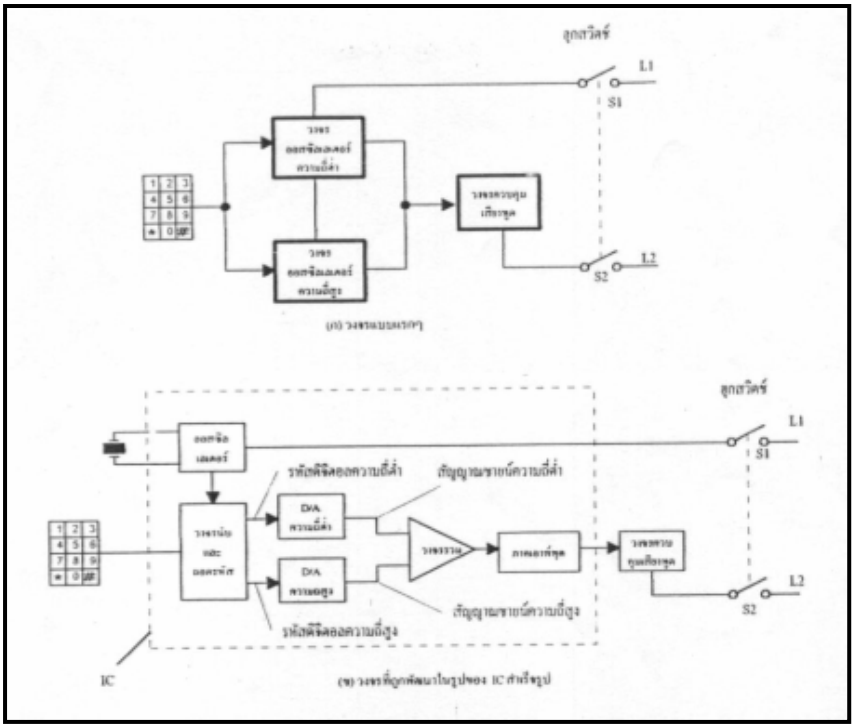
ทั้ง 2 มามอดูเลตกันแล้วจึงจะถูกส่งไปยังชุมสายต่อไป ตอนนี้เรามาดูรายละเอียดการทำงานของไอซีตัวนี้กัน



รูปที่ 2.13 รูปสัญญาณของระบบ DTMF

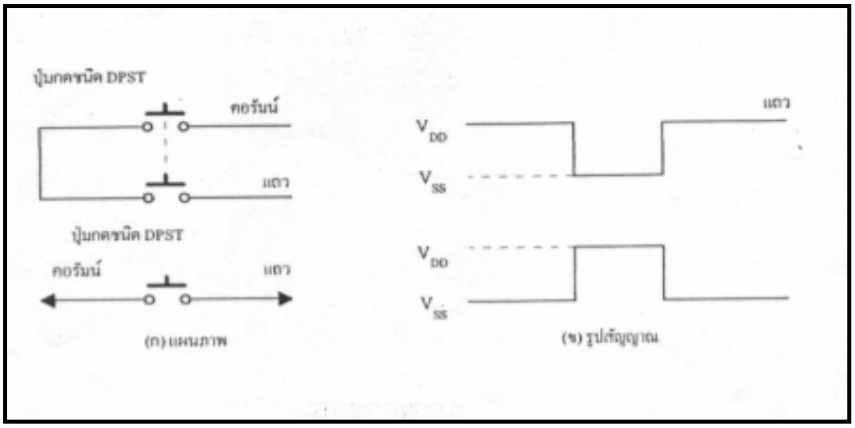
ในรูปที่ 3.8 (ก) เป็นบล็อกไดอะแกรมของการส่งสัญญาณแบบ DTMF ซึ่งในระบบนี้ยังคงต้องใช้อุปกรณ์ จำพวกพาสซีฟ (passive elements) ในการนำมาสร้างวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งแน่นอนว่าปัญหาที่จะพบสำหรับวงจรที่ใช้อุปกรณ์เหล่านี้จะมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปและอายุการใช้งาน ซึ่งผลที่จะตามมาก็คือความถี่ที่ผลิตออกมาย่อมมีค่าเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ในรูปที่ 3.8 (ข) เป็นบล็อกไดอะแกรมของไอซีที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบ DTMF เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วก็นำค่าในแนวแถวและแนวคอลัมน์ไปหารจากค่าความถี่หลัก สัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสก็จะได้สัญญาณดิจิตอล 2 สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน จากนั้นก็นำทั้ง 2 สัญญาณไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลไปเป็นอะนาลอก (D/A converter) และนำมารวมกันโดยการนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ (summing amp) แล้วจึงถูกส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด (speech network) และผ่านต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ในที่สุด



รูปที่ 2.14 บล็อคไดอะแกรมของระบบ DTMF

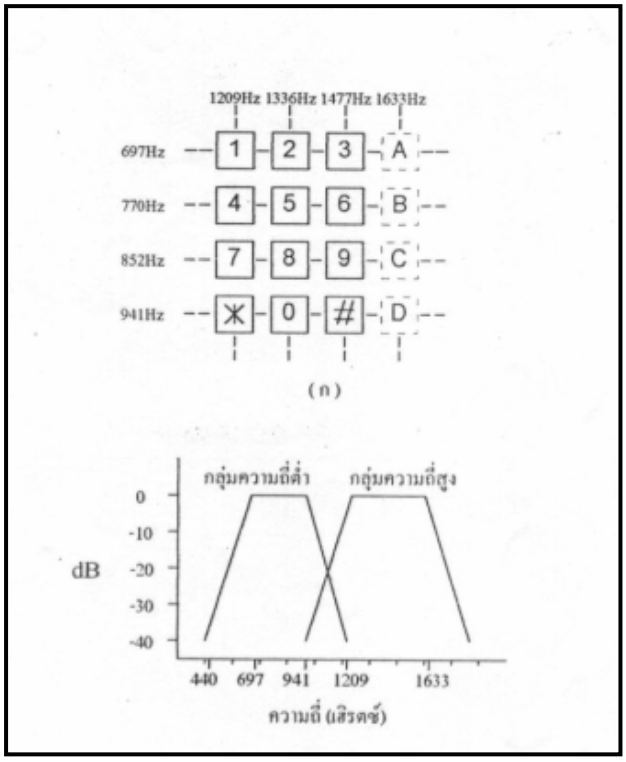
ไอซีอาจจะถูกออกแบบมาใช้ร่วมกับแป้นปุ่มหมายเลข (key pad) ชนิด DPST (dual pole single throw) ซึ่งจะมีหน้าสัมผัส 2 หน้า หรืออาจจะเป็นชนิด SPST (single throw) ก็ได้ ในรูปที่ 9 เป็นแผนภาพและรูปของสัญญาณเมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขใดๆ จะสังเกตว่าในการดีโค้ด ของแนวแถวจะแอกทีฟที่ลอจิก “0” แต่ในแนวคอลัมน์นี้จะแอกทีฟที่ลอจิก “0”



รูปที่ 2.15 ชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ

2.5.10. วงจรถอดรหัสหมายเลข DTMF วงจรที่ทำหน้าที่ถอดรหัสหมายเลขที่ส่งมาแบบ DTMF (DTMF receiver) ในช่วงแรก จะใช้วงจรถอดรหัส 1 วงจรต่อ 1 คู่สาย เมื่อมีการขยายการใช้งานโทรศัพท์กันมากขึ้น ชุมสายก็มีขนาดใหญ่ขึ้น ภายในชุมสายจะมีคู่สายภายใต้การควบคุมเป็นจำนวนมาก การใช้งานของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบ DTMF จึงเปลี่ยนมาเป็นลักษณะของการใช้งานร่วมกันระหว่างหลายๆ คู่สาย ดังนั้นจึงเกิดความซับซ้อนในการสร้างวงจรในลักษณะเช่นนี้ แต่ในปัจจุบัน มีวงจรถอดรหัสที่อยู่ในรูปไอซีสำเร็จรูป ซึ่งมีราคาถูกและง่ายต่อการใช้งานจึงไม่เป็นการลงทุนที่สูงเกินไปในการที่จะหันกลับมาใช้วงจรถอดรหัส 1วงจรต่อ 1 คู่สาย

สัญญาณ DTMF ซึ่งจะประกอบด้วยสัญญาณที่มีความถี่ต่างกัน 2 สัญญาณ ตามตำแหน่งคอลัมน์และแถวของปุ่มกดหมายเลข และทำการมอดูเลตเข้าด้วยกันก่อนที่จะทำการส่งออกไปในรูปที่ 10 (ก) จะเป็นค่าความถี่ต่างๆ ในคอลัมน์และโรว์ ซึ่งจะเป็นค่าที่กำหนดไว้เป็นค่ามาตรฐานของระบบการเข้ารหัสแบบ DTMF อยู่แล้วส่วนในรูปที่ 10 (ข) จะเป็นกราฟที่เป็นผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ภายในวงจรถอดรหัสซึ่งที่ชุมสายหลังจากที่รับสัญญาณ DTMF มาแล้วก็จะนำไปผ่านวงจรกรองความถี่ที่มีผลตอบสนองตามรูปนี้ เมื่อสัญญาณ DTMF ผ่านวงจรกรองความถี่มาแล้ว ก็จะได้สัญญาณความถี่ 2 ค่า ซึ่งก็เป็นความถี่เดียวกับความถี่มาตรฐานก่อนที่จะทำการมอดูเลตนั่นเอง



รูปที่ 2.16 ความถี่ของระบบ DTMF และผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่

ก่อนที่จะเข้าไปถึงรายละเอียดของวงจรถอดรหัสแบบ DTMF มาดูถึงข้อกำหนดต่างๆ ที่จะเป็น เพื่อที่จะไม่ทำให้การถอดรหัสสัญญาณ DTMF เกิดความผิดพลาดขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) วงจรจะยังคงสามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้สัญญาณที่รับเข้ามาจะมีความถี่ที่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน แต่ต้องไม่เกิน +2% และจะไม่ยอมให้สัญญาณที่มีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า +3% จากค่ามาตรฐาน ผ่านวงจรกรองความถี่ไปได้

2) วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสได้ ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อง 40 มิลลิวินาที

3) วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาในวงจรจะต้องมีช่วงเวลาที่ห่างกับสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้ เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที

4) วงจรถอดรหัสจะต้องสามารถถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่มีไดนามิกเรนจ์สูงกว่า 27.5 dB ได้โดยไม่เกิดความผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง 2 ความถี่ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF มีแอมปลิจูดแตกต่างกันมากกว่า 6 dB

5) วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลาไม่ว่าขณะนั้น จะปรากฏเสียงพูดหรือมีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัส ก็ไม่ทำให้การถอดรหัสผิดพลาด

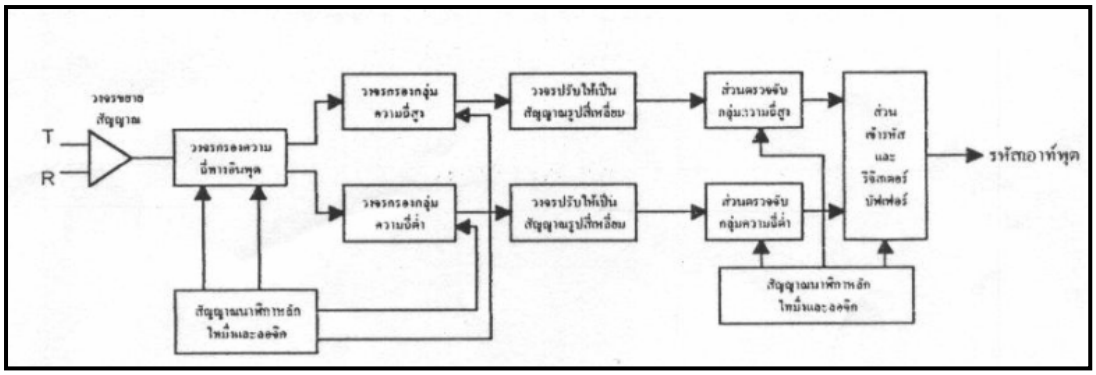
ทั้งหมดก็คือ ข้อกำหนดของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบ DTMF ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบควรจะต้องคำนึงถึงเสมอก่อนที่จะทำการสร้างวงจรสำหรับการนำไปใช้งานในระบบโทรศัพท์จริง ต่อไปมาดูหลักการของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบ DTMF โดยพิจารณาจากบล็อกไดอะแกรมซึ่งนำไปสร้างวงจรที่ใช้งานกันจริงๆ

2.5.11. วงจรกรองความถี่และวงจรตรวจจับ (filtering and detector) ในรูปที่ 10 (ข) จะเห็นว่าวงจรกรองความถี่เป็นส่วนสำคัญของวงจรถอดรหัส จากรูปกราฟที่แสดงผลตอบสนองความถี่วงจรกรองความถี่ชนิดที่ใช้สำหรับการทำงานให้ได้ผลตอบสนองตามรูปที่ 10 (ข) จะต้องใช้เวลากรองความถี่ชนิดแยกความถี่ (bandsplit filter) ดังนั้นสัญญาณ DTMF ที่ผ่านวงจรกรองความถี่ออกมาแล้วก็จะแยกได้เป็นกลุ่มความถี่ที่สูง (high group) กับกลุ่มความถี่ต่ำ (low group) ส่วนสัญญาณความถี่ที่อยู่นอกเหนืออย่านนี้ ซึ่งไม่ตรงกับค่าความถี่มาตรฐานหรือมีค่าเบี่ยงเบนเกิน 2% ก็จะไม่สามารถผ่านวงจรกรองความถี่นี้ไปได้

จากนั้นสัญญาณความถี่ที่ผ่านออกมาก็จะถูกนำไปผ่านวงจรตรวจจับ (detector) เพื่อที่จะทำการประมวลต่อไป ในรูปที่ 10 เป็นบล็อกไดอะแกรมของวงจรกรองความถี่และวงจรตรวจจับซึ่งในปัจจุบันทั้ง 2 วงจรได้ถูกผลิตไว้ให้อยู่ในรูปไอซีเพียงตัวเดียว

สำหรับการทำงานของวงจรตรวจจับความถี่ตามรูปที่ 10 นั้น เมื่อสัญญาณความถี่ทั้ง 2 ย่านที่ผ่านมาจากวงจรกรองความถี่แล้ว ก็จะถูกนำไปผ่านวงจรสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (squaring circuits) เพื่อทำให้เป็นสัญญาณในระบบดิจิตอลเสียก่อน จากนั้นวงจรตรวจจับก็จะทำการประมวลผลสัญญาณ ซึ่งก็จะใช้วิธีการนับจำนวนพัลส์ ซึ่งมาจากวงจรออสซิลเลเตอร์หลัก โดยจะทำการนับจำนวนพัลส์ ภายใน 1 คาบ สัญญาณรูปสีเหลี่ยมนั่นเอง วิธีการเช่นนี้จะทำให้วงจรตรวจจับความถี่สามารถหาค่าความถี่ของสัญญาณที่เข้ามาได้ ซึ่งก็จะทำให้ทราบ ถึงค่าของความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF ได้ และทำการถอดรหัสออกมาเป็นหมายเลขโทรศัพท์ได้ในที่สุด

แต่ปัญหาประการสำคัญของผู้ออกแบบวงจรก็คือ การที่มีเสียงพูดเข้ามาในวงจร ซึ่งไม่ใช่ความถี่ DTMF ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการถอดรหัสหมายเลขได้ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดระยะเวลาในการประมวลผลแต่ละครั้งไว้ประมาณ 10 มิลลิวินาที ซึ่งถ้าเวลาในการประมวลผลน้อยกว่านี้จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการถอดรหัสได้



รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบ DTMF

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 (สำหรับภาคส่งสัญญาณวิทยุ)

2.6.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051

1. สามารถทำงานร่วมกับ MCS-51 ได้
2. ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลช์สามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
3. มีช่วงการทำงาน 2.7 V – 6 V
4. ความถี่ที่สามารถทำงานได้อยู่ในช่วง 0-24 MHz

5. มีหน่วยความจำภายในแบบแรม 128 ไบต์

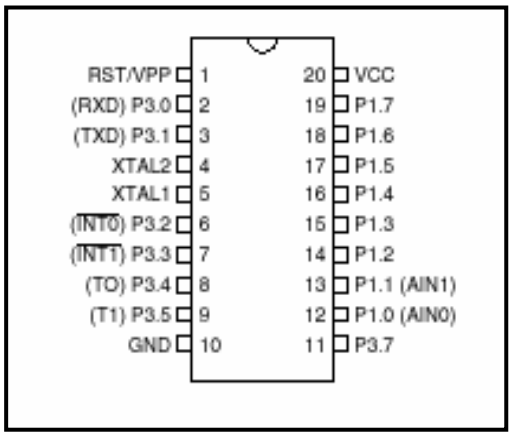
6. มี 15 ขา อินพุต/เอาต์พุต

7. ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต 2 ตัว

8. ระบบการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลแบบอะซิงโครนัส (UART) 1 ช่อง

9. ระบบการตรวจจับสัญญาณอนาล็อก

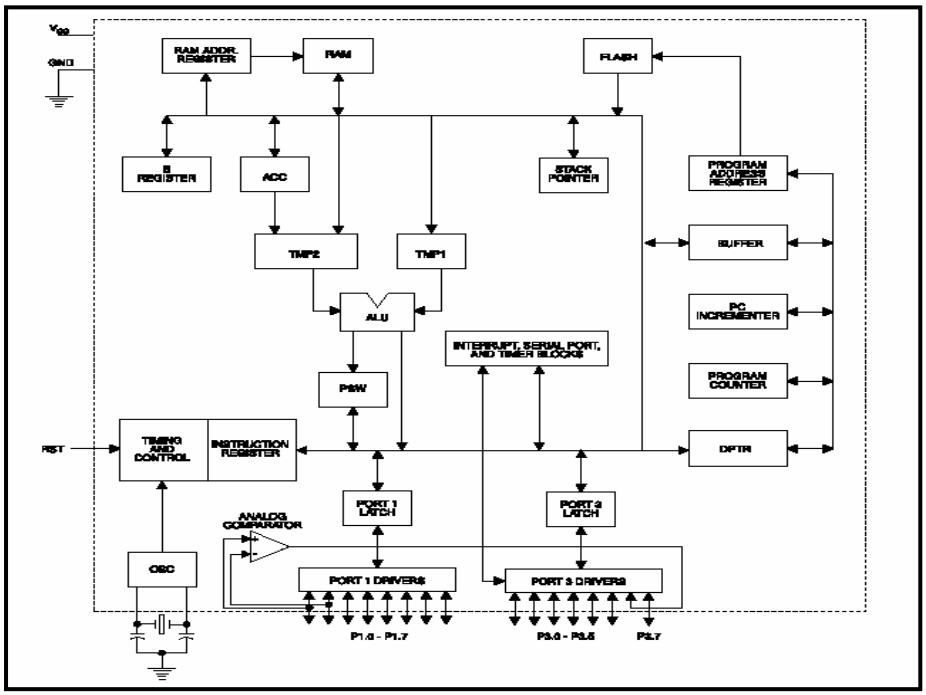
2.6.2 โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา



รูปที่ 2.18 สร้างของตำแหน่งขา AT89C2051

BLOCK DIAGRAM

โครงสร้างการทำงานภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์การทำงานภายในของแต่ละส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์



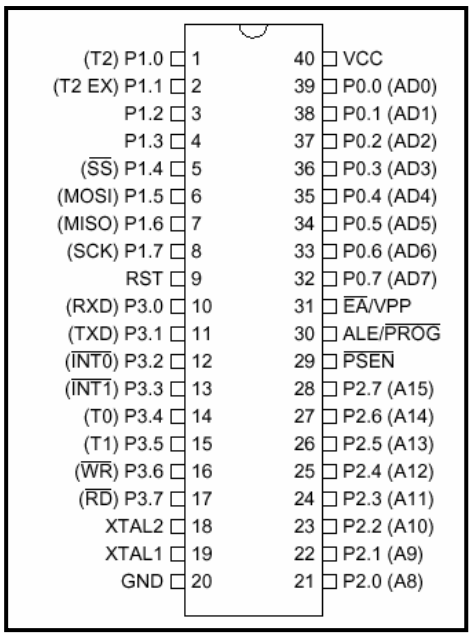
รูปที่ 2.19 แสดง Block diagram ของโครงสร้าง

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252

2.7.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252

1. สามารถทำงานร่วมกับ MCS-51 ได้
2. ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลช์สามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
3. มีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมขนาด 2 กิโลไบต์ สามารถลบและเขียนใหม่ได้แสนครั้ง
4. การทำงานอยู่ในช่วง 4 – 6 V
5. ความถี่ที่ทำงานอยู่ในช่วง 0 – 24 MHz
6. มีหน่วยความจำภายในแบบแรม 256 ไบต์
7. มี 32 ขา อินพุต/เอาต์พุต
8. ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต 3 ตัว
9. ระบบสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส(UART) 1 ช่อง
10. ระบบสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส(SPI) 1 ช่อง
11. มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ในตัว

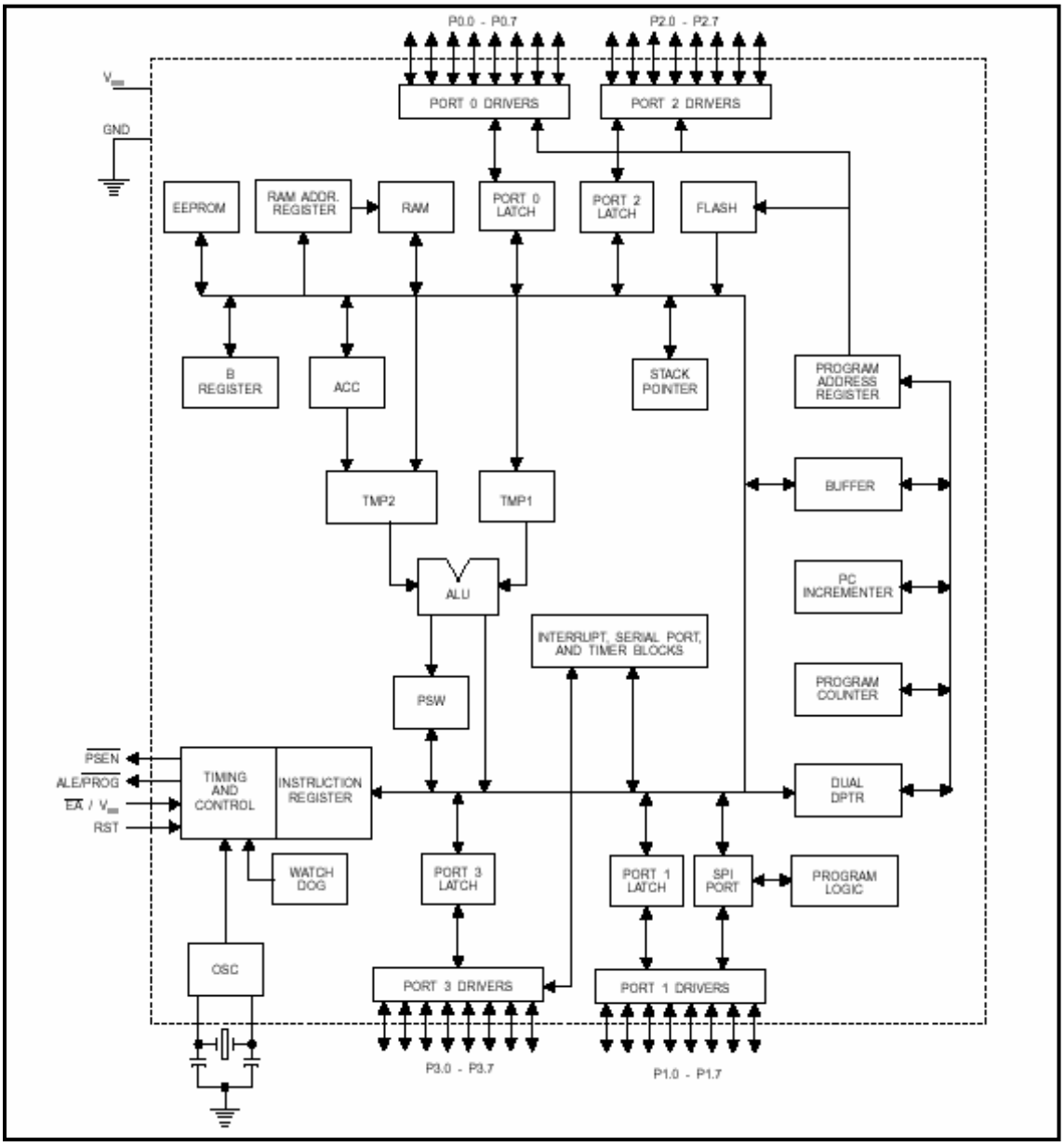
2.7.2 โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา



รูปที่ 2.20โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา AT89S8252

BLOCK DIAGRAM

โครงสร้างการทำงานภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์การทำงานภายในของแต่ละส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.21 BLOCK DIAGRAM

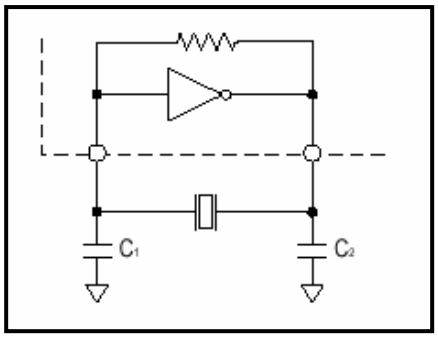
2.7.3 การ Write Flash Memory

1. MOSI เป็นการรับข้อมูลเข้ามาที่ขา 6 ของ AT89S8252
2. MISO เป็นการส่งข้อมูลออกที่ขา 7
3. RESET ที่ขา 9
4. SCK เป็นสัญญาณ clock เพื่อเป็นจังหวะในการรับ-ส่งข้อมูล ที่ขา 8 ขั้นตอนในการโปรแกรมแบบคร่าวๆก็คือ

1. ป้อนไฟเข้าระบบในระดับที่กำหนด ปกติอยู่ที่ 5 V ให้สัญญาณ SCK และ RESET เป็น Low และป้อน pulse ที่เป็น High ที่ reset หนึ่งครั้ง และรอไป 20 millisecond
2. ส่งคำสั่งโปรแกรม Enable เป็นคำสั่งที่มีข้อมูลเป็นบิต pattern ดังนี้ 1010110001010011
3. เมื่อเข้าสู่โหมดโปรแกรมแล้ว ก็สามารถจะ Read, Writeข้อมูล Flash, EEPROM memory ได้

2.7.4 การใช้งาน Crystal Oscillator

โดยขา XTAL 1 เป็นขาอินพุตและ XTAL 2 เป็นขาเอาท์พุต ซึ่งถ้าต้องการใช้ OSC ภายในจะต้องต่อ CRYSTAL คร่อมขา XTAL 1 และ XTAL 2 โดยมี CAPACITOR ต่อจากขาทั้งสองข้างลงกราวด์ ดังแสดงดังรูป



รูปที่ 2.22 การใช้ OSC

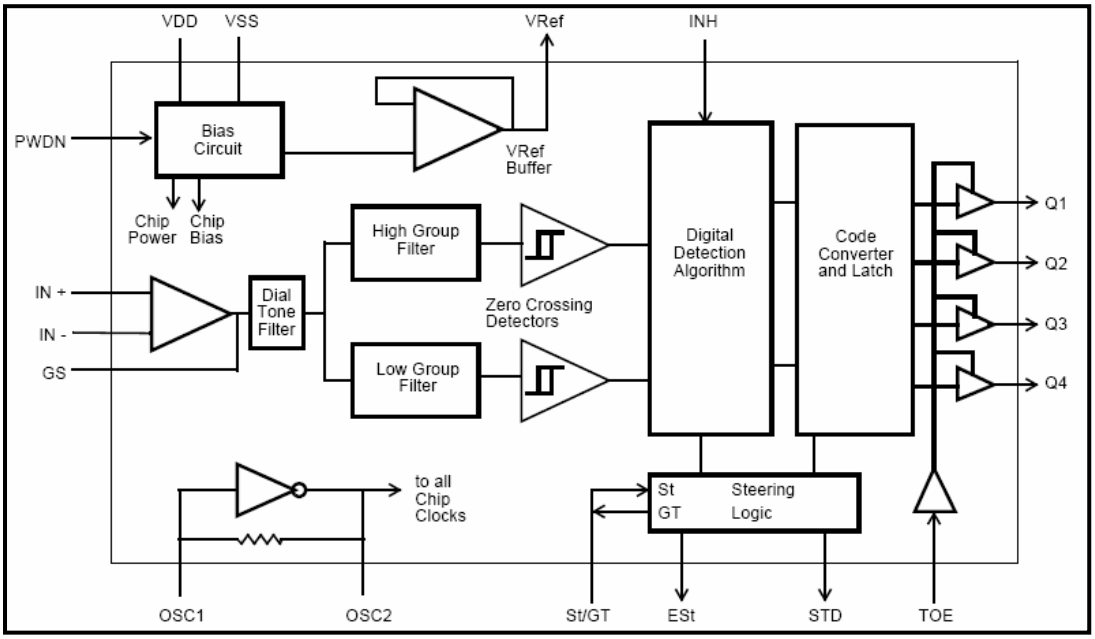
2.8 ไอซีถอดรหัสสัญญาณ DTMF เบอร์ MT8870

2.8.1. คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF Recriver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard time)
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

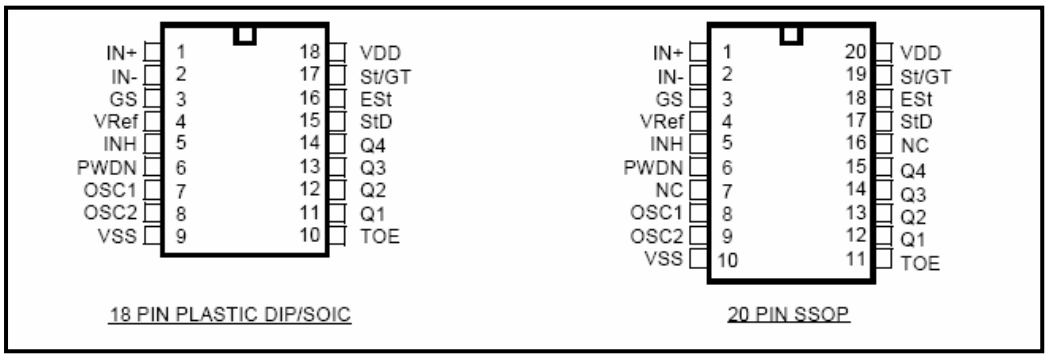
2.8.2. โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิตซ์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์สำหรับกรองความถี่ต่ำและสูง ส่วนของวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกมาเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นอ็อปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้โดยการต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาท์พุทเป็นวงจรแลตซ์ 3 สถานะ



รูปที่ 2.23 โครงสร้างหน้าที่ภายในของ MT8870

2.8.3. การจัดขา



รูปที่ 2.24 การจัดขาของ MT8870

ลำดับขา	ชื่อ	รายละเอียด
1	IN+	เป็นขา นอน-อินเวอร์ตติ้ง อินพุท
2	IN-	เป็นขา อินเวอร์ตติ้ง อินพุท
3	GS	เป็นขาปรับอัตราขยาย (gain)
4	VRef	เป็นขาอ้างอิงแรงดันเอาท์พุท
5	INH	เป็นขาอินพุทที่มีการต่อพูลดาวน์ภายใน เพื่อควบคู่กับการดีเทคโทน
6	PWDN	เป็นขาอินพุทที่มีการต่อพูลดาวน์ภายใน เป็นขาเพาเวอร์ดาวน์
7	OSC1	เป็นขาดคริสตอลกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (อินพุท)
8	OSC2	เป็นขาดคริสตอลกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (เอาท์พุท) ต้องต่อ คริสตอล ขนาด 3.579545 เมกกะเฮิร์ตด้วย
9	VSS	เป็นขากราวด์
10	TOE	เป็นขาลอจิกประกอบกับเอาท์พุท Q1-Q4 มีการต่อพูลอัพภายใน
11-14	Q1-Q4	เป็นขาเอาท์พุทสัญญาณ 4 บิต ที่ผ่านการถอดรหัสแล้ว
15	StD	ขาดีเลย์สเตียริง เอาท์พุท เมื่อได้รับสัญญาณโทนจะมีสถานะเป็นลอจิกสูง และจะกลับไปเป็นลอจิกต่ำเมื่อระดับแรงดันบนขา St/GT ต่ำกว่า Vtst
16	ESt	ขาเออริสเตียริงเอาท์พุท จะมีสถานะเป็นลอจิกสูงอีกครั้งเมื่อสัญญาณโทนถูกดีเทคเรียบร้อยแล้ว หรือถ้ามีการขาดหายของสัญญาณ ขานี้จะกลับสู่สถานะลอจิกต่ำ
17	St/GT	เป็นขาที่ทำหน้าที่ 2 ทิศทางคือเป็นทั้งสเตียริงอินพุทและเป็นการ์ดไทม์เอาท์พุท
18	VDD	ขาป้อนไฟเลี้ยง -5 V

ตารางที่ 1 รายละเอียดการจัดขาและหน้าที่ของ MT8870

2.8.4 ฟังก์ชั่นการทำงานภายในของ MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1) ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือกลุ่มความถี่สูงและความถี่ต่ำโดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิตซ์คาปาซิเตอร์ (six-order switched capacitor band pass filter)

2) ภาคถอดรหัส

สัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้องแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจความถี่ว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่เพื่อป้องกันความถี่อื่นมาผสม เมื่อตรวจสอบความถี่นั้นถูกต้องแล้ว สัญญาณที่ขา Est(Early steering) ก็จะแอกทีฟ

3) ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบว่าช่วงความถี่ที่เข้ามามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรนี้จะไม่รับ โดยจะถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็นลอจิกสูงนานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา เมื่อขา Est เป็นลอจิกสูง ทำให้ Vcc สูงขึ้น ตัวเก็บ C คายประจุ ทำให้แรงดัน Vcc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรสโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ (guard time) นั้นหมายถึงช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะถือได้ว่าเป็นสัญญาณที่มีความถูกต้อง แต่ถ้าช่วงเวลามีความสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป

4) ภาคขยายความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายอ็อปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป

5) ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายในเพียงแต่ต่อคริสตอลขนาด 3.579 ก็สามารถใช้งานได้

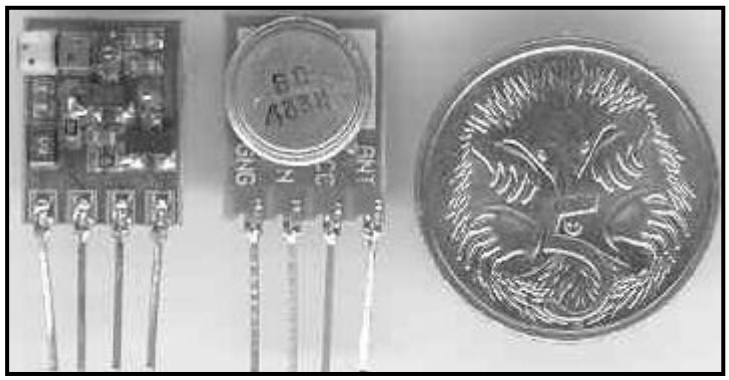
ภาคการรับข้อมูล (Receive)	ภาคการส่งข้อมูล (Transmit)
สำหรับในภาครับนี้สัญญาณที่จะเข้ามาใน MT8870 จะต้องมีความแรงอย่างน้อยคือ -34 dBm ไอซีเบอร์นี้จึงจะสามารถ detect สัญญาณได้ ถ้าน้อยกว่านี้ถือว่าใช้งานไม่ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกค่าความต้านทานทางด้านอินพุท เพราะมีผลต่อการลดทอนของสัญญาณ	ในส่วนของการส่งข้อมูลเมื่อ MT8870 ได้รับสัญญาณที่มีความแรงที่เหมาะสม (มากกว่าหรือเท่ากับ -34 dBm) แล้วจะทำการ Decode สัญญาณให้เป็นเลขไบนารี 4 หลัก ตัวอย่างเช่น - เมื่อทำการกดหมายเลข 7 จะได้สัญญาณเอาท์พุทเป็น 0111

ตาราง ที่ 2 หน้าที่ภาครับ ภาคส่งข้อมูลไอซีถอดสัญญาณ DTMF MT8870

2.9 วงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุ

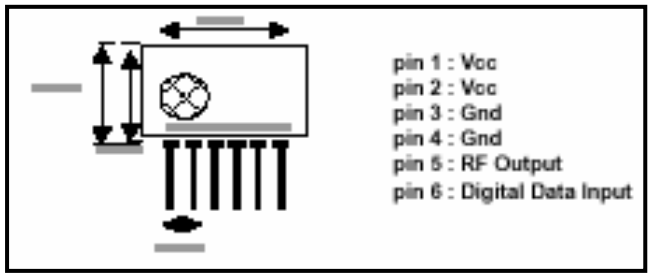
วงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุนี้จะทำงานที่ความถี่ 418 MHz โดยระยะการทำงานในพื้นที่โล่งจะสามารถส่งสัญญาณได้ไกลถึง 100 เมตร แต่ในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางนั้นจะส่งสัญญาณได้ 30 เมตร ซึ่งระยะในการส่งสัญญาณนี้จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมโดยรอบ สายอากาศ และแรงดันที่ตัวส่งสัญญาณใช้ ซึ่งแรงดัน ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 2-12 V กระแส 20 mA ซึ่งวงจรภาคส่งสัญญาณนี้จะมีอัตราการส่งข้อมูล (Data Rate) 4.8 KB/s โดยมีกำลังเอาท์พุตเท่ากับ 16 DBm

2.9.1 แสดงรูปวงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุ



รูปที่ 2.25 วงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุ

2.9.2 โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา



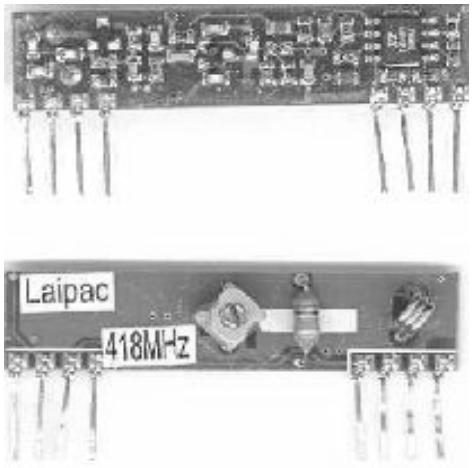
รูปที่ 2.26 แสดงโครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขาของภาคส่งสัญญาณวิทยุ

2.10 วงจรภาครับสัญญาณวิทยุ

วงจรภาครับสัญญาณวิทยุนี้จะสามารถรับสัญญาณได้ 100 เมตรสำหรับพื้นที่โล่ง และ รับสัญญาณวิทยุได้ 30 เมตรสำหรับพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง ระยะในการรับสัญญาณวิทยุนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม แรงดันที่ใช้งานของภาคส่งสัญญาณวิทยุ และสายอากาศ ซึ่งวงจรภาครับวิทยุนี้จะมีความไว 3 uVrms และสามารถทำงานได้ในช่วง 4.5 – 5.5 Vdc กับทั้งเอาท์พุตที่เป็นเส้นตรงและ

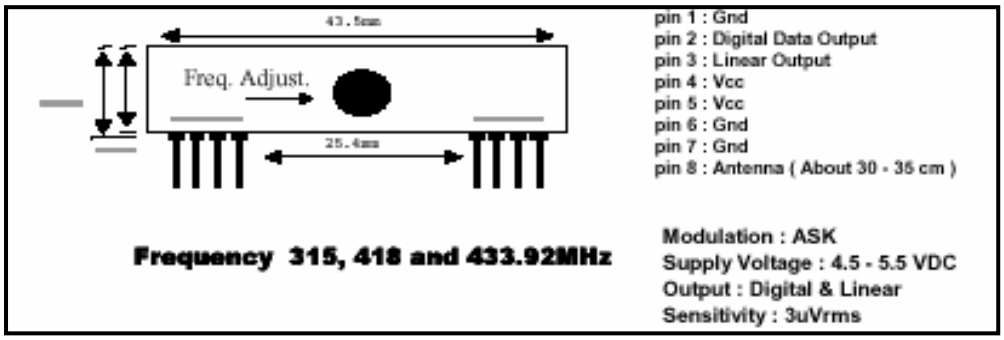
เป็นสัญญาณดิจิตอล มีอัตราการส่งข้อมูล(Data Rate)เท่ากับ 3 KB/s สำหรับวงจรภาครับสัญญาณวิทยุนี้จะใช้กระแส 3.5 mA สำหรับการทำงานที่แรงดัน 5 V

2.10.1 แสดงรูปวงจรภาครับสัญญาณวิทยุ



รูปที่ 2.27 วงจรภาครับสัญญาณวิทยุ

2.10.2 โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา



รูปที่ 2.28 แสดงโครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขาของภาครับสัญญาณวิทยุ

บทที่ 3
การออกแบบระบบ

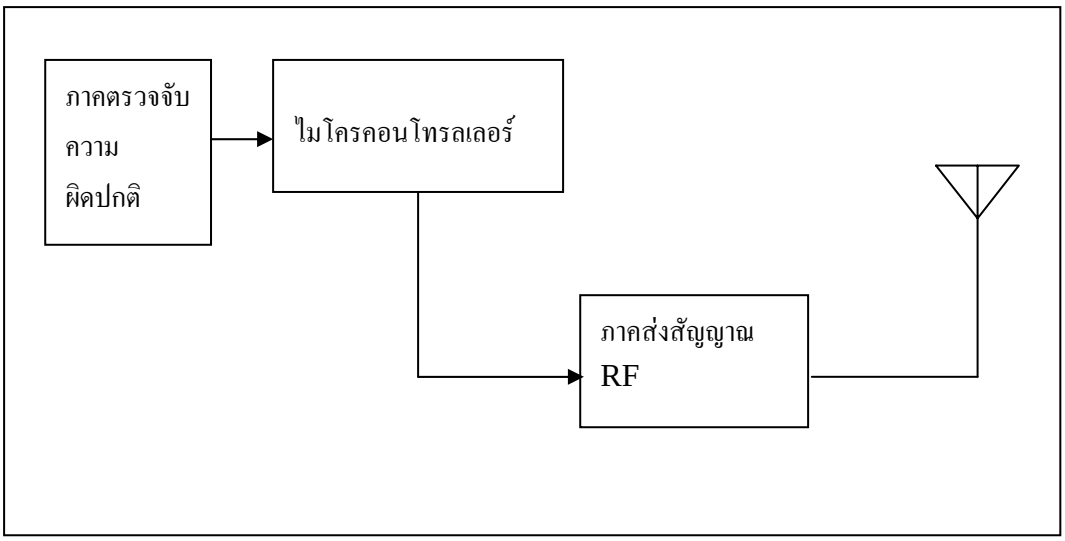
3.1กล่าวนำ

ระบบโดยรวมมีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ ภาคตรวจจับส่งสัญญาณ RF และโทรออก ส่วนที่ 2 คือภาครับและประมวลผลสัญญาณ RF

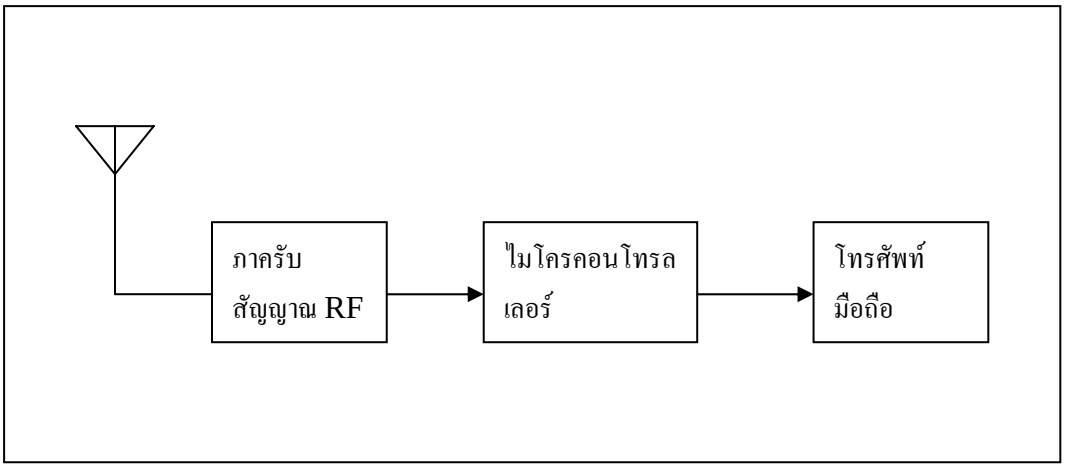
3.1.1 ภาคตรวจจับส่งสัญญาณ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของภาคส่งและส่วนภาครับ

โครงสร้างโดยรวมของระบบ

ภาคส่ง



ภาครับ



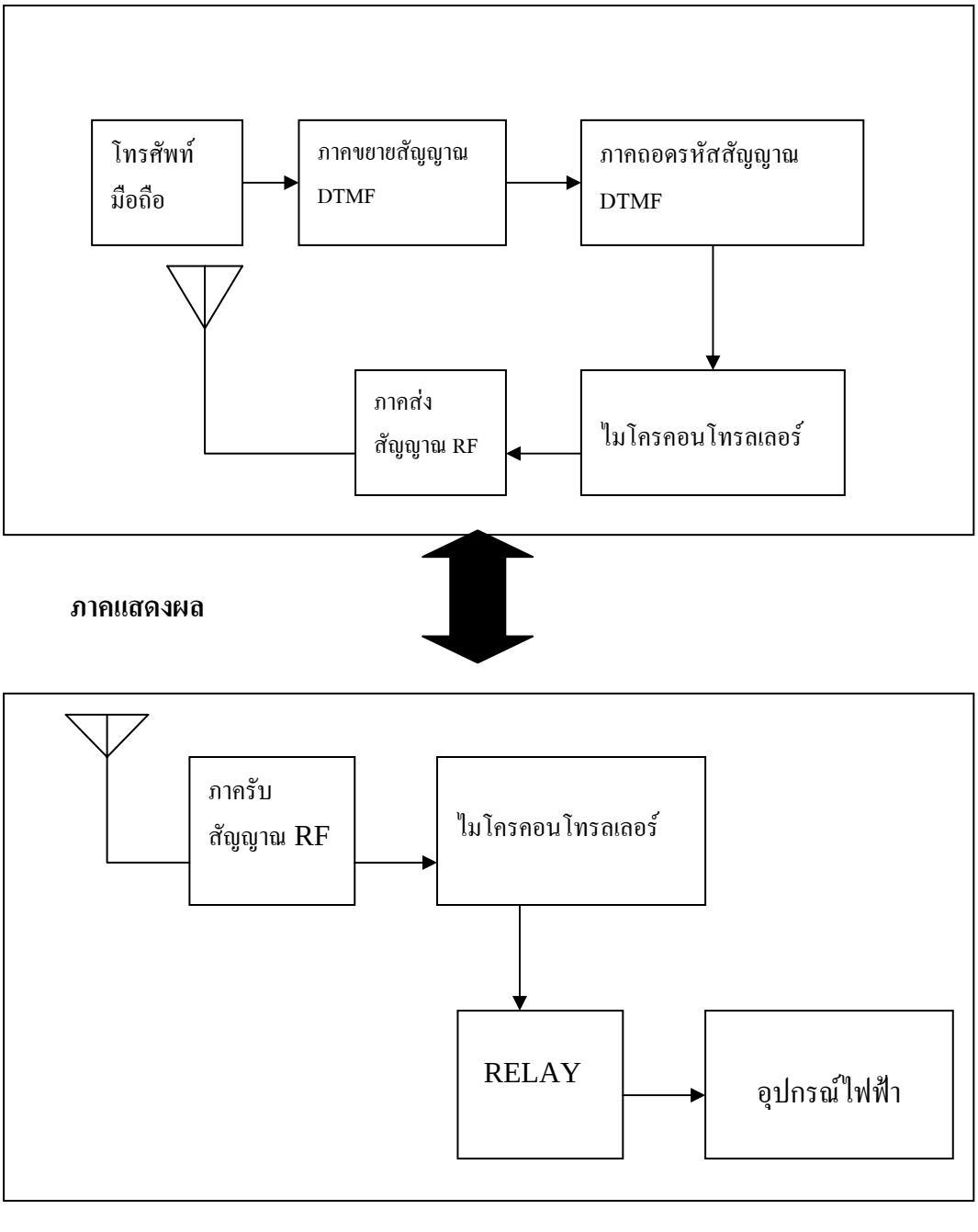
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของระบบตรวจสอบการเปิดปิดประตูและโทรออก

3.1.2 ภาครับและประมวลผลของสัญญาณ RF

แบ่งเป็น 2 ภาคคือ ภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF และภาคแสดงผล

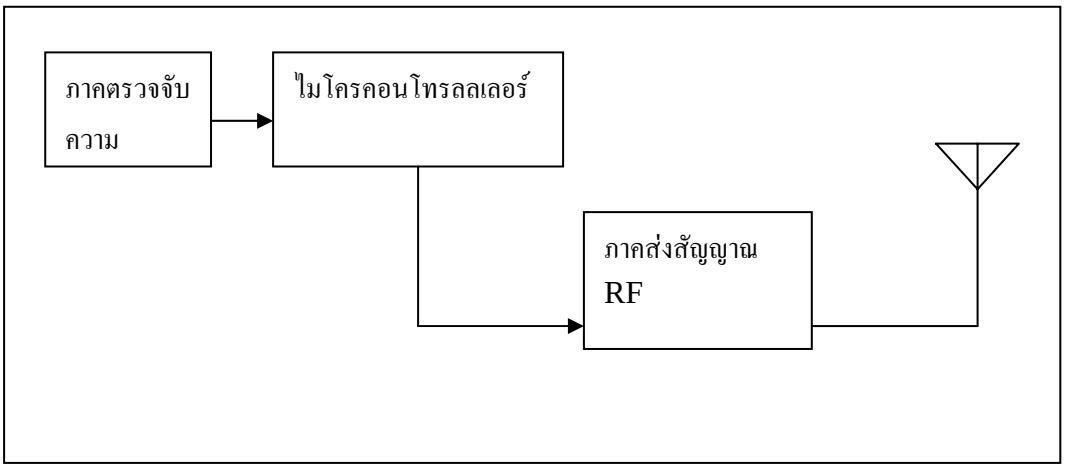
โครงสร้างของระบบ

ภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF



รูปที่ 3.2 แสดงภาครับและการสั่งงานในระบบการประมวลผล

3.2 ภาคส่งสัญญาณ RF

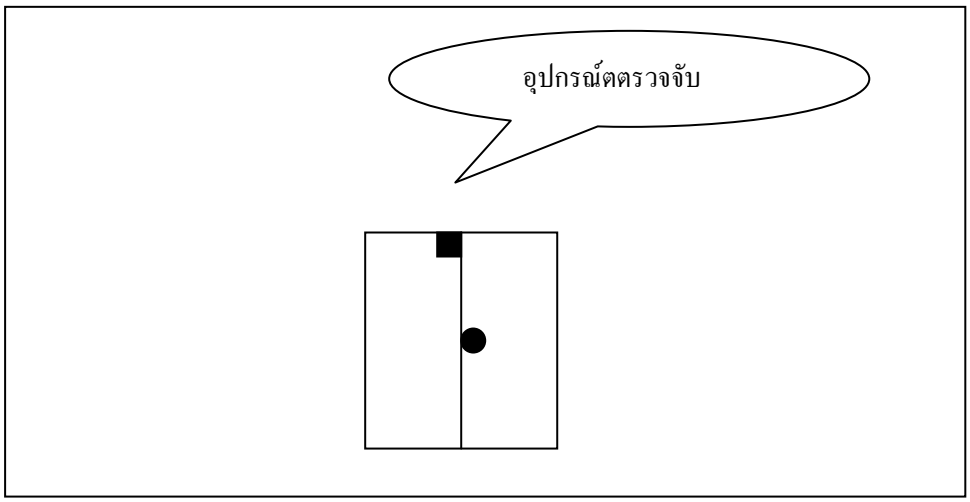


รูปที่ 3.3 ระบบส่งสัญญาณ RF

การออกแบบระบบส่งสัญญาณ RF จะประกอบไปด้วย 3 องค์ ประกอบด้วยกัน คือ

3.2.1 ภาคตรวจจับความผิดปกติ

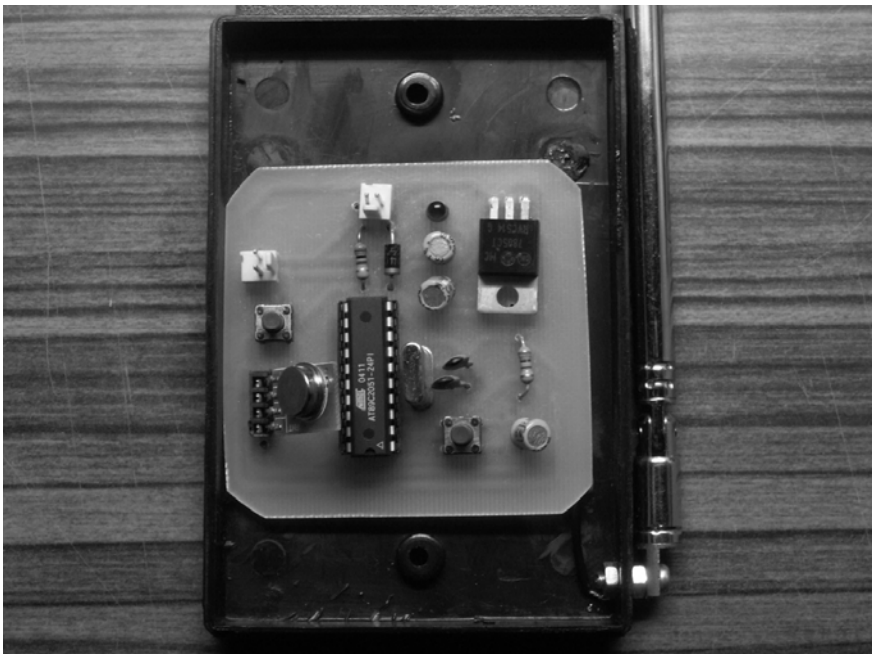
จะตรวจจับการเปิดปิดของประตู หรือหน้าต่างบริเวณที่นำไปติดตั้ง โดยจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการตรวจจับ การเปิดหรือปิดของประตู มีวงจรการทำงานดังรูปที่ 4.4



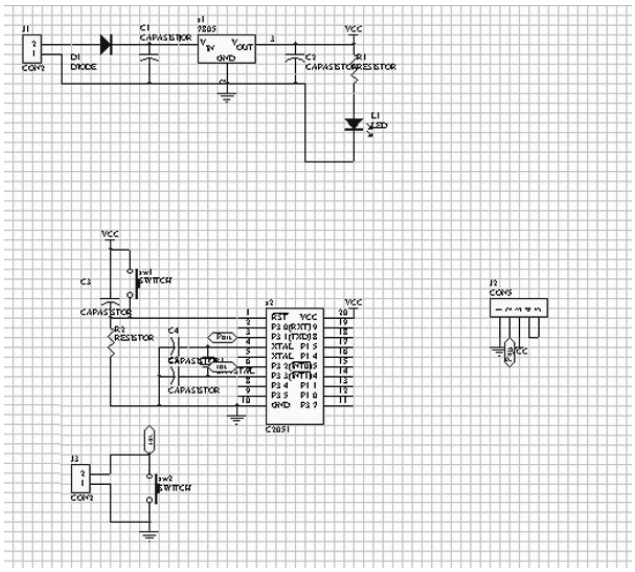
รูปที่ 3.4 ภาพแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการเปิดปิดประตู

3.2.2 วงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุ

วงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุนี้จะทำงานที่ความถี่ 418 MHz โดยระยะการทำงานในพื้นที่โล่งจะสามารถส่งสัญญาณได้ไกลถึง 100 เมตร แต่ในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางนั้นจะส่งสัญญาณได้ 30 เมตร ซึ่งระยะในการส่งสัญญาณนี้จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมโดยรอบ สายอากาศ และแรงดันที่ตัวส่งสัญญาณใช้ ซึ่งแรงดัน ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 2-12 V กระแส 20 mA ซึ่งวงจรภาคส่งสัญญาณนี้จะมีอัตราการส่งข้อมูล (Data Rate) 4.8 KB/s โดยมีกำลังเอาท์พุตเท่ากับ 16 dBm



ก.รูปแสดงอุปกรณ์ภาคส่ง



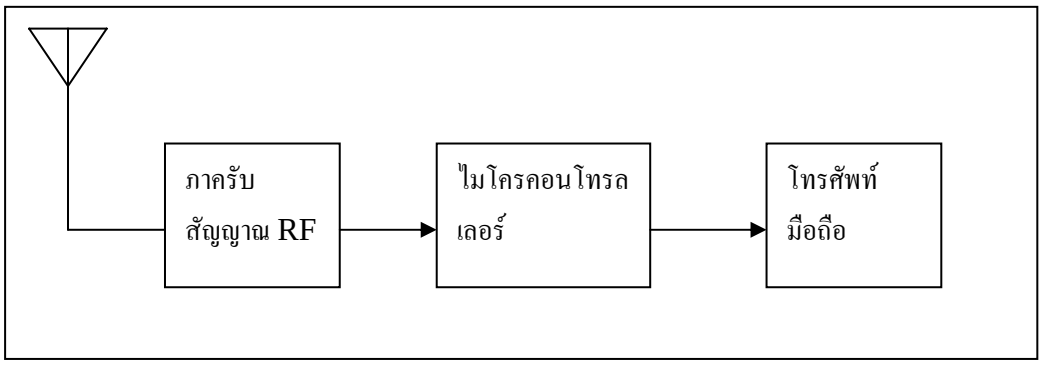
ข.รูปแสดงการออกแบบวงจร

รูปที่ 3.5 วงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุ

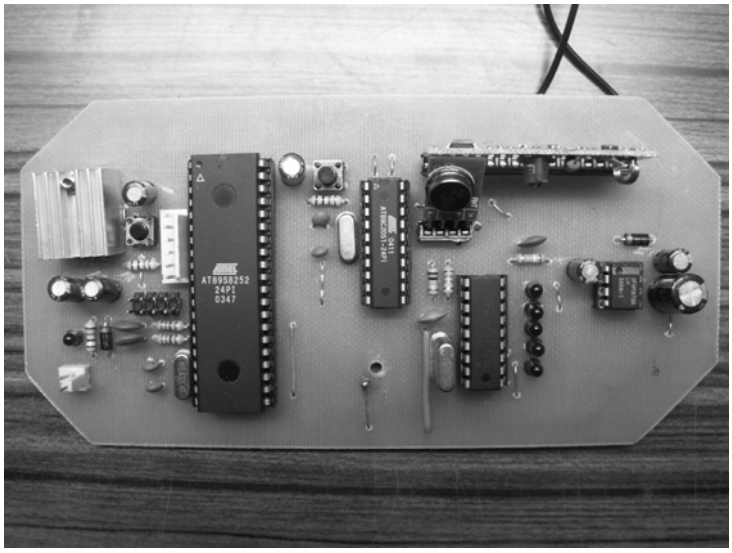
รูปที่ 3.6 รูปอุปกรณ์สำเร็จรูป

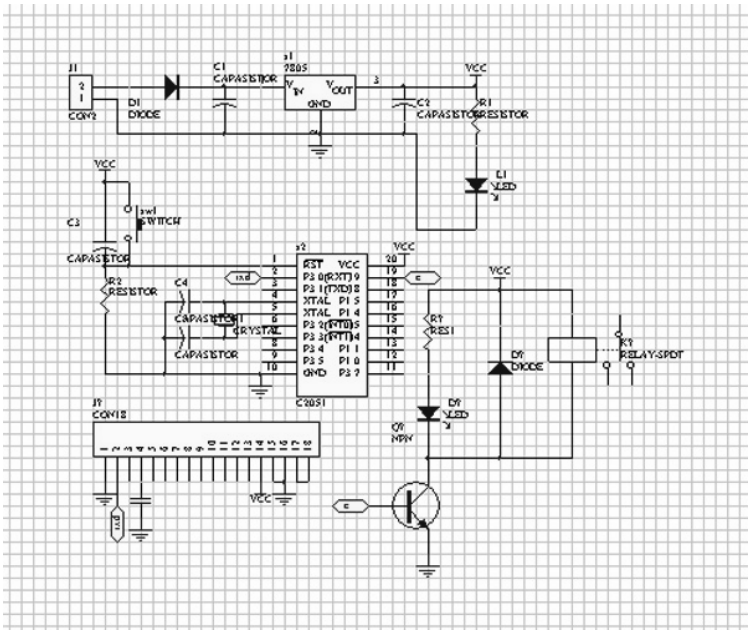
3.3ภาครับสัญญาณ RF

ทำหน้าที่รับสัญญาณ RF จากชุดส่งแล้วทำการประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วใช้แล้วส่งสัญญาณ AT-Command เพื่อสั่งให้โทรศัพท์มือถือทำการโทรออกไปยังเลขหมายที่เราต้องการ



รูปที่ 3.7 ระบบส่งสัญญาณ RF





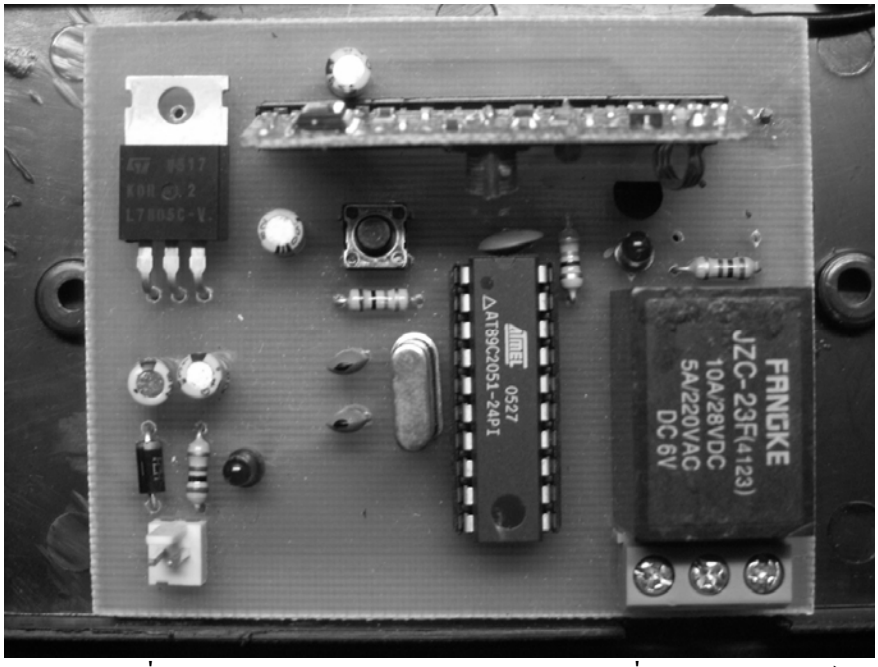
ก.รูปแสดงการออกแบบวงจร

ข.รูปแสดงอุปกรณ์ควบคุมรวมที่สำเร็จแล้ว

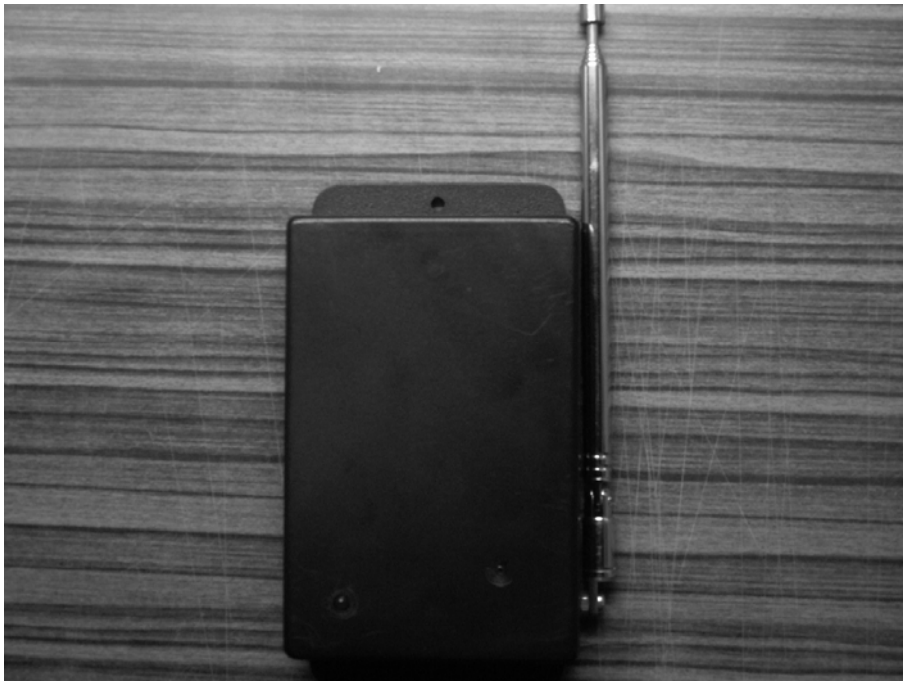
รูปที่ 3.8 แสดงระบบภาครับของสัญญาณ RF

3.3.1 วงจรภาครับสัญญาณวิทยุ

วงจรภาครับสัญญาณวิทยุนี้จะสามารถรับสัญญาณได้ 100 เมตรสำหรับพื้นที่โล่ง และ รับสัญญาณวิทยุได้ 30 เมตรสำหรับพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง ระยะในการรับสัญญาณวิทยุนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม แรงดันที่ใช้งานของภาคส่งสัญญาณวิทยุ และสายอากาศ ซึ่งวงจรภาครับวิทยุนี้จะมีความไว 3 uVrms และสามารถทำงานได้ในช่วง 4.5 – 5.5 V-DC กับทั้งเอาท์พุตที่เป็นเส้นตรงและเป็นสัญญาณดิจิตอล มีอัตราการส่งข้อมูล(Data Rate)เท่ากับ 3 KB/s สำหรับวงจรภาครับสัญญาณวิทยุนี้จะใช้กระแส 3.5 mA สำหรับการทำงานที่แรงดัน 5 V



รูปที่ 3.9 วงจรภายในของภาครับสัญญาณวิทยุเพื่อควบคุมอุปกรณ์



รูปที่ 3.10 รูปแสดงตัวควบคุมอุปกรณ์สำเร็จ

3.3.2 โทรศัพท์มือถือ

ในการทำงานนี้เราใช้โทรศัพท์มือถือเข้ามาช่วยในการโทรออกไปยังเลขหมายปลายทางที่เราต้องการ โดยโทรศัพท์ที่เราเลือกใช้เป็นโทรศัพท์ Siemens C 35 เป็นตัวที่ทำการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

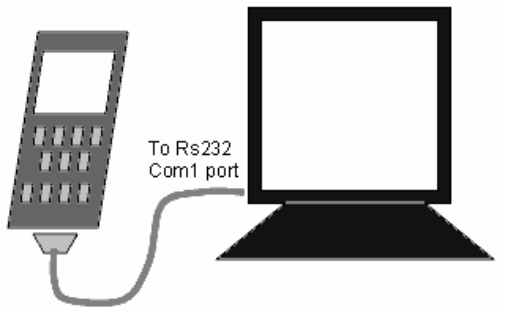
รูปที่ 3.11 แสดงรูปของโทรศัพท์ที่ใช้ในการโทรออก

การเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมเครื่องโทรศัพท์มือถือ (AT COMMANDS)

การเขียนโปรแกรมติดต่อระหว่างตัวรับและตัวส่ง

การทดลองเชื่อมต่อมือถือกับคอมพิวเตอร์โดยใช้ AT COMMANDS

1. ต่อโทรศัพท์กับสายเชื่อมต่อมือถือกับคอมพิวเตอร์ เข้ากับ พอร์ทคอม 1 หรือ 2 ของคอมพิวเตอร์

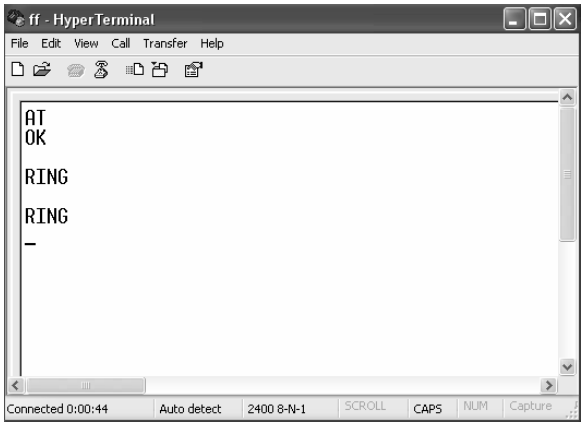


รูปที่ 3.12 ภาพแสดงการเชื่อมต่อมือถือกับคอมพิวเตอร์

2.เปิดใช้ HyperTerminal (Start -> Accessories -> Communications -> HyperTerminal)

3. จากนั้น ทำการตั้งชื่อ และทำการ เลือกช่องทางที่ใช้ติดต่อ ในที่นี้คือ com 1

4.ทำการเลือก bit rate ที่ใช้ในการติดต่อ เลือกที่ 19200 b/s



รูปที่ 3.13 รูปแสดงการตั้งค่าเครื่องคอมพิวเตอร์ในการ Run program

5. ลองใช้คำสั่งต่างๆ ในการติดต่อ

คำสั่งที่ใช้ในการติดต่อเบื้องต้น

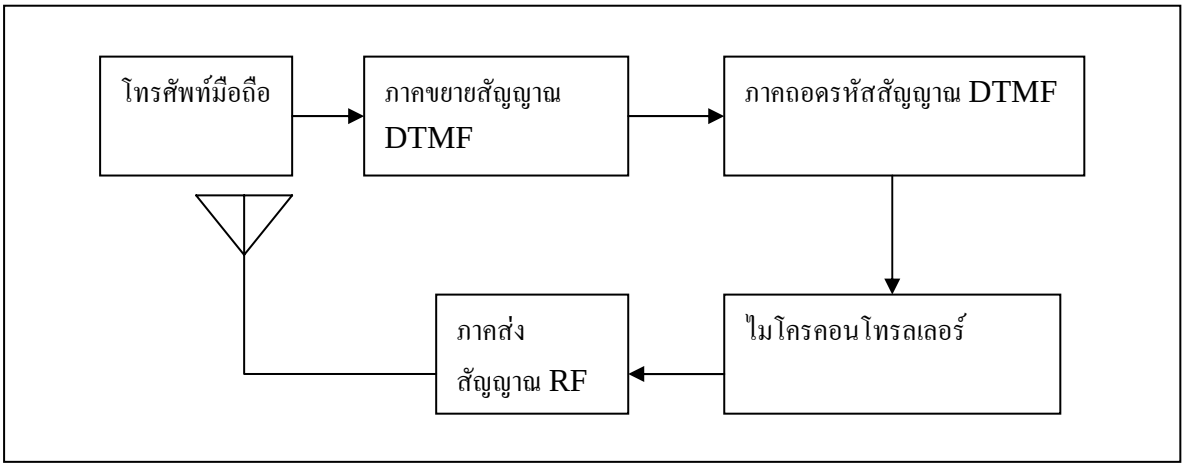
AT เช็คสถานะการติดต่อ

ATA รับสาย

ATD โทรออก

ATH วางสาย

3.4 ถอดรหัสสัญญาณ DTMF มีองค์ประกอบหลัก ๆ อยู่ 3 องค์ประกอบดังแสดงในภาพ



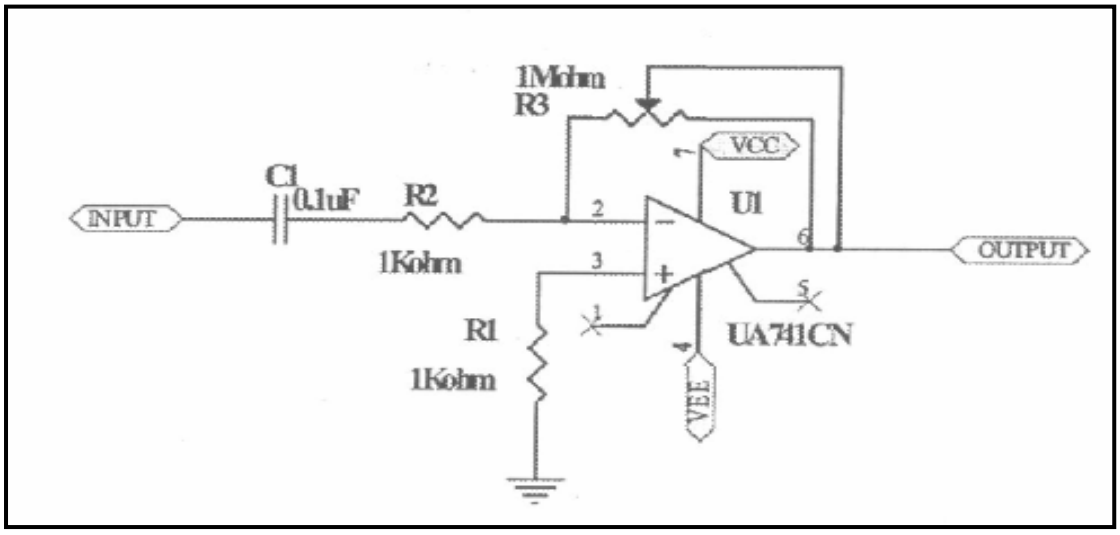
จากรูปที่ 3.14 เป็นโครงสร้างโดยรวมของภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่เชื่อมต่อกับPort ของโทรศัพท์มือถือ

โครงสร้างของระบบ

3.4.1 ภาคขยายสัญญาณ DTMF

ในระบบเราจะต้องนำภาคขยายสัญญาณเขามาช่วยในการขยายสัญญาณ DTMF ของโทรศัพท์มือถือเนื่องจากสัญญาณที่ถูกส่งออกมาทาง Port ของโทรศัพท์มือถือมีสัญญาณที่ค่อนข้างต่ำทำให้สัญญาณที่นำไปถอดรหัสเกิดความผิดพลาดขึ้น

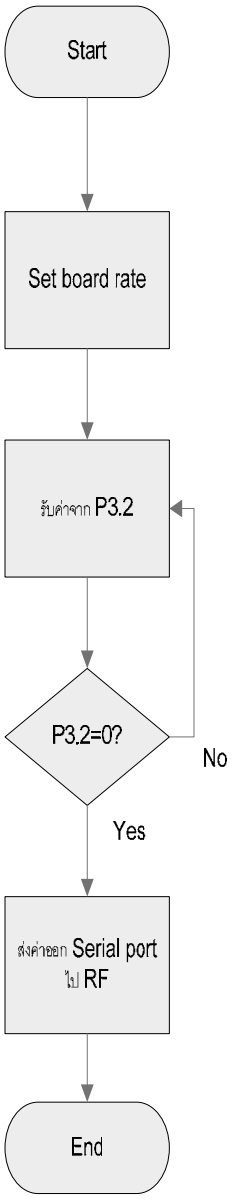
การออกแบบภาคขยายสัญญาณจะใช้ IC Op amp เบอร์ UA 747CN (รายละเอียดการใช้งานในภาคผนวก) มาสร้างวงจรขยายสัญญาณแบบอินเวอร์ติ้ง ดังแสดงในรูปที่ 3.16



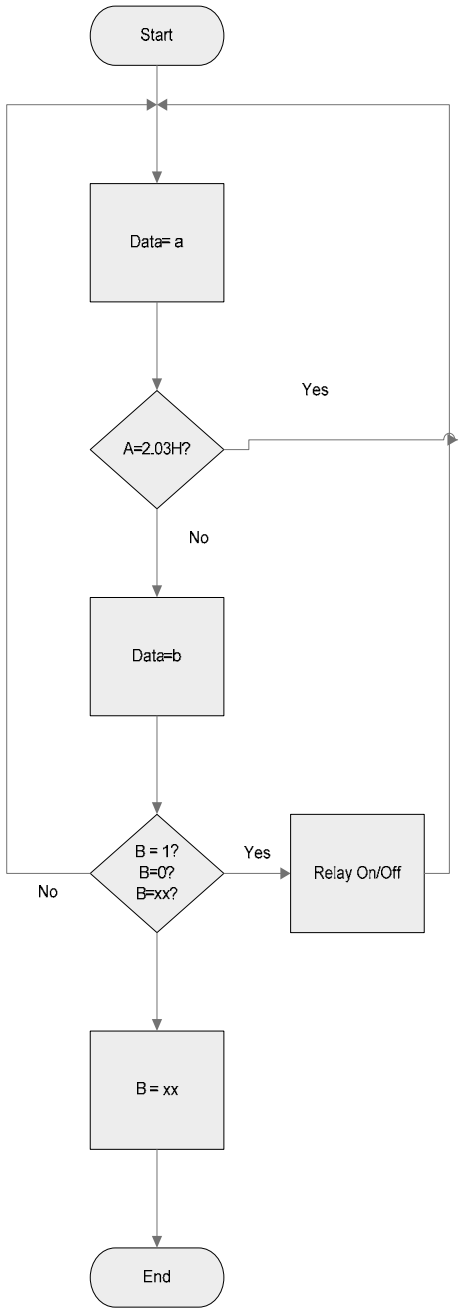
รูปที่ 3.15 วงจรขยายสัญญาณ DTMF

FLOW CHART ส่วนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมภาคส่งสัญญาณ RF



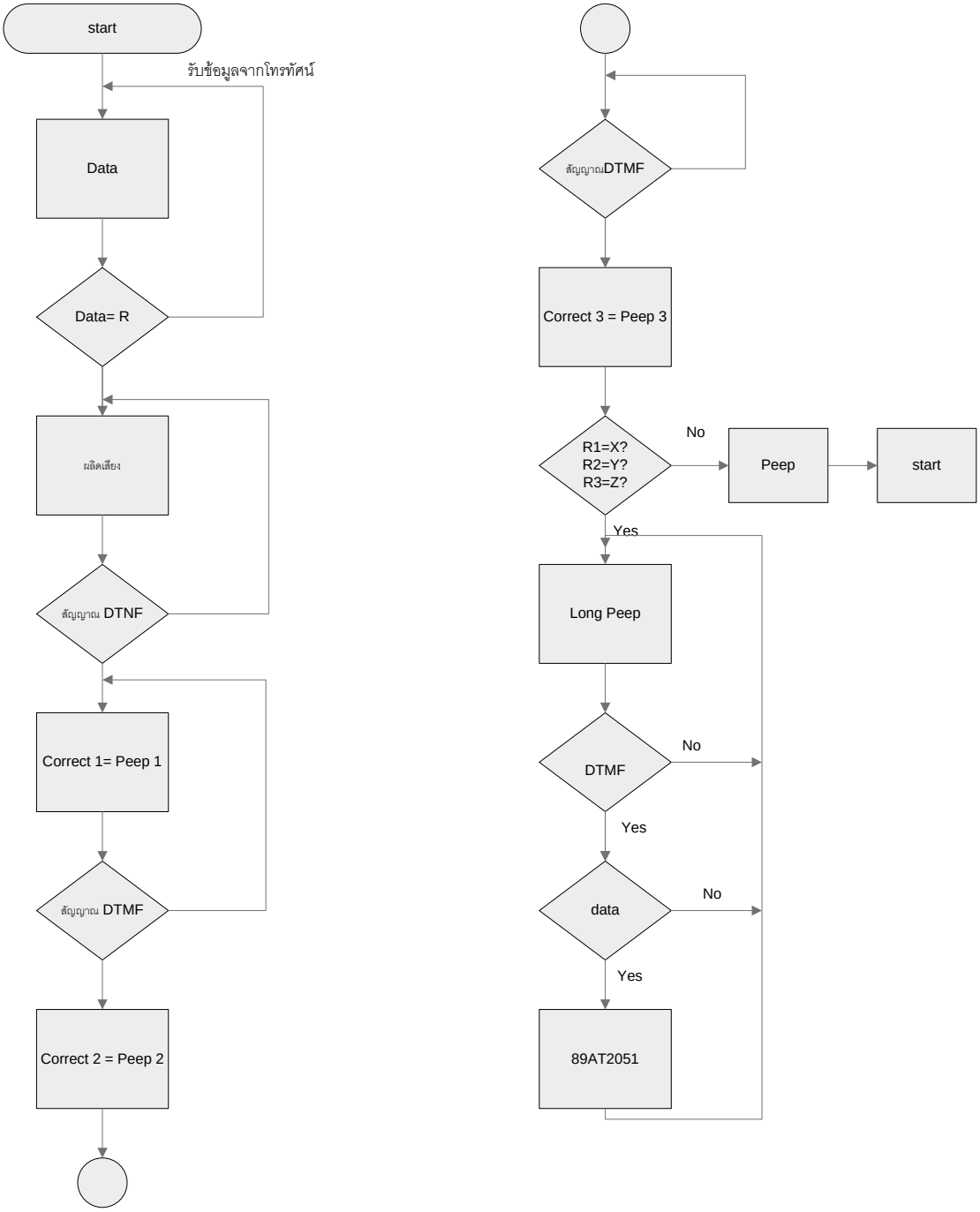
โปรแกรมภาครับสัญญาณ RF



รูปที่ 3.16 รูปFlowchart แสดงโปรแกรมของตัวรับและตัวส่งสัญญาณ

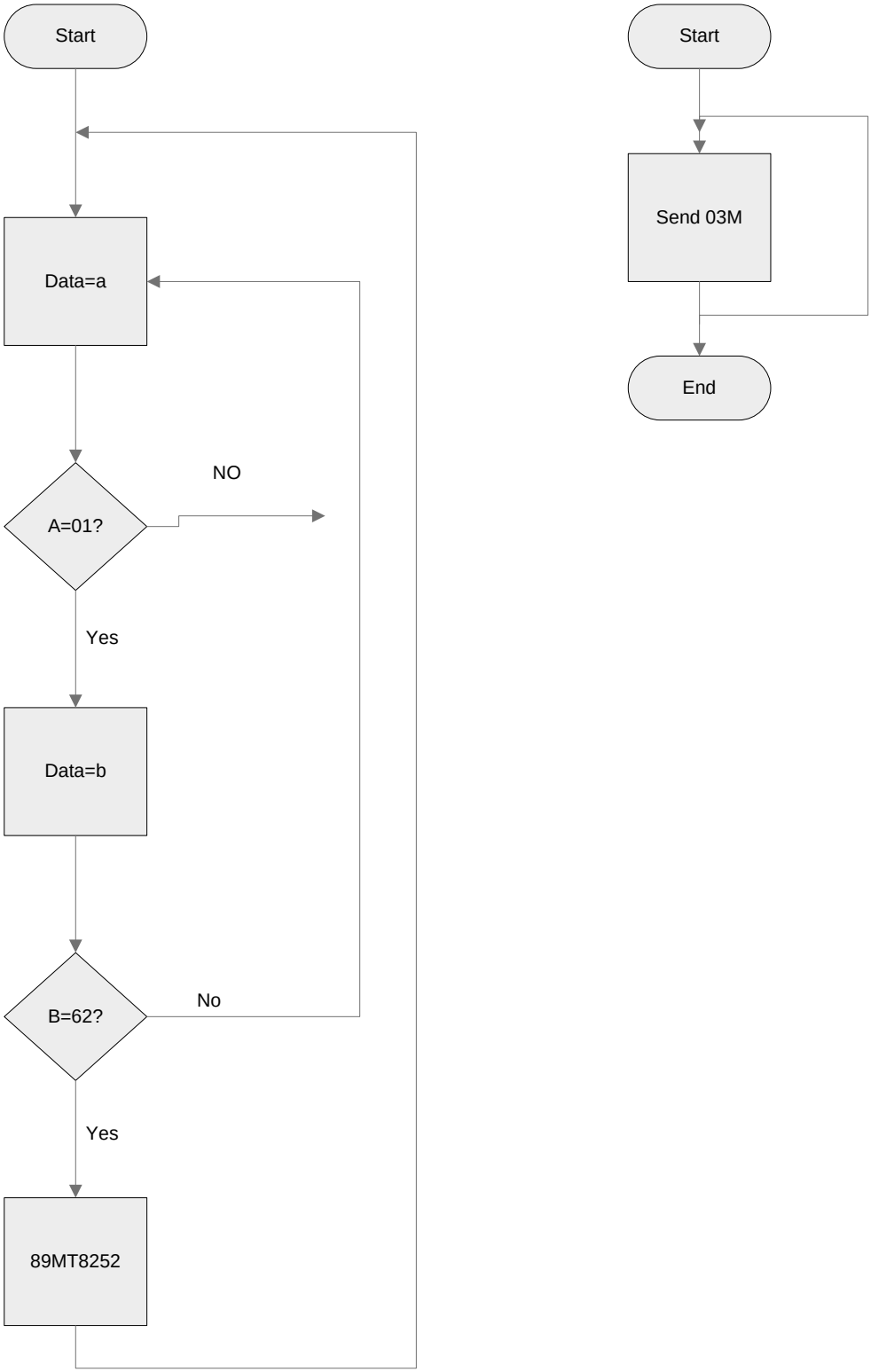
โปรแกรมควบคุมกลาง

โปรแกรมส่วนของ AT89S8252



รูปที่ 3.17 รูปFlowchart แสดงโปรแกรมวงจรควบคุมรวมของ AT89C8252

โปรแกรมของส่วน AT89C2051

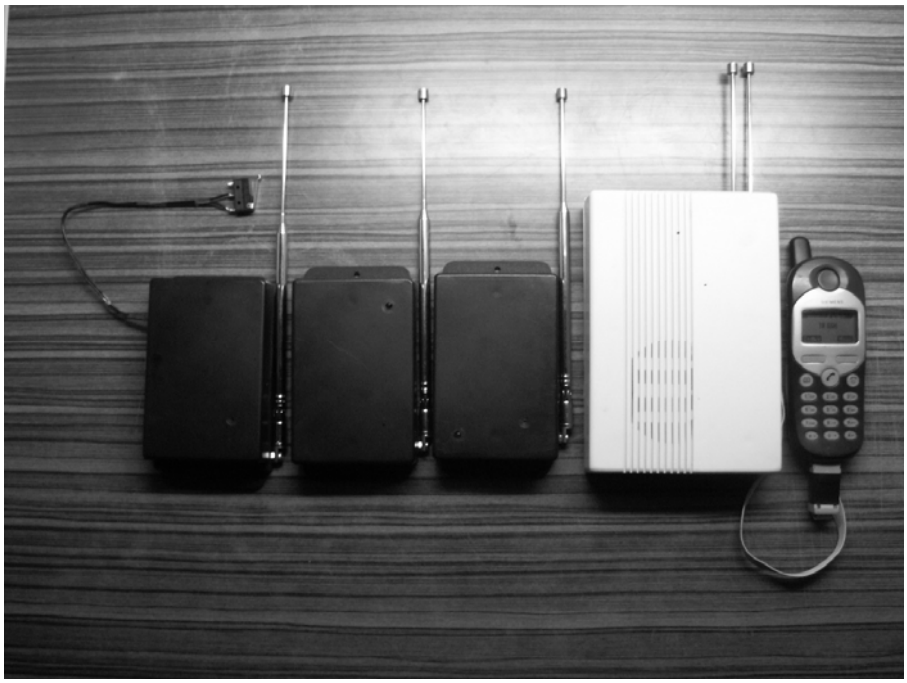


รูปที่ 3.18 รูปFlowchart แสดงโปรแกรมวงจรควบคุมรวมของ AT89C2051

บทที่ 4
การทดลอง

4.1 การต่ออุปกรณ์

นำเครื่องอุปกรณ์ส่งสัญญาณวิทยุไปติดตั้งบริเวณหน้าต่างหรือประตูบ้านและต่อตัวรับคลื่นวิทยุและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เรียบร้อยจากนั้นนำวงจรควบคุมกลางต่อเข้ากับโทรศัพท์จากนั้นนำไปวางในตำแหน่งที่อยู่บริเวณที่สามารถรับสัญญาณได้ดีทำการทดลองโดยเปิดปิดประตูแล้วสังเกตการทำงานของอุปกรณ์



รูปที่ 4.1 แสดงภาพอุปกรณ์รวมทั้งหมดของระบบ

รูปที่ 4.2 แสดงภาพของวงจรรวมที่ต่อกับโทรศัพท์เรียบร้อย

ทดสอบความรวดเร็วในการส่งสัญญาณและการถอดรหัสสัญญาณที่รับเข้ามาพร้อมกับทำการทดสอบระยะการรับส่งสัญญาณของเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ

4.3 ผลการทดลอง

หลังจากทำการต่ออุปกรณ์เครื่องรับ-ส่งสัญญาณวิทยุและแผงควบคุมกลางเรียบร้อยแล้ว หลังจากทำการทดสอบผลการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่ส่งออกมาจากตัวของโทรศัพท์มือถือได้ผลของการถอดรหัสดังนี้

ปุ่มที่กด	รหัสที่ถอดได้ไอซีAT89s8252			
	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0
#	1	0	1	1
*	1	1	0	0

และเมื่อทำการวัดระยะทางของการส่งสัญญาณวัดได้ระยะทางการส่งบริเวณที่โล่งไม่มีวัตถุขวางกั้นระหว่างหน่วยควบคุมกลางกับตัวส่งสัญญาณวัดได้ 12 เมตร ระยะทางที่มีผนังขวางกั้นสามารถวัดสัญญาณได้ระยะ 8 เมตรและเมื่อทำการโทรศัพท์เข้ามาเพื่อสั่งงานและควบคุมการสั่งงานโดยผ่านรีเลย์แล้วพบว่าสามารถวงจรควบคุมกลางสามารถที่จะทำการถอดรหัสสัญญาณของรหัสผ่านออกมาได้ถูกต้องและขณะทำการสั่งงานรีเลย์ของวงจรภาครับทั้ง 2 วงจรได้ในระยะที่กล่าวข้างต้นและแต่มีบางครั้งที่การตอบสนองการสั่งงานมีการตอบสนองที่ช้ากว่าปกติเนื่องจากผลของการสั่งอาจจะผิดพลาดในบางครั้งทั้งนี้เครื่องรับจะรับ

สัญญาณจากเครื่องส่งที่อยู่ใกล้และมีความแรงของสัญญาณสูงได้ดีกว่าเครื่องส่งที่อยู่ไกลและมีความแรงของสัญญาณต่ำ

4.4 วิเคราะห์การทดลอง

จากการทดลองส่งสัญญาณวิทยุเพื่อควบคุมให้โทรศัพท์โทรออกไปยังหมายเลขปลายทางที่ได้ตั้งไว้พบว่าเมื่อทำการเปิดประตูหรือหน้าต่างวงจรควบคุมรวมจะทำหน้าที่ประมวลผลและสั่งการให้โทรศัพท์โทรออกภายในระยะเวลาที่รวดเร็วและเมื่อเจ้าของบ้านทำการโทรศัพท์จากภายนอกเข้าสู่แผงควบคุมรวมแล้วทำการใส่รหัสเพื่อที่จะสั่งงานอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพบว่าแผงวงจรรวมสามารถที่จะส่งสัญญาณเสียงตอบรับกับผู้สั่งงานในการป้อนรหัสผ่านได้ดีและเมื่อทำการทดลองสั่งงานควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า พบว่าอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณสามารถที่จะถอดรหัสและสั่งงานอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ตรงตามรหัสของอุปกรณ์ที่เราได้ตั้งไว้แต่บางครั้งในการทำการทดลองพบว่าเมื่อเครื่องส่งสัญญาณวิทยุทำการส่งสัญญาณมายังเครื่องควบคุมรวมแล้วให้โทรศัพท์มือถือทำการโทรออกไปยังหมายเลขของเจ้าของบ้านที่เราได้ตั้งไว้แล้วบางครั้งไม่สามารถที่จะติดต่อกับเจ้าของบ้านได้เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้โทรศัพท์สูงจึงทำให้การโทรศัพท์ไม่สามารถโทรออกไปยังหมายเลขปลายทางได้และการสั่งงานที่ทำจากการที่กดรหัสสั่งงานอุปกรณ์ต่างชนิดกันในระยะเวลาใกล้กันนั้นจะทำให้การสั่งงานมีการตอบสนองที่ช้ากว่าปกติ

จากการทดลองทั้งหมดกล่าวได้ว่าปัญหาหลักของโครงงานนี้คือการใช้เครื่องส่งที่ใช้การมอดูเลตสัญญาณแบบ ASK ซึ่งใช้ความถี่เดียวกันเมื่อส่งสัญญาณพร้อมกันก็จะทำให้เครื่องรับสามารถแยกสัญญาณข้อมูลได้ช้า และเหตุผลที่คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้เครื่องส่งที่ใช้การมอดูเลตสัญญาณแบบ ASK นั้นเนื่องมาจากเครื่องส่งที่ใช้การมอดูเลตสัญญาณแบบ FSK นั้น เมื่อใช้เครื่องส่งหลายๆเครื่องก็จะต้องใช้เครื่องรับหลายเครื่องตามไปด้วยซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาเมื่อนำไปใช้งานจริง ส่วนเครื่องส่งที่ใช้การมอดูเลตสัญญาณแบบ PSK นั้นมีราคาสูงเกินไป ดังนั้นเพื่อความเหมาะสมคณะผู้จัดทำจึงได้เลือกใช้เครื่องส่งที่ใช้การมอดูเลตสัญญาณแบบ ASK นั่นเองและในส่วนของการที่ไม่สามารถที่จะโทรออกไปหาหมายเลขปลายทางได้ ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการแก้ปัญหาโดยการให้วงจรควบคุมรวมสั่งโทรออกจนกว่าจะมีสัญญาณเชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์ผ่านเข้ามา

4.5 สรุปการทดลอง

จากการทดลองสรุปได้ว่าปัญหาหลักของโครงงานนี้คือการใช้เครื่องส่งที่ใช้การมอดูเลตสัญญาณแบบ ASK ซึ่งใช้ความถี่เดียวกันเมื่อส่งสัญญาณพร้อมกันหรือเวลาใกล้เคียงกันก็จะทำให้เครื่องรับสามารถแยกสัญญาณข้อมูลและประมวลผลสัญญาณได้ช้าลง ทำให้ทางคณะผู้จัดทำต้องแก้ปัญหาโดยการเพิ่มการประวิงเวลาในส่วนของการกอรหัสสั่งงานให้ช้าลงอีกเพื่อให้เครื่องส่งส่งสัญญาณในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน แต่ก็ส่งผลให้การสั่งงานที่ได้ช้าลงตามไปด้วย
ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้การส่งสัญญาณข้อมูลสมบูรณ์ขึ้นและส่วนแสดงผลมีการตอบสนองต่อสัญญาณข้อมูลได้ดีขึ้นด้วย

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะของโครงงาน

5.1 สิ่งที่ได้จากจากโครงงาน

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการส่ง-รับข้อมูลแบบรหัสไบนารีโดยผ่านคลื่นวิทยุ
2. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเข้ารหัส(Encode)และการถอดรหัส(Decode)เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ
3. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการทำงานของเครื่องรับและเครื่องส่งสัญญาณผ่านคลื่นวิทยุ
4. ได้รับความรู้เกี่ยวกับระบบการส่งสัญญาณโทรศัพท์
5. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการมอดูเลตสัญญาณ DTMF เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งาน
6. ได้รับความรู้ในการใช้งาน Microcontroller และนำไปใช้งานได้จริง
7. ได้รับความรู้ในการใช้งานโปรแกรม ภาษา Assembly
8. ได้รับความรู้ในการประกอบอุปกรณ์ต่างๆ และสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมในโครงงาน
9. ทำให้สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการเรียนทฤษฎีมาใช้ในการปฏิบัติจริง
10. ทำให้สามารถรู้จักแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้
11. ทำให้รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น
12. ทำให้รู้จักการแบ่งเวลาในการทำงานและสามารถปฏิบัติงานตามตารางเวลาได้
13. สามารถนำความรู้ที่ได้จากโครงงานมาประยุกต์ใช้งานได้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. มีความรู้ในการเขียนโปรแกรมภาษา Assembly น้อย จึงต้องใช้เวลาในการศึกษาและทำความเข้าใจมาก ทำให้เสียเวลาในส่วนนี้มาก
2. ไม่สามารถที่จะสร้างสัญญาณDTMFโดยตรงได้จึงใช้เวลาในการสร้างสัญญาณจาก IC เบอร์ MT8888 ได้จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนมาใช้เป็นโทรศัพท์มือถือ
3. ใช้เวลานานในการศึกษาการใช้โปรแกรมร่วมกันระหว่างภาษา Assembly และอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์
4. มีความรู้ในการประกอบวงจรบนแผ่น PCB น้อย ทำให้วงจรมีความเสียหายบ่อย และใช้งานไม่ได้ ทำให้ต้องสร้างวงจรหลายครั้งจึงจะสามารถนำมาใช้งานได้
5. ขาดอุปกรณ์ในการเขียนโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้งานเนื่องจากอุปกรณ์มีราคาสูง

6. ใช้เวลาในการทดลองและตรวจสอบการใช้งานร่วมกันระหว่างวงจรเครื่องรับและวงจรเครื่องส่งใช้เวลานาน
7. ใช้เวลาในการทดลองและแก้ปัญหาเรื่องการใช้เครื่องรับสัญญาณที่ใช้ความถี่เดียวกันหลายตัวในบริเวณเดียวกันนานพอสมควร

5.3 ข้อจำกัดของโครงงาน

1. เนื่องจากการใช้เครื่องส่งสัญญาณที่ใช้การมอดูเลตแบบ ASK ซึ่งใช้ความถี่เดียวกันส่งสัญญาณพร้อมกันหลายตัวในบริเวณเดียวกัน ทำให้เครื่องรับไม่สามารถแยกสัญญาณเพื่อนำข้อมูลประมวลผลใช้งานได้ทันที
2. การเพิ่มการประวิงเวลาให้แก่เครื่องส่งให้ส่งคนละช่วงเวลานั้น แม้จะช่วยแก้ปัญหาเครื่องรับไม่สามารถนำสัญญาณข้อมูลไปประมวลผลใช้งานได้ทัน แต่จะทำให้เครื่องรับรับสัญญาณข้อมูลได้ช้าลง ทำให้ส่วนแสดงผลแสดงข้อมูลได้ช้าลงไปด้วย
3. เนื่องจากวงจรของเครื่องส่งมีขนาดเล็กและต้องการความสะดวกในการที่จะนำไปติดเป็นตัวตรวจจับสัญญาณ ทำให้ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟเป็นถ่านขนาดเล็ก ซึ่งมีอายุการใช้งานสั้นต้องเปลี่ยนบ่อยครั้ง
4. การใช้แหล่งจ่ายไฟขนาดเล็กทำให้ความแรงและระยะการส่งสัญญาณของเครื่องส่งสั้นลง
5. เครื่องรับจะรับสัญญาณจากเครื่องส่งที่อยู่ใกล้และมีความแรงของสัญญาณสูงได้ดีกว่าเครื่องส่งที่อยู่ไกลและมีความแรงของสัญญาณต่ำทำให้บางครั้งไม่สามารถที่จะสั่งงานได้ในทันที
6. ถ้าเครื่องส่งส่งข้อมูลไม่ต่อเนื่องเครื่องรับจะไม่สามารถรับข้อมูลได้ทำให้ระบบการประมวลผลกลางไม่สามารถที่จะสั่งการให้เครื่องโทรศัพท์โทรออกหรือควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้

ข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้เป็นโครงงานที่มีการประยุกต์ใช้งานข้อมูลที่ถูกส่งผ่านคลื่นวิทยุ ซึ่งได้นำอุปกรณ์เหล่านี้ไปติดตั้งใช้งานในด้านการรักษาความปลอดภัยภายในตัวอาคารแลยัง ทำให้สามารถพัฒนาเพื่อให้ใช้งานที่มีลักษณะเดียวกันกับโครงงานนี้ได้ดังข้อเสนอแนะต่อไปนี้

1. สามารถพัฒนาให้ทำงานแบบกึ่งรีโมทคอนโทรลเพื่อความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น สามารถพัฒนาให้เครื่องส่งมีการทำงานแบบ Passive หรือ เครื่องส่งทำการเหนี่ยวนำพลังงานจากเครื่องรับ ซึ่งจะทำให้เครื่องส่งมีขนาดเล็กลงและประหยัดพลังงาน
2. สามารถแก้ไขการด้านกำลังส่งให้มีขนาดเพิ่มขึ้นเพื่อทำการควบคุมในรัศมีที่ไกลขึ้น

3. สามารถพัฒนาเพื่อนำไปใช้ในการป้องกันการโจรกรรมรถยนต์หรือนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าไปถึงได้ง่ายเพื่อทำการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมภาคส่งสัญญาณ RF (SENSOR)

```
        ORG   0000H              ; INTITIAL SERIAL สำหรับ RF
        MOV   SCON,#50H
        MOV   TMOD,#20H
        MOV   TH1,#0FDH
        SETB  TR1
        CLR   TI
        CLR   RI
        SETB  P3.2

MAIN:
        JB    P3.2,$             ; วนรอรับค่าที่ P3.2

        MOV   R1,#0100           ; ส่ง 55H ไป 100 ครั้ง เป็นพาหะ
YY:     MOV   SBUF,#55H
        JNB   TI,$
        CLR   TI
        DJNZ  R1,YY

        MOV   A,#01H             ; ส่งค่า 01H และ 62H ออกไป 3 ครั้ง
        MOV   SBUF,A             ; เพื่อส่งสัญญาณออกไป
        JNB   TI,$               ; ให้ภาครับที่ส่วนควบคุมรวม
        CLR   TI                 ; เพื่อแจ้งเตือนความผิดปกติ
        MOV   A,#62H
        MOV   SBUF,A
        JNB   TI,$
        CLR   TI

        MOV   A,#01H
```

```
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI
                MOV   A,#62H
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI

                MOV   A,#01H
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI
                MOV   A,#62H
                MOV   SBUF,A
                JNB   TI,$
                CLR   TI

                JMP   MAIN
DELAY:          MOV R3,#0CH                    ; ส่วนโปรแกรม DELAY
DELAY1:         MOV R4,#0FFH
DELAY2:         MOV R5,#0FFH

                DJNZ R5,$
                DJNZ R4,DELAY2
                DJNZ R3,DELAY1
                RET
                END
```

โปรแกรมภาครับสัญญาณ RF ไปควบคุม RELAY ตัวที่ 1

```
        ORG   0000H              ; INTITIAL SERIAL สำหรับ RF
        MOV   SCON,#50H
        MOV   TMOD,#20H
        MOV   TH1,#0FDH
        SETB  TR1
        CLR   TI
        CLR   RI
        MOV   P1,#0FFH           ; สั่งให้ RELAY อยู่ในสถานะ OFF

LOOP:   JNB   RI,$               ; วนรอรับค่าจาก RF
        MOV   A,SBUF             ; เก็บค่าที่ได้ไว้ใน A
        CLR   RI

LOOP1:  CJNE  A,#03H,LOOP        ; รอรับข้อมูลจาก RF
        JNB   RI,$               ; ว่ามีค่าเท่ากับ 03H หรือไม่
        MOV   A,SBUF             ; ถ้าใช่เก็บ DATA ไว้ใน A
        CLR   RI


        CJNE  A,#10100101B,A1    ; ถ้า DATA มีค่าเท่ากับ 00
        CLR   P1.7               ; สั่งให้ RELAY ทำงาน ON
        CALL  DELAY

A1:     CJNE  A,#10101101B,LOOP  ; ถ้า DATA มีค่าเท่ากับ 01
        SETB  P1.7               ; สั่งให้ RELAY ไม่ทำงาน OFF
        CALL  DELAY
        LJMP  LOOP
```

```
DELAY:    MOV R3,#01H                ; ส่วนโปรแกรม DELAY
DELAY1:   MOV R4,#0AFH
DELAY2:   MOV R5,#0FFH

          DJNZ R5,$
          DJNZ R4,DELAY2
          DJNZ R3,DELAY1
          RET
          END
```

โปรแกรมภาครับสัญญาณ RF ไปควบคุม RELAY ตัวที่ 2

```
          ORG   0000H                ; INTITIAL SERIAL สำหรับ RF
          MOV   SCON,#50H
          MOV   TMOD,#20H
          MOV   TH1,#0FDH
          SETB  TR1
          CLR   TI
          CLR   RI
          MOV   P1,#0FFH             ; สั่งให้ RELAY อยู่ในสถานะ OFF

LOOP:     JNB   RI,$                 ; วนรอรับค่าจาก RF
          MOV   A,SBUF               ; เก็บค่าที่ได้ไว้ใน A
          CLR   RI

LOOP1:    CJNE  A,#55H,LOOP          ; รอรับข้อมูลจาก RF
```

```
        JNB     RI,$                    ; ว่ามีค่าเท่ากับ 55H หรือไม่
        MOV     A,SBUF                  ; เก็บค่าที่ได้ไว้ใน A
        CLR     RI

        CJNE    A,#10110101B,A2         ; ถ้า DATA มีค่าเท่ากับ 10
        CLR     P1.7                    ; สั่งให้ RELAY ทำงาน ON
        CALL    DELAY

A2:     CJNE    A,#10111101B,LOOP       ; ถ้า DATA มีค่าเท่ากับ 11
        SETB    P1.7                    ; สั่งให้ RELAY ไม่ทำงาน OFF
        CALL    DELAY
        LJMP    LOOP

DELAY:  MOV R3,#01H                     ; ส่วนโปรแกรม DELAY
DELAY1: MOV R4,#0AFH
DELAY2: MOV R5,#0FFH

        DJNZ R5,$
        DJNZ R4,DELAY2
        DJNZ R3,DELAY1
        RET
        END
```

โปรแกรมส่วนภาคควบคุมรวม (มี ไอซี 2 ตัว)

-โปรแกรมที่ ไอซี AT89C2051 ส่วนที่ควบคุมการสั่งงานเกี่ยวกับความถี่วิทยุ

```
        ORG   0000H
        JMP   MAIN

        ORG   0003H
        JMP   INT

        ORG   0030H                    ; เปิดใช้งาน INTERRUPT
MAIN:   MOV   IE,#10000001B
        SETB  IT0

        MOV   SCON,#50H                ; INTITIAL SERIAL
        MOV   TMOD,#20H
        MOV   TH1,#0FDH
        SETB  TR1
        CLR   TI                       ; เคลียร์ INTERRUPT จากการส่งข้อมูล
        CLR   RI                       ; เคลียร์ INTERRUPT จากการรับข้อมูล

        MOV   P3,#0FFH                 ; ทำให้P3 เป็น 1 ทั้งหมดเพื่อรอรับค่า

LOOP:   JNB   RI,$                     ; รอรับสัญญาณ INTERRUPT
        MOV   A,SBUF                   ; แล้วเก็บไว้ใน A
        CLR   RI                       ; เคลียร์ขา RI

LOOP1:  CJNE  A,#01H,LOOP              ; รอรับค่า 01H  ที่ส่งมาจาก SENSOR
        JNB   RI,$
        MOV   A,SBUF                   ; เก็บค่า DATA ไว้ใน A
```

```
        CLR   RI                    ; เคลียร์ ขา RI

        CJNE  A,#62H,LOOP           ; รอรับค่า 62H  ที่ส่งมาจาก SENSOR
        CLR   P3.5                  ;  เคลียร์ขา  INTERRUPT
        CALL  DELAY                 ; เรียกคำสั่ง DELAY
        SETB  P3.5                  ; ส่ง INTERRUPT ไปที่ MT89S8252
        CALL  DELAY                 ; เพื่อสั่งให้โทรออก

        JMP   LOOP

INT:    MOV   A,P3                  ; นำ DATA ที่ส่งมาที่ขา P3 เก็บที่ A
        ANL   A,#00011000B          ;นำ DATA ไปเก็บไว้ที่ P3.3 และP3.4
        ORL   A,#10100101B

        MOV   R1,#0FFH              ; ส่งค่า 55H ออกไปเป็นพาหะ
YY:     MOV   SBUF,#55H
        JNB   TI,$
        CLR   TI
        DJNZ  R1,YY

        MOV   R1,#30                ; ส่งค่า 03H ออกไป 30 ตัว
XX:     MOV   SBUF,#03H             ; เพื่อติดต่อกับ RELAY ตัวที่ 1
        JNB   TI,$
        CLR   TI
        MOV   SBUF,A
        JNB   TI,$
        CLR   TI
        DJNZ  R1,XX
        MOV   R1,#30
ZZ:     MOV   SBUF,#55H             ; ส่งค่า 55H ออกไป 30 ตัว
```

```
                JNB     TI,$                    ; เพื่อติดต่อกับ RELAY ตัวที่ 2
                CLR     TI
                DJNZ    R1,ZZ
                CLR     IE0
                RETI
DELAY:          MOV R3,#05H                     ; ส่วนโปรแกรม DELAY
DELAY1:         MOV R4,#0FFH
DELAY2:          MOV R5,#0FFH
                DJNZ R5,$
                DJNZ R4,DELAY2
                DJNZ R3,DELAY1
                RET

                END
```

-โปรแกรมที่ ไอซี MT89S8252 ส่วนที่ควบคุมการสั่งงานเกี่ยวกับโทรศัพท์

```
                ORG     0000H
                JMP     START

                ORG     0003H
                CALL    PRINT_SER
        DB      'ATD066537244;',0DH,0AH,00H     ;เรียกคำสั่งเพื่อโทรไปยังหมายเลขที่
                                                 กำหนด
                CALL    DELAY                   ;เรียกคำสั่งDELAY
                CLR     IE0
                RETI
```

```
                ORG     0030H
START:          MOV     IE,#10000001B           ;เปิดฟังก์ชันINTERRUPT
                SETB    IT0

                MOV     TMOD,#00100000B         ;ตั้งค่า BAUD RATE 19200เพื่อใช้
                MOV     SCON,#01010000B         เพื่อใช้งานกับโทรศัพท์มือถือ
                MOV     TH1,#0FBH
                ORL     PCON,#80H
                SETB    TR1
                CLR     TI
                CLR     RI

                MOV     P0,#0FFH                ;เปิด P0 เพื่อรอรับค่า INPUT
                MOV     P2,#0FFH                ;เปิด P2 เพื่อรอรับค่า INPUT
                CLR     P3.4                    ;เคลียร์พอรต์ไมโครโฟน

MAIN:
                JNB     RI,MAIN                 ;รอรับสัญญาณโทรศัพท์เข้า
                MOV     A,SBUF                  ;เอาข้อมูลที่ได้เก็บในA
                CLR     RI
                CJNE    A,#'R',MAIN             ;ตรวจสอบสัญญาณที่ได้ว่ามีค่าเท่ากับ
                CALL    DELAY                   Rหรือเปล่า
                CALL    DELAY
                CALL    DELAY
                CALL    PRINT_SER
        DB      'ATA',0DH,0AH,00H               ;เรียกคำสั่ง AT COMMAND เพื่อให้
                                                รับโทรศัพท์
MAIN2:          CALL    PEEP                    ; เรียกคำสั่ง 1 PEEP

                JNB     P2.5,$                  ; วนตรวจสอบค่าสัญญาณที่เข้ามา
```

```
CALL   PEEP                ;ทุกครั้งที่สัญญาณเข้า จะส่ง 1 PEEP
MOV    A,P2                ; นำข้อมูลที่เข้ามาเก็บไว้ที่ A
ANL    A,#00011110B        ;P2=X,X,T,D3,D2,D1,D0,X
MOV    R0,A                ;เก็บ DATA ไว้ใน R0
CALL   DELAY               ;เรียกคำสั่ง DELAY
JB     P2.5,$              ;วนรับค่าสัญญาณต่อ
CALL   DELAY               ;เรียกคำสั่ง DELAY

JNB    P2.5,$              ; ตรวจสอบค่าสัญญาณที่เข้ามาตัวที่ 2
CALL   PEEP                ;ทุกครั้งที่สัญญาณเข้า จะส่ง 1 PEEP
MOV    A,P2                ; นำข้อมูลที่เข้ามาเก็บไว้ที่ A
ANL    A,#00011110B        ; เก็บค่าโทน 4 บิต ไว้ใน A
MOV    R1,A                ;เก็บ DATA ไว้ใน R1
CALL   DELAY               ;เรียกคำสั่ง DELAY
JB     P2.5,$              ;วนรับค่าสัญญาณต่อ
CALL   DELAY               ;เรียกคำสั่ง DELAY

JNB    P2.5,$              ; ตรวจสอบค่าสัญญาณที่เข้ามาตัวที่ 3
CALL   PEEP                ;ทุกครั้งที่สัญญาณเข้า จะส่ง 1 PEEP
MOV    A,P2                ; นำข้อมูลที่เข้ามาเก็บไว้ที่ A
ANL    A,#00011110B        ; เก็บค่าโทน 4 บิต ไว้ใน A
MOV    R2,A                ;เก็บ DATA ไว้ใน R2
CALL   DELAY               ;เรียกคำสั่ง DELAY
JB     P2.5,$              ;วนรับค่าสัญญาณต่อ
CALL   DELAY               ;เรียกคำสั่ง DELAY


MOV    A,R0                ;นำค่า R0 ไปเก็บไว้ใน A
CJNE   A,#00001110B,EE     ;ตรวจสอบว่าเท่ากับ 7 หรือไม่
MOV    A,R1                ; นำค่า R1ไปเก็บไว้ใน A
```

```
        CJNE    A,#00010000B,EE         ;ตรวจสอบว่าเท่ากับ 8 หรือไม่
        MOV     A,R2                    ; นำค่า R2 ไปเก็บไว้ใน A
        CJNE    A,#00010010B,EE         ;ตรวจสอบว่าเท่ากับ 9 หรือไม่

        CALL    DELAY                   ; เรียกคำสั่ง DELAY
        CALL    PEEP                    ; เมื่อรหัสผ่านถูก ส่ง 3 PEEP
        CALL    PEEP
        CALL    PEEP

CCC:    JNB     P2.5,$                  ; รอรับค่าเพื่อควบคุม RELAY ต่อ
        CALL    PEEP                    ; ทุกครั้งที่สัญญาณเข้า จะส่ง 1 PEEP
        MOV     A,P2                    ; นำค่าจาก P2  ไปเก็บใน A
        ANL     A,#00011110B            ; เก็บค่าโทน 4 บิต ไว้ใน A
        MOV     R2,A                    ; เก็บ DATA ไว้ใน R2
        CALL    DELAY                   ; เรียกคำสั่ง DELAY
        JB      P2.5,$                  ;วนรับค่าสัญญาณต่อ

        MOV     A,R2                    ; นำค่า R2 ไปเก็บไว้ใน A
        CJNE    A,#00001010B,CC1        ; ตรวจสอบว่าข้อมูลเท่ากับ 5 หรือไม่
        CLR     P0.3                    ; ส่งค่า 0 ที่ P 0.3 ไปยัง 89C2051
        CLR     P0.4                    ; ส่งค่า 0 ที่ P 0.4 ไปยัง 89C2051
        CLR     P0.2                    ; ส่ง INTERRUPT ไปยัง 89C2051
        CALL    DELAY                   ; เรียกคำสั่ง DELAY
        SETB    P0.2                    ; หยุดส่ง INTERRUPT
        LJMP    CCC                     ; กลับไปทำคำสั่งที่ LOOP CCC ต่อ

CC1:
        CJNE    A,#00001100B,CC2        ; ตรวจสอบว่าข้อมูลเท่ากับ 6 หรือไม่
        SETB    P0.3                    ; ส่งค่า 1 ที่ P 0.3 ไปยัง 89C2051
        CLR     P0.4                    ; ส่งค่า 0 ที่ P 0.4 ไปยัง 89C2051
```

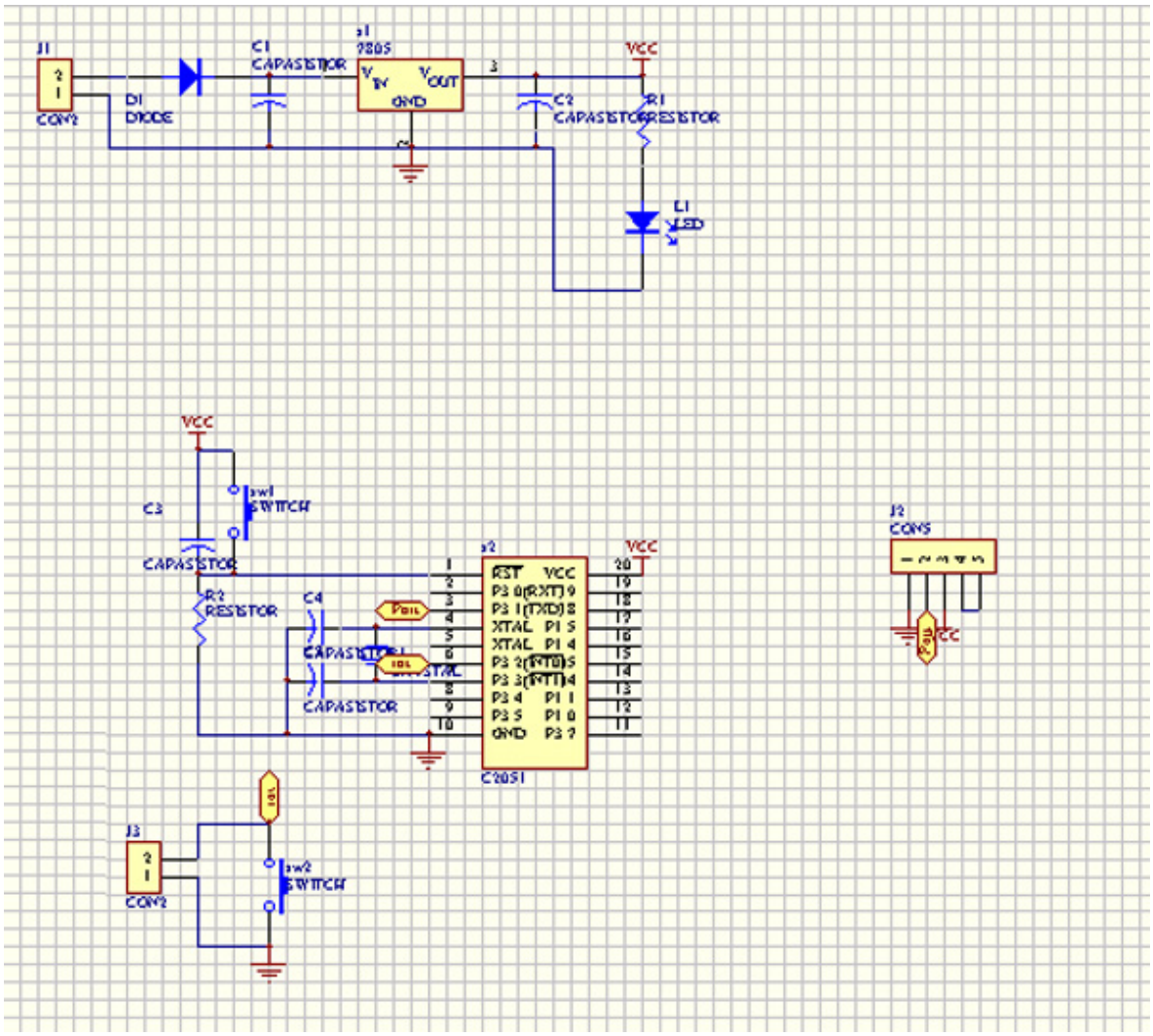
```
                CLR     P0.2                    ; ส่ง INTERRUPT ไปยัง 89C2051
                CALL    DELAY                   ; เรียกคำสั่ง DELAY
                SETB    P0.2                    ; หยุดส่ง INTERRUPT
                LJMP    CCC                     ; กลับไปทำคำสั่งที่ LOOP CCC ต่อ

CC2:            MOV     A,R2                    ; นำค่า R2 ไปเก็บไว้ใน A
                CJNE    A,#00000110B,CC3        ; ตรวจสอบว่าข้อมูลเท่ากับ 3 หรือไม่
                CLR     P0.3                    ; ส่งค่า 0 ที่ P 0.3 ไปยัง 89C2051
                SETB    P0.4                    ; ส่งค่า 1 ที่ P 0.4 ไปยัง 89C2051
                CLR     P0.2                    ; ส่ง INTERRUPT ไปยัง 89C2051
                CALL    DELAY                   ; เรียกคำสั่ง DELAY
                SETB    P0.2                    ; หยุดส่ง INTERRUPT
                LJMP    CCC                     ; กลับไปทำคำสั่งที่ LOOP CCC ต่อ

CC3:            MOV     A,R2                    ; นำค่า R2 ไปเก็บไว้ใน A
                CJNE    A,#00001000B,CCC        ; ตรวจสอบว่าข้อมูลเท่ากับ 4 หรือไม่
                SETB    P0.3                    ; ส่งค่า 1 ที่ P 0.3 ไปยัง 89C2051
                SETB    P0.4                    ; ส่งค่า 1 ที่ P 0.4 ไปยัง 89C2051
                CLR     P0.2                    ; ส่ง INTERRUPT ไปยัง 89C2051
                CALL    DELAY                   ; เรียกคำสั่ง DELAY
                SETB    P0.2                    ; หยุดส่ง INTERRUPT
                LJMP    CCC                     ; กลับไปทำคำสั่งที่ LOOP CCC ต่อ
EE:
                JMP     MAIN2                   ; เมื่อรหัสผ่านไม่เท่ากับ 7 8 9 รับค่า
                                                ใหม่
PEEP:                                           ; ชุดคำสั่ง ส่งเสียง  PEEP
PEEP1:          MOV     R4,#03H
PP1:            MOV     R3,#0FFH
PP:             CPL     P3.4
```

```
                MOV    R5,#0DAH

                DJNZ   R5,$
                DJNZ   R3,PP
                DJNZ   R4,PP1
                CLR    P3.4
                RET

DELAY:          MOV R3,#05H                    ; ชุดคำสั่ง DELAY
DELAY1:         MOV R4,#0FFH
DELAY2:         MOV R5,#0FFH

                DJNZ R5,$
                DJNZ R4,DELAY2
                DJNZ R3,DELAY1
                RET

PRINT_SER:      POP    DPH                     ; ชุดคำสั่ง ส่ง STRING ของ
                POP    DPL                     ; คำสั่ง AT COMMARD
PRINT1:         CLR    A
                MOVC   A,@A+DPTR
                CJNE   A,#00H,PRINT2
                SJMP   PRINT3
PRINT2:         LCALL  TX_BYTE
                INC    DPTR
                SJMP   PRINT1
PRINT3:         PUSH   DPL
                PUSH   DPH
                RET
```

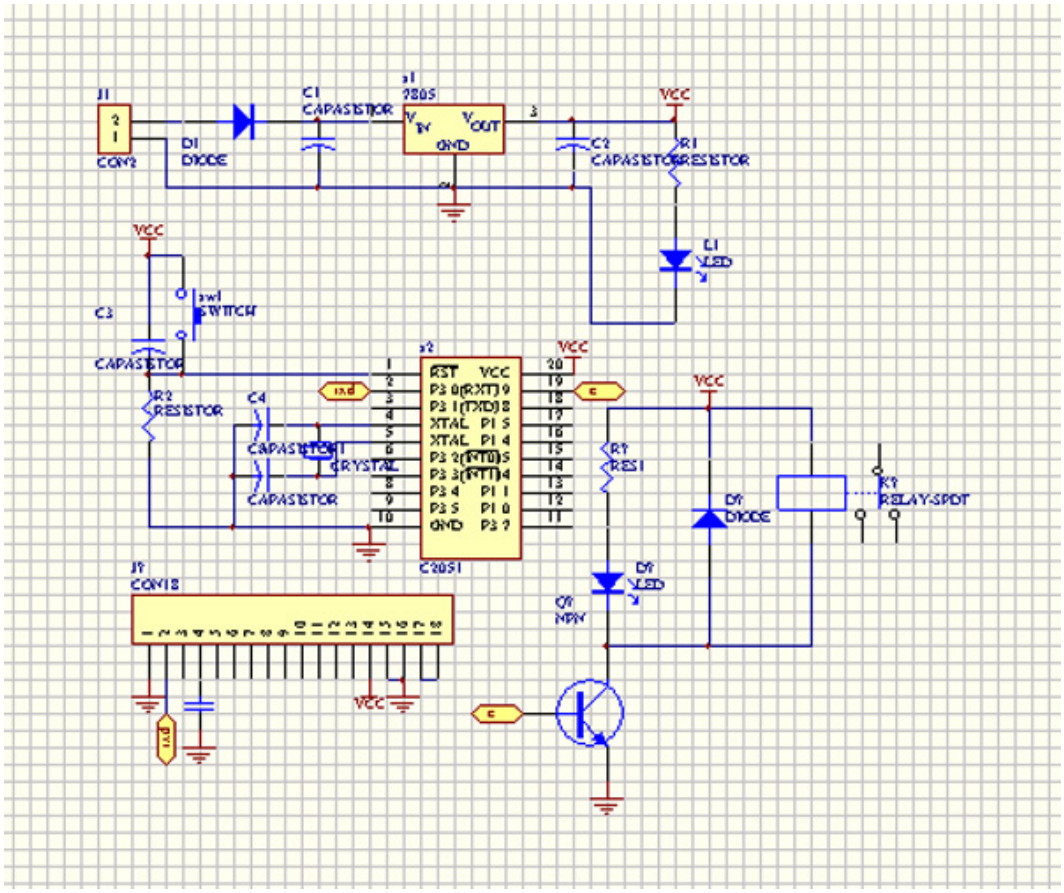
```
TX_BYTE:    PUSH    IE
            CLR     TI
            MOV     SBUF,A
            JNB     TI,$
            CLR     TI
            POP     IE
            RET
            END
```

การออกแบบวงจรการทดลอง

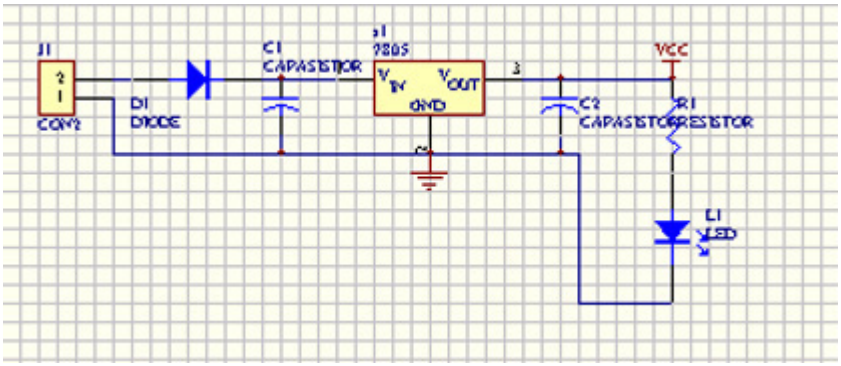
- วงจรภาคส่งสัญญาณวิทยุ เพื่อตรวจจับความผิดปกติ



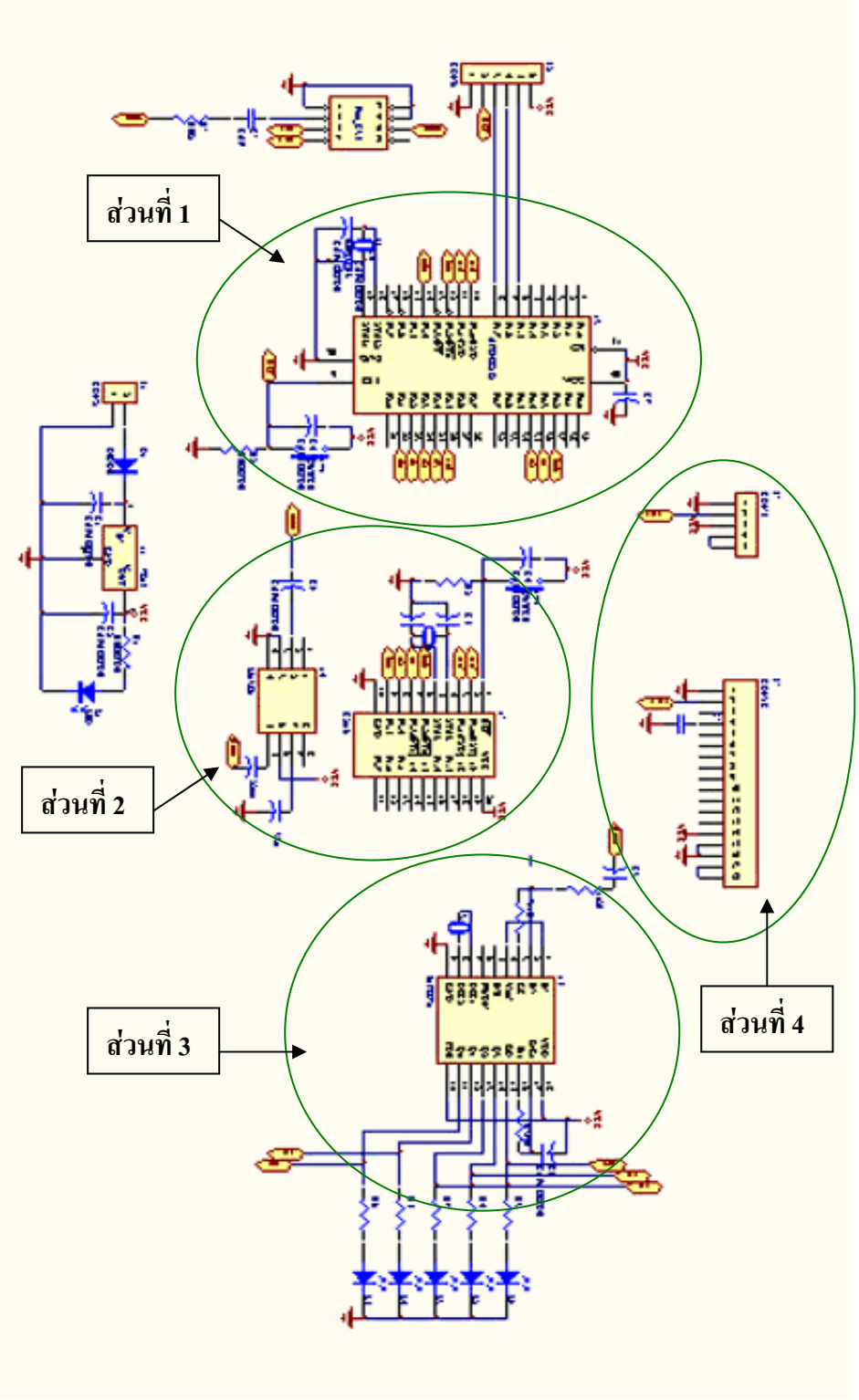
- วงจรภาคการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



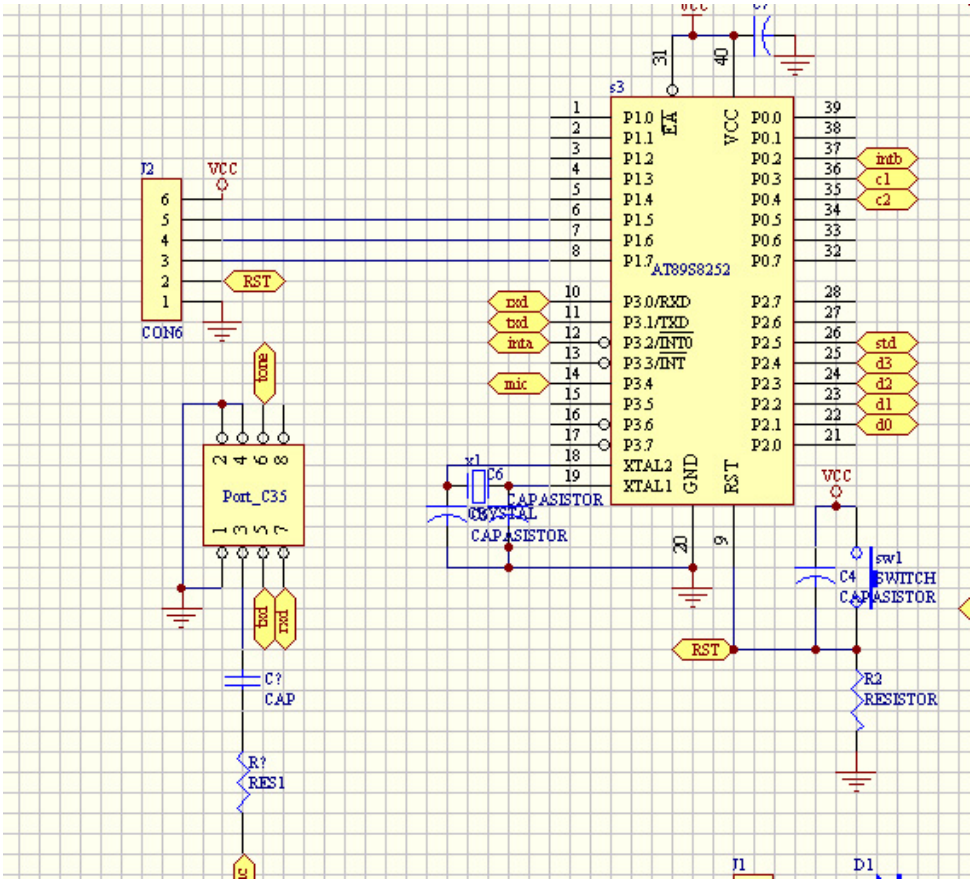
- ภาคจ่ายไฟเลี้ยงวงจร



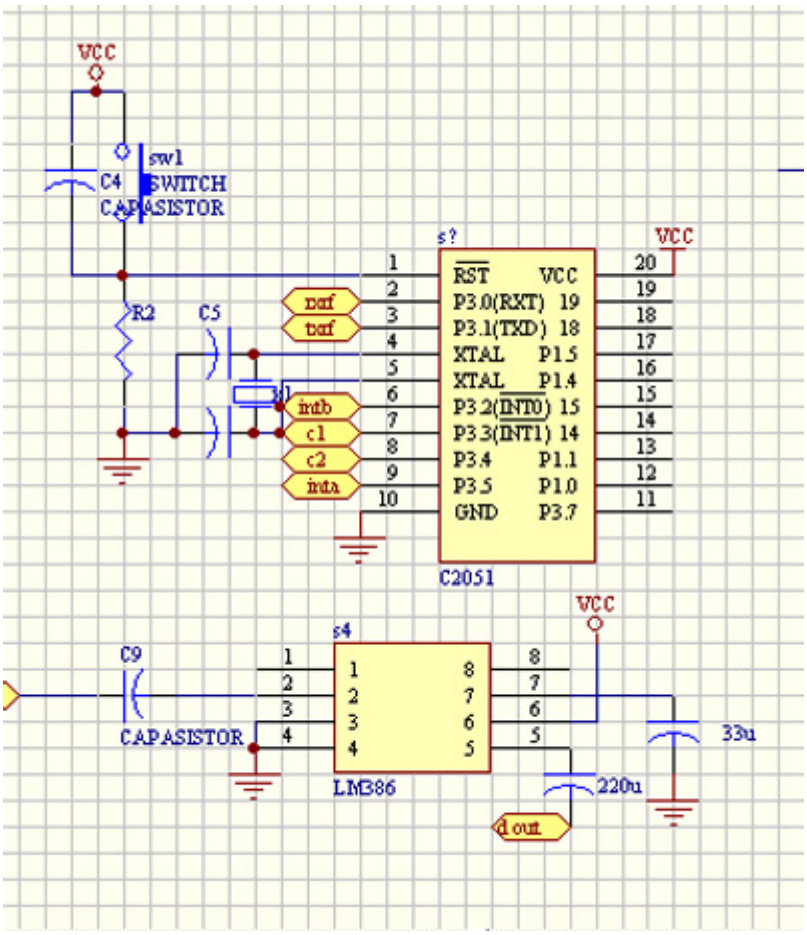
- วงจรภาคควบคุมรวม แบ่งเป็น 4 ส่วนได้แก่



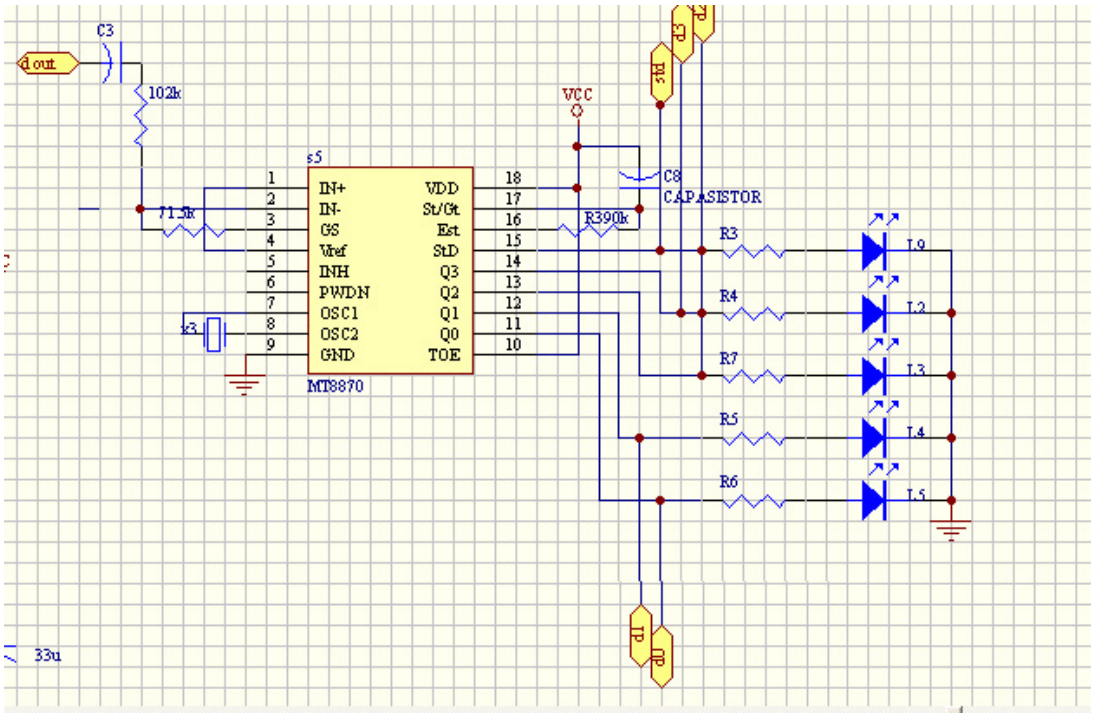
ส่วนที่ 1 วงจรที่ควบคุมการทำงานเกี่ยวกับโทรศัพท์



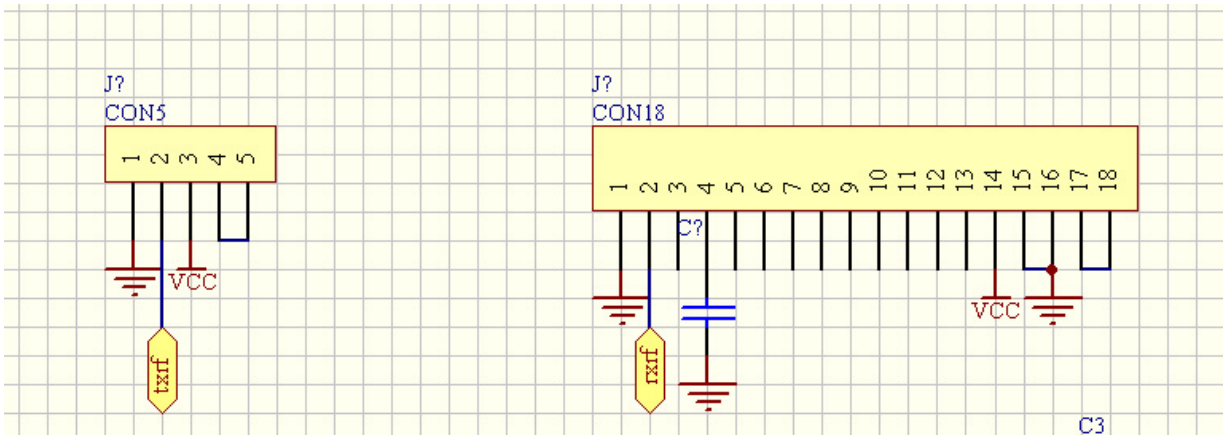
ส่วนที่ 2 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ควบคุมการทำงานของการรับส่งความถี่วิทยุ และ วงจรส่วนขยายสัญญาณ DTMF



ส่วนที่ 3 วงจรส่วนที่ทำหน้าที่ในการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาเพื่อส่งสัญญาณที่ถอดได้ไปยัง IC เบอร์AT89S8252 เพื่อทำการประมวลผล

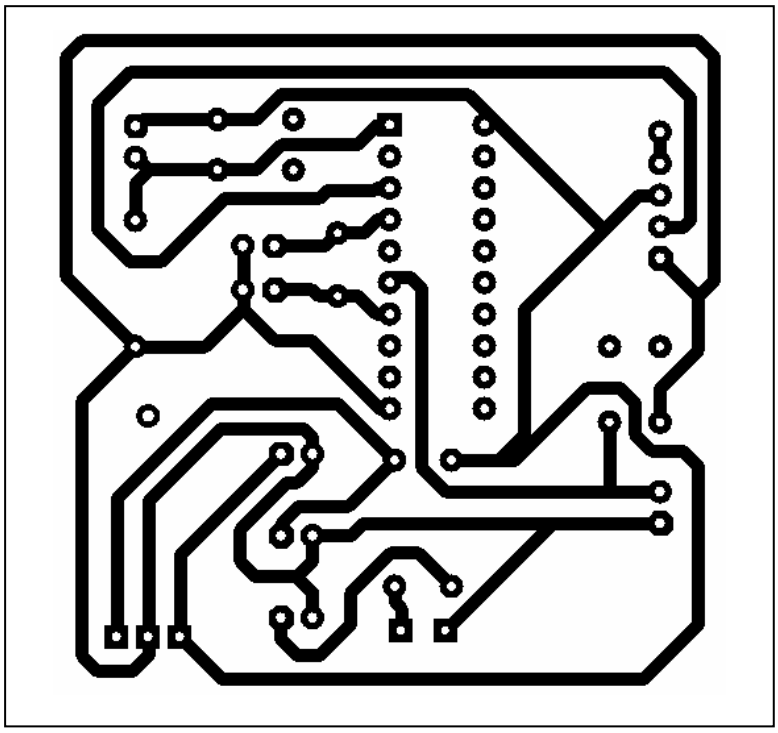


ส่วนที่ 4 วงจรส่วนที่ทำหน้าที่ในการรับและส่งสัญญาณ วิทยุไปยังอุปกรณ์ที่เราต้องการ

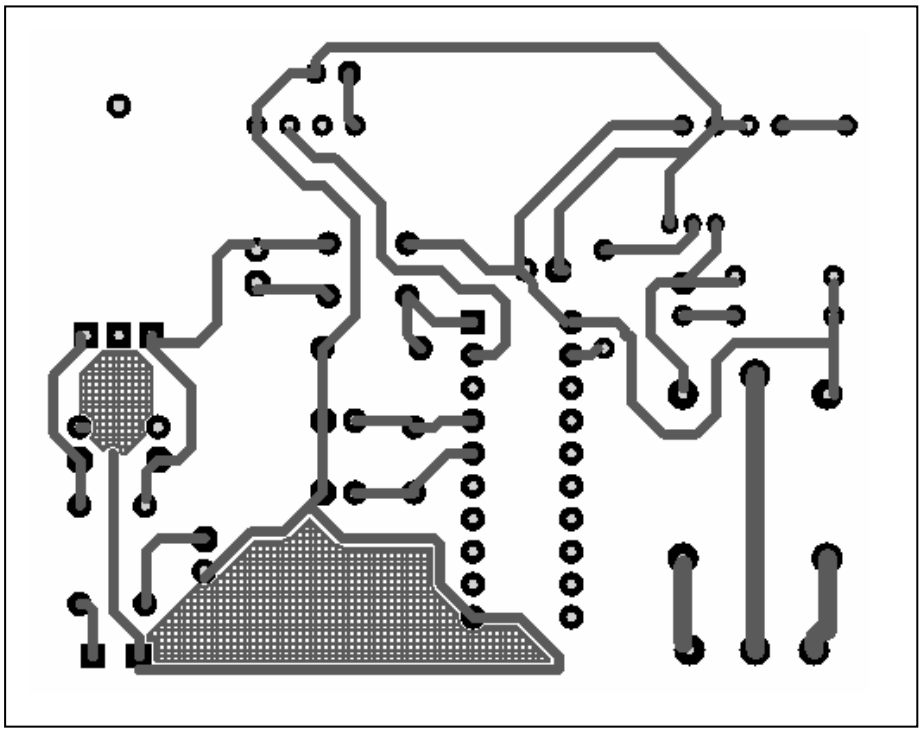


การออกแบบลายวงจร PCB ของ อุปกรณ์

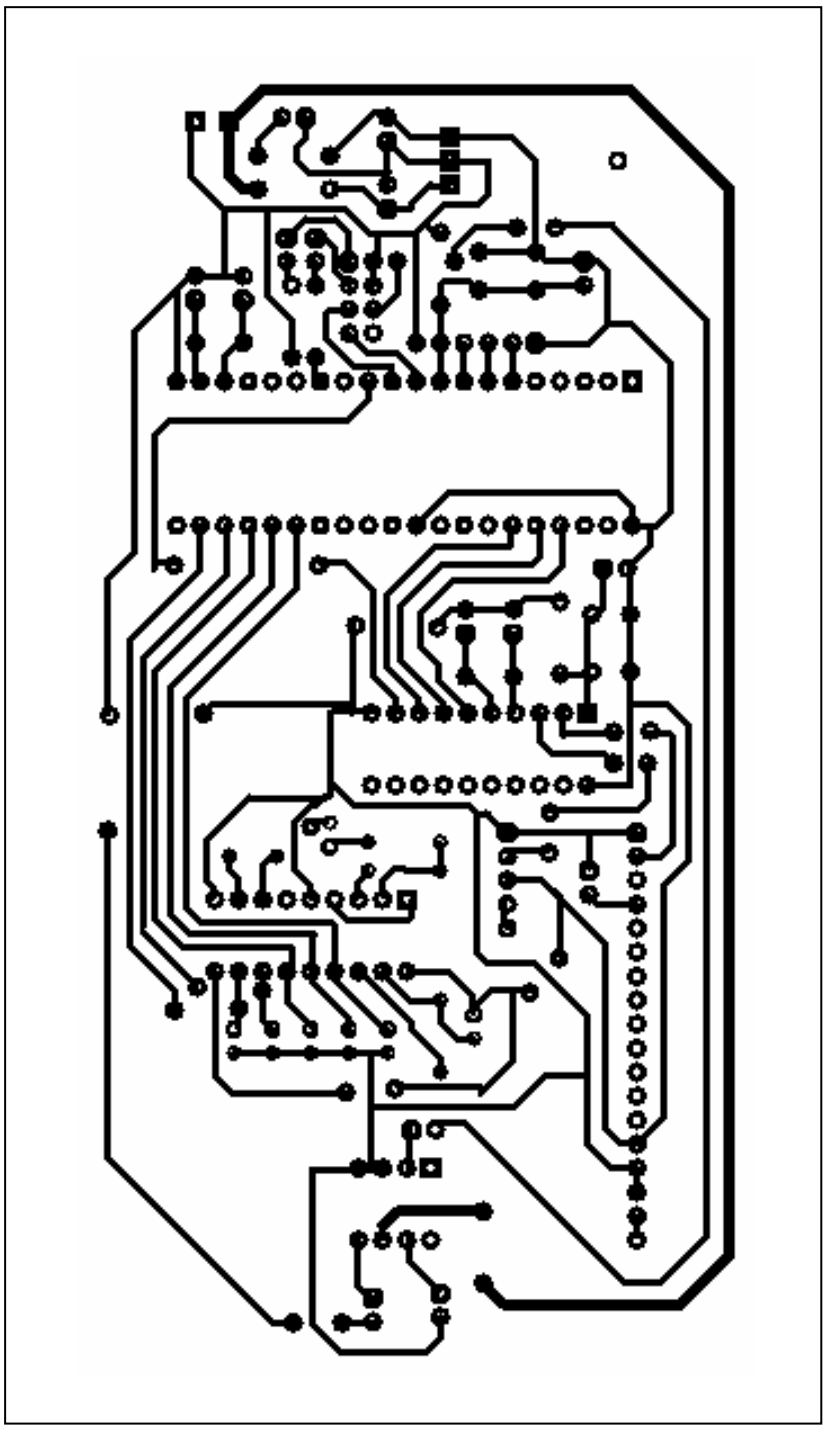
- ลายวงจร PCB ภาคส่งสัญญาณวิทยุ เพื่อตรวจจับความผิดปกติ



- ลายวงจร PCB ภาคการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



- ลายวงจร PCB ภาคควบคุมรวม



เอกสารอ้างอิง

[1] ดร. ประสิทธิ์ ทีฑพุฒ. การสื่อสารโทรคมนาคม.ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] ไพโรจน์ ไววานิชกิจ .กมล เขมะรังสี .เปิดโลกการสื่อสารไร้สาย กรุงเทพ 2539

[3] บุญสืบ โพธิ์ศรี, สมหมาย ปานเขียว และโกมล ศิริสมบูรณ์เวช. (2546). ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ

[4] ธีรวัฒน์ ประกอบผล.การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).2545

[5] ธีรวัฒน์ ประกอบผล.ภาษาแอสเซมบลีสำหรับ MSC-51.สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).2545

[6] วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (n.d.). เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช. กรุงเทพฯ: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์

[7] Adisak. **ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**.Available from : URL:http://www.adisak51.com/

[8] **AT89S8252**.Available from : www.ezl.com/~rsch/FTP/1302.pdf

ประวัติผู้เขียน

นาย ฉัตพเทพ ศรีสุวรรณดิษฐ์ เกิดเมื่อวันอาทิตย์ที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2526 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ต.วังกระแจะ อำเภอเมือง จังหวัดตราด สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนตราษตระการคุณ จ.ตราด เมื่อปีพ.ศ.2544 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นายพุทธวัฒน์ วิศวปัทมวรรณ เกิดเมื่อวันอาทิตย์ที่ 26 สิงหาคม พ.ศ.2527 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน ร้อยเอ็ดวิทยาลัย จ.ร้อยเอ็ด เมื่อปีพ.ศ.2544 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นางสาวดารณี เจริญวรรณกุล เกิดเมื่อวันอาทิตย์ที่ 21 ตุลาคม พ.ศ.2527 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ต.มะเกลือใหม่ อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จ.นครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ.2544 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี