

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิคเลือกช่องความถี่ที่ว่าง
CORDLESS PABX USING SCANNING UNOCCUPIED CHANNEL
TECHNIQUE



นาย อธิปอล พจนสัง
MR. ITIPOL POTEJANASAJA



T031669

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหม.....

เลขทะเบียน..... 31669

วัน, เดือน, ปี..... 21 S.ศ. 2541

พ.ศ. 2541

ISBN 974-622-336-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**CORDLESS PABX USING SCANNING UNOCCUPIED CHANNEL
TECHNIQUE**



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE.

MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MUNGUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1998

ISBN 974-622-336-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิคเลือก
ช่องความถี่ที่ว่าง

นักศึกษา

นาย อิทธิพล พจนสัง

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ประภากร สุวรรณะ

ระดับการศึกษา

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.

2541

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิคเลือก
ช่องความถี่ที่ว่าง ขนาด 4 คู่สายนอก 16 คู่สายใน ส่งผ่านสัญญาณเสียงทางคลื่นความถี่วิทยุ
สัญญาณควบคุมระหว่างตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก กับ เครื่องโทรศัพท์ตัวลูก ส่งผ่านสัญญาณแบบ
อะซิงโครนัสด้วยอัตราการส่งข้อมูลเท่ากับ 300 บิตต่อวินาที ใช้การเข้ารหัสแบบ FSK รับ - ส่ง
ออกอากาศแบบพูลดูเพล็กซ์ด้วยความถี่วิทยุ 46 เมกกะเฮิรตซ์ และ 49 เมกกะเฮิรตซ์ โดยมีความถี่
หลัก 7 คู่ ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถทำการตรวจสอบช่องความถี่ ใช้งานที่ว่าง เพื่อประโยชน์ในการ
ประหยัดช่องความถี่วิทยุ

Thesis Title Cordless PABX Using Scanning Unoccupied Channel Technique
Student Mr. Itipol Potejanasaja
Thesis advisor Prapakorn Suwanna
Level of Study Master of Engineering in Electrical Engineering
King Mongkute's Institute of Technology Ladkrabang
Year 1998

Abstract

This Thesis presents the design of the Cordless PABX Using Scanning Unoccupied Channel Technique for 4 external lines and 16 internal lines , performed by using FSK modulation at asynchronous transmission data rate between the switching base unit to portable units is 300 bits per second . A full duplex tranceiver uses the frequency range of 46 MHz and 49 MHz bands , by scanning an unoccupied frequency pair of 7 pairs channel , done by the switching base unit for the conserve of radio frequencie spectrum .

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ก็เนื่องมาจากได้รับความช่วยเหลือจาก อาจารย์
ประภากร สุวรรณะ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ต่าง ๆ เป็นอย่าง
ดี และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ ให้แก่ศิษย์

ขอขอบคุณ คุณ เขวง รอดทรัพย์ เพื่อนที่แสนดี และเพื่อนๆ ทีมงาน ป. โท

ขอขอบคุณ คุณ หฤทัย ประรณานัติ ที่ทำให้ประสบความสำเร็จทั้งทางด้านวิทยานิพนธ์
และทางการศึกษา ขอขอบคุณที่ทำให้มีวันนี้

ท้ายสุด ขอมอบให้กับ คุณ บรรพต พจนสัจจ์ เขาคงมีความสุขอยู่บนฟ้า

อิทธิพล พจนสัจจ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. การสังเคราะห์ความถี่.....	3
Direct Frequency Synthesis.....	3
Frequency Synthesis by Phase Lock Loop.....	5
- Variable Modulus Divider.....	5
- Down Conversion.....	7
- Multiple Loop Frequency Synthesis.....	7
- Fractional N loops.....	8
Direct Digital Synthesis.....	9
3. หลักการและการออกแบบระบบ.....	11
ความถี่ที่เลือกใช้งานและการเลือกของความถี่ใช้งานที่ว่าง.....	13
หลักการสวิตซ์ซึ่งภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	14
การออกแบบระบบ รับ - ส่ง แบบเลือกของความถี่อัตโนมัติ.....	15
4. ระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิคเลือกของความถี่ที่ว่าง.....	19
ตู้สวิตซ์ซึ่งชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	21
- ส่วนประมวลผลกลาง.....	21
- ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก.....	21
- ส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์.....	22
- ส่วนจำลองการยกหูโทรศัพท์.....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
- ส่วนถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่.....	24
- ส่วนสร้างสัญญาณผสมสองความถี่.....	25
- ส่วนครอส พอยต์ สวิทช์.....	27
- ส่วนมอดูเลต และ ดีมอดูเลต FSK.....	28
- ส่วนภาค รับ - ส่ง วิทยุของผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	29
เครื่องโทรศัพท์ตัวลูก.....	32
- ส่วนประมวลผลกลาง.....	32
- ส่วน ปากพูด – หูฟัง.....	34
- ส่วนคีย์บอร์ด.....	34
- ส่วน มอดูเลต และ ดีมอดูเลต FSK.....	35
- ส่วนภาค รับ - ส่ง วิทยุของ โทรศัพท์ตัวลูก.....	36
5. โปรแกรมระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิคเลือก ช่องความถี่	
ที่ว่าง.....	38
ลำดับขั้นการทำงานของเครื่อง.....	38
- กลุ่มสายนอกติดต่อเข้ามายังผู้ชุมสายหลัก.....	38
- เครื่องโทรศัพท์ตัวลูกติดต่อไปยังกลุ่มสายนอก.....	40
- เครื่องโทรศัพท์ตัวลูกติดต่อกันเอง.....	41
เวิร์ดติดต่อระหว่างผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักกับเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก.....	42
- เวิร์ดที่ส่งจากผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักไปยังเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก.....	43
- เวิร์ดที่ส่งจากเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกไปยังผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	44
โปรแกรมผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	45
- โปรแกรมหลัก.....	45
- โปรแกรมขอการใช้งานจากเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก.....	46
- โปรแกรมให้สถานะงาน.....	46
- โปรแกรมงานผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	47

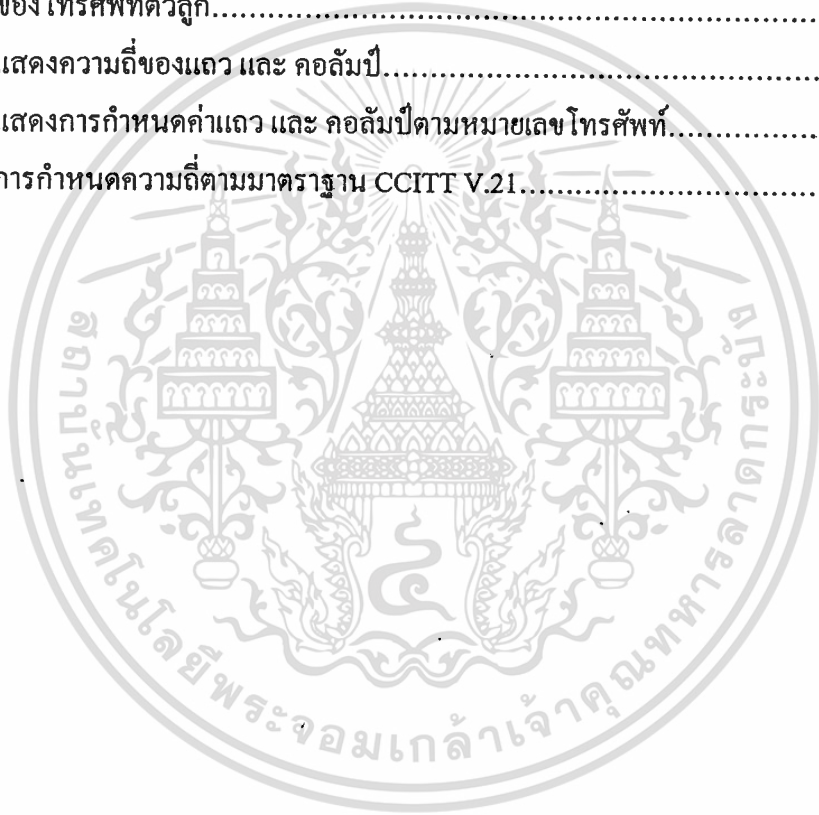
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
โปรแกรมเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก.....	47
- การอินเตอร์รัพต์คีย์การยกหู.....	51
- การอินเตอร์รัพต์คีย์หมายเลข.....	52
- การอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม.....	53
6. ผลการทดสอบ.....	59
7. บทสรุป และ ข้อเสนอแนะ.....	67
บรรณานุกรม.....	68
ภาคผนวก	69
ภาคผนวก (ก).....	70
ภาคผนวก (ข).....	73
ภาคผนวก (ค).....	90
ภาคผนวก (ง).....	133
ประวัติผู้เขียน.....	152

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ข้อกำหนด FCC ความถี่ย่าน 47 – 68 เมกกะเฮิรตซ์.....	12
2	ค่าความถี่ของแต่ละช่องสัญญาณของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	16
3	ค่าความถี่ของแต่ละช่องสัญญาณของการเลือกช่องความถี่อัตโนมัติ ของโทรศัพท์ที่ตัวลูก.....	17
4	แสดงความถี่ของแถว และ คอลัมน์.....	26
5	แสดงการกำหนดค่าแถว และ คอลัมน์ตามหมายเลขโทรศัพท์.....	26
6	การกำหนดความถี่ตามมาตรฐาน CCITT V.21.....	28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ

หน้า

1. Direct frequency synthesis.....	3
2. วิธีการกำเนิด 99 ความถี่จากคริสตอล 18 ตัว.....	3
3. Double mix divide.....	4
4. เฟสล็อกกลุ่.....	5
5. ปริสเกลลาร์ เฟสล็อกกลุ่.....	6
6. Variable modulus divider.....	6
7. Down conversion.....	7
8. การเพิ่มความละเอียดความถี่ของเฟสล็อกกลุ่.....	8
9. Fractional division.....	8
10. Direct digital frequency synthesis.....	9
11. ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางสาขาอัตโนมัติโดยทั่วไป.....	11
12. ระบบชุมสายโทรศัพท์ปลายทางที่ออกแบบขึ้น.....	11
13. แบ่งพื้นที่โลกในการจัดสรรความถี่.....	12
14. การเลือกช่องความถี่ใช้งานในการติดต่อระหว่างโทรศัพท์ตัวลูก 2 ตัว.....	13
15. การเลือกช่องความถี่ใช้งานในการติดต่อระหว่างสายองค์การฯ และโทรศัพท์ตัวลูก.....	14
16. สวิตซ์ซึ่งภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	14
17. ภาครับ – ส่งของผู้สวิตซ์ซึ่งชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	15
18. ระบบรับ – ส่งของผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	16
19. ระบบรับ – ส่งของโทรศัพท์ตัวลูก.....	17
20. บล็อกไดอะแกรมตู้สวิตซ์ซึ่งชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	19
21. บล็อกไดอะแกรมเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก.....	19
22. วงจรส่วนประมวลผลกลาง.....	20
23. วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก.....	21
24. วงจรส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์.....	22
25. วงจรส่วนจำลองการยกหูโทรศัพท์.....	23
26. วงจรถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

หน้า

27. วงจรสร้างสัญญาณผสมสองความถี่.....	25
28. วงจรครอส พอยต์ สวิตช์.....	27
29. วงจรมอดูเลต และ ดิมอดูเลต FSK ของคู่ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	28
30. วงจรส่วนรับ – ส่งวิทยุของคู่ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	30
31. วงจรขยายสัญญาณภาคส่งของคู่ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	31
32. วงจรเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก.....	33
33. วงจรส่วนปากพูด – หูฟัง.....	34
34. แสดงลักษณะคีย์บอร์ด.....	35
35. วงจรมอดูเลต และ ดิมอดูเลต FSK ของเครื่อง โทรศัพท์ตัวลูก.....	35
36. วงจรขยายสัญญาณภาคส่งของเครื่อง โทรศัพท์ตัวลูก.....	36
37. วงจรประตูเบตเตอร์.....	37
38. แสดงโพล์วชาร์ทโปรแกรมหลัก.....	45
39. แสดงโพล์วชาร์ทโปรแกรมขอการใช้งานจากเครื่อง โทรศัพท์ตัวลูก.....	46
40. แสดงโพล์วชาร์ทโปรแกรมให้สถานงงาน.....	47
41. แสดงโพล์วชาร์ทโปรแกรมสายนอกขอติดต่อเข้า.....	48
42. แสดงโพล์วชาร์ทโปรแกรมการขอติดต่อออกสายนอก.....	49
43. แสดงโพล์วชาร์ทโปรแกรมการขอติดต่อภายในด้วยกัน.....	50
44. แสดงโพล์วชาร์ทโปรแกรมอินเตอร์รัพต์คีย์การยกหู.....	51
45. แสดงโพล์วชาร์ทโปรแกรมอินเตอร์รัพต์คีย์หมายเลข.....	52
46. แสดงโพล์วชาร์ทโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม (งานอนุกรม 1 เวิร์ดเก็บสถานะข้อมูลการใช้งานตัวลูก).....	53
47. แสดงโพล์วชาร์ทโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม (งานอนุกรม 2 เวิร์ดเก็บสถานะข้อมูลตัวลูก).....	54
48. แสดงโพล์วชาร์ทโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม (งานอนุกรม 3 เวิร์ดบอกการติดต่อเข้า).....	55

สารบัญญภาพ (ต่อ)

หน้า

49. แสดงไฟล์วาร์ทโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม (งานอนุกรม 4 เวิร์คบอกช่องสัญญาณความถี่เสียง).....	55
50. แสดงไฟล์วาร์ทโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม (งานอนุกรม 5 เวิร์คบอกให้สร้างสัญญาณไม่ว่าง)	56
51. แสดงไฟล์วาร์ทโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม (งานอนุกรม 6 เวิร์คบอกหยุดสร้างสัญญาณเรียกกลับ).....	56
52. แสดงไฟล์วาร์ทขั้นตอนการทำงานของสัญญาณให้หมุน.....	57
53. แสดงไฟล์วาร์ทขั้นตอนการทำงานของสัญญาณเรียก.....	57
54. แสดงไฟล์วาร์ทขั้นตอนการทำงานของสัญญาณไม่ว่าง.....	58
55. แสดงไฟล์วาร์ทขั้นตอนการทำงานของสัญญาณเรียกกลับ.....	58
56. สัญญาณให้หมุน โทรศัพท์ความถี่ 400 เฮริทซ์.....	59
57. สัญญาณไม่ว่างให้ความถี่ 400 เฮริทซ์ 0.5 วินาที ไม่ให้สัญญาณ 0.5 วินาที.....	59
58. สัญญาณเรียกกลับให้ความถี่ 400 เฮริทซ์ 1 วินาที ไม่ให้สัญญาณ 3 วินาที.....	60
59. สัญญาณเรียกให้ความถี่ 400 เฮริทซ์ 1 วินาที ไม่ให้สัญญาณ 3 วินาที โดยให้สัญญาณ แก่เปียโซอิเล็กทรอนิกส์.....	60
60. เป็นสเปคตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 6 ของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ความถี่ที่ 46.770 เมกกะเฮริทซ์ เมื่อไม่มีสัญญาณมอดูเลตอินพุท.....	61
61. เป็นสเปคตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 7 ของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ความถี่ที่ 46.830 เมกกะเฮริทซ์ เมื่อไม่มีสัญญาณมอดูเลตอินพุท.....	61
62. เป็นสเปคตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 7 ของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ความถี่ที่ 46.830 เมกกะเฮริทซ์ มอดูเลตสัญญาณอินพุทคลื่นไซน์ 5 กิโลเฮริทซ์.....	62
63. เป็นเอาท์พุทภาครับของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก รับสัญญาณที่ช่องความถี่ที่ 7 ของเครื่อง โทรศัพท์ตัวลูกความถี่ที่ 49.890 เมกกะเฮริทซ์ เมื่อให้อินพุทเป็นสัญญาณไซน์ 5 กิโลเฮริทซ์.....	62
64. เป็นสเปคตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 5,6 และ 7 ของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ความถี่ที่ 46.710,46.770 และ 46.830 เมกกะเฮริทซ์ เมื่อไม่มีสัญญาณมอดูเลตอินพุท.....	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

หน้า

65. เป็นสเปคตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 6 ของเครื่องโทรศัพท์มือถือ ความถี่ที่ 49.830 เมกกะเฮิร์ตซ์ เมื่อไม่มีสัญญาณมอดูเลตอินพุท.....	63
66. เป็นสเปคตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 7 ของเครื่องโทรศัพท์มือถือ ความถี่ที่ 49.890 เมกกะเฮิร์ตซ์ เมื่อไม่มีสัญญาณมอดูเลตอินพุท.....	64
67. เป็นสเปคตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 7 ของเครื่องโทรศัพท์มือถือ ความถี่ที่ 46.830 เมกกะเฮิร์ตซ์ มอดูเลตสัญญาณอินพุทคลื่นไซน์ 5 กิโลเฮิร์ตซ์.....	64
68. เป็นเอาต์พุทภาครับของเครื่อง โทรศัพท์มือถือ รับสัญญาณที่ช่องความถี่ที่ 7 ของตู้ ชุมสายโทรศัพท์หลักความถี่ที่ 46.830 เมกกะเฮิร์ตซ์ เมื่อให้อินพุทเป็นสัญญาณไซน์ 5 กิโลเฮิร์ตซ์.....	65
69. ภาพถ่ายตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก.....	65
70. ภาพถ่ายเครื่องโทรศัพท์มือถือ.....	66

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันการใช้บริการทางด้านการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคมด้วยระบบคลื่นความถี่วิทยุได้เพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเทคโนโลยีระบบสื่อสารได้มีการพัฒนาก้าวหน้าขึ้น เพื่อตอบสนองต่อการใช้งานที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เหตุผลหนึ่งเนื่องจากสามารถส่งข้อมูลข่าวสาร หรือสัญญาณต่างๆ ได้โดยปราศจากสายส่งสัญญาณ ส่วนระยะทางไกล หรือใกล้ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการใช้งานในแต่ละประเภท เช่น การส่งสัญญาณภาพผ่านดาวเทียมด้วยคลื่นไมโครเวฟ ในระยะทางไกลๆ หรือ การส่งข้อมูลดิจิทัลทางคลื่นอินฟราเรด ในรีโมตคอนโทรล ด้วยระยะทางใกล้ๆ เป็นต้น เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการติดต่อสื่อสาร ที่นำเอาระบบคลื่นความถี่วิทยุมาใช้งาน ทำให้สะดวกในการติดตั้ง และการใช้งาน ประหยัดค่าใช้จ่าย ทำให้ไม่ต้องใช้สายส่งสัญญาณระหว่างตัวชุมสายโทรศัพท์ กับ เครื่องโทรศัพท์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงเสนอเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สาย และเพื่อเป็นการประหยัดช่องความถี่ที่ใช้งานในการติดต่อสื่อสารโทรคมนาคม จึงนำหลักการเลือกช่องความถี่ใช้งานที่ว่างจากจำนวนช่องความถี่ใช้งานทั้งหมด ซึ่งมีศูนย์กลางอยู่ที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์หลัก มาใช้ในระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สาย โดยออกแบบให้มีขนาด 4 คู่สายนอก 16 คู่สายใน ส่งผ่านสัญญาณเสียงทางคลื่นความถี่วิทยุ สัญญาณควบคุมระหว่างตัวชุมสายโทรศัพท์หลัก กับ เครื่องโทรศัพท์ตัวลูก ส่งผ่านสัญญาณแบบอะซิงโครนัสตามมาตรฐาน CCITT V.21 อัตราการส่งข้อมูลเท่ากับ 300 บิตต่อวินาที ใช้การเข้ารหัสแบบ FSK รับ - ส่ง ออกอากาศแบบฟูลดูเพล็กซ์ ด้วยความถี่วิทยุย่าน 46 เมกกะเฮิรตซ์ และ ย่าน 49 เมกกะเฮิรตซ์ ตามมาตรฐานที่ FCC (Federal Communication Commission) กำหนด โดยมีความถี่ศูนย์กลางภายในตัวชุมสายโทรศัพท์หลัก จำนวน 7 คู่ความถี่ และ 1 ความถี่ สำหรับสัญญาณควบคุม ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถทำการตรวจสอบช่องความถี่ใช้งานที่ว่าง เพื่อประโยชน์ในการประหยัดช่องความถี่วิทยุ ระบบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ตัวสวิทช์ซึ่งชุมสายโทรศัพท์หลัก (Switching Base Unit) และ เครื่องโทรศัพท์ตัวลูก(Portable Unit)

สำหรับรายละเอียดของวิทยานิพนธ์ ได้แบ่งเป็นบทต่างๆดังนี้

บทที่ 1. บทนำ กล่าวถึงวัตถุประสงค์ และ ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2. กล่าวถึง ทฤษฎีการสังเคราะห์ความถี่

บทที่ 3. กล่าวถึง หลักการและการออกแบบระบบของวิทยานิพนธ์ โดยประกอบไปด้วย หัวข้อ ความถี่ที่เลือกใช้งาน และการเลือกช่องความถี่ใช้งานที่ว่าง หลักการสวิตซ์ซึ่งภายในผู้ชมสาย โทรศัพท์หลัก และการออกแบบระบบ รับ - ส่ง แบบเลือกช่องความถี่อัตโนมัติ

บทที่ 4. กล่าวถึง ส่วนประกอบแสดงโดยบล็อกไดอะแกรม วงจร และการออกแบบของระบบ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางที่ออกแบบขึ้น แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนผู้ชมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สาย และ เครื่องโทรศัพท์ตัวลูกแบบไร้สาย โดยแบ่งเป็นหัวข้อย่อยๆ ในแต่ละส่วน

บทที่ 5. กล่าวถึง โปรแกรมระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางที่ออกแบบขึ้น แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ โปรแกรมของผู้ชมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สาย และ โปรแกรมของเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกแบบไร้สาย

บทที่ 6. กล่าวถึง ผลการทดสอบของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางที่ออกแบบขึ้น

บทที่ 7. บทสรุป และข้อเสนอแนะ



บทที่ 2

การสังเคราะห์ความถี่

การสังเคราะห์ความถี่เป็นการกำเนิดค่าความถี่จากความถี่อ้างอิง ซึ่งเกิดจากผลรวมของฮาร์โมนิก ของ ความถี่อ้างอิงนั้น การออกแบบวงจรรวมในปัจจุบันได้มีการพัฒนาในด้านการใช้งานของการสื่อสาร โทรคมนาคมเป็นส่วนมาก

วิธีการสังเคราะห์ความถี่แบบเก่า เรียกว่า Direct Frequency Synthesis โดยใช้ตัวผสมความถี่ (mixer) , ตัวคูณความถี่ (frequency multiplier) , ตัวหาร (divider) และ ตัวกรองความถี่ผ่านแถบ (bandpass filter) วิธีนี้ถูกแทนที่ด้วย Indirect Synthesis เกือบจะทั้งหมดโดยใช้เฟสล็อกคูล ซึ่งอาจเป็นทั้งแบบอนาลอก และดิจิทัล Direct Digital Frequency Synthesis (DDFS) เป็นอีกวิธีหนึ่งโดยใช้ดิจิทัลคอมพิวเตอรื และ ตัวแปลงดิจิทัลเป็นอนาลอก (digital to analog converter) เพื่อกำเนิดความถี่ ในบทนี้จะกล่าวถึง 3 วิธี ในการสังเคราะห์ความถี่

2.1 Direct Frequency Synthesis

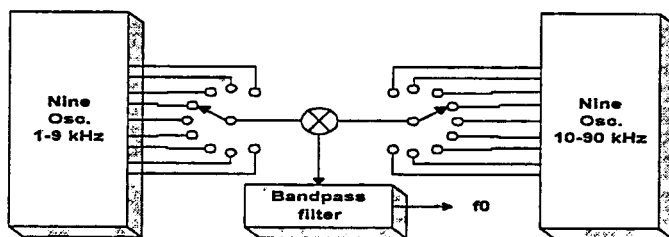
เป็นวิธีการสังเคราะห์ความถี่ที่เก่าที่สุด ซึ่งความถี่ที่ได้ ได้จากผลรวมของฮาร์โมนิกของแหล่งกำเนิดความถี่อ้างอิงจำนวนหนึ่ง หรือ มากกว่า และ ประกอบด้วย ตัวกรองความถี่ , ตัวคูณ , ตัวหาร และ ตัวผสมความถี่

ภาพที่ 1 Direct frequency synthesis



วิธีหนึ่งที่ใช้การกำเนิดฮาร์โมนิกแสดงดังภาพที่ 1 ความถี่ได้จากการคูณตัวกรองความถี่ การคัดเลือกความถี่ที่จะถูกใช้ในวิธีนี้ ออสซิลเลเตอร์ แบบหลายตัวอาจใช้ในวิธีนี้ ดังในภาพที่ 2 เป็น

ภาพที่ 2 วิธีการกำเนิด 99 ความถี่ จากคริสตอล 18 ตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำเนิด 99 ความถี่ จาก 18 คริสตอลออสซิลเลเตอร์ โดยสวิทช์เลือก 9 ออสซิลเลเตอร์ 2 ตัว ตัวที่ 1 ใช้ในย่าน 1-9 กิโลเฮิร์ตซ์ สเตปละ 1 กิโลเฮิร์ตซ์ และ สวิทช์อีกตัว เลือกความถี่ย่าน 10-90 กิโลเฮิร์ตซ์ สเตปละ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ 2 สัญญาณความถี่รวมกันที่ตัวผสมความถี่ และ ตัวกรองความถี่ผ่านแถบ จะคัดเลือกผลบวกความถี่เป็นความถี่เอาต์พุท ในการออกแบบพิจารณา อัตราส่วนผสมความถี่ (mixer ratio)

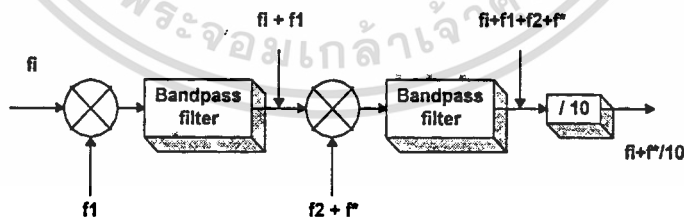
$$r = \frac{f_1}{f_2}$$

f_1 และ f_2 เป็นความถี่อินพุทของตัวผสมความถี่ ถ้าอัตราส่วนมีค่ามาก ๆ หรือ น้อยมาก ๆ 2 ความถี่เอาต์พุทจะมีค่าใกล้เคียงกันมาก ทำให้ยากในการคัดเลือกความถี่ของตัวกรอง อีกแบบหนึ่งของ direct synthesis เรียกว่า double mix divider แสดงดังภาพที่ 3 ใช้หลักการผสมความถี่เช่นเดียวกัน โดยมี 2 ส่วน ความถี่เอาต์พุทของตัวหาร 10 จะเป็น

$$f_0 = f_i + \frac{f^*}{10}$$

double mixer divider สามารถเชื่อมต่อหลาย ๆ ส่วน เพื่อให้ความละเอียดในการสังเคราะห์ความถี่ และ ข้อดีของแบบนี้ คือ ความถี่ f_1 , f_2 และ f^* เหมือนกันในแต่ละส่วน ทำให้ส่วนประกอบในแต่ละส่วนเหมือนกัน

ภาพที่ 3 Double mix divider



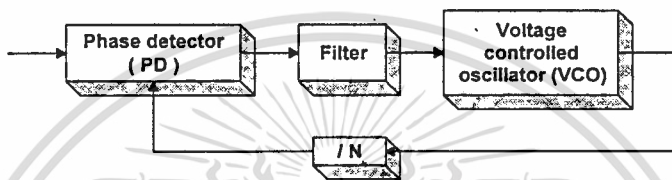
direct synthesis ให้การสวิทช์ความถี่ที่เร็ว ให้ความละเอียดความถี่ที่ดี phase noise ต่ำ และเป็นวิธีที่ให้ความถี่สูงที่สุด แต่ใช้ฮาร์ดแวร์ค่อนข้างมาก มีราคาแพง และขนาดใหญ่ กว่า 2 วิธีที่จะกล่าวต่อไป ข้อเสียของวิธีนี้ คือ ความถี่ย่านกว้างที่ไม่ต้องการ (spurious frequency) จะเกิดขึ้นที่เอาต์พุท

2.2 Frequency Synthesis By Phase Lock Loop

ข้อเสียของวิธี direct synthesis จะลดลงมากในการสังเคราะห์ความถี่ด้วยเฟสล็อกลูป เฟสล็อกลูปแบบง่าย ๆ แสดงดังภาพที่ 4 ความถี่อินพุทของ 2 เฟสดีเทคเตอร์ (phase detector) มีค่าเท่ากัน

$$f_r = f_d$$

ภาพที่ 4 เฟสล็อกลูป



ความถี่ f_d ได้จากการหารความถี่เอาต์พุท VCO f_0 ด้วย N

$$f_d = \frac{f_0}{N}$$

ดังนั้น ความถี่เอาต์พุท f_0 เป็นผลคูณของความถี่อ้างอิง

$$f_0 = Nf_r$$

การหารความถี่ในลูป เป็นวิธีเพื่อให้ได้ค่าความถี่จำนวนมากจาก 1 แหล่งความถี่อ้างอิง อัตราส่วนการหาร N ได้จากการโปรแกรมตัวหาร เฟสล็อกลูปจึงเป็นวิธีง่าย ๆ ในการสังเคราะห์ความถี่จำนวนมากด้วยการโปรแกรมตัวหาร ความละเอียดของความถี่มีค่าเท่ากับ f_r ความถี่เอาต์พุทที่สามารถเปลี่ยนแปลง (เพิ่ม) มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ f_r และ ช่วงเวลาที่สั้นที่สุดในการเปลี่ยนความถี่ เขียนแบบคร่าว ๆ ได้เป็น

$$t_s = \frac{.25}{f_r}$$

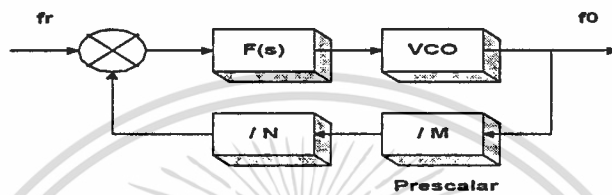
2.2.1 Variable Modulus Divider

ความเร็วในการทำงานของการโปรแกรมตัวหาร จะต่ำกว่าความต้องการของการใช้งานในระบบสื่อสารโทรคมนาคม ซึ่งอาจให้การสังเคราะห์ความถี่ที่ 2×10^9 เฮิร์ตซ์ ในการสื่อสารดาวเทียม จึงต้องมีวิธีการในการแก้ไขปัญหานี้

การโปรแกรมค่าตัวหารจะให้ความเร็วต่ำกว่า fixed modulus divider (prescalar) ซึ่งสามารถทำงานที่ความถี่ กิกะเฮิรตซ์ (gigahertz) ภาพที่ 5 แสดงปริสเกลลาร์ และการโปรแกรมตัวหารในรูป ซึ่งสามารถทำงานในย่านความถี่ กิกะเฮิรตซ์ จากรูปเมื่อรูปเกิดการลือก จะได้

$$f_r = \frac{f_0}{MN}$$

ภาพที่ 5 ปริสเกลลาร์ เฟสล็อกคูล

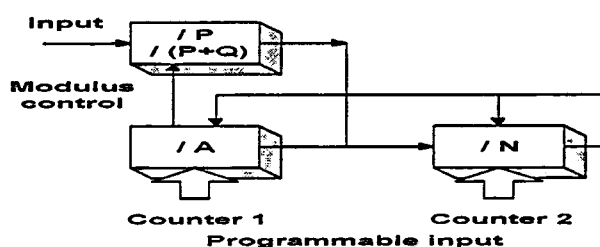


แต่ถึงแม้จะใช้ปริสเกลลาร์ ในรูปการทำงานที่ความถี่เอาท์พุทสูง ๆ ความถี่เอาท์พุทที่สามารถเปลี่ยนแปลงการเพิ่มได้จะเป็น $M f_r$ ฉะนั้นวิธีที่จะให้ได้ค่าความละเอียดของความถี่ที่ดีจะต้องใช้ variable modulus divider ซึ่งถึงแม้ว่าความเร็วจะไม่เท่าปริสเกลลาร์ แต่ให้ความเร็วที่สูงกว่าการโปรแกรมตัวหาร

two modulus divider แสดงดังภาพที่ 6 เมื่อตัวควบคุมมอดูลัสเป็น ไซ จะให้การหาร $P + Q$ และ เมื่อเป็น โล จะให้การหาร P ไซเคิลการหารเริ่มจากตัวนับที่ 1 ให้ค่า A และ ตัวนับที่ 2 ให้ค่า N เมื่อตัวควบคุมมอดูลัสเป็น ไซ ความถี่อินพุทหาร $P + Q$ หลังจาก $A(P + Q)$ ไซเคิลอินพุท ตัวนับที่ 2 มีค่า $N - A$ และ ตัวนับที่ 1 มีค่า 0 ซึ่งจะเป็นเวลาที่ ตัวควบคุมมอดูลัสให้สถานะเป็น โล และ หยุดการนับ หลังจากตัวนับที่ 1 เป็น 0 ตัวนับที่ 2 ลดลง ในแต่ละไซเคิลอินพุท P หลังจากการเพิ่ม $(N - A)P$ ไซเคิลอินพุทตัวนับที่ 2 จะเป็น 0 และ ไซเคิลการหารจะเริ่มต้นให้ค่าแก่ตัวนับทั้ง 2 ใหม่ และ รีเซ็ต ตัวควบคุมมอดูลัสจำนวนไซเคิลอินพุทในไซเคิลการหารที่สมบูรณ์ คือ

$$D = (P + Q)A + P(N - A) = AQ + PN$$

ภาพที่ 6 Variable modulus divider

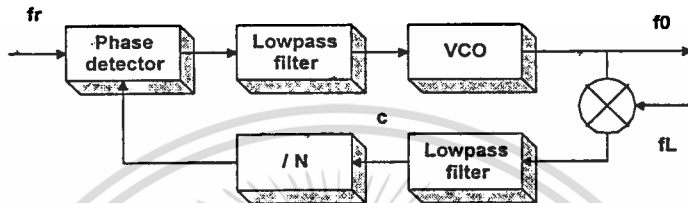


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Down Conversion

อีกวิธีหนึ่งในการให้ค่าความถี่สูงด้วยการโปรแกรมตัวหาร คือ ลดความถี่เอาต์พุตลงโดยผสมความถี่เอาต์พุตกับความถี่โลคอลออสซิลเลเตอร์ (local oscillator) ภาพที่ 7 แสดง

ภาพที่ 7 Down conversion



single down conversion synthesis ตัวกรองความถี่ผ่านต่ำ ใช้ในการกรองความถี่สูง ($f_0 + f_2$) ของความถี่เอาต์พุตที่ตัวผสมความถี่ เอาต์พุตความถี่ จะเป็น

$$f_d = f_r = \frac{f_0 - f_L}{N}$$

$$f_0 = f_L + Nf_r$$

ข้อเสียของวิธีนี้คือ มีความซับซ้อน ขนาดใหญ่ และ มีความถี่ที่ไม่ต้องการจากตัวผสมความถี่

2.2.3 Multiple Loop Frequency Synthesis

วิธีหนึ่งที่จะให้ความละเอียดความถี่ที่ดีที่ความถี่อ้างอิงสูง ความถี่เอาต์พุตได้จากการหารความถี่เอาต์พุตของ VCO โดย M

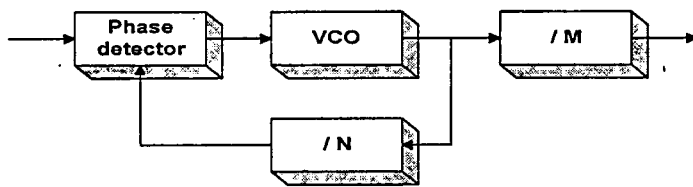
มีรายละเอียดดังภาพที่ 8

$$f_0 = \frac{Nf_r}{M}$$

ความละเอียดของความถี่มีค่าเป็น

$$f = \frac{f_r}{M}$$

ภาพที่ 8 การเพิ่มความละเอียดความถี่ของเฟสล็อกกลูป



ความละเอียดของความถี่ที่ดีได้จากการให้ค่า M ที่มากพอสมควร

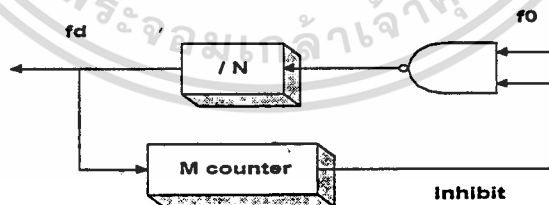
2.2.4 Fractional N Loops

ความถี่เอาต์พุตสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงการเพิ่มเป็นแบบเศษส่วนของความถี่อ้างอิงได้ ตัวหารดิจิทัลไม่สามารถที่จะให้อัตราส่วนแบบเศษส่วนได้วิธีที่มักใช้กัน คือ หารความถี่เอาต์พุต ด้วย $N + 1$ ทุกไซเคิล M และ หาร N ด้วยค่าเวลาที่เหลือ อัตราส่วนการหารจะเป็น $N + M^{-1}$ ค่าเฉลี่ยความถี่เอาต์พุตจะเป็น

$$f_o = (N + M^{-1})f_r$$

วิธีแสดงดังรูป 9 ทุกคาบเวลา $M - 1$ ของตัวนับ M จะให้อาต์พุต โล ที่อินพุตหนึ่ง ทำให้ตัวหาร N ไม่ทำงาน ตัวหาร N ต้องการ $(N + 1)$ ไซเคิลอินพุตในการเปลี่ยนสถานะเอาต์พุต

ภาพที่ 9 Fractional division



จำนวนไซเคิลเอาต์พุตของตัวนับ M ต่อ 1 ไซเคิลที่สมบูรณ์ของการนับ เป็น

$$f_o = f_d N(M - 1) + f_d(N + 1) = f_d(NM + 1)$$

ค่าเฉลี่ยความถี่เอาต์พุตต่อไซเคิลของตัวนับ M เป็น

$$(f_o)_{av} = f_d(N + M^{-1})$$

2.3 Direct Digital Synthesis

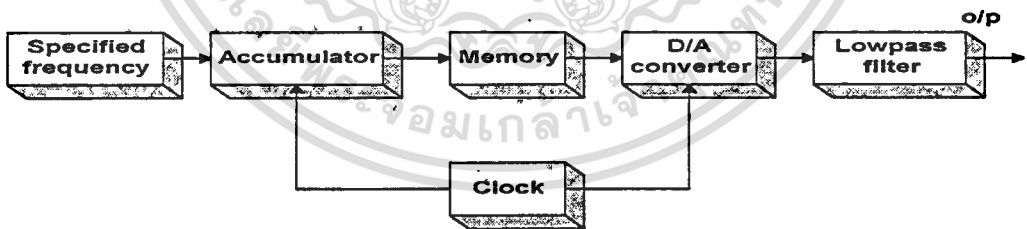
Direct digital frequency synthesis (DDFS) ทำได้โดยใช้การเก็บค่าข้อมูลรูปคลื่นไซน์ลงในตารางอ่านข้อมูล ในปัจจุบันจากความเจริญก้าวหน้าของไมโครอิเล็กทรอนิกส์ทำให้การสังเคราะห์แบบนี้มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และให้ความละเอียดของความถี่ที่ดี

วิธีการโดยการเก็บค่าตัวอย่างของรูปคลื่นไซน์ลงในหน่วยความจำ เอาท์พุทเป็นการแปลงค่าดิจิทัลเป็นอนาลอก ความถี่เอาท์พุทต่ำสุดมีจำนวนค่าเท่ากับ N จุด รูปคลื่นต่อมาสามารถกำเนิดใหม่ได้โดยใช้การอ่านค่าซ้ำในหน่วยความจำ ฉะนั้นความละเอียดของความถี่มีค่าเท่ากับความถี่ต่ำสุด f_L DDFS แสดงดังภาพที่ 10 ประกอบด้วย phase accumulator, หน่วยความจำแบบอ่านค่าได้, ออสซิลเลเตอร์อ้างอิง, ตัวแปลงดิจิทัลเป็นอนาลอก และ ตัวกรองความถี่ผ่านต่ำ

ถ้า P จุด ใช้กับเอาท์พุทความถี่สูงสุด f_u ดังนั้น $N = f_u / f_L * P$ จุด จะใช้กับความถี่ต่ำที่สุด จำนวน N กำหนดโดยจำนวนหน่วยความจำที่เก็บค่าได้ และ P ต้องมากกว่า 2 โดยใช้ตัวกรองความถี่ผ่านต่ำที่เอาท์พุท ค่าเวลาของความถี่เอาท์พุทสูงที่สุดเป็น

$$T_u = f_u^{-1} = PT$$

ภาพที่ 10 Direct digital frequency synthesis



ความถี่เอาท์พุทสูงที่สุดกำหนดโดยอัตราความเร็วสูงที่สุดในการเก็บค่าตัวอย่าง และ สิ่งที่สำคัญที่สุด ซึ่งเป็นแพ็คเกจของการกำเนิดความถี่สูงของ direct frequency synthesis คือ ความเร็วในการแปลงดิจิทัลเป็นอนาลอก ซึ่งไม่เพียงแต่จะจำกัดความถี่เอาท์พุทสูงที่สุดเท่านั้น แต่ยังผลิตสัญญาณรบกวน (noise) และ ฮาร์โมนิกดิสทอร์ชัน (harmonic distortion) สำหรับการสังเคราะห์ความถี่ด้วยไมโคร ฯ ความถี่ด้านบนจำกัดด้วยจำนวนไซเคิลสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ของ

phase accumulator และ การอ่านข้อมูลของหน่วยความจำ ความถี่ต่ำที่สุดสามารถทำได้โดยขยายขนาดของ phase accumulator

จำนวนบิตของแต่ละเวิร์ด (word) เป็นตัวกำหนดสัญญาณรบกวน เอาท์พุทการแปลงดิจิทัลเป็นอนาลอก ให้สัญญาณรบกวนซึ่งมีสาเหตุจากจำนวนบิตของเวิร์ด ค่าประมาณของ worst case noise power คือ

$$\sigma^2 = (2^n)^{-1} \text{ or } \sigma^2 = -6ndB$$

แต่ละบิตที่เพิ่มของเวิร์ดทำให้สเปกตรัมมีความบริสุทธิ์ขึ้น 6 dB

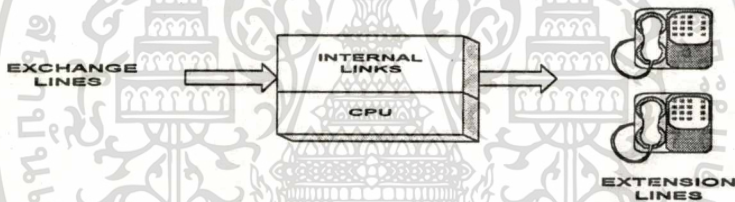


บทที่ 3

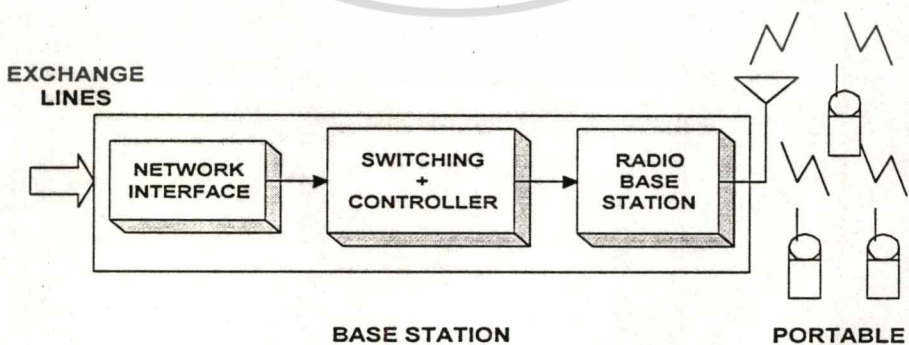
หลักการ และ การออกแบบระบบ

ระบบชุมสายโทรศัพท์ปลายทางสาขาอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange) ซึ่งมีทั้งแบบที่เป็นอนาลอก และ ดิจิตอล โดยทั่วไปมีรูปแบบแสดงดังภาพที่ 11 จากคู่สายองค์การโทรศัพท์ นำมาผ่านขบวนการสวิตซ์ซึ่งภายในระบบชุมสายโทรศัพท์ เพื่อจัดการเชื่อมต่อ กับ คู่สายภายในที่ต้องการ ส่วนระบบที่ออกแบบขึ้นมีลักษณะ แสดงดังภาพที่ 12 โดยใช้ระบบคลื่นความถี่วิทยุ แทนการใช้สายในการเชื่อมต่อจากตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ไปยังเครื่องโทรศัพท์ย่อย สำหรับหลักการและการออกแบบ จะกล่าวเป็นข้อๆ ดังนี้

ภาพที่ 11 ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางสาขาอัตโนมัติโดยทั่วไป

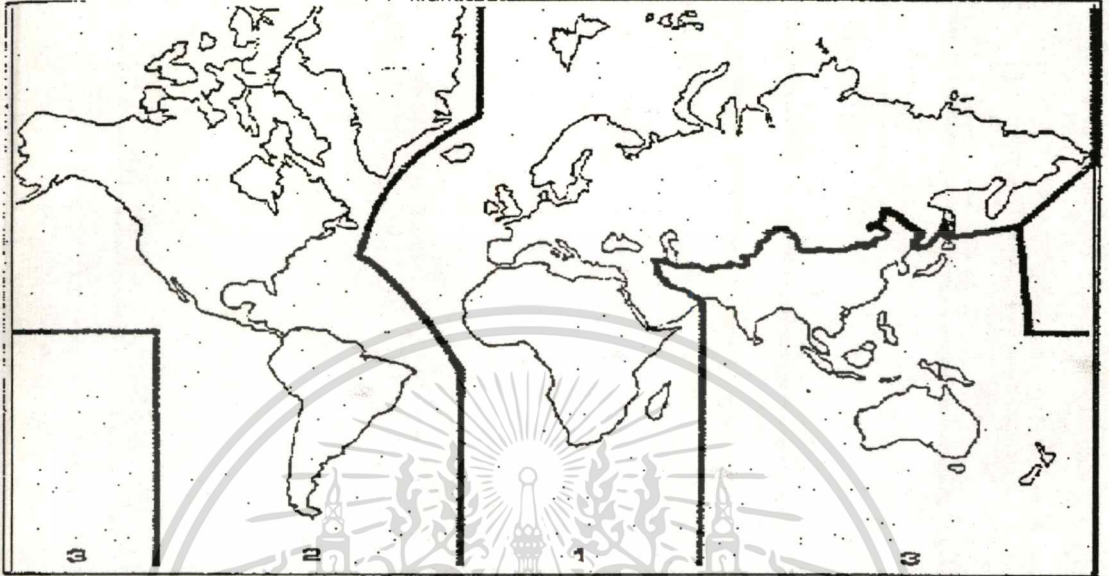


ภาพที่ 12 ระบบชุมสายโทรศัพท์ปลายทางที่ออกแบบขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 13 แบ่งพื้นที่โลกในการจัดสรรความถี่



ตารางที่ 1 ข้อกำหนด FCC ความถี่ย่าน 47 – 68 เมกกะเฮิร์ตซ์
MHz
47 - 68

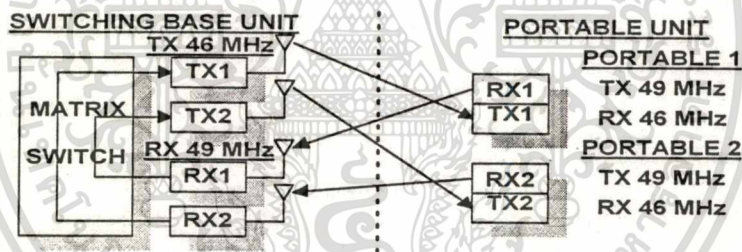
Allocation to Service		
Region 1	Region 2	Region 3
47 – 68 BROADCASTING	47 – 50 FIXED MOBILE	47 - 50 FIXED MOBILE BROADCASTING
	50 – 54 AMATEUR	
	54 – 68 BROADCASTING FIXED MOBILE	54 – 68 FIXED MOBILE BROADCASTING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ความถี่ที่เลือกใช้งาน และการเลือกช่องความถี่ใช้งานที่ว่าง

องค์กรที่ทำหน้าที่จัดระบบเกี่ยวกับการสื่อสารโทรคมนาคมระหว่างประเทศมีชื่อว่า สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ หรือ (International Telecommunication Union) และ ประเทศไทยก็เป็นสมาชิกขององค์กรนี้ด้วย หน้าที่ขององค์กรนี้ คือ จัดสรรความถี่ เพื่อประโยชน์ในการใช้ของประเทศต่างๆ โดยแบ่งพื้นที่โลกออกเป็น 3 ส่วน แสดงดังภาพที่ 13 องค์กร หรือ บริษัททางด้านการศึกษาโทรคมนาคมของแต่ละประเทศ ส่วนมากจะใช้การจัดระบบตามข้อกำหนดของ NTIA (National Telecommunications and Information Agency) และ FCC (Federal Communications Commission) สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ใช้ข้อกำหนดตาม FCC โดยเลือกย่านความถี่ที่ใช้งานของระบบแสดงดังตารางที่ 1 ประเทศไทยอยู่ในส่วนที่ 3 จึงเลือกใช้ความถี่ย่าน 47 - 50 เมกกะเฮิร์ตซ์ ได้ทั้งในกิจการบริการวิทยุประจำที่ (Fixed) บริการวิทยุเคลื่อนที่ (Mobile) และ บริการการกระจายเสียง (Broadcasting)

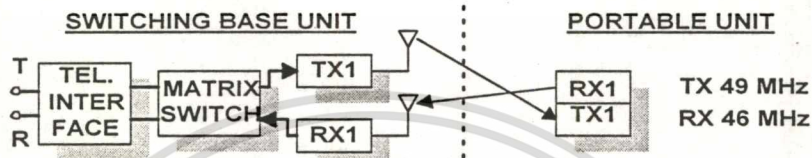
ภาพที่ 14 การเลือกช่องความถี่ใช้งานในการติดต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ 2 ตัว



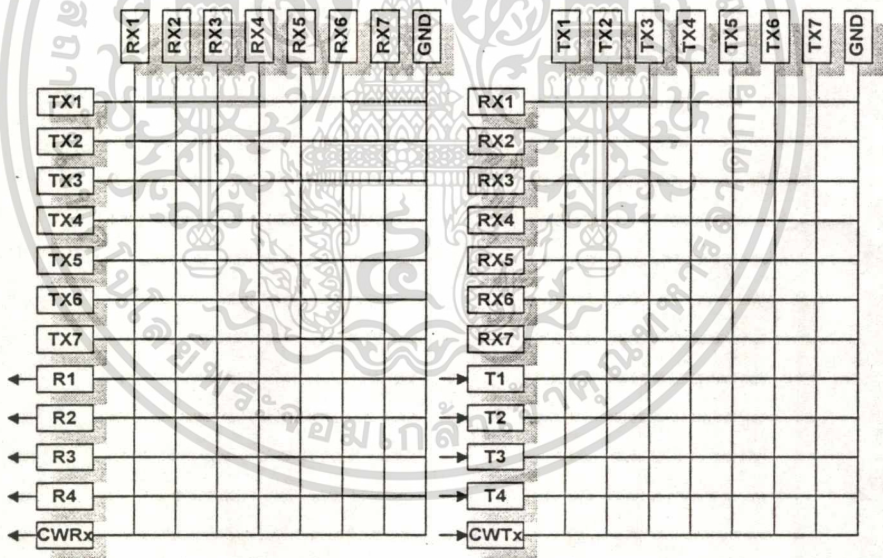
ระบบที่ออกแบบเลือกใช้งานที่ความถี่ย่าน 46 และ 49 เมกกะเฮิร์ตซ์ จำนวน 7 คู่ความถี่ สำหรับช่องสัญญาณเสียงที่ใช้ในการติดต่อ และ 1 ช่องความถี่ สำหรับสัญญาณควบคุมเพื่อบอกข่าวสารการติดต่อ ระหว่างผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก กับ โทรศัพท์มือถือ รายละเอียดจะกล่าวในส่วนต่อไป ผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักส่งความถี่ย่าน 46 เมกกะเฮิร์ตซ์ และ รับความถี่ย่าน 49 เมกกะเฮิร์ตซ์ ส่วนโทรศัพท์มือถือส่งความถี่ย่าน 49 เมกกะเฮิร์ตซ์ และ รับความถี่ย่าน 46 เมกกะเฮิร์ตซ์ การเลือกช่องความถี่ใช้งานภายใน ผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 การเลือกช่องความถี่ใช้งานในการติดต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ 2 ตัว ซึ่งเป็นการติดต่อภายใน กับ รูปแบบที่ 2 การเลือกช่องความถี่ใช้งานในการติดต่อระหว่างคู่สายของค์การโทรศัพท์กับ โทรศัพท์มือถือ ซึ่งเป็นการติดต่อภายนอก วิธีการเลือกช่องความถี่ใช้งานของรูปแบบที่ 1 ดย. เช่น เมื่อโทรศัพท์มือถือตัวที่ 1 ต้องการติดต่อ กับ โทรศัพท์มือถือตัวที่ 2 ผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก จะทำการเลือกช่องความถี่ใช้งานที่ว่างจำนวน 2 คู่ความถี่ แสดงดังภาพที่ 14 และ วิธีการเลือกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องความถี่ใช้งานของรูปแบบที่ 2 เมื่อโทรศัพท์ตัวลูกตัวใดๆ ต้องการติดต่อ กับ คู่สายองค์การโทรศัพท์หรือ คู่สายองค์การโทรศัพท์ติดต่อเข้ามายังโทรศัพท์ตัวลูกตัวใดๆ ผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักจะทำการเลือกช่องความถี่ใช้งานที่ว่างจำนวน 1 คู่ความถี่เท่านั้น แสดงดังภาพที่ 15

ภาพที่ 15 การเลือกช่องความถี่ใช้งานในการติดต่อระหว่างสายองค์การฯ และโทรศัพท์ตัวลูก



ภาพที่ 16 สวิตซ์ซึ่งภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก



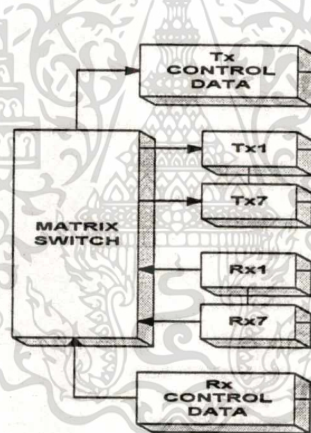
3.2 หลักการสวิตซ์ซึ่งภายในตู้สวิตซ์ซึ่งชุมสายโทรศัพท์หลัก

ระบบสวิตซ์ซึ่งภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ใช้ในการติดต่อเข้ากับช่องความถี่ที่เลือกใช้งาน ออกแบบโดยใช้เมตริกซ์สวิตซ์ 2 ตัว ดังภาพที่ 16 โดยหลักการแล้ว เมตริกซ์สวิตซ์แบ่งรูปแบบการใช้งานเป็น 3 รูปแบบ คือ 1. การติดต่อภายใน ซึ่งเป็นการติดต่อระหว่างโทรศัพท์ตัวลูกตัวใดๆ จะทำการติดต่อเข้ากับช่องสัญญาณเสียงของ ภาค รับ - ส่ง วิทยู ของคู่การติดต่อ TX1 - TX7 และ RX1 - RX7 โดยจะต่อจุดบนเมตริกซ์สวิตซ์ตัวละ 1 จุด ณ ตำแหน่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกัน ซึ่งเท่ากับเป็นการใช้ความถี่ 2 คู่ความถี่ในการติดต่อ 2. การติดต่อภายนอก เป็นการติดต่อระหว่างคู่สายของค้การโทรศัพท์ กับ โทรศัพท์ตัวลูก จะทำการติดต่อเข้ากับช่องสัญญาณเสียงของภาค รับ - ส่ง วิทยู TX1 - TX7 และ RX1 - RX7 กับ คู่สายของค้การโทรศัพท์ T1 - T4 และ R1 - R4 โดยจะต่อจุดบนเมตริกซ์สวิตซ์ตัวละ 1 จุด ณ ตำแหน่งเดียวกัน ทางแถว T1 - T4 และ R1 - R4 ซึ่งเท่ากับเป็นการใช้ความถี่เพียง 1 คู่ความถี่ 3. การติดต่อสัญญาณควบคุม ผู้ชุมสาย โทรศัพท์หลัก และ โทรศัพท์ตัวลูก อาจมีการติดต่อบอกข่าวสาร เพื่อตรวจสอบสถานะ หรือ ให้สถานะการทำงานต่างๆ เช่น ผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักกรอการยกหูจากโทรศัพท์ตัวลูก เป็นต้น

3.3 การออกแบบระบบ รับ - ส่ง และ ระบบเลือกช่องความถี่อัตโนมัติ

ภาพที่ 17 ภาครับ - ส่งของผู้สวิตซ์ซึ่งชุมสายโทรศัพท์หลัก



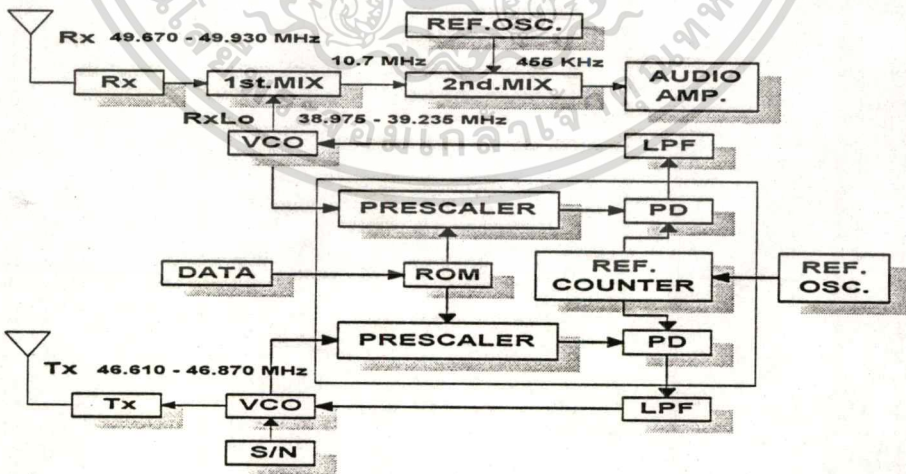
ระบบ รับ - ส่ง ที่ออกแบบขึ้น แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ระบบ รับ - ส่ง ของผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก และ ระบบ รับ - ส่ง ของโทรศัพท์ตัวลูก ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงบล็อกไดอะแกรม ส่วนรายละเอียดทางด้านฮาร์ดแวร์จะกล่าวในบทต่อไป ส่วนแรก ระบบ รับ - ส่ง ของผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ซึ่งมีทั้งหมด 7 คู่ความถี่ สำหรับช่องสัญญาณการติดต่อ และ อีก 1 ช่องความถี่ สำหรับสัญญาณควบคุม แสดงดังภาพที่ 17 ภาค รับ - ส่ง มีทั้งหมด 8 ชุด แต่ละชุดถูกกำหนดค่าที่ความถี่ของแต่ละช่องสัญญาณ ตั้งแต่ 1-8 ค่าความถี่ ตามตารางที่ 2 ระบบ รับ - ส่ง ของผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก แสดงดังภาพที่ 18 ประกอบด้วยภาครับ รับความถี่จากโทรศัพท์ตัวลูก ระหว่าง 49.670 - 49.930 เมกกะเฮิร์ตซ์ ผสมความถี่ครั้งที่ 1 (1 st mix) ด้วยความถี่ VCO ระหว่าง .38.975 - 39.235 เมกกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งได้จากการกำหนดช่องความถี่แบบ เฟสล็อกกลูป (

Phase Lock Loop) ซึ่งจะกล่าวต่อไป จากนั้น ผสมความถี่ครั้งที่ 2 (2 nd mix) ด้วยความถี่ 10.24 เมกะเฮิร์ตซ์ ทำให้ได้ความถี่ที่ 455 กิโลเฮิร์ตซ์ แล้วจึงทำการถอดรหัสเพื่อให้ได้สัญญาณที่ต้องการ การกำหนดช่องความถี่เฟสล็อกรูปแบบฟูลดูเพล็กซ์ประกอบด้วยปริสเกลเลอร์

ตารางที่ 2 ค่าความถี่ของแต่ละช่องสัญญาณของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก

DATA				BASE		
D3	D2	D1	D0	CH	TRANSMIT (MHz)	RECEIVE (MHz)
0	0	0	1	1	46.610	49.670
0	0	1	0	2	46.630	49.845
0	0	1	1	3	46.670	49.860
0	1	0	0	4	46.710	49.770
0	1	0	1	5	46.730	49.875
0	1	1	0	6	46.770	49.830
0	1	1	1	7	46.830	49.890
*1	0	0	0	8	46.870	49.930

ภาพที่ 18 ระบบรับ - ส่งของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก



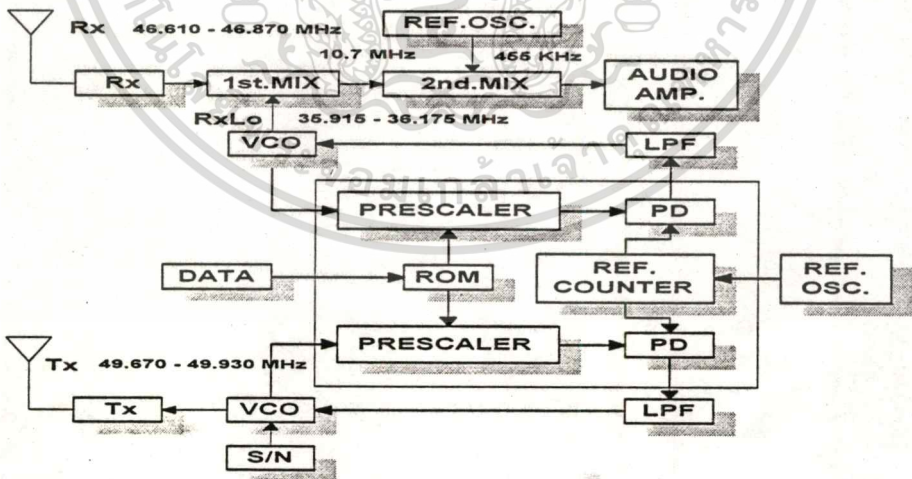
(Prescaler) เฟสดีเทคเตอร์ (Phase Detector) และ วงจรกรองแบบผ่านต่ำ (LPF) จำนวน 2 ชุด ทั้งทางภาครับ และ ภาคส่ง ตัวนับจากแหล่งความถี่อ้างอิง หน่วยความจำเพื่อรับข้อมูลจากการกำหนดช่องความถี่ เพื่อให้ค่าแก่เฟสดีเทคเตอร์ และ LPF เพื่อนำไปเปลี่ยนค่าความถี่ของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VCO ทั้งทางภาครับ และ ภาคส่ง ทางด้านภาคส่ง ส่งที่ความถี่ระหว่าง 46.610 - 46.870 เมกะเฮิร์ตซ์ ไปยังโทรศัพท์มือถือ โดยทำการมอดูเลตสัญญาณ แล้วจึงป้อนเข้า VCO ของภาคส่ง

ตารางที่ 3 ค่าความถี่ของแต่ละช่องสัญญาณของการเลือกช่องความถี่อัตโนมัติของโทรศัพท์มือถือ

DATA				HANDSET		
D3	D2	D1	D0	CH	TRANSMIT (MHz)	RECEIVE (MHz)
0	0	0	1	1	49.670	46.610
0	0	1	0	2	49.845	46.630
0	0	1	1	3	49.860	46.670
0	1	0	0	4	49.770	46.710
0	1	0	1	5	49.875	46.730
0	1	1	0	6	49.830	46.770
0	1	1	1	7	49.890	46.830
*1	0	0	0	8	49.930	46.870

ภาพที่ 19 ระบบรับ - ส่งของโทรศัพท์มือถือ



ทำการขยายเพื่อส่งออกอากาศต่อไป ระบบ รับ - ส่ง ของโทรศัพท์มือถือ เป็นแบบเลือกช่องความถี่อัตโนมัติ เฟสล็อกกลุ๊ป แบบพุลดูเพล็กซ์ มีบล็อกไดอะแกรมเช่นเดียวกับ ระบบ รับ - ส่งของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก แสดงดังภาพที่ 19 ภาครับ รับความถี่จากตู้ชุมสายโทรศัพท์หลักระหว่าง 46.610 - 46.870 เมกะเฮิร์ตซ์ ฉะนั้น VCO ของภาครับมีค่าความถี่ระหว่าง 35.915 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36.175 เมกกะเฮริทซ์ เลือกช่องความถี่แบบอัตโนมัติได้จากการโปรแกรม ค่าช่องสัญญาณตามตารางที่ 3 ทางด้านภาคส่ง มีลักษณะเช่นเดียวกับของผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ความถี่ระหว่าง 49.670 - 49.930 เมกกะเฮริทซ์ ส่งไปยังผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก

จากตารางทั้ง 2 ของช่องความถี่ภาครับ และ ส่ง ของผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก และ ของโทรศัพท์ตัวลูก ช่องความถี่ที่ 1 - 7 กำหนดให้เป็นช่องความถี่ศูนย์กลางของระบบในการติดต่อ (สัญญาณเสียง) ส่วนช่องความถี่ที่ 8 กำหนดให้เป็นช่องความถี่สำหรับสัญญาณควบคุมระหว่างผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก กับ โทรศัพท์ตัวลูก

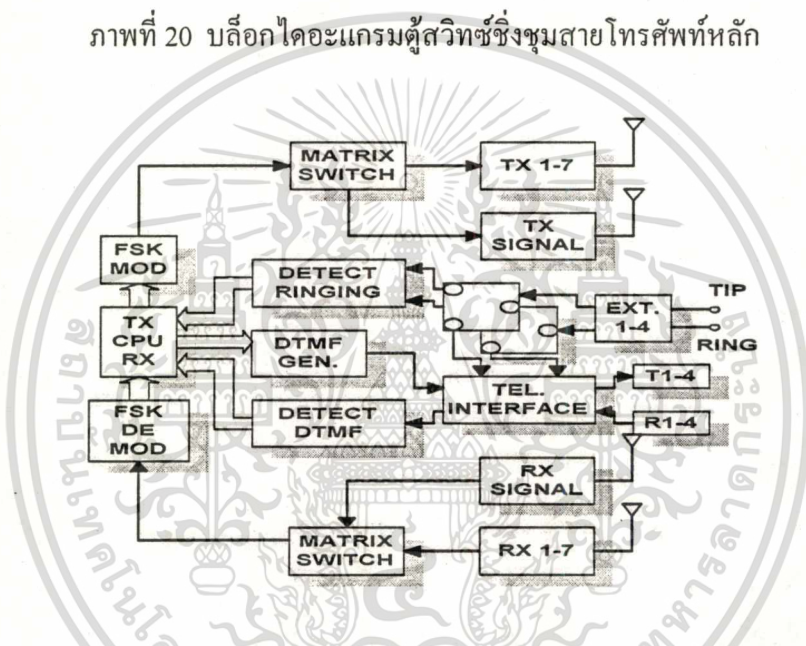


บทที่ 4

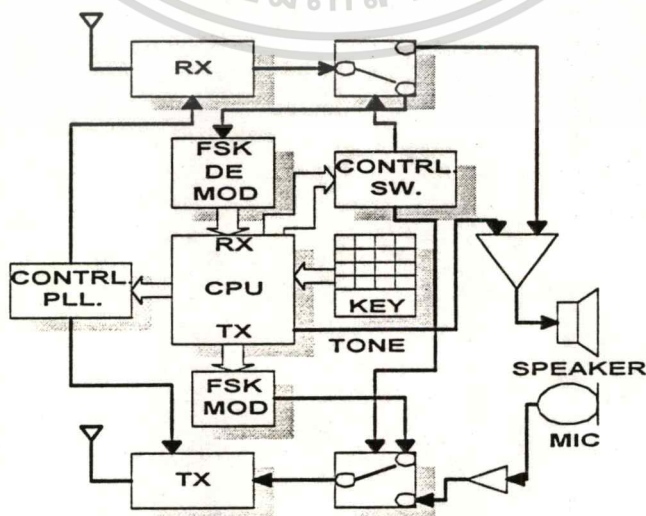
ระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิคเลือกช่องความถี่ที่ว่าง

ระบบที่ออกแบบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ตู้สวิตซ์ซึ่งชุมสายโทรศัพท์หลัก และ เครื่องโทรศัพท์ตัวลูก บล็อกไดอะแกรมแสดงดังภาพที่ 20 และ 21 ตามลำดับ รายละเอียดส่วนประกอบภายในแต่ละส่วน จะได้กล่าวในหัวข้อย่อยต่อไป

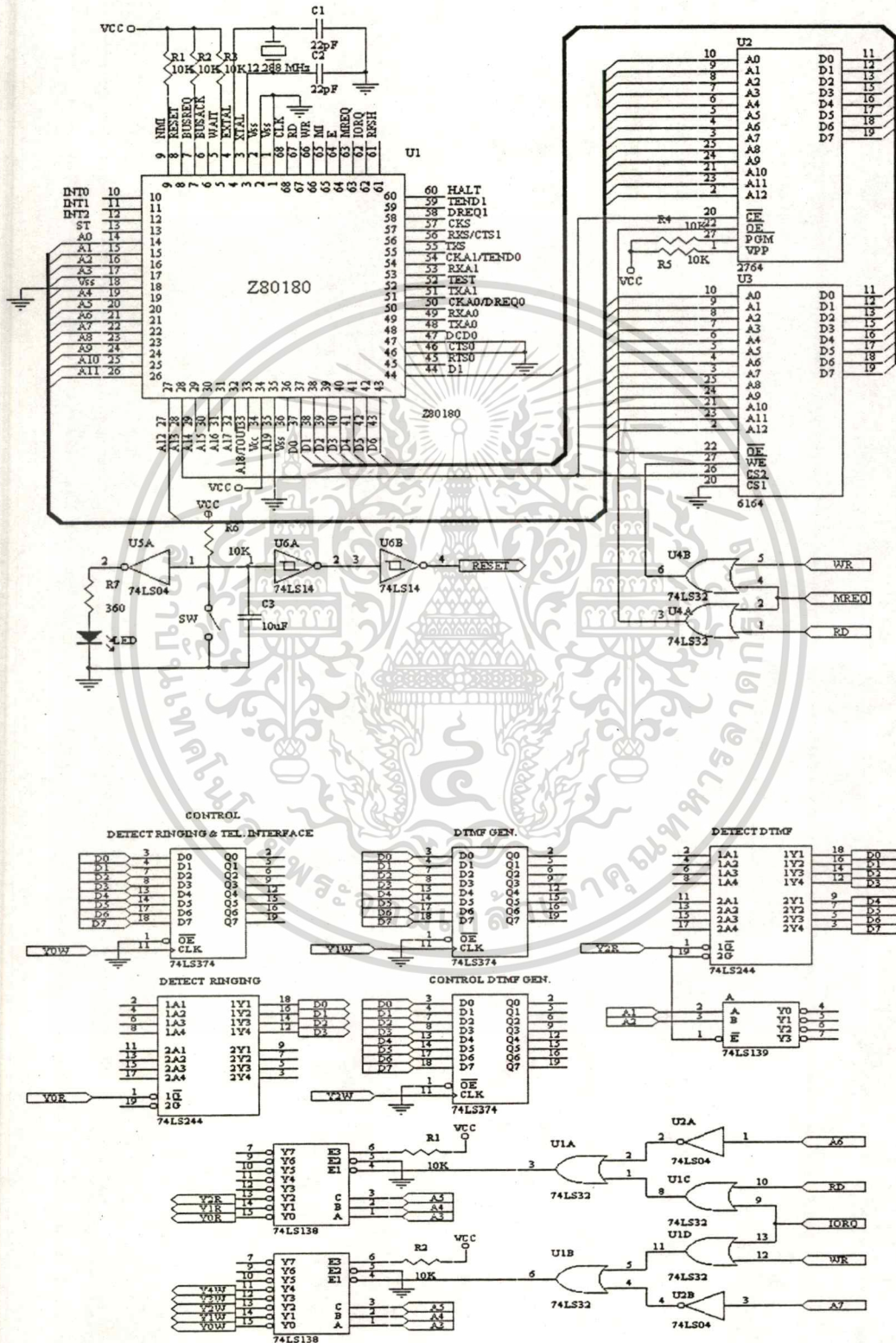
ภาพที่ 20 บล็อกไดอะแกรมตู้สวิตซ์ซึ่งชุมสายโทรศัพท์หลัก



ภาพที่ 21 บล็อกไดอะแกรมเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก



ภาพที่ 22 วงจรส่วนประมวลผลกลาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่สามารถแก้ไขหรือดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ตู้วิทซ์ซึ่งรวมสายโทรศัพท์หลัก

ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆดังนี้

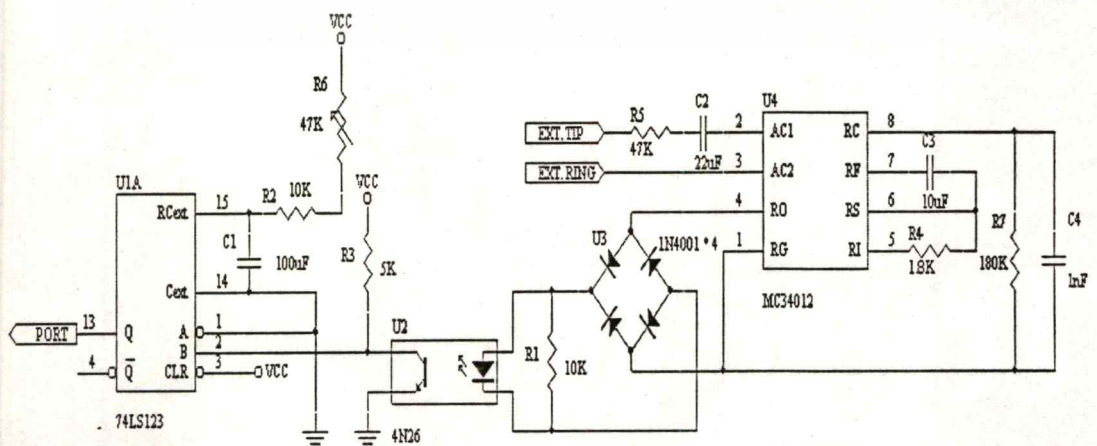
4.1.1 ส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit)

ส่วนประมวลผลกลาง วงจรแสดงดังภาพที่ 22 ประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ Z80180 โดยทำงานที่ความถี่ 6.144 เมกกะเฮิร์ตซ์เป็นตัวประมวลผล หน่วยความจำแบบอ่านได้อย่างเดียว ROM (Read Only Memory) สำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงาน จำนวน 8 กิโลไบต์ หน่วยความจำแบบอ่าน และ เขียนได้ RAM (Random Access Memory) สำหรับเก็บค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จำนวน 8 กิโลไบต์ และ วงจรถอดรหัส (Decoder) เพื่ออ้างอินพุต และ เอาท์พุท พอร์ต ดังนี้

1. พอร์ต C0H ใช้สำหรับรับค่า จากการตรวจสอบสัญญาณเรียก
2. พอร์ต D0H ใช้สำหรับรับค่า จากการถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่
3. พอร์ต 80H ใช้สำหรับสั่งควบคุม รีเลย์ และ ยกหูสายนอก
4. พอร์ต 88H ใช้สำหรับสั่งควบคุม ส่วนสร้างสัญญาณผสมสองความถี่
5. พอร์ต 90H ใช้สำหรับสั่งควบคุม การเปิด - ปิด ของสัญญาณผสมสองความถี่ไปยังสายนอก
6. พอร์ต 98H ใช้สำหรับสั่งควบคุม ทรอส พอยต์ สวิตซ์

4.1.2 ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก (Detect Ringing)

ภาพที่ 23 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก

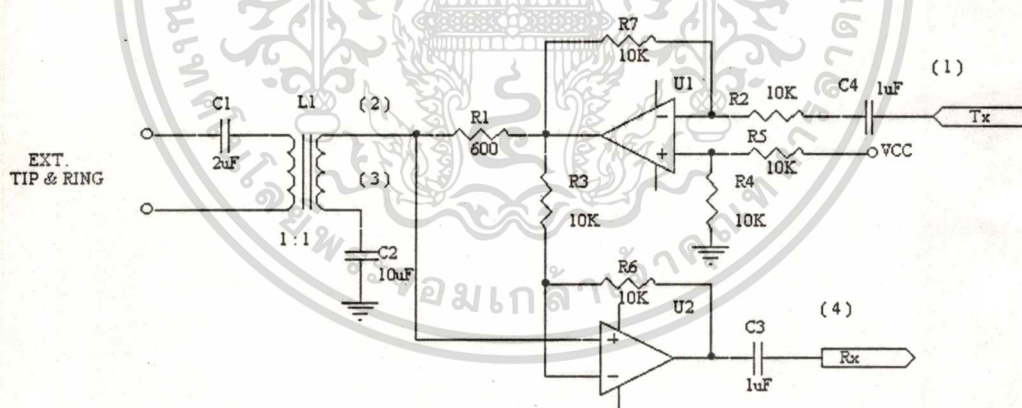


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนนี้ทำหน้าที่ตรวจสอบว่ามีสัญญาณเรียกจากคู่สายนอกเข้ามา หรือไม่ และ ส่งสถานะจากการตรวจสอบให้ไมโครโปรเซสเซอร์รับรู้ วงจรแสดงดังภาพที่ 23 ในการออกแบบใช้ไอซีเบอร์ MC 34012 ที่ใช้สำหรับสร้างสัญญาณเรียกของโทรศัพท์ทำงานร่วมกับ ออปโต้ ไอโซเลเตอร์ (Opto Isolator) 4N26 และ โมโนสเตเบิล (Monostable) 74LS123 โดย MC 34012 เลือกค่าความถี่เอาต์พุตเป็น 4 KHz (กิโลเฮิรตซ์) จากกราฟที่แนะนำการออกแบบของไอซีเลือกค่า $R = 180 \text{ K}$ (กิโลโอห์ม) จะได้ค่า $C = 1 \text{ nF}$ (นาโนฟารัด) สัญญาณเอาต์พุต R_0 จะถูกเรียงทิสกระแสโดยไดโอดบริดจ์ ส่งสัญญาณให้แก่ ออปโต้ ไอโซเลเตอร์ 4N26 เปลี่ยนเป็นสถานะลอจิกส่งให้กับโมโนสเตเบิล 74LS123 ซึ่งมีช่วง $T_w = 1 \text{ S}$ (วินาที) เลือกค่า $C = 100 \text{ uF}$ (ไมโครฟารัด) จะได้ค่า R ประมาณ 33 K เพื่อปรับค่าตามจังหวะของสัญญาณเรียก โดยไมโครฯ สามารถอ่านข้อมูลสัญญาณเรียกได้ทางพอร์ต COH

4.1.3 ส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ (Telephone Interface)

ภาพที่ 24 วงจรส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์

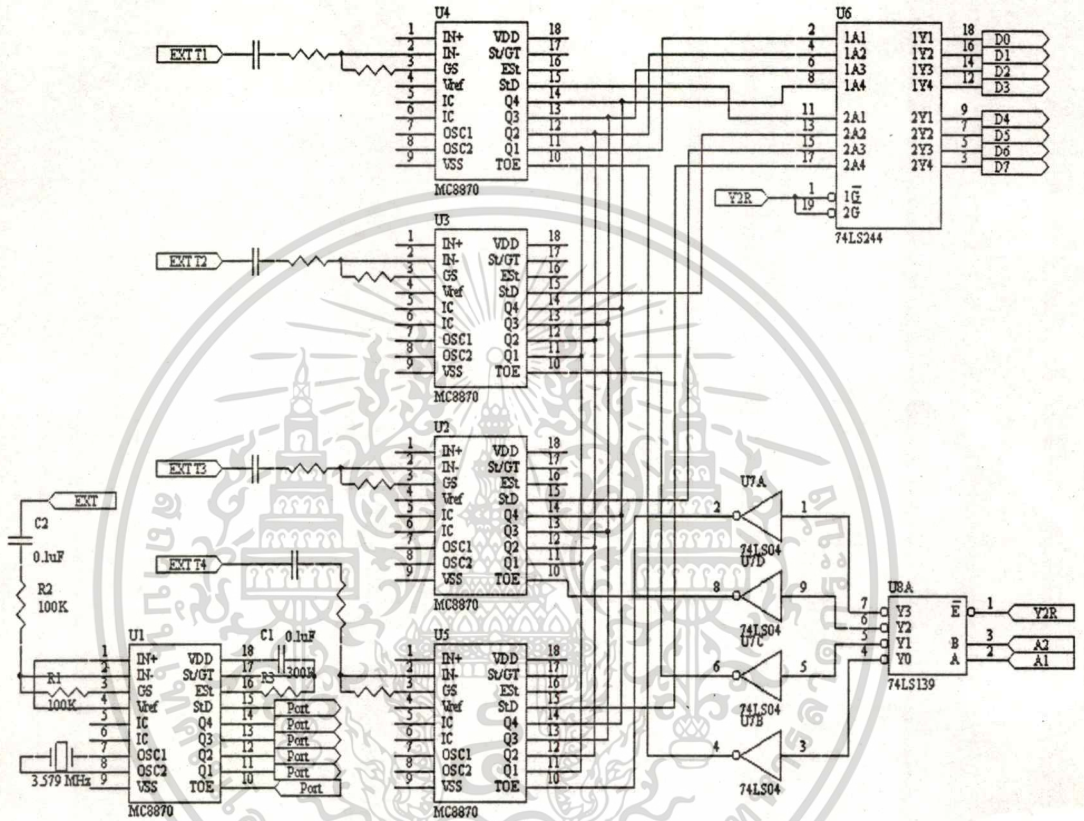


ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแบบ 2 ทิศทาง (Bi Directional) เป็นแบบทิศทางเดียว (Unidirectional) 2 ส่วน โดยใช้วงจรดูเพล็กซ์เซอร์ (Duplexer Circuit) วงจรแสดงดังภาพที่ 24 ประกอบด้วย ออปแอมป์ ใช้การป้อนกลับแบบลบมีค่าอัตราขยายเท่ากับ 1 จำนวน 2 ชุดทำงานร่วมกับ หม้อแปลงอัตราส่วนขดลวดปฐมภูมิ ต่อ ขดลวดทุติยภูมิ เท่ากับ 1:1 โดยหลักการสัญญาณส่ง (Tx) เข้าที่โนด 1 และ รับ (Rx) ที่โนด 4 เนื่องจากค่าอิมพีแดนซ์ของคู่สายของคอล์ยโทรศัพท์ มีค่าประมาณ 600 ที่ขา 3 ของ ออปแอมป์ ตัวที่ 2 จะมีค่าของสัญญาณเท่ากับ Rx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ส่วนถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่ (DTMF Decoder)

ภาพที่ 26 วงจรถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่



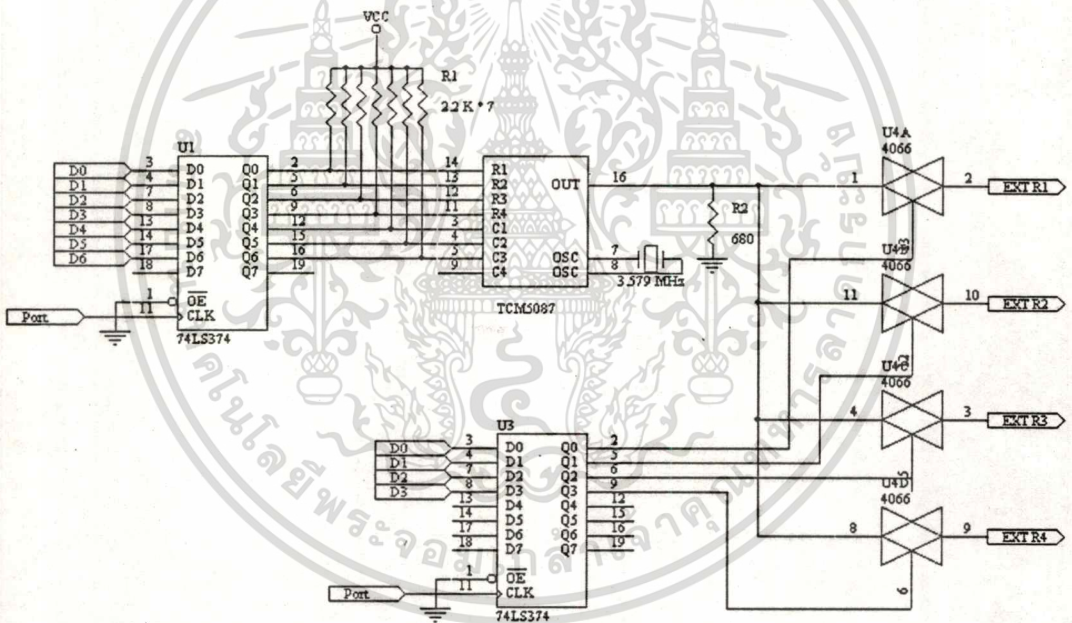
ส่วนนี้ทำหน้าที่ถอดรหัสความถี่จากสัญญาณผสมสองความถี่ ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม ให้เป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อส่งให้ไมโครฯ รับรู้ วงจรแสดงดังภาพที่ 26 วงจรประกอบไปด้วย ไอซี MT8870 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณผสมสองความถี่ให้เป็นสัญญาณดิจิทัล 4 บิต เนื่องจากมีคู่สายนอกจำนวน 4 คู่สาย ฉะนั้นจึงใช้จำนวน 4 ชุด ใช้วงจรถอดรหัส 74LS139 อ้างข้อมูลจากพอร์ตในการเลือกตัวถอดรหัส ดังนี้

- ข้อมูล D0H เลือกตัวถอดรหัสที่ 1 ถอดรหัสจากคู่สายนอกที่ 1
- ข้อมูล D2H เลือกตัวถอดรหัสที่ 2 ถอดรหัสจากคู่สายนอกที่ 2
- ข้อมูล D4H เลือกตัวถอดรหัสที่ 3 ถอดรหัสจากคู่สายนอกที่ 3
- ข้อมูล D6H เลือกตัวถอดรหัสที่ 4 ถอดรหัสจากคู่สายนอกที่ 4

เอาท์พุทของตัวถอดรหัส 74LS139 ใช้ควบคุมขา TOE (Tone Output Enable) ของ MT8870 เมื่อ TOE มีลอจิก 1 จะให้สัญญาณเอาท์พุท เอาท์พุทซึ่งเป็นข้อมูลดิจิทัลจะถูกส่งไปยังไมโครฯ โดยผ่านบัฟเฟอร์ 74LS244 นอกจากนี้ไมโครฯ สามารถตรวจสอบการสิ้นสุดการกดคีย์แต่ละคีย์ ได้จากการอ่านสถานะที่ขา STD (Delayed Steering Output) ของ MT8870 เมื่อคีย์สถานะที่ขา STD จะมีลอจิก 1 เมื่อสิ้นสุดการกดคีย์นั้นๆ สถานะที่ขา STD จะมีลอจิก 0 สถานะ STD ของ MT8870 แต่ละตัวจะถูกส่งผ่านข้อมูลทาง 74LS244 ไปยังไมโครฯ การควบคุมการส่งผ่านข้อมูลของ 74LS244 ใช้ตามการเลือกตัวถอดรหัส MT8870

4.1.6 ส่วนสร้างสัญญาณผสมสองความถี่ (DTMF Generator)

ภาพที่ 27 วงจรสร้างสัญญาณผสมสองความถี่



ทำหน้าที่สร้างสัญญาณผสมสองความถี่ ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกส่งไปยังคู่สายภายนอก แต่ละคู่สาย และส่งผ่านไปยังชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น เพื่อทำการแปล และกำหนดตำแหน่ง ผู้รับปลายทาง ตามหมายเลขโทรศัพท์ที่ส่งออกไป วงจรแสดงดังภาพที่ 27 ใช้ไอซีเบอร์ TCM 5087 สร้างสัญญาณผสมสองความถี่ โดยจะผลิตสัญญาณไซน์ (Sine) 8 ค่าความถี่ จากความถี่อ้างอิงที่ใช้คริสตอล 3.579 เมกกะเฮิร์ตซ์ ต่อที่ขาออสซิลเลเตอร์อิน และ เอาท์ (OSC IN , OSC OUT) ค่าความถี่ 8 ค่ากำหนดเป็นแถว (Row) จำนวน 4 แถว และคอลัมน์ (Column) จำนวน 4 คอลัมน์ แสดงดังตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงความถี่ของแถว และ คอลัมน์

TONE	DTMF STANDARD (Hz)	ENCODE OUTPUT (Hz)
ROW1	697	701.3
ROW2	770	771.4
ROW3	852	857.2
ROW4	941	935.1
COLUMN1	1209	1215.9
COLUMN2	1336	1331.7
COLUMN3	1447	1471.9
COLUMN4	1633	1645

ตารางที่ 5 แสดงการกำหนดค่าแถวและคอลัมน์ตามหมายเลขโทรศัพท์

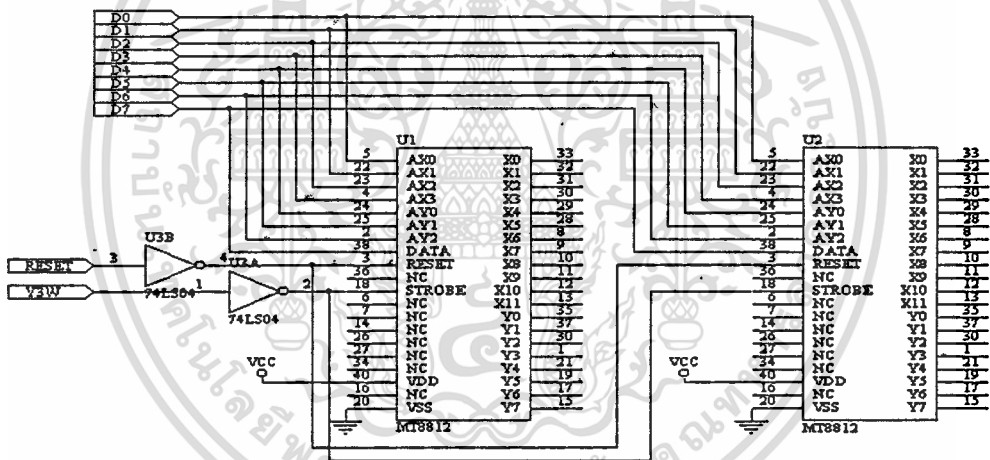
BIT	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
INPUT	R1	R2	R3	R4	C1	C2	C3	C4	R,C ที่ ACTIVE
คีย์ 1	L	H	H	H	H	L	L	*	R1C1
คีย์ 2	L	H	H	H	L	H	L	*	R1C2
คีย์ 3	L	H	H	H	L	L	H	*	R1C3
คีย์ 4	H	L	H	H	H	L	L	*	R2C1
คีย์ 5	H	L	H	H	L	H	L	*	R2C2
คีย์ 6	H	L	H	H	L	L	H	*	R2C3
คีย์ 7	H	H	L	H	H	L	L	*	R3C1
คีย์ 8	H	H	L	H	L	H	L	*	R3C2
คีย์ 9	H	H	L	H	L	L	H	*	R3C3
คีย์ 0	H	H	H	L	H	L	L	*	R4C1
คีย์ *	H	H	H	L	L	H	L	*	R4C2
คีย์ #	H	H	H	L	L	L	H	*	R4C3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCM 5087 จะผลิตสัญญาณผสม สองความถี่ โดยความถี่ต่ำจะเป็น ความถี่ของแฉก และความถี่สูงจะเป็นความถี่ของคอดัมป์ ในการใช้งานค่าความถี่เอาท์พุทที่ขา 16 จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งแฉก และคอดัมป์ที่เอกทิว ซึ่งก็คือการให้ค่าหมายเลขโทรศัพท์ ซึ่งใช้การป้อนข้อมูลจากไมโครฯ ให้แก่แฉก และคอดัมป์ของ TCM 5087 ตามตารางที่ 5 ไอซี 74LS374 ตัวที่ 1 ใช้การอ้างข้อมูลจากพอร์ต 88H ในการให้ค่าอินพุทแก่ TCM 5087 74LS374 ตัวที่ 2 ทำหน้าที่ควบคุมการสวิตซ์สัญญาณ ผสมสองความถี่ไปยังคู่สายภายนอกที่ 1-4 ผ่านทางอนาลอกสวิตซ์ 4066 โดยใช้การอ้างข้อมูลจากพอร์ต 90H

4.1.7 ส่วนกรอส พอยต์ สวิตซ์ (Cross Point Switch)

ภาพที่ 28 วงจรกรอส พอยต์ สวิตซ์



ส่วนนี้ใช้ไอซี MT 8812 ซึ่งเป็น เมตริกซ์อนาลอกสวิตซ์ (Matrix Analog Switch) ซึ่งมีขนาดอะเรย์ (Array) เท่ากับ 8×12 โดยแบ่งเป็น 8 คอดัมป์ และ 12 แฉก โดยในแนวคอดัมป์แทนด้วยวาย (Y) และในแนวแฉกแทนด้วยเอ็กซ์ (X) แฉกและคอดัมป์จะต่อกันก็ต่อเมื่อสั่งให้ต่อ และจะไม่ต่อกันเมื่อสั่งให้ไม่ต่อ (โดยจะมีค่าความต้านทานระหว่างขาแฉก และคอดัมป์สูง)

จุดต่างๆบนอะเรย์จะแทนด้วยตำแหน่งซึ่งกำหนดโดยเอ เอ็กซ์ 0 - 3 (AX0 - AX3) และ เอวาย 0 - 2 (AY0 - AY2) ค่าของข้อมูลของจุดนั้นๆ จะถูกนำเข้าไปเก็บไว้ เมื่อสัญญาณที่ขาสโตรบ

(Strobe) เป็น ไฮ (Hi) และจะแลทซ์ไว้เมื่อสัญญาณที่ขาหนีเปลี่ยนสถานะจากไฮ เป็น โล (Low) ที่ขอบขาลง ถ้าขาข้อมูลเป็นไฮ แสดงว่าให้จุดนั้นๆต่อ และถ้าขาข้อมูลเป็นโล แสดงว่าไม่ให้จุดนั้นๆต่อ การสังจะทำได้ที่ละจุด โดยไม่มีผลกระทบต่อจุดอื่นๆ ที่กำหนดไว้แล้ว และถ้าขารีเซ็ทเป็นไฮ จะเป็นการสั่งให้ทุกจุดไม่ต่อกัน วงจรแสดงดังภาพที่ 28 MT 8812 ใช้การอ้างข้อมูลผ่านทางพอร์ต 98H โดยใช้จำนวน 2 ชุด ดังรายละเอียดที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 (หัวข้อ 3.2 หลักการสวิตซ์ซึ่งภายในตู้ชุมสาย โทรศัพท์หลัก)

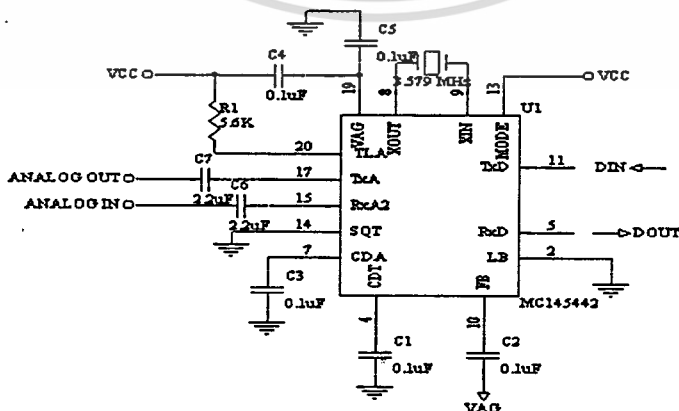
4.1.8 ส่วนมอดูเลต และ ดีมอดูเลต FSK (FSK Modulator and Demodulator)

ในการออกแบบเลือกการมอดูเลตแบบ FSK สำหรับข้อมูลดิจิทัลจากไมโครฯ โดยใช้ ไอซี MC 145442 ซึ่งกำหนดตามมาตรฐาน CCITT V.21 (Consultative Committee for International Telephony and Telegraphy) แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การกำหนดความถี่ตามมาตรฐาน CCITT V.21

DATA	ORIGINATE MODE		ANSWER MODE	
	TRANSMIT	RECEIVE	TRANSMIT	RECEIVE
SPACE	1180 Hz	1850 Hz	1850 Hz	1180 Hz
MARK	980 Hz	1650 Hz	1650 Hz	980 Hz

ภาพที่ 29 วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลต FSK ของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก



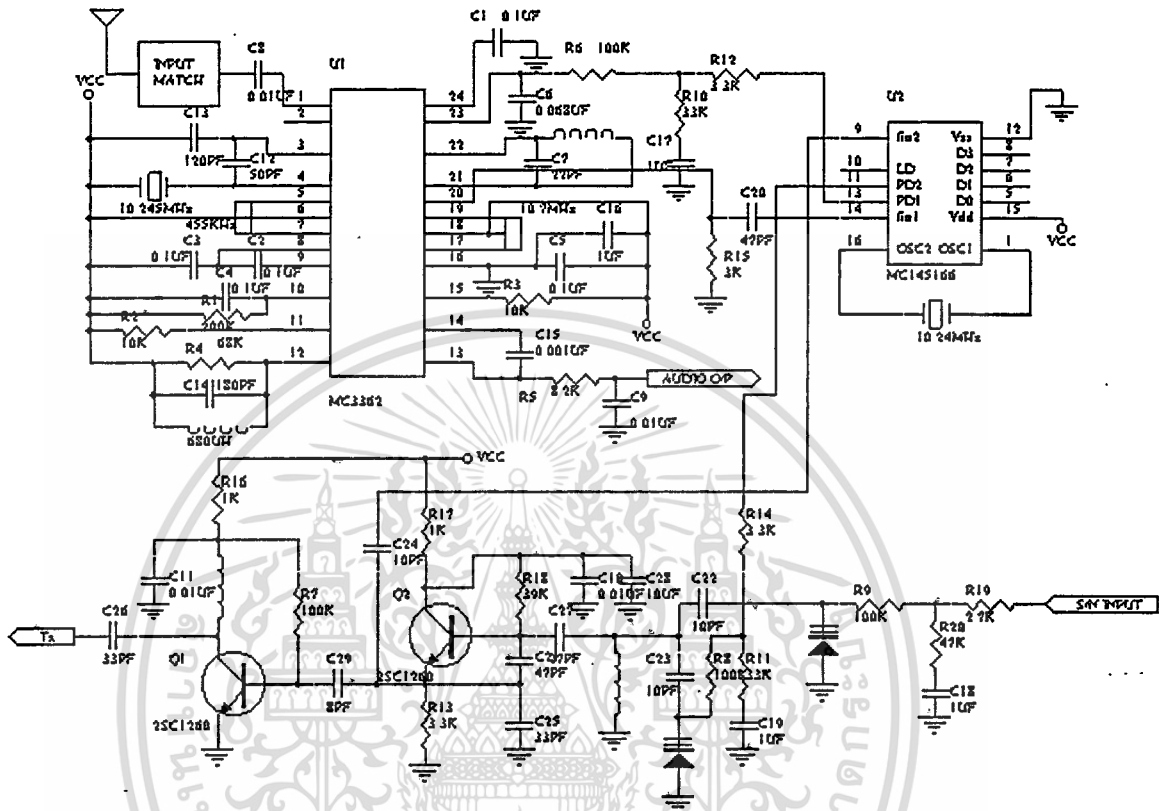
MC 145442 มีอัตราการส่งข้อมูลเท่ากับ 300 บิตต่อวินาที สำหรับข้อมูลที่ใช้เป็นแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) คุณสมบัติไอซีเป็นแบบมอดูเลต และดีมอดูเลต ภายในตัวเดียวกัน แบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) สามารถกำหนดโหมด (Mode) การทำงานตามตารางด้านบนได้โดยให้สถานะที่ขา MODE, SQT และ LB ดังนี้ กรณีเลือก Originate Mode ให้สถานะลอจิก MODE = 1, SQT = 0 และ LB = 0 กรณีเลือก Answer Mode ให้สถานะลอจิก MODE = 0, SQT = 0 และ LB = 0 วงจรแสดงดังภาพที่ 29 ผู้คุมสายโทรศัพท์หลัก กำหนดโหมดการทำงานเป็น Originate Mode ให้สถานะลอจิกแก่ MODE, SQT และ LB ดังที่กล่าวข้างต้น ไอซีใช้คริสตอล 3.579 เมกกะเฮิร์ตซ์ เป็นความถี่อ้างอิง เพื่อผลิตความถี่เอาต์พุตทางด้านมอดูเลต ข้อมูลแบบอะซิงโครนัสจากพอร์ตอนุกรมสื่อสารของไมโครฯ Z80180 ของผู้คุมสายโทรศัพท์หลัก ต่อเข้าที่ขา TXD เอาต์พุตที่ได้เป็นสัญญาณอนาลอกที่ขา TXA เพื่อนำไปเป็นอินพุตให้แก่วงจรภาคส่งวิทยุ ซึ่งจะได้ออกในหัวข้อต่อไป ทางด้านดีมอดูเลตเอาต์พุตซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอกจากวงจรภาครับวิทยุ เป็นอินพุตให้แก่ MC 145442 ที่ขา RXA2 เอาต์พุตที่ได้เป็นข้อมูลดิจิทัลเพื่อนำไปเข้าพอร์ตอนุกรมสื่อสารของไมโครฯ Z80180 ที่ขา Dout ของ MC 145442

4.1.9 ส่วนภาครับ – ส่งวิทยุ ของผู้คุมสายโทรศัพท์หลัก

บล็อกไดอะแกรมของภาครับ – ส่งวิทยุ ได้แสดงไว้แล้วในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.3 ในหัวข้อนี้จะกล่าวรายละเอียดของวงจรที่ใช้งาน วงจรทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 30 ประกอบไปด้วย ไอซีภาครับ MC 3362 ซึ่งเป็นวงจรรวมมีส่วนประกอบดังนี้ คือ

- dual FM conversion with oscillator
 - mixer
 - quadrature detector
 - meter driver/carrier detect circuit
- คุณสมบัติของ ไอซีเป็นดังนี้
- wide input bandwidth
 - 200 MHz using internal oscillator
 - 450 MHz using external oscillator
 - low voltage Vcc = 2.0 – 7.0 Vdc
 - excellent sensitivity input 0.7 uV

ภาพที่ 30 วงจรส่วนรับ - ส่งวิทยุของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก



- data shaping comparator

โดยใช้ไอซี MC 3362 ทำงานร่วมกับ MC 145166 ซึ่งเป็นไอซีเฟสล็อกคัลเลอร์ที่ใช้งานสำหรับโทรศัพท์ไร้สาย ภายในประกอบไปด้วย เฟสล็อกคัลเลอร์จำนวน 2 ชุด คือ ของภาครับ และของภาคส่ง สามารถกำหนดช่องสัญญาณได้ 10 ช่องสัญญาณ รับ - ส่ง ดังรายละเอียดที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ตู้ชุมสายโทรศัพท์หลักได้กำหนดให้มีช่องสัญญาณเสียงใช้งานทั้งหมด 7 คู่ความถี่ ฉะนั้นที่ตู้ชุมสายโทรศัพท์หลักจึงมีวงจรภาครับ - ส่ง จำนวน 7 ชุด แบบกำหนดค่าความถี่ตายตัวแต่ละชุด และ ภาครับ - ส่ง สำหรับสัญญาณควบคุมอีก 1 ชุด ตามตารางที่ 2 MC 3362 รับสัญญาณอินพุต แล้วจึงผสมสัญญาณ 2 ครั้ง เป็น 10.7 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 455 กิโลเฮิร์ตซ์ ตามลำดับ ค่าความถี่ช่องสัญญาณแต่ละช่องกำหนดจากระดับสัญญาณของเฟสดีเทคเตอร์ภาครับของ MC 145166 ที่ให้แก่ VCO ของ MC 3362 จึงทำให้รับสัญญาณอินพุตได้ตรงตามช่องความถี่ คุณสมบัติของไอซีเฟสล็อกคัลเลอร์ MC 145166 มีดังนี้

- synthesizes up to ten channel pairs

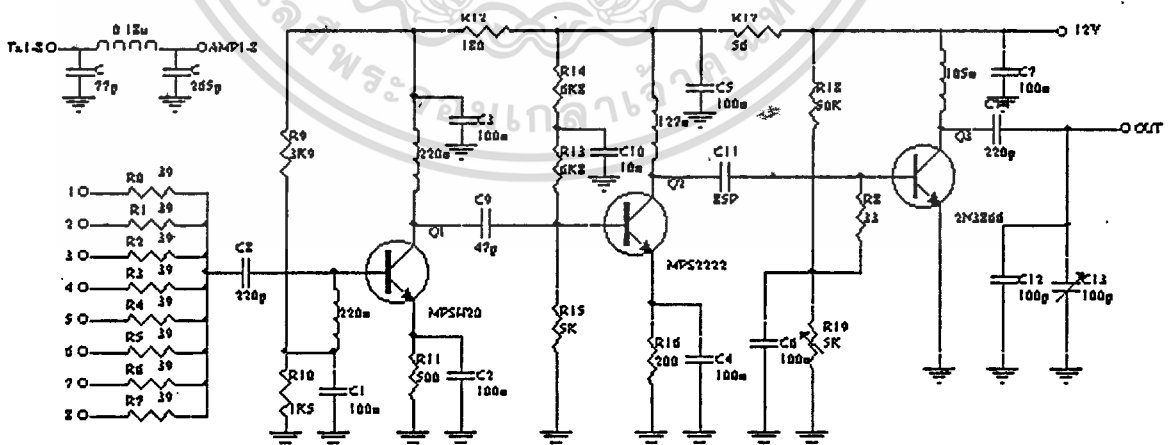
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- maximum operating frequency 60MHz $V_{in} = 200 \text{ mVp-p}$
- operating voltage range 2.5 – 5.5 V
- on – chip oscillator circuit supports external crystal
- lock detect signal

โดยผู้ผสมสายโทรศัพท์หลักให้สถานะลอจิกที่ขา 2 MODE = 1 (Base) ทางด้านภาคส่ง จากบล็อกไดอะแกรมภาครับ – ส่ง ที่กล่าวไว้แล้ว เฟสบล็อกอุปกรณ์ภาคส่งของ MC 145166 มีลักษณะเช่นเดียวกับทางภาครับ คือ ค่าความถี่ของสัญญาณแต่ละช่องกำหนดจาก ระดับสัญญาณของเฟสดีเทคเตอร์ภาคส่งของ MC 145166 ที่ให้แก่ VCO ภาคออสซิลเลเตอร์ในการส่งออกอากาศของแต่ละช่องสัญญาณ

ภาคออสซิลเลเตอร์ ใช้วงจร Clapp Oscillator จากวงจรในรูปแบบใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC1260 มีค่า $\beta = 25$, $F_T = 900 \text{ MHz}$ และค่า $C_{ob} = 1 \text{ PF}$ ค่าพารามิเตอร์ $I_{cq} = 0.729$ มิลลิแอมป์ ค่า $C_{b'e} = \frac{g_m}{2\pi F_T} - C_{b'c}$ โดยที่ $C_{b'c} \approx C_{ob} = 1 \text{ PF}$ ฉะนั้น $C_{b'e}$ มีค่าเท่ากับ 4 PF ค่าพารามิเตอร์ C ของวงจรออสซิลเลเตอร์ เมื่อใช้ค่าวารีแคปที่มีค่า C = 10.5 – 12.5 PF ได้ค่า C อยู่ในช่วง 13.29 – 13.40 PF สามารถคำนวณหาค่า L ที่ทำให้เกิดการออสซิลเลตในย่านความถี่ 46 เมกะเฮิรตซ์ และ 49 เมกะเฮิรตซ์ ได้ค่า L อยู่ในช่วง 0.7 – 0.9 μH

ภาพที่ 31 วงจรขยายสัญญาณภาคส่งของผู้ผสมสายโทรศัพท์หลัก



สัญญาณเอาต์พุตของภาคส่งมีค่าประมาณ 0.5 Vpp ที่อิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม ภาครับ-ส่งของผู้ผสมสายโทรศัพท์หลักมีทั้งหมด 8 ชุด จึงต้องทำการรวมสัญญาณภาคส่งทั้งหมด เพื่อทำการ

ขยายสัญญาณ ส่งออกอากาศ ซึ่งใช้เสาส่งเพียงต้นเดียว จึงใช้ภาคขยายสัญญาณแบ่งเป็น 3 ภาค ภาคขยายที่ 1 วงจรแสดงดังภาพที่ 31 ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ MPHS20 กระแส I_{cQ} มีค่า 4 มิลลิแอมป์ ค่าอิมพีแดนซ์จากแหล่งกำเนิด Z_s มีค่าประมาณ 11 โอห์ม ค่าอิมพีแดนซ์ของโหลด Z_L มีค่า ประมาณ 300 โอห์ม อินพุตอิมพีแดนซ์ของวงจร Z_{in} มีค่า $156.5 - j74.78$ โอห์ม เอาท์พุทอิมพีแดนซ์ของวงจร Z_{out} มีค่า $9904 - j1865$ โอห์ม เพาเวอร์เกนมีค่า $G_p = 164$ และค่าของ Stern Stability มีค่า $K = 51.04$ ภาคขยายที่ 2 ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ PN2222 กระแส I_{cQ} มีค่า 10 มิลลิแอมป์ ค่าอิมพีแดนซ์จากแหล่งกำเนิด Z_s มีค่าประมาณ 20 โอห์ม ค่าอิมพีแดนซ์ของโหลด Z_L มีค่า ประมาณ 150 โอห์ม อินพุทอิมพีแดนซ์ของวงจร Z_{in} มีค่า $20.87 - j73.85$ โอห์ม เอาท์พุทอิมพีแดนซ์ของวงจร Z_{out} มีค่า $442 - j520$ โอห์ม เพาเวอร์เกนมีค่า $G_p = 55.72$ และค่าของ Stern Stability มีค่า $K = 78.61$ ภาคขยายที่ 3 ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ MPS3866 กระแส I_{cQ} มีค่า 13 มิลลิแอมป์ ค่าอิมพีแดนซ์จากแหล่งกำเนิด Z_s มีค่าประมาณ 10 โอห์ม ค่าอิมพีแดนซ์ของโหลด Z_L มีค่า ประมาณ 150 โอห์ม อินพุทอิมพีแดนซ์ของวงจร Z_{in} มีค่า $39.52 - j9.224$ โอห์ม เอาท์พุทอิมพีแดนซ์ของวงจร Z_{out} มีค่า $860 - j234.6$ โอห์ม เพาเวอร์เกนมีค่า $G_p = 389.5$ และค่าของ Stern Stability มีค่า $K = 4.215$ สัญญาณเอาท์พุทที่ได้มีค่าเท่ากับ 100 มิลลิวัตต์

4.2 เครื่องโทรศัพท์ตัวลูก

เนื่องจากเป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สาย ดังนั้นจึงต้องออกแบบเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกให้เหมาะกับการทำงานแบบไร้สาย ซึ่งระบบที่ออกแบบไว้เครื่องโทรศัพท์ตัวลูกมีการทำงาน ที่ต่างจากเครื่องโทรศัพท์ทั่วไปค่อนข้างมาก วงจรของเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกแสดงดังภาพที่ 32 รายละเอียดประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

4.2.1 ส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit)

เครื่องโทรศัพท์ตัวลูกจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 51 โดยใช้เบอร์ 8751 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในขนาด 4 กิโลไบต์ ที่เลือกใช้ 8751 เพราะสะดวก และไม่ต้องต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ทำให้ประหยัดพื้นที่

เนื่องจากไมโครฯ ตระกูล 51 มีอินพุท และ เอาท์พุท พอร์ต 4 พอร์ต คือ พอร์ต 0 - 3 โดยในแต่ละพอร์ตนอกจากจะทำหน้าที่เป็น อินพุท และ เอาท์พุท พอร์ต แล้ว ยังทำหน้าที่อื่นๆ ด้วยดังนี้

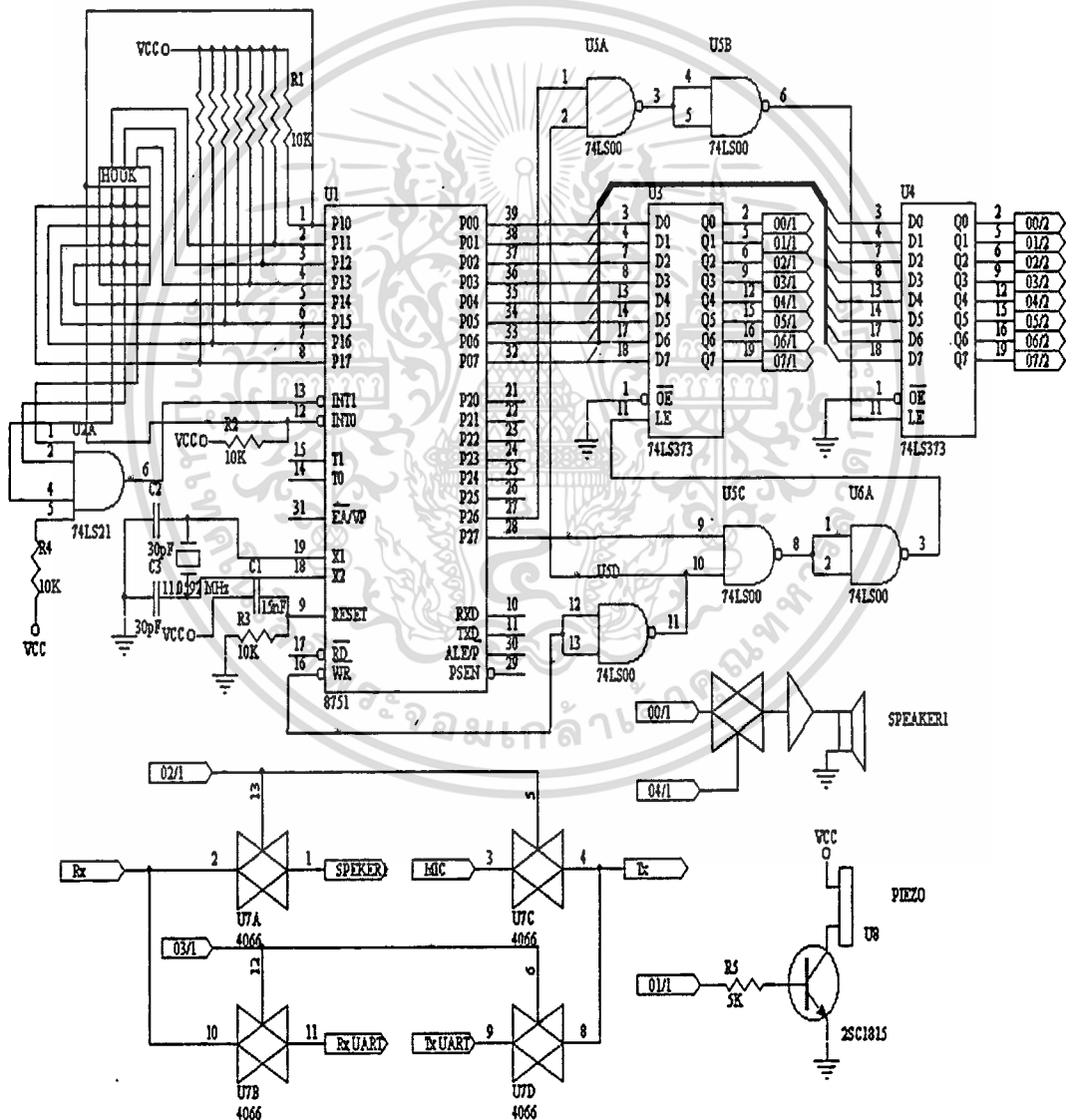
พอร์ต 0 ทำหน้าที่มัลติเพล็กซ์ (Multiplex) ระหว่างบัสข้อมูลไบต์ต่ำ และบัสแอดเดรส

ไบท์ค่า

พอร์ต 2 ทำหน้าที่เป็นบัสแอดเดรสไบท์สูง

พอร์ต 3 เป็นขาของอินเทอร์รัพต์ต่างๆ รวมถึงขาสัญญาณอ่าน (RD) และ สัญญาณเขียน (WR)

ภาพที่ 32 วงจรเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก



ดังนั้นจึงเหลือเพียง พอร์ต 1 ที่ใช้ในการ รับ - ส่ง ข้อมูลได้ในการออกแบบจึงใช้ พอร์ต 1 ต่อเข้ากับคีย์บอร์ด เพื่อทำหน้าที่เป็นพอร์ตรับข้อมูลจากการกดคีย์ต่างๆ และต่อเอาท์พุทพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่ม 2 พอร์ต โดยใช้ 74LS373 ซึ่งเป็นตัวแลตซ์ข้อมูล โดยตัวแลตซ์ตัวที่ 1 ใช้ขา A15 เป็นตัวแอดเดรสร่วมกับสัญญาณเขียน ในการให้ข้อมูลเอาต์พุตทางพอร์ตนี้ ซึ่งก็คือ 8000H ตัวแลตซ์ตัวที่ 2 ใช้ขา A14 ร่วมกับสัญญาณเขียน ในการให้ข้อมูลเอาต์พุตคือ 4000H

พอร์ต 8000H

- ใช้เอาต์พุต 2 บิต (00/1 และ 01/1) ต่อเข้ากับลำโพงและเปียโซ ลำโพงตัวที่ 1 สำหรับส่งสัญญาณเรียก , สัญญาณไม่ว่าง และ สัญญาณหมุนโทรศัพท์ และทำหน้าที่เป็นหูฟังในการสนทนาทางโทรศัพท์ เปียโซ ใช้สำหรับส่งสัญญาณเรียก เอาต์พุตทั้ง 2 บิต ถูกควบคุมด้วย 8751 เพื่อสร้างสัญญาณโทรศัพท์ต่างๆ แทนสัญญาณจากองค์การฯ
- ใช้เอาต์พุตอีก 3 บิต (02/1,03/1 และ 04/1) ควบคุมการเปิด - ปิด อนุภาคสวิทช์ 4066 ในการเลือกตัดต่อเข้าไมโครโฟน , ลำโพง และ พอร์ตอนุกรมสื่อสารเพื่อรับ - ส่ง ข้อมูล

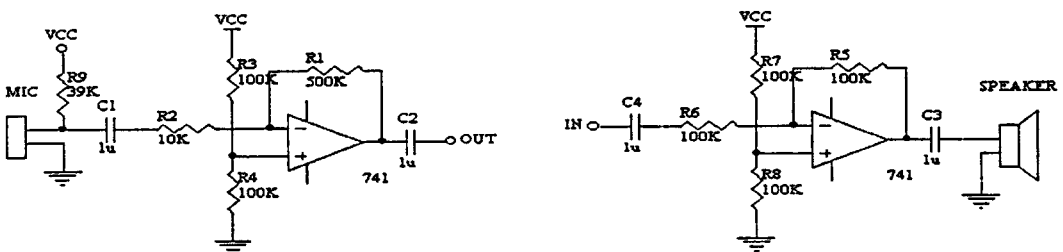
พอร์ต 4000H

- ใช้ในการให้ข้อมูลจากไมโครฯ 8751 เพื่อโปรแกรมช่องความถี่ของวงจรสังเคราะห์ความถี่ (Synthesizer) ในภาครับ - ส่ง วิทยุ ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อภาครับ - ส่ง วิทยุต่อไป

4.2.2 ส่วนปากพูด - หูฟัง

วงจรส่วนปากพูด-หูฟัง แสดงดังภาพที่ 33 ส่วนปากพูดประกอบด้วยไมโครโฟน และภาคขยายสัญญาณอัตราขยายเท่ากับ 50 ส่วนหูฟัง เพื่อออกลำโพง ภาคขยายสัญญาณอัตราขยายเท่ากับ 1 เพื่อนำไปเข้าลำโพงซึ่งมีค่าอิมพีแดนซ์ประมาณ 130 โอห์ม

ภาพที่ 33 วงจรส่วนปากพูด - หูฟัง



4.2.3 ส่วนคีย์บอร์ด (Keyboard)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คีย์บอร์ดของโทรศัพท์มือถือ มีลักษณะเหมือนหน้าปัดโทรศัพท์แบบคดปุ่มโดยทั่วไป คือ มีคีย์ชุก และ คีย์หมายเลข 0 - 9 , * และ # ลักษณะคีย์ แสดงดังภาพที่ 34

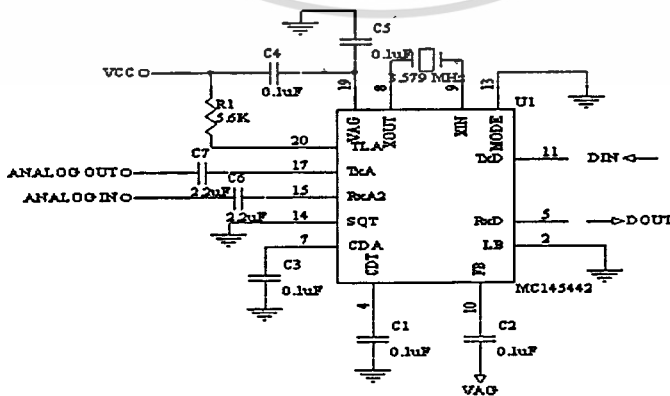
ภาพที่ 34 แสดงลักษณะคีย์บอร์ด

HOOK		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
*	0	#

คีย์ชุก ใช้กดเพื่อวางหู - ยกหู โทรศัพท์ จากรูปแถว H จะต่อเข้ากับขา INTO และ พอร์ต 1.0 (P1.0) ของ 8751 เมื่อกดคีย์ชุก แถว H จะลงกราวด์ ทำให้เกิดการอินเตอร์รัพต์ INTO คีย์ 0 - 9 , * และ # จากรูป แถว และคอลัมป์ 1 - 7 จะต่อเข้ากับพอร์ต 1.1 - 1.7 (P1.1 - P1.7) ตามลำดับ คอลัมป์ 1 - 3 ผ่าน แอนเกต (AND Gate) เอาท์พุทที่ได้นำไปเข้ากับ INT1 เมื่อกดคีย์ใดๆ จะทำให้แถว และคอลัมป์ที่ตำแหน่งนั้นต่อกัน และต่อลงกราวด์ เอาท์พุทของแอนเกตจะให้ลอจิก = 0 ทำให้เกิดการอินเตอร์รัพต์ INT1

4.2.4 ส่วนมอดูเลต และ ดีมอดูเลต (FSK Modulator and Demodulator)

ภาพที่ 35 วงจรมอดูเลตและดีมอดูเลต FSK ของเครื่องโทรศัพท์มือถือ

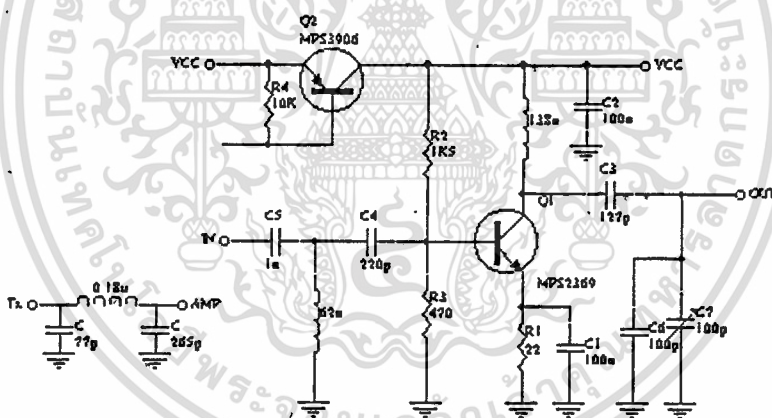


รายละเอียดมีลักษณะเช่นเดียวกับในหัวข้อ 4.1.8 ส่วนมอดูเลต และ คีมอดูเลต FSK ของคู่ขุมสายโทรศัพท์หลัก เพียงแต่วงจรมอดูเลต และ คีมอดูเลต FSK ในเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก เลือกโหมดการทำงานเป็นแบบ Answer Mode โดยให้สถานะลอจิก $MODE = 0$, $SQT = 0$ และ $LB = 0$ และนำมาใช้กับพอร์ตอนุกรมสื่อสารข้อมูลของไมโครฯ 8751 แทน วงจรแสดงดังภาพที่ 35

4.2.5 ส่วนภาครับ – ส่งวิทยุ ของโทรศัพท์ตัวลูก

วงจรมีลักษณะเหมือนภาครับ – ส่ง ของคู่ขุมสายโทรศัพท์หลัก ต่างกันที่ MC 145166 ของโทรศัพท์ตัวลูก ให้สถานะลอจิกที่ขา 2 $MODE = 0$ (Handset) และเนื่องจากว่าโทรศัพท์ตัวลูกใช้งานแบบเลือกช่องความถี่อัตโนมัติ ตามตารางที่ 3 จึงใช้การโปรแกรมค่าข้อมูลให้แก่ MC 145166 ทางพอร์ต 4000H ของไมโครฯ 8751

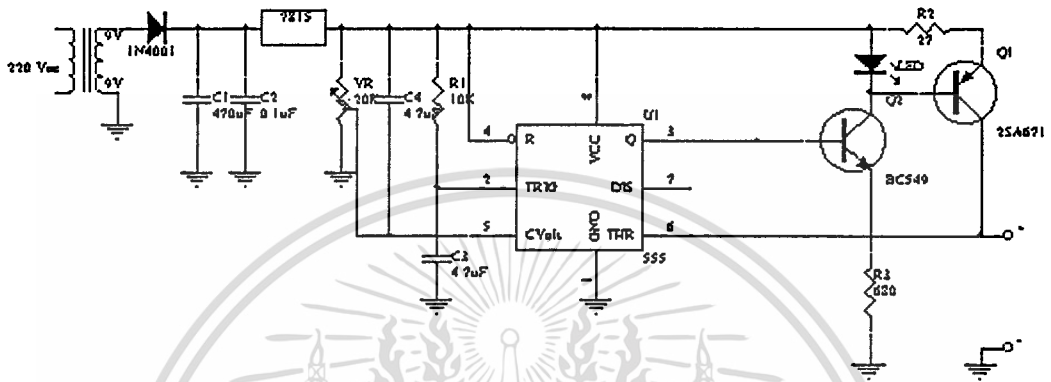
ภาพที่ 36 วงจรขยายสัญญาณภาคส่งของเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก



วงจขยายสัญญาณของเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก แสดงดังภาพที่ 36 ภาคขยายสัญญาณ ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ MPS2369 กระแส I_{cq} มีค่า 15 มิลลิแอมป์ ค่าอิมพีแดนซ์จากแหล่งกำเนิด Z_s มีค่าประมาณ 50 โอห์ม ค่าอิมพีแดนซ์ของโหลด Z_L มีค่า ประมาณ 266.67 โอห์ม อินพุทอิมพีแดนซ์ของวงจร Z_{in} มีค่า $7.824 - j18.18$ โอห์ม เอาท์พุทอิมพีแดนซ์ของวงจร Z_{out} มีค่า $1.997 - j229.7$ โอห์ม เพาเวอร์เกนมีค่า $G_p = 314.6$ และค่าของ Stern Stability มีค่า $K = 5.206$ สัญญาณเอาท์พุทที่ได้มีค่าเท่ากับ 30 มิลลิวัตต์ ทรานซิสเตอร์ MPS3906 ใช้เพื่อควบคุมการทำงานของวงจรภาคขยาย โดยเมื่อสัญญาณ CTL เป็นลอจิก 0 วงจรภาคขยายจะทำงานต่อเมื่อมี

การใช้งานโทรศัพท์เท่านั้น ทั้งนี้เพื่อประหยัดพลังงานในการใช้แบตเตอรี่ วงจรในส่วนประจุแบตเตอรี่ แสดงดังภาพที่ 37

ภาพที่ 37 วงจรประจุแบตเตอรี่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

โปรแกรมระบบเครื่องพิมพ์หลายทางแบบไร้สาย ใช้เทคนิคเลือกข้อความที่กว้าง

เนื่องจากเป็นระบบเครื่องพิมพ์หลายทางแบบไร้สายที่แตกต่างจากเครื่อง โดยทั่วไป ในหัวข้อแรกจะกล่าวถึง ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องระหว่างผู้พิมพ์หลัก และ เครื่องพิมพ์ตัวลูก หัวข้อที่สอง จะเป็นรายละเอียดของเวิร์ด (Word) ข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้พิมพ์หลัก และ เครื่องพิมพ์ตัวลูก และสองหัวข้อสุดท้าย จะเป็นรายละเอียดของโปรแกรมผู้พิมพ์หลัก และ โปรแกรมของเครื่องพิมพ์ตัวลูก ตามลำดับ รายละเอียดของแต่ละหัวข้อมีดังนี้

5.1 ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่อง

งานของเครื่องพิมพ์หลายทางสามารถแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. กลุ่มสายนอกติดต่อเข้ามายังผู้พิมพ์หลัก
2. เครื่องพิมพ์ตัวลูก ติดต่อไปยังกลุ่มสายนอก
3. เครื่องพิมพ์ตัวลูกติดต่อกันเอง

ลำดับขั้นตอนการทำงานของแต่ละรูปแบบเป็นดังนี้

5.1.1 กลุ่มสายนอกติดต่อเข้ามายังผู้พิมพ์หลัก

ในที่นี้จะเรียกผู้พิมพ์หลักว่าตัวแม่ และ เรียกเครื่องพิมพ์ตัวลูกที่ถูกเลือกการ ติดต่อว่า ตัวลูกปลายทาง

- ถ้าช่องสัญญาณเสียงที่ตัวแม่ทั้ง 7 ช่องถูกใช้หมด ตัวแม่จะสวิทช์สายนอกที่ไม่มี การใช้งาน ซึ่งปกติติดอยู่กับส่วนตรวจสัญญาณเรียก ให้ต่อเข้ากับส่วนเชื่อมต่อกลุ่มสายโทรศัพท์ แล้วทำการยกหูส่วนจำลองการยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้สายนอกติดต่อเข้ามาไม่ได้
- ถ้ามีช่องสัญญาณเสียงว่างอยู่ เมื่อมีสายนอกติดต่อเข้ามา ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกที่ตัวแม่ จะตรวจสอบได้
- ตัวแม่รู้ว่ามีส่วนสายนอกติดต่อเข้ามา ไม่โครฯ สวิทช์รีเลย์ให้สายนอกต่อเข้าส่วนเชื่อมต่อกลุ่มสายโทรศัพท์ แล้วทำการยกหูส่วนจำลองการยกหูโทรศัพท์ของกลุ่มสายนอกนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในการติดต่อจากคู่สายภายนอก เข้ามายังตัวแม่ ตัวแม่จะตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกที่ 1 - 16 ตามลำดับ ถ้าเครื่องใดไม่มีสถานะการทำงานตัวแม่จะทำการ
- ส่งเวิร์คบอกว่ามี การติดต่อเข้าจากคู่สายนอกให้กับตัวลูกปลายทางที่ว่างนั้น โดยส่งไปทางช่องสัญญาณความถี่รับ - ส่งข้อมูล
 - ตัวลูกปลายทางที่ได้รับเวิร์คตรวจสอบเวิร์ค ว่าเป็นแอดเดรส (Address) ของตัวมันหรือไม่
 - ถ้าแอดเดรสในเวิร์คไม่ตรงกับแอดเดรสของตัวมัน ตัวลูกปลายทางนั้น ก็จะไม่มีการทำงานหลังจากรับเวิร์ค ส่วนตัวแม่กำหนดเวลาในการรับการติดต่อกลับเท่ากับสัญญาณเรียก 10 ครั้ง จึงทำการยกเลิกการติดต่อคู่สายนอก
 - ถ้าแอดเดรสในเวิร์คตรงกับแอดเดรสของตัวมัน ตัวลูกปลายทางก็จะให้สัญญาณเรียกแก่ตัวมันเอง ตัวลูกปลายทางจะมีความเป็น 2 กรณี คือ
1. ถ้ามีการรับสายก่อนสัญญาณเรียก 10 ครั้ง
 - ตัวลูกปลายทางจะหยุดสร้างสัญญาณเรียก และ เช้ทสถานะการรับสายของตัวเอง
 - ตัวลูกปลายทางรอตัวแม่ส่งเวิร์คมาเก็บสถานะการรับสาย
 - ตัวแม่จะส่งเวิร์คบอกช่องสัญญาณเสียงที่ว่างไปให้ตัวลูกปลายทางนั้น
 - ตัวลูกปลายทางจะส่งเคราะห์ความถี่ตามที่กำหนดในเวิร์ค และ สับอนาลอกสวิทซ์ให้ช่อง รับ - ส่ง ความถี่ เชื่อมต่อกับส่วนปากพูด - หูฟัง
 - ตัวแม่จะสับ ครอส พอยต์ สวิทซ์ ให้ช่อง รับ - ส่ง ความถี่ ต่อเข้ากับส่วน รับ - ส่ง ของส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์
 - ผู้ใช้ทั้งสองฝ่ายสามารถพูดติดต่อกันได้
 2. ถ้าไม่มีการรับสายภายในสัญญาณเรียก 10 ครั้ง
 - ตัวลูกปลายทางจะหยุดสร้างสัญญาณเรียก
 - ตัวแม่เมื่อถึงกำหนดเวลาสัญญาณเรียก 10 ครั้ง จะทำการวางสายส่วนจำลองการยกหูโทรศัพท์ และสวิทซ์รีเลย์กลับส่วนตรวจสัญญาณเรียก
 - เมื่อการติดต่อระหว่างตัวลูกปลายทาง และคู่สายภายนอก เสร็จสิ้นลง ตัวลูกปลายทาง เช้ทสถานะตัวเองวางหู และจะส่งเคราะห์ความถี่เข้าช่องสัญญาณความถี่ รับ - ส่ง ข้อมูล รอตัวแม่ส่งเวิร์คมาเก็บสถานะการวางหู เมื่อตัวแม่รับรู้ว่าตัวลูกปลายทางวางหูแล้ว ก็จะปล่อยช่องสัญญาณเสียงช่องนั้นให้ว่าง ทำการวางสายส่วนจำลองการยกหูโทรศัพท์ และ สวิทซ์รีเลย์กลับส่วนตรวจสัญญาณเรียก

5.1.2 เครื่องโทรศัพท์ตัวลูก ติดต่อไปยังคู่สายภายนอก

- ตัวลูกที่ต้องการติดต่อออกจะกดชุด เพื่อขงโทรศัพท กดคีย์ติดต่อภายนอก (0) , กดหมายเลขที่ต้องการติดต่อออก และ กดคีย์ * (สิ้นสุดการกดหมายเลข และ ส่งหมายเลขที่ต้องการติดต่อออก) โดยส่งข้อมูลทางช่องสัญญาณความถี่ รับ - ส่ง ข้อมูล จากนั้นตัวลูกจะให้สัญญาณเรียกกลับแก่ตัวเอง
- ตัวแม่ส่งเวิร์คเก็บสถานะการขงโทรศัพทของตัวลูก เก็บค่าการติดต่อภายนอก และ เก็บค่าหมายเลขคู่สายนอกที่ต้องการติดต่อออก ตัวแม่จะมีการทำงานแบ่งเป็น 2 กรณีคือ
 1. กรณีช่องสัญญาณเสียงที่ตัวแม่ทั้ง 7 ช่อง ถูกใช้หมด
 - ตัวแม่จะส่งเวิร์คบอกตัวลูกให้สร้างสัญญาณไม่ว่าง
 - ตัวลูกสร้างสัญญาณไม่ว่างให้แก่ตัวเอง
 - เมื่อตัวลูกวางหู จะเซทสถานะตัวเองวางหู รอตัวแม่ส่งเวิร์คมาเก็บสถานะการวางหู
 - เมื่อตัวแม่รับรู้ ว่าตัวลูกวางหู จะยกเลิกข้อมูลที่เก็บจากตัวลูกนั้น
 2. กรณีช่องสัญญาณเสียงที่ตัวแม่ว่าง
 - ตัวแม่ส่งเวิร์คหยุดสร้างสัญญาณเรียกกลับ และ ตัวแม่ส่งเวิร์คบอก ช่องสัญญาณเสียงที่ว่างไปให้ตัวลูกนั้น
 - ตัวแม่จะสวิทช์รีเลย์ให้คู่สายนอก ต่อเข้ากับส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ แล้วทำการขงโทรศัพทส่วนจำลองการขงโทรศัพท
 - ตัวแม่ให้สัญญาณผสมสองความถี่ ส่งออกไปยังคู่สายนอก ตามค่าหมายเลขที่ตัวลูกต้องการติดต่อออก
 - ตัวแม่สับ ครอส พอยต์ สวิทช์ ให้ช่อง รับ - ส่ง ความถี่ ต่อเข้ากับส่วน รับ - ส่ง ของส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์
 - ตัวลูกหยุดสร้างสัญญาณเรียกกลับ
 - ตัวลูกสังเคราะห์ความถี่ตามที่กำหนดในเวิร์ค และ สับอนาลอกสวิทช์ ให้ช่อง รับ - ส่ง ความถี่เชื่อมต่อกับส่วน ปากพูด - หูฟัง
 - ผู้ใช้ทั้งสองฝ่ายสามารถติดต่อถึงกันได้
- เมื่อการติดต่อระหว่างตัวลูก และ คู่สายภายนอก เสร็จสิ้นลง จะมีลักษณะงานเหมือนในหัวข้อ 5.1.1

5.1.3 เครื่องโทรศัพท์ตัวลูกติดต่อกันเอง

ในที่นี้จะเรียกเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกที่ต้องการติดต่อ กับอีกตัวหนึ่งว่า ตัวลูกต้นทาง และ จะเรียก เครื่องโทรศัพท์ตัวลูกคู่การติดต่อกว่า ตัวลูกปลายทาง

- ตัวลูกต้นทางต้องการติดต่อกับตัวลูกปลายทาง จะกดชุด เพื่อยกหูโทรศัพท์ กดคีย์ติดต่อกายใน (#) , กดหมายเลขตัวลูกที่ต้องการติดต่อ (1 - 16) และ กดคีย์ * เป็นการสิ้นสุดการกดหมายเลข จะส่งข้อมูลออกทางช่องสัญญาณความถี่ รับ - ส่ง ข้อมูล จากนั้น ตัวลูกต้นทางจะให้สัญญาณเรียกกลับแก่ตัวเอง
- ตัวแม่ส่งเวิร์ดเก็บสถานะการยกหูโทรศัพท์ตัวลูกต้นทาง เก็บค่าการติดต่อกายใน และ เก็บค่าหมายเลขตัวลูกปลายทางที่ต้องการติดต่อ เนื่องจากตัวแม่เก็บสถานะการใช้งานของตัวลูกทุกตัวไว้ จึงรู้ว่าตัวลูกปลายทางนั้นว่างอยู่หรือไม่ โดยตัวแม่จะมีการทำงานแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

1. กรณีตัวลูกปลายทางไม่ว่าง

- ตัวแม่จะส่งเวิร์ดบอกตัวลูกต้นทางให้สร้างสัญญาณไม่ว่าง
- ตัวลูกต้นทางสร้างสัญญาณ ไม่ว่างให้แก่ตัวเอง
- เมื่อตัวลูกต้นทางวางหู จะเช็คสถานะตัวเองวางหู รอตัวแม่ส่งเวิร์ดมาเก็บสถานะการวางหู
- เมื่อตัวแม่รับรู้ ว่าตัวลูกต้นทางวางหู จะยกเลิกข้อมูลที่เก็บจากตัวลูกต้นทางนั้น

2. กรณีตัวลูกปลายทางว่าง

- ตัวแม่จะส่งเวิร์ดบอกว่ามี การติดต่อเข้าไปให้ตัวลูกปลายทาง โดยส่งไปทางช่องสัญญาณความถี่ รับ - ส่ง ข้อมูล
- ตัวลูกปลายทางที่ได้รับเวิร์ดจะตรวจสอบเวิร์ด ว่าเป็นแอดเดรสของตัวมันหรือไม่
- ถ้าแอดเดรสในเวิร์ดไม่ตรงกับแอดเดรสของตัวมัน ตัวลูกนั้นก็ จะไม่มีการทำงาน หลังการรับเวิร์ด ส่วนตัวแม่กำหนดเวลาในการรับ การติดต่อกลับเท่ากับสัญญาณเรียก 10 ครั้ง จึงทำการยกเลิกการติดต่อระหว่างตัวลูก
- ถ้าแอดเดรสในเวิร์ดตรงกับแอดเดรสของตัวมัน ตัวลูกปลายทางก็จะให้สัญญาณเรียกแก่ตัวมันเอง ตัวลูกปลายทางจะการทำงานเป็น 2 กรณี คือ

1. ถ้ามีการรับสายก่อนสัญญาณเรียก 10 ครั้ง

- ตัวลูกปลายทางจะหยุดสร้างสัญญาณเรียก และ เช็คสถานะการรับสายของตัวเอง

- ตัวลูกปลายทางรอดตัวแม่ส่งเวิร์คมาเก็บสถานะการรับสาย
- เมื่อตัวแม่รับรู้การรับสายของตัวลูกปลายแล้ว ตัวแม่จะส่งเวิร์คหยุดสร้างสัญญาณเรียกกลับ ส่งเวิร์คบอกช่องสัญญาณเสี่ยงที่ว่างไปให้ตัวลูกต้นทาง และตัวลูกปลายทาง
- ตัวแม่จะสับ ครอบส พอยต์ สวิทซ์ ให้ช่อง รับ - ส่ง ความถี่ ของตัวลูกต้นทาง และ ตัวลูกปลายทางเชื่อมต่อกัน
- ตัวลูกต้นทางหยุดสร้างสัญญาณเรียกกลับ ตัวลูกต้นทาง และ ตัวลูกปลายทาง จะสังเคราะห์ความถี่ตามที่กำหนดในเวิร์ค และ สับอนาลอกสวิทซ์ให้ช่อง รับ - ส่ง ความถี่ เชื่อมต่อกับส่วนปากพูด - หูฟัง
- ผู้ใช้ทางต้นทาง และ ปลายทาง สามารถพูดติดต่อกันได้

2. ถ้าไม่มีการรับสายภายในสัญญาณเรียก 10 ครั้ง

- ตัวลูกปลายทางจะหยุดสร้างสัญญาณเรียก
- ตัวแม่เมื่อถึงกำหนดเวลาสัญญาณเรียก 10 ครั้ง จะส่งเวิร์คไม่ว่างแก่ตัวลูกต้นทาง
- ตัวลูกต้นทางสร้างสัญญาณไม่ว่างให้แก่ตัวเอง
- เมื่อตัวลูกต้นทางวางหู จะเซ็ทสถานะตัวเองวางหู รอดตัวแม่ส่งเวิร์คมาเก็บสถานะการวางหู
- เมื่อตัวแม่รับรู้ ว่าตัวลูกต้นทางวางหู จะยกเลิกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากตัวลูกต้นทางนั้น
- เมื่อการติดต่อระหว่างผู้ใช้ต้นทาง และ ปลายทางเสร็จสิ้นลง ตัวลูกต้นทาง และ ปลายทาง จะเซ็ทสถานะตัวเองวางหู และจะสังเคราะห์ความถี่เข้าช่องสัญญาณความถี่ รับ - ส่ง ข้อมูล รอดตัวแม่ส่งเวิร์คมาเก็บสถานะการวางหูของตัวลูกต้นทาง และ ปลายทาง เมื่อตัวแม่รับรู้การวางหูแล้ว ก็จะปล่อยช่องสัญญาณเสี่ยงของตัวลูกต้นทาง และ ปลายทางให้ว่างลง

5.2 เวิร์คติดต่อระหว่างผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักกับเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก

ระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายที่ออกแบบขึ้น เมื่อเครื่องโทรศัพท์ ตัวลูกแบบไร้สาย ต้องการติดต่อใช้งาน อาจจะเป็นการติดต่อใช้งานระหว่างเครื่องโทรศัพท์ ตัวลูกภายในกันเอง ติดต่อกับคู่สายภายนอก หรือ คู่สายภายนอกติดต่อเข้ามายังผู้ชุมสาย โทรศัพท์หลัก การทำงานทุกรูปแบบของการติดต่อดังที่กล่าวข้างต้น ผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก จะเป็นผู้จัดการงาน

ต่างๆ เพื่อควบคุม สั่งงาน และ กำหนดการใช้งานช่องสัญญาณเสียง และช่องสัญญาณข้อมูล แล้วจึงให้สถานะการทำงานแก่เครื่องโทรศัพท์ตัวลูกของการติดต่อนั้นๆ

ในการรับรู้ และสั่งงานต่างๆ ของผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักสามารถรับรู้ และสั่งงานต่างๆ จากข้อมูล ที่ได้รับ และส่งเข้ามาทางพอร์ตอนุกรมสื่อสารของไมโครฯ ซึ่งเป็นข้อมูลดิจิทัลผ่านทางช่องสัญญาณความถี่ รับ - ส่ง ข้อมูลของผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก หลังจากรับรู้ข้อมูลแล้วจึงนำมาประมวลผล เพื่อทำการควบคุม สั่งงาน หรือ ให้สถานะงานต่างๆ ตามขั้นตอนการติดต่อนทางโทรศัพท์ ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 5.1 (ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่อง) ดังนั้นข้อมูลดิจิทัลที่ใช้ติดต่อบetweenผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก และเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก จึงต้องทำการกำหนดรูปแบบของข้อมูลเป็นรหัสบอกการทำงาน เพื่อนำมาถอดรหัสข้อมูลนำไปประมวลผล ในลักษณะงานต่างๆ ตามความหมายของข้อมูลนั้นๆ ในหัวข้อนี้จะแบ่งเป็น 2 หัวข้อย่อย คือ หัวข้อแรก เวิร์ดที่ส่งจากผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักไปยังเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก หัวข้อที่สอง เวิร์ดที่ส่งจากเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกไปยังผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก รายละเอียดในแต่ละหัวข้อมีดังนี้

5.2.1 เวิร์ดที่ส่งจากผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักไปยังเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก

ในที่นี้จะเรียกผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักว่า ตัวแม่ และจะเรียกเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกว่า ตัวลูก

1. เวิร์ดบอกช่องสัญญาณเสียงที่ให้ตัวลูกใช้ มีรูปแบบ คือ

$$0 \ 0 \ 1 \ X \ X \ X \ X \ X$$

$X \ X \ X \ X \ X = 00001$ ช่องสัญญาณความถี่เสียงช่องที่ 1

00111 ช่องสัญญาณความถี่เสียงช่องที่ 7

2. เวิร์ดเก็บสถานะข้อมูลจากตัวลูก มีรูปแบบ คือ

$$0 \ 1 \ 0 \ X \ X \ X \ X \ X \ *$$

3. เวิร์ดบอกตัวลูกว่ามีการติดต่อเข้า มีรูปแบบ คือ

$$0 \ 1 \ 1 \ X \ X \ X \ X \ X \ *$$

4. เวิร์ดบอกตัวลูกให้สร้างสัญญาณไม่ว่าง มีรูปแบบ คือ

$$1 \ 0 \ 0 \ X \ X \ X \ X \ X \ *$$

5. เวิร์ดบอกตัวลูกให้หยุดสร้างสัญญาณเรียกกลับ มีรูปแบบ คือ

$$1 \ 1 \ 0 \ X \ X \ X \ X \ X \ *$$

6. เวิร์ดเก็บสถานะการเรียกใช้งานของตัวลูก มีรูปแบบ คือ

1 1 1 X X X X *

* โดย X X X X X = 00001 แอดเดรสตัวลูกตัวที่ 1

| |

10000 แอดเดรสตัวลูกตัวที่ 16

5.2.2 เวิร์ดที่ส่งจากเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกไปยังตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก

1. เวิร์ดบอกตัวแม่ว่ามีการติดต่อออกภายใน (ระหว่างตัวลูก) มีรูปแบบ คือ

0 0 1 X X X X *

2. เวิร์ดบอกตัวแม่ว่ามีการติดต่อออกภายนอก (ติดต่อกู้สายนอก) มีรูปแบบ คือ

0 1 0 X X X X *

3. เวิร์ดบอกหมายเลขการติดต่อภายใน มีรูปแบบ คือ

0 1 1 X X X X

X X X X X = 00001 ต้องการติดต่อกับตัวลูกตัวที่ 1

|

|

|

10000 ต้องการติดต่อกับตัวลูกตัวที่ 16

4. เวิร์ดบอกหมายเลขการติดต่อภายนอก มีรูปแบบ คือ

1 0 0 X X X X

X X X X X = 00000 หมายเลข 0

|

|

01001 หมายเลข 9

ตัวลูกจะส่งข้อมูลจำนวน 7 เวิร์ด (ตามจำนวนหมายเลขการติดต่อกู้สายนอก)

5. เวิร์ดบอกตัวแม่ว่ามีการรับสาย มีรูปแบบ คือ

1 0 1 X X X X *

6. เวิร์ดบอกตัวแม่ว่ามีการวางหูโทรศัพท์ มีรูปแบบ คือ

1 1 1 X X X X *

* โดย X X X X X = 00001 แอดเดรสตัวลูกตัวที่ 1

|

|

|

10000 แอดเดรสตัวลูกตัวที่ 16

5.3 โปรแกรมผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก

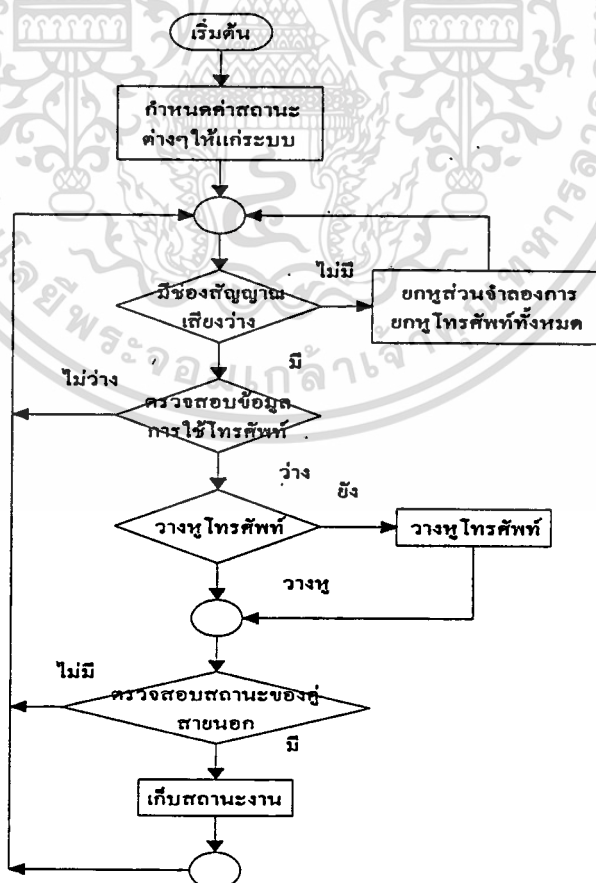
โปรแกรมผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักสามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วน คือ

1. โปรแกรมหลัก
2. โปรแกรมขอการใช้งานจากเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก
3. โปรแกรมให้สถานะงาน
4. โปรแกรมงานผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก

5.3.1 โปรแกรมหลัก

โปรแกรมหลักทำหน้าที่ให้สถานะเริ่มต้นต่างๆ แก่ระบบ และทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะของคู่สายภายนอก ถ้ามีการติดต่อเข้ามาจะเก็บสถานะงาน ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป สำหรับขั้นตอนการทำงานของ โปรแกรมในส่วนนี้ แสดงไว้ในแผนภูมิที่ 38

แผนภูมิที่ 38 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมหลัก

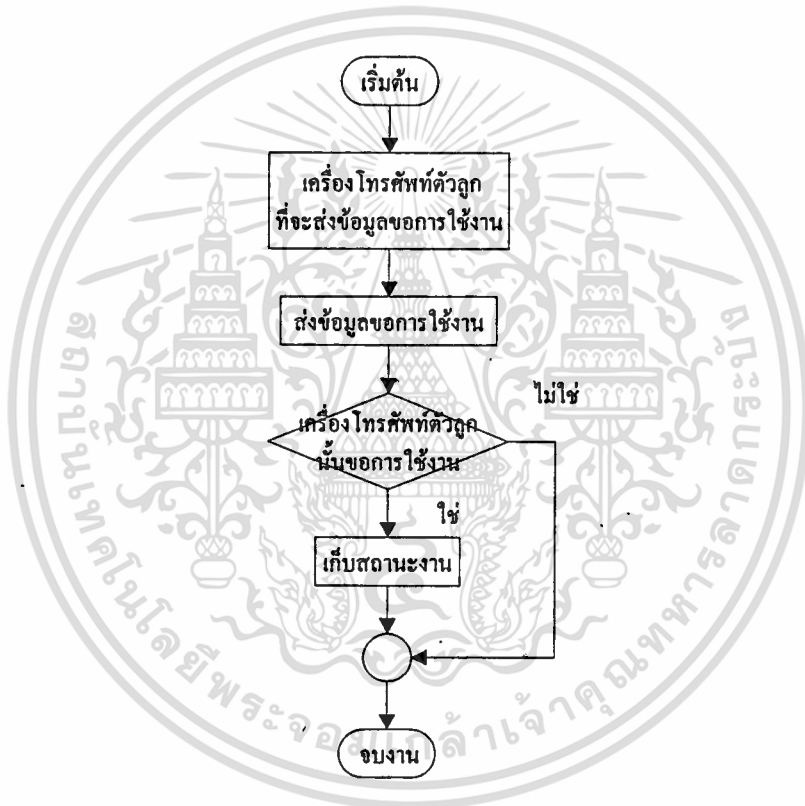


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 โปรแกรมขอการใช้งานจากเครื่องโทรศัพท์มือถือ

โปรแกรมส่วนนี้ทำหน้าที่ขอ และเก็บสถานะการใช้งานของเครื่องโทรศัพท์มือถือ โดยใช้การอินเทอร์เน็ต ถ้ามีการขอใช้งานจากเครื่องโทรศัพท์มือถือ โปรแกรมจะเก็บสถานะงานของตัวลูกนั้น เพื่อบริการการทำงานในส่วนโปรแกรมให้สถานะงาน ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้ แสดงไว้ในแผนภูมิที่ 39

แผนภูมิที่ 39 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมขอการใช้งานจากเครื่องโทรศัพท์มือถือ

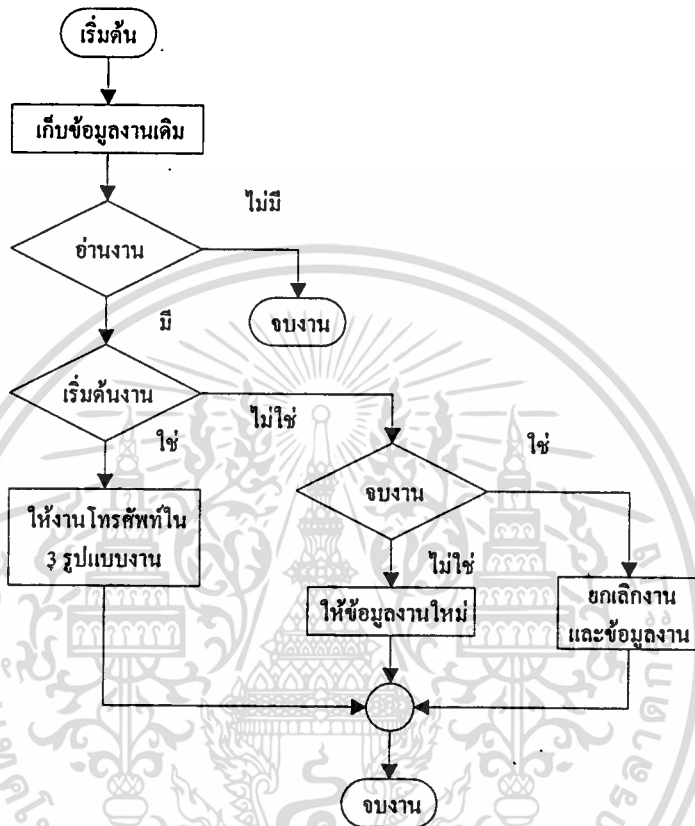


5.3.3 โปรแกรมให้สถานะงาน

โปรแกรมในส่วนนี้สามารถรับงานได้ 5 งาน งานในที่นี้ คือ โปรแกรมงานตู้ชุมสาย โทรศัพท์หลัก ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป โดยสรุปแล้วโปรแกรมในส่วนนี้ทำหน้าที่ อ่านงาน เริ่มต้นงาน เปลี่ยนงาน ดูว่างานนั้นจบ หรือยัง และ ยกเลิกงานเมื่องานนั้นๆ เสร็จสิ้นลงแล้ว โดยใช้การ

อินเตอร์รัพต์ไทม์เมอร์ในโปรแกรมนี้ สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้ แสดงไว้ในแผนภูมิที่ 40

แผนภูมิที่ 40 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมให้สถานะงาน



5.3.4 โปรแกรมงานตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก

โปรแกรมงานตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก สามารถแบ่งลักษณะงานได้ 3 รูปแบบ คือ

1. สายนอกขอติดต่อเข้า
2. การขอติดต่อออกสายนอก
3. การขอติดต่อภายในด้วยกัน

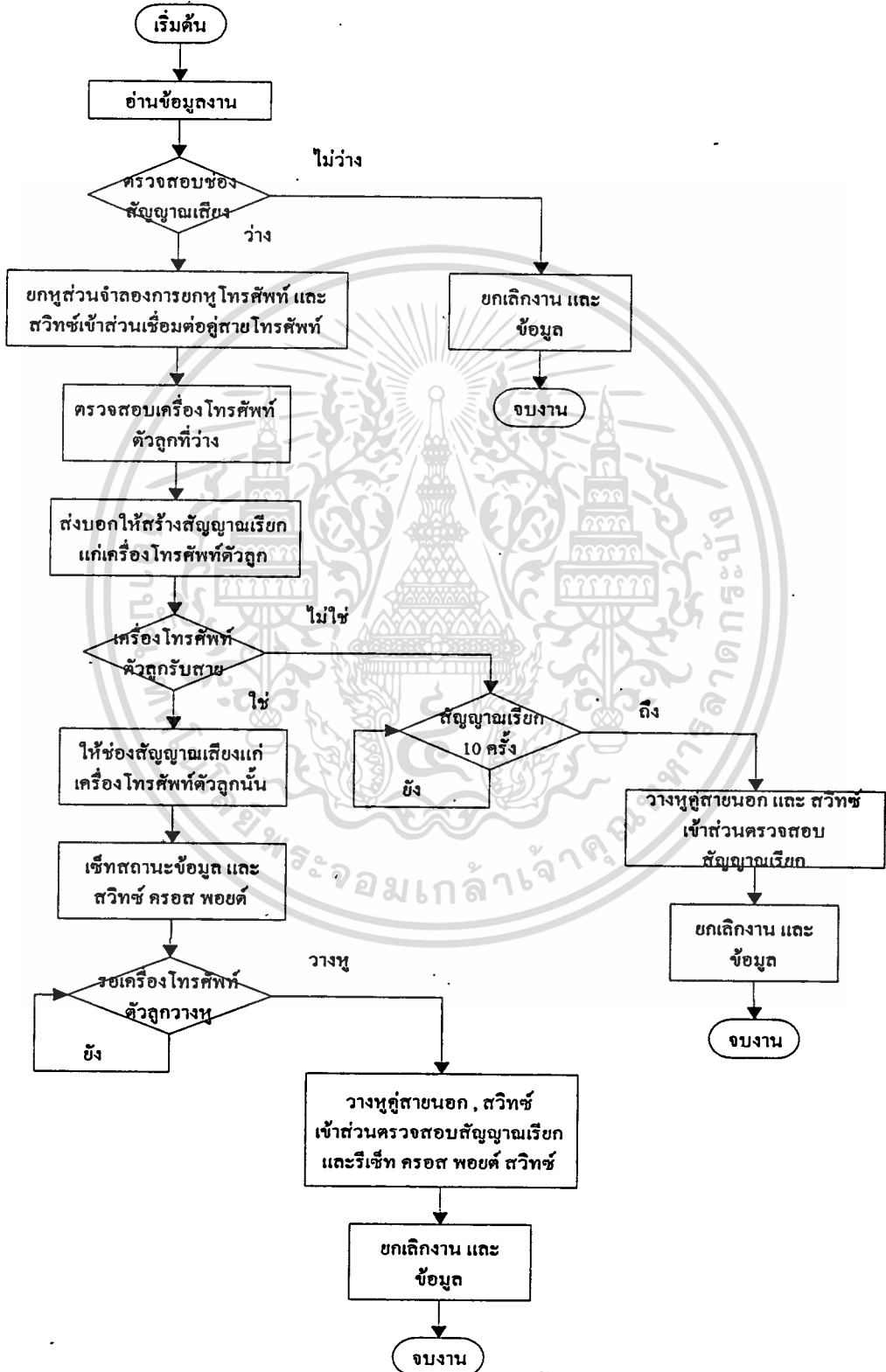
โดยทั้ง 3 งาน จะมีโปรแกรมจัดการแยกกันไป งานทั้ง 3 รูปแบบได้ กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 5.1 (ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่อง) ในหัวข้อนี้จะไม่กล่าวซ้ำอีก สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมทั้ง 3 รูปแบบ แสดงไว้ในแผนภูมิที่ 41 , 42 และ 43

5.4 โปรแกรมเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

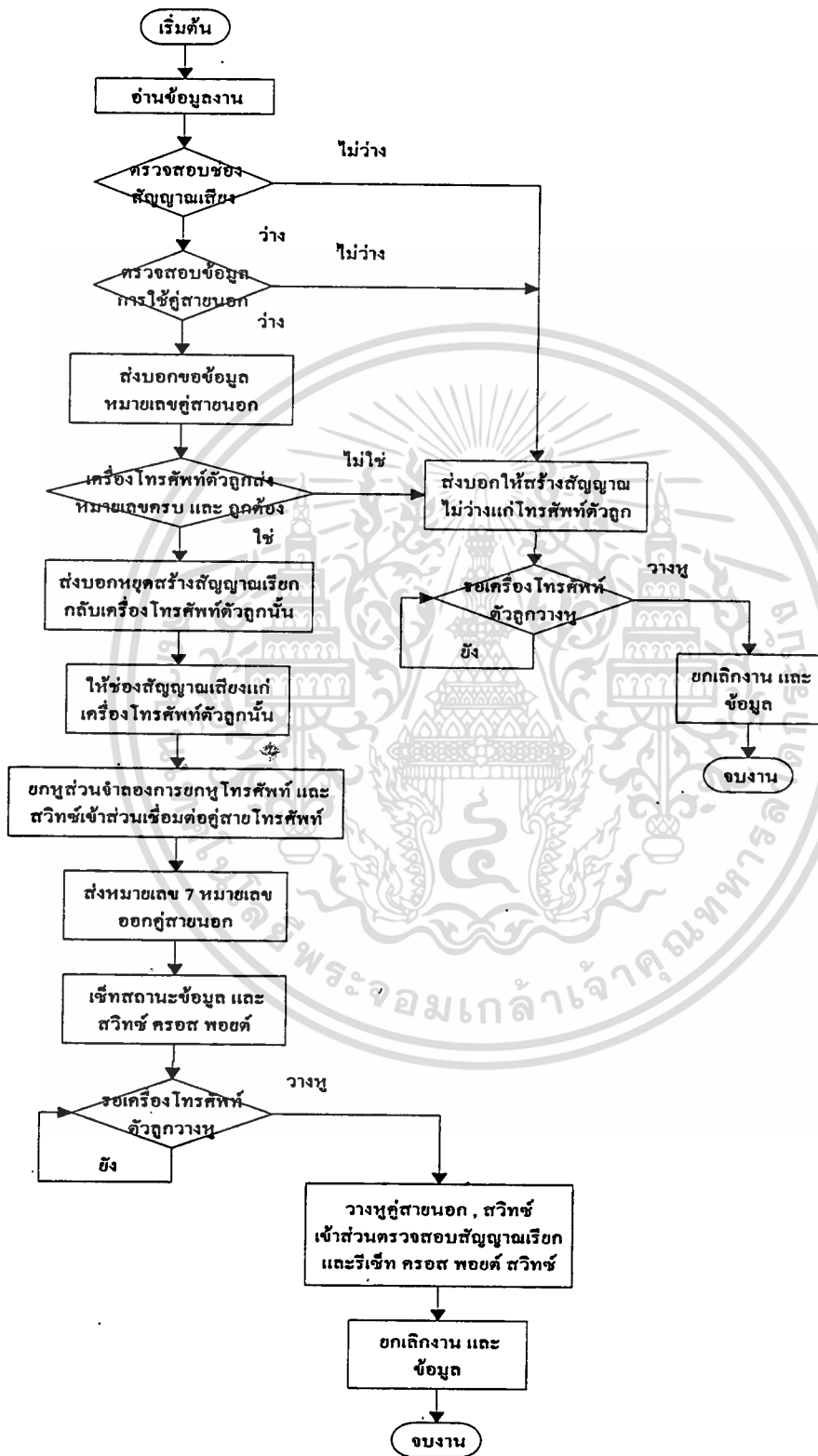
โปรแกรมของเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกจะใช้อินเตอร์รัพต์เป็นหลัก คือ จะรับการอินเตอร์รัพต์จาก

แผนภูมิที่ 41 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมสายนอกขอติดต่อเข้า



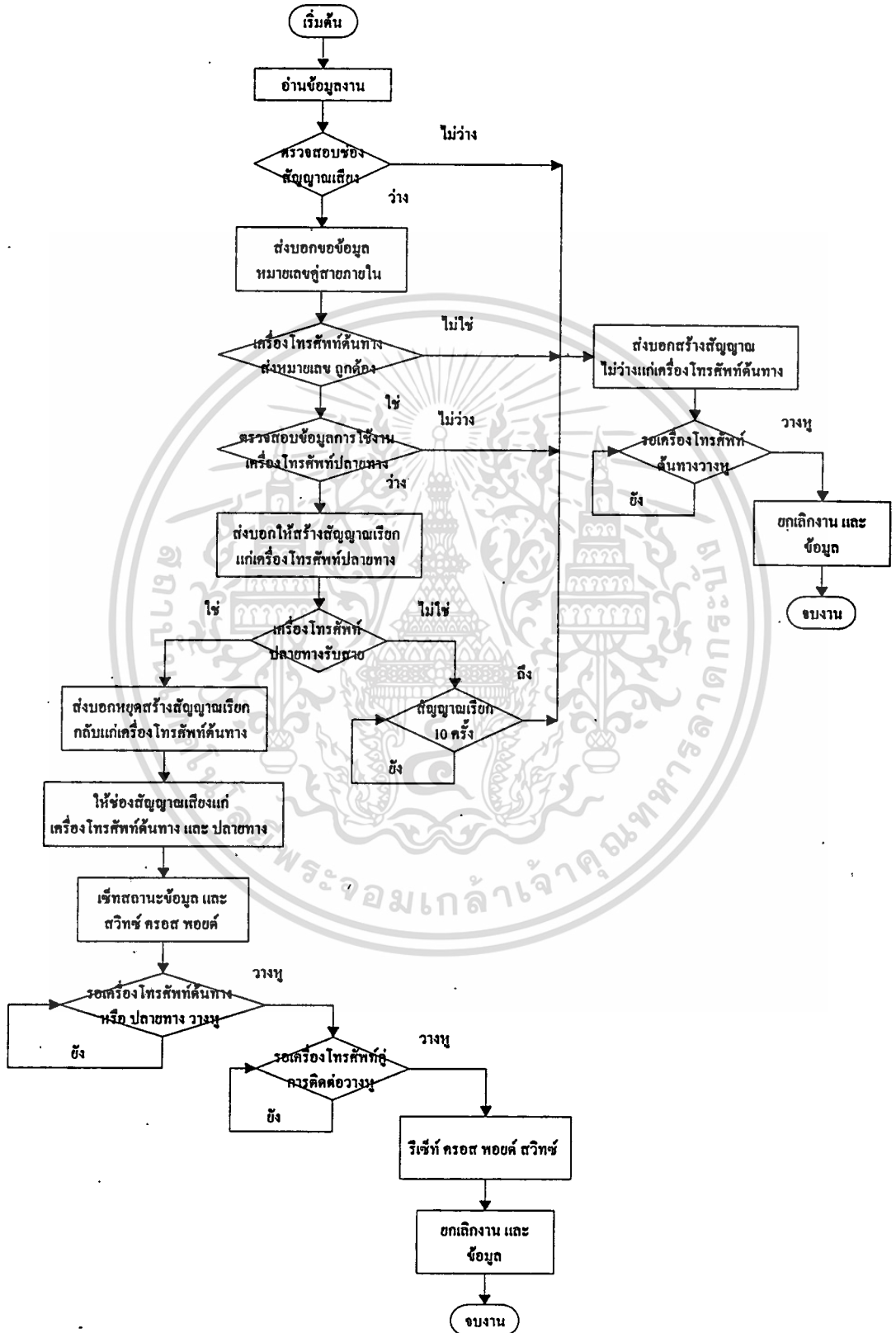
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 42 แสดงโฟลว์ชาร์ท โปรแกรมการขอติดต่อกับสายนอก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 43 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมการขอติดต่อภายในด้วยกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

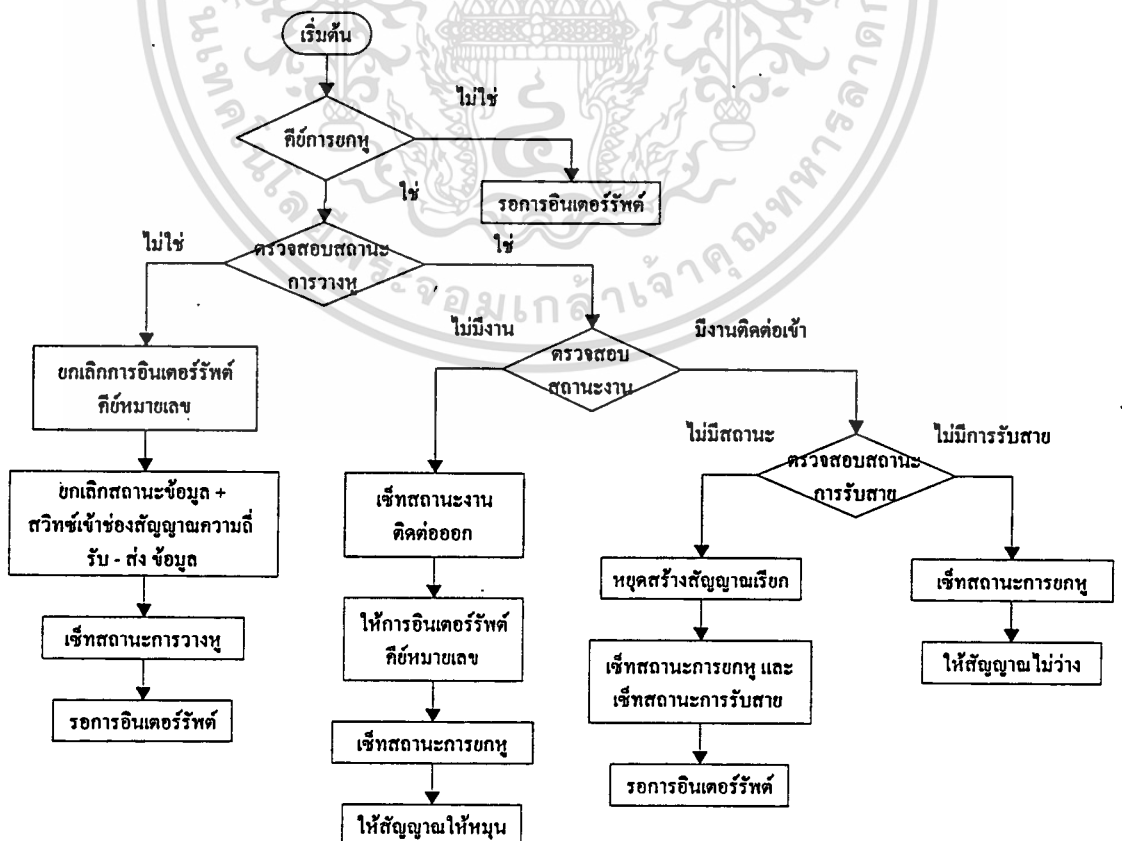
1. คีย์การยกหู (อินเทอร์เน็ตภายนอก INTO)
2. คีย์หมายเลข (อินเทอร์เน็ตภายนอก INT1)
3. ข้อมูลอนุกรม (อินเทอร์เน็ตข้อมูลอนุกรม)

โปรแกรมหลักจะเป็นการกำหนดค่าสถานะต่างๆ ให้แก่ระบบ เช่น กำหนดค่าเริ่มต้นให้แก่สถานะข้อมูลต่างๆ กำหนดค่าแอดเดรสให้แก่เครื่องโทรศัพท์ตัวลูก กำหนดการอินเทอร์เน็ตต่างๆ เป็นต้น หลังจากนั้นจะเป็นการรอนอินเทอร์เน็ตงานต่างๆ ที่จะกล่าวต่อไป

5.4.1 การอินเทอร์เน็ตคีย์การยกหู

ใช้อินเทอร์เน็ตภายนอก (INTO) ในการทำงานของโปรแกรมเป็นการตรวจสอบ การกด คีย์การยกหูโทรศัพท์เพื่อใช้งาน วางหูโทรศัพท์เพื่อยกเลิกการติดต่อ หรือ รับสายเพื่อเริ่มการติดต่อ โดยในแต่ละงานจะมีการตรวจสอบ และให้สถานะงานเพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมในหัวข้อต่อไป ขั้นตอนการทำงานของ โปรแกรมในส่วนนี้แสดงไว้ในแผนภูมิที่ 44

แผนภูมิที่ 44 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมอินเทอร์เน็ตคีย์การยกหู

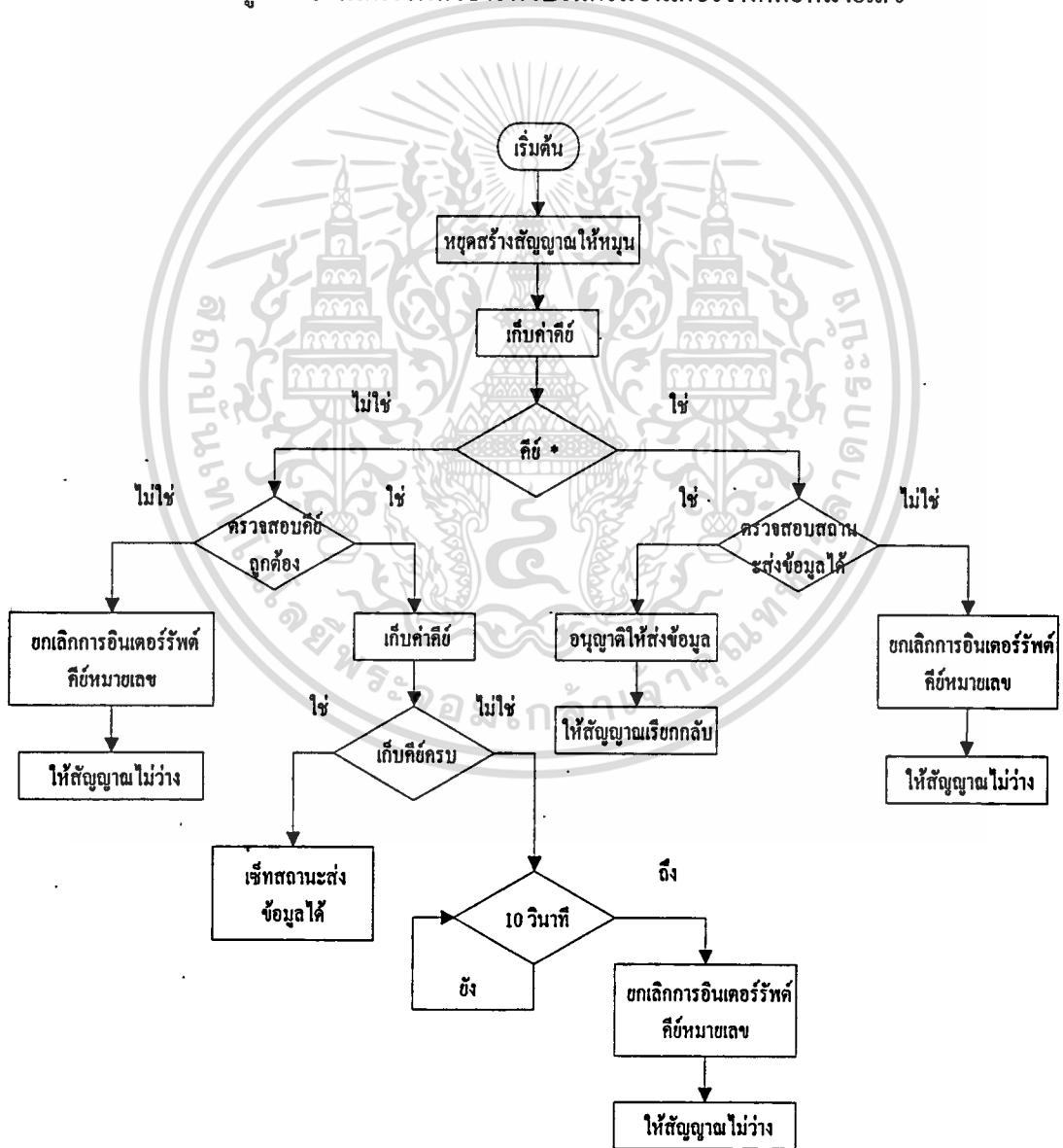


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 การอินเทอร์เน็ตไร้พืดคีย์หมายเลข

ใช้อินเทอร์เน็ตภายนอก (INT1) ในการทำงานของโปรแกรมทำหน้าที่ตรวจสอบการกดคีย์ เพื่อใช้งานการติดต่อภายใน (#), ใช้งานการติดต่อภายนอก (0), คีย์หมายเลขโทรศัพท์ 0 - 9 และ คีย์สิ้นสุดการกดหมายเลข (* หรือคีย์ส่งข้อมูล) นอกจากนี้ยังมีการเก็บค่าข้อมูล และให้สถานะงาน เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมในหัวข้อสุดท้ายด้วย ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้แสดงไว้ในแผนภูมิที่ 45

แผนภูมิที่ 45 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมอินเทอร์เน็ตไร้พืดคีย์หมายเลข

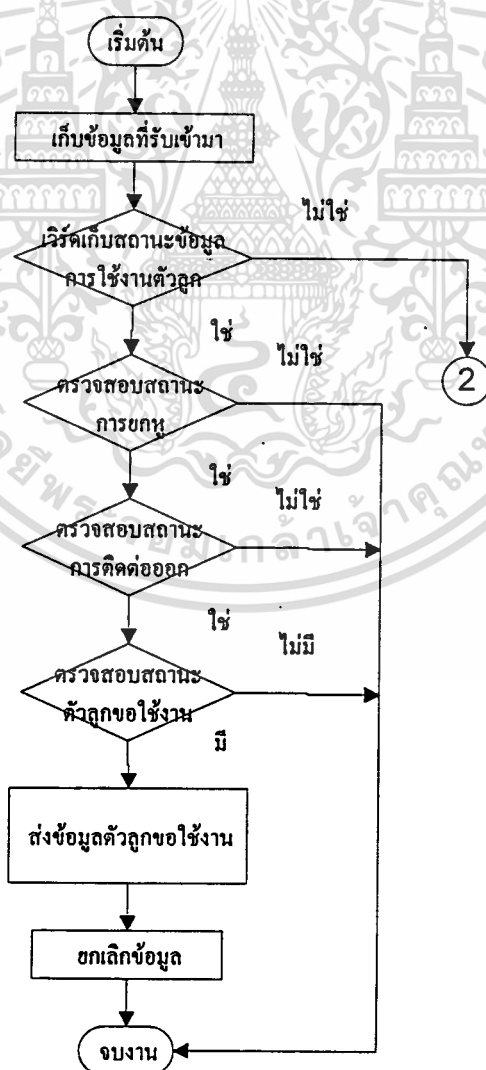


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.3 การอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม

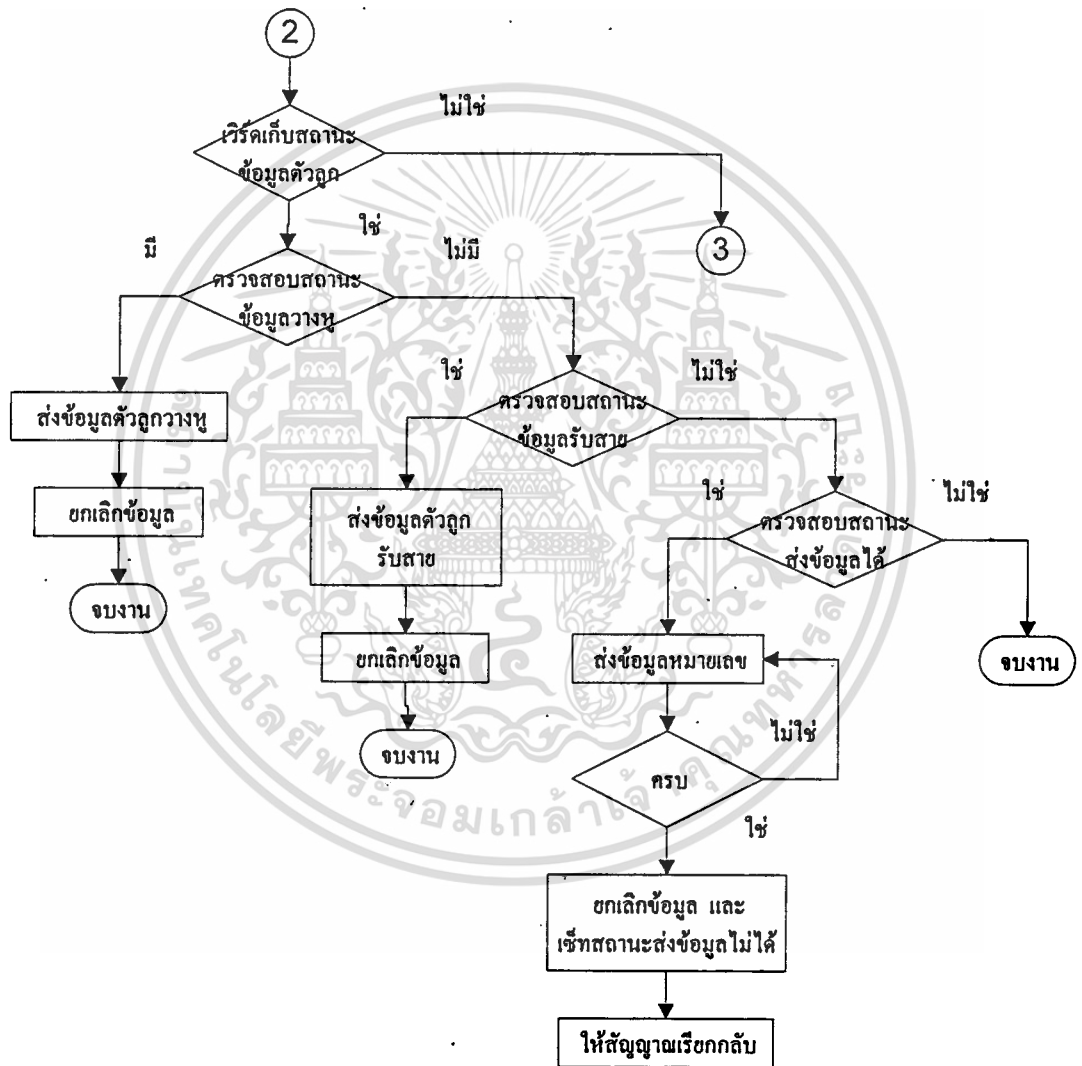
เนื่องจากเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกเป็นแบบไร้สาย งานที่จะได้รับจากผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก จึงเป็นข้อมูลที่รับเข้ามาทางพอร์ตอนุกรมของไมโครฯ เพื่อนำไปตรวจสอบ ส่งงาน หรือ นำไปควบคุมงานต่างๆ ของเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกนั้นๆ โปรแกรมในส่วนนี้ แบ่งได้เป็น 6 ส่วน ตามเวิร์ดที่ส่งมาจากผู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 5.2.1 (เวิร์ดที่ส่งจาก ผู้ชุมสายโทรศัพท์หลักไปยังเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก) สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด แสดงไว้ในแผนภูมิที่ 46 - 51

แผนภูมิที่ 46 แสดงโฟลว์ชาร์ท โปรแกรมอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม
(งานอนุกรม 1 เวิร์ดเก็บสถานะข้อมูลการใช้งานตัวลูก)

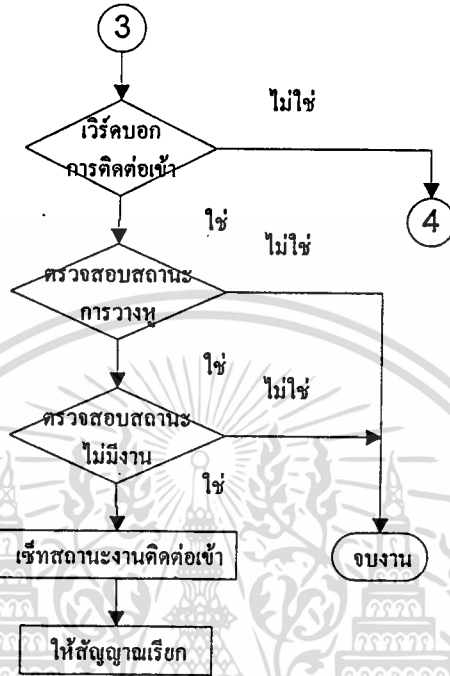


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

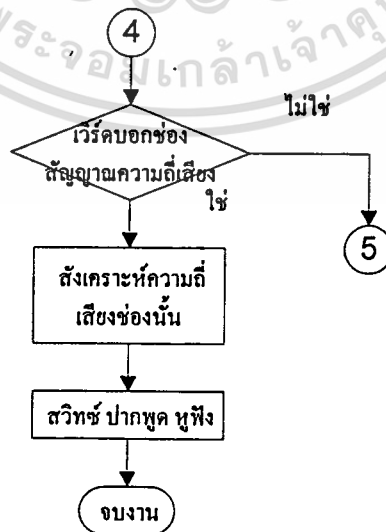
แผนภูมิที่ 47 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมอินเทอร์เน็ตรหัสข้อมูลอนุกรม
(งานอนุกรม 2 เวิร์ดเก็บสถานะข้อมูลตัวถูก)



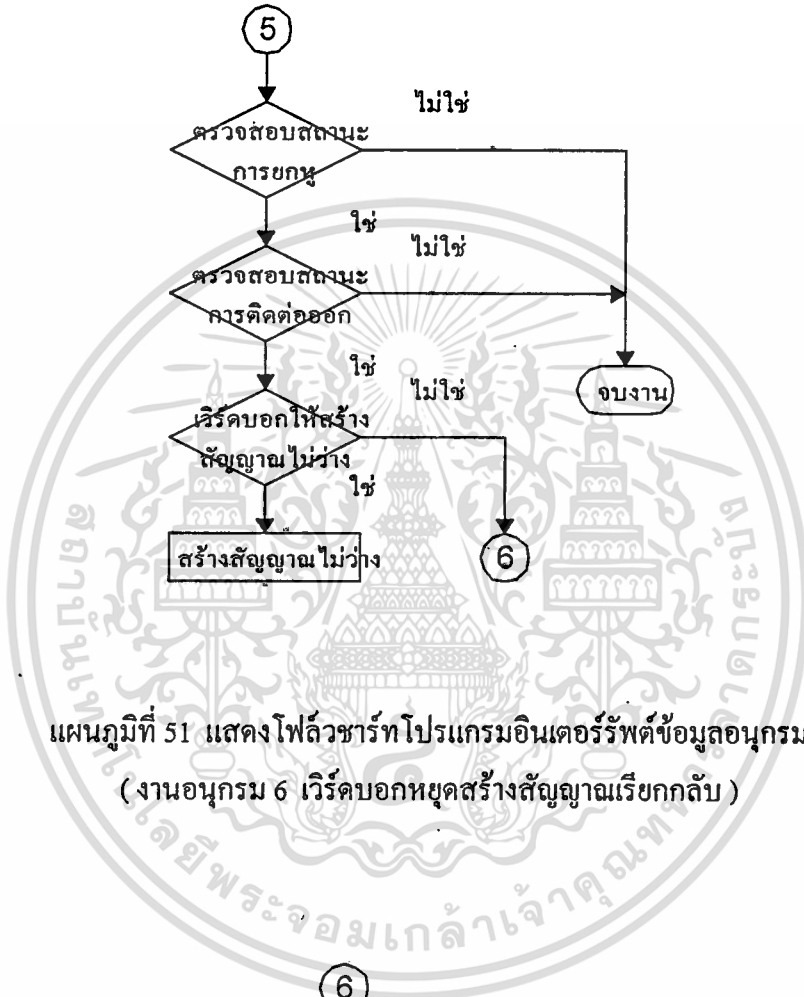
แผนภูมิที่ 48 แสดงโฟลว์ชาร์ท โปรแกรมอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม
(งานอนุกรม 3 เวิร์คบอกการติดต่อเข้า)



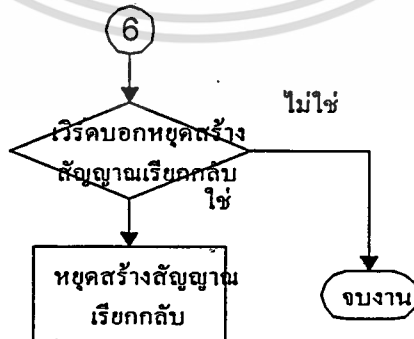
แผนภูมิที่ 49 แสดงโฟลว์ชาร์ท โปรแกรมอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม
(งานอนุกรม 4 เวิร์คบอกช่องสัญญาณความถี่เสียง)



แผนภูมิที่ 50 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม
(งานอนุกรม 5 เวิร์คบอกให้สร้างสัญญาไม่ว่าง)



แผนภูมิที่ 51 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมอินเตอร์รัพต์ข้อมูลอนุกรม
(งานอนุกรม 6 เวิร์คบอกหยุดสร้างสัญญาเรียกกลับ)

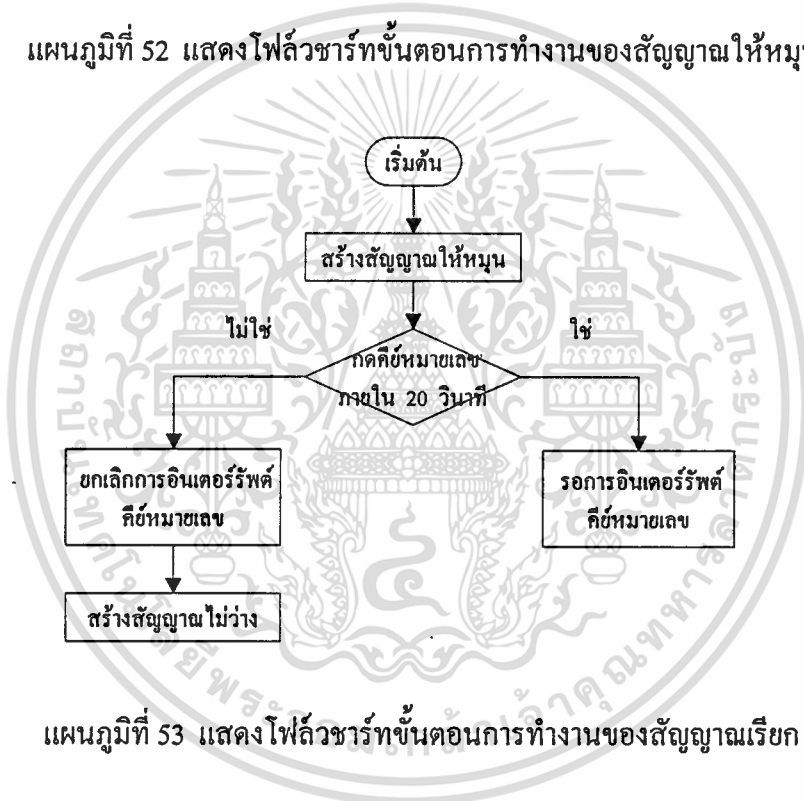


ในส่วนสุดท้ายเป็นขั้นตอนการทำงานของสัญญาณโทรศัพท์ทั้ง 4 สัญญาณ ซึ่งถูกสร้างขึ้นที่เครื่องโทรศัพท์ตัวลูก ประกอบไปด้วย

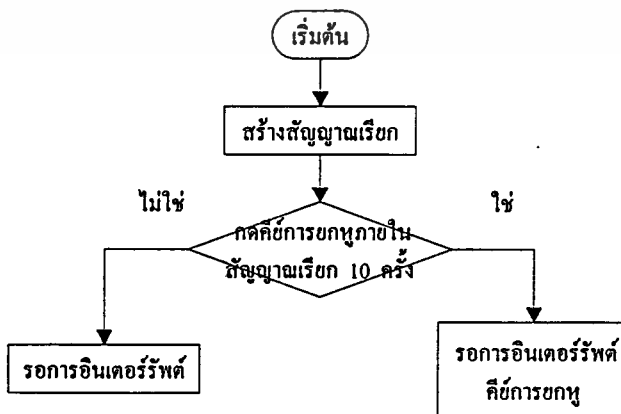
1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone)
2. สัญญาณเรียก (Ringing Tone)
3. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)
4. สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone)

ขั้นตอนการทำงานของสัญญาณทั้ง 4 สัญญาณ แสดงไว้ในแผนภูมิที่ 52 - 55

แผนภูมิที่ 52 แสดงโฟลว์ชาร์ทขั้นตอนการทำงานของสัญญาณให้หมุน

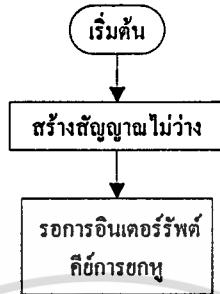


แผนภูมิที่ 53 แสดงโฟลว์ชาร์ทขั้นตอนการทำงานของสัญญาณเรียก

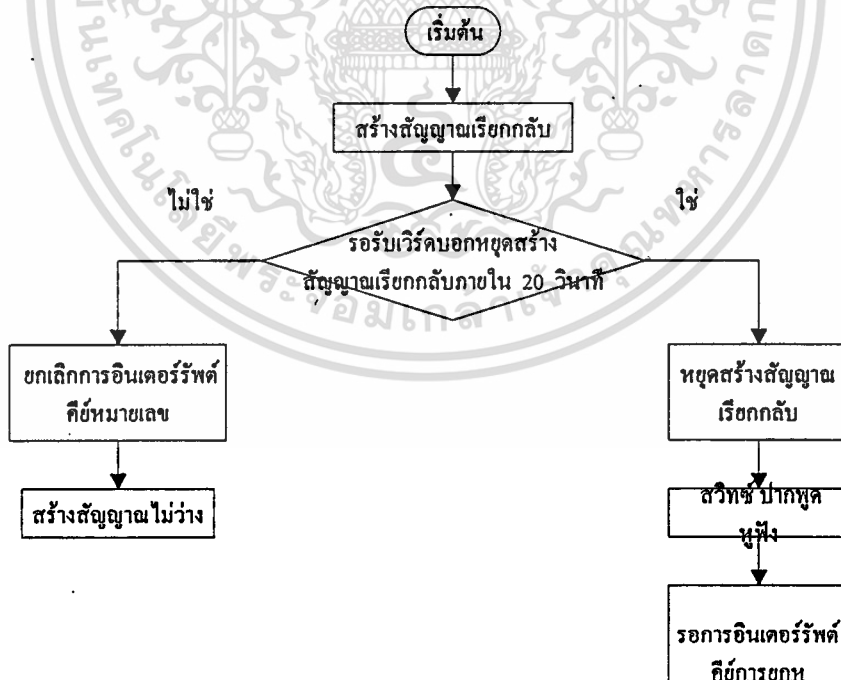


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 54 แสดงโฟลว์ชาร์ทขั้นตอนการทำงานของสัญญาไม่ว่าง



แผนภูมิที่ 55 แสดงโฟลว์ชาร์ทขั้นตอนการทำงานของสัญญาเรียกกลับ



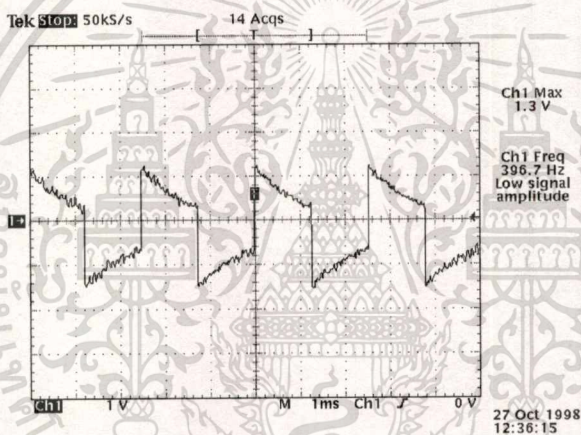
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

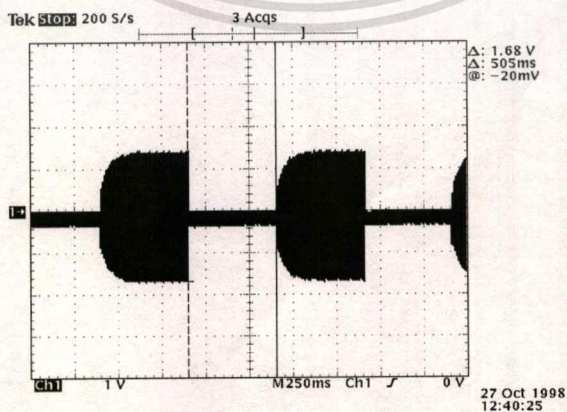
ผลการทดสอบ

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก และ ของโทรศัพท์ตัวลูก วงจรทั้งหมดสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ ผลการทดสอบสัญญาณพื้นฐานของโทรศัพท์ทั้ง 4 สัญญาณที่ผลิตขึ้นที่เครื่องโทรศัพท์ตัวลูกแสดงผลในภาพที่ 56 - 59 ผลการทดสอบของภาครับ - ส่งของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก และของโทรศัพท์ตัวลูก ซึ่งใช้วงจรเดียวกันในการใช้งาน เพื่อสะดวกในการสร้าง ผลการทดสอบแสดงดังภาพที่ 60 - 70

ภาพที่ 56 สัญญาณให้หมุนโทรศัพท์ความถี่ 400 เฮิรตซ์

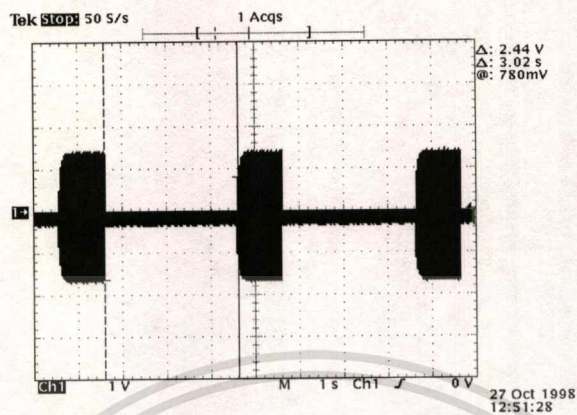


ภาพที่ 57 สัญญาณไม่วางให้ความถี่ 400 เฮิรตซ์ 0.5 วินาที ไม่ให้สัญญาณ 0.5 วินาที

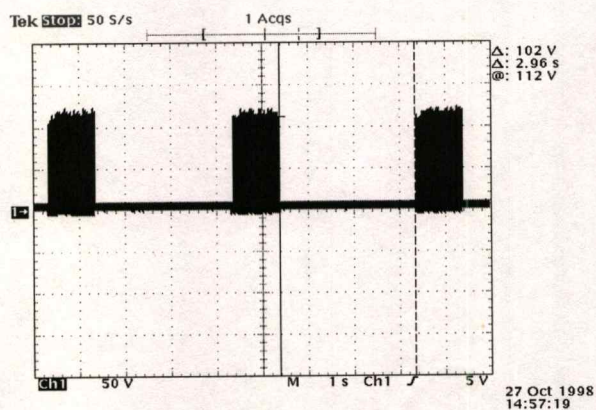
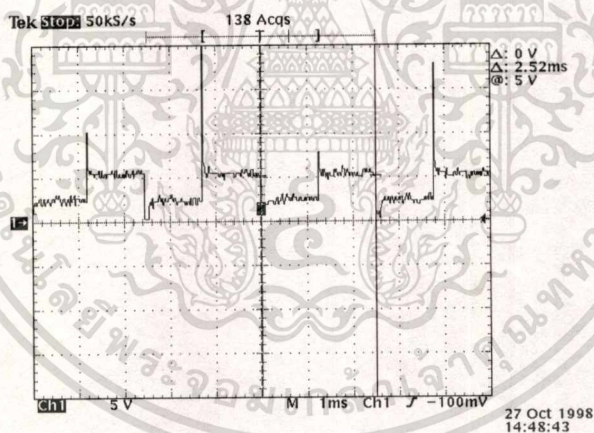


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 58 สัญญาณเรียกกลับให้ความถี่ 400 เฮิรตซ์ 1 วินาที ไม่ให้สัญญาณ 3 วินาที

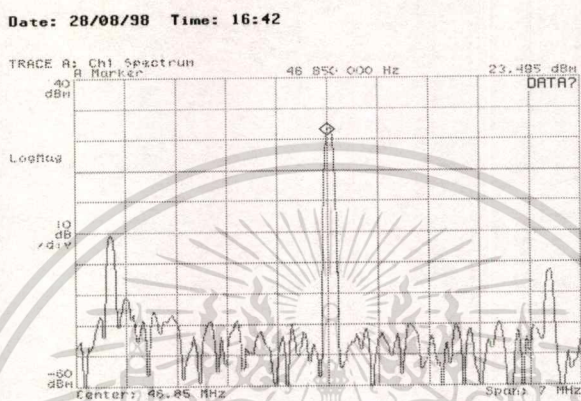


ภาพที่ 59 สัญญาณเรียกให้ความถี่ 400 เฮิรตซ์ 1 วินาที ไม่ให้สัญญาณ 3 วินาที โดยให้สัญญาณ แก่เปียโซอิเล็กทริกส์

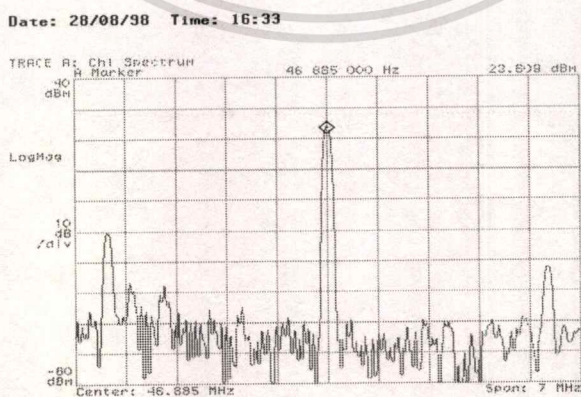


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 60 เป็นสเปกตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 6 ของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ความถี่ที่ 46.770 เมกกะเฮิร์ตซ์ เมื่อไม่มีสัญญาณมอดูเลตอินพุท

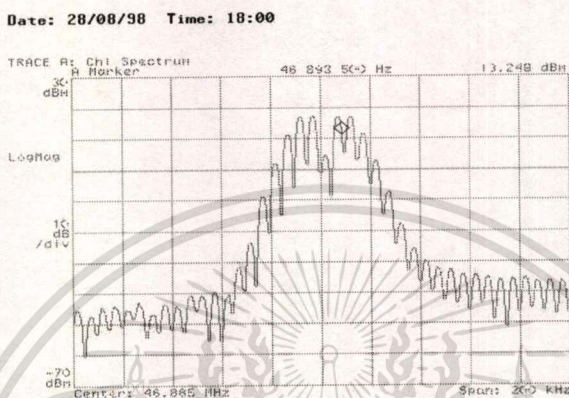


ภาพที่ 61 เป็นสเปกตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 7 ของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก ความถี่ที่ 46.830 เมกกะเฮิร์ตซ์ เมื่อไม่มีสัญญาณมอดูเลตอินพุท

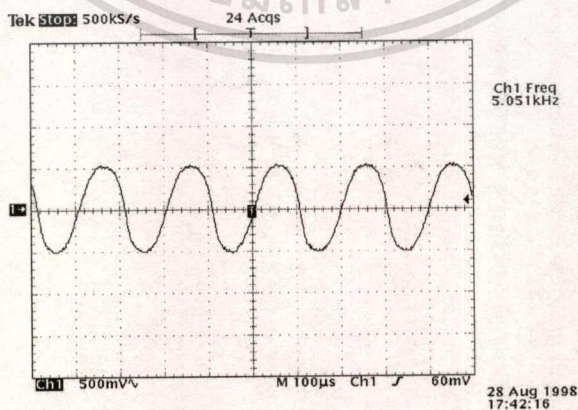


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 62 เป็นสเปกตรัมความถี่ของภาคส่งของสัญญาณที่ 7 ของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลักความถี่ที่ 46.830 เมกะเฮิรตซ์ มอดูเลตสัญญาณอินพุตคลื่นไซน์ 5 กิโลเฮิรตซ์

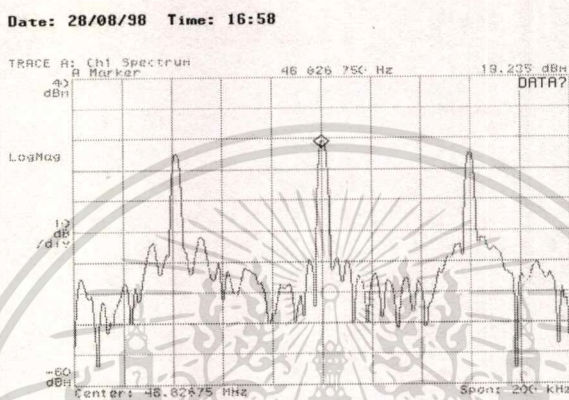


ภาพที่ 63 เป็นเอาต์พุตภาครับของตู้ชุมสายโทรศัพท์หลัก รับสัญญาณที่ช่องความถี่ที่ 7 ของเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกความถี่ที่ 49.890 เมกะเฮิรตซ์ เมื่อให้อินพุตเป็นสัญญาณไซน์ 5 กิโลเฮิรตซ์

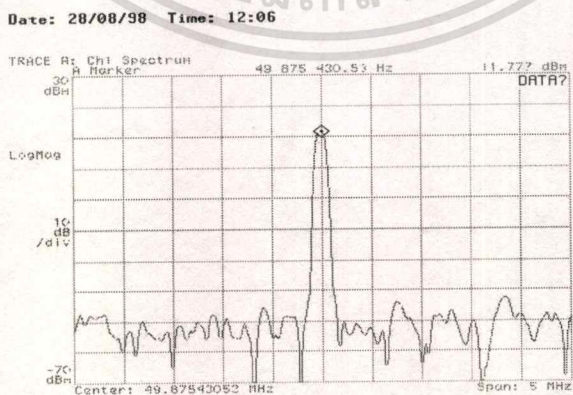


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 64 เป็นสเปกตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 5, 6 และ 7 ของตู้ชุมสายโทรศัพท์
หลักความถี่ที่ 46.710, 46.770 และ 46.830 เมกกะเฮิร์ตซ์ เมื่อไม่มีสัญญาณมอดูเลต
อินพุท



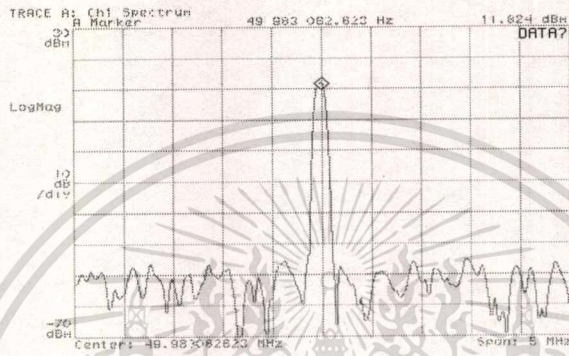
ภาพที่ 65 เป็นสเปกตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 6 ของเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก
ความถี่ที่ 49.830 เมกกะเฮิร์ตซ์ เมื่อไม่มีสัญญาณมอดูเลตอินพุท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

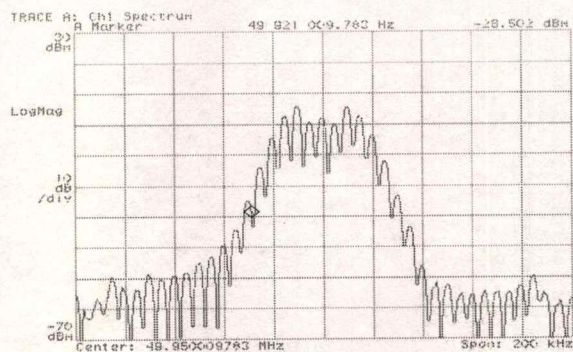
ภาพที่ 66 เป็นสเปกตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 7 ของเครื่องโทรศัพท์ตัวลูก ความถี่ที่ 49.890 เมกกะเฮิร์ตซ์ เมื่อไม่มีสัญญาณมอดูเลตอินพุท

Date: 28/08/98 Time: 12:24



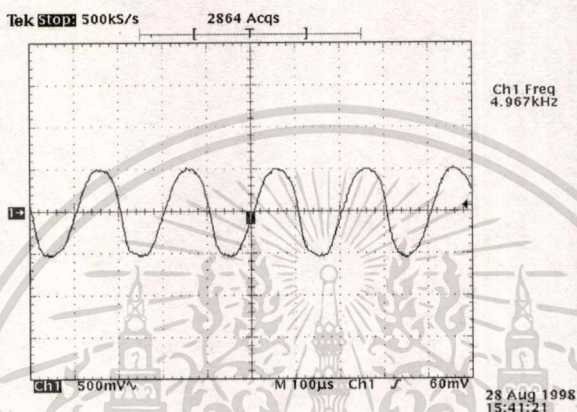
ภาพที่ 67 เป็นสเปกตรัมความถี่ของภาคส่งช่องสัญญาณที่ 7 ของเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกความถี่ที่ 49.890 เมกกะเฮิร์ตซ์ มอดูเลตสัญญาณอินพุทคลื่นไซน์ 5 กิโลเฮิร์ตซ์

Date: 28/08/98 Time: 13:24

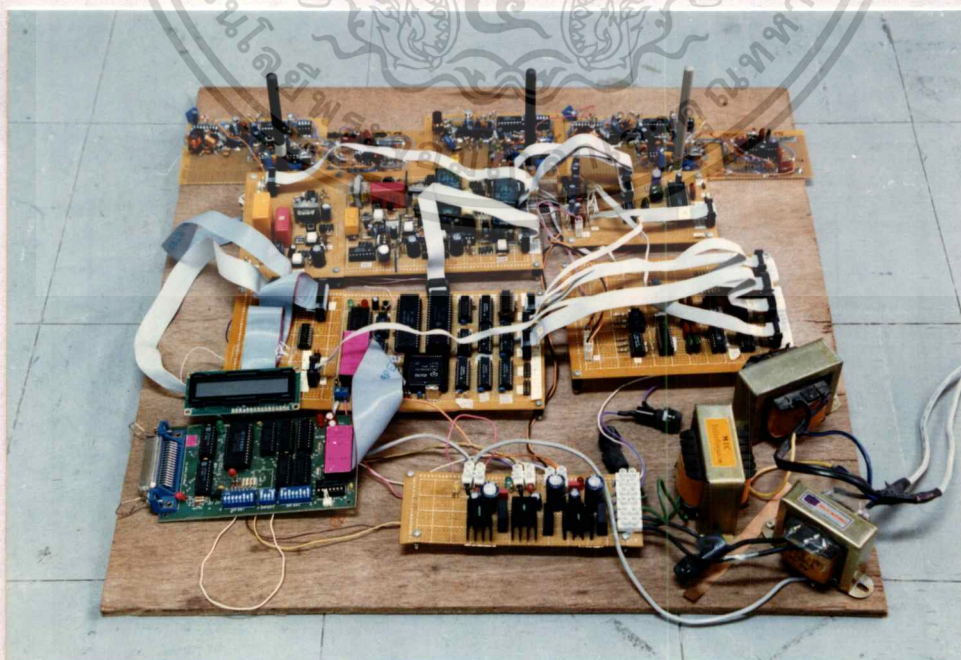


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 68 เป็นเอาต์พุตภาครับของเครื่องโทรศัพท์มือถือ รับสัญญาณที่ช่องความถี่ที่ 7 ของ
 คู่ชุมสายโทรศัพท์หลักความถี่ที่ 46.830 เมกกะเฮิร์ตซ์ เมื่อให้อินพุตเป็นสัญญาณ
 ไซน์ 5 กิโลเฮิร์ตซ์

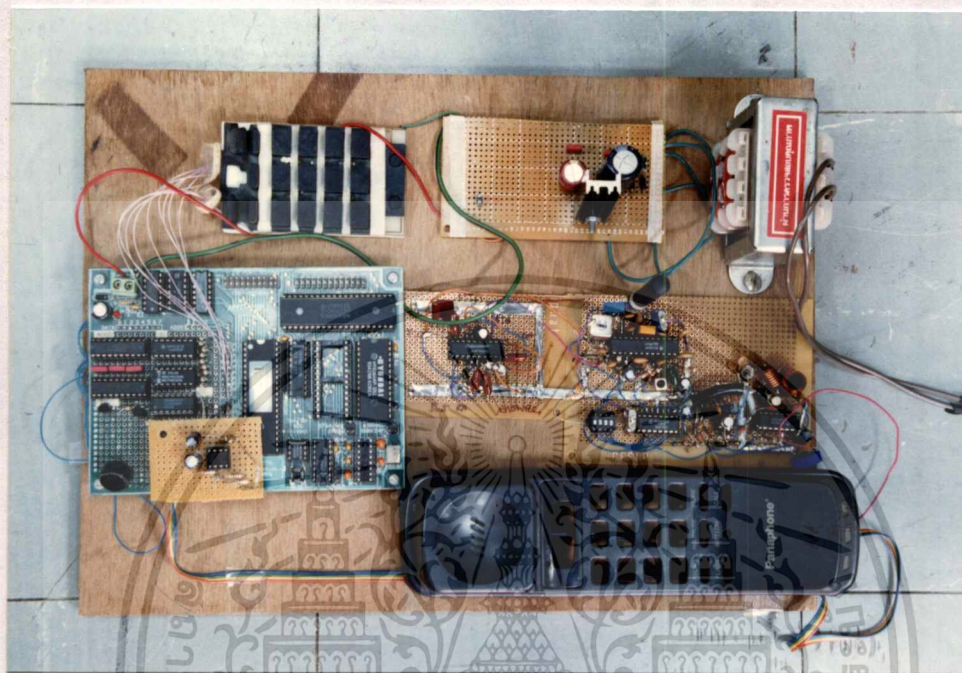


ภาพที่ 69 ภาพถ่ายคู่ชุมสายโทรศัพท์หลัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 70 ภาพถ่ายเครื่องโทรศัพท์ที่ตัวลูก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้กล่าวถึงการออกแบบ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สาย โดยใช้หลักการเลือกช่องสัญญาณใช้งานที่ว่าง ซึ่งมีศูนย์กลางของความถี่ใช้งานอยู่ที่ตัวชุมสายโทรศัพท์หลัก ทำให้ไม่ต้องกำหนดค่าความถี่ที่ตายตัวให้แก่เครื่องโทรศัพท์ตัวลูก ซึ่งโทรศัพท์ตัวลูกสามารถสแกนเลือกความถี่ใช้งานได้ ซึ่งถ้าเครื่องโทรศัพท์ตัวลูกใช้วิธีการกำหนดค่าความถี่ตายตัว เพื่อให้ติดต่อกับตัวชุมสายโทรศัพท์หลักที่กำหนดค่าความถี่ตายตัวเช่นกัน จากในระบบนี้ ใช้เครื่องโทรศัพท์ตัวลูก 16 ตัว จึงต้องการความถี่ใช้งานทั้งสิ้น 32 คู่ความถี่ รับ - ส่ง สำหรับการติดต่อคู่สายภายใน และ 16 คู่ความถี่ รับ - ส่ง สำหรับการติดต่อคู่สายภายนอก ดังที่ได้กล่าวอธิบายไว้แล้ว ข้อดีสำหรับการใช้วิธีการสแกนเลือกช่องความถี่ของโทรศัพท์ตัวลูก คือ ใช้ฮาร์ดแวร์ที่มีวงจรเหมือนกัน รวมทั้งวงจร รับ - ส่ง ของตัวชุมสายโทรศัพท์หลักด้วย เนื่องจากใช้หลักการของเฟสล็อกกรุป การเปลี่ยนค่าความถี่ของช่องสัญญาณแต่ละช่องสามารถทำได้โดยการโปรแกรมตัวหารให้แก่วงจร รับ - ส่ง ซึ่งมีลักษณะเดียวกัน ทำให้ง่ายต่อการสร้างโดยใช้ความถี่อ้างอิงจากคริสตอลเพียงค่าเดียวเหมือนกันในทุกวงจร ซึ่งผิดกับวิธีที่เครื่องโทรศัพท์ตัวลูกใช้การกำหนดค่าความถี่ตายตัว ซึ่งต้องใช้ค่าคริสตอลเป็นความถี่อ้างอิงแตกต่างกันไปตามค่าความถี่ของแต่ละเซนแนล

สำหรับแนวทางในการพัฒนา เนื่องจากระบบนี้เป็นระบบกึ่งอนาลอก และ ดิจิตอล ในการพัฒนาต่อไปสามารถทำให้อยู่ในรูปแบบของดิจิตอลทั้งระบบได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของไอซีวงจรรวมของบริษัทผู้ผลิต ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ทั้งขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และ กินกำลังไฟต่ำ

บรรณานุกรม

Bellamy,J.,”Digital Telephony”,2nd ed.,John Willy & Sons,Inc.,1991

Carlson,A.B.,”Communication Systems”, 3rd ed.,New York,McGraw – Hill,1988

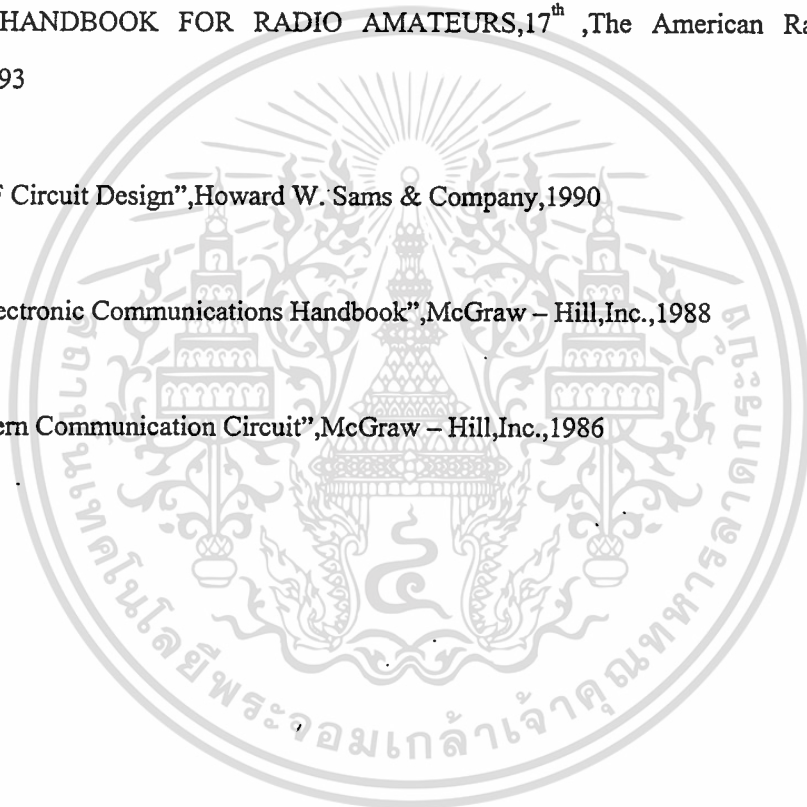
Roden,M.S.,”Digital Communication Systems Design”,Englewood Cliffs,New Jersey,Prentice-hall,1988

THE ARRL HANDBOOK FOR RADIO AMATEURS,17th ,The American Radio Relay League.Inc.,1993

Bowick,C.,”RF Circuit Design”,Howard W. Sams & Company,1990

Inglis,A.F.,”Electronic Communications Handbook”,McGraw – Hill,Inc.,1988

Smith,J.,”Modern Communication Circuit”,McGraw – Hill,Inc.,1986





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Linville Stability Factor

$$C = \frac{|y_{12}y_{21}|}{2g_{11}g_{22} - \text{Re}(y_{12}y_{21})}$$

$C < 1$ Transistor is unconditionally stable

$C > 1$ Transistor is potentially unstable

Stern Stability Factor

$$K = \frac{2(g_{11} + G_s)(g_{22} + G_L)}{|y_{12}y_{21}| + \text{Re}(y_{12}y_{21})}$$

$K > 1$ The circuit will be stable

$K < 1$ The circuit will be potential unstable

Power Gain

$$G_p = \frac{|y_{21}|^2 \text{Re}(Y_L)}{|Y_L + y_{22}|^2 \text{Re}(y_{11} - \frac{y_{12}y_{21}}{y_{22} + Y_L})}$$

Transducer Gain

$$G_T = \frac{4 \text{Re}(Y_S) \text{Re}(Y_L) |y_{12}|^2}{|(y_{11} + Y_S)(y_{22} + Y_L) - y_{12}y_{21}|^2}$$

Input Admittance

$$Y_{IN} = y_{11} - \frac{y_{12}y_{21}}{y_{22} + Y_L}$$

Output Admittance

$$Y_{OUT} = y_{22} - \frac{y_{12}y_{21}}{y_{11} + Y_S}$$

Source and Load Admittance

$$G_S = \frac{1}{2 \operatorname{Re}(y_{22})} \left[\left\{ 2 \operatorname{Re}(y_{11}) \operatorname{Re}(y_{22}) - \operatorname{Re}(y_{12} y_{21}) \right\}^2 - |y_{12} y_{21}|^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$B_S = -\operatorname{Im}(y_{11}) + \frac{\operatorname{Im}(y_{21} y_{12})}{2 \operatorname{Re}(y_{22})}$$

$$G_L = \frac{1}{2 \operatorname{Re}(y_{11})} \left[\left\{ 2 \operatorname{Re}(y_{11}) \operatorname{Re}(y_{22}) - \operatorname{Re}(y_{12} y_{21}) \right\}^2 - |y_{12} y_{21}|^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$B_L = -\operatorname{Im}(y_{22}) + \frac{\operatorname{Im}(y_{21} y_{12})}{2 \operatorname{Re}(y_{11})}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;PROGRAM CORDLESS PABX
```

```
ORG 0000H
LJMP STARTM
ORG 0003H
LJMP HOOK
ORG 0013H
LJMP INKEY
ORG 0023H
LJMP INT_SER
ORG 0030H
```

```
STARTM: MOV R2,#0FFH ;DELAY
DJNZ R2,$

MOV R0,#20H
I1: MOV @R0,#00H ;CLR ADD.20H-80H
INC R0
CJNE R0,#80H,I1

MOV 71H,#01H ;OFF HK.=01
MOV 20H,#08H ;SET PORT 8000H , TX RX TO UART
MOV DPTR,#8000H
MOV A,20H
MOVX @DPTR,A
```

```
MOV TCON,#00H ;INT1,INT0 LOW LEVEL
SETB IP.4 ;SET INT SERIE IMPORTANT
MOV IE,#91H ;RECEIVE INT SERIE,INT0
MOV SCON,#50H ;SET SERIE MODE 1
MOV PCON,#00H ;CLR SMOD
MOV TMOD,#20H ;SET BAUD RATE
MOV TH1,#0A0H
SETB REN ;EN. RX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SETB TR1 ;EN.TM.
```

```
WAIT: SJMP $
```

```
SJMP $
```

```
DEL10S: MOV R4,#64H
```

```
LCALL DEL01
```

```
LJMP BUSY
```

```
; *** TONE ***
```

```
;DIAL 400HZ CONTINUE
```

```
DIAL: MOV DPTR,#8000H
```

```
MOV 20H,#08H
```

```
MOV R4,#28H
```

```
D_ONE05: MOV R5,#0C8H
```

```
D_BACK: SETB 20H.0
```

```
ACALL DEL1_25
```

```
CLR 20H.0
```

```
ACALL DEL1_25
```

```
DJNZ R5,D_BACK
```

```
DJNZ R4,D_ONE05
```

```
LJMP BUSY
```

```
;BUSY SQUARE WAVE 400HZ 0 0.5S-1 0.5S
```

```
BUSY: MOV DPTR,#8000H
```

```
CLR IE.2 ; STOP INT KEY
```

```
MOV 20H,#08H
```

```
MOV R4,#0C8H ; 1 0.5S
```

```
B_BACK: SETB 20H.0
```

```
ACALL DEL1_25
```

```
CLR 20H.0
```

```
ACALL DEL1_25
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DJNZ R4,B_BACK
SJMP B_ZERO05
B_ZERO05: CLR 20H.0 ;DELAY 0.5 S (0 0.5S)
MOV A,20H
MOVX @DPTR,A
MOV R4,#05H
LCALL DEL01
SJMP BUSY

;RINGBACK 0 1S 1 3S
RINGBACK: MOV DPTR,#8000H
MOV 20H,#08H
MOV R6,#00H
RB: MOV R5,#02H
R_ONE05: MOV R4,#0C8H
R_BACK: SETB 20H.0
ACALL DEL1_25
CLR 20H.0
ACALL DEL1_25
DJNZ R4,R_BACK
DJNZ R5,R_ONE05
SJMP R_ZERO3

R_ZERO3: CLR 20H.0
MOV A,20H
MOVX @DPTR,A
MOV R4,#1EH ;DELAY 3 S
R_DEL4: MOV R3,#0C3H
R_DEL3: MOV R2,#0ECH
DJNZ R2,$
DJNZ R3,R_DEL3
DJNZ R4,R_DEL4
INC R6
CJNE R6,#0FH,RB
LJMP BUSY

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

; RINGING

RINGING: MOV DPTR,#8000H

MOV 20H,#08H

MOV R6,#00H

RINGG: MOV R5,#02H

RG_ONE05: MOV R4,#0C8H

RG_BACK: SETB 20H.1

ACALL DEL1_25

CLR 20H.1

ACALL DEL1_25

DJNZ R4,RG_BACK

DJNZ R5,RG_ONE05

SJMP RG_ZERO3

RG_ZERO3: CLR 20H.1

MOV A,20H

MOVX @DPTR,A

MOV R4,#1EH ;DELAY 3 S

RG_DEL4: MOV R3,#0C3H

RG_DEL3: MOV R2,#0ECH

DJNZ R2,\$

DJNZ R3,RG_DEL3

DJNZ R4,RG_DEL4

INC R6

CJNE R6,#0FH,RINGG

MOV 74H,#00H ; NO JOB

MOV 75H,#0AAH ; NOT ON HOOK

SETB REN ; *** SET REN AFTER FINISH RG. ***

LJMP WAIT

DEL1_3S: MOV R5,#01EH

DL1_4: MOV R4,#0C3H

DL1_3: MOV R3,#0ECH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DJNZ R3,$
DJNZ R4,DL1_3
DJNZ R5,DL1_4
CLR IE.2
MOV R0,#41H
MOV 40H,#00H
LJMP BUSY

```

```
DEL2_3S: MOV R5,#01EH
```

```
DL2_4: MOV R4,#0C3H
```

```
DL2_3: MOV R3,#0ECH
```

```
DJNZ R3,$
```

```
DJNZ R4,DL2_3
```

```
DJNZ R5,DL2_4
```

```
CLR IE.2
```

```
MOV R0,#41H
```

```
MOV 40H,#00H
```

```
MOV 73H,#00H
```

```
LJMP BUSY
```

```
;*** SUB PROGRAM ***
```

```
DEL01: MOV R3,#0C3H ;DELAY 0.1 S
```

```
D1: MOV R2,#0ECH
```

```
DJNZ R2,$
```

```
DJNZ R3,D1
```

```
DJNZ R4,DEL01
```

```
RET
```

```
CHKNOKEY: MOV R2,#16H
```

```
DEC1: MOV R3,#0FFH
```

```
IN_P1: MOV R7,P1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE R7,#0FFH,CHKNOKEY
DJNZ R3,IN_P1
DJNZ R2,DEC1
RET

```

```

DEL_15MS: MOV R2,#1BH ;[DELAY 15 MS
WAIT1: MOV R3,#0FFH
DJNZ R3,$
DJNZ R2,WAIT1 ;]
RET

```

```

BEEF: MOV DPTR,#8000H
MOV R4,#32H ;BEEF 0.5 S
BACK: MOV A,#08H
SETB ACC.1
ACALL DE
MOV A,#08H
CLR ACC.1
ACALL DE
DJNZ R4,BACK
RET

```

```

DEL1_25: MOV A,20H
DE: MOVX @DPTR,A
MOV R2,#03H ;[DELAY 1.25 MS]
DEL1: MOV R3,#0BFH
DJNZ R3,$
DJNZ R2,DEL1 ;
RET

```

```

SND_DATA: MOV DPTR,#8000H
MOV A,#08H
MOVX @DPTR,A
NXT: MOV SBUF,@R0
JNB TI,$

```

```

CLR TI
INC R0
CJNE @R0,#00H,NXT
RET

```

*** INT HOOK (INT 0) ***

```

HOOK: MOV DPTR,#8000H
      MOV A,#08H
      MOVX @DPTR,A
      LCALL DEL_15MS
      MOV R7,P1
      CJNE R7,#0FEH,FAULT
      MOV A,71H
      CJNE A,#01H,HOOKEND
      LCALL BEEF
      MOV A,74H
      CJNE A,#00H,HOOKT
HOOK1: MOV 74H,#0FFH ;SET STATUS REGISTER
      SETB IE.2 ;RECEIVE INT KEY
      MOV 71H,#00H ;DEC 71H
      LCALL CHKNOKEY
      LJMPL RDIAL

HOOKT: CJNE A,#0AAH,FAULT
      MOV A,75H
      CJNE A,#00H,HOOK4
      MOV 75H,#0FFH ;SET STATUS REGISTER
      LCALL CHKNOKEY

      MOV 71H,#00H ;DEC 71H
      MOV 62H,#0A1H ;SV.W.ON HK.

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR IE.4
MOV A,#0C2H ;#?
MOV SBUF,A
JNB TI,$
CLR TI ;#?
SETB IE.4
; LJMPP RRINGBACK

MOV DPTR,#8000H ;** TX BEFORE SW. (IN SER.) **
MOV A,#04H ;
MOVX @DPTR,A ;*** SW. MIC + SP. ***
LJMPP RWAIT

HOOK4: LCALL CHKNOKEY
MOV 71H,#00H ;DEC 71H
LJMPP RBUSY

HOOKEND: LCALL BEEP
CLR IE.2
MOV 71H,#01H ;
MOV 73H,#00H ;
MOV 74H,#00H ;
MOV 75H,#00H ;
MOV 60H,#00H
MOV 61H,#0E1H ;OFF HK.
MOV 62H,#00H
MOV R0,#42H
W1: MOV @R0,#00H
INC R0
CJNE R0,#50H,W1
LCALL CHKNOKEY
LJMPP RWAIT

```

```

FAULT: LCALL CHKNOKEY

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV 71H,#00H
LJMP RWAIT
```

```
;*** INT KEY (INT1) ***
```

```
INKEY: NOP
```

```
NOP
CLR IE.2 ; dis. ex.1
CLR SCON.4 ; dis rev.
LCALL DEL_15MS
MOV R7,P1
MOV A,#73H
CJNE A,#0FFH,NOSND ; not allow send jp.
CJNE R7,#0EDH,NOSND ; no k snd jp.
LCALL BEEF

SETB REN ;*** MAYBE TX 2 TIME ***
MOV R0,#41H ;
MOV 40H,#00H ;
LJMP RRINGBACK ; K.* GV. RG.INTMDT.
```

```
NOSND: MOV A,40H ; get rnd. *** 00h ***
JNZ CNT1 ; # 0 jp. chk. rnd.
MOV R0,#41H ; [40h=0 clr. 41h-50h add.save no.
STZR1: MOV @R0,#00H ;
INC R0 ;
CJNE R0,#50H,STZR1 ;]
MOV R0,#41H ; ini. md.
MOV 41H,R7 ; get k1
CJNE @R0,#0E7H,CHKEX ; not int. jp. ext.
LCALL BEEF
MOV 40H,#01H ; int. 2 k (int.rnd.)

MOV 60H,#21H ;P1 CALL INT.
SJMP OTR1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHKEX: CJNE @R0,#0EBH,OTH ; not ext. jp. oth.(not set ie2)

LCALL BEEF

MOV 40H,#07H ; ext. 7 k (ext.rnd.)

MOV 60H,#41H ;P2 CALL EXT.

OTR1: INC R0 ; inc. add.k

SJMP TCNT ; jp. cnt. 3 s. before int.(insert en.ex1)

CNT1: CJNE R7,#7DH,K1

MOV R7,#01H

SJMP SVKY

K1: CJNE R7,#7BH,K2

MOV R7,#02H

SJMP SVKY

K2: CJNE R7,#77H,K3

MOV R7,#03H

SJMP SVKY

K3: CJNE R7,#0BDH,K4

MOV R7,#04H

SJMP SVKY

K4: CJNE R7,#0BBH,K5

MOV R7,#05H

SJMP SVKY

K5: CJNE R7,#0B7H,K6

MOV R7,#06H

SJMP SVKY

K6: CJNE R7,#0DDH,K7

MOV R7,#07H

SJMP SVKY

K7: CJNE R7,#0DBH,K8

MOV R7,#08H

SJMP SVKY

K8: CJNE R7,#0D7H,K9

MOV R7,#09H

SJMP SVKY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K9: CJNE R7,#0EDH,K10

SJMP OTH

K10: CJNE R7,#0E7H,K11

SJMP OTH

K11: CJNE R7,#0EBH,OTH

MOV R7,#00H ;

SVKY: LCALL BEEF

MOV A,R7

MOV @R0,A

DJNZ 40H,RDKY ; # 0 jp. rd. nxt. k

MOV 73H,#0FFH ; rdy. rd. set allow snd. reg.

LJMP WTSND ; rdy. wait snd.

TCNT: SETB IE.2 ;

LJMP RDEL1_3S ; k not rdy. not clr.

RDKY: INC R0

SETB IE.2

LJMP RDEL1_3S ; IN INT EX1

OTH: CLR IE.2

MOV R0,#41H ; if no k in time clr.

MOV 40H,#00H ; ready clr.

LJMP RBUSY

WTSND: SETB IE.2 ; set int.k

LJMP RDEL2_3S ; no k snd. clr. allow snd reg.

*** INT SERIE ***

INT_SER:

CLR REN

JNB RI,\$; wait ready

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR RI
MOV R1,#36H
MOV @R1,SBUF ; save
MOV A,@R1
CJNE A,#0E1H,ASK_W ; NO SEE Tx W.
MOV R6,71H ;
CJNE R6,#00H,OUT ; ON HK.? NO JMP.
MOV R6,74H
CJNE R6,#0FFH,OUT ; NO JOB JMP.
MOV R6,60H
CJNE R6,#00H,TX_WP1 ; 'VE JMP.TX

```

```

RETI ; NO RETI

```

```

TX_WP1: MOV A,60H
MOV SBUF,A ; TX ADD.60H
JNB TI,$
CLR TI
MOV 60H,#00H ; CLR.
; SETB IE.4

```

```

OUT: RETI

```

```

ASK_W: CJNE A,#41H,RG_W ; NO JMP.RG.
MOV R6,71H
CJNE R6,#01H,ONHK_W ; NO OFF HK.JMP.
MOV R6,61H
CJNE R6,#00H,TX_OFHK ; 'VE DT.JMP.TX
RETI

```

```

TX_OFHK:

```

```

MOV A,61H
MOV SBUF,A ; TX ADD.61H
JNB TI,$
CLR TI

```

```

MOV 61H,#00H ; CLR.
; SETB IE.4
RETI

```

```
ONHK_W: MOV R6,71H
```

```
CJNE R6,#00H,OUT1 ; NO ON HK.JMP.
```

```
MOV R6,62H
```

```
CJNE R6,#00H,TX_PRX ; 'VE DT. TX ON HK.
```

```
MOV R6,73H
```

```
CJNE R6,#0FFH,OUT1 ; NO DT. NOT AL.SND.JMP.
```

```
MOV R0,#42H
```

```
TX_NXT: MOV SBUF,@R0
```

```
JNB TI,$
```

```
CLR TI
```

```
INC R0
```

```
CJNE @R0,#00H,TX_NXT ; ADD.VAL # 0 JMP.TX
```

```
; SETB IE.4
```

```
MOV R0,#42H
```

```
ZERO: MOV @R0,#00H
```

```
INC R0
```

```
CJNE R0,#50H,ZERO ; CLR.42H-50H
```

```
MOV 73H,#00H ; SET NOT AL.TX
```

```
LJMP RRINGBACK ; ** B TX ASK P.TX + RB.WT.STP.RB.**
```

```
TX_PRX:
```

```
MOV A,62H
```

```
MOV SBUF,A ; TX DT.ON HK.
```

```
JNB TI,$
```

```
CLR TI
```

```
MOV 62H,#00H
; SETB IE.4
```

```
OUT1: RETI
```

```
RG_W: CJNE A,#61H,ONHK ; RG.? NO JMP.ON HK.
```

```
MOV R6,71H
CJNE R6,#01H,OUT3 ; NO OFF HK.JMP.
MOV R6,74H
CJNE R6,#00H,OUT3 ; 'VE JOB JMP.
```

```
MOV 74H,#0AAH ; NO JOB SET INCOMMING
LJMP RRINGING ; GV.RG.
```

```
OUT3: RETI
```

```
ONHK: MOV R6,71H
CJNE R6,#00H,OUT2 ; NO ON HK.JMP
MOV R6,74H
CJNE R6,#0FFH,OUT2 ; NO TEL OUT JMP.
CJNE A,#81H,STP_W ; NO BUSY JMP.

LJMP RBUSY
```

```
STP_W: CJNE A,#0C1H,JP_ST ; NO STP.RB.JMP.
```

```
LJMP RRINGING
MOV DPTR,#8000H
MOV A,#04H
MOVX @DPTR,A ; SW. M.+ SP.
```

```
LJMP RWAIT ; WT.OFF HK.
```

```
JP_ST: LJMP RRINGBACK ; RWAIT ; START MAIN
```

OUT2: RETI

;*** RET INT ***

RSTARTM: POP 02H ;RETI TO STARTM

POP 03H

MOV R2,#00H

MOV R3,#00H

PUSH 02H

PUSH 03H

RETI

RWAIT: POP 02H ;RETI TO WAIT

POP 03H

MOV R2,#60H

MOV R3,#00H

PUSH 02H

PUSH 03H

RETI

RDIAL: POP 02H ;RETI TO DIAL

POP 03H

MOV R2,#6CH

MOV R3,#00H

PUSH 02H

PUSH 03H

RETI

RBUSY: POP 02H ;RETI TO BUSY

POP 03H

MOV R2,#85H

MOV R3,#00H

PUSH 02H

PUSH 03H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RETI

RRINGBACK: POP 02H

POP 03H

MOV R2,#0A7H

MOV R3,#00H

PUSH 02H

PUSH 03H

RETI

RRINGING: POP 02H

POP 03H

MOV R2,#0D9H

MOV R3,#00H

PUSH 02H

PUSH 03H

RETI

RDEL1_3S: POP 02H

POP 03H

MOV R2,#13H

MOV R3,#01H

PUSH 02H

PUSH 03H

RETI

RDEL2_3S: POP 02H

POP 03H

MOV R2,#29H

MOV R3,#01H

PUSH 02H

PUSH 03H

RETI

END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORG 0000H ; RESET ORIGIN

JP START

ORG 0020H

DWL 1100H ; INT1.

ORG 0022H

DWL 1200H ; INT2.

ORG 0024H

DWL 1300H ; PRT0.

ORG 0026H

DWL 1500H ; PRT1.

ORG 0028H

DWL 1900H ; DMA CH0.

ORG 002AH

DWL 2100H ; DMA CH1.

ORG 002CH

DWL 2200H ; CSI/O

ORG 002EH

DWL 2300H ; ASCI CH0.

ORG 0030H

DWL 2400H ; ASCI CH1.

ORG 0150H

START: NOP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD A,00H
I1: DEC A          ; RESET
   JP NZ,I1

LD HL,3000H ;3FFFH    ; SET STACK
LD SP,HL

LD A,00H          ; RESET ALL REG.+ ADD.SV.Q1-3
LD HL,2000H
LD B,90H
I2: LD (HL),A
   INC HL
   DEC B
   JP NZ,I2

LD A,00H
OUT0 (34H),A
LD A,20H          ; INT.VECTOR INI.0020H ADD.
OUT0 (33H),A
LD A,00H
LD I,A
LD A,00H ;08H     ; ASCI CH0
OUT0 (04H),A
LD A,00H ;64H
OUT0 (00H),A
LD A,0DH
OUT0 (02H),A
LD A,00H          ; PRT0 100MS
OUT0 (0CH),A
LD A,78H ;0B0     ; 7800H
OUT0 (0DH),A
LD A,5DH          ; PRT1 300US
OUT0 (14H),A
LD A,00H          ; 005DH
OUT0 (15H),A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD A,22H ;15H ; PRT0,1 EN.+ CNT.DWN.

OUT0 (10H),A ; DT.= 33H

LD A,00H

OUT0 (0EH),A

LD A,78H

OUT0 (0FH),A ; RELD. PRT0.

LD A,5DH

OUT0 (16H),A

LD A,00H

OUT0 (17H),A ; RELD.PRT1.

LD A,00H

LD (2002H),A

LD A,11H

LD (2050H),A

LD A,00H ;21H

LD (2060H),A

LD A,01H ;05H

LD (2004H),A

LD A,00H

LD (2084H),A

LD (2085H),A

*** PORT ***

LD A,00H;0FH

OUT (80H),A

LD A,0F0H

OUT (88H),A

LD A,00H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

OUT (90H),A
LD A,08BH
OUT (98H),A

```

```

LOOP: EI ; SOME WHERE ??????????????????

```

```

NOP ; [#####

```

```

NOP

```

```

IN0 A,(40H) ; GET DR.

```

```

CP 01H

```

```

JP Z,MK1_Q ; = 'VE R RY1 JMP. Q1

```

```

CP 02H

```

```

JP Z,MK2_Q ; = 'VE R RY2 JMP. Q2

```

```

JP LOOP ; # 1,2 LOOP

```

```

MK2_Q: LD B,12H ; GV.

```

```

LD A,(2050H) ; 'VE Q1 ?

```

```

CP 00H

```

```

JP Z,Q1_SV ; =0 EMPT. SV.Q1

```

```

LD A,(2060H) ; 'VE Q2 ?

```

```

CP 00H

```

```

JP Z,Q2_SV ; =0 EMPT. SV.Q2

```

```

JP LOOP

```

```

MK1_Q: LD B,11H ; GV.

```

```

LD A,(2050H)

```

```

CP 00H

```

```

JP Z,Q1_SV

```

```

LD A,(2060H)

```

```

CP 00H

```

```

JP Z,Q2_SV

```

```

JP LOOP ; ALL Q NOT EMPT.

```

```

Q2_SV: LD A,B

```

```

LD (2060H),A ; SV. Q2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CP 11H
 JP Z,JOB1_P1
 CP 12H
 JP Z,JOB1_P2
 JP LOOP

JOB1_P2: LD A,02H
 LD (2081H),A
 JP Q2_ST

JOB1_P1: LD A,01H
 LD (2080H),A

Q2_ST: LD A,(2004H)
 SET 2,A ; SET Q2 ST.
 LD (2004H),A ; SV.
 JP LOOP

Q1_SV: LD A,B
 LD (2050H),A ; SV. Q1

CP 11H
 JP Z,JOB2_P1
 CP 12H
 JP Z,JOB2_P2
 JP LOOP

JOB2_P2: LD A,02H
 LD (2081H),A
 JP Q1_ST

JOB2_P1: LD A,01H
 LD (2080H),A

Q1_ST: LD A,(2004H)

```

    SET 0,A      ; SET Q1 ST.
    LD (2004H),A ; SV.
    JP LOOP

```

;*****

EXT_INT: LD A,(2006H) ; RD.FROM Q1 + Q2

```

    BIT 0,A      ; Q1 ?
    JP NZ,ST1_P  ; Y(=1) JMP.
    BIT 1,A      ; Q2 ?
    JP NZ,ST2_P  ; Y(=1) JMP.
    RETI

```

ST2_P: LD A,00H

```

    LD (2006H),A ; CLR.
    LD A,(2060H) ; 'VE Q2 ?
    AND 0FH      ; P ?
    CP 01H       ; P1 ?
    JP Z,ST1_AD1 ; Y JMP.
    CP 02H       ; P2 ?
    JP Z,ST1_AD2 ; Y JMP.
    RETI

```

ST1_AD2: LD A,02H

```

    LD (2008H),A ; Q2=2
    JP EXT_INT2  ; P2 JMP.

```

ST1_AD1: LD A,02H

```

    LD (2007H),A ; Q2=2
    JP EXT_INT1  ; P1 JMP.

```

ST1_P: LD A,00H

```

    LD (2006H),A ; CLR.
    LD A,(2050H) ; 'VE Q1 ?
    AND 0FH      ; P ?
    CP 01H       ; P1 ?
    JP Z,ST2_AD1 ; Y JMP.
    CP 02H       ; P2 ?

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JP Z,ST2_AD2      ; Y JMP.
RETI
ST2_AD2: LD A,01H
LD (2008H),A      ; Q1=1
JP EXT_INT2      ; P2 JMP.
ST2_AD1: LD A,01H
LD (2007H),A      ; Q1=1
JP EXT_INT1      ; P1

EXT_INT1: ;LD A,001CH      ; P1 on hk. + ry.ext.1
;OUT0 (80H),A

; LD A,00H      ; DIS. PRT 0,1
; OUT0 (10H),A
; LD A,24H      ; DIS. RX
; OUT0 (00H),A
; LD A,01H
; OUT0 (04H),A
LD A,61H      ; rg. P1
CALL TX_DATA      ; Tx rg. P1

LD E,09H      ; dly. see fig. Rx. 30 ms.
DL_RV1: LD D,20H
DL_RV2: LD C,40H
DL_RV3: LD B,0FFH
DL_RV4: DJNZ DL_RV4
DEC C
JR NZ,DL_RV3
DEC D
JR NZ,DL_RV2

LD (2010H),BC      ; SV. REG.
LD (2012H),DE
LD A,41H
CALL TX_DATA

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD C,40H
 WT30MS1: LD B,0FFH
 WT30MS2: DEC B
 IN0 A,(04H)
 BIT 7,A
 JR NZ,GET_RX
 LD A,B ; SEE FG. B
 JR NZ,WT30MS2
 DEC C
 JR NZ,WT30MS1
 JP CONT_DL

GET_RX: IN0 A,(08H)
 JR NZ,RDY_DT
 CONT_DL: LD BC,(2010H) ; RET. REG.
 LD DE,(2012H)
 DEC E
 JR NZ,DL_RV1
 JP CLR_EXT ; CLR

RDY_DT: ; get dt.
 CP 0A1H ;
 JP NZ,CLR_EXT ; =0 not on hk. jp.
 LD A,85H ; on hk.
 OUT0 (98H),A ; m sw. X5Y0

WT_HK: LD E,04H
 DL_HK1: LD D,20H
 DL_HK2: LD C,40H
 DL_HK3: LD B,0FFH
 DL_HK4: DJNZ DL_HK4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEC C
 JR NZ,DL_HK3
 DEC D
 JR NZ,DL_HK2
 DEC E
 JR NZ,DL_HK1

LD A,8BH
 OUT0 (98H),A

LD A,00H ; DIS. PRT 0,1

OUT0 (10H),A

LD A,24H ; DIS. RX

OUT0 (00H),A

LD A,01H

OUT0 (04H),A

LD A,41H

CALL TX_DATA

LD C,40H

WT130MS1: LD B,0FFH

WT130MS2: DEC B

IN0 A,(04H)

BIT 7,A

JR NZ,GET1_RX

LD A,B ; SEE FG. B

JR NZ,WT130MS2

DEC C

JR NZ,WT130MS1

LD A,0BH

OUT0 (98H),A

JP RWT_HK ; *** MUST WRITE BY USING POP ADD. ***

GET1_RX: IN0 A,(08H)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JR NZ,RDY_HK
LD A,0BH
OUT0 (98H),A
JP RWT_HK ;*****
```

```
RDY_HK: CP 0E1H
JP NZ,CLR_EXT
LD A,0BH
OUT0 (98H),A
JP RWT_HK ;*****
```

```
CLR_EXT: LD A,0FH
OUT0 (80H),A

LD A,0BH
OUT0 (98H),A
LD A,05H
OUT0 (98H),A
; CLR Q REG.

LD A,(2007H) ; FG.CLR.Q1+Q2
CP 01H
JP Z,Q1_END ; CLR Q1
CP 02H
JP Z,Q2_END ; CLR Q2
; ???
```

```
Q2_END: LD A,(2004H)
SET 3,A
JP ST1_END
Q1_END: LD A,(2004H)
SET 1,A
ST1_END: LD (2004H),A
```

```
RETI ; RET ?????
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INT_EXT: LD A,(2006H)      ; RD.FROM Q1 + Q2
          BIT 0,A          ; Q1 ?
          JP NZ,ST3_P      ; Y(=1) JMP.
          BIT 1,A          ; Q2 ?
          JP NZ,ST4_P      ; Y(=1) JMP.
          RETI

ST4_P: LD A,00H
        LD (2006H),A      ; CLR.
        LD A,(2060H)      ; 'VE Q2 ?
        AND 0FH          ; P ?
        CP 01H           ; P1 ?
        JP Z,ST3_AD1     ; Y JMP.
        CP 02H           ; P2 ?
        JP Z,ST3_AD2     ; Y JMP.
        RETI

ST3_AD2: LD A,02H
          LD (200AH),A    ; Q2=2
          JP INT_EXT2     ; P2 JMP.

ST3_AD1: LD A,02H
          LD (2009H),A    ; Q2=2
          JP INT_EXT1     ; P1 JMP.

ST3_P: LD A,00H
        LD (2006H),A      ; CLR.
        LD A,(2050H)      ; 'VE Q1 ?
        AND 0FH          ; P ?
        CP 01H           ; P1 ?
        JP Z,ST4_AD1     ; Y JMP.
        CP 02H           ; P2 ?
        JP Z,ST4_AD2     ; Y JMP.
        RETI

ST4_AD2: LD A,01H
          LD (200AH),A    ; Q1=1
          JP INT_EXT2     ; P2 JMP.

ST4_AD1: LD A,01H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

LD (2009H),A ; Q1=1

JP INT_EXT1 ; P1

INT_EXT1: ; P1(EXT1)+P2(EXT2) CHK. REG.

LD E,09H

DL1: LD D,20H

DL2: LD C,40H

DL3: LD B,0FFH

DL4: DJNZ DL4

DEC C

JR NZ,DL3

DEC D

JR NZ,DL2

LD (2020H),BC

LD (2022H),DE

LD A,00H ; DIS. PRT 0,1

OUT0 (10H),A

LD A,24H ; DIS. RX

OUT0 (00H),A

LD A,01H

OUT0 (04H),A

LD A,41H

CALL TX_DATA

LD D,06H

LD HL,2027H

NO: LD C,40H

W301: LD B,0FFH

W302: DEC B

IN0 A,(04H)

BIT 7,A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JR NZ,G_RX

LD A,B

JR NZ,W302

DEC C

JR NZ,W301

LD BC,(2020H)

LD DE,(2022H)

DEC E

JR NZ,DL1

JP CLR1_EXT ;????

G_RX: IN0 A,(08H)

LD (HL),A

DEC D

JP Z,PORT

INC HL

JP NO

PORT:

LD A,00H ; DIS. PRT 0,1

OUT0 (10H),A

LD A,24H ; DIS. RX

OUT0 (00H),A

LD A,01H

OUT0 (04H),A

LD A,0C1H ; STP.RB.(P.SW.)

CALL TX_DATA

LD A,01CH

OUT0 (80H),A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

; GEN.DTMF.7 NO.

LD A,85H

OUT0 (98H),A

WT1_HK: LD E,04H ; WT. OFF HK.

DL1_HK1: LD D,20H

DL1_HK2: LD C,40H

DL1_HK3: LD B,0FFH

DL1_HK4: DJNZ DL1_HK4

DEC C

JR NZ,DL1_HK3

DEC D

JR NZ,DL1_HK2

DEC E

JR NZ,DL1_HK1

LD A,8BH

OUT0 (98H),A

LD A,00H ; DIS. PRT 0,1

OUT0 (10H),A

LD A,24H ; DIS. RX

OUT0 (00H),A

LD A,01H

OUT0 (04H),A

LD A,41H ; ASK P1

CALL TX_DATA

LD C,40H

WT230MS1: LD B,0FFH

WT230MS2: DEC B

IN0 A,(04H)

- BIT 7,A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JR NZ,GET2_RX

LD A,B ; SEE FG. B

JR NZ,WT230MS2

DEC C

JR NZ,WT230MS1

LD A,0BH

OUT0 (98H),A

JP RWT1_HK ; ***** POP ADD. *****

GET2_RX: IN0 A,(08H)

JR NZ,RDY1_DT

LD A,0BH

OUT0 (98H),A

JP RWT1_HK ; *****

RDY1_DT: CP 0E1H

JP Z,CLR1_EXT

LD A,0BH

OUT0 (98H),A

JP RWT1_HK ; *****

CLR1_EXT: LD A,0FH

OUT0 (80H),A

LD A,0BH

OUT0 (98H),A

LD A,05H

OUT0 (98H),A

; CLR REG.

LD A,(2009H) ; FG.CLR.Q1+Q2

CP 01H

JP Z,Q5_END ; CLR Q1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CP 02H
JP Z,Q6_END ; CLR Q2
; ???

```

```
Q6_END: LD A,(2004H)
```

```
SET 3,A
```

```
JP ST3_END
```

```
Q5_END: LD A,(2004H)
```

```
SET 1,A
```

```
ST3_END: LD (2004H),A
```

```
RETI
```

```
INT_INT:
```

```
LD A,(2006H)
```

```
BIT 0,A
```

```
JP NZ,SET5_P
```

```
BIT 1,A
```

```
JP NZ,SET6_P
```

```
RETI
```

```
SET6_P: LD A,(2060H)
```

```
JP W_P
```

```
SET5_P: LD A,(2050H)
```

```
W_P: CP 21H
```

```
JP Z,SET5_TP1
```

```
CP 22H
```

```
JP Z,SET5_TP2
```

```
RETI
```

```
SET5_TP2: LD A,42H
```

```
LD (200FH),A ; 200FH
```

```
JP W_K
```

SET5_TP1: LD A,41H

LD (200FH),A ; 200FH

W_K: LD E,04H ; WT. 10S TX EVERY 1S

DLY1: LD D,20H

DLY2: LD C,40H

DLY3: LD B,0FFH

DLY4: DJNZ DLY4

DEC C

JR NZ,DLY3

DEC D

JR NZ,DLY2

LD (2014H),BC ; SV. REG.

LD (2016H),DE

LD A,00H ; DIS. PRT 0,1

OUT0 (10H),A

LD A,24H ; DIS. RX

OUT0 (00H),A

LD A,01H

OUT0 (04H),A

LD A,(200FH) ; * GV. *

CALL TX_DATA ; DON'T LD A

LD C,40H ; WT. RX 30MS

T301: LD B,0FFH

T302: DEC B

IN0 A,(04H)

BIT 7,A

JR NZ,GRX

LD A,B ; SEE FG. B

JR NZ,T302

DEC C

JR NZ,T301

JP CONDLY ; CONT. UNTIL 10S

GRX: IN0 A,(08H) ; GET DT.(P2 ON HK.)

JR NZ,RDT

CONDLY: LD BC,(2014H) ; IF NOT DT. CONT. 10S + RET. REG.

LD DE,(2016H)

DEC E

JR NZ,DLY1

LD A,(2006H)

BIT 0,A

JP NZ,CQ1

BIT 1,A

JP NZ,CQ2

RETI

CQ2: LD A,(2004H)

SET 3,A

JP CQ

CQ1: LD A,(2004H)

SET 1,A

CQ: LD (2004H),A

RETI

RDT: LD (2030H),A

LD A,(2006H) ; RD.FROM Q1 + Q2

BIT 0,A ; Q1 ?

JP NZ,SEP1 ; Y(=1) JMP.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

BIT 1,A      ; Q2 ?
JP NZ,SEP2   ; Y(=1) JMP.

```

```

RETI

```

```

SEP2: LD A,00H

```

```

LD (2006H),A ; CLR.
LD A,(2030H) ; 'VE Q2 ?
AND 0FH      ; P ?
CP 01H       ; P1 ?
JP Z,RGP1    ; Y JMP.
CP 02H       ; P2 ?
JP Z,RGP2    ; Y JMP.

```

```

RETI ; *** JP CLRQ

```

```

RGP2: LD A,02H

```

```

LD (200BH),A ; Q2=2
JP INT_INT1  ; P2 JMP.

```

```

RGP1: LD A,02H

```

```

LD (200CH),A ; Q2=2
JP INT_INT2  ; P1 JMP.

```

```

SEP1: LD A,00H

```

```

LD (2006H),A ; CLR.
LD A,(2030H) ; 'VE Q1 ?
AND 0FH      ; P ?
CP 01H       ; P1 ?
JP Z,RG1P1   ; Y JMP.
CP 02H       ; P2 ?
JP Z,RG2P2   ; Y JMP.

```

```

RETI ; *** JP CLRQ

```

RG2P2: LD A,01H

LD (200BH),A ; Q1=1

JP INT_INT1 ; P2 JMP.

RG1P1: LD A,01H

LD (200CH),A ; Q1=1

JP INT_INT2 ; P1

INT_INT1: ; P1 ON HK. & P2 CONNECTED

LD A,00H ; DIS. PRT 0,1

OUT0 (10H),A

LD A,24H ; DIS. RX

OUT0 (00H),A

LD A,01H

QUT0 (04H),A

LD A,62H ; RG. P2 (P1 => B)

CALL TX_DATA

LD E,09H ; WT. 10S TX EVERY 1S

DL1_RV1: LD D,20H

DL1_RV2: LD C,40H

DL1_RV3: LD B,0FFH

DL1_RV4: DJNZ DL1_RV4

DEC C

JR NZ,DL1_RV3

DEC D

JR NZ,DL1_RV2

LD (2014H),BC ; SV. REG.

LD (2016H),DE

LD A,00H ; DIS. PRT 0,1

OUT0 (10H),A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD A,24H ; DIS. RX

OUT0 (00H),A

LD A,01H

OUT0 (04H),A

LD A,42H

CALL TX_DATA

LD C,40H ; WT. RX 30MS

WT330MS1: LD B,0FFH

WT330MS2: DEC B

IN0 A,(04H)

BIT 7,A

JR NZ,GET3_RX

LD A,B ; SEE FG. B

JR NZ,WT330MS2

DEC C

JR NZ,WT330MS1

JP CONT1_DL ; CONT. UNTIL 10S

GET3_RX: IN0 A,(08H) ; GET DT.(P2 ON HK.)

JR NZ,RDY2_DT

CONT1_DL: LD BC,(2014H) ; IF NOT DT. CONT. 10S + RET. REG.

LD DE,(2016H)

DEC E

JR NZ,DL1_RV1

JP CLR1_INT ; IF NOT DT. (P2 NOT ON HK.) CLR.

RDY2_DT:

CP 0A2H ; P2 ON HK.?

JP Z,STP_RB1 ; NO

JP CLR1_INT

STP_RB1:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD A,00H ; DIS. PRT 0,1

OUT0 (10H),A

LD A,24H ; DIS. RX

OUT0 (00H),A

LD A,01H

OUT0 (04H),A

LD A,0C1H ; STP.RB.

CALL TX_DATA

LD A,90H ; M SW. X0Y1

OUT0 (98H),A

WT2_HK: LD E,04H ; WT. OFF HK. P1 + P2

DL2_HK1: LD D,20H

DL2_HK2: LD C,40H

DL2_HK3: LD B,0FFH

DL2_HK4: DJNZ DL2_HK4

DEC C

JR NZ,DL2_HK3

DEC D

JR NZ,DL2_HK2

DEC E

JR NZ,DL2_HK1

;***** MUST OFF M SW. ??? *****

LD A,10H ; OFF M SW.

OUT0 (98H),A

LD A,8BH ; ON CPU P1

OUT0 (98H),A

LD A,00H ; DIS. PRT 0,1

OUT0 (10H),A

LD A,24H ; DIS. RX

OUT0 (00H),A

LD A,01H

OUT0 (04H),A

LD A,41H ; ASK P1

CALL TX_DATA

LD C,40H ; WT. P1 TX.30MS

WT430MS1: LD B,0FFH

WT430MS2: DEC B

IN0 A,(04H)

BIT 7,A

JR NZ,GET4_RX

LD A,B ; SEE FG. B

JR NZ,WT430MS2

DEC C

JR NZ,WT430MS1

LD A,0BH ; OFF CPU P1

OUT0 (98H),A

LD A,9BH ; ON CPU P2

OUT0 (98H),A

LD A,00H ; DIS. PRT 0,1

OUT0 (10H),A

LD A,24H ; DIS. RX

OUT0 (00H),A

LD A,01H

OUT0 (04H),A

LD A,42H ; ASK P2

CALL TX_DATA

LD C,40H ; WT. P2 TX.30MS

WT530MS1: LD B,0FFH

WT530MS2: DEC B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

IN0 A,(04H)
BIT 7,A
JR NZ,GET5_RX
LD A,B ; SEE FG. B
JR NZ,WT530MS2
DEC C
JR NZ,WT530MS1

```

```

LD A,1BH ; OFF CPU P2
OUT0 (98H),A

```

```

LD A,90H ; SW. X0Y1 AGAIN (VOICE)
OUT0 (98H),A
JP RWT2_HK

```

```

GET5_RX: IN0 A,(08H) ; GET DT. P2
JR NZ,RDY4_DT ; VE DT, JP.
LD A,1BH ; NOT DT. OFF CPU P2
OUT0 (98H),A
LD A,90H ; ON M SW.
OUT0 (98H),A
JP RWT2_HK ; WT. UNTIL

```

```

RDY4_DT: CP 0E2H ; P2 OFF ?
JR Z,CHK1_OFF
LD A,1BH
OUT0 (98H),A
LD A,90H
OUT0 (98H),A
JP RWT2_HK

```

```

CHK1_OFF: LD A,01H ; SET OFF HK P2
LD (2001H),A ; P2
LD A,(2000H) ; SEE P1 OFF ?
JR Z,CONT1_CHK ; NOT OFF JMP.

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JP CLR1_INT      ; OFF HK P1+P2 CLR.+ CLR.2000H,2001H
CONT1_CHK: JP RWT2_HK

```

```

GET4_RX: IN0 A,(08H)      ; GET DT. P1
JR NZ,RDY3_DT      ; 'VE DT. P1
LD A,0BH          ; NOT DT. OFF CPU P1
OUT0 (98H),A
LD A,90H
OUT0 (98H),A
JP RWT2_HK

```

```

RDY3_DT: CP 0E1H      ; P1 OFF ?
JP Z,CHK2_OFF
LD A,0BH
OUT0 (98H),A
LD A,90H
OUT0 (98H),A
JP RWT2_HK

```

```

CHK2_OFF: LD A,01H      ; SET OFF HK. P1
LD (2000H),A      ; P1
LD A,(2001H)      ; SEE P2 OFF ?
JR NZ,CLR1_INT    ; OFF JMP. CLR
JP RWT2_HK        ; NOT OFF JMP.

```

```

CLR1_INT:
LD A,00H          ; REG.P1,2 OFF HK.= 0
LD (2000H),A
LD (2001H),A

LD A,0BH
OUT0 (98H),A
LD A,1BH
OUT0 (98H),A
LD A,10H

```

OUT0 (98H),A

; OFF HK. CLR.+ 2000H,2001H

LD A,(200BH) ; FG.CLR.Q1+Q2

CP 01H

JP Z,Q9_END ; CLR Q1

CP 02H

JP Z,Q10_END ; CLR Q2

;???

Q10_END: LD A,(2004H)

SET 3,A

JP ST5_END

Q9_END: LD A,(2004H)

SET 1,A

ST5_END: LD (2004H),A

RETI

RWT_HK: POP IX

LD IX,0304H ;0306H ;##### ALL NEW. ###

PUSH IX

RETI

RW1T_HK: POP IX

LD IX,040BH

PUSH IX

RETI

RWT1_HK: POP IX

LD IX,056FH

PUSH IX

RETI

RW1T1_HK: POP IX

LD IX,0678H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PUSH IX

RETI

RWT2_HK: POP IX

LD IX,0891H

PUSH IX

RETI

RW1T2_HK: POP IX

LD IX,0A34H

PUSH IX

RETI

; PRT CHO

ORG 1300H

PUSH AF

PUSH BC

PUSH DE

PUSH HL ; SV.

LD A,8BH ; M.SW.

OUT (98H),A

LD A,00H ; STP. PRT.0

OUT0 (10H),A

LD A,00H ; DIS.TX.RX.

OUT0 (00H),A

IN0 A,(0CH) ;

IN0 A,(0DH) ; RD. TMDR

IN0 A,(10H) ; RD. TCR

LD HL,2002H ; 2002H = ROUND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INC (HL)      ; INC RND.
LD A,(HL)
CP 01H        ; = RND.1 ?
JP Z,P1       ; = JMP.
CP 02H        ; = RND.2 ?
JP Z,P2       ; = JMP.
CP 03H        ; = RND.3 ?
JP Z,CLR_RND  ; RETI + CLR.2002H=0
JP CLR_RND    ; " "

```

P1:

```

LD A,0E1H    ; P1
JP ASK_P

```

P2:

```

LD A,0E2H    ; P2

```

ASK_P:

```

LD B,24H
OUT0 (00H),B

CALL TX_DATA ; CALL P.
LD A,44H     ; EN.RX.
OUT0 (00H),A

LD A,8BH     ; M.SW.
OUT (98H),A

```

```

LD C,40H ;20H ; WT.P.30MS

```

WTS1: LD B,0FFH

WTS2:

```

IN0 A,(04H)

```

```

BIT 7,A

```

```

JR NZ,GET_PHK ; IN 30MS IF P.HK. JMP.SEE DT.

```

```

DEC B

```

```

JR NZ,WTS2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEC C

JR NZ,WTS1

JP ANO_P ; TX ANOTHER P.(RETI)

GET_PHK:

IN0 A,(08H) ; GET DT.

CP 00H

JR NZ,SV_HK ; 'VE DT.SV.

JP ANO_P ; NO DT. RETI

SV_HK:

LD B,A

CP 21H ; CP 21,22(INT.OUT) 41,42(EXT.OUT)

JP Z,CHK_Q1 ; = JMP.

CP 22H

JP Z,CK_Q2

CP 41H

JP Z,CHK_Q

CP 42H

JP Z,CHK_Q

JP ANO_P ; # RETI

CHK_Q1:

LD A,(2081H) ; P2 'VE ? ;#####

CP 00H

JP Z,CHK_Q

JP ANO_P

CK_Q2:

LD A,(2080H) ; P1 'VE ?

CP 00H

JP Z,CHK_Q

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JP ANO_P

CHK_Q:

LD A,(2050H)

CP 00H

JP Z,GV_ADD1 ; Q1=0 JMP.

LD A,(2060H)

CP 00H

JP Z,GV_ADD2 ; Q2=0 JMP.

JP ANO_P

GV_ADD2:

LD A,B

LD (2060H),A ; SV. Q2

CP 21H

JP Z,JB1_P1 ; = JMP.

CP 41H

JP Z,JB1_P1

CP 22H

JP Z,JB1_P2 ; = JMP.

CP 42H

JP Z,JB1_P2

LD A,00H ; CLR Q2

LD (2060H),A

JP ANO_P

JB1_P2: LD A,02H

LD (2081H),A ; P2 'VE J.

JP ST_Q2

JB1_P1: LD A,01H

LD (2080H),A ; P1 'VE J.

ST_Q2: LD A,(2004H)

SET 2,A

LD (2004H),A

JP ANO_P

GV_ADD1:

LD A,B

LD (2050H),A ; SV.Q1

CP 21H

JP Z,JB2_P1

CP 41H

JP Z,JB2_P1

CP 22H

JP Z,JB2_P2

CP 42H

JP Z,JB2_P2

LD A,00H ; CLR Q1

LD (2050H),A

JP ANO_P

JB2_P2: LD A,02H

LD (2081H),A

JP ST1_Q1

JB2_P1: LD A,01H

LD (2080H),A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ST1_Q1: LD A,(2004H)

SET 0,A

LD (2004H),A

JP ANO_P

CLR_RND:

LD A,00H

LD (2002H),A

ANO_P:

LD A,15H ; EN.PRT.0

OUT0 (10H),A

EI

POP HL

POP DE

POP BC

POP AF

RETI ; WT. INT. GOTO ANO. P.

; PRT CH1

ORG 1500H

POP IX

LD (203EH),IX ; SV. AFT. INT.

LD (203CH),A ; SV. ALL REG.

LD (203AH),BC

LD (2038H),DE

LD (2036H),HL

LD (2034H),IX

LD A,00H

```

OUT0 (10H),A

IN0 A,(14H)
IN0 A,(15H)
IN0 A,(10H)
LD A,(2003H) ; LD RND.Q
CP 00H
JP NZ,CHK_Q2 ; #0 JMP.CHK.Q2
LD A,(2050H) ; =0 Q1 CHK. 'VE Q ?
CP 00H
JR NZ,CHK_ST1 ;'VE QQ JMP. CHK. ST.
JP CHK_Q2 ; NXT. Q

CHK_ST1: LD A,(2004H) ; LD FG. ST.+ STP.
BIT 0,A ; CHK. BIT 0 ST. Q1
JR Z,CHK_STP1 ; =0 JMP. STP.

LD HL,203FH ; MV. SV. => Q3
LD DE,206FH
LD BC,000EH
LDDR

LD A,(2050H) ; 'VE Q1 ?
CP 11H ; EXT P1
JP Z,ADD1_EXT ; = JMP.
CP 12H ; EXT P2
JP Z,ADD1_EXT ; = JMP.

CP 21H ; INT-INT P1 CLL.
JP Z,ADD1_INT

CP 22H ; INT-INT P2 CLL.
JP Z,ADD1_INT

CP 41H ; INT-EXT P1 CLL.
JP Z,INT1_EXT

CP 42H ; INT-EXT P2 CLL.
JP Z,INT1_EXT

```

```

LD A,00H
LD (2050H),A      ; # CLR. Q
LD A,(2004H)
RES 0,A          ; CLR. ST.Q1
RES 1,A          ; CLR. STP.Q1
LD (2004H),A
JP CHK_Q2        ; NXT.Q

ADD1_EXT: LD IX,030FH      ; ADD EXT-INT IN STK.
          PUSH IX
          JP ST_ST1

ADD1_INT: LD IX,0706H      ; ADD INT-INT IN STK.
          PUSH IX
          JP ST_ST1

INT1_EXT: LD IX,0499H      ; ADD INT-EXT IN STK.
          PUSH IX

ST_ST1:
LD A,(2005H)
SET 0,A          ; MK. Q1
LD (2005H),A
LD HL,2003H      ; INC. RND.
INC (HL)

LD A,(2004H)      ; CLR.ST.Q1 TOGGLE
RES 0,A
LD (2004H),A
LD A,01H          ; SET.RD.AT Q1 & CLR.IN 3 PRO.
LD (2006H),A      ; AFTER INTO INT.Q
JP JMP ;RETI

CHK_STP1: LD A,(2004H)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

BIT 1,A          ; CHK. Q1 ST.+STP.
JP Z,STL_JB      ; NOT END (=0)

LD A,(2050H)     ; Q1 P?
CP 11H
JP Z,P1_CLR
CP 21H
JP Z,P1_CLR
CP 41H
JP Z,P1_CLR
CP 12H
JP Z,P2_CLR
CP 22H
JP Z,P2_CLR
CP 42H
JP Z,P2_CLR
JP END_CLR

P2_CLR: LD A,00H
LD (2081H),A     ; P2 J. CLR
JP END_CLR

P1_CLR: LD A,00H
LD (2080H),A     ; P1 J. CLR

END_CLR: LD A,00H
LD (2050H),A     ; =1 END Q1=0
LD A,(2004H)
RES 0,A         ; ST.= 0
RES 1,A         ; STP.= 0
LD (2004H),A
LD A,(2005H)
RES 0,A         ; Q1 OD.=0
LD (2005H),A
JP CHK_Q2       ; NXT.Q

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STL_JB: LD HL,203FH ; SV. => Q3
 LD DE,206FH
 LD BC,000EH
 LDDR
 LD HL,(2003H) ; INC. RND.
 INC (HL)

LD IX,(204EH) ; GV. Q1 => STK.
 PUSH IX

LD A,(204CH)
 LD BC,(204AH)
 LD DE,(2048H)
 LD HL,(2046H)
 LD IX,(2044H)
 JP JMP ;RETI

CHK_Q2:

LD A,(2003H)
 CP 01H
 JP NZ,CHK_Q3 ; NO JMP. CHK Q3
 LD A,(2060H) ; 'VE Q2 ?
 CP 00H
 JR NZ,CHK_ST2 ; 'VE Q JMP. CHK. ST.
 JP CHK_Q3 ; NXT.Q

CHK_ST2: LD A,(2004H) ; FG. ST.+STP. 2
 BIT 2,A ; CHK. ST.Q2
 JP Z,CHK_STP2 ; NO JMP. STP.
 LD A,(2005H)
 BIT 0,A ; ST. CHK. Q1 OD. ?
 JR Z,SV_Q1
 LD HL,203FH ; SV. => Q1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD DE,204FH

LD BC,000EH

LDDR

JP CHK_JB

SV_Q1: LD HL,203FH ; SV. => Q3

LD DE,206FH

LD BC,000EH

LDDR

CHK_JB: LD A,(2060H) ; 'VE Q2 ?

CP 11H ;

JP Z,ADD2_EXT ; [GV. ADD.ST. Q2

CP 12H ; SAME IN Q1]

JP Z,ADD2_EXT

CP 21H

JP Z,ADD2_INT

CP 22H

JP Z,ADD2_INT

CP 41H

JP Z,INT2_EXT

CP 42H

JP Z,INT2_EXT

LD A,00H

LD (2060H),A ; # CLR. Q2

LD A,(2004H) ;

RES 2,A ; CLR. ST.Q2

RES 3,A ; CLR. STP.Q2

LD (2004H),A ; SV. .

JP CHK_Q3 ; NXT.Q

ADD2_EXT:

LD IX,0234H ; [SAME IN Q1]

PUSH IX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JP ST_ST2

ADD2_INT: LD IX,0895H ;0706H

PUSH IX

JP ST_ST2

INT2_EXT: LD IX,0499H

PUSH IX

ST_ST2:

LD A,(2005H)

SET 1,A ; MK.Q2

LD (2005H),A ; SV. FG.

LD HL,2003H ; INC.RND.Q

INC (HL)

LD A,(2004H) ; CLR.ST.Q2 TOGGLE

RES 2,A

LD (2004H),A

LD A,02H ; SET.RD.AT Q2 & CLR.IN 3 PRO.

LD (2006H),A ; AFTER INTO INT.Q

JP JMP ;RETI

CHK_STP2: LD A,(2004H)

BIT 3,A ; CHK.Q2 STP.?

JP Z,STL_JB1 ; NO (=0)

LD A,(2060H) ; Q2 P?

CP 11H

JP Z,P1_CLR1

CP 21H

JP Z,P1_CLR1

CP 41H

JP Z,P1_CLR1

CP 12H

JP Z,P2_CLR1

CP 22H

JP Z,P2_CLR1

CP 42H

JP Z,P2_CLR1

JP END_CLR1

P2_CLR1: LD A,00H

LD (2081H),A ; P2 J. CLR

JP END_CLR1

P1_CLR1: LD A,00H

LD (2080H),A ; P1 J. CLR

END_CLR1: LD A,00H

LD (2060H),A ; Y (END) Q2=0

LD A,(2004H)

RES 2,A ; ST.=0

RES 3,A ; STP.=0

LD (2004H),A ; SV.

LD A,(2005H)

RES 1,A ; Q2 OD.=0

LD (2005H),A ; SV.

JP CHK_Q3 ; NXT.Q

STL_JB1: LD A,(2005H)

BIT 0,A ; CHK.'VE Q1 OD.?

JP Z,SV1_Q1 ; =0 (NO)

LD HL,203FH ; 'VE SV. => Q1

LD DE,204FH

LD BC,000EH

LDDR

JP GV_JQ2 ; JMP.GV.J.Q2

```

SV1_Q1: LD HL,203FH      ; SV.=> Q3
          LD DE,206FH
          LD BC,000EH
          LDDR

GV_JQ2: LD IX,(205EH)    ; GV. Q2 => STK.
          PUSH IX
          LD HL,(2003H)    ; INC.RND.
          INC (HL)

          LD A,(205CH)
          LD BC,(205AH)
          LD DE,(2058H)
          LD HL,(2056H)
          LD IX,(2054H)
          JP JMP ;RETI

CHK_Q3:  LD A,(2003H)
          CP 02H
          JP NZ,CLR1_RND   ; # JMP.
          LD A,(2005H)     ; = CHK.'VE Q2 OD.?
          BIT 1,A
          JP NZ,SV_Q2     ; 'VE Q2 SV.
          BIT 0,A
          JP NZ,SV2_Q1    ; 'VE Q1 SV.
          LD A,00H
          LD (2003H),A
          LD IX,(203EH)   ; [ NO ALL Q SV.=> STK. ]
          PUSH IX

          LD A,(203CH)
          LD BC,(203AH)
          LD DE,(2038H)
          LD HL,(2036H)
          LD IX,(2034H)

```

```
JP JMP ;CLR1_RND ; RND.=0
```

```
SV2_Q1: LD HL,203FH ; SV.=> Q1
        LD DE,204FH
        LD BC,000EH
        LDDR
        JP GV_Q3 ; JMP. GV.=> Q3
```

```
SV_Q2: LD HL,203FH ; SV.=> Q2
        LD DE,205FH
        LD BC,000EH
        LDDR
```

```
GV_Q3: LD IX,(206EH) ; GV. Q3 => STK.
        PUSH IX
        LD A,00H
        LD (2003H),A
        LD A,(206CH)
        LD BC,(206AH)
        LD DE,(2068H)
        LD HL,(2066H)
        LD IX,(2064H)
```

```
JP JMP ;RETI
```

```
CLR1_RND: LD A,00H ; YOU KNOW FALSE*****
        LD (2003H),A ; CLR RND.
```

```
LD IX,(203EH)
PUSH IX
```

```
LD A,(203CH)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD BC,(203AH)

LD DE,(2038H)

LD HL,(2036H)

LD IX,(2034H)

JMP:

LD A,22H ; MEE

OUT0 (10H),A ; MEE

EI

RETI

DELAY:

LD C,30H ;27H

N1: LD D,0FFH

N2: DJNZ N2

DEC C

JR NZ,N1

RET

TX_DATA:

OUT0 (06H),A

WT_TX: IN0 B,(04H)

BIT 1,B

JR Z,WT_TX

CALL DELAY

LD A,15H ;22H ;33H ; EN. PRT 0,1 ##

OUT0 (10H),A ;#

LD A,00H ; DIS. TX.RX.

OUT0 (00H),A

RET

END



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Advance Information
Dual PLLs for 46/49 MHz
Cordless Telephones
CMOS

These devices are dual phase-locked loop (PLL) frequency synthesizers intended for use primarily in 46/49 MHz cordless phones with up to 10 channels. These parts contain two mask-programmable counter ROMs for receive and transmit loops with two independent phase detect circuits. A common reference oscillator and reference divider are shared by the receive and transmit circuits.

Frequency selection is accomplished via a 4-bit parallel input for the MC145166. The MC145167 utilizes a serial interface.

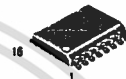
Other features include a lock detect circuit for the transmit loop, illegal code default, and a 5 kHz tone output.

- Synthesizes Up to Ten Channel Pairs
- Maximum Operating Frequency: 60 MHz @ $V_{in} = 200$ mV p-p
- Operating Temperature Range: -40 to $+75^{\circ}\text{C}$
- Operating Voltage Range: 2.5 to 5.5 V
- On-Chip Oscillator Circuit Supports External Crystal
- Lock Detect Signal
- Operating Power Consumption: 3.0 mA @ 3.0 V
- Standby Mode for Power Savings: 1.5 mA @ 3.0 V

MC145166
MC145167



P SUFFIX
PLASTIC DIP
CASE 648



DW SUFFIX
SOG PACKAGE
CASE 751G

ORDERING INFORMATION

MC145166P Plastic DIP
MC145166DW SOG Package

MC145167P Plastic DIP
MC145167DW SOG Package

PIN ASSIGNMENTS

MC145166P
MC145166DW

OSC _{out}	1	16	OSC _{in}
MODE	2	15	V _{DD}
SB	3	14	f _{in1}
5k	4	13	PD1
D0	5	12	V _{SS}
D1	6	11	PD2
D2	7	10	LD
D3	8	9	f _{in2}

MC145167P
MC145167DW

OSC _{out}	1	16	OSC _{in}
MODE	2	15	V _{DD}
SB	3	14	f _{in1}
5k	4	13	PD1
DATA	5	12	V _{SS}
CLK	6	11	PD2
NC	7	10	LD
ENB	8	9	f _{in2}

NC = NO CONNECTION

This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.

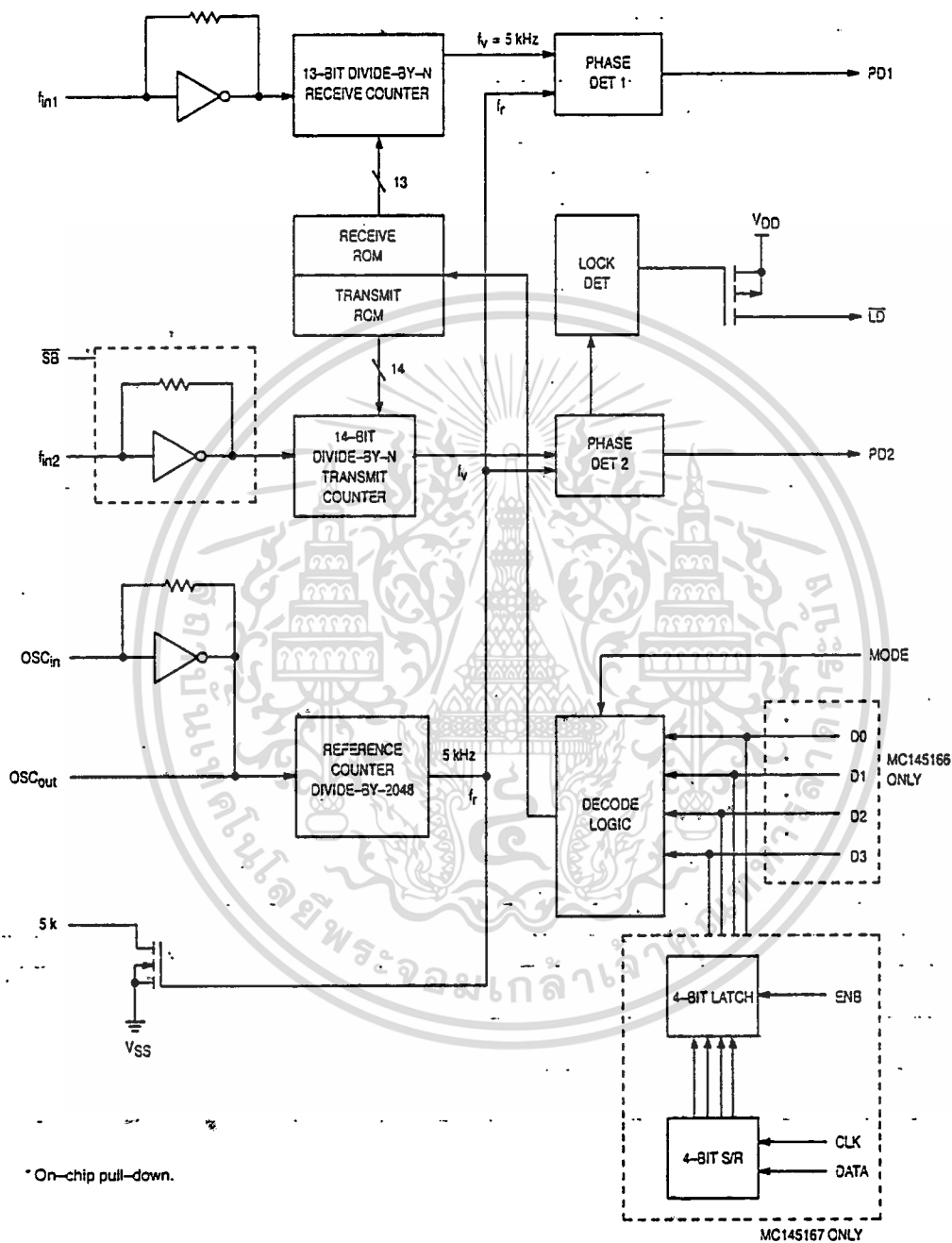
REV 1
8/95
Replaces MC145160D

MC145166•MC145167
2-712

MOTOROLA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BLOCK DIAGRAM



* On-chip pull-down.

MAXIMUM RATINGS* (Voltages Referenced to V_{SS})

Symbol	Rating	Value	Unit
V_{DD}	DC Supply Voltage	- 0.5 to + 6.0	V
V_{in}	Input Voltage, All Inputs	- 0.5 to $V_{DD} + 0.5$	V
I_{in}, I_{out}	DC Current Drain Per Pin	- 10	mA
I_{DD}, I_{SS}	DC Current Drain V_{DD} or V_{SS} Pins	30	mA
T_{stg}	Storage Temperature Range	- 65 to + 150	°C

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation should be restricted to the limits in the Electrical Characteristics tables or Pin Descriptions section.

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range $V_{SS} \leq (V_{in} \text{ or } V_{out}) \leq V_{DD}$.

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.

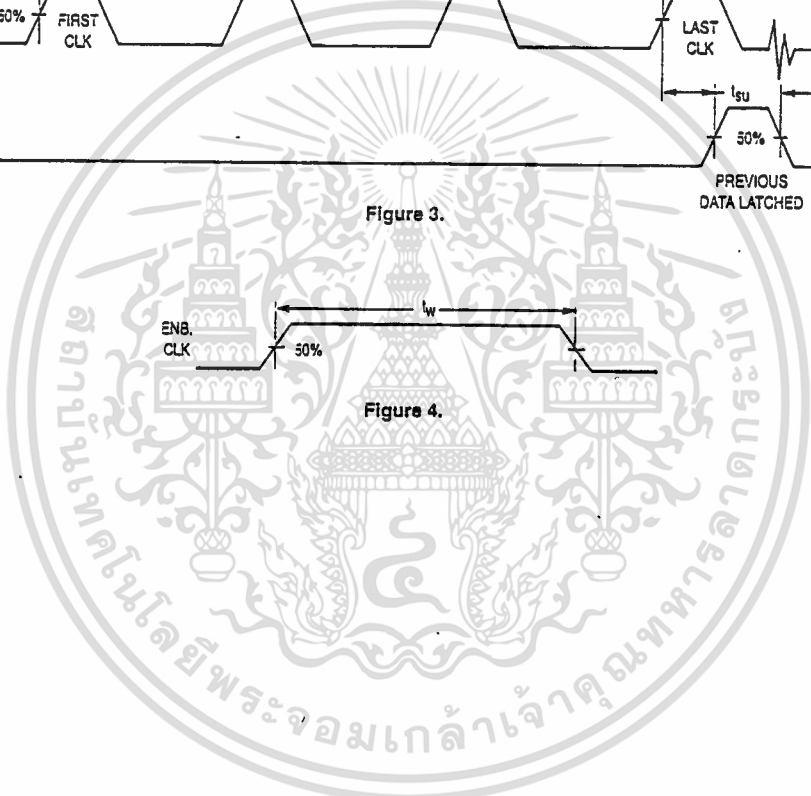
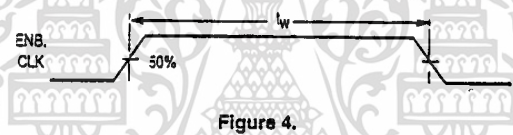
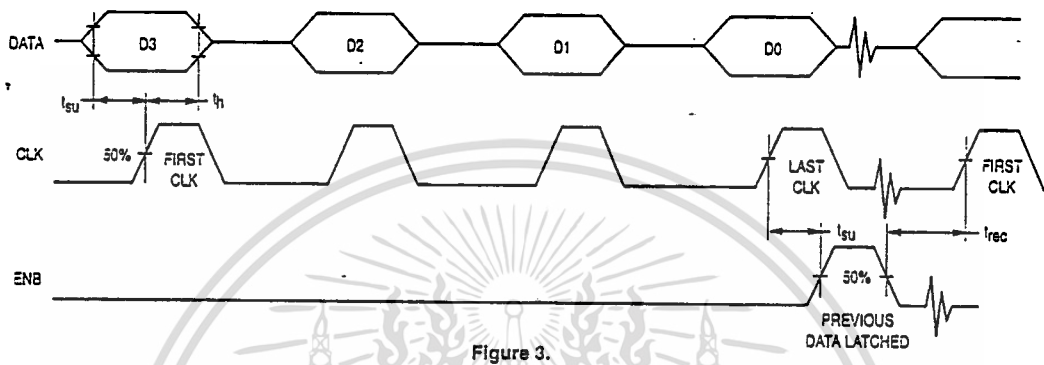
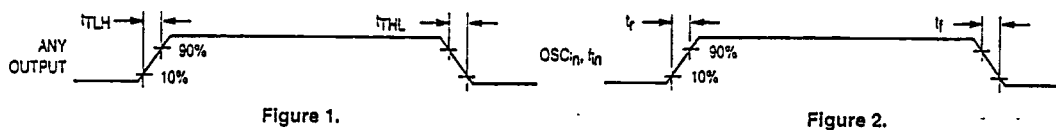
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to V_{SS} , $T_A = 25^\circ\text{C}$)

Symbol	Characteristic	V_{DD}	Guaranteed Limit		Unit
			Min	Max	
V_{DD}	Power Supply Voltage Range	—	2.5	5.5	V
V_{OL}	Output Voltage ($I_{out} = 0$)	0 Level 2.5 5.5	—	0.05 0.05	V
V_{OH}	($V_{in} = V_{DD}$ or 0)	.1 Level 2.5 5.5	2.45 5.45	— —	
V_{IL}	Input Voltage ($V_{out} = 0.5 \text{ V}$ or $V_{DD} - 0.5 \text{ V}$)	0 Level 2.5 5.5	— —	0.75 1.65	V
V_{IH}		1 Level 2.5 5.5	1.75 3.85	— —	
I_{OH}	Output Current ($V_{out} = 2.2 \text{ V}$) ($V_{out} = 5.0 \text{ V}$)	Source 2.5 5.5	-0.18 -0.55	— —	mA
I_{OL}	($V_{out} = 0.3 \text{ V}$) ($V_{out} = 0.5 \text{ V}$)	Sink 2.5 5.5	0.18 0.55	— —	
I_{IL}	Input Current ($V_{in} = 0$)	OSC _{in} , f_{in1} , f_{in2} DATA, \overline{SB} , Mode 2.5 5.5	— —	-30 -66 -0.05 -0.11	μA
I_{IH}	($V_{in} = V_{DD} - 0.5$)	OSC _{in} , f_{in1} , f_{in2} DATA, \overline{SB} , Mode 2.5 5.5	— —	30 66 50 121	μA
C_{in}	Input Capacitance	—	—	14.0	pF
C_{out}	Output Capacitance	—	—	8.0	pF
I_{DD}	Standby Current, $\overline{SB} = V_{SS}$ or Open	2.5 5.5	— —	1.4 3.6	mA
I_{DD}	Operating Current (200 mV p-p input at f_{in1} and f_{in2} , $\overline{SB} = V_{DD}$)	2.5 5.5	— —	2.8 6.2	mA
I_{OZ}	Three-State Leakage Current ($V_{out} = 0$ or 5.5 V)	5.5	—	± 1.0	μA

SWITCHING CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_L = 50\text{ pF}$)

Symbol	Characteristic	Figure No.	V_{DD}	Guaranteed Limit		Unit
				Min	Max	
t_{rLH}	Output Rise Time	1, 5	3.0 5.0	— —	200 100	ns
t_{rHL}	Output Fall Time	1, 5	3.0 5.0	— —	200 100	ns
$t_{p, f}$	Input Rise and Fall Time, OSC_{in}	2	3.0 5.0	— —	5.0 4.0	μs
f_{max}	Input Frequency Input = Sine Wave 200 mV p-p	OSC_{in} — f_{in1} f_{in2}	3.0–5.0 3.0–5.0 3.0–5.0	— — —	12 60 60	MHz
t_{su}	Setup Time (MC145167) DATA to CLK ENB to CLK	3	3.0 5.0	100 50	— —	ns
			3.0 5.0	200 100	— —	
t_h	Hold Time (MC145167), CLK to DATA	3	3.0 5.0	80 40	— —	ns
t_{rec}	Recovery Time (MC145167), ENB to CLK	3	3.0 5.0	80 40	— —	ns
t_w	Input Pulse Width (MC145167), CLK and ENB	4	3.0 5.0	80 60	— —	ns

SWITCHING WAVEFORMS



PIN DESCRIPTIONS

INPUT PINS

OSC_{in}/OSC_{out}
Reference Oscillator Input/Output (Pins 1,16)

These pins form a reference oscillator when connected to an external parallel-resonant crystal. For a 46/49 MHz cordless phone application, a 10.24 MHz crystal is needed. OSC_{in} may also serve as input for an externally generated reference signal. This signal is typically ac coupled to OSC_{in}, but for larger amplitude signals (standard CMOS logic levels) dc coupling may also be used. In the external reference mode, no connection is required for OSC_{out}.

MODE

Mode Select (Pin 2)

Mode is for determining whether the part is to be used in the base or handset of a cordless phone. Internally, this pin is used in the decoding logic for selecting the ROM address. When high, the device is set in the base mode, and when low, it is set in the handset mode. This input has an internal pull-down device.

SB

Standby Input (Pin 3)

The standby pin is used to save power when not transmitting. When high, both the transmit and receive loops are in operation. When low, the transmit loop is disabled, thereby reducing power consumption. This input has an internal pull-down device.

D0 - D3

Data Inputs (MC145166 — Pins 5 - 8)

These inputs provide the BCD code for selecting the one of ten channels to be locked in both the transmit and receive loop. When address data other than 1 - 10 are input, the decoding logic defaults to channel 10. The frequency assignments with reference to Mode and D0 - D3 are shown in Table 1. These inputs have internal pull-down devices.

f_{in1}, f_{in2}

Frequency Inputs (Pins 14, 9)

f_{in1} and f_{in2} are inputs to the divide-by-N receive and transmit counters, respectively. These signals are typically derived from the loop VCO and are ac coupled. For larger amplitude signals (standard CMOS logic levels), dc coupling may be used. The minimum input level is 200 mV p-p.

CLK, DATA

Clock, Data (MC145167 — Pins 5, 6)

These pins provide the BCD input by using serial channel programming instead of parallel. Logical high represents a 1. Each low-to-high transition of the clock shifts one bit of data into the on-chip shift register.

ENB

Enable (MC145167 — Pin 8)

The enable pin controls the data transfer from the shift register to the 4-bit latch. A positive pulse latches the data.

OUTPUT PINS

5 k

5 kHz Tone Signals (Pin 4)

The 5 kHz tone signals are N-channel, open-drain outputs derived from the reference oscillator.

LD

Lock Detect Signal (Pin 10)

The lock detect signal is associated with the transmit loop. The lock output goes high to indicate an out-of-lock condition. This is a P-channel open-drain output.

PD1, PD2

Phase Detector Outputs (Pins 13, 11)

These are three-state outputs of the transmit and receive phase detectors for use as loop error signals. Phase detector gain is $V_{DD}/4$ π volts per radian.

Frequency $f_v > f_r$ or f_v leading: Output = Negative pulses

Frequency $f_v < f_r$ or f_v lagging: Output = Positive pulses

Frequency $f_v = f_r$ and phase coincidence: Output = High-impedance state

POWER SUPPLY

VSS

Negative Power Supply (Pin 12)

This pin is the negative supply potential and is usually ground.

VDD

Positive Power Supply (Pin 15)

This pin is the positive supply potential and may range from +2.5 to +5.5 V with respect to VSS.

Table 1. MC145166/67 Divide Ratios and VCO Frequencies

Channels					Handset (Mode = 0)				Base (Mode = 1)			
					Transmit		Receive		Transmit		Receive	
D3	D2	D1	D0	CH#	f _{in2} (MHz)	+ N	f _{in1} (MHz)	+ N	f _{in2} (MHz)	+ N	f _{in1} (MHz)	+ N
0	0	0	1	1	49.670	9934	35.915	7183	46.610	9322	38.975	7795
0	0	1	0	2	49.845	9969	35.935	7187	46.630	9326	39.150	7830
0	0	1	1	3	49.860	9972	35.975	7195	46.670	9334	39.165	7833
0	1	0	0	4	49.770	9954	36.015	7203	46.710	9342	39.075	7815
0	1	0	1	5	49.875	9975	36.035	7207	46.730	9346	39.180	7836
0	1	1	0	6	49.830	9966	36.075	7215	46.770	9354	39.135	7827
0	1	1	1	7	49.890	9978	36.135	7227	46.830	9366	39.195	7839
1	0	0	0	8	49.930	9986	36.175	7235	46.870	9374	39.235	7847
1	0	0	1	9	49.990	9998	36.235	7247	46.930	9386	39.295	7859
1	0	1	0	10	49.970	9994	36.275	7255	46.970	9394	39.275	7855

NOTES:

1. Other input combinations will be defaulted to channel 10.
2. 0 = logic low, 1 = logic high.



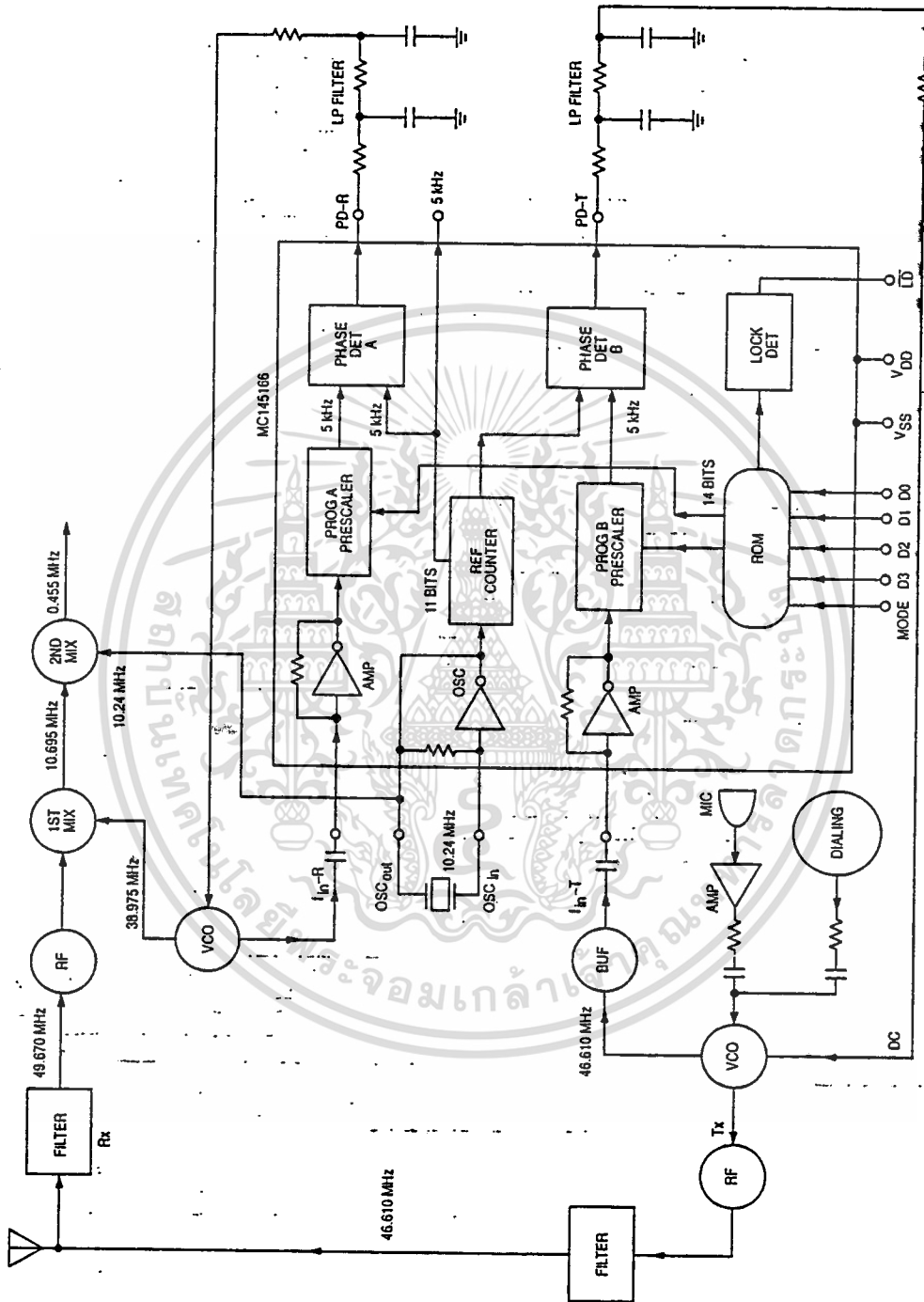


Figure 6. DPLL Application in 46/49 MHz Cordless Phone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 5. France CT-1 Base Set Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 6.25 kHz)	f_{in-R} Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 6.25 kHz)
1	26.4875	4238	30.7875	4926
2	26.4750	4236	30.7750	4924
3	26.4625	4234	30.7625	4922
4	26.4500	4232	30.7500	4920
5	26.4375	4230	30.7375	4918
6	26.4250	4228	30.7250	4916
7	26.4125	4226	30.7125	4914
8	26.4000	4224	30.7000	4912
9	26.3875	4222	30.6875	4910
10	26.3750	4220	30.6750	4908
11	26.3625	4218	30.6625	4906
12	26.3500	4216	30.6500	4904
13	26.3375	4214	30.6375	4902
14	26.3250	4212	30.6250	4900
15	26.3125	4210	30.6125	4898

Table 6. France CT-1 Handset Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 6.25 kHz)	f_{in-R} Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 6.25 kHz)
1	41.4875	6638	37.1875	5950
2	41.4750	6636	37.1750	5948
3	41.4625	6634	37.1625	5946
4	41.4500	6632	37.1500	5944
5	41.4375	6630	37.1375	5942
6	41.4250	6628	37.1250	5940
7	41.4125	6626	37.1125	5938
8	41.4000	6624	37.1000	5936
9	41.3875	6622	37.0875	5934
10	41.3750	6620	37.0750	5932
11	41.3625	6618	37.0625	5930
12	41.3500	6616	37.0500	5928
13	41.3375	6614	37.0375	5926
14	41.3250	6612	37.0250	5924
15	41.3125	6610	37.0125	5922

Table 7. Spain CT-1 Base Set Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in-R} Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.695 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	31.0250	6205	29.2300	5846
2	31.0500	6210	29.2550	5851
3	31.0750	6215	29.2800	5856
4	31.1000	6220	29.3050	5861
5	31.1250	6225	29.3300	5866
6	31.1500	6230	29.3550	5871
7	31.1750	6235	29.3800	5876
8	31.2000	6240	29.4050	5881
9	31.2500	6250	29.4550	5891
10	31.2750	6255	29.4800	5896
11	31.3000	6260	29.5050	5901
12	31.3250	6265	29.5300	5906

Table 8. Spain CT-1 Handset Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in-R} Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	39.9250	7985	20.3300	4066
2	39.9500	7990	20.3550	4071
3	39.9750	7995	20.3800	4076
4	40.0000	8000	20.4050	4081
5	40.0250	8005	20.4300	4086
6	40.0500	8010	20.4550	4091
7	40.0750	8015	20.4800	4096
8	40.1000	8020	20.5050	4101
9	40.1500	8030	20.5550	4111
10	40.1750	8035	20.5800	4116
11	40.2000	8040	20.6050	4121
12	40.2250	8045	20.6300	4126

Table 9. New Zealand CT-1 Base Set Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value	f_{in-R} Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 6.25 kHz).
1	1.7820	1782	29.7625	4762
2	1.7620	1762	29.7500	4760
3	1.7420	1742	29.7375	4758
4	1.7220	1722	29.7250	4756
5	1.7020	1702	29.7125	4754
6	34.3500	5496	29.7000	4752
7	34.3625	5498	29.6875	4750
8	34.3750	5500	29.6750	4748
9	34.3875	5502	29.6625	4746
10	34.4000	5504	29.6500	4744

Table 10. New Zealand CT-1 Handset Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 6.25 kHz)	f_{in-R} Input Frequency (MHz)	Rx Counter Value
1	40.4625	6474	2.2370	2237
2	40.4500	6472	2.2170	2217
3	40.4375	6470	2.1970	2197
4	40.4250	6468	2.1770	2177
5	40.4125	6466	2.1570	2157
6	40.4000	6464	23.6500	3784
7	40.3875	6462	23.6625	3786
8	40.3750	6460	23.6750	3788
9	40.3625	6458	23.6875	3790
10	40.3500	6456	23.7000	3792

Table 11. Australia CT-1 Base Set Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in} -R Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.695 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	30.0750	6015	29.0800	5816
2	30.1250	6025	29.1300	5826
3	30.1750	6035	29.1800	5836
4	30.2250	6045	29.2300	5846
5	30.2750	6055	29.2800	5856
6	30.1000	6020	29.1050	5821
7	30.1500	6030	29.1550	5831
8	30.2000	6040	29.2050	5841
9	30.2500	6050	29.2550	5851
10	30.3000	6060	29.3050	5861

Table 12. Australia CT-1 Handset Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in} -R Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	39.7750	7955	19.3800	3876
2	39.8250	7965	19.4300	3886
3	39.8750	7975	19.4800	3896
4	39.9250	7985	19.5300	3906
5	39.9750	7995	19.5800	3916
6	39.8000	7960	19.4050	3881
7	39.8500	7970	19.4550	3891
8	39.9000	7980	19.5050	3901
9	39.9500	7990	19.5550	3911
10	40.0000	8000	19.6050	3921

Table 13. U.K. CT-1 Base Set Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 1.00 kHz)	f_{in-R} Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 6.25 kHz)
1	1.6420	1642	36.75625	5881
2	1.6620	1662	36.76875	5883
3	1.6820	1682	36.78125	5885
4	1.7020	1702	36.79375	5887
5	1.7220	1722	36.80625	5889
6	1.7420	1742	36.81875	5891
7	1.7620	1762	36.83125	5893
8	1.7820	1782	36.84375	5895

Table 14. U.K. CT-1 Handset Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 6.25 kHz)	f_{in-R} Input Frequency (MHz) [1st IF = 455 kHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 1.00 kHz)
1	47.45625	7593	2.097	2097
2	47.46875	7595	2.117	2117
3	47.48125	7597	2.137	2137
4	47.49375	7599	2.157	2157
5	47.50625	7601	2.177	2177
6	47.51875	7603	2.197	2197
7	47.53125	7605	2.217	2217
8	47.54375	7607	2.237	2237

Table 15. U.S.A. (10 Channels) CT-1 Base Set Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in} -R Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.695 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	46.610	9322	38.975	7795
2	46.630	9326	38.150	7830
3	46.670	9334	38.165	7833
4	46.710	9342	39.075	7815
5	46.730	9346	39.180	7836
6	46.770	9354	39.135	7827
7	46.830	9366	39.195	7839
8	46.870	9374	39.235	7847
9	46.930	9386	39.295	7859
10	46.970	9394	39.275	7855

Table 16. U.S.A. (10 Channels) CT-1 Handset Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in} -R Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	49.670	9934	35.915	7183
2	49.845	9969	35.935	7187
3	49.860	9972	35.975	7195
4	49.770	9954	36.015	7203
5	49.875	9975	36.035	7207
6	49.830	9966	36.075	7215
7	49.890	9978	36.135	7227
8	49.930	9986	36.175	7235
9	49.990	9998	36.235	7247
10	49.970	9994	36.275	7255

Table 17. U.S.A. (25 Channels) CT-1 Base Set Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in-R} Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	43.72	8744	38.06	7612
2	43.74	8748	38.14	7628
3	43.82	8764	38.16	7632
4	43.84	8768	38.22	7644
5	43.92	8784	38.32	7664
6	43.96	8788	38.38	7676
7	44.12	8824	38.40	7680
8	44.16	8832	38.46	7692
9	44.18	8836	38.50	7700
10	44.20	8840	38.54	7708
11	44.32	8864	38.58	7716
12	44.36	8872	38.66	7732
13	44.40	8880	38.70	7740
14	44.46	8892	38.76	7752
15	44.48	8896	38.80	7760
16	46.61	9322	38.97	7794
17	46.63	9326	39.145	7829
18	46.67	9334	39.16	7832
19	46.71	9342	39.07	7814
20	46.73	9346	39.175	7835
21	46.77	9354	39.13	7826
22	46.83	9366	39.19	7838
23	46.87	9374	39.23	7846
24	46.93	9386	39.29	7858
25	46.97	9394	39.27	7854

Table 18. U.S.A. (25 Channels) CT-1 Handset Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in-R} Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	48.76	9752	33.02	6604
2	48.84	9768	33.04	6608
3	48.86	9772	33.12	6624
4	48.92	9748	33.14	6628
5	49.02	9804	33.22	6644
6	49.08	9816	33.26	6652
7	49.10	9820	33.42	6684
8	49.16	9832	33.46	6692
9	49.20	9840	33.48	6696
10	49.24	9848	33.50	6700
11	49.28	9856	33.62	6724
12	49.36	9872	33.66	6732
13	49.40	9880	33.70	6740
14	49.46	9892	33.76	6752
15	49.50	9900	33.78	6756
16	49.67	9934	33.91	7182
17	49.845	9969	33.93	7186
18	49.86	9972	33.97	7194
19	49.77	9954	36.01	7202
20	49.875	9975	36.03	7206
21	49.83	9966	36.07	7214
22	49.89	9978	36.13	7226
23	49.93	9986	36.17	7234
24	49.99	9998	36.23	7246
25	49.97	9994	36.27	7254

Table 19. Korea CT-1 Base Set Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in-R} Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.695 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	46.610	9322	38.975	7795
2	46.630	9326	38.150	7830
3	46.670	9334	39.165	7833
4	46.710	9342	39.075	7815
5	46.730	9346	39.180	7836
6	46.770	9354	39.135	7827
7	46.830	9366	39.195	7839
8	46.870	9374	39.235	7847
9	46.930	9386	39.295	7859
10	46.970	9394	39.275	7855
11	46.510	9302	39.000	7800
12	46.530	9306	39.015	7803
13	46.550	9310	39.030	7806
14	46.570	9314	39.045	7809
15	46.590	9318	39.060	7812

Table 20. Korea CT-1 Handset Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in} -R Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	49.670	9934	35.915	7183
2	49.845	9969	35.935	7187
3	49.860	9972	35.975	7195
4	49.770	9954	36.015	7203
5	49.875	9975	36.035	7207
6	49.830	9966	36.075	7215
7	49.890	9978	36.135	7227
8	49.930	9986	36.175	7235
9	49.990	9998	36.235	7247
10	49.970	9994	36.275	7255
11	49.695	9939	35.815	7163
12	49.710	9942	35.835	7167
13	49.725	9945	35.855	7171
14	49.740	9948	35.875	7175
15	49.755	9951	35.895	7179

Table 21. China CT-1 Base Set Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in} -R Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	45.250	9050	37.550	7510
2	45.275	9055	37.575	7515
3	45.300	9060	37.600	7520
4	45.325	9065	37.625	7525
5	45.350	9070	37.650	7530
6	45.375	9075	37.675	7535
7	45.400	9080	37.700	7540
8	45.425	9085	37.725	7545
9	45.450	9090	37.750	7550
10	45.475	9095	37.775	7555

Table 22. China CT-1 Handset Frequency

Channel Number	Tx Channel Frequency (MHz)	Tx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)	f_{in} -R Input Frequency (MHz) [1st IF = 10.7 MHz]	Rx Counter Value (Ref. Freq. = 5.00 kHz)
1	48.250	9650	34.550	6910
2	48.275	9655	34.575	6915
3	48.300	9660	34.600	6920
4	48.325	9665	34.625	6925
5	48.350	9670	34.650	6930
6	48.375	9675	34.675	6935
7	48.400	9680	34.700	6940
8	48.425	9685	34.725	6945
9	48.450	9690	34.750	6950
10	48.475	9695	34.775	6955

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นายอิทธิพล พจนสังข์
 วัน เดือน ปี เกิด 5 มีนาคม 2511
 สถานที่เกิด กรุงเทพฯ ฯ
 อายุ 30 ปี
 ที่อยู่ปัจจุบัน 187/67 ม. พิชณนแมนชั่น ถ. สุขุมวิท 2 บีงกุ่ม ก.ท.ม. 10240
 การศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 เกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2533 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา
 วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
 เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2534

ประสบการณ์การทำงาน

อาจารย์พิเศษ คณะวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
 เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี 2534 – 2538

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับ

1. อิทธิพล พจนสังข์ ประภากร สุวรรณะ และ มนัส สังวรศิลป์ , “ เครื่องตรวจสอบแหล่ง
 จ่ายกำลังไฟฟ้า” , การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัย
 สงขลานครินทร์ , 7-8 พฤศจิกายน 2534 , หน้า 2-119 ถึง 2 – 122
2. อิทธิพล พจนสังข์ และ ประภากร สุวรรณะ , “ เครื่องคุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้
 สายใช้เทคนิคเลือกช่องความถี่ที่ว่าง” , วารสารวิจัยและพัฒนา สถาบันเทคโนโลยี
 พระจอมเกล้าธนบุรี , ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2539 , หน้า 29 – 42
3. อิทธิพล พจนสังข์ และ ประภากร สุวรรณะ , “ เครื่องคุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้
 สายใช้เทคนิคเลือกช่องความถี่ที่ว่าง” , การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตร
 ศาสตร์ ครั้งที่ 35 , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน , 3-5 กุมภาพันธ์ 2540 , หน้า
 354 - 361