



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ เครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์
 Telephone Line and Telephone Signals Checker

ชื่อนักศึกษา 1. นายธงชัย ปันจันตา รหัสประจำตัว 42035258
 2. นายพิชิต สิงห์โต รหัสประจำตัว 42035266
 3. นายมุตตอฟ้า หม่อมถนัด รหัสประจำตัว 42035267
 4. นางสาววิไลพร เมืองอุดม รหัสประจำตัว 42035273

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม
 อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์วรวิทย์ สมหา
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์อมรรชัย ชัยชนะ

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์โกศล ตราชู	
2. อาจารย์วรวิทย์ สมหา	
3. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชนฐพิทักษ์สกุล	
4. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
5. อาจารย์อมรรชัย ชัยชนะ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2544 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว
 ลงนาม.....
 (ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)



ปริญญานิพนธ์

เครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์

TELEPHONE LINE AND TELEPHONE SIGNAL CHECKER



นายธงชัย ปันจันตา
นายพิชิต สิงห์โต
นายมูสตอฟา หมัดมณี
นางสาววิไลพร เมืองอุดม

เลขที่.....
เลขทะเบียน 43206
วัน, เดือน, ปี 26 ก.ค. 2545

๖.....
๗.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์

เรื่อง เครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์
Telephone Line and Telephone Signal Checker

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบข่ายสาย โทรศัพท์ และระบบสัญญาณโทรศัพท์
2. เพื่อออกแบบเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์
3. เพื่อสร้างเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์
4. เพื่อทดสอบเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์
5. เพื่อนำเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์ไปใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เรื่องระบบข่าย โทรศัพท์ และระบบสัญญาณโทรศัพท์
2. ได้วางจรต้นแบบเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์
3. ได้เครื่องต้นแบบเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์
4. ได้ผลการทดสอบเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์
5. ได้นำเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์ไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I

ชื่อหัวข้อ	เครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์
ชื่อนักศึกษา	นายธงชัย ปิ่นจินดา นายพิชิต สิงห์โต นายมุตตอฟ้า หมัดมณี นางสาววิไลพร เมืองอุดม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วรวิทย์ สมหา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์ สามารถวัดสัญญาณภายในสายโทรศัพท์ว่ามีสัญญาณหรือไม่ เพื่อหาคุณภาพของสายโทรศัพท์ในข่ายสายโทรศัพท์ที่เหมาะสมในการส่งสัญญาณ โดยแสดงผลการวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ซึ่งเทียบได้จากต้นทางถึงปลายทางกับสัญญาณมาตรฐานจากชุมสายโทรศัพท์ และตรวจหาคู่สายที่ขาดจากกัน เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาระบบ โดยทำการตรวจสอบทางบ้านผู้เช่า 4 คู่สาย และทางด้านชุมสาย 4 คู่สาย สามารถบันทึกการตรวจสอบคู่สายได้จำนวน 50 คู่สาย และแสดงผลการตรวจสอบผ่านจอแสดงผลแบบผลึกเหลว สามารถใช้ในการปฏิบัติงานนอกสถานที่ได้ เนื่องจากมีเครื่องจ่ายไฟแบบพกพาใช้จ่ายไฟให้เครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์

II

Thesis Title	Telephone Line and Telephone Signal Checker
Students	Mr. Thongchai Punjunta Mr. Pichit Singto Mr. Mustorpha Mudmancee Miss Wiliporn Muangudom
Advisor	Mr. Worawit Somha
Co-Advisor	Mr. Amornchai Chaichana
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2001

ABSTRACT

This thesis is present about Telephone Line and Telephone Signal Checker. Can be measure of signal in line as have a signal and quality find in line on network, For signal to distribute by display of percent. It loss by than sour signal to finish with signal standard form Route Control Unit (RCU) to inspect for the line is a convenient for network maintenance. It can check 4 subscriber lines and 4 route control unit lines in one time. It can mark a memorandum with line of fifty line for present at out inspect on Liquid Crystal Display. It can used outdoor maintenance with mobile power supply.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดีนั้น กลุ่มผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่อนุเคราะห์วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องใช้ และสถานที่ในการทำโครงการ ขอขอบคุณอาจารย์วรวิทย์ สมหา และอาจารย์อมรชัย ชัยชนะ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยดูแลให้คำปรึกษาในการทำโครงการ โดยเฉพาะในเรื่องโปรแกรมการทำงาน และขอขอบคุณ คุณสุเมธ แซ่เอี้ยว ที่อนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งแนะนำในการทำงาน และขอบคุณทางคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณในการทำโครงการ นอกจากนี้ก็กลุ่มผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านคำปรึกษา และ อนุเคราะห์เครื่องมืออุปกรณ์เป็นอย่างดี และที่สำคัญที่สุดคือ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านมาตลอดชีวิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ชัดความสามารถของโครงการ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	3
2.2.1 หลักการของเครื่องทดสอบโทรศัพท์	3
2.2.2 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์	4
2.2.3 สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เช่าและชุมสาย	4
2.2.4 การสนทนา	5
2.3 โทรศัพท์แบบความถี่คู่	6
2.3.1 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบโทน	6
2.3.2 ข้อควรคำนึงในการเชื่อมต่อระบบสัญญาณความถี่คู่กับสายส่งสัญญาณ	7
2.3.3 ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบสัญญาณความถี่คู่	8
2.3.4 การเข้ารหัสความถี่โทรศัพท์	8
2.4 คุณสมบัติของสายที่ใช้งานในข่ายสายโทรศัพท์	8
2.4.1 ความจุเสมือนและการเหนี่ยวนำ	8
2.4.2 ค่าความจุเสมือน	8
2.4.3 ค่าความต้านทานเฉลี่ย	8
2.4.4 ค่าการนำไฟฟ้า	8

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.5 ความไม่เท่ากันของค่าความต้านทานในคู่สายเทียบกับคู่สาย	9
2.4.6 ค่าไม่เท่ากันของค่าความต้านทานในคู่สายเทียบกราวด์	9
2.4.7 การรบกวนข้ามช่อง	9
2.4.8 การลดทอน	10
2.5 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล	10
2.5.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบใช้วงจรเปรียบเทียบ	11
2.5.2 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบประมาณค่า	12
2.5.3 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบ CCD	12
2.5.4 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบสแกน	13
2.6 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว	13
2.6.1 เทคโนโลยีของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	13
2.6.2 การจ่ายไฟสำหรับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	14
2.6.3 การต่อใช้งานของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	16
2.7 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	16
2.7.1 ไอซีเบอร์ TP5088	16
2.7.2 ไอซีเบอร์ MC34017	18
2.7.3 ไอซีเบอร์ 74L923	19
2.7.4 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32	20
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	22
3.1 กล่าวนำ	22
3.2 การออกแบบ และการทำงานของวงจรเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์	23
3.2.1 ภาควิชาควบคุมการทำงาน	23
3.2.2 วงจรรีเลย์	26
3.2.3 วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์	27
3.2.4 วงจรสแกนคีย์	30
3.2.5 วงจรปากพูดหูฟัง และวงจรถักเก็บสัญญาณความถี่	32

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.2.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	34
3.2.7 วงจรสวิตช์รีเลย์	35
3.2.8 วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง	36
3.2.9 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล	37
3.2.10 วงจรขับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	39
3.2.11 วงจรภาคจ่ายไฟ	40
3.3 การออกแบบ และการทำงานของ โปรแกรมเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์	41
3.3.1 การออกแบบ โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์	41
3.3.2 โครงสร้างการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์	41
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	45
4.1 กล่าวนำ	45
4.2 การทดลอง และผลการทดลอง	45
4.2.1 ภาควิชาคุมการทำงาน	45
4.2.2 วงจรขับรีเลย์ สแกนคีย์	47
4.2.3 วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์	50
4.2.4 วงจรสแกนคีย์	52
4.2.5 วงจรปากพูดหูฟัง	55
4.2.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	59
4.2.7 วงจรสวิตช์รีเลย์	61
4.2.8 วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง	62
4.2.9 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล	64
4.3 ผลการทดลองเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์	68
4.3.1 การทดลองการทำงานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป	68
4.3.2 การทดลองการทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์	70
4.3.3 การทดลองการทำงานเป็นเครื่องวัดสัญญาณโทรศัพท์	75
4.3.4 การทดลองบันทึก และเรียกดูเลขหมายโทรศัพท์	77

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	81
5.1 บทสรุป	81
5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ไข	81
5.3 แนวทางในการนำปริญญานิพนธ์ไปพัฒนา	83
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	84
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	90
ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และ โปรแกรม	102
ภาคผนวก ง รายละเอียดของอุปกรณ์	215
ภาคผนวก จ คู่มือประกอบการใช้งาน	220
บรรณานุกรม	241
ประวัติผู้แต่ง	242

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VIII

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าการรบกวนข้ามช่องในสายระยะใกล้	10
ตารางที่ 2.2 ค่าการลดทอนในสายโทรศัพท์	10
ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันอินพุตที่เป็นแอนะล็อกกับเอาต์พุตที่เป็นดิจิทัล	12
ตารางที่ 2.4 ขาสัญญาณต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์	15
ตารางที่ 2.5 การทำงานของไอซีเบอร์ TP5088	18
ตารางที่ 3.1 การต่อใช้งานของ INT PORT	23
ตารางที่ 3.2 การต่อใช้งานพอร์ต A ของ 8255 ตัวที่ 1	24
ตารางที่ 3.3 การต่อใช้งานพอร์ต B ของ 8255 ตัวที่ 1	24
ตารางที่ 3.4 การต่อใช้งานพอร์ต C ของ 8255 ตัวที่ 1	25
ตารางที่ 3.5 การต่อใช้งานพอร์ต A ของ 8255 ตัวที่ 2	25
ตารางที่ 3.6 การต่อใช้งานพอร์ต B ของ 8255 ตัวที่ 2	25
ตารางที่ 3.7 การต่อใช้งานพอร์ต C ของ 8255 ตัวที่ 2	26
ตารางที่ 3.8 เงื่อนไขสภาวะของรีเลย์	29
ตารางที่ 3.9 รหัสทางเอาต์พุตเมื่อมีการเชื่อมต่อปุ่มกด กับขาของไอซีสแกนคีย์	31
ตารางที่ 3.10 การต่อใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C2051	37
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการควบคุมวงจรรีเลย์	49
ตารางที่ 4.2 การควบคุมรีเลย์ในรูปแบบของระบบเลขฐาน 16	50
ตารางที่ 4.3 สภาวะการยกหู และวางหูของเครื่องโทรศัพท์	52
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการกดค่าประจำปุ่มต่างๆ	53
ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการทดลองการกดค่าประจำปุ่มต่างๆ	54
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสความถี่คู่	58
ตารางที่ 4.6 รหัสการควบคุมพอร์ต PA2	61
ตารางที่ 4.7 ค่าความถี่ขาไอซี	64
ตารางที่ 4.8 ค่าความถี่ทางด้านเอาต์พุตของอปแอมป์	64
ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล	67
ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ของสัญญาณกับคุณภาพของสายโทรศัพท์	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ตารางที่ ง.1 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรโทรศัพท์	217
ตารางที่ ง.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์	217
ตารางที่ ง.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรสแกนคีย์	218
ตารางที่ ง.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรกำเนิดสัญญาณเสียง	218
ตารางที่ ง.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรรีเลย์	218
ตารางที่ ง.5 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรรีเลย์	219
ตารางที่ ง.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล	219
ตารางที่ จ.1 การเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ของสัญญาณกับคุณภาพของสายโทรศัพท์	235

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 ความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency)	6
รูปที่ 2.2 การต่อวงจร Parallel comparator A/D converter	11
รูปที่ 2.3 ไอซีเบอร์ TP5088	17
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของไอซีเบอร์ TP5088	17
รูปที่ 2.5 ไอซีเบอร์ MC34017	18
รูปที่ 2.6 ไอซีเบอร์ 74L923	19
รูปที่ 2.7 โครงสร้างของไอซีเบอร์ 74L923	20
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์	22
รูปที่ 3.2 โครงสร้างการต่อรีเลย์	27
รูปที่ 3.3 วงจรขั้วรีเลย์	27
รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์	28
รูปที่ 3.5 วงจรสแกนคีย์	30
รูปที่ 3.6 แสดงการต่อขาอินพุตกับปุ่มกดของไอซีสแกนคีย์	32
รูปที่ 3.7 วงจรปากพูดหูฟัง และวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่	33
รูปที่ 3.8 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	34
รูปที่ 3.9 วงจรรับสัญญาณเรียกจากชุมสาย	35
รูปที่ 3.10 โครงสร้างการต่อสัญญาณของสวิตช์รีเลย์	35
รูปที่ 3.11 วงจรการต่อสวิตช์รีเลย์	36
รูปที่ 3.12 วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง	37
รูปที่ 3.13 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล	39
รูปที่ 3.14 วงจรจับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว	39
รูปที่ 3.15 วงจรภาคจ่ายไฟ	40
รูปที่ 3.16 โครงสร้างการทำงาน	42
รูปที่ 4.1 การต่อทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32	46
รูปที่ 4.2 วงจรควบคุมรีเลย์	48
รูปที่ 4.3 โครงสร้างการต่อหน้าสัมผัสของรีเลย์	49
รูปที่ 4.4 วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์	51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.5 การต่อวงจรสแกนคีย์ที่แสดงผลทาง LED	53
รูปที่ 4.6 วงจรปากพุดหูฟัง และวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่	55
รูปที่ 4.7 วงจรทดสอบการกำเนิดสัญญาณความถี่คู่	56
รูปที่ 4.8 วงจรโทรศัพท์	57
รูปที่ 4.9 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกจากชุมสาย	59
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณ และระดับแรงดันในวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	59
รูปที่ 4.11 สวิตช์รีเลย์	60
รูปที่ 4.12 การต่อขาใช้งานของ ไอซี AT89C2051	61
รูปที่ 4.13 การต่อวงจรภาคขยายสัญญาณเสียง	62
รูปที่ 4.14 วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง	63
รูปที่ 4.15 พัลส์ของสัญญาณเรียกกลับที่ขา P1.5	63
รูปที่ 4.16 สัญญาณเรียกกลับ	64
รูปที่ 4.17 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล	65
รูปที่ 4.18 วงจรขยายสัญญาณ และวงจรเรียงกระแส	66
รูปที่ 4.19 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล	66
รูปที่ 4.20 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป	69
รูปที่ 4.21 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดเลขหมายปลายทาง	69
รูปที่ 4.22 หน้าจอแอลซีดีเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า	70
รูปที่ 4.23 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์	71
รูปที่ 4.24 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสาย	72
รูปที่ 4.25 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดเลขหมายที่ใช้สอบถามเบอร์ทางด้านชุมสาย	72
รูปที่ 4.26 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกตรวจสอบคู่สายทางด้านผู้เช่า	73
รูปที่ 4.27 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเครื่อง โทรศัพท์ที่บ้านผู้เช่ากหูอยู่	74
รูปที่ 4.28 หน้าจอแอลซีดีขณะทำการส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้เช่า	74
รูปที่ 4.29 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องวัดสัญญาณ โทรศัพท์	75
รูปที่ 4.30 หน้าจอแอลซีดีแสดงค่าการวัดคุณภาพสัญญาณ	76
รูปที่ 4.31 หน้าจอแอลซีดีเมื่อทำการบันทึก หรือเรียกดูเลขหมาย	78

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.32 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกตำแหน่ง Local	78
รูปที่ 4.33 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกเลขหมาย	79
รูปที่ 4.34 หน้าจอแอลซีดีแสดงผลการบันทึกเลขหมาย	79
รูปที่ 4.35 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเรียกดูเลขหมายที่บันทึกไว้	80
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์	85
รูปที่ ก.2 ด้านบนของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์	85
รูปที่ ก.3 ด้านข้างของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์	86
รูปที่ ก.4 ด้านหลังของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์	86
รูปที่ ก.5 แผ่นวงจรของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์	87
รูปที่ ก.6 บอร์ดควบคุมการทำงาน	87
รูปที่ ก.7 การติดตั้งภายในของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์	88
รูปที่ ก.8 เครื่องจ่ายไฟที่ใช้ภายในอาคาร	88
รูปที่ ก.9 เครื่องจ่ายไฟที่ใช้ภายนอกอาคาร	89
รูปที่ ก.10 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์	89
รูปที่ ข.1 วงจรเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์	91
รูปที่ ข.2 วงจรโทรศัพท์	92
รูปที่ ข.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	92
รูปที่ ข.4 วงจรตรวจสอบสถานะเครื่อง โทรศัพท์	93
รูปที่ ข.5 วงจรสแกนคีย์	94
รูปที่ ข.6 วงจรกำเนิดสัญญาณ	94
รูปที่ ข.7 วงจรรีเลย์	95
รูปที่ ข.8 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล	95
รูปที่ ข.9 ลายวงจรด้านบนของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์	96
รูปที่ ข.10 ลายวงจรด้านล่างของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์	97
รูปที่ ข.11 การวางอุปกรณ์ของวงจรเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์	98
รูปที่ ข.12 วงจรคีย์สวิตช์เมตริกซ์	99

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ข.13 ลายวงจรของคีย์สวิตช์เมตริกซ์	100
รูปที่ ข.14 การวางอุปกรณ์ของวงจรกิจ์สวิตช์เมตริกซ์	101
รูปที่ ค.1 ผังการทำงานโปรแกรมหลัก	103
รูปที่ ค.2 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยโทรศัพท์	104
รูปที่ ค.3 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยกดเลขหมายโทรศัพท์	105
รูปที่ ค.4 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยส่งเลขหมายโทรศัพท์	106
รูปที่ ค.5 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สาย	107
รูปที่ ค.6 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สายด้านชุมสาย	108
รูปที่ ค.7 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สาย RCU 1	109
รูปที่ ค.8 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สาย RCU 2	110
รูปที่ ค.9 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สาย RCU 3	111
รูปที่ ค.10 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สาย RCU 4	112
รูปที่ ค.11 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบสัญญาณเรียกด้าน RCU	113
รูปที่ ค.12 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยส่งเลขหมายด้าน RCU	114
รูปที่ ค.13 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยกดเลขหมายด้าน RCU	115
รูปที่ ค.14 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยส่งเลขหมายด้าน RCU	116
รูปที่ ค.15 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยทดสอบสัญญาณไอดีด้าน RCU	117
รูปที่ ค.16 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยเลือกตรวจสอบคู่สายด้าน SUB	118
รูปที่ ค.17 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ด้าน SUB	119
รูปที่ ค.18 ผังการทำงานโปรแกรมแสดงสถานะการยกหูของเครื่องโทรศัพท์ด้าน SUB	120
รูปที่ ค.19 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยติดต่อกับผู้เช่า	121
รูปที่ ค.20 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้เช่า	122
รูปที่ ค.21 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยเลือกบันทึกข้อมูลด้าน RCU หรือ SUB	123
รูปที่ ค.22 ผังการทำงานโปรแกรมเลือกอ่านข้อมูล หรือบันทึกข้อมูล	124
รูปที่ ค.23 ผังการทำงานโปรแกรมบันทึกเลขหมายโทรศัพท์	125
รูปที่ ค.24 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยบันทึกค่า LOC	126
รูปที่ ค.25 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยแสดงการบันทึกค่า LOC	127

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ค.26 ผังการทำงานโปรแกรมรับค่าเลขหมายโทรศัพท์	128
รูปที่ ค.27 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยบันทึก และแสดงหมายเลขโทรศัพท์	129
รูปที่ ค.28 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยดูหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำ ภายนอกด้าน RCU	130
รูปที่ ค.29 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยดูหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำ ภายนอกในด้าน SUB	131
รูปที่ ค.30 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยดูหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำ ภายนอกในส่วนของโทรศัพท์	132
รูปที่ ค.30 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมย่อยดูหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำ ภายนอกในส่วนของโทรศัพท์	133
รูปที่ ค. 30 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมย่อยดูหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำ ภายนอกในส่วนของโทรศัพท์	134
รูปที่ ค.31 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยเพิ่มตำแหน่ง LOC 1 ลำดับ	135
รูปที่ ค.32 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยลดตำแหน่ง LOC 1 ลำดับ	136
รูปที่ ค.33 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยเพิ่ม และลดตำแหน่ง DPTR 15 ตำแหน่ง	137
รูปที่ ค.34 ผังการทำงานโปรแกรมแปลงเลขฐานสิบ เป็นเลขฐานสิบหก	138
รูปที่ ค.35 ผังการทำงานโปรแกรมรับค่าการกดปุ่มของโทรศัพท์	139
รูปที่ ค.36 ผังการทำงานโปรแกรมเลือกปุ่มสัญญาณ	140
รูปที่ ค.37 ผังการทำงานโปรแกรมตรวจวัดสัญญาณ	141
รูปที่ ค.38 ผังการทำงานโปรแกรมสุ่มสัญญาณ และประมวลผล	142
รูปที่ ค.38 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมสุ่มสัญญาณ และประมวลผล	143
รูปที่ ค.39 ผังการทำงานโปรแกรมลบข้อมูลในหน่วยความจำของ RCU และ SUB	144
รูปที่ ค.40 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยลบข้อมูลในหน่วยความจำด้าน SUB	145
รูปที่ ค.41 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยลบข้อมูลในหน่วยความจำด้าน RCU	146
รูปที่ ค.42 โปรแกรมเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์	214
รูปที่ จ.1 หน้าจอแอลซีดีเมื่อทำการเปิดเครื่อง	221
รูปที่ จ.2 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป	222

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ จ.3 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดเลขหมายปลายทาง	222
รูปที่ จ.4 หน้าจอแอลซีดีที่รอรับการกดเลขหมายปลายทางใหม่	223
รูปที่ จ.5 หน้าจอแอลซีดีขณะทำการส่งเลขหมายปลายทาง	223
รูปที่ จ.6 หน้าจอแอลซีดีเมื่อส่งเลขหมายปลายทางครบ	223
รูปที่ จ.7 หน้าจอแอลซีดีเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า	223
รูปที่ จ.8 หน้าจอแอลซีดีเมื่อยกหูสนทนา	224
รูปที่ จ.9 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดปุ่ม “DATA” ขณะเป็นเครื่อง โทรศัพท์ทั่วไป	224
รูปที่ จ.10 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเข้าสู่การบันทึกเลขหมายโทรศัพท์	224
รูปที่ จ.11 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกตำแหน่ง Local ของโทรศัพท์	225
รูปที่ จ.12 หน้าจอแอลซีดีให้ใส่เลขหมายโทรศัพท์ที่จะทำการบันทึก	225
รูปที่ จ.13 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกเลขหมายโทรศัพท์	225
รูปที่ จ.14 หน้าจอแอลซีดีแสดงผลการบันทึกเลขหมายโทรศัพท์	225
รูปที่ จ.15 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเรียกดูเลขหมายโทรศัพท์ที่บันทึกไว้	226
รูปที่ จ.16 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลื่อนตำแหน่ง Local ขึ้น 1 ตำแหน่ง	226
รูปที่ จ.17 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์	227
รูปที่ จ.18 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสาย	227
รูปที่ จ.19 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกคู่สายที่จะทำการตรวจสอบทางด้านชุมสาย	227
รูปที่ จ.20 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดเลขหมายที่ใช้สอบถามเบอร์ทางชุมสาย	227
รูปที่ จ.21 หน้าจอแอลซีดีเมื่อรอรับการกดเลขหมายที่ใช้สอบถามเบอร์ทางชุมสายใหม่	228
รูปที่ จ.22 หน้าจอแอลซีดีขณะทำการส่งเลขหมายสอบถามเบอร์ทางชุมสาย	228
รูปที่ จ.23 หน้าจอแอลซีดีเมื่อส่งเลขหมายสอบถามเบอร์ทางชุมสายครบ	228
รูปที่ จ.24 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดปุ่ม “DATA” ขณะตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสาย	229
รูปที่ จ.25 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเข้าสู่การบันทึกเลขหมายทางด้านชุมสาย	229
รูปที่ จ.26 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกตำแหน่ง Local ทางด้านชุมสาย	229
รูปที่ จ.27 หน้าจอแอลซีดีให้ใส่เลขหมายทางด้านชุมสายที่จะทำการบันทึก	229
รูปที่ จ.28 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกเลขหมายทางด้านชุมสาย	230
รูปที่ จ.29 หน้าจอแอลซีดีแสดงผลการบันทึกเลขหมายทางด้านชุมสาย	230

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ จ.30 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกตรวจสอบคู่สายทางด้านผู้เช่า	230
รูปที่ จ.31 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกคู่สายทางด้านผู้เช่า	231
รูปที่ จ.32 หน้าจอแอลซีดีเมื่อคู่สายทางด้านผู้เช่ามีการยกหูอยู่	231
รูปที่ จ.33 หน้าจอแอลซีดีเมื่อส่งสัญญาณเรียกไปยังบ้านผู้เช่า	231
รูปที่ จ.34 หน้าจอแอลซีดีเมื่อผู้เช่ายกหูสนทนา	231
รูปที่ จ.35 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดปุ่ม “DATA” ขณะตรวจสอบคู่สายทางด้านผู้เช่า	232
รูปที่ จ.36 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเข้าสู่การบันทึกเลขหมายทางด้านผู้เช่า	232
รูปที่ จ.37 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกตำแหน่ง Local ทางด้านชุมสาย	232
รูปที่ จ.38 หน้าจอแอลซีดีให้เลขหมายทางด้านผู้เช่าที่จะทำการบันทึก	233
รูปที่ จ.39 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกเลขหมายทางด้านผู้เช่า	233
รูปที่ จ.40 หน้าจอแอลซีดีแสดงผลการบันทึกเลขหมายทางด้านผู้เช่า	233
รูปที่ จ.41 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องวัดสัญญาณ โทรศัพท์	234
รูปที่ จ.42 หน้าจอแอลซีดีขณะเครื่องกำลังประมวลผล	234
รูปที่ จ.43 หน้าจอแอลซีดีแสดงค่าการวัดคุณภาพสัญญาณ	235
รูปที่ จ.44 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดปุ่ม “DATA” จากหน้าจอหลัก	235
รูปที่ จ.45 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกคูเลขหมายที่บันทึกไว้ทางชุมสาย	236
รูปที่ จ.46 หน้าจอแอลซีดีแสดงผลเลขหมายที่บันทึกไว้ทางด้านชุมสาย	236
รูปที่ จ.47 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลื่อนตำแหน่ง Local ขึ้น 1 ตำแหน่ง	236
รูปที่ จ.48 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกคูเลขหมายที่บันทึกไว้ทางผู้เช่า	236
รูปที่ จ.49 หน้าจอแอลซีดีแสดงผลเลขหมายบันทึกไว้ทางด้านผู้เช่า	237
รูปที่ จ.50 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลื่อนตำแหน่ง Local ขึ้น 1 ตำแหน่ง	237
รูปที่ จ.51 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเข้าสู่การลบเลขหมายที่บันทึกในหน่วยความจำ	237
รูปที่ จ.52 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกเลขหมายที่บันทึกด้าน RCU	237
รูปที่ จ.53 หน้าจอแอลซีดียืนยันการลบเลขหมายที่บันทึกด้าน RCU	238
รูปที่ จ.54 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกเลขหมายที่บันทึกด้าน SUB	238
รูปที่ จ.55 หน้าจอแอลซีดียืนยันการลบเลขหมายที่บันทึกด้าน SUB	238
รูปที่ จ.56 พอร์ตจ่ายไฟ	239

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป

รูปที่ จ.57 หน้าจอแอลซีดีเมื่อทำการทดสอบสัญญาณไดอัล

หน้า

240



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญญาประดิษฐ์

ปัจจุบันขั้นตอนในการตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ และการตรวจสอบระบบข่ายสายโทรศัพท์ยังคงมีความซับซ้อนและมีความยุ่งยากในการทำงานเช่นการที่คู่สายขาดจำนวนหลายคู่สาย ต้องนำเอาอุปกรณ์การตรวจสอบคู่สายขาด ซึ่งมี 2 ส่วนประกอบเข้าด้วยกัน และสามารถทำการตรวจสอบได้ครั้งละหนึ่งคู่สาย และต้องทำการตรวจสอบที่ปลายสายทั้งสองข้างจึงจะทราบผลที่ต้องการ แต่ถ้ามีเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์นี้จะใช้เครื่องมือชิ้นเดียวในการตรวจสอบได้ครั้งละ 8 คู่สาย โดยแบ่งเป็นสองส่วนคือ ทางชุมสาย 4 คู่สาย และทางด้านผู้เช่า 4 คู่สายโดยทำการตรวจสอบที่จุดเดียวก็สามารถทราบผลได้ทันที และมีความรวดเร็วในการทำงาน อีกทั้งยังเป็นการประหยัดเวลาและกำลังคนในการทำงาน อีกทั้งยังง่ายต่อการทำงานซึ่งตัวจะมีปากพูดหูฟัง (Handset) ในตัวเพื่อสามารถตรวจสอบได้ทันที

การตรวจสอบคุณภาพของคู่สายที่จะนำมาใช้งานนั้นมีความจำเป็นมาก เนื่องจากการสื่อสารในปัจจุบันต้องการข่ายสายที่มีคุณภาพสูง จึงจะสามารถที่จะใช้งานกับอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีขั้นสูงในการสื่อสาร แต่ในการตรวจสอบคุณภาพของคู่สายใช้เพียงเครื่องโทรศัพท์เพียงเครื่องเดียวในการตรวจสอบ เพราะในการตรวจสอบคุณภาพสายนั้นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงและมีผู้ที่จะผลิตเครื่องมือในการตรวจสอบคุณภาพสายนั้นมีน้อยทางกลุ่มจึงได้สร้างเครื่องมือชนิดนี้ขึ้นมาเพื่อรองรับการทำงานในส่วนนี้

สรุปได้ว่าเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์ได้รวมเอาอุปกรณ์ 3 ชนิดเข้ามาไว้ในเครื่องเดียว คือเป็นปากพูดหูฟัง เครื่องตรวจหาคู่สายขาด และเครื่องตรวจสอบคุณภาพสาย เพื่อเป็นการรองรับการทำงานในการตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ในงานซ่อมข่ายสายโทรศัพท์

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีขีดความสามารถดังต่อไปนี้

- 1) สามารถตรวจซ่อมคู่สายโทรศัพท์ได้ครั้งละ 4 คู่สาย
- 2) สามารถบันทึกข้อมูลการตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ได้ 50 เลขหมาย
- 3) สามารถทำหน้าที่เป็นชุมสายโทรศัพท์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) สามารถตรวจวัดคุณภาพของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to noise) ในคู่สายโทรศัพท์
- 4) สามารถวัดสัญญาณในคู่สายโทรศัพท์แสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ได้
- 5) สามารถนำเครื่องตรวจสอบคู่สาย ไปทดสอบเครื่องโทรศัพท์ได้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้จะแบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกในการศึกษา และทำความเข้าใจ โดยแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ จิตความสามารถ วัดอุปสงค์ข้อบเขตและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์ ระบบโทรศัพท์ ความถี่คู่ คุณสมบัติของสายที่ใช้งานในข่ายสายโทรศัพท์ การแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล จอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน เป็นเนื้อหาโดยละเอียด ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบวงจรในส่วนต่างๆ ตลอดไปจนถึงการนำวงจรในส่วนต่างๆ มาประกอบกันเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง แบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วนคือ การทดลองการทำงานของวงจร และการทดลองการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา ประกอบด้วยขั้นการสรุปผล ในการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้น และได้เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งแนวทางการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก	เครื่องต้นแบบ
ภาคผนวก ข	วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์
ภาคผนวก ค	ผังการทำงานและโปรแกรม
ภาคผนวก ง	รายละเอียดของอุปกรณ์
ภาคผนวก จ	คู่มือประกอบการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาภายในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎี ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์ คุณสมบัติของสายที่ใช้ ในข่ายสายโทรศัพท์ โทรศัพท์แบบความถี่คู่ วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ข้อมูลของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF) ไอซีเบอร์ TP5088 ไอซีเบอร์ MC34017 ไอซีเบอร์ 74L923 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 และจอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD)

2.2 หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ปลายทางอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เช่า โดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งไปในสาย หรือในทำนองกลับกัน จะทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าตามสายกลับมาเป็นสัญญาณเสียง นอกจากนี้เครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ต่อไปนี้

- 1) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น
- 2) ทำการส่งสัญญาณรหัสที่ใช้แทนเลขหมายของผู้ถูกเรียก
- 3) ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงที่ตอบรับจากชุมสายโทรศัพท์ ตลอดจนรับสัญญาณเรียก
- 4) ส่งสัญญาณยกเลิกการใช้งานไปยังชุมสายโทรศัพท์

2.2.1 หลักการของเครื่องโทรศัพท์

โทรศัพท์ที่เราใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันนั้น อาศัยสัญญาณหลายอย่างสำหรับใช้ในการติดต่อสื่อสาร และในการทดสอบเราก็จำเป็นต้องมีสัญญาณเหล่านี้

ปกติในขณะที่เครื่องโทรศัพท์วางหู จะมีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมคู่สายประมาณ 48 โวลต์ เมื่อยกหูขึ้นแรงดัน 48 โวลต์ ลดลงเหลือประมาณ 5 ถึง 10 โวลต์ และโทรศัพท์จะมีอิมพีแดนซ์ประมาณ 600 โอห์ม ถ้าเราหมุนหมายเลขแรงดันตกลงมาเหลือ 0 โวลต์ชั่วขณะ ซึ่งเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาขณะวางหูก็จะมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับประมาณ 90 ถึง 150 โวลต์ ที่ความถี่ประมาณ 20 ถึง 60 เฮิร์ตซ์ ส่งมาในคู่สายโทรศัพท์ทำให้กระดิ่งที่เครื่องรับปลายทางดัง และจะหยุด

เมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์

วงจรเครื่องรับโทรศัพท์สามารถแยกออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1) **วงจรกระดิ่ง** ทำหน้าที่เรียกเป็นเสียงกระดิ่งทุกครั้งที่มีการเรียกเข้ามาทำให้ผู้รับทราบ วงจรกระดิ่งอาจใช้กระดิ่ง หรือไอซีริงโทนก็ได้ หากใช้กระดิ่งเมื่อเวลาที่มีการเรียกเข้ามา ทำให้มีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับประมาณ 105 โวลต์ เข้ามายังขดลวดโซลินอยด์ ทำให้โซลินอยด์มีอำนาจแม่เหล็กเกิดขึ้นเหมือนกระดิ่งทั่วไป หากเป็นระบบไอซีจะมีการนำเอาพัลส์ดังกล่าว เข้าสู่ระบบเรกติไฟร์ เพื่อจ่ายให้กับหน่วยผลิตความถี่ และส่งความถี่ออกดำ โทง

2) **วงจรปากพูด หูฟัง** ทำหน้าที่เสมือนวงจรเครื่องรับและเครื่องส่งเพียงแต่ว่าเครื่องรับและเครื่องส่งของระบบจริงๆ นั้น การเรียกจากฝ่ายหนึ่งไปยังอีกฝ่ายหนึ่ง สัญญาณเรียกจะถูกส่งผ่านระบบชุมสาย และจากชุมสายมีการแยกด้วยระบบมัลติเพล็กซ์ เพื่อแยกคู่สายไปยังหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการติดต่อสายออกไปแทนแรงดันมากกว่า 100 โวลต์ เครื่องรับที่ออกแบบอย่างถูกต้องจะมีกระแสไหลในวงจร ด้วยระบบรักษาระดับกระแสคงที่ไว้ที่ 23 มิลลิแอมป์ส่งผลให้แรงดันไฟในคู่สายโทรศัพท์ตกลงมาเหลือประมาณ 6 ถึง 9 โวลต์ หากไม่ยกหูโทรศัพท์ระดับแรงดันจากชุมสายโทรศัพท์ที่มายังคู่สายวัดแรงดันได้ 48 โวลต์

3) **วงจรเข้ารหัสตัวเลขชนิดปุ่มกด** เมื่อต้องการเรียกคู่สนทนาต้องยกหูโทรศัพท์ แล้วกดหมายเลขที่ต้องการจากปุ่มโทรศัพท์ วงจรเข้ารหัสจะเปลี่ยนหมายเลขให้เป็นข้อมูลความถี่คู่ และส่งออกเป็นความถี่ 2 ความถี่ (สูง และต่ำ) ไปยังระบบชุมสาย แล้วชุมสายจะส่งข้อมูลไปตามเครือข่ายต่อไป

2.2.3 สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เช่าและชุมสาย

1) สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่าไปยังชุมสาย

1.1) On Hook หมายถึง สภาวะที่เครื่องโทรศัพท์วางหู ลักษณะของวงจรเป็นเสมือนวงจรเปิด จะมีความต้านทานสูง

1.2) Off Hook หมายถึง สภาวะที่เครื่องโทรศัพท์ยกหู ลักษณะของวงจรเป็นเสมือนวงจรปิดที่มี จะมีความต้านทานต่ำ

1.3) Dialing หมายถึง ผู้เช่ากำลังหมุนเลขหมาย

2) สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

2.1) สัญญาณได้อัด (Dial Tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่า ขณะนี้อุปกรณ์ที่ชุมสายพร้อมที่จะรับรหัสการหมุนเลขหมายจากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายได้ โดยสัญญาณให้หมุนนี้เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 เฮิรตซ์ ถูกมอดูเลตด้วยความถี่ 50 เฮิรตซ์ ผู้เช่าจะได้ยินเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณที่ส่งมาให้ทราบว่ามีอุปกรณ์ไม่ว่าง เช่น ผู้เช่ายกหูแล้วจะได้ยินเสียงนี้แทนที่จะได้ยินสัญญาณไควด แสดงว่าอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้าได้ยินเสียงนี้ หลังจากหมุนเลขหมายไปแล้ว แสดงว่าผู้เช่าเป็นฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง หรืออุปกรณ์ที่ต่อไปชุมสายอื่นไม่ว่าง ในกรณีที่ผู้ถูกเรียกอยู่ต่างชุมสาย สัญญาณที่ส่งเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วงๆ คือส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที ที่ความถี่ของสัญญาณไซน์ 425 เฮิร์ตซ์ ภายในระยะเวลา 45 วินาที แล้วเกิดสภาวะ Line Lock-out

2.3) สัญญาณเรียก (Ringing Tone) เป็นสัญญาณที่ส่งไปยังผู้เช่า ซึ่งผู้เช่าจะได้ยินเสียงกระดิ่ง หรือโทนขึ้นอยู่กับวงจรที่ใช้เป็นสัญญาณไซน์ 25 เฮิร์ตซ์ ค่าแรงดัน 70-90 Vrms. ช่วงการส่ง คือส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที เป็นระยะเวลายาวนานทั้งสิ้น 70-90 วินาที

2.4) สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back) เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินจากการหมุนเลขหมายครบแล้วเพื่อบอกให้ทราบว่า ขณะนี้ชุมสายได้ส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้เรียก โดยใช้ส่งเป็นสัญญาณไซน์ ที่ความถี่ 425 เฮิร์ตซ์ โดยส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

2.2.4 การสนทนา

เมื่อปลายทางหรือผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้น การทำงานในส่วนการควบคุมของชุมสายโทรศัพท์ก็จะหยุดทำงาน เพื่อที่จะรอทำงานให้กับผู้อื่นที่เรียกเข้ามา แต่หน้าที่อีกของชุมสายในตอนนี้เป็น การทำงานของมิเตอร์สำหรับเรียกเก็บค่าบริการในภายหลัง

ในระหว่างที่ทำการสนทนาอยู่เครื่องโทรศัพท์ก็จะทำงานทั้ง 2 โหมดไปพร้อมๆ กัน คือแปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง (Acoustic Energy) ซึ่งจะเรียกว่า โหมดรับสัญญาณ (Receiver Mode) และในทางกลับกันโหมดที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าจะเรียกว่า โหมดส่งสัญญาณ (Transmitter Mode) ในโหมดนี้เองที่มีเรื่องของ การป้อนกลับของสัญญาณเข้ามาเกี่ยวข้อง นั่นคือ การที่ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงของตนเองจากหูฟังด้วย เรียกเสียงนี้ว่า “ไซด์โทน” (Side Tone) ซึ่งจำเป็นอย่างมากที่จะต้องป้อนกลับมาก็จะสามารถรู้ได้เลยว่าควรพูดให้มีเสียงดังระดับใดจึงจะพอเหมาะที่คู่สนทนาได้ยินเสียงพูดของผู้เรียกอย่างชัดเจน

เมื่อสิ้นสุดการสนทนาทั้ง 2 ฝ่ายวางหูโทรศัพท์ลง จากนั้นสัญญาณจากสวิตซ์ก็จะบอกให้ชุมสายทำการเปิดวงจรที่ทำการติดต่ออยู่ ออก อุปกรณ์ต่างๆ ก็จะว่างและพร้อมสำหรับการติดต่อครั้งต่อไป ระบบการส่งสัญญาณในสายส่งสัญญาณที่จะปรากฏในสายส่ง สามารถแยกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ได้คือ สัญญาณเสียงที่พูดคุยกัน และสัญญาณที่ใช้ควบคุมระบบสวิตซ์ ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียก รวมทั้งสัญญาณเรียกกลับ สัญญาณบอกไม่ว่าง สัญญาณควบคุมนี้อาจเป็นสัญญาณแอนะล็อก หรือสัญญาณดิจิทัลก็ได้ เพราะว่าเครื่องรับโทรศัพท์แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

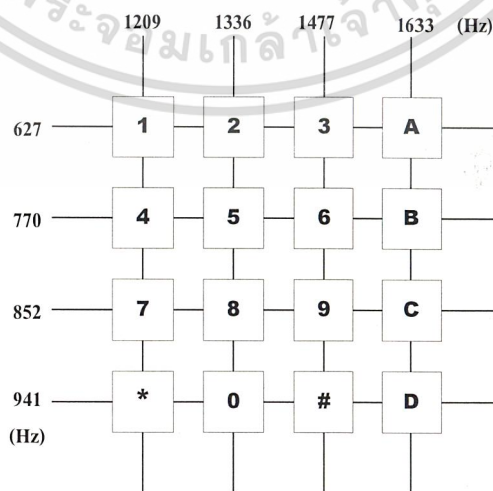
หมุนกับแบบกดปุ่มมีการส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่ต่างกัน ดังนั้นในการส่งสัญญาณออกไปในสายส่ง บางครั้งอาจมีการส่งทั้งสัญญาณดิจิทัล และสัญญาณแอนะล็อกไปพร้อมๆ กันก็ได้

2.3 โทรศัพท์แบบความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency: DTMF)

การหมุนเลขหมายของโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบพัลส์และแบบ โทน หรือแบบดีทีเอ็มเอฟ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะแบบโทนเท่านั้น โทรศัพท์แบบโทนเป็นแบบที่ กำหนดสัญญาณเสียง 2 โทนเสียง โดยความถี่จะแยกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มความถี่สูงกับ กลุ่มความถี่ต่ำ ได้แก่ ความถี่ 627 เฮิรตซ์ 770 เฮิรตซ์ 852 เฮิรตซ์ และ 941 เฮิรตซ์ ส่วนกลุ่มความถี่ สูง ได้แก่ความถี่ 1,209 เฮิรตซ์ 1,336 เฮิรตซ์ 1,477 เฮิรตซ์ และ 1,633 เฮิรตซ์ โดยใช้ระบบคีย์แบบ เอ็กซ์ วาย (X-Y Matrix) แบ่งออกเป็นกลุ่มความถี่ทางแนวตั้งกับกลุ่มความถี่ทางแนวนอน โดยให้ ความถี่แนวนอนเป็นกลุ่มของความถี่ต่ำ และความถี่ทางแนวตั้งเป็นกลุ่มความถี่สูง

2.3.1 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบโทน

- 1) สามารถใช้ไอซีสำเร็จรูปทำให้มีขนาดเล็กลง
- 2) สามารถนำไปเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในชุมสายโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 3) ลดจำนวนอุปกรณ์ในการกำหนดเลขหมาย ทำให้ชุมสายมีขนาดเล็กลง
- 4) ลดระยะเวลาในการส่งเลขหมายโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์
- 5) สามารถนำไปใช้กับระบบอัตโนมัติต่างๆ ได้กว้างขวางขึ้น เช่น ระบบต่อเลขหมาย ภายในอัตโนมัติ ชุดตอบรับ และการโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ เป็นต้น



รูปที่ 2.1 ความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ดูได้แต่ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ข้อควรคำนึงในการเชื่อมต่อระบบ สัญญาณความถี่คู่กับสายส่งสัญญาณ

1) ระดับแรงดัน และกระแสจะต้องรักษาให้คงที่ตลอดระยะเวลาของสายส่งสัญญาณ
 2) ความถี่ที่ถูกผลิตขึ้นจะต้องไม่มีความผิดเพี้ยนทั้งคาบ และขนาดของสัญญาณ จะต้องเหมาะสมกับสภาพของคู่สาย

3) วงจรออสซิลเลเตอร์จะต้องมีอิมพีแดนซ์ที่สมดุล กับสายส่งสัญญาณจากที่สรุปข้างบน จะมีพารามิเตอร์ที่ต้องคำนึงถึง ดังต่อไปนี้

1) ความผิดเพี้ยนของสัญญาณ

สำหรับข้อกำหนดของตัวผิดเพี้ยนของสัญญาณ มีดังต่อไปนี้
 สัญญาณอื่นที่แทรกสอดเข้ามาในสายส่งสัญญาณรวมกันแล้ว จะต้องน้อยกว่าระดับของสัญญาณที่ส่งออกไปจริงอย่างน้อย 20 เดซิเบล

สำหรับสัญญาณที่แทรกสอดเข้ามาจะต้องมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- 1) ต้องมีค่าไม่มากกว่า-33 เดซิเบล ในช่วง 300 ถึง 3,400 เฮิรตซ์
- 2) ที่มีความถี่สูงกว่า 3,400 เฮิรตซ์ สัญญาณแทรกสอดจะต้องลดลง 12 เดซิเบลต่อออกเตฟ ไปจนถึงความถี่ 50 กิโลเฮิรตซ์
- 3) ต้องมีระดับสัญญาณไม่มากกว่า-80 เดซิเบล ที่มีความถี่สูงกว่า 50 กิโลเฮิรตซ์

2) ไคนามิกอิมพีแดนซ์

วงจรกำเนิดความถี่สำหรับระบบสัญญาณความถี่คู่ จะต้องมีอิมพีแดนซ์อย่างน้อย 90 โอห์ม ขณะที่ทำการผลิตความถี่ออกมา และต้องมีอิมพีแดนซ์ให้ต่ำที่สุดขณะที่ไม่ผลิตสัญญาณ

3) ความสูญเสียที่เกิดจากการสะท้อนกลับของสัญญาณ (Return Loss)

เป็นพารามิเตอร์อีกตัวหนึ่งที่ควบคุม โดยกำหนดค่าความสูญเสียในการสะท้อนกลับของสัญญาณหรือ RL ด้วยสมการที่ 2.1

$$RL = 20 \log \left[\frac{Z_l + Z_g}{Z_l - Z_g} \right] \quad (2.1)$$

โดยที่ Z_l คือ อิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณ

Z_g คือ อิมพีแดนซ์ของเครื่องโทรศัพท์

ค่ามาตรฐานสำหรับ RL ต้องมากกว่า 14 เดซิเบล ในช่วงความถี่ระหว่าง 300 ถึง 3,400 เฮิรตซ์ และมากกว่า 10 เดซิเบล ในช่วงความถี่ 50 ถึง 300 เฮิรตซ์ และ 3,400 ถึง 20,000 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบสัญญาณความถี่คู่

สามารถสรุปข้อดีของสัญญาณความถี่คู่ได้คือ

- 1) ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- 2) สามารถใช้วงจรที่ใช้อุปกรณ์โซลิตสเตรตในรูปแบบของไอซี ทำให้เกิดความสะดวก
- 3) ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ในชุมสาย ทำให้ชุมสายมีขนาดเล็กลง
- 4) สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายอย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) ใช้กับระบบต่างๆ ได้กว้างมากขึ้น และใช้กับระบบอัตโนมัติต่างๆ ทำให้สามารถใช้

อุปกรณ์แทนกันได้

2.3.4 การเข้ารหัสความถี่โทรศัพท์

ในการส่งสัญญาณแบบความถี่คู่ด้วยการใช้ไอซีสำเร็จรูปในปัจจุบันมีความเหมาะสมมากกว่าการนำอุปกรณ์มาต่อกันเพื่อผลิตสัญญาณที่มีความถี่ต่างๆ กันเพื่อแทนรหัสหมายเลขของ ผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย หลักการทำงานของไอซี คือ การนำความถี่ซึ่งมีค่าแตกต่างกัน 2 ความถี่ ซึ่งจะเกิดจากการเข้ารหัสของปุ่มกดหมายเลขให้เป็นสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการถอดรหัสได้ใน แนวนอน และแนวตั้ง จากนั้นนำสัญญาณทั้ง 2 มาอนุพัทธ์กันแล้วจึงจะส่งไปยังชุมสายต่อไป

2.4 คุณสมบัติของสายที่ใช้งานในข่ายสายโทรศัพท์

สายที่ผ่านการผลิตขึ้นมานั้นผู้ผลิตจะทำการทดสอบคุณภาพของสายก่อนส่งให้กับลูกค้า โดยมีรายละเอียดการทดสอบดังนี้

2.4.1 ความจุเสมือนและการเหนี่ยวนำ

ค่าความจุของคู่สายในสายเคเบิลเฉลี่ยแล้วจะไม่เกิน $0.052 \pm 0.002 \mu\text{F}/\text{km}$ สำหรับเคเบิล ขนาด 25 คู่สายหรือมากกว่า และ $0.052 \pm 0.004 \mu\text{F}/\text{Km}$ สำหรับเคเบิลที่น้อย 25 คู่สาย เมื่อทำการทดสอบที่ความถี่ 1000 ± 100 เฮิรตซ์ และที่อุณหภูมิที่ 25 ± 30 องศาเซลเซียส

2.4.2 ค่าความจุเสมือน

คือผลของค่าความจุที่ไ้ระหว่าง 2 คู่สาย การวัดค่าความจุจะต้องทำการแยกวัดในแต่ละคู่สายหรือหาค่าเฉลี่ยของค่าความจุที่แยกวัดแต่ละคู่สายในเคเบิลแต่ละกลุ่ม และควรที่จะได้มาจากการวัดในทุกคู่สายในกลุ่มเดียวกัน และวัดในสถานะเดียวกัน

2.4.3 ค่าความต้านทานเฉลี่ย (RMS)

ภายในสายเคเบิลที่มีมากกว่า 6 คู่สาย ค่าความต้านทานเฉลี่ยที่มีความคลาดเคลื่อนของค่าเอกสารที่ความจุกจากคู่สายจะต้องมีค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความจุภายในสายต้องไม่เกิน 3% โยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ค่าการนำไฟฟ้า

การนำไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับความยาวและเกณฑ์มาตรฐานจากสายไม่มากกว่า 2 Micromhos/Km เมื่อทดสอบความถี่ 1000 ±100 เฮิรตซ์ และที่อุณหภูมิที่ 25 ±30 องศาเซลเซียส

2.4.5 ความไม่เท่ากันของค่าความต้านทานในคู่สายเทียบกับคู่สาย

ค่าความต้านทานเฉลี่ยในคู่สาย การไม่เท่ากันของค่าความต้านทานด้านจะยอมรับได้ในจะต้องมีค่าไม่มากกว่า 45dB ในเคเบิล 25 คู่สาย เมื่อทำการทดสอบที่ความถี่ 1000±100 เฮิรตซ์ และที่อุณหภูมิ 25 ±30 องศาเซลเซียส ในเคเบิล 25 คู่สาย และในกลุ่มจากเคเบิลหลายกลุ่ม

ระหว่างคู่สายติดกันในชั้นเดียวกัน ระหว่างคู่สายหน้าตัดเท่ากันหรือเล็กกว่า และระหว่างคู่สายติดกันในชั้นเดียวกันเมื่อคู่สายมีขนาดหน้าตัดที่เล็กกว่า จากความยาวสายเคเบิลที่มีมากกว่า 1000 ฟุต หรือ 100 เมตร ค่าความไม่เท่ากัน คือ การเปลี่ยนแปลงที่ 1000 ฟุตหรือ 100 เมตร โดยแบ่งจากความไม่เท่ากันจากความยาวสายแต่ละค่า โดยค่ารากที่สองจากอัตราส่วนของความยาวสายถึง 1000

2.4.6 ค่าไม่เท่ากันของค่าความต้านทานในคู่สายเทียบกราวด์

ค่าความไม่เท่ากันของค่าความต้านทานในคู่สายเทียบกราวด์ของเคเบิลแต่ละเส้น จะเป็นที่ยอมรับได้ต้องมีค่าไม่มากกว่า 574 เดซิเบล ในเคเบิล 175 คู่สาย เมื่อทำการวัดค่าความไม่เท่ากันของความต้านทานระหว่างคู่สายเทียบกราวด์ในทุกคู่สายจากการทดสอบคู่สายระหว่างกราวด์กับชิลยกรเว้นเมื่อหาค่าความจุของเคเบิลเส้นใหญ่ในอีกค่าหนึ่งคู่สายทั้งหมดจะมีค่าเหมือนกันค่าจากกราวด์ถึงชิลในเคเบิลเส้นใหญ่ การไม่เท่ากันของค่าความจุระหว่างคู่สายกับกราวด์จะสันนิฐานจากค่าการแปรผันโดยตรงด้วยความยาวของเคเบิล

2.4.7 การรบกวนข้ามช่อง

ค่าความต้านทานเฉลี่ยที่ปลายสายถึงปลายสายการรบกวนข้ามช่องในแต่ละค่าจะเป็นที่ยอมรับที่การทดสอบที่ความถี่ 150 กิโลเฮิรตซ์ โดยต้องมีค่าไม่น้อยไปกว่า 67.8 dB/Km ค่าความต้านทานเฉลี่ยจะคำนวณจากค่ามาตรฐานของแต่ละคู่สายหลายคู่สายมารวมกัน โดยต้องเป็นคู่สายที่อยู่ในชั้นเดียวกันหรือจุดกึ่งกลางของเคเบิลรวมกัน การรวมกันของเคเบิลและการรบกวนระหว่างคู่สายต้องไม่ต่ำกว่า 57.8 dB/Km ที่ 150 กิโลเฮิรตซ์ ค่าเฉลี่ยสูงสุดของการรบกวนข้ามช่องจะตรงกันกับค่าเฉลี่ยสูงสุดของค่าอัตราส่วน 1:4 ของการรบกวนข้ามช่องของแรงดัน การรบกวนข้ามช่องในสายระยะไกลวัดจากสายภายในแต่ละกลุ่มเป็นที่ยอมในการทดสอบเคเบิลที่ความถี่ 772 กิโลเฮิรตซ์ โดยต้องไม่ต่ำกว่าค่าในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ค่าการรบกวนข้ามช่องในสายระยะใกล้

ขนาดของเคเบิล	ค่าการรบกวนข้ามช่อง
เคเบิลขนาด 13 คู่สายหรือต่ำกว่า	56 dB
เคเบิลขนาด 18 คู่สายหรือ 25 คู่สาย	60 dB
เคเบิลที่ติดกับเคเบิล 13 คู่สาย	65 dB
เคเบิลที่ติดกับเคเบิล 25 คู่สาย	66 dB
เคเบิลทุกขนาดที่ไม่ติดกับเคเบิลอื่น	81 dB

2.4.8 การลดทอน

ค่าการลดทอนจากข้อมูลในตารางที่ 2.2 คือข้อมูลทางวิศวกรรมและเป็นความรู้พื้นฐานของเคเบิล และเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญในการสร้างเคเบิล ซึ่งเป็นความต้องการในอนาคตอันใกล้

ตารางที่ 2.2 ค่าการลดทอนในสายโทรศัพท์

การลดทอนในสายต่อกิโลเมตรที่ 20° C			
ขนาดของตัวนำ	1 กิโลเฮิร์ตซ์	150 กิโลเฮิร์ตซ์	772 กิโลเฮิร์ตซ์
0.4 mm. Gauge	1.80 dB	11.35 dB	22.83 dB
0.5 mm. Gauge	1.43 dB	8.31 dB	18.52 dB
0.65 mm. Gauge	1.11 dB	6.20 dB	14.63 dB
0.9 mm. Gauge	0.77 dB	4.40 dB	10.40 dB

2.5 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

ในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างระบบแอนะล็อกและระบบดิจิทัลนั้น เป็นไปไม่ได้เลยที่จะให้สัญญาณแอนะล็อกเข้ามาทำงานในระบบดิจิทัล ดังนั้นจึงต้องมีการแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล ส่วนที่ทำหน้าที่ดังกล่าวนี้เราเรียกว่า “วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล” สำหรับดิจิทัลออสซิลโลสโคปแล้วจะมีวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลที่เข้ามาทำหน้าที่เกี่ยวกับกลุ่มสัญญาณที่ได้จากการควอนไทซ์อยู่ 4 แบบด้วยกันคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบใช้วงจรเปรียบเทียบ

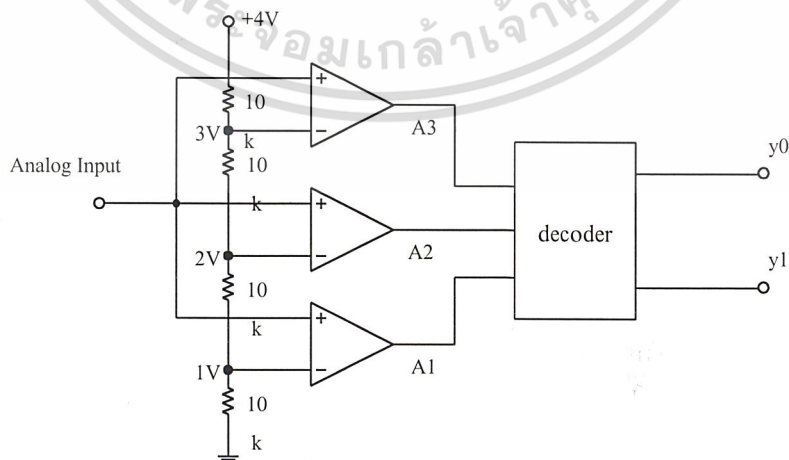
สำหรับการแปลงสัญญาณที่ต้องการความเร็วสูงมากๆ เช่น การแปลงสัญญาณภาพ โทรทัศน์ เรดาร์ จำเป็นต้องใช้วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบพิเศษ ที่เรียกว่า Flash ADC ดังแสดงในรูปที่ 2.2

วงจรแบบนี้เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากมีความเร็วในการทำงานสูงมาก จะเห็นว่าการทำงานแบบนี้ประกอบด้วยตัวต้านทานต่อเป็นตัวแบ่งแรงดัน มีออปแอมป์ต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบ และมีวงจรถอดรหัส ซึ่งเป็นตัวกำหนดจำนวนของตัวเลขฐานสองที่จะใช้เป็นเอาต์พุตออกมาเพียง 4 บิต เท่านั้น

สำหรับสัญญาณที่ใช้ในวงจรนี้จะมีสัญญาณอินพุตที่จะเข้ามาเปรียบเทียบกับระดับแรงดันอ้างอิงหรือระดับแรงดันไบแอส ซึ่งได้มาจากแรงดันคกคร่อมตัวต้านทาน และจะถูกนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของวงจรเปรียบเทียบ เพื่อการเปรียบเทียบกับสัญญาณที่เข้ามา

เมื่อแรงดันอินพุตเข้ามา มีขนาดใหญ่มากกว่าระดับแรงดันอ้างอิง เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบ ก็จะมีค่าสูง และหากแรงดันอินพุตที่เข้ามามีค่าต่ำกว่าระดับแรงดันอ้างอิง เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบก็จะมีค่าต่ำ แรงดันเอาต์พุตที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบ ซึ่งจะมีระดับแรงดันแตกต่างกันก็จะเข้าสู่การถอดรหัสเพื่อจะได้เอาต์พุตออกมาเป็นเลขฐานสอง

ในการทำงานของระบบนี้จะมีการทำงานด้วยความเร็วสูงมาก และจะให้เอาต์พุตเลขฐานสองออกมาอย่างสม่ำเสมอด้วย แต่วงจรแปลงสัญญาณชนิดนี้มีความบกพร่องคือ ประสิทธิภาพด้านความละเอียดจะลดลงทันทีเมื่อการสุ่มตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 2.2 การต่อวงจร Parallel comparator A/D converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานคือ ใช้คอมพิวเตอร์ทำการเปรียบเทียบสัญญาณแอนะล็อกอินพุตกับแรงดันอ้างอิงที่แบ่งแรงดันให้สอดคล้องกับรหัสดิจิทัล โดยใช้ตัวต้านทานและแปลงเอาต์พุตจากคอมพิวเตอร์ให้ตรงกับรหัสดิจิทัล ซึ่งจะเห็นว่าอุปสรรคทางด้านความเร็วถูกจำกัดเพียง Propagation Time ของคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่อุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนาวงจรบนไอซีคือ วงจรนี้ต้องการคอมพิวเตอร์ จำนวน $2^n - 1$ ตัวซึ่งเป็นจำนวนที่มากพอสมควร

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันอินพุตที่เป็นแอนะล็อกกับเอาต์พุตที่เป็นดิจิทัล

แรงดันอินพุต (โวลต์)	เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบ			เอาต์พุตเลขฐานสอง	
	A1	A2	A3	D1	D2
0-1	0	0	0	0	03
1-2	1	0	0	0	1
2-3	1	0	1	1	0
3-4	1	1	1	1	1

2.5.2 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบประมาณค่า

เป็นการประมาณค่าอย่างต่อเนื่อง โดยการเปรียบเทียบแรงดันอินพุตกับเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล จากนั้นจะมีการเลือกตำแหน่งที่จะนำมาใช้เป็นบิตสูงสุด (MSB) สำหรับเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล และในการทำงานของคอนเวอร์เตอร์แบบนี้ จะมีลำดับขั้นตอนในการทำงานแต่ละขั้นตอนโดยใช้เวลาที่คงที่ จากผลดังกล่าวจะมีผลกระทบถึงความละเอียดและความเร็วของวงจร ซึ่งหากสัญญาณมีรายละเอียดมากๆ แล้วการแปลงสัญญาณก็จะต้องใช้เวลามากพอสมควร

2.5.3 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบ CCD

CCD สามารถตอบสนองการทำงานเมื่อมีค่าที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างที่เร็วกว่า 100 MS/s ได้ โดยคงความละเอียดไว้ได้ตามความเป็นจริงแล้ว CCD นั้น ไม่ใช่วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลอย่างแท้จริง แต่จะเป็นลักษณะของการสุ่มตัวอย่างแบบแอนะล็อกเสียมากกว่า โดยการสุ่มตัวอย่างแบบนี้จะมีการทำงานเร็วพอสมควรซึ่งลักษณะการทำงานจะอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Bucket Brigade

การทำงานของ Bucket Brigade มีลักษณะดังนี้ เมื่อการสุ่มตัวอย่างมีค่าต่ำลงส่วนที่เรียกว่า Bucket Cell จะถูกชาร์ตประจุทันที ผลจากการชาร์ตนี้จะทำให้เกิดระดับแรงดันขึ้นระหว่างช่วงของไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสุ่มตัวอย่างที่เข้ามา ก่อให้เกิดเป็นจุดเสริมเข้าไปในช่วงของจุดที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ผลคือทำให้ได้ระดับสัญญาณที่ต้องการแปลงเพิ่มขึ้น ภาพที่ได้จากกรณีนี้จะมีความละเอียดและจำนวนเซลล์หลายๆ เซลล์ที่มีอยู่ใน CCD จะเป็นตัวควบคุมการทำงานด้วย

นอกจากที่จะสามารถทำงานได้มากกว่า 100 MS/s แล้ว เมื่อเทียบราคาแบบ CCD จะถูกกว่าแบบแฟลชมาก ความละเอียดของสัญญาณที่ได้ก็จะไม่เปลี่ยนตามอัตราการสุ่มตัวอย่าง แต่ CCD นี้ก็มีข้อเสียตรงที่ว่าไม่สามารถรับข้อมูลใดๆ ได้ระหว่างที่ CCD ทำงานอยู่

2.5.4 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลแบบสแกน (Scan Conversion)

ในการทำงานจะอาศัยการทำงานของหลอด CRT แบบดับเบิลเอนด์ (double ended CRT) ซึ่งหลอดชนิดนี้มีความสามารถที่จะเก็บข้อมูลไว้บนด้านข้างของทาร์เก็ต และเมื่อต้องการที่จะอ่านข้อมูลออกมาก็สามารถทำได้ โดยใช้ลำอิเล็กตรอนอีกชุดหนึ่งกวาดลงไปบนด้านหลังของทาร์เก็ต วิธีการแบบนี้จะมีการทำงานที่รวดเร็วมาก แต่มีราคาแพง

2.6 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD)

อุปกรณ์ในปัจจุบันมักมีส่วนแสดงผลเพื่อติดต่อกับผู้ใช้ให้สามารถควบคุมและใช้งานได้สะดวกขึ้น เช่น ใช้บอกสถานะการทำงาน บอกข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน ส่วนแสดงผลอาจจะเป็นไฟบอกสถานะอย่างง่ายๆ หรืออาจเป็นจอแสดงผลเป็นข้อความเป็นตัวอักษรได้ จอแสดงผลแบบหลังมีด้วยกันหลายประเภทขึ้นกับเทคโนโลยีที่ใช้ เช่น ใช้ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode :LED) หรือจอแสดงผลแบบผลึกเหลว (Liquid Crystal Display :LCD) จอแสดงผลประเภทที่กำลังเป็นที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน ได้แก่ แบบใช้ผลึกเหลวเนื่องจากใช้พลังงานน้อย และมีความละเอียดสูง สามารถแสดงตัวอักษร และรูปภาพได้หลายรูปแบบ บริษัทผู้ผลิตสินค้าส่วนใหญ่ จึงนิยมใช้จอแสดงผลแบบนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างภาพพจน์ของสินค้า เช่น เครื่องเล่นคอมพิวเตอร์ วิทยุขาวดอเบมาท์ เครื่องเล่นวีดีโอ หรือเลเซอร์ดิสก์เป็นต้น

2.6.1 เทคโนโลยีของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

แผงของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว จะประกอบด้วยเซกเมนต์แสดงผลขนาดเล็กจำนวนมาก ในเซกเมนต์จะบรรจุชั้นของเหลวเป็นแผ่นบางๆ อยู่ระหว่างชั้นของแก้วของเหลวนี้เป็นสารประกอบทำงาน โดยอาศัยพลังงานไฟฟ้ามาควบคุมการทำงานหรือการแสดงผลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวเกิดขึ้นเนื่องจากการควบคุมแรงดันที่ตกคร่อมตัวมัน เช่น ถ้าให้ดินตกคร่อมเซกเมนต์ก็จะเกิดสีดำหรือทึบแสง แต่เอาแรงดันนั้นออก เซกเมนต์ก็จะสว่างหรือโปร่งแสง ด้วยวิธีการจ่าย

แรงดัน และงดจ่ายแรงดันก็พอที่จะควบคุมการแสดงตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ต่างๆ ได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากสาเหตุที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลวใช้แรงดันควบคุม ดังนั้นจึงกินกำลังงานต่ำ และขนาดเล็กแบนราบ

โมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวบางรุ่นอาจจะมี 1 แถวหรือมากกว่า การแสดงผลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลวจะอยู่ในรูปเมตริกซ์ เช่นบางรุ่นแสดงเมตริกซ์ที่มีขนาดกว้าง 5 เซกเมนต์ สูง 8 เซกเมนต์ และสำหรับรุ่น HD44780 สามารถควบคุมการแสดงผลได้สูงถึง 11 เซกเมนต์ซึ่งเป็นผลดีสำหรับการแสดงตัวอักษรบางตัวเช่น g, p และ q

ตัวอักษรจะถูกสร้างโดยการปรับตำแหน่งของแต่ละเซกเมนต์ให้เหมาะสม เช่น ตัวอักษร L จะสร้างจากแนวตั้ง 1 แถว และแนวนอน 1 แถว

ตารางที่ 2.4 แสดงขาสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากการควบคุมจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ต้องรอเวลาเพื่อรอการทำงานแต่ละคำสั่ง หรือรับสัญญาณ ดังนั้นถ้าใช้คอมพิวเตอร์จะต้องพิจารณาเรื่องเวลาด้วย แต่การเชื่อมต่อกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถต่อโดยตรงได้ไม่ต้องมีอุปกรณ์อื่นมาต่อเพิ่ม หรือถ้ามีก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

จอแสดงผลแบบผลึกเหลวที่มีให้เลือกหลายขนาดแต่ที่นิยมใช้กันมากก็เป็นแบบ 1x16 (1 แถว 16 ตัวอักษร) 2 x 16 (2 แถว 16 ตัวอักษร) และ 2 x 20 (2 แถว 20 ตัวอักษร) ส่วนถ้าเป็นจอแสดงผลขนาดใหญ่สามารถแสดงตัวอักษรได้ถึง 80 ตัวอักษรอาจต้องมีวงจรขับ หรือชิปคอนโทรลเลอร์เพิ่มขึ้น เพื่อใช้ร่วมกัน HD44780 ที่ต่อสายสัญญาณ 14 เส้นได้

2.6.2 การจ่ายไฟสำหรับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

จอแสดงผลแบบผลึกเหลวจะใช้ไฟ +5 โวลต์ ป้อนให้ที่ขา 2 ซึ่งตัวมันกินกระแสเป็นมิลลิแอมป์ ส่วนขา 3 ต่อเพื่อปรับมุมมองการแสดงผลให้เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลของแสงในขณะนั้นด้วยรวมไปถึงตำแหน่งการติดตั้งและอุณหภูมิ

เมื่อเทียบคุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสงกับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว จะพบว่าในที่ที่มีแสงสว่างค่อนข้างสูงไดโอดเปล่งแสงเกือบจะมองไม่เห็นส่วนจอแสดงผลแบบผลึกเหลวสามารถอ่านในที่ที่มีแสงสว่างได้ เนื่องจากการทำงานของไดโอดเปล่งแสงนั้นจะปล่อยพลังงานแสงออกมา ส่วนจอแสดงผลแบบผลึกเหลวนั้นจะใช้การหักเหแสง โดยใช้แสงส่งผ่านตัวมัน ซึ่งบางสถานะในที่ที่มีแสงสว่างน้อยก็ไม่สามารถอ่านค่าจอแสดงผลแบบผลึกเหลวได้ วิธีการแก้ไขคือการใช้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวที่มีแสงที่ฉากหลัง (Backlight) จึงเป็นการใช้จากอิเล็กทรอนิกส์โทรลูมิน (Electroluminescence หรือ EL) ซึ่งมีความสามารถในการเรืองแสงได้นำไปติดตั้งไว้ด้านหลัง ทำให้จอแสดงผลแบบผลึกเหลวมีความสว่าง และทำให้มองเห็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ขาสัญญาณต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ขา	สัญลักษณ์	หน้าที่
1	Vss	กราวด์
2	Vdd	+5 โวลต์
3	Vo	ปรับความสว่างด้วยแรงดัน (0-5 โวลต์)
4	RS	เลือกรีจิสเตอร์ (0=รีจิสเตอร์คำสั่งหรือแฟลค แสดงสถานะการทำงานและตัวนับแอดเดรส; 1 = รีจิสเตอร์ค่า)
5	R/W	เลือกการอ่านหรือเขียน (0=เขียน; 1=อ่าน)
6	E	อีน่าเปิดการอ่านหรือเขียน จอแสดงผลแบบ ผลึกเหลว
7	D0	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิตต่ำสุด
8	D1	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิต 2
9	D2	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิต 3
10	D3	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิต 4
11	D4	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิต 5
12	D5	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิต 6
13	D6	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิต 7
14	D7	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตบิตสูงสุด

การที่จะนำสารเรืองแสงอิเล็กทรอนิกส์โทรลูมาใช้นั้น ที่ชุดโมดูลจอแสดงผลแบบผลึกเหลว ต้องมีแผงอิเล็กทรอนิกส์โทรลูมา และชุดแปลงแรงดันเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูง ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แรงดัน 5 โวลต์ 100 โวลต์ ที่ความถี่ 400 เฮิร์ตซ์ อุปกรณ์แปลงแรงดันต้องใช้กระแสหลายมิลลิแอมป์ในการทำงานจึงทำให้เป็นข้อเสียเปรียบของอุปกรณ์ตัวนี้

โมดูลของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว แบ่งออกแบบสะท้อนกลับ (Reflective) แบบนี้จะไม่ใช่แหล่งกำเนิดแสงทางด้านหลัง ส่วนอีกแบบหนึ่งคือแบบส่งผ่าน (Transitive) แบบนี้จะใช้แหล่งกำเนิดแสงทางด้านหลังหรือไม่ใช้ก็ได้ โดยสามารถต่อสวิทช์เข้ากับแหล่งกำเนิดแสงเวลาจะใช้แหล่งกำเนิดแสงเปิดหรือถ้าไม่ต้องการใช้ก็ปิดตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 การต่อใช้งานของจอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD)

บอร์ดควบคุมจะมีแอลซีดีพอร์ต ให้พร้อมสำหรับการต่อใช้งาน โดยสามารถต่อเข้ากับแอลซีดีโมดูลแบบคอตเมทริกซ์ได้ทันที ซึ่งจะใช้เวลาสัญญาณทั้งหมด 14 ขา และสำหรับการใช้งานแอลซีดีพอร์ตนั้นจะมีการจัดวางในรูปแบบ Memory Map ซึ่งจะช่วยในการเขียนโปรแกรมทำได้โดยง่าย โดยจะมองเห็นตำแหน่งต่างๆ ที่สรุปได้ดังนี้

- 1) ตำแหน่ง FA00H ต่อที่พอร์ตสำหรับเขียนคำสั่ง (RS=0 R/W=)
- 2) ตำแหน่ง FA01H ต่อที่พอร์ตสำหรับอ่านค่า BUSY (RS=0 R/W=1)
- 3) ตำแหน่ง FA02H ต่อที่พอร์ตสำหรับเขียนข้อมูล (RS=1 R/W=0)
- 4) ตำแหน่ง FA03H ต่อที่พอร์ตสำหรับอ่านข้อมูล (RS=1 R/W=1)

การอ่านค่าแอลซีดีแบบคอตเมทริกซ์นี้ จะสามารถเลือกรุ่นใดๆ ก็ได้โดยมีจำนวนตัวอักษรต่อบรรทัด และจำนวนบรรทัดตามที่ต้องการ เพราะสายสัญญาณที่ใช้จะใช้แบบเดียวกันหมดจะแตกต่างกันที่โปรแกรมเท่านั้น การนับเลขหมายขั้วต่อขั้วแอลซีดีพอร์ตจะไม่เหมือนการนับทั่วไป จึงควรดูให้แน่ใจก่อนการต่อใช้งาน อีกประการหนึ่งหมายเลขตัวต่อที่ด้านแอลซีดีจะมีหลายแบบคือ อาจจะเป็นแถวคู่หรือแถวเดี่ยวก็ได้ แต่ทั้งนี้หมายเลข 1 ถึง 14 ของขาสัญญาณจะตรงกันหมด กล่าวคือ ต่อหมายเลขให้ตรงกันเป็นใช้ได้ รายละเอียดของการใช้งานตัวแอลซีดีนี้ให้อ่านเพิ่มเติมได้จากคู่มือของแอลซีดีแต่ละตัวอีกที

2.7 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

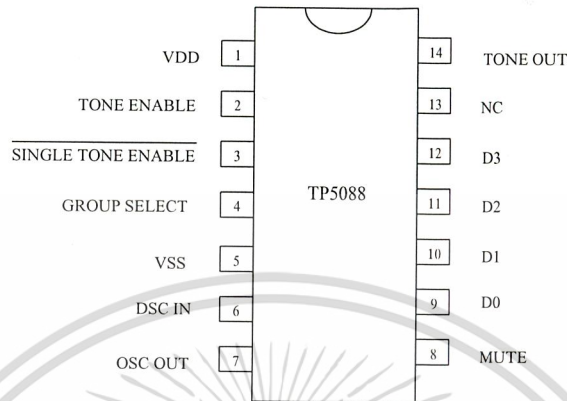
มีอุปกรณ์หลายชนิดที่ใช้ในโครงงานนี้ แต่จะนำมาแสดงให้ดูเพียงบางส่วนเท่านั้น ได้แก่ ไอซีเบอร์ TP5088 ไอซีเบอร์ MC34017 ไอซีเบอร์ MM74L923N และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 มีรายละเอียดดังนี้

2.7.1 ไอซีเบอร์ TP5088

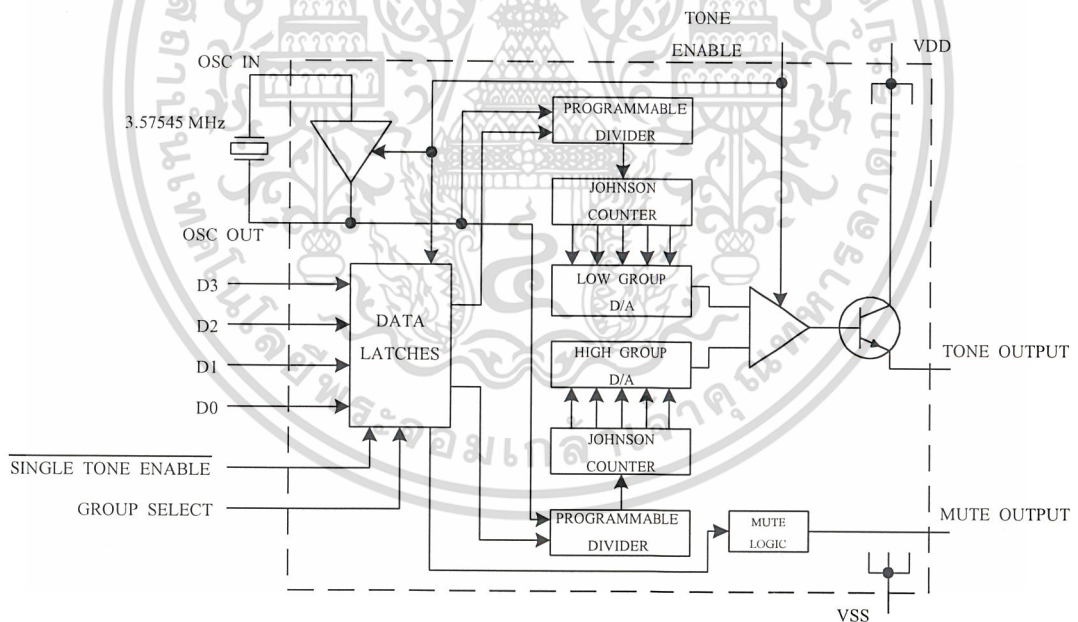
ไอซีเบอร์ TP5088 เป็นไอซีที่ใช้สำหรับกำเนิดความถี่ DTMF มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.3 ลักษณะทั่วไป

- 1) เป็นไอซีที่มีโครงสร้างแบบดินตะขาบ 14 ขา ทำหน้าที่เข้าสัญญาณโทรศัพท์ในแบบโทน โดยรับข้อมูลดิจิทัลขนาด 4 บิต จากอุปกรณ์ไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2) เป็นไอซีซิมอสที่ใช้กำลังน้อยเมื่ออยู่ในสภาวะเตรียมพร้อม
- 3) ทำงานอยู่ในช่วงแรงดัน 3.5 ถึง 8 โวลต์
- 4) วงจรกำเนิดความถี่ที่ใช้คริสตอลความถี่ 3.579548 เมกะเฮิร์ต

5) กำเนิดความถี่ DTMF ได้ 16 เลขหมาย



รูปที่ 2.3 ไอซีเบอร์ TP5088



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของไอซีเบอร์ TP5088

จากรูปโครงสร้างของไอซีเบอร์ TP5088 ภาค Data Latch จะรับข้อมูลดิจิทัล 4 บิต เป็นรหัส DTMF และค่าข้อมูลได้ ข้อมูล 4 บิตจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เพื่อกำเนิดความถี่ย่านต่ำและความถี่ย่านสูง แล้วนำมารวมกันที่ขา Tone Output

ความถี่ DTMF จะถูกส่งเมื่อสถานะที่ขา Tone Enable เป็นลอจิก “1” ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

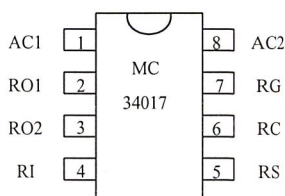
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การทำงานของไอซีเบอร์ TP5088

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

2.7.2 ไอซีเบอร์ MC34017

ไอซีเบอร์ Mc34017 เป็นไอซีกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง เมื่อมีสัญญาณมาเรียก มาจากชุมสาย หรือตู้สาขา มีลักษณะดังรูป



รูปที่ 2.5 ไอซีเบอร์ MC34017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทั่วไป

- 1) สามารถกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง โดยต่อร่วมกับอุปกรณ์เพียงไม่กี่ตัว
- 2) บรรจุด้วยไดโอดบริดจ์ และวงจรป้องกันชั่วขณะ
- 3) ใช้ลำโพงเปียโซเป็นตัวส่งสัญญาณเสียงกระดิ่ง
- 4) ค่าความต้านทานอินพุตเท่ากับค่ามาตรฐานของ ETA
- 5) ค่าความถี่ของสัญญาณกระดิ่งที่ผลิตได้ ของแต่ละเบอร์

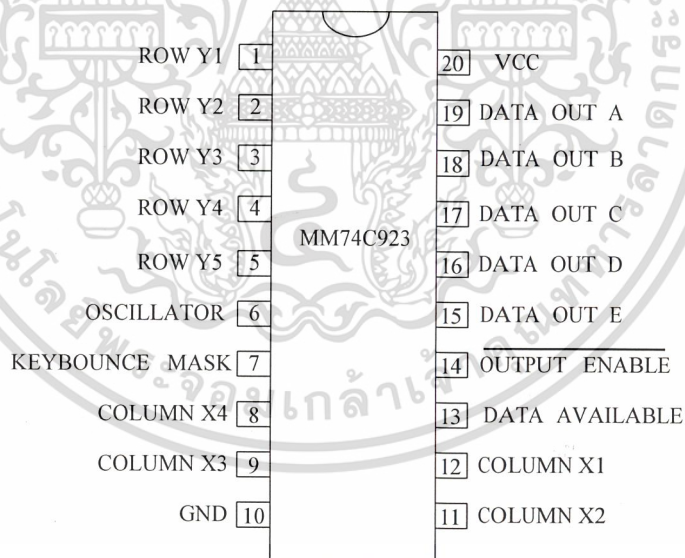
MC34017_1 = 1.0 kHz

MC34017_2 = 2.0 kHz

MC34017_3 = 500 Hz

2.7.3 ไอซีเบอร์ 74L923

ไอซี 74L923 เป็นไอซีสแกนคีย์ ซึ่งสามารถสแกนได้ถึง 16 คีย์ และให้ผลทางเอาต์พุตเป็นไบนารีโดยตรง ตัวถังเป็นแบบดินตะขามี 20 ขา



รูปที่ 2.6 ไอซีเบอร์ 74L923

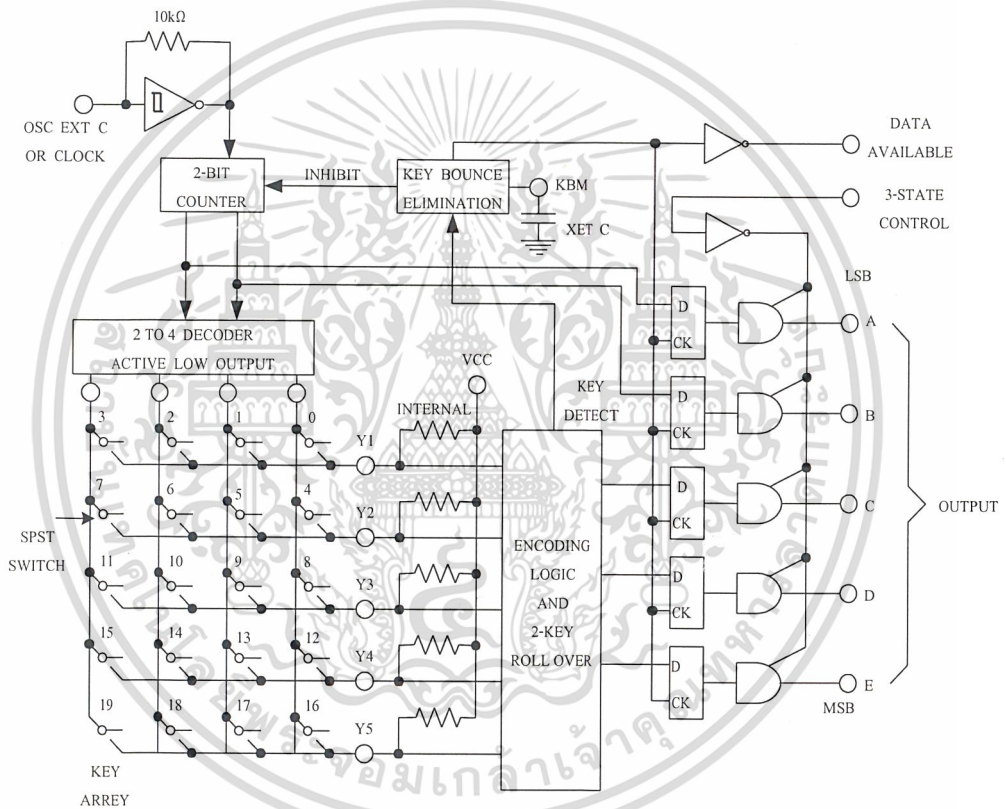
ลักษณะทั่วไป

- 1) ใช้ได้กับความต้านทานสวิทช์สูงสุดถึง 50 kΩ
- 2) ปิด หรือเปิดชิปคัสต็อกได้
- 3) มีอุปกรณ์พลออปในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) ขจัดคีย์เบาซ้ด้วยคาปาซิเตอร์เพียงตัวเดียว
- 5) มีรีจิสเตอร์ภายใน ซึ่งสามารถทำการกคคีย์ล่าสุดที่เอาต์พุตได้
- 6) มีเอาต์พุตแบบ 3 สเตท ซึ่งคอมแพทเทเบิ้ล กับ LPTTL
- 7) สามารถใช้ได้แรงดันได้หลายระดับ ตั้งแต่ 3 ถึง 15 โวลต์
- 8) ใช้พลังงานต่ำ

วงจรมุมูลของ ไอซีเบอร์ 74L923



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของไอซีเบอร์ 74L923

2.7.4 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32

ภาคควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์ ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำงานในลักษณะ Embedded Controller เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูปผลิตโดยบริษัทซิลาร์เสิร์ชรุ่น ANT-32 ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 (8031/8032) มีคุณสมบัติดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

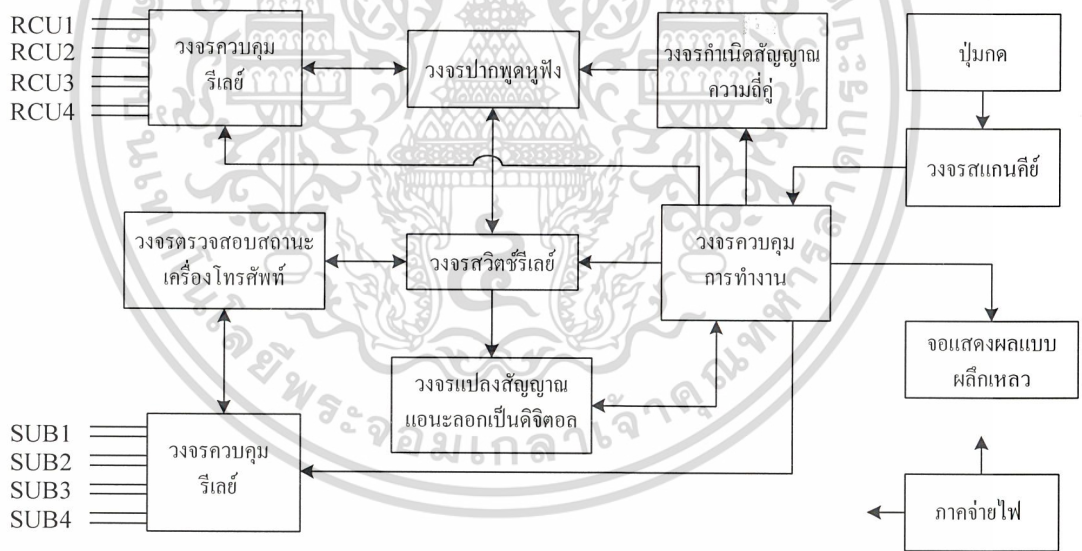
- 1) สามารถใช้งานในหน่วยความจำบนบอร์ดได้ 3 ตำแหน่ง คือ
 - U2 เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ใช้กับอีพรอมขนาด 8 Kbytes
 - U3 เป็นหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้กับแรมขนาด 8 Kbytes สามารถเก็บข้อมูลได้โดยใช้แบตเตอรี่ลิเทียม
 - U4 เป็นหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล (Program and Data Memory) ใช้กับอีพรอม หรือ แรม ขนาด 8-32 Kbytes
- 2) มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต เบอร์ 8255 จำนวน 2 ตัว (48 บิต) สำหรับต่อใช้งานภายนอก
- 3) มีพอร์ตแอลซีดี สำหรับการต่อใช้งานกับแอลซีดีแบบคอตเมตริกซ์
- 4) มีวงจรที่ใช้ติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 ด้วยไอซี MAX232 สำหรับการต่อเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
- 5) มีวงจร Watchdog Timer, Powerup/down Reset ด้วยไอซี MAX691
- 6) มีวงจร Real Time Clock (RCT) ด้วยไอซี DS1202
- 7) มีคอนเน็คเตอร์สำหรับพอร์ต 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเฉพาะ
- 8) มีคอนเน็คเตอร์สำหรับชิตเต็มบัส ทำให้ขยายระบบได้ง่าย และสามารถเข้ากับบอร์ดขยายต่างๆ ที่มีขึ้นในอนาคต
- 9) สามารถเลือกเบอร์และชนิดหน่วยความจำ หรือกำหนดคุณสมบัติต่างๆของบอร์ดได้ด้วยจัมพ์เปอร์
- 10) สามารถพัฒนาให้ใช้ได้ทั้งโปรแกรมภาษาเบสิก และแอสเซมบลี โดยใช้ซอฟต์แวร์ BASIC32 และ REM31

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบ และการสร้างเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ในส่วนแรกเป็นการออกแบบวงจรที่ใช้ในการตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ซึ่งเป็นวงจรที่ใช้ในการติดต่อระหว่างเครื่องตรวจสอบคู่สายกับผู้เช่าหรือหุ้บสาย เพื่อทำการต่อเชื่อมคู่สายที่ขาดเข้าด้วยกัน และวงจรที่ใช้ในการเปรียบเทียบคุณภาพของสัญญาณที่วัดได้ภายในคู่สาย ส่วนที่สองเป็นการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์

จากแผนผังการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์ ประกอบด้วย วงจรควบคุมการทำงาน วงจรควบคุมรีเลย์ วงจรปากพุดหูฟัง วงจรถ่ายสถานะของเครื่องโทรศัพท์ วงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่ วงจรสวิตซ์รีเลย์ วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล วงจรถนเก็บ และวงจรถ่ายไฟ โดยควบคุมการทำงานด้วยการกดปุ่ม และแสดงผลการทำงานออกที่จอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบ และการทำงานของวงจรเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

จากโครงสร้างในรูปที่ 3.1 สามารถนำมาออกแบบวงจรได้ดังต่อไปนี้

- 1) ภาคควบคุมการทำงาน
- 2) วงจรรีเลย์
- 3) วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์
- 4) วงจรสแกนคีย์
- 5) วงจรปากพูดหูฟัง และวงจรถูกำเนิดสัญญาณความถี่คู่
- 6) วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง
- 7) วงจรสวิตซ์รีเลย์
- 8) วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง
- 9) วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล
- 10) วงจรจับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว
- 11) วงจรภาคจ่ายไฟ

3.2.1 ภาคควบคุมการทำงาน

ภาคควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์ ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ANT-32

พอร์ตอินพุตและเอาต์พุต ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ANT-32 มีการกำหนดตามการใช้งานดังนี้

1) PORT INTERNAL หรือ INT. PORT (P1) ของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ข้อดีของ INT. PORT คือสามารถกำหนดการทำงานในระดับบิตได้นำมาใช้งานได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 การต่อใช้งานของ INT PORT

ตำแหน่งบิต	การต่อใช้งาน
P1.0	บิตควบคุมของวงจรถูกำเนิดสัญญาณ DTMF

2) พอร์ต A ของ 8255 ตัวที่ 1 (PA1) ทำหน้าที่เป็นพอร์ตเอาต์พุตส่งสัญญาณควบคุมไปยัง

วงจรรีเลย์ และวงจรถูกำเนิดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การต่อใช้งานพอร์ต A ของ 8255 ตัวที่ 1

ตำแหน่งบิต	การต่อใช้งาน
PA1.0	ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 6
PA1.1	ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 7
PA1.2	ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 8
PA1.3	ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 9
PA1.4	ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 10
PA1.5	ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 11
PA1.6	ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 1 ในวงจรปากพุดหูฟัง
PA1.7	ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 2 ในวงจรปากพุดหูฟัง

3) พอร์ต B ของ 8255 ตัวที่ 1 (PB1) ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุต รับค่าบิตของสัญญาณดิจิทัลที่มาจากวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

ตารางที่ 3.3 การต่อใช้งานพอร์ต B ของ 8255 ตัวที่ 1

ตำแหน่งบิต	การต่อใช้งาน
PB1.0	รับค่าบิต DB0 จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล
PB1.1	รับค่าบิต DB1 จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล
PB1.2	รับค่าบิต DB2 จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล
PB1.3	รับค่าบิต DB3 จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล
PB1.4	รับค่าบิต DB4 จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล
PB1.5	รับค่าบิต DB5 จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล
PB1.6	รับค่าบิต DB6 จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล
PB1.7	รับค่าบิต DB7 จากวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

4) พอร์ต C ของ 8255 ตัวที่ 1 (PC1) โดยพอร์ต PC1.0-PC1.3 เป็นเอาต์พุต ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปควบคุมให้วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลทำงาน และพอร์ต PC1.4-PC1.7

เป็นอินพุตสำหรับรับสัญญาณการอินเตอร์รัพต์ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 การต่อใช้งานพอร์ต C ของ 8255 ตัวที่ 1

ตำแหน่งบิต	การต่อใช้งาน
PC1.0	ควบคุมขา WR ของไอซี ADC0804
PC1.4	ควบคุมขา INTR ของไอซี ADC0804

5) พอร์ต A ของ 8255 ตัวที่ 2 (PA2) ทำหน้าที่เป็นพอร์ตเอาต์พุตใช้ควบคุมการทำงานของรีเลย์ในวงจรสวิตซ์รีเลย์ และวงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์

ตารางที่ 3.5 การต่อใช้งานพอร์ต A ของ 8255 ตัวที่ 2

ตำแหน่งบิต	การต่อใช้งาน
PA2.0	ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 4 ในวงจรสวิตซ์รีเลย์
PA2.1	ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 5 ในวงจรสวิตซ์รีเลย์
PA2.2	ควบคุมการทำงานของรีเลย์ตัวที่ 3 ในวงจรตรวจสอบสถานะของเครื่องโทรศัพท์

6) พอร์ต B ของ 8255 ตัวที่ 2 (PB2) ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตใช้ในการรับสัญญาณจากวงจรสแกนคีย์ วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ และวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

ตารางที่ 3.6 การต่อใช้งานพอร์ต B ของ 8255 ตัวที่ 2

ตำแหน่งบิต	การต่อใช้งาน
PB2.0	บิต A (บิต LSB)
PB2.1	บิต B
PB2.2	บิต C
PB2.3	บิต D
PB2.4	บิต E (บิต MSB)
PB2.5	บิตตรวจสอบการกดคีย์ใดๆ
PB2.6	บิตตรวจสอบสถานะของเครื่องโทรศัพท์
PB2.7	บิตตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

7) พอร์ต C ของ 8255 ตัวที่ 2 (PC2) ทำหน้าที่เป็นพอร์ตเอาต์พุตใช้ในการส่งสัญญาณควบคุมไปยังวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่

ตารางที่ 3.7 การต่อใช้งานพอร์ต C ของ 8255 ตัวที่ 2

ตำแหน่งบิต	การต่อใช้งาน
PC2.0	บิต D0 (บิต LSB)
PC2.1	บิต D1
PC2.2	บิต D2
PC2.3	บิต D3 (บิต MSB)

8) พอร์ต แอลซีดี ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับจอแอลซีดี ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด คุณลักษณะเฉพาะของพอร์ต แอลซีดี คือสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมการทำงานได้แก่ RS, R/W และ EN ใช้วิธีการ Memory Mapping Decode เพื่อให้ได้สัญญาณควบคุมดังกล่าว ทำให้ประหยัดบิตของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.2 วงจรรีเลย์ (Relay)

เมื่อมีสัญญาณป้อนเข้ามาเป็น “1” เข้ามาที่ขาอินพุตของไอซีเบอร์ ULN2803 จะทำให้เอาต์พุตมีศักย์เป็นกราวด์ ทำให้เกิดมีแรงดันตกคร่อมที่รีเลย์ส่งผลให้หน้าสัมผัสของรีเลย์เปลี่ยนจากขา NO เป็น NC

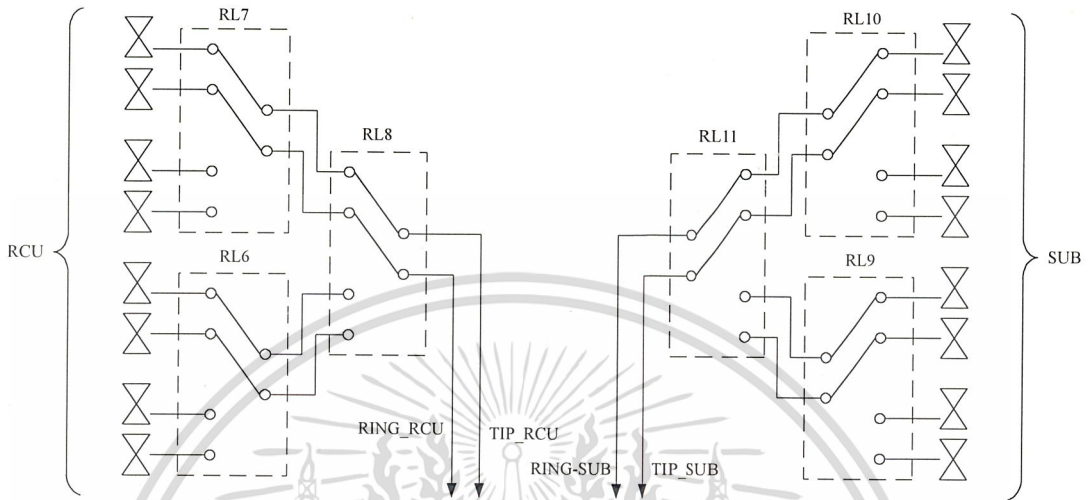
วงจรรีเลย์ประกอบด้วยรีเลย์ชนิด 2 คอนแทก 6 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านที่ต่อมาจากขั้วสายโทรศัพท์ และด้านที่ต่อมาจากผู้เช่า ซึ่งใช้รีเลย์ด้านละ 3 ตัว สามารถรองรับการต่อคู่สายโทรศัพท์ด้านละ 4 คู่สาย

ในสภาวะปกติของรีเลย์ เมื่อยังไม่มีกระแสแรงดันระดับ 0 โวลต์ เพื่อควบคุมรีเลย์ หน้าสัมผัสของรีเลย์จะต่อไปยังด้าน NC โครงสร้างของวงจรรีเลย์ แสดงดังรูปที่ 3.2

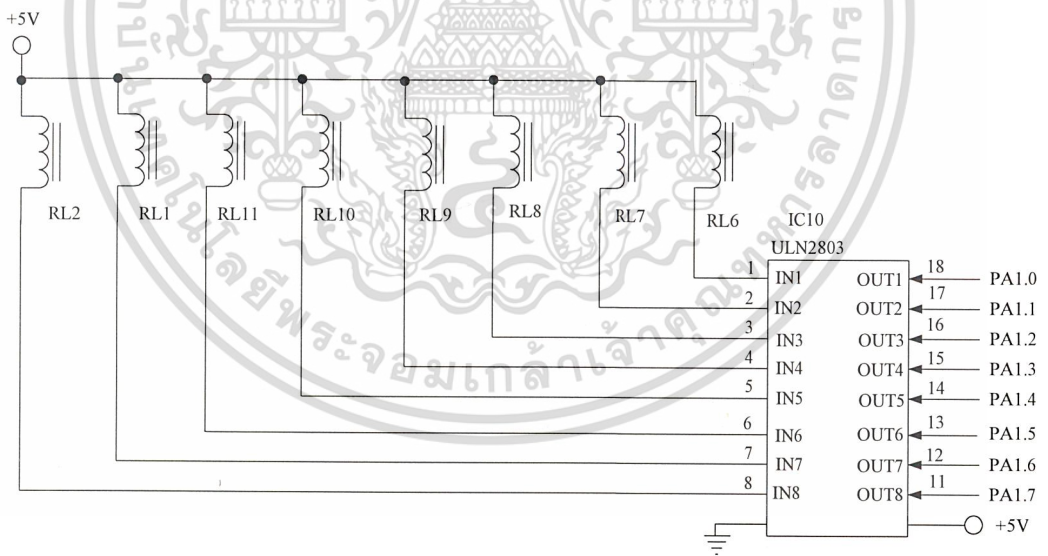
ขาคอมมอนของ RL 8 คือ TIP_RCU และ RING_RCU จะต่อเข้ากับขาคอมมอนของ RL1 ในวงจรปากพุดหูฟัง เพื่อรับส่งสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์ ด้านชุมสายโทรศัพท์

ขาคอมมอนของ RL 11 คือ TIP_SUB และ RING_SUB จะต่อเข้ากับขาคอมมอนของ RL3 ในวงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์

ในสภาวะที่ยังไม่มีการส่งการควบคุมรีเลย์ทางด้านชุมสายโทรศัพท์ สัญญาณจาก RCU1 จะเข้าสู่วงจรปากพุดหูฟังโดยตรง และทางด้านผู้เช่าสามารถติดต่อได้โดยตรงที่ตำแหน่ง RCU1 ในการดำเนินการใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 โครงสร้างการต่อรีเลย์



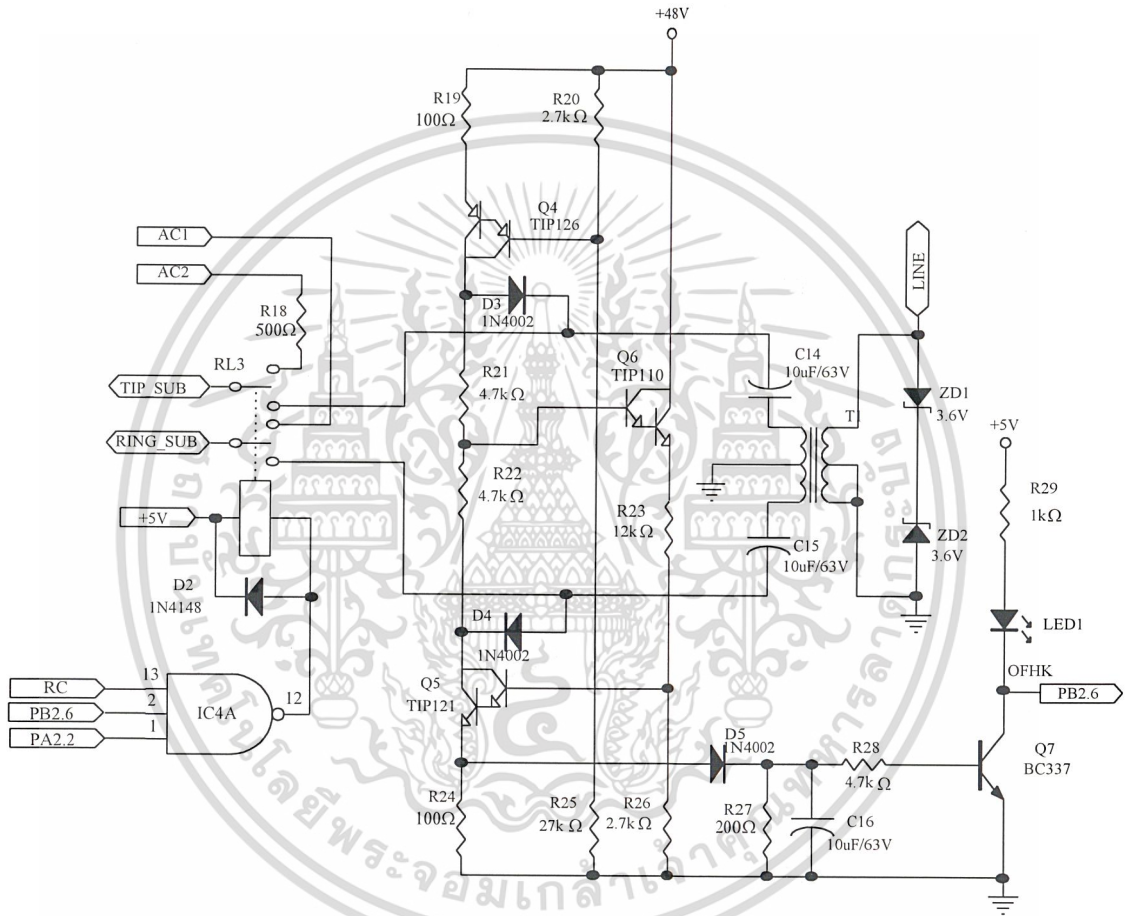
รูปที่ 3.3 วงจรขับรีเลย์

3.2.3 วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ (Line Check Circuit)

วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ในรูปของกลุ่มสายโทรศัพท์

เพื่อต่อสัญญาณต่างๆ ตรวจสอบสถานะการยกหู และส่งสัญญาณกระดิ่งเพื่อเรียกเครื่องโทรศัพท์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายทางวงจรประกอบด้วยรีเลย์ชนิด 2 คอนแท็ค จำนวน 1 ตัว คู่สาย TIP และ RING จะต่อเข้ากับขาคอมมอน สัญญาณจะส่งผ่านออกที่ขา NC เข้าสู่วงจรเชื่อมต่อไป ขา NO ของรีเลย์ต่อกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 90 โวลต์



รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์

ในสถานะที่โทรศัพท์ที่ต่อด้านปลายทางของกลุ่มสายโทรศัพท์อยู่ในสถานะวางหู ความต้านทานในรูปของสายจะมีค่าสูงทำให้ที่ขาไดโอด D3, D4 มีความต้านทานสูง ขาคอลเลกเตอร์จะมีความต้านทานสูง ทรานซิสเตอร์ Q4, Q5 สามารถนำกระแสได้ แรงดันที่ตกคร่อมกลุ่มสายโทรศัพท์จึงมีค่าสูง





เมื่อทรานซิสเตอร์ Q4, Q5 ไม่นำกระแส ทำให้ไม่มีแรงดันตกคร่อมที่ R22 ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q6 ไม่ได้รับไบอัส Q6 จึงไม่นำกระแส แรงดันที่ตกคร่อม R27 มีค่าน้อย จึง

ไม่มีแรงดันไบอัสที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q7 ทรานซิสเตอร์ Q7 จึงไม่ทำงาน ที่ขาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอลเลกเตอร์มีศักย์เป็นบวก LED จะไม่สว่าง แรงดันที่ขาคอลเลกเตอร์หรือขา OFHK เป็นลอจิก “1” เมื่อนำไปตรวจสอบสถานะการยกหู ทำให้ทราบว่าเครื่องโทรศัพท์ที่อยู่ในสถานะวางหู

เมื่อมีการส่งสัญญาณกระดิ่งไปเรียกเครื่องโทรศัพท์ทางด้านผู้เช่า กรณีที่เครื่องทำหน้าที่เป็นเครื่องตรวจหาคู่สาย ทำได้โดยการควบคุมบิต PA2.2 ให้เป็นลอจิก “1” และ PB2.6 เป็น “1” และ RC จะส่งบิตที่เป็นจังหวะของการส่งสัญญาณกระดิ่ง เมื่อขาอินพุตทั้งหมดของ IC4A เป็นลอจิก “1” ขาเอาต์พุตของ IC4A จะเปลี่ยนแปลงเป็นลอจิก “0” ตามคาบเวลาของ สัญญาณพัลส์ RC จากวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงตามตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 เงื่อนไขสถานะของรีเลย์

PA2.2	อินพุต			เอาต์พุต
	OFHK	RC		
0	0		1	
1	0		1	
1	1			

เมื่อรีเลย์ได้รับพัลส์ที่มีคาบเวลาเท่ากับ RC รีเลย์ก็จะทำงานตามช่วงเวลาของสัญญาณ โดยหน้าสัมผัสของรีเลย์จะเปลี่ยนจาก NC เป็น NO ทำให้มีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ที่ต่ออยู่ปลายทาง ซึ่งทำหน้าที่เป็นสัญญาณเรียกไปยังบ้านผู้เช่า เมื่อเครื่องโทรศัพท์ปลายทางมีการยกหู ทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ในรูปของคู่สายจะมีค่าลดลงเหลือประมาณ 600 โอห์ม ความต้านทานที่ขาแอนดของ D3 ลดลง ทรานซิสเตอร์ Q4 จะนำกระแส และทำให้ทรานซิสเตอร์ Q6 นำกระแสตาม ทำให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในคู่สายโทรศัพท์ลดลงเหลือประมาณ 9 โวลต์ ขณะเดียวกันมีแรงดันตกคร่อม R6 ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q5 ได้รับไบอัส Q5 นำกระแส มีแรงดันตกคร่อม R27 Q7 ได้รับไบอัส Q7 ทำงาน แอลอีดีจะสว่าง ที่ขาคอลเลกเตอร์มีค่าเป็น 0 โวลต์ ทำให้เอาต์พุตของ IC4A มีสถานะเป็นลอจิก “1” ทำให้รีเลย์เปลี่ยนหน้าสัมผัสจาก NO เป็น NC

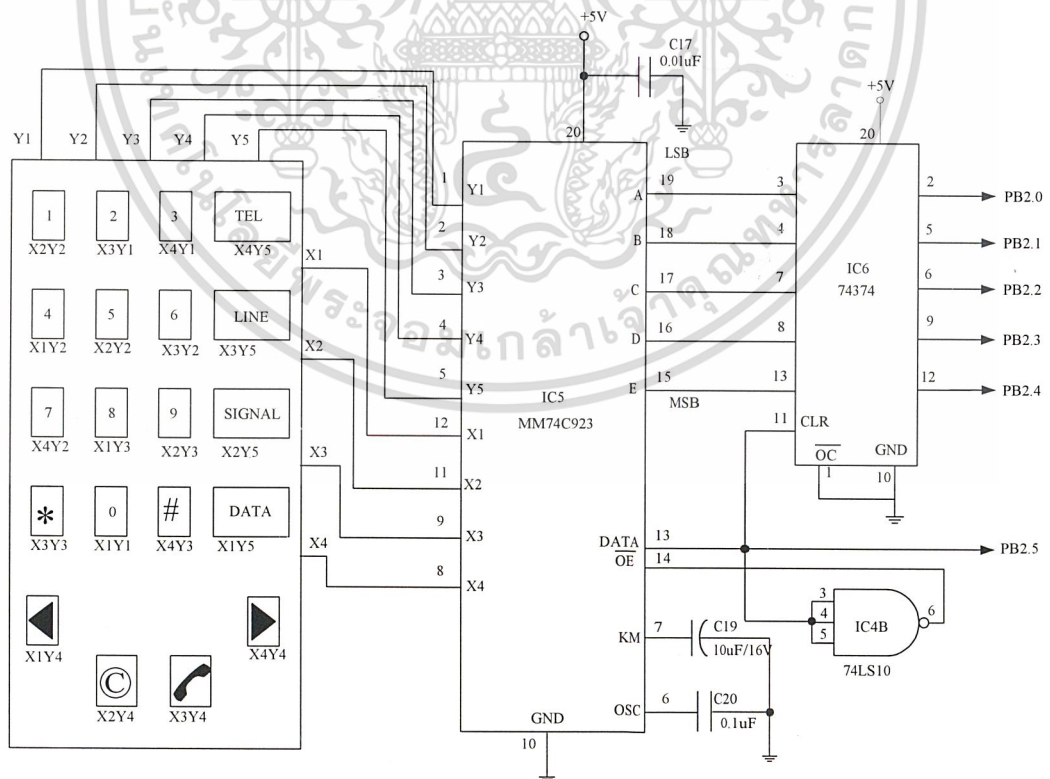
ดังนั้นวงจรของเครื่องโทรศัพท์จึงต่อเข้ากับหม้อแปลงปรับอิมพีแดนซ์ T1 เมื่อมีสัญญาณเสียงพูดหรือความถี่ใดๆ เข้ามายังหม้อแปลง หม้อแปลงสามารถเหนี่ยวนำข้ามไปมาระหว่างขดลวดของหม้อแปลงได้ ผู้เรียกจึงสามารถสนทนากับผู้รับที่ปลายทาง และส่งสัญญาณเสียงต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ที่เครื่องสามารถผลิตขึ้นเองไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 วงจรสแกนคีย์

ในการทำงานของระบบโทรศัพท์สิ่งที่ขาดไม่ได้ คือ ปุ่มกดต่างๆ ซึ่งจากวงจรจะใช้ไอซีเบอร์ MM74C923 ซึ่งเป็นไอซีเข้ารหัสแบบ 20 คีย์ โดยที่ในวงจรจะใช้ไอซี 74374 ซึ่งมีคุณสมบัติในการค้างสถานะของค่าคีย์ที่กด และใช้ไอซี 7410 ซึ่งเป็นแนนด์เกตทำหน้าที่ในการ และรีเซ็ตค่าการกดคีย์ครั้งก่อนหน้า

จากรูปที่ 3.5 จะใช้ไอซีเบอร์ MM74C923 เป็นตัวสแกนคีย์ โดยใช้เอาต์พุตที่เป็นรหัสฐานสอง 5บิต ซึ่งในส่วนสวิตช์ที่ใช้จะใช้วงจรถอดสวิตช์สัมผัสเป็นตัวควบคุมการเชื่อมต่อและทำงานเป็นแบบเมทริกซ์สวิตช์ เมื่อการทำงานเริ่มต้นขึ้นก็มีการกดสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่ง ไอซีเบอร์ MM74C923 จะให้เอาต์พุตที่เป็นรหัสฐานสองมีค่าตามตำแหน่งของสวิตช์ และคงค้างสถานะไว้ตลอดเวลาหลังจากปล่อยสวิตช์แล้ว ซึ่งสามารถเปลี่ยนการค้างสถานะได้ คือนำสัญญาณที่ขา 12 ซึ่งจะมีสัญญาณออกทุกครั้งที่ทำกรกดสวิตช์มาใช้งานร่วมกับขา 13 ซึ่งเป็นขารีเซ็ต และทำงานที่สถานะ High ในการเชื่อมต่อจะใช้เกทจากไอซีเบอร์ 74LS10 ซึ่งเป็นแนนด์เกต ชนิด 3 อินพุต และเชื่อมต่อระหว่างขา 12 และ 13 เพื่อแก้ไขการค้างสถานะดังกล่าว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานรูปที่ 3.5 วงจรสแกนคีย์ มีอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

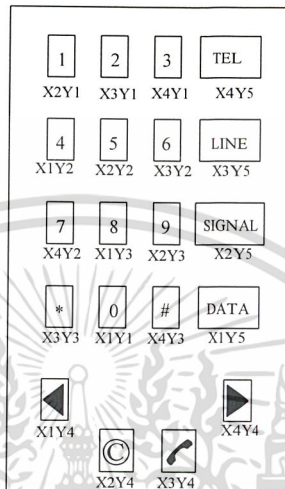
ตารางที่ 3.9 รหัสทางเอาต์พุตเมื่อมีการเชื่อมต่อปุ่มกด กับขาของไอซีสแกนคีย์

E (MSB)	D	C	B	A (LSB)	KEY	เลขฐาน สิบหก	DATA Available
0	0	0	0	0	0	00H	1
0	0	0	0	1	1	01H	1
0	0	0	1	0	2	02H	1
0	0	0	1	1	3	03H	1
0	0	1	0	0	4	04H	1
0	0	1	0	1	5	05H	1
0	0	1	1	0	6	06H	1
0	0	1	1	1	7	07H	1
0	1	0	0	0	8	08H	1
0	1	0	0	1	9	09H	1
0	1	0	1	0	*	0AH	1
0	1	0	1	1	#	0BH	1
0	1	1	0	0	◀	0CH	1
0	1	1	0	1	©	0DH	1
0	1	1	1	0	{	0EH	1
0	1	1	1	1	▶	0FH	1
1	0	0	0	0	DATA	10H	1
1	0	0	0	1	SIGNAL	11H	1
1	0	0	1	0	LINE	12H	1
1	0	0	1	1	TEL	13H	1
---- ไม่มีการกดคีย์ใด ----					-	-	0

การออกแบบการเชื่อมต่อสายของปุ่มกด ให้มีค่าประจำปุ่มเท่ากับรหัสไบนารีของปุ่มนั้นๆ โดยอ้างอิงสภาวะสัญญาณที่ขาเอาต์พุต D0-D4 เมื่อมีการเชื่อมต่อขา X1-X4 กับ ขา Y1-Y5 จากคู่มือการใช้งานไอซี ทำให้ได้รหัสคีย์ดังตารางที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการกำหนดรหัสเอาต์พุตของปุ่มกดดังตารางที่ 3.9 สามารถเขียนรูปการต่อขาอินพุต X1-X4 กับขาอินพุต Y1-Y4 ของไอซีได้ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การต่อขาอินพุตกับปุ่มกดของไอซีสแกนคีย์

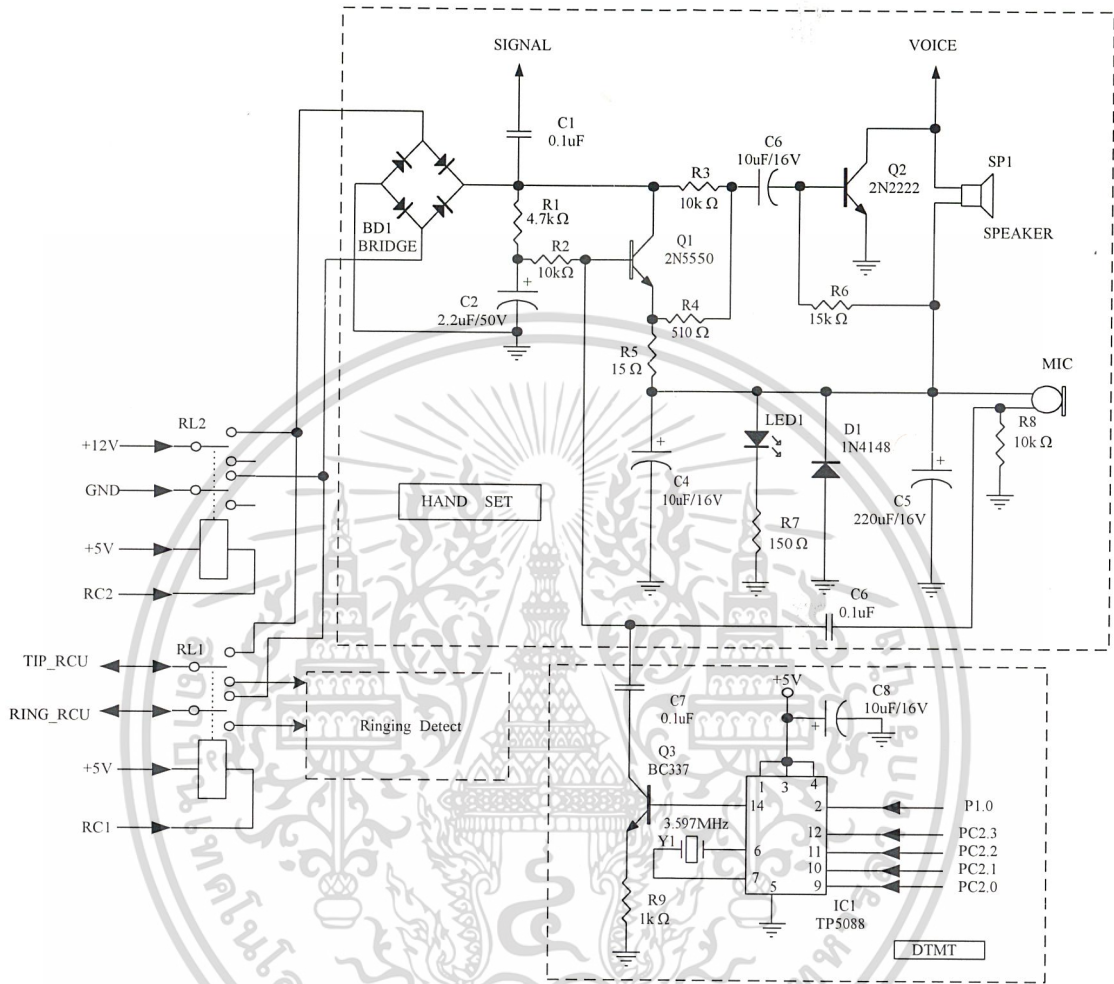
3.2.5 วงจรปากพูดหูฟังและวงจรถ้าเนิดสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)

วงจรถ้าพูดหูฟัง ทำหน้าที่หลักๆ ดังนี้

- 1) รับส่งสัญญาณเสียงพูด และปรับอิมพีแดนซ์ให้เข้ากับคู่สายโทรศัพท์ที่มาจากชุมสายโทรศัพท์
- 2) กำเนิดสัญญาณความถี่คู่ เพื่อส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์
- 3) แยกสัญญาณไดอัล เข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล
- 4) รับส่งสัญญาณเสียงพูดผ่านวงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ เพื่อสนทนากับผู้เช่า โดยใช้คู่สายทางด้านผู้เช่า

วงจรเริ่มทำงานเมื่อมีสัญญาณส่งให้รีเลย์ RL1ทำงาน RL1 จะต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรแรงดันในสายโทรศัพท์ ในสภาวะปกติจะมีค่า 48 ถึง 52 โวลต์ ป้อนเข้าวงจรบริดจ์ทำให้แรงดันลดลงเหลือ 10 ถึง 15 โวลต์ R1 และ R2 ทำหน้าที่จัดไบอัสให้กับ Q1 C2 ทำหน้าที่กรองสัญญาณความถี่สูงให้ลงกราวด์ สัญญาณไดอัล จะถูกกรองผ่าน C1 เพื่อส่งไปยังวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ในการตรวจหาคุณภาพของคู่สายโทรศัพท์ต่อไป

สัญญาณเสียงจากคู่สายโทรศัพท์ และจากไมโครโฟน จะถูกขยายให้แรงขึ้นโดย Q1, R3 และ R6 ทำหน้าที่จัดไบอัสให้กับ Q2 Q2 จะขยายสัญญาณเสียงให้ส่งออกมาโพง ทำให้ได้ยินเสียง



รูปที่ 3.7 วงจรปากพูดหูฟัง และวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่

กระแสจากขาเบสของ Q1 จะเป็นไฟเลี้ยงให้กับไมโครโฟน D1 จะทำหน้าที่กรองกระแสเพื่อไม่ให้มีเสียงรบกวนจากไมโครโฟนลงกราวด์

C4 ทำหน้าที่ฟิลเตอร์ ทำให้ที่ขาเอาโนดของ LED1 ได้รับไฟบวกและสว่าง แสดงว่าวงจรปากพูดหูฟังได้ต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์แล้ว

IC1 เบอร์ TP5088 ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณความถี่คู่ เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณดิจิทัล 4 บิต ผ่านทาง PC2.0 - PC2.3 ที่เป็นรหัสการส่งสัญญาณความถี่คู่ แล้วเซ็ทบิตที่ขาโทนอื่นาเบิลให้เป็นลอจิก "1" จากนั้น IC1 จะกำเนิดสัญญาณความถี่คู่ออกมาทางขาที่ 14 สัญญาณความถี่คู่ที่ส่งออกมาจะมีความแรงต่ำไม่สามารถนำไปใช้งานได้ต้องต่อ Q3 เพื่อทำการขยาย

เอกสารนี้จัดทำขึ้นก่อนโดยต่อทรานซิสเตอร์ Q3 ให้ทำงานในคลาซซี เอ C7 จะทำการกรองเฉพาะค่าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

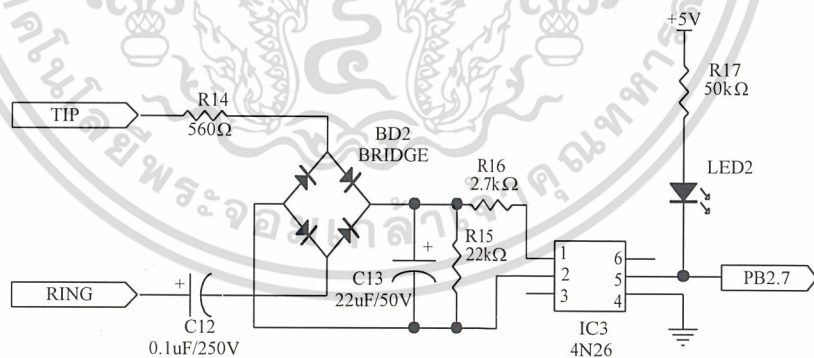
สัญญาณความถี่สูง จากนั้น Q2 จะทำการขยายสัญญาณอีกครั้งก่อนที่จะส่งผ่านไดโอดบริดจ์ออกไปในคู่สาย โดยสัญญาณความถี่สูงจะซีไปกับแรงดันไฟ +48 โวลต์ในคู่สายโทรศัพท์

ในสถานะที่เครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ทางด้านผู้เช่า (SUB) RL2 จะถูกเซ็ทให้จ่ายไฟตรงไปเลี้ยงในวงจรปากพุดหูฟัง เพื่อสร้างสัญญาณเสียงขึ้นมา RL2 จะถูกเซ็ทให้ต่อไปทาง TIP-RING เพื่อป้องกันไม่ให้แรงดันไฟสูง เข้าไปทำความเสียหายให้แก่วงจรปากพุดหูฟัง

สัญญาณเสียงถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า จะต่อออกจากขาคอลเลกเตอร์ของ Q2 ไปยังวงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ เพื่อสนทนากับผู้รับสายปลายทางด้านผู้เช่า

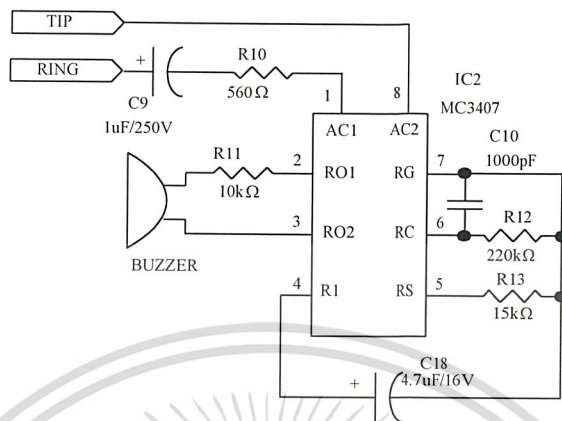
3.2.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

ในรูปที่ 3.8 เป็นวงจรที่ใช้ตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง โดยวงจรจะต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์โดยตรง การทำงานเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา สัญญาณจะผ่านไดโอดบริดจ์ เพื่อเปลี่ยนจากแรงดันกระแสสลับให้เป็นแรงดันกระแสตรง โดยจะมีค่าคาปาซิเตอร์เป็นตัวเรียงกระแสให้เรียบยิ่งขึ้น แรงดันที่ได้จากสัญญาณกระดิ่ง จะสามารถผ่านซีเนอร์ไดโอดได้ ทำให้อุปโตอยู่ในสถานะทำงาน และส่งผลให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส แอลอีดีสว่าง แรงดันที่ขาคอลเลกเตอร์จะเป็น 0 โวลต์ สามารถตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งได้



รูปที่ 3.8 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

วงจรรับสัญญาณเรียกจากชุมสายในรูปที่ 3.9 ที่ใช้ ไอซี MC34017 เมื่อมีสัญญาณเรียกจากภายนอก จะมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับประมาณ 75 ถึง 110 โวลต์ เข้ามายัง C9 ซึ่ง C9 จะยอมให้ไฟกระแสสลับผ่านมายัง R14 จะทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าก่อนเข้าไอซี MC34017 ซึ่งภายในไอซีจะจัดเรียงไฟฟ้ากระแสสลับที่ TIP RING เพื่อป้องกันค่าสูงกว่าระดับแรงดันที่ไอซีทนได้ ขา RG จะผลิตสัญญาณเสียงกระดิ่งส่งออกทางขา RO1 และ RO2 เป็นการเตือนให้รู้ว่ามีการเรียกเข้ามา ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

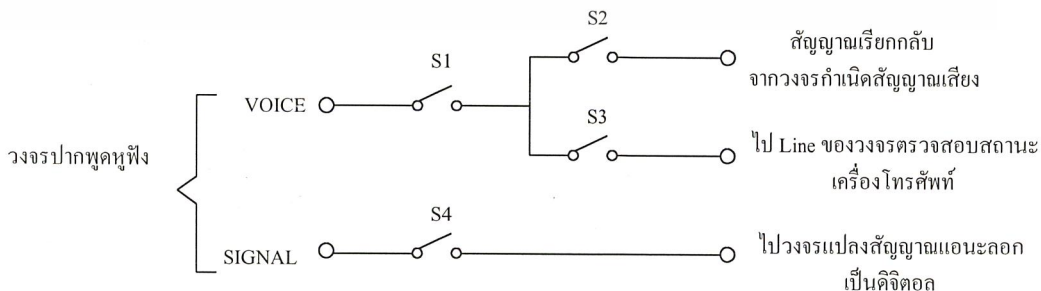


รูปที่ 3.9 วงจรรับสัญญาณเรียกจากชุมสาย

3.2.7 วงจรสวิตช์รีเลย์

วงจรสวิตช์รีเลย์ ทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณและเลือกสัญญาณจากวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงไปยังวงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ และควบคุมการเชื่อมต่อ SIGNAL (สัญญาณไดอัล) จากวงจรปากพูดหูฟังไปยังวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ในขณะที่ทำงานเป็นเครื่องตรวจวัดสัญญาณเท่านั้น เนื่องจากวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลต้องจำกัดสัญญาณไดอัลให้มีค่าไม่เกิน 5Vp-p ในการนำมาใช้ในการสุ่มค่าสัญญาณ ในบางช่วงที่มีสัญญาณที่มีความแรงเกินขีดความต้องการของวงจร ทำให้การตรวจวัดได้ค่าที่ผิดพลาด

วงจรสวิตช์รีเลย์ จะทำการตัดต่อสัญญาณในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยโครงสร้างของ วงจรสวิตช์รีเลย์ แสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 โครงสร้างการต่อสัญญาณของสวิตช์รีเลย์

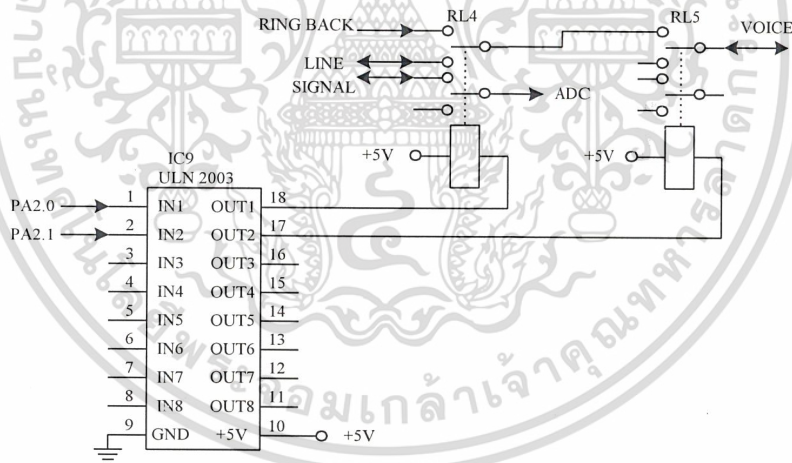
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรวัดระดับเสียงในสถานะที่เครื่องตรวจสอบคู่สายส่งสัญญาณความถี่ไปยังชุมสายโทรศัพท์ สวิตช์ทุกตัวจะปิดวงจร เพื่อป้องกันสัญญาณความถี่ย้อนกลับไปยังวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล และวงจรตรวจสอบสถานะ ซึ่งมีผลทำให้ความถี่คู่ผิเคี้ยนสถานะของรีเลย์จะเป็นดังรูปที่ 3.10

เมื่อทำหน้าที่ติดต่อกับผู้เช่า ในสถานะที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้เช่า สวิตช์ S1 และ S2 จะปิดวงจร สัญญาณเรียกกลับ จะเข้าสู่วงจรปากพุดหูฟัง ทำให้ผู้ใช้งานได้ยินเสียงสัญญาณเรียกกลับเหมือนสถานะปกติ ของการเรียกเลขหมายปลายทางผ่านชุมสายโทรศัพท์

เมื่อผู้เช่ายกหูโทรศัพท์เพื่อติดต่อกับผู้ใช้งานเครื่อง สวิตช์ S1 และ S3 จะปิดวงจรผู้ใช้งานเครื่องรับ ผู้เช่าสามารถสนทนากันได้ เพื่อสอบถามเลขหมายปลายทางของกลุ่มสายนั้น ๆ

การตรวจวัดคุณภาพสัญญาณ สัญญาณไดอัลจะถูกขับปลิงจากจุด SIGNAL ของวงจรปากพุดหูฟังเข้าสู่จรวัดระดับเสียง สวิตช์ S4 จะปิดวงจร เพื่อให้สัญญาณ ไดอัลเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล



รูปที่ 3.11 วงจรการต่อสวิตช์รีเลย์

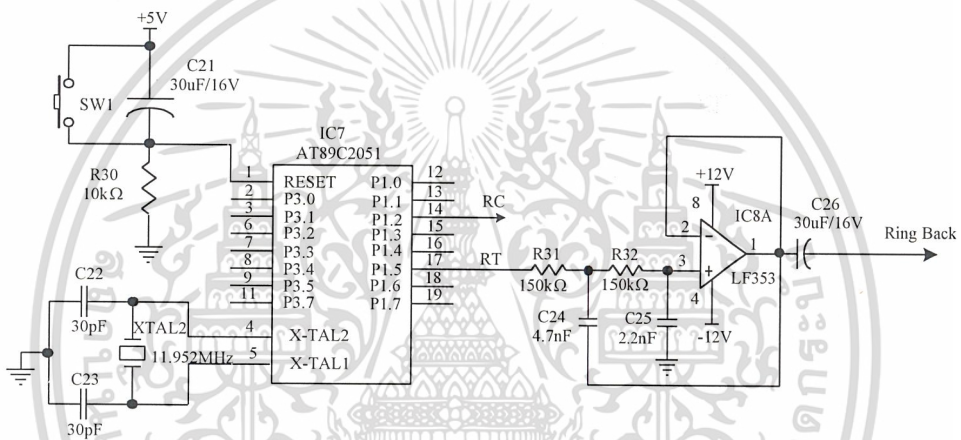
3.2.8 วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง (Tone Generator)

วงจรถ่ายทอดสัญญาณเสียงทำหน้าที่ในการกำเนิดสัญญาณต่างๆ ประกอบไปด้วย ตัวกำเนิดสัญญาณต่างๆ เพื่อบอกสถานะการทำงานซึ่งประกอบไปด้วย สัญญาณควบคุมรีเลย์ (RC) สัญญาณเรียกกลับ

โดยเราจะทำการกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่มีจังหวะที่แน่นอน โดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวสร้างพัลส์ความถี่ของสัญญาณต่างๆออกมาจะเป็นพัลส์ดิจิทัล และเมื่อนำไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัลส์เข้ามาผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำ ทำให้เอาต์พุตที่ได้เป็นสัญญาณไซน์ เพราะพัลส์นั้นประกอบด้วยสัญญาณไซน์หลายๆฮาร์มอนิกส์มารวมกัน เมื่อตัดเอาความถี่สูงออกจะเหลือแต่สัญญาณไซน์ที่มีความถี่เท่ากับความถี่ของพัลส์ออกมา

ในการออกแบบนั้น อาศัยฐานเวลาร่วมกันเพื่อเป็นตัวหารความถี่ลงมาให้ได้ความถี่ที่ต้องการและสร้างพัลส์ออกมาที่พอร์ต 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C2051 และนำสัญญาณต่าง ๆ มาผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำ เพื่อให้ได้สัญญาณไซน์ที่มีความถี่ต่างๆ ในส่วนของสัญญาณเรียกกลับ(Ring Back) ที่มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ดังเป็นจังหวะ คือติด 1 วินาที ดับ 4 วินาที



รูปที่ 3.12 วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง

ตารางที่ 3.10 การต่อใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C2051

ตำแหน่งพอร์ต	การต่อใช้งาน
P1.2	ควบคุมการทำงานรีเลย์
P1.5	ผลิตสัญญาณเรียกกลับ

3.2.9 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

การแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ถ้าสัญญาณถูกแปลงเป็นรหัสทางดิจิทัล โดยการสุ่มสัญญาณจากสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลทีละ 8 บิต แต่ละบิตจะแสดงสถานะเป็น 1 หรือ 0 ซึ่งมีความแตกต่างทางรหัสไบนารีทั้งหมด 2^8 หรือ 256 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี ADC0804 เป็นไอซีแปลงรหัสสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 8 บิต โดยสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในวงจรสามารถทำได้สองทาง คือ ใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกค่า 100 ถึง 800 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายในซึ่งสามารถกำหนดได้จากค่าความต้านทานและค่าของตัวเก็บประจุ ภายนอก โดยหาค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาได้จากสมการ

$$f = \frac{1}{1.1RC} \quad (3.1)$$

f = ความถี่เอาต์พุตที่ได้ หน่วยเป็นเฮิร์ตซ์

R = ค่าความต้านทาน หน่วยเป็นโอห์ม

C = ค่าตัวเก็บประจุ หน่วยเป็นฟารัด

ความถี่ของสัญญาณนาฬิกามีค่ามากมีผลทำให้สัญญาณดิจิทัลทางเอาต์พุตใกล้เคียงกับสัญญาณแอนะล็อกทางอินพุตมากขึ้นด้วย

ขา \overline{INTR} ของไอซี ADC0804 จะให้เอาต์พุตเป็นศูนย์ เมื่อการแปลงเสร็จสมบูรณ์ โดยต่อกับพอร์ต PC1.0 เมื่อแรงดันที่ขา \overline{INTR} เป็นศูนย์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าจากการสุ่มสัญญาณเป็นรหัสดิจิทัล 8 บิต การกำหนดแรงดันอ้างอิงสามารถกำหนดได้ที่ขา $V_{ref}/2$ ถ้าต้องการแรงดันอ้างอิงที่ 5 โวลต์ จะต้องป้อนแรงดัน 2.5 โวลต์ ในวงจรใช้ ZD4 ในการกำหนดแรงดันอ้างอิง

การทำให้ไอซีทำงานอย่างต่อเนื่องนั้น ขา \overline{CS} ขา \overline{RD} จะต้องต่อลงกราวด์ ส่วนขา \overline{WR} จะต้องต่อเข้ากับขา \overline{INTR} ซึ่งการต่อแบบนี้ทำให้เมื่อขา \overline{INTR} มีสถานะเป็นศูนย์ ขา \overline{WR} จะเป็นศูนย์ไปด้วย ทำให้ถูกรีเซ็ต และเมื่อ \overline{INTR} มีสถานะเป็นหนึ่งอีกครั้ง ขา \overline{WR} จะมีสถานะเป็นหนึ่งไปด้วยการแปลงสัญญาณจะเริ่มต้นอีกครั้ง

การควบคุมให้ไอซี ADC 0804 เริ่มทำงานต้องป้อนพัลส์ลบที่มีค่าเวลา 1 ไมโครวินาที เข้าที่ขา \overline{WR}

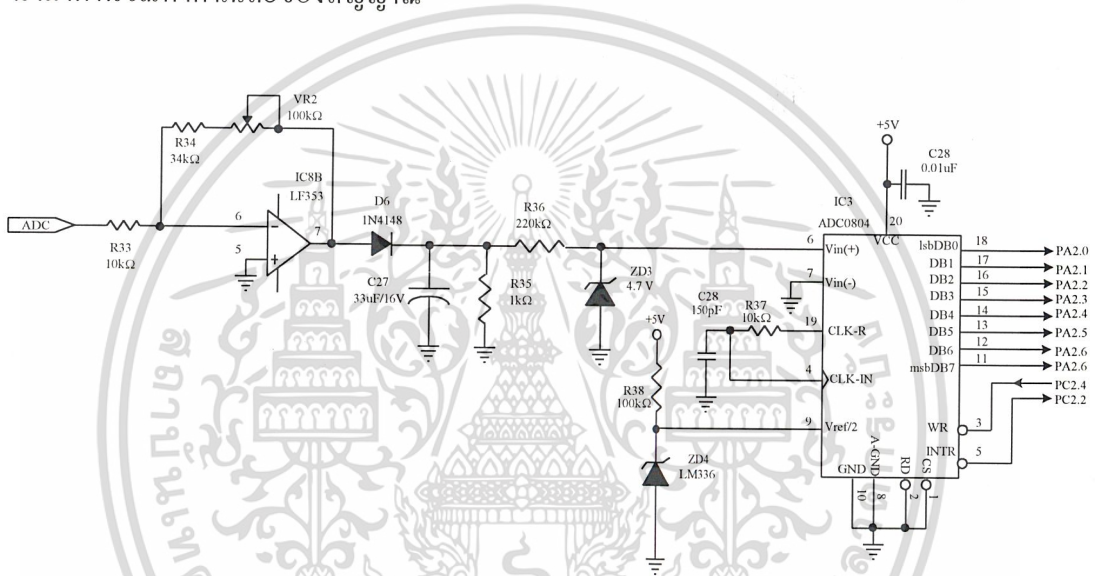
ในการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล จะทำการวัดสัญญาณได้อัลที่มีความถี่ 450 เฮิร์ตซ์ผสมกับความถี่ 350 เฮิร์ตซ์ และมีแอมพลิจูด 5 Vp-p โดยให้แรงดันอ้างอิงที่ที่ความแรง 1 Vp-p ผ่านวงจรขยายที่มีอัตราขยาย 13 เท่า แรงดันเอาต์พุตจะมีค่าเท่ากับ 13 Vp-p และผ่านวงจรเรียงกระแสชนิดครึ่งคลื่นให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้ไดโอด D6

แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกกรองแรงดันให้เรียบโดยวงจรเรียงกระแสที่ใช้ C27 เป็นตัว

กรองกระแส R35 ทำหน้าที่เป็นโหลดให้กับวงจร ในกรณีที่ไม่มีสัญญาณได้อัลจ่ายเข้ามาในวงจร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในทางอื่นใด ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

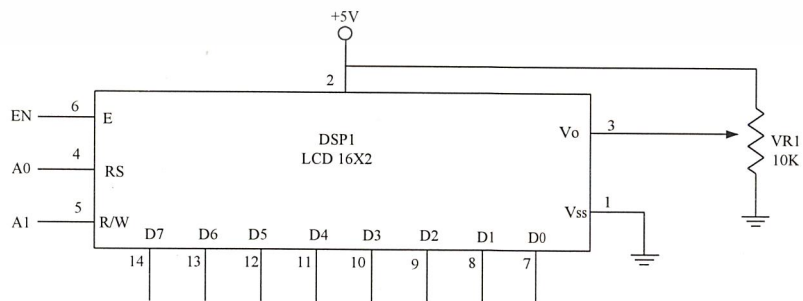
C27 จะทำการคายประจุไฟฟ้าผ่าน R35 เมื่ออินพุตมีค่าเท่ากับ 1 Vp-p จะมีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตกคร่อมที่ R35 เท่ากับ 5 โวลต์ กระแสจะไหลผ่าน R36 เพื่อจำกัดกระแสไม่ให้เกินค่ากระแสสูงสุดของ ZD3 ซึ่งเป็นซีเนอร์ไดโอดที่มีแรงดันตกคร่อมสูงสุด 4.7 โวลต์ เพื่อป้องกันแรงดันเกินค่าแรงดันอินพุตสูงสุดของไอซี ADC 0804

การสุ่มวัดสัญญาณจะกระทำทุกๆ 220 ไมโครวินาที จำนวน 100 ครั้ง ซึ่งใช้เวลาทั้งหมดในการวัดสัญญาณ 1 ครั้ง เท่ากับ 22 มิลลิวินาที แล้วนำค่าที่ได้จากการสุ่มไปเก็บในหน่วยความจำ และนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของสัญญาณ



รูปที่ 3.13 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

3.2.10 วงจรขับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD)

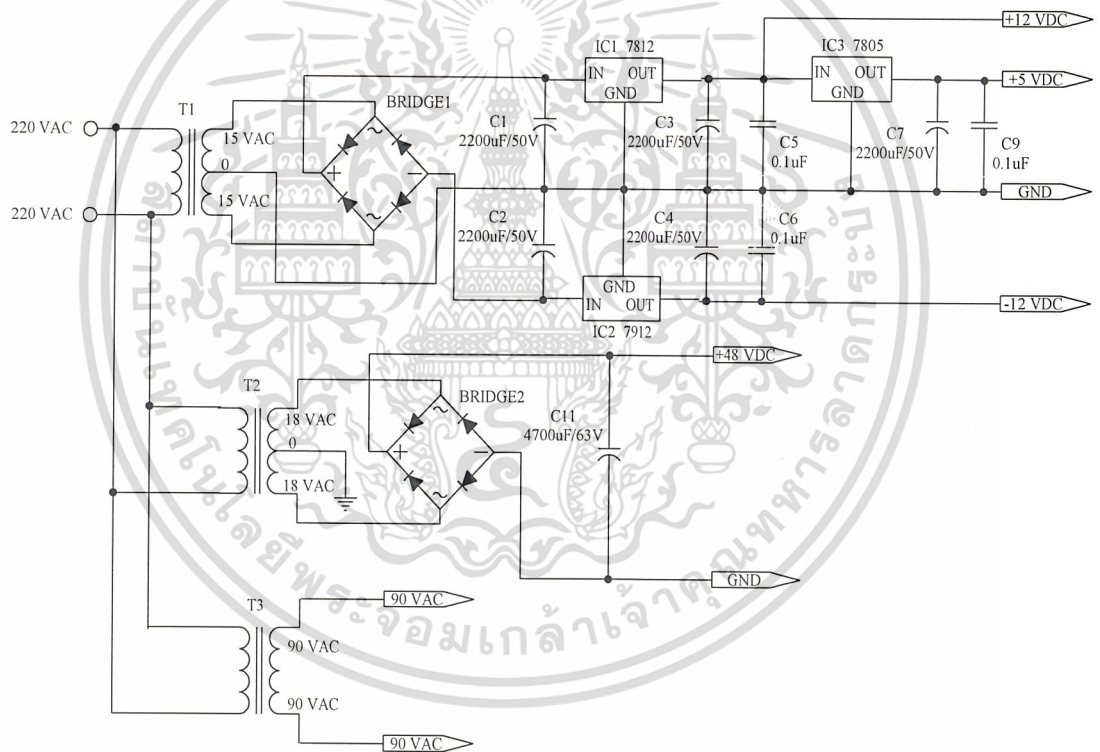


รูปที่ 3.14 วงจรขับจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมให้แอลซีดี แสดงตัวอักษรจะใช้ขา RS, R/W และ E ทำงานร่วมกัน โดยขา E เป็นขาอินพุต LCD ให้ทำงานซึ่งจะต่อกับขาพอร์ต EN ส่วนขา RS เป็นขาอินพุตใช้ในการแยกชนิดของข้อมูลที่ทำการประมวลผลในขณะนั้น ว่าเป็นคำสั่งสำหรับรีจิสเตอร์หรือเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผลซึ่งขานี้จะต่อกับพอร์ต A0 ส่วนขา R/W เป็นขาที่ใช้เลือกการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับจอแอลซีดีต่อกับพอร์ต A1 นอกจากนี้ LCD ตัวนี้ยังสามารถปรับความเข้มของการแสดงผลได้ด้วย ซึ่งสามารถปรับได้ที่ VR1 โดยที่ขา V0 เป็นอินพุตรับแรงดันเพื่อปรับความคมชัดของการแสดงผล

3.2.11 วงจรภาคจ่ายไฟ (Power Supply)



รูปที่ 3.15 วงจรภาคจ่ายไฟ

วงจรภาคจ่ายไฟทำหน้าที่ผลิตแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่จ่ายให้แก่วงจรในภาคต่างๆทั้งหมดภายในเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์ ในภาคนี้ใช้ไอซีเรกูเลเตอร์ เบอร์ 7812, 7912 และ 7805 ซึ่งแต่ละตัวจะทำหน้าที่เป็นตัวเรกูเลตแรงดันให้มีค่าเท่ากับ +12,-12 และ +5 โวลต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดัน 90 โวลต์ เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับใช้สำหรับส่งสัญญาณเรียก (Ringing) ไปยังเครื่องโทรศัพท์ที่ต่อด้านปลายคู่สาย โดยต่อแรงดันไปที่ขา NO ของรีเลย์ในวงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ให้หม้อแปลงไฟฟ้า 220 โวลต์ / 90 โวลต์ ในการลดระดับแรงดัน

3.3 การออกแบบ และการทำงานของโปรแกรมเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

ในการออกแบบโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์นี้ เลือกใช้โปรแกรมภาษาแอสเซมบลี สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 เพราะปัจจุบันเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย มีหน่วยความจำในตัว สามารถต่อขยายพอร์ตใช้งานได้ ซึ่งในภาคควบคุมจะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 ที่มีการต่อพอร์ต 8255 ไว้ถึงสองตัว และเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 ในวงจรผลิตสัญญาณเสียง

การทำงานของโปรแกรมแบ่งออกเป็นหลายๆ ส่วนด้วยกัน คือ การเขียนโปรแกรมรับค่าจากการกดคีย์ โปรแกรมควบคุมรีเลย์ โปรแกรมควบคุมการกำเนิดสัญญาณความถี่คู่ โปรแกรมที่ใช้ในการติดต่อกับชุมสาย โปรแกรมที่ใช้ในการติดต่อกับผู้เช่า โปรแกรมเก็บข้อมูล และโปรแกรมแสดงผลทางจอแอลซีดี

3.3.1 การออกแบบโครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์

ในการออกแบบโปรแกรมของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์นั้นสามารถแบ่งออกเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้คือ ส่วนที่เป็นโทรศัพท์ทั่วไป ส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ ส่วนที่เป็นเครื่องตรวจวัดสัญญาณ และส่วนที่ใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูล ซึ่งการออกแบบโครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์ ในส่วนของรายละเอียดของผังการทำงาน และโปรแกรมการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์ แสดงไว้ในภาคผนวก ค.

3.3.2 โครงสร้างการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

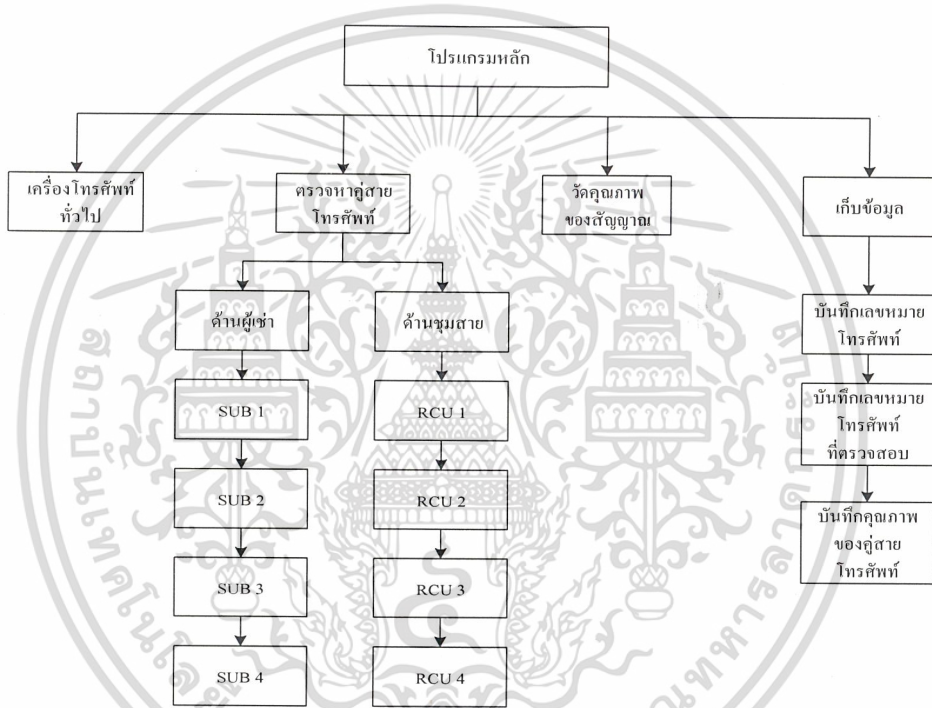
โครงสร้างการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์แสดงในรูปที่ 3.17 การทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์ แบ่งออกเป็นกรณีต่างๆ ดังนี้

1) กรณีทำงานเป็นโทรศัพท์ทั่วไป

จากรูปที่ 3.17 หลังจากการเปิดเครื่อง เมื่อเครื่องอยู่ในสภาวะพร้อมทำงาน ต้องกดปุ่ม TEL เครื่องจะเข้าสู่ระบบการทำงานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป ขณะนี้ถ้ามีสัญญาณเรียกเข้ามาจากชุมสายโทรศัพท์ เครื่องจะแสดงข้อความเตือน เมื่อกดปุ่มรูปปากพูดหูฟังโทรศัพท์ (**☎**) ก็สามารถทำการสนทนาได้ตามปกติกับผู้เรียกค้นทางได้ จนกว่าจะมีการเลิกสนทนา

ถ้าต้องการโทรศัพท์ไปยังเลขหมายอื่น ต้องกดปุ่ม (๒) และตามด้วยเลขหมายที่ต้องการกดปุ่ม (๒) อีกครั้ง จากนั้นรอฟังสัญญาณเสียงสัญญาณต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ทั่วไป

หากต้องการบันทึกเลขหมายโทรศัพท์ที่โทรออกเป็นประจำหรือป้องกันการลี้ม สามารถบันทึกได้โดยกดปุ่ม DATA เพื่อเข้าระบบการบันทึกเลขหมาย ซึ่งสามารถบันทึกเลขหมายได้ถึง 100 เลขหมาย สามารถเรียกดูเลขหมายที่บันทึกอยู่ หากต้องการโทรเรียกไปยังเลขหมายดังกล่าวเพียงแค่กดปุ่ม (๒)



รูปที่ 3.16 โครงสร้างการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

2) กรณีทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสายโทรศัพท์

เมื่อต้องการทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายที่มาจากทางด้านชุมสายโทรศัพท์ หลังจากเปิดเครื่อง กดปุ่ม LINE เครื่องจะแสดงคำสั่งให้เลือกการตรวจสอบคู่สายจากด้านชุมสายโทรศัพท์ หรือคู่สายโทรศัพท์ที่ไปยังผู้เช่า

เมื่อกดปุ่มที่อยู่ตรงตำแหน่ง RCU เครื่องจะเข้าสู่ระบบการตรวจสอบคู่สายด้านชุมสาย ต้องต่อคู่สายเข้าสู่ช่องที่ต้องการวัด (RCU1 ถึง RCU4) แล้วเลือกช่องคู่สายที่ละ 1 คู่สาย ทำการกดเลขหมายพิเศษไปยังชุมสายเพื่อสอบถามเลขหมายประจำคู่สายนั้นๆ จากนั้นบันทึกเลขหมายที่ได้

จากการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าต้องการวัดคุณภาพของคู่สาย หรือวัดสัญญาณโทรศัพท์ในคู่สายถ้าคู่สายนั้นมีสัญญาณได้อัล ให้กดปุ่ม SIGNAL เครื่องจะทำการตรวจวัดคุณภาพของคู่สาย และบันทึกผลการตรวจวัดลงในหน่วยความจำที่มีการจ่ายไฟเลี้ยงสำรองข้อมูลไว้ ข้อมูลดังกล่าวสามารถเรียกดูได้ทันทีที่ต้องการ

หลังจากการตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์คู่แรก หากต้องการตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์คู่ถัดไป หรือย้อนกลับไปยังการทำงานถัดมา ทำได้โดยการกดปุ่ม © หรือคำสั่ง Back ที่แสดงบนหน้าจอแสดงผล

3) กรณีทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายทางด้านผู้เช่า

เมื่อเข้าสู่ระบบการตรวจสอบคู่สายดังข้อ 2) ถ้ากดปุ่ม SUB จะเป็นการเข้าสู่ระบบการตรวจสอบคู่สายทางด้านผู้เช่า วิธีการเหมือนกับการตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสาย ต้องต่อคู่สายเข้าสู่ช่องที่ต้องการ ซึ่งต้องวัดทีละ 1 คู่สายเท่านั้น เมื่อเตรียมทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว ทำการส่งสัญญาณเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่า เมื่อสามารถสนทนาและสอบถามเลขหมายปลายทางดังกล่าวได้แล้ว ต้องบันทึกลำดับคู่สาย และบันทึกเลขหมายของคู่สายโทรศัพท์ลงในหน่วยความจำเหมือนการตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสายโทรศัพท์ใน ข้อ 2)

4) กรณีทำหน้าที่เป็นเครื่องวัดสัญญาณ

จากโปรแกรมหลักดังรูปที่ 3.16 เมื่อต้องการตรวจสอบหาคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์ที่ต้องต่อคู่สายที่ต้องการวัดเข้าสู่ช่อง RCU ที่เลือกไว้แล้ว หรือ ใช้สายปากคีบที่ใช้ร่วมกับเครื่อง คีบคู่สายที่ต้องการวัด จากนั้นกดปุ่ม SIGNAL เครื่องจะทำการวัดและประมวลผลค่าของสัญญาณ แล้วออกมาในรูปของตัวเลขที่เป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าที่ได้ดังกล่าวเป็นตัวบ่งบอกคุณภาพของคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งคุณภาพของคู่สายจะลดทอนโดยความชื้นในสาย การลัดวงจร การรบกวนข้ามช่อง (Cross Talk) หรือจากสัญญาณรบกวนต่างๆ

ค่าคุณภาพของสัญญาณจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำตามตำแหน่งการบันทึกเลขหมายของคู่สายนั้นๆ

5) กรณีทำหน้าที่บันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

5.1) การบันทึกเลขหมายโทรศัพท์สำหรับการเรียกไปยังเลขหมายต่างๆ เมื่อทำหน้าที่เป็นโทรศัพท์ทั่วไป สามารถบันทึกได้ถึง 50 เลขหมาย

5.2) การบันทึกข้อมูลเลขหมายของคู่สายโทรศัพท์ตามลำดับการตรวจสอบ สามารถบันทึกได้ 50 เลขหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3) การบันทึกข้อมูลคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบคู่สาย สามารถเชื่อมต่อกู่สายที่ขาดออกจากกันได้ โดยใช้ข้อมูลที่บ่งบอกลำดับและหมายเลขประจำคู่สาย ที่ตรงกัน ข้อมูลจะบันทึกไว้ในหน่วยความจำ โดยจะไม่มีการสูญหายเมื่อปิดเครื่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

การทดลอง และการตรวจสอบการทำงานแบ่งออกเป็นสองส่วน โดยในส่วนแรกเป็นการทดลองวงจรแต่ละชุดซึ่งยังไม่ได้ประกอบรวมกัน และส่วนที่สองเป็นการทดลองการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์ที่ใช้งานจริง โดยส่วนแรกนี้จะแบ่งออกเป็น 9 วงจรดังนี้

- 1) ภาควควบคุมการทำงาน
- 2) วงจรรีเลย์
- 3) วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์
- 4) วงจรสแกนคีย์
- 5) วงจรปากพูดหูฟัง และวงจรกำเนิดสัญญาณ
- 6) วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง
- 7) วงจรสวิตช์รีเลย์
- 8) วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง
- 9) วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

4.2 การทดลอง และผลการทดลองของวงจรภายในเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

การทดลอง และผลการทดลองของวงจรภายในเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์สามารถแบ่งการทดลองวงจรออกเป็นส่วนๆ และแต่ละส่วนแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

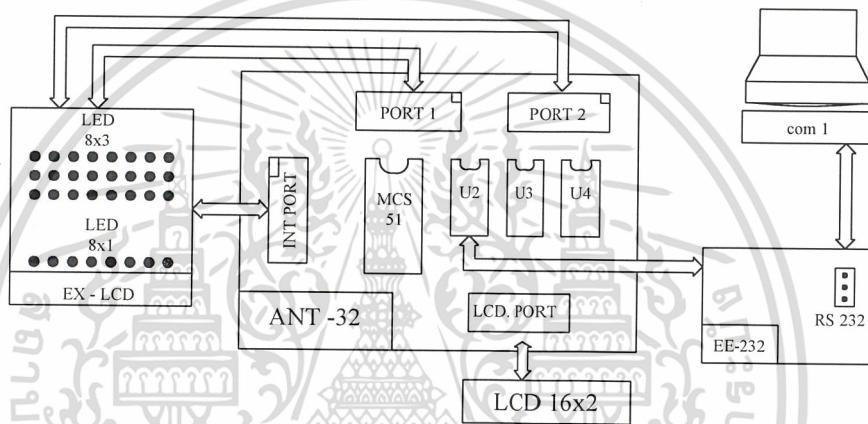
4.2.1 ภาควควบคุมการทำงาน

ขั้นตอนการทดลอง

- 1) ศึกษาคู่มือของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 ให้เข้าใจ
- 2) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็น 3) จากรูปที่ 4.1 ยังไม่ต้องต่อสายสัญญาณของ พอร์ต 1 พอร์ต 2 และ แอลซีดีพอร์ต โยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) ทดลองใช้งานเครื่องอีมีูเลเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสื่อสาร Hyper Terminal ติดต่อกันพอร์ตคอม 1
- 5) เขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทดลองให้ LED 8x1 ติด และดับ
- 6) ต่อสายสัญญาณของพอร์ต 1 จากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 ไปยังพอร์ต 8255 บนบอร์ด EX-LED



รูปที่ 4.1 การต่อทดลองบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32

- 7) แก้ไขโปรแกรมในข้อ 4) ให้ LED 8x3 ติดดับ ตามที่ต้องการ
- 8) ถอดสายสัญญาณจากพอร์ต 1 ออก แล้ว ต่อสายสัญญาณจากพอร์ต 2 เข้าสู่บอร์ด EX-LED
- 9) แก้ไขโปรแกรมในข้อ 4) ให้ LED 8x3 ติดดับ ตามที่ต้องการ
- 10) ต่อสายสัญญาณเข้าจอแอลซีดี
- 11) แก้ไขโปรแกรมในข้อ 4) ให้จอแอลซีดี แสดงข้อความตามที่ต้องการ
- 12) ใช้ไอซีเบอร์ 6255 ในซ็อกเก็ต U3 และเซ็ทจัมป์เปอร์ให้ถูกต้อง
- 13) แก้ไขโปรแกรมในข้อ 4) ให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 สามารถเก็บข้อมูล และดึงข้อมูลจากแรมตำแหน่ง U3 โดยแสดงผลออกทาง EX-LED และทางจอแอลซีดี
- 14) ใช้ไอซีเบอร์ 62256 ในซ็อกเก็ต U4 และเซ็ทจัมป์เปอร์ให้ถูกต้อง
- 15) แก้ไขโปรแกรมในข้อ 13) ให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 สามารถเก็บข้อมูลและดึงข้อมูลจากหน่วยความจำ ตำแหน่ง U4 โดยแสดงผลออกทาง EX-LED และทางจอแอลซีดี
- 16) ทบทวนการทำงานของโปรแกรม และทำความเข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การทดลองภาคควบคุมการทำงานเป็นการศึกษาการทำงาน และเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 โดยสั่งให้พอร์ต เป็นเอาต์พุต เพื่อดูผลผ่านแอลอีดีบนบอร์ด EX-LED การทดลองพอร์ตของไอซี 8255 ต้องทดลองทีละ 1 ตัว เพราะบนบอร์ด EX-LED มีพอร์ตของไอซี 8255 เพียง 1 ตัวเท่านั้น

การทดลองเขียนโปรแกรม โดยใช้โปรแกรม Word Pad บันทึกไฟล์ให้เป็นนามสกุล.ASM เมื่อทำการคอมไพล์เป็นไฟล์นามสกุล.HEX ให้ใช้โปรแกรม Hyper Terminal เพื่อดาวน์โหลดข้อมูลในไฟล์นามสกุล.HEX ลงในเครื่องอิมูเลเตอร์ และต้องเซ็ทจัมพ์เปอร์บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 ให้เป็นการใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก การเซ็ทจัมพ์เปอร์ขนาดหน่วยความจำ ต้องให้ตรงกับขนาดของหน่วยความจำที่ใช้งานจริง การสั่งงานจอแอลซีดีเมื่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 ทำการติดต่อกับจอแอลซีดี คำสั่ง Enable จะถูกเซ็ทโดยอัตโนมัติโดยใช้ฮาร์ดแวร์เป็นตัวถอดรหัสตำแหน่งของหน่วยความจำ (Memory Mapping Decode)

การทดลองภาคควบคุมการทำงานในขั้นตอนนี้ ยังไม่ได้ทดลองการใช้งาน วงจรที่ใช้ติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม RS232, วงจร Watchdog Timer, Power up/down Reset และ Real Time Clock

จากการทดลองสามารถใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 และเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีได้

4.2.2 วงจรรีเลย์ (Relay)

ขั้นตอนการทดลอง

1) ทำความเข้าใจการทำงาน และการควบคุมวงจรรีเลย์จากโครงสร้างของวงจรรีเลย์ในรูปที่ 3.2

2) ทดลองกดสวิตช์ SW1-SW3 โดยควบคุมให้ขา RING_RCU และขาTIP_RCU สามารถเลือกรับอินพุตจาก RCU1-RCU4 ได้โดยอิสระ บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1

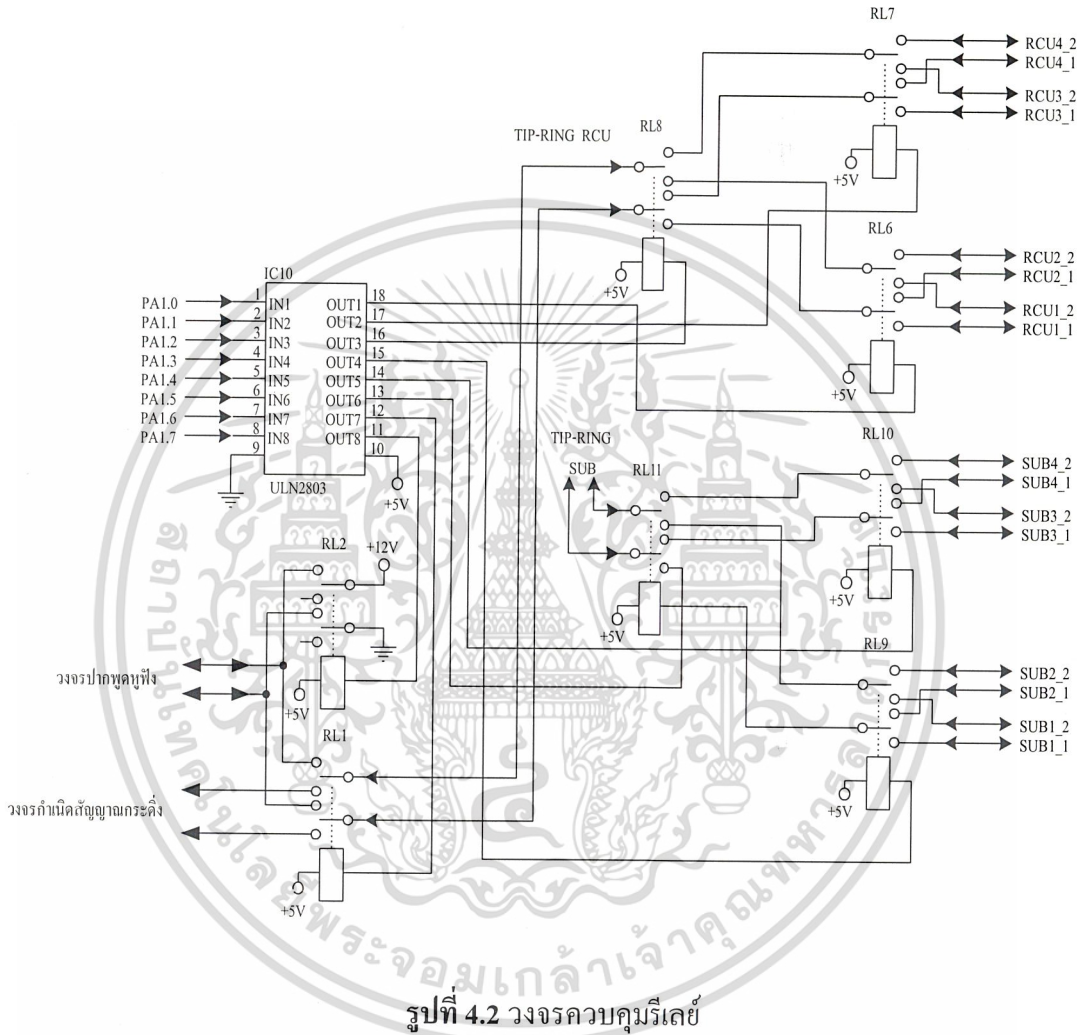
3) ทดลองกดสวิตช์ SW4-SW6 โดยควบคุมให้ ขา RING_SUB และขาTIP_SUBสามารถเลือกรับอินพุตจาก SUB1-SUB4 ได้โดยอิสระ บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1

4) ทดลองกดสวิตช์ SW7 โดยควบคุมให้ RL1 สามารถต่อสัญญาณจากขา TIP_RCU และ RING_RCU เข้าสู่วงจรปากพุดหูฟัง บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1

5) ทดลองกดสวิตช์ SW8 โดยควบคุมให้ RL2 สามารถต่อแรงดัน ไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่วงจรปากพุดหูฟัง บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1

6) จากวงจรรีเลย์ในรูปที่ 4.2 เปลี่ยนการควบคุมไอซี ULN2003 จาก SW1-SW8 เป็นการควบคุมโดยใช้สัญญาณจากพอร์ต A1 ตามวงจรรูปที่ 4.2

7) เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของรีเลย์ และบันทึกค่าการควบคุมรีเลย์ในสถานะต่างๆ ในรูปเลขฐานสิบหก ลงในตารางที่ 4.2

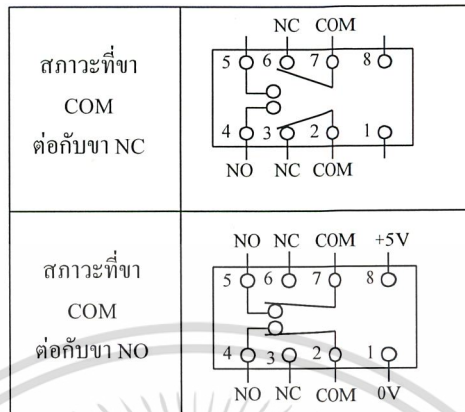


ผลการทดลอง

โครงสร้าง และการควบคุมหน้าสัมผัสของรีเลย์ แสดงในรูปที่ 4.3

จากรูปที่ 4.3 การควบคุมรีเลย์ให้ต่อหน้าสัมผัสจากปกติปิด (NC) เป็นปกติเปิด (NO) ต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงค่า 4.5 โวลต์ เข้าที่ขา 8 และให้ขา 1 เป็นกราวด์ หรือ 0 โวลต์ การควบคุมรีเลย์ให้เปลี่ยนหน้าสัมผัส ต้องให้ขาอินพุตของไอซี ULN2003 มีระดับแรงดัน +5 โวลต์ หรือ ลอจิก “1” ดังผลการทดลองในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 โครงสร้างการต่อหน้าสัมผัสของรีเลย์

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการควบคุมวงจรรีเลย์

อินพุต								เอาต์พุต	
SW8	SW7	SW6	SW5	SW4	SW3	SW2	SW1	TIP_RCU	TIP_SUB
IN8	IN7	IN6	IN5	IN4	IN3	IN2	IN1	RING_RCU	RING_SUB
0	1	0	0	0	0	0	0	RCU1	-
0	1	0	0	0	0	0	1	RCU2	-
0	1	0	0	0	1	0	0	RCU3	-
0	1	0	0	0	1	1	0	RCU4	-
1	0	0	0	0	0	0	0	-	SUB1
1	0	0	0	1	0	0	0	-	SUB2
1	0	1	0	0	0	0	0	-	SUB3
1	0	1	1	0	0	0	0	-	SUB4

เมื่อเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรรีเลย์โดยผ่านพอร์ต A1 โดยสามารถเลือกสัญญาณได้จาก RCU และ SUB พร้อมกำหนดสถานะการยกหู (Off Hook) วางหู (On Hook) ของวงจรถูกพุดหูฟัง สามารถเขียนได้ดังตารางที่ 4.2

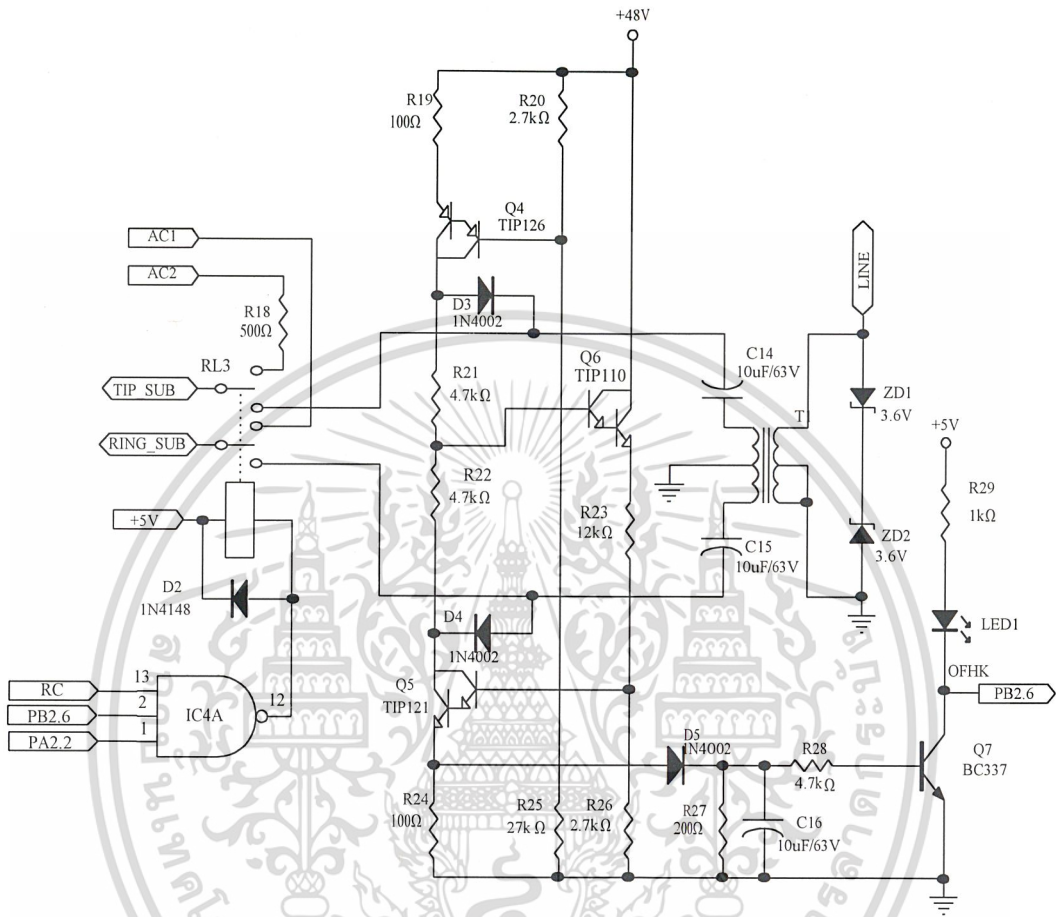
ตารางที่ 4.2 การควบคุมรีเลย์ในรูปแบบของระบบเลขฐานสิบหก

อินพุต/ เอาต์พุต	สภาวะยกหู (Off Hook)	สภาวะวางหู (On Hook)
RCU1	40H	00H
RCU2	41H	01H
RCU3	44H	04H
RCU4	46H	06H
SUB1	80H	00H
SUB2	88H	08H
SUB3	A0H	20H
SUB4	B0H	30H

4.2.3 วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ ขั้นตอนการทดลอง

- 1) ต่อวงจรตามรูปที่ 4.4
- 2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร ต่อแหล่งจ่ายแรงดัน +48 โวลต์เข้าวงจร สังเกตความผิดปกติ ถ้าวงจรถูกต้องแอลอีดีจะต้องดับ
- 3) วัดแรงดันที่ขาคอมมอนของรีเลย์ ต้องได้แรงดันกระแสตรงมีค่าไม่ต่ำกว่า +45 โวลต์
- 4) ต่อสายสัญญาณ โทรศัพท์เข้าที่ขั้ว TIP_SUB และ RING_SUB ของรีเลย์ยกหู โทรศัพท์แล้วฟังเสียงจากหูฟัง ทดลองพูดจะต้องได้ยินสัญญาณข้างเคียง (Side Tone)
- 5) จากการทดลองในข้อ 4) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของแอลอีดี พร้อมกับวัดแรงดันที่จุด PB2.6 ทดลองในสภาวะยกหู และวางหูบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.3
- 6) ทดลองการส่งสัญญาณ ไปยังเครื่องโทรศัพท์โดยวางหูโทรศัพท์ ต่อแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ +90 โวลต์เข้าที่ขา AC1 และ AC2
- 7) กระตุ้นที่ขา RC ของรีเลย์ด้วยสวิตช์ไฟฟ้ากราวด์ของวงจร สังเกตผลที่เกิดขึ้น และบันทึกผลการทดลอง
- 8) ต่อสัญญาณ RC_PULSE จากวงจรกำเนิดสัญญาณเสียง เข้าที่ขา RC ของรีเลย์ และบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์

9) ปลดแหล่งจ่ายไฟออกจากวงจร ต่อสัญญาณเสียงที่มาจาก VOICE ของวงจรปากพูดหูฟัง เข้าที่ LINE ในวงจร โดยให้ RL2 ต่อแรงดัน +12 โวลต์ เข้าสู่ วงจรปากพูดหูฟัง เพื่อผลิตสัญญาณเสียงพูด

10) ต่อแหล่งจ่ายไฟ +48 โวลต์เข้าเครื่องโทรศัพท์ และวงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ ทดลองสนทนาระหว่างเครื่องโทรศัพท์ที่ต่อกับวงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์กับวงจรปากพูดหูฟัง บันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์แสดงสภาวะการยกหู และวางหูของโทรศัพท์ โดยใช้แรงดันที่จุด PB2.6 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สภาวะการยกหู และวางหูของเครื่องโทรศัพท์

สภาวะของโทรศัพท์	แรงดันที่จุด PB2.7	ระดับลอจิก
ยกหู	0 โวลต์	0
วางหู	3 โวลต์	1

เมื่อต่อกราวด์เข้าที่ขา RC ของรีเลย์ วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์จะส่งแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไปเป็นสัญญาณเรียกเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง โดยสัญญาณจะดังตลอดเวลา

เมื่อต่อสัญญาณ RC_PULSE เข้าที่ขา RC จะทำให้สัญญาณที่เรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง จะดังเป็นจังหวะตามคาบเวลาของสัญญาณเรียก (Ringing Tone)

วงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูด ระหว่างวงจรปากพูดหูฟังกับเครื่องโทรศัพท์ที่ต่ออยู่ที่ขาคอมมอนของรีเลย์

4.2.4 วงจรสมแกนคีย์

ขั้นตอนการทดลอง

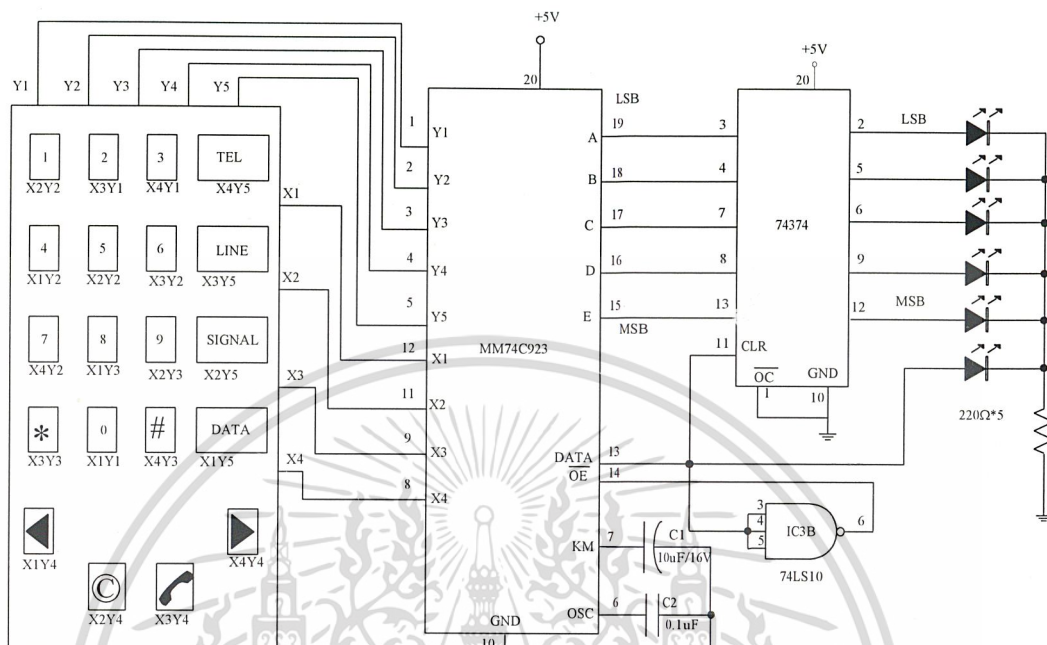
- 1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.5
- 2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร จากนั้นต่อวงจรเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์
- 3) กดปุ่มต่างๆ สังเกตความแตกต่างของการติดหรือดับของแอลอีดี บันทึกผลการกดคีย์ตามตารางที่ 4.4
- 4) ต่อสายสัญญาณจากวงจรเข้าที่พอร์ต 2 ของบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์
- 5) เขียนโปรแกรมควบคุมการรับค่าจากการกดคีย์ โดยแสดงผลทางจอแอลซีดี
- 6) สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่บิต DATA บันทึกค่าผลการกดคีย์เป็นระบบตัวเลขฐานสิบหก และเปรียบเทียบค่าเป็นรหัสแอสกี

ผลการทดลอง

เมื่อกดปุ่มใดๆ แอลอีดีที่ต่อกับขา DATA จะติดก่อนแอลอีดีที่ต่อกับขาเอาต์พุตของไอซีเบอร์ 74373 การเขียนโปรแกรมควบคุมเพื่อรับค่าการกดปุ่ม จะต้องตรวจสอบสถานะบิตที่ขา DATA ก่อนถ้าขา DATA เป็น “1” จึงรับค่าปุ่มกดจากเอาต์พุตของไอซี 74373 ซึ่งจะค้างสภาวะลอจิกที่เป็นค่าประจำปุ่มกดนั้นได้ โปรแกรมรับค่าจากปุ่มกดต้องนำค่าจากปุ่มกดมาทำการแอนด์กับค่า 1F เพื่อให้ได้ค่าประจำคีย์ที่ถูกต้อง

ทดลองกดปุ่ม สังเกตการติดหรือดับของแอลอีดี สามารถแสดงค่าประจำปุ่มกดต่างๆ เป็นค่าฐานสิบหก และรหัสแอสกี ได้ดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การต่อวงจรสแกนคีย์ที่แสดงผลทางแอลอีดี

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการกดค่าประจำปุ่มต่างๆ

กดปุ่ม	ขา DA						ค่ารหัสฐานสิบหก	ค่ารหัสแอสกี
	PB2.5	PB2.4	PB2.3	PB2.2	PB2.1	PB2.0		
0	1	0	0	0	0	0	00 H	30
1	1	0	0	0	0	1	01 H	31
2	1	0	0	0	1	0	02 H	32
3	1	0	0	0	1	1	03 H	33
4	1	0	0	1	0	0	04 H	34
5	1	0	0	1	0	1	05 H	35
6	1	0	0	1	1	0	06 H	36
7	1	0	0	1	1	1	07 H	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

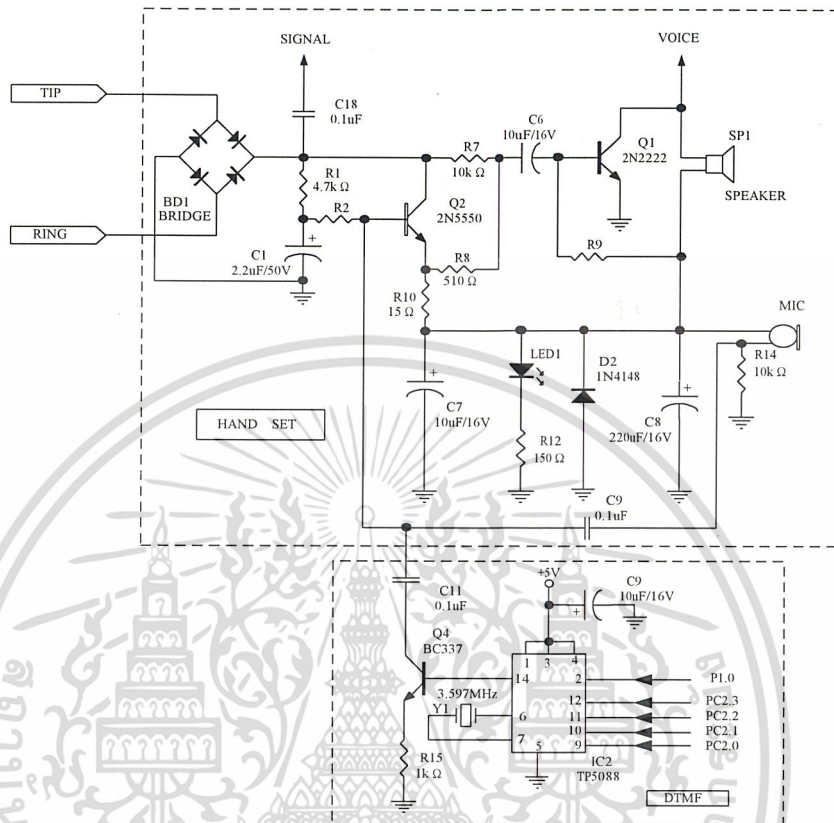
ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการทดลองการกดค่าประจำปุ่มต่างๆ

กดปุ่ม	ขา DA	เอาต์พุต					ค่ารหัส	ค่ารหัส
	PB2.5	PB2.4	PB2.3	PB2.2	PB2.1	PB2.0	ฐานสิบหก	แอสกี
8	1	0	1	0	0	0	08H	38
9	1	0	1	0	0	1	09H	39
*	1	0	1	0	1	0	0AH	2A
#	1	0	1	0	1	1	0BH	23
◀	1	0	1	1	0	0	0CH	-
©	1	0	1	1	0	1	0DH	-
⌒	1	0	1	1	1	0	0EH	-
▶	1	0	1	1	1	1	0FH	-
DATA	1	1	0	0	0	0	10H	-
SIGNAL	1	1	0	0	0	1	11H	-
LINE	1	1	0	0	1	0	12H	-
TEL	1	1	0	0	1	1	13H	-
ไม่กดปุ่ม	0	-	-	-	-	-	-	-

4.2.5 วงจรปากพูดหูฟัง และวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)

ขั้นตอนการทดลอง

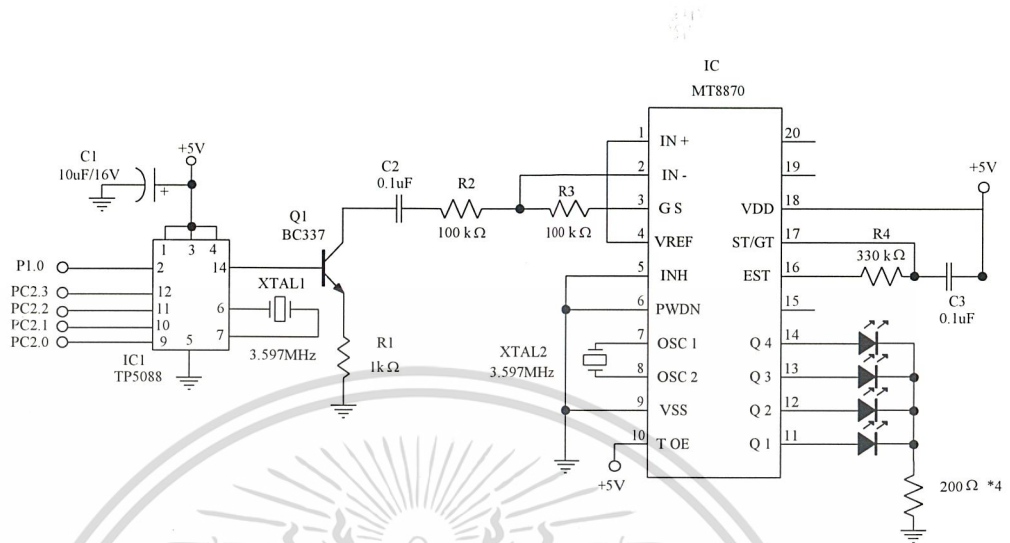
- 1) ต่อวงจรตามรูปที่ 4.6
- 2) ทำการทดลองเฉพาะวงจรปากพูดหูฟังก่อน โดยปลดสายเชื่อมต่อจากวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่ ออกจากวงจรปากพูดหูฟัง
- 3) ตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ที่นำมาทดลองให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน นำคู่สายต่อเข้ากับตำแหน่ง TIP-RING ในวงจรตามรูปที่ 4.7 ทดลองฟังเสียงสัญญาณไดอัล จากนั้นส่งเสียงพูดเข้าไปในไมโครโฟน จะได้ยินเสียงของตนเองจากหูฟังในวงจรโทรศัพท์ หรือที่เรียกว่าสัญญาณเสียงข้างเดียว (Side Tone)



รูปที่ 4.6 วงจรปากพูดหูฟัง และวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่

- 4) ทดสอบการทำงานของวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่ โดยต่อวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ร่วมกับวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่ ดังรูปที่ 4.7
- 5) ศึกษาคู่มือการใช้ไอซีเบอร์ TP5088 และทำความเข้าใจการควบคุมดังกล่าว
- 6) ทดลองควบคุมการทำงานของไอซีเบอร์ TP5088 ด้วยการเลื่อนสวิตช์ปิด เปิดสังเกตการติด และดับของแอลอีดี ของวงจรถอดรหัสความถี่คู่ และบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.5
- 7) ต่อสายเชื่อมจากวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่ เข้ากับวงจรปากพูดหูฟัง
- 8) ทดลองส่งสัญญาณความถี่คู่เข้าไปในคู่สายโทรศัพท์ เพื่อเรียกเครื่องโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับเลขหมายอื่น ทดสอบการสนทนา และบันทึกผลการทดลอง
- 9) ต่อวงจรปากพูดหูฟัง และวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่ ร่วมกับวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง ดังในรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 วงจรทดสอบการกำเนิดสัญญาณความถี่คู่

10) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร จากนั้นต่อสวิตช์ปิดเปิด ที่ขาอินพุตของไอซีเบอร์ TP5088 และต่อสวิตช์ปิดเปิด ที่ขาของรีเลย์ RL1 จากนั้นต่อสายโทรศัพท์เข้าไปในวงจรที่ตำแหน่ง TIP RING ของรีเลย์ RL1

11) ต่อแหล่งจ่ายแรงดัน +5 โวลต์ เข้าในวงจร

12) ทดลองป้อนสัญญาณดิจิทัล โดยการเลื่อนสวิตช์ปิดเปิด ควบคุมการทำงานของรีเลย์ และใช้ไอซีเบอร์ TP5088 บันทึกผลการทดลอง

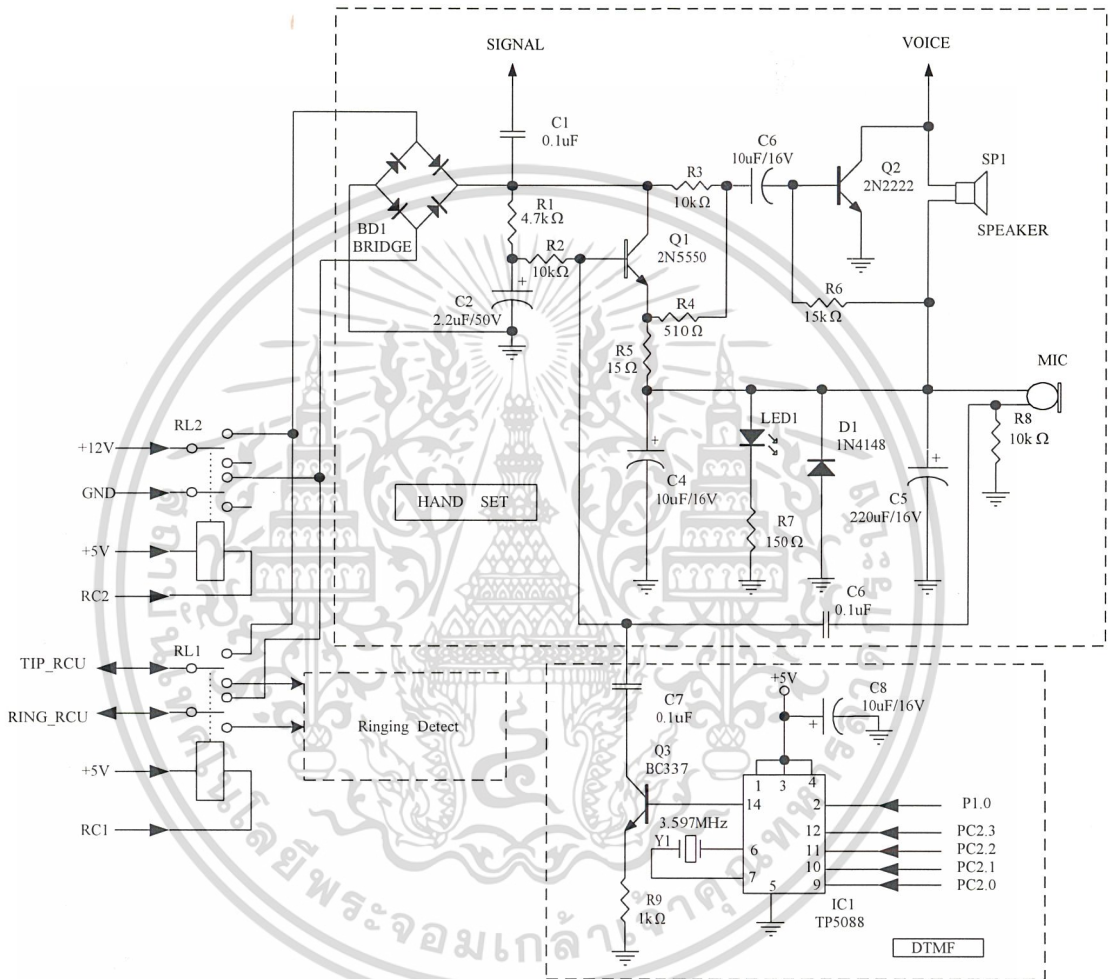
13) จากวงจรรูปที่ 4.8 ทำการทดลองให้วงจรปากพูดหูฟัง ผลิตสัญญาณเสียงขึ้น โดยการควบคุมให้รีเลย์ RL2 ต่อแรงดัน 12 โวลต์ เข้าไปใช้ในวงจร และควบคุมให้รีเลย์ RL1 อยู่ในสภาวะปกติปิด

14) ทดสอบการส่งเสียงเข้าไปในวงจร ผ่านไมโครโฟน แล้วบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

วงจรปากพูดหูฟัง และวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่ ในรูปที่ 4.6 เมื่อต่อสายโทรศัพท์เข้าไปที่ TIP_RCU และ RING_RCU จะได้ยินเสียงสัญญาณไคอ์ด และสัญญาณเสียงข้างเคียง (Side Tone) ออกที่ปากพูด และหูฟังของเครื่องโทรศัพท์ โดยต้องปรับโวลุ่มของหูฟังให้มีค่าความต้านทานต่ำที่สุด

การทดลองควบคุมการทำงานของไอซี TIP5088 จากวงจรในรูปที่ 4.7 โดยควบคุมบิตของวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ตามค่าในตารางทางด้านอินพุต จากนั้นบันทึกการติดดับของแอลอีดีในวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ในช่องเอาต์พุต ตามตารางที่ 4.5



รูปที่ 4.8 วงจร โทรศัพท์

จากตารางที่ 4.5 ไอซีเบอร์ TP5088 สามารถผลิตสัญญาณความถี่คู่ ทุกเลขหมายได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานของสัญญาณความถี่คู่

ทดลองต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรปากพูดหูฟัง และวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ จากนั้นควบคุมบิตของวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่ โดยเรียกไปยังเลขหมายปลายทางอีกเลขหมายหนึ่งสามารถเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง และสนทนาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่

หมายเลข	อินพุต				เอาต์พุต			
	PC2.3	PC2.2	PC2.1	PC2.0	Q3	Q2	Q1	Q0
0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	0	1	1	0
7	0	1	1	1	0	1	1	1
8	1	0	0	0	1	0	0	0
9	1	0	0	1	1	0	0	1
*	1	0	1	1	1	0	1	1
#	1	1	0	0	1	1	0	0

ทดลองตามวงจรในรูปที่ 4.8 โดยควบคุมสวิตช์ปิดเปิด ให้รีเลย์ตัดต่อวงจรปากพุดหูฟัง ต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ทางด้านชุมสาย แล้วใช้โปรแกรมควบคุมไอซี TP5088 สามารถเรียกไปยังเลขหมายปลายทางได้

ทดลองให้วงจรปากพุดหูฟังผลิตสัญญาณเสียงขึ้นตามการทดลองในข้อ 14) ผลที่ได้คือ วงจรปากพุดหูฟังสามารถผลิตสัญญาณเสียงพูดได้โดยไม่ต้องใช้แรงดันที่จ่ายมาในคู่สายโทรศัพท์ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวงจรปากพุดหูฟัง และวงจรผลิตสัญญาณความถี่คู่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

4.2.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

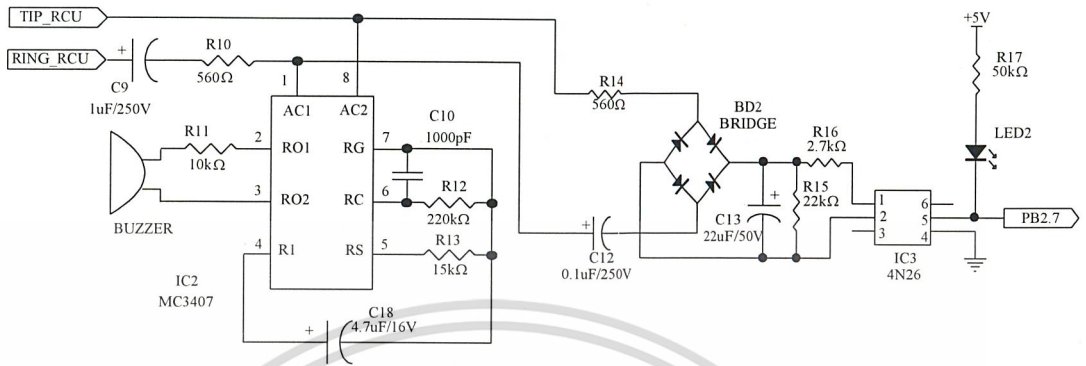
ขั้นตอนการทดลอง

1) ต่อวงจรตามรูปที่ 4.9

2) ใช้โทรศัพท์เรียกเข้ามายังคู่สายที่ใช้ในการทดลอง ถ้าต่อวงจรถูกต้องก็จะได้ยินเสียงกระดิ่งดัง

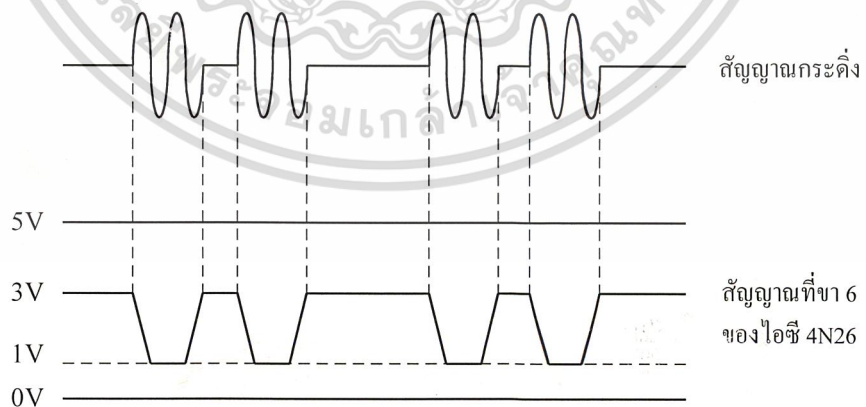
3) ต่อแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์เข้าไปในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกจากชุมสาย

- 4) วัดแรงดันที่ขา 5 ของ IC3 สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างเสียงกระดิ่ง กับระดับแรงดันที่ขา 6 ของ IC3 บันทึกผลการทดลองลงในรูปที่ 4.10
- 5) ต่อสายจากพอร์ต PB2.7 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับจุด PB2.7 ของวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง
- 6) เขียนโปรแกรมควบคุมให้รับค่าจากพอร์ต PB2.7 โดยแสดงข้อความบนจอแอลซีดี เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามายังคู่สายที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณกระดิ่ง กับระดับแรงดัน
ในวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

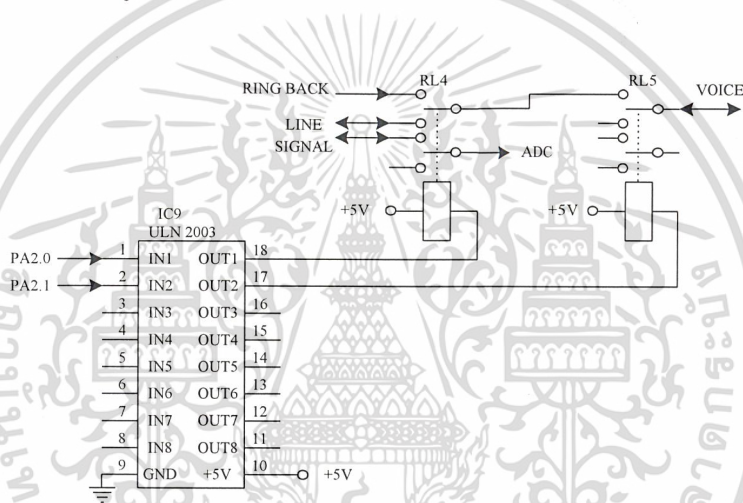
ผลการทดลอง

เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามายังคู่สาย วงจรรับสัญญาณเรียกจะส่งสัญญาณเตือนเหมือนโทรศัพท์ปกติทั่วไป แรงดันไฟกระแสตรงที่ขา 6 ของ IC2 จะมีค่าเท่า 1 โวลต์ ในจังหวะที่มีสัญญาณเรียกเข้ามา ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณเรียกกับระดับแรงดันที่ขา 6 ของ IC3 ดัง แสดงไว้ในรูปที่ 4.10

4.2.7 วงจรสวิตช์รีเลย์

ขั้นตอนการทดลอง

- 1) ต่อยังตามรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 วงจรสวิตช์รีเลย์

- 2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร และศึกษาการทำงานของวงจร
- 3) ตรวจสอบสถานะของการเชื่อมต่อ โดยวัดค่าความต้านทานระหว่างขา VOICE กับ ขา RT, ขา VOICE กับขา LINE และขา ADC กับขา SIGNAL บันทึกผลการทดลอง
- 4) ต่อสวิตช์ที่ขา PA2.0 และ PA2.1
- 5) ทดลองโยกสวิตช์ป้อนลอจิก “1” เข้าที่ขา PA2.1 วัดค่าความต้านทานระหว่างขา VOICE กับขา RT และขา ADC กับ ขา SIGNAL บันทึกผลการทดลอง
- 6) ทดลองโยกสวิตช์ป้อนลอจิก “1” เข้าที่ขา PA2.0 วัดค่าความต้านทานระหว่างขา VOICE กับขา RT, ขา LINE กับ ขา VOICE และขา SIGNAL กับขา ADC บันทึกผลการทดลอง
- 7) ศึกษาการควบคุมการส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายปลายทาง บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

วงจรสวิตช์รีเลย์ทำหน้าที่ควบคุมการตัดต่อสัญญาณต่างๆ ควบคุมโดยพอร์ต PA2.0 และ PA2.1 ผ่านไอซี ULN 2003 ที่ทำหน้าที่ขับรีเลย์ พอร์ต PA2.2 ใช้สำหรับควบคุมการส่งสัญญาณ กระดิ่ง เพื่อเรียกผู้เช่า หรือเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง พอร์ต PA2 ทำงานใน 3 สถานะ คือ ควบคุมการ วัตสัญญาณ ควบคุมการส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้เช่า พร้อมกับฟังสัญญาณเรียกกลับ และควบคุมการ สนทนากับผู้เช่า หรือโทรศัพท์ปลายทาง

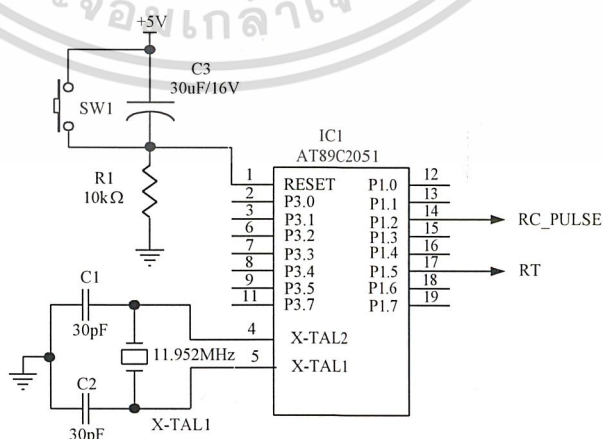
การควบคุมพอร์ต PA2 สามารถเขียนรหัสการควบคุมได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 รหัสการควบคุมพอร์ต PA2

สถานะการทำงาน	PAup	PA2.3	PA2.2	PA2.1	PA2.0	รหัสฐานสิบหก
1. วัตคุณภาพสัญญาณ	0	0	0	0	1	01H
2. ฟังสัญญาณเรียกกลับและ ส่งสัญญาณกระดิ่ง	0	0	1	1	1	07H
3. สนทนากับผู้เช่า	0	0	1	1	0	02H

4.2.8 วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง ขั้นตอนการทดลอง

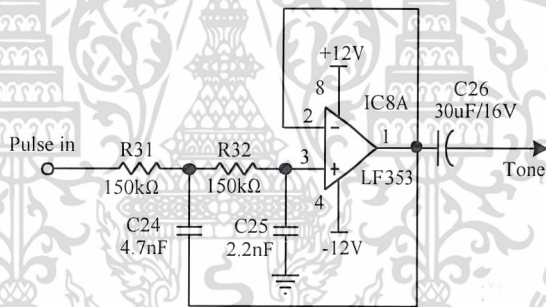
- 1) ต่อยังตามรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 การต่อขาใช้งานของ ไอซี AT89C2051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) ออกแบบผังการทำงานของโปรแกรม และเขียน โปรแกรม ผลิตสัญญาณพัลส์ออกที่ขาต่างๆ ตามรูปที่ 4.12 โดยใช้เครื่องอิมูเลเตอร์
- 3) ใช้ออสซิลโลสโคปวัดค่าความถี่ที่ขาของ ไอซี บันทึกค่าความถี่ลงในตารางที่ 4.7
- 4) ต่อวงจรรองความถี่ต่ำผ่าน และวงจรขยายสัญญาณ ตามรูปที่ 4.13
- 5) ทดสอบวงจรโดยใช้ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์จ่ายสัญญาณพัลส์รูปสี่เหลี่ยมเข้าทางด้านอินพุตของวงจร แล้วใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณที่ผ่านการขยายทางด้านเอาต์พุตของวงจร
- 6) เปรียบเทียบสัญญาณทางด้านเอาต์พุตกับสัญญาณอินพุต ถ้าวงจรไม่มีการขยายให้ตรวจสอบวงจรอีกครั้ง และทดลองให้วงจรขยายทำงานได้ถูกต้อง
- 7) นำวงจรในรูปที่ 4.12 และวงจรในรูปที่ 4.13 ต่อรวมกัน ตามรูปที่ 4.14
- 8) ทดลองโปรแกรมตามข้อ 2) ทำการวัดและทดสอบสัญญาณที่จุดเอาต์พุตของวงจรขยายทำการปรับแต่งโปรแกรม และแก้ไขวงจรจนได้ค่าความถี่ของสัญญาณโทรศัพท์ที่ต้องการ



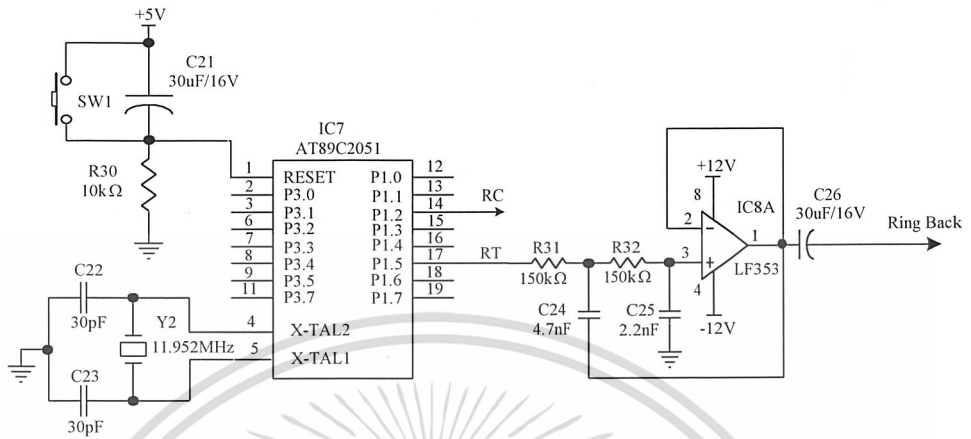
รูปที่ 4.13 การต่อวงจรภาคขยายสัญญาณเสียง

- 9) ใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณ แล้วบันทึกผลการทดลองตามหัวข้อในตารางที่ 4.8 รูปสัญญาณแสดงในรูปที่ 4.15
- 10) นำโปรแกรมผลิตสัญญาณเสียงที่มีความถูกต้อง บันทึกลงในหน่วยความจำโปรแกรมภายในของไอซี เบอร์ AT89C2051 และต่อวงจรขยายสัญญาณ

ผลการทดลอง

วงจรกำเนิดสัญญาณเสียงใช้หลักการการขยายความแรงของพัลส์ที่มีความถี่เฉพาะของแต่ละชนิดของสัญญาณเสียง สัญญาณพัลส์ผลิตโดยการเขียนคำสั่งควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ผลิตพัลส์ออกที่ขา P1.2 และ P1.5 สัญญาณเสียงเมื่อผ่านวงจรขยายสัญญาณ และผ่าน C26 เป็นตัวคัปปลิงสัญญาณจะได้รูปสัญญาณที่มีความถี่ และลักษณะของรูปคลื่นใกล้เคียงกับมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 4.7, 4.8 และรูปที่ 4.15, 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

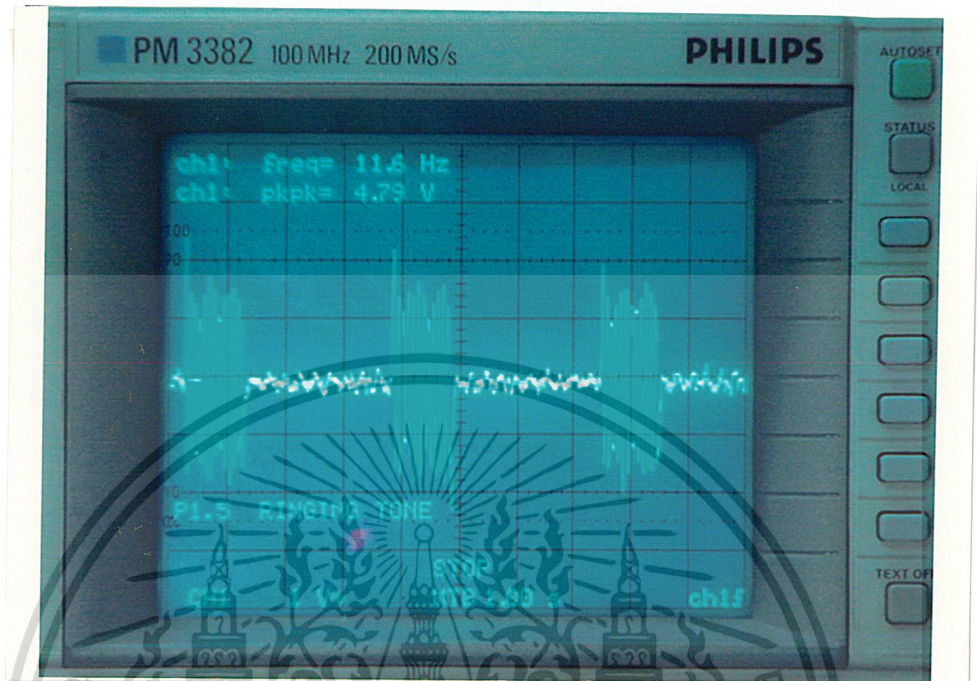


รูปที่ 4.14 วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง



รูปที่ 4.15 พัลส์ของสัญญาณเรียกกลับ ที่ขา P1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 สัญญาณเรียกกลับ (Ringback)

ตารางที่ 4.7 ค่าความถี่ขาไอซี

ขา	ความถี่มาตรฐาน	ความถี่ที่ผลิตได้
RT	400Hz	394Hz

ตารางที่ 4.8 ค่าความถี่ทางด้านเอาต์พุตของออปแอมป์

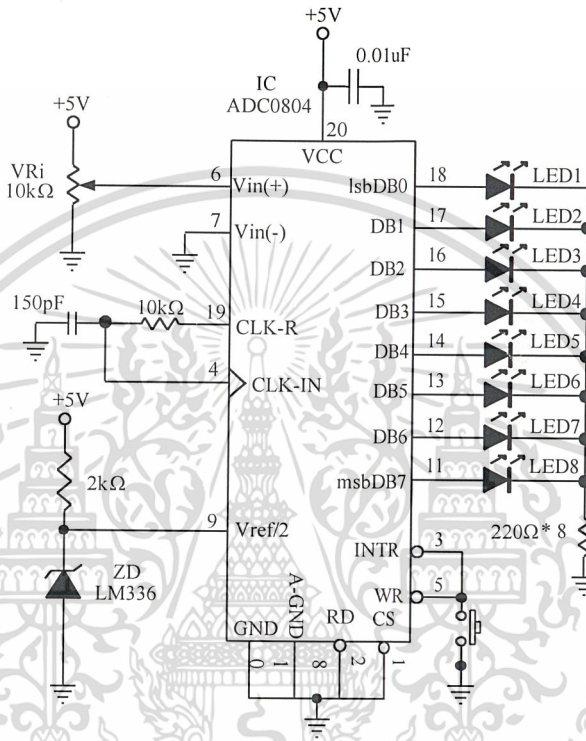
ขา	อินพุต		เอาต์พุต	
	ความถี่	แอมพลิจูด	ความถี่	แอมพลิจูด
RT	400Hz	5V	400Hz	4.79V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.9 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล

ขั้นตอนการทดลอง

- 1) ต่อวงจรตามรูปที่ 4.17

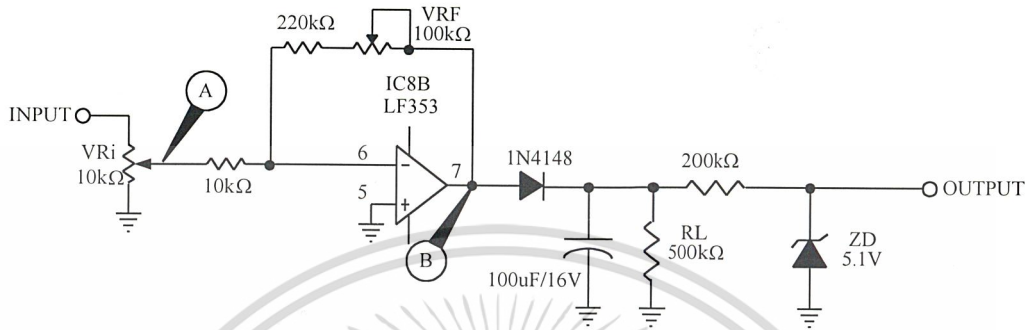


รูปที่ 4.17 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

- 2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร ปรับ VR 10 kΩ ไว้ที่ตำแหน่งกึ่งกลาง ต่อแหล่งจ่ายแรงดัน +5V เข้าวงจร สังเกตความผิดปกติ ถ้าวงจรถูกต้อง LED ทั้ง 8 ตัวจะติดค้าง
- 3) ทดลองกดสวิตช์รีเซ็ต LED จะติดในลักษณะ 01111111
- 4) ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟตรงที่ขา 6 ทดลองปรับที่ VR ให้มีแรงดันตกคร่อมที่ขา 6 มีค่าตั้งแต่ 0 โวลต์ถึง 5 โวลต์สังเกตุการเปลี่ยนแปลงของ LED
- 5) ต่อวงจรตามรูปที่ 4.18 ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร ปรับ VREF ให้มีความต้านทานต่ำสุด ปรับ VRI ให้อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางต่อแหล่งจ่ายไฟเข้าวงจร สังเกตความผิดปกติ
- 6) วัดแรงดันเอาต์พุตสังเกตุผลการทดลอง ต่อสัญญาณไซน์เวฟความถี่ 500 เฮิรตซ์ ความแรง 1.1 โวลต์พีคทูพีค เข้าทางอินพุตต่อออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่นที่จุด A และ B วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงทางเอาต์พุต สังเกตุผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

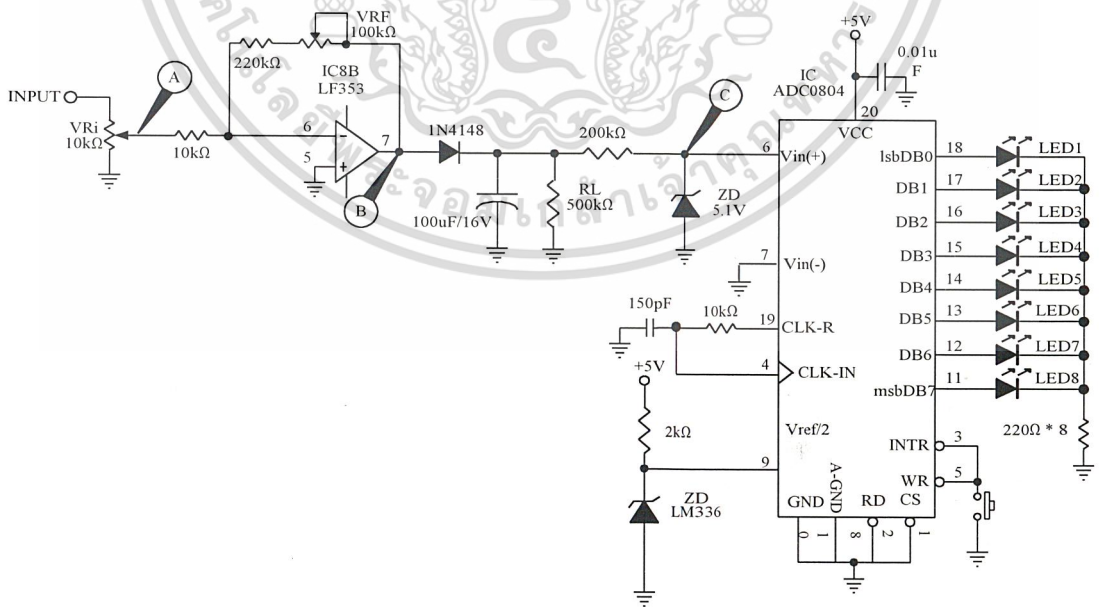
7) ปรับ VRi ให้สัญญาณอินพุตที่จุด A มีระดับความแรงต่างๆ การเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นเอาต์พุตที่จุด B และแรงดันไฟตรงทางเอาต์พุตบนที่การทดลอง



รูปที่ 4.18 วงจรขยายสัญญาณ และวงจรเรียงระแส

8) ต่อวงจรตามรูปที่ 4.19 ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร ปรับ VRF ให้มีความต้านทานต่ำที่สุด ปรับ VRi ให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางต่อแหล่งจ่ายไฟในวงจรสังเกตความผิดปกติ

9) ต่อสัญญาณไซน์เวฟความถี่ 500 Hz ความแรง 1-1 โวลต์พีคทูพีค เข้าทางอินพุตสังเกตการติดค้างของ LED



รูปที่ 4.19 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) ปรับ VRI ให้สัญญาณอินพุตที่จุด A ระดับความแรงตามตารางที่ 4.9 วัดและบันทึกความแรงของสัญญาณเอาต์พุตที่จุด B สังเกตการติดดับของ LED1-LED8 บันทึกผลการทดลอง

11) เขียนโปรแกรมรับค่าการแปลงสัญญาณเข้าทางพอร์ต PB1 และเก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกตำแหน่ง 8000H แล้วแสดงผลการแปลงสัญญาณออกทางพอร์ต P1

12) เชื่อมต่อวงจรปากพุดหูฟังเข้ากับวงจรแปลงสัญญาณดังรูปที่ 4.19 ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร ต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรเข้ากับวงจรปากพุดหูฟังและต่อแหล่งจ่ายแรงดันเข้าวงจร

13) ต่อรีเลย์ให้กับคู่สายโทรศัพท์เข้าสู่วงจรปากพุดหูฟังสังเกตกรณีการดับของ LED1-LED8 บันทึกผลการสุ่มสัญญาณไคอัล และสัญญาณสายไม่ว่าง
ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

แรงดันของวงจรขยายสัญญาณ		แรงดันที่จุด C (Vp-p)	การติดดับของ LED LED8 - LED1
แรงดันที่จุด A (Vp-p)	แรงดันที่จุด B (Vp-p)		
50 mV	0.8 V	0.2 V	0000 1011
100 mV	1.6 V	0.45 V	0001 0111
200 mV	3.9 V	0.95 V	0011 0000
300 mV	4.45 V	1.45 V	0100 1001
400 mV	5.9 V	2.0 V	0110 0010
500 mV	7.5 V	2.47 V	0111 1110
600 mV	9.1 V	2.97 V	1001 0100
700 mV	10.3 V	3.45 V	0111 1100
800 mV	12 V	3.9 V	1011 1111
900 mV	13.2 V	4.4 V	1101 1111
1 V	14.9 V	5.1 V	1111 1111

วงจรตามรูปที่ 4.17 เมื่อจ่ายแรงดันเข้ากับวงจรที่ขา 6 ของ ไอซีจะมีค่าแรงดันตกคร่อมประมาณ 2.5 โวลต์ เนื่องจากไอซีถูกจัดให้มีแรงดันอ้างอิงที่ 25 โวลต์ ไอซีจึงแปลงระดับแรงดันเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการรณรงค์เท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำค่าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุตให้มีความละเอียด 126 ระดับ เท่ากับระดับบิตทางดิจิทัลคือ 01111111 เมื่อปรับ VRI ให้แรงดันที่ตกคร่อมขา 6 เปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-5 โวลต์ ไอซีจะทำการสุ่มสัญญาณทุกๆ 100 ไมโครวินาที และแสดงผลออกทาง LED จะติดดับตามระดับแรงดันอินพุต

วงจรตามรูปที่ 4.18 จัดวงจรขยายด้วยอัตรขยาย 22 เท่า เพื่อให้ได้แรงดันไฟตรงที่ผ่านการฟิลเตอร์แล้ว มีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ เมื่อป้อนสัญญาณไซน์เวฟที่มีความแรง 1 โวลต์พีคทูพีค แรงดันไฟตรงทางเอาต์พุต จะเปลี่ยนแปลงโดยตรงกับความแรงของสัญญาณอินพุต

วงจรตามรูปที่ 4.19 เมื่อปรับ VRI ให้แรงดันที่จุด A เปลี่ยนแปลงค่าทำให้ LED1-LED8 ติดหรือดับ เปลี่ยนแปลงตามผลการทดลองในตารางที่ 4.9

4.3 การทดลองเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

ทำการต่อวงจรส่วนต่างๆ ของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์เข้าด้วยกัน หลังจากนั้นทำการทดสอบการทำงานของวงจรให้ถูกต้อง ประกอบวงจรลงตัวเครื่อง ต่อสายจากเครื่องจ่ายไฟ ต่อสายโทรศัพท์เข้าทางช่องต่อสายทางด้านชุมสาย (RCU1-4) และทางด้านผู้เช่า (SUB1-4) ให้พร้อมที่จะใช้งาน ทำการทดลองการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์ โดยแบ่งการทดลองการทำงานออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

- 1) การทดลองการทำงานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป
- 2) การทดลองการทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์
- 3) การทดลองการทำงานเป็นเครื่องวัดสัญญาณโทรศัพท์
- 4) การทดลองบันทึก และเรียกดูเลขหมายโทรศัพท์

4.3.1 การทดลองการทำงานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป

1) ทำการต่อวงจรส่วนต่างๆ ของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์เข้าด้วยและทำการทดลองการทำงาน

- 2) ทำการต่อสายสัญญาณ โทรศัพท์เข้าที่ช่อง RCU 1 เพื่อใช้งานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป
- 3) ทำการทดลองโทรออกไปยังเลขหมายปลายทาง

3.1 กดปุ่ม “TEL” เครื่องจะเข้าสู่การทำงานเป็นโทรศัพท์ทั่วไป หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.20 หน้าจอแสดงสถานะของเครื่องว่าอยู่ในสถานะวางหู เมื่อต้องการโทรออกไปยังเลขหมายอื่นให้กดเลขหมายปลายทาง เครื่องจะแสดงเลขหมายโทรศัพท์ที่กด หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.20 ถ้ากดเลขหมายผิดหรือต้องการกดเลขหมายใหม่ ต้องกดปุ่ม “▶” ซึ่งอยู่ใต้ข้อความ Clear บนหน้าจอ ซึ่งหน้าจอจะแสดงหน้าจอว่างเพื่อรอรับการกดเลขหมายใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องโทรศัพท์ที่หว่าไป



รูปที่ 4.21 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดเลขหมายปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป



รูปที่ 4.21 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดเลขหมายปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เมื่อกดเลขหมายครบ ให้กดปุ่ม “**☎**” เพื่อส่งเลขหมายปลายทางออกไป เมื่อมีผู้รับสายก็สามารถสนทนาได้ตามปกติ เมื่อต้องการวางหู หรือจบการสนทนาให้กดปุ่ม “**☎**” อีกครั้ง

4) ทำการทดลองรับสายที่โทรเข้ามา

4.1 เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ หน้าจอจะแสดงข้อความว่ามีสัญญาณเรียกเข้ามา ให้ทำการยกหูเพื่อรับสาย หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.22

4.2 กดปุ่ม “**☎**” เพื่อรับสายหน้าจอจะแสดงข้อความเมื่อยกหูขึ้นว่า Conversation หลังจากนั้นถ้าต้องการวางหู หรือจบการสนทนาให้กดปุ่ม “**☎**” อีกครั้ง



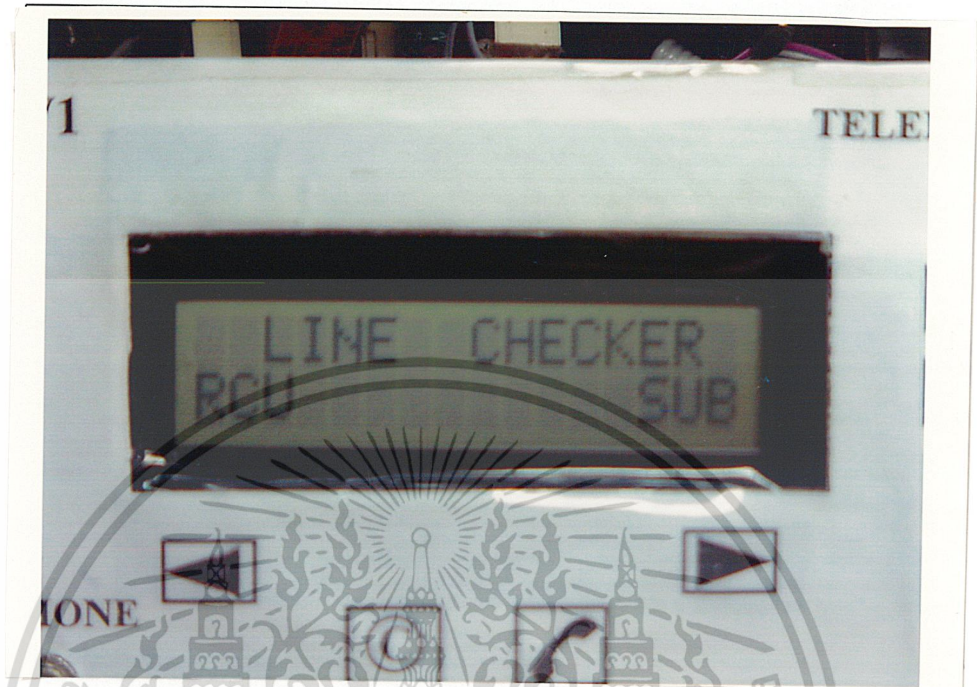
รูปที่ 4.22 หน้าจอแอลซีดีเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า

4.3.2 การทดลองการทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์

1) ทำการต่อสายโทรศัพท์ที่มาจากชุมสายเข้าที่ช่อง RCU1 ถึง RCU4 และ SUB1 ถึง SUB4 เพื่อใช้งานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์

2) กดปุ่ม “**LINE**” เพื่อเข้าสู่การทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ หน้าจอจะแสดงข้อความให้เลือกว่าจะทำการตรวจสอบคู่สายทางด้าน RCU (ด้านที่มาจากชุมสาย) หรือ SUB (ด้านที่ต่อไปยังบ้านผู้เช่า) หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.23 สามารถเลือกการทำงานโดยการกดปุ่ม “**◀**” หรือ “**▶**” ตามที่แสดงบนหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



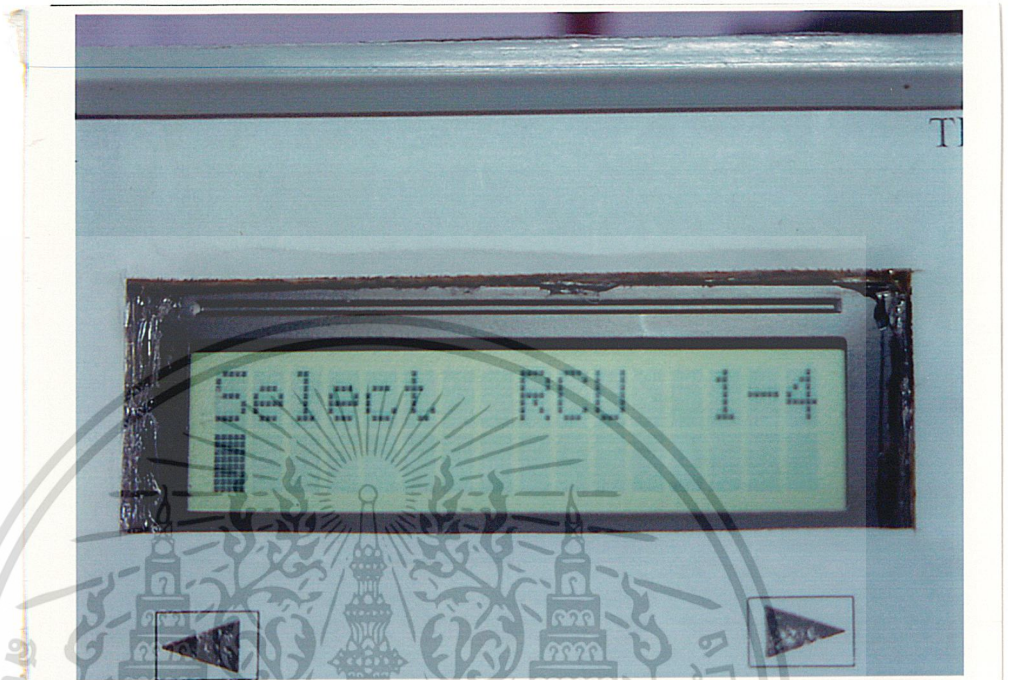
รูปที่ 4.23 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์

3) ทำการตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสาย

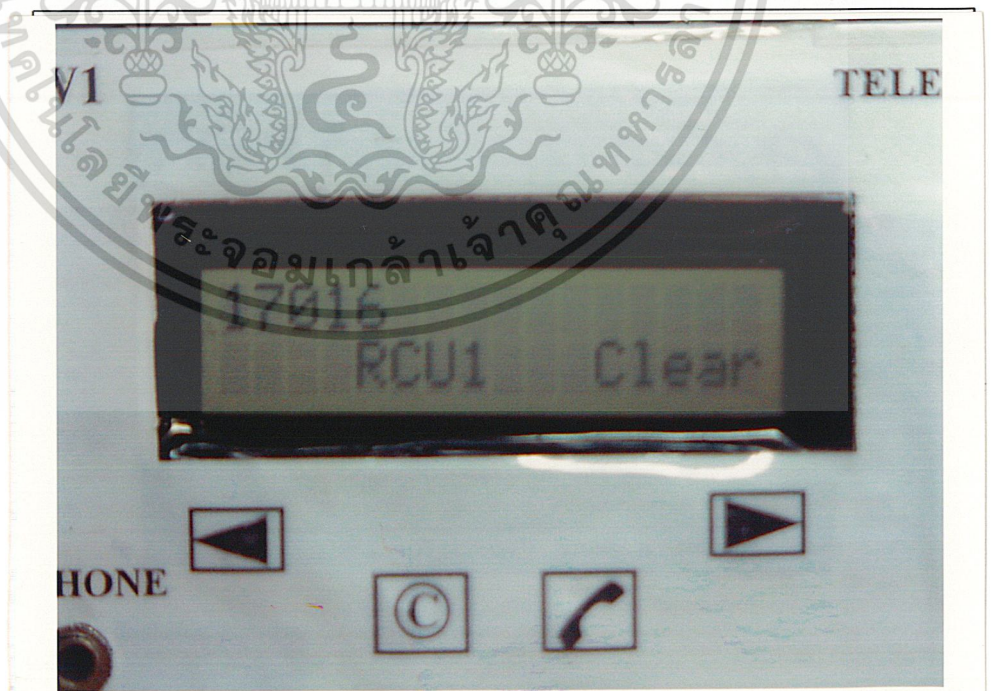
3.1 กดปุ่ม “◀” จากหน้าจอเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ จะเข้าสู่การทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสาย หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.24 แสดงข้อความให้ทำการเลือกที่จะตรวจสอบคู่สายที่ต่ออยู่ในช่อง RCU ใดก่อน โดยการกดปุ่มหมายเลข “1”, “2”, “3” หรือ “4” ตามช่องที่ต่อคู่สายทางด้าน RCU จากนั้นกดปุ่ม “⏏” อีกครั้ง

3.2 ทำการเลือกคู่สายที่จะทำการตรวจสอบแล้ว ทำการกดเลขหมายที่ใช้ในการสอบถามเบอร์กับชุมสายที่กำลังตรวจสอบอยู่ขณะนี้ โดยเป็นเบอร์ที่ใช้เฉพาะพนักงานขององค์การโทรศัพท์เท่านั้น ถ้ากดเลขหมายผิดหรือต้องการกดเลขหมายใหม่ ต้องกดปุ่ม “▶” ซึ่งอยู่ได้ข้อความ Clear หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.25

3.3 เมื่อกดเลขหมายครบ ให้กดปุ่ม “⏏” เพื่อส่งเลขหมายออกไป เมื่อมีผู้รับสายก็สามารถสนทนาได้ตามปกติ หากต้องการวางหูเมื่อไม่มีผู้รับสาย หรือเมื่อจบการสนทนาให้กดปุ่ม “⏏” อีกครั้ง



รูปที่ 4.24 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสาย



รูปที่ 4.25 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดเลขหมายที่ใช้สอบถามเบอร์ทางด้านชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ทำการตรวจสอบคู่สายทางด้านผู้เช่า

4.1 กดปุ่ม “▶” จากหน้าจอเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ จะเข้าสู่การทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายทางด้านบ้านผู้เช่า หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.26 แสดงข้อความให้ทำการเลือกที่จะตรวจสอบคู่สายที่ต่ออยู่ในช่อง SUB ใดก่อน โดยการกดปุ่มหมายเลข “1”, “2”, “3” หรือ “4” ตามช่องที่ต่อคู่สายทางด้าน SUB

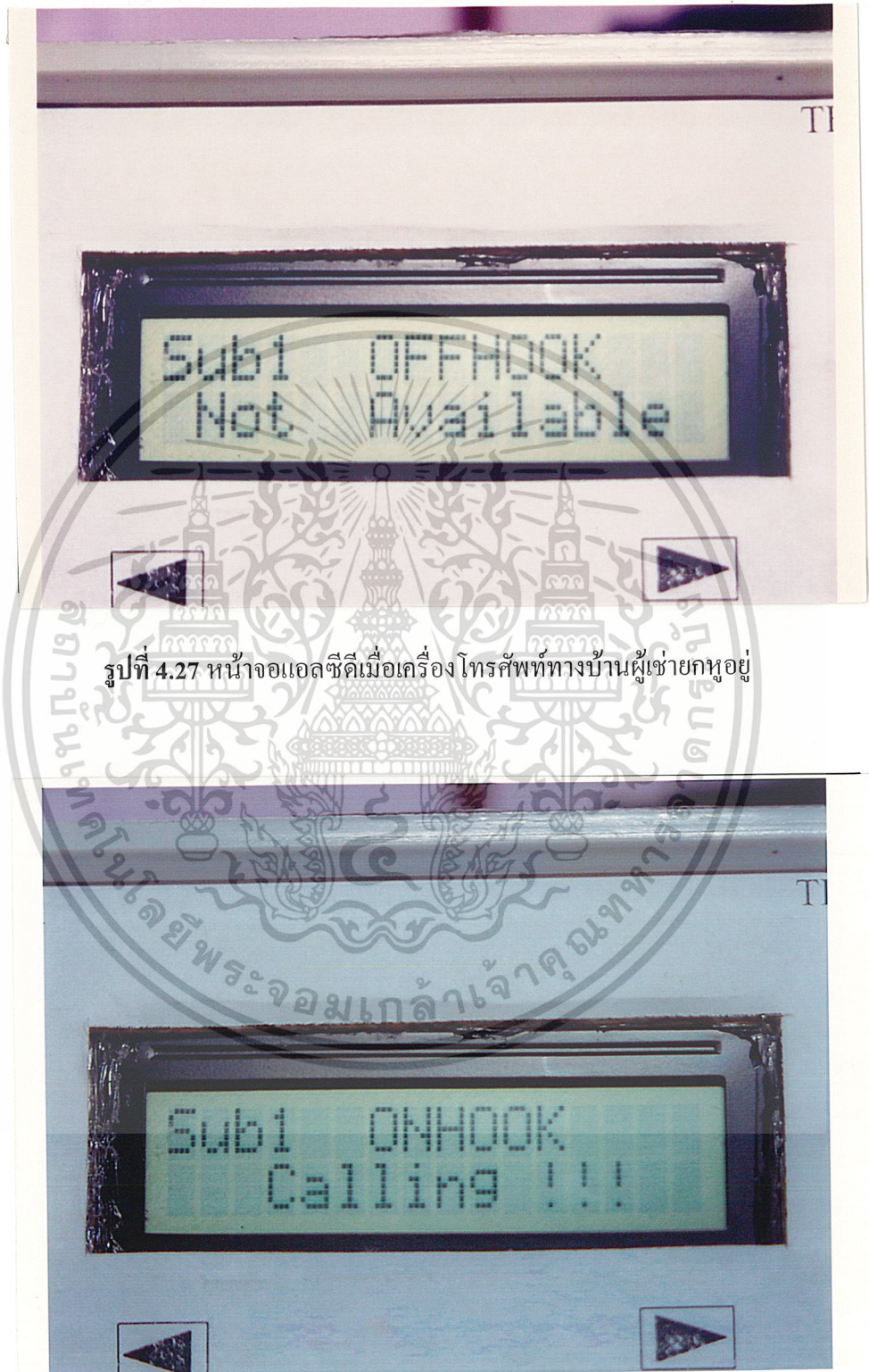


รูปที่ 4.26 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกตรวจสอบคู่สายทางด้านผู้เช่า

4.2 ทำการเลือกคู่สายที่จะทำการตรวจสอบแล้ว เครื่องจะทำการแจ้งว่าเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่เรียกไปนั้นมีสถานะเป็นอย่างไร ถ้าเครื่องโทรศัพท์ปลายทางยกหูอยู่ จะไม่สามารถส่งสัญญาณเรียกไปได้ กดปุ่ม “◎” เพื่อกลับไปเลือกคู่สายใหม่ หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.27

4.3 ถ้าเครื่องโทรศัพท์ปลายทางวางหูอยู่ หน้าจอจะแสดงข้อความ onhook จากนั้นกดปุ่ม “☒” เพื่อทำการส่งสัญญาณเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.28

4.4 เมื่อมีผู้รับสายก็สามารถสนทนาได้ตามปกติ หากต้องการวางหูเมื่อไม่มีผู้รับสาย หรือเมื่อจบการสนทนาให้กดปุ่ม “☒” อีกครั้ง



รูปที่ 4.27 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเครื่องโทรศัพท์ที่บ้านผู้เช่ายกหูอยู่

รูปที่ 4.28 หน้าจอแอลซีดีขณะทำการส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้เช่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การทดลองการทำงานเป็นเครื่องวัดสัญญาณโทรศัพท์

- 1) ทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องการวัดสัญญาณเข้าที่ขั้ว TIP และ RING ของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์
- 2) กดปุ่ม “SIGNAL” เพื่อเข้าสู่การทำงานของเป็นเครื่องวัดสัญญาณโทรศัพท์ หน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.29

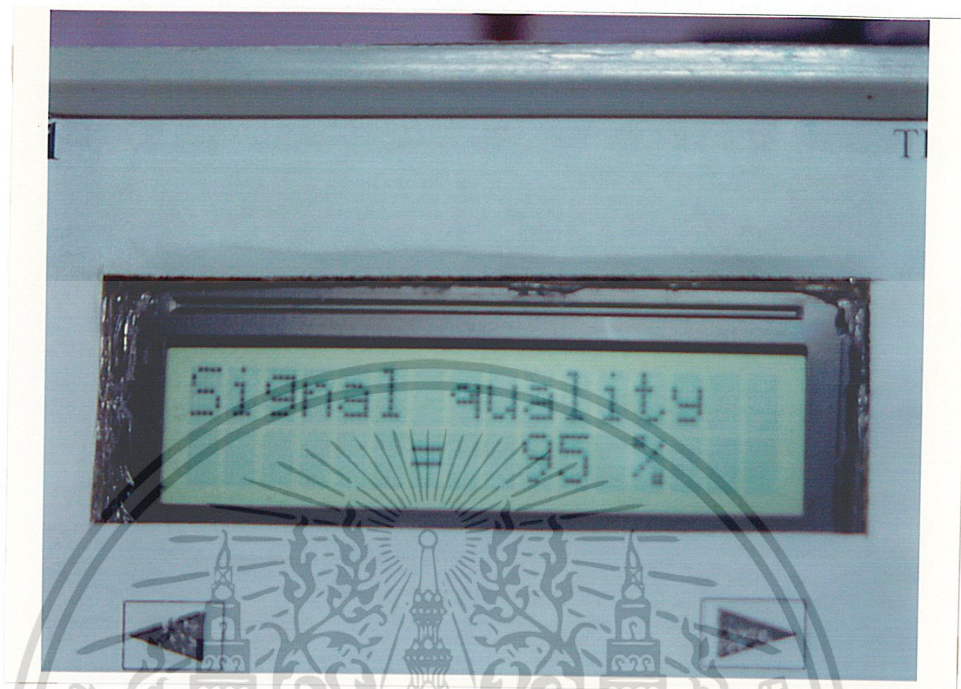


รูปที่ 4.29 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องวัดสัญญาณโทรศัพท์

- 3) เมื่อต้องการวัดสัญญาณภายในคู่สายโทรศัพท์ ให้กดปุ่ม “SIGNAL” เครื่องจะทำการประมวลผลของสัญญาณ หน้าจอจะแสดงข้อความว่าเครื่องกำลังประมวลผลของสัญญาณอยู่ จากนั้นจะแสดงค่าคุณภาพของสัญญาณที่วัดได้ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.30

การวัดสัญญาณในคู่สายโทรศัพท์จะนำมาใช้ประโยชน์ในการบอกคุณภาพของสายโทรศัพท์ว่าภายในสายมีการสูญเสียจากการลดทอนต่างๆ ภายในสายลงไปมากน้อยเพียงใด โดยการเปรียบเทียบกับระดับของสัญญาณที่ส่งออกมาจากชุมสาย จากนั้นนำมาคำนวณค่าออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์สามารถนำมาเทียบออกมาเป็นคุณภาพภายในของสายโทรศัพท์ได้โดยเทียบกับตารางการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ของสัญญาณที่วัดได้กับคุณภาพของสายโทรศัพท์ ดังแสดงใน ตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

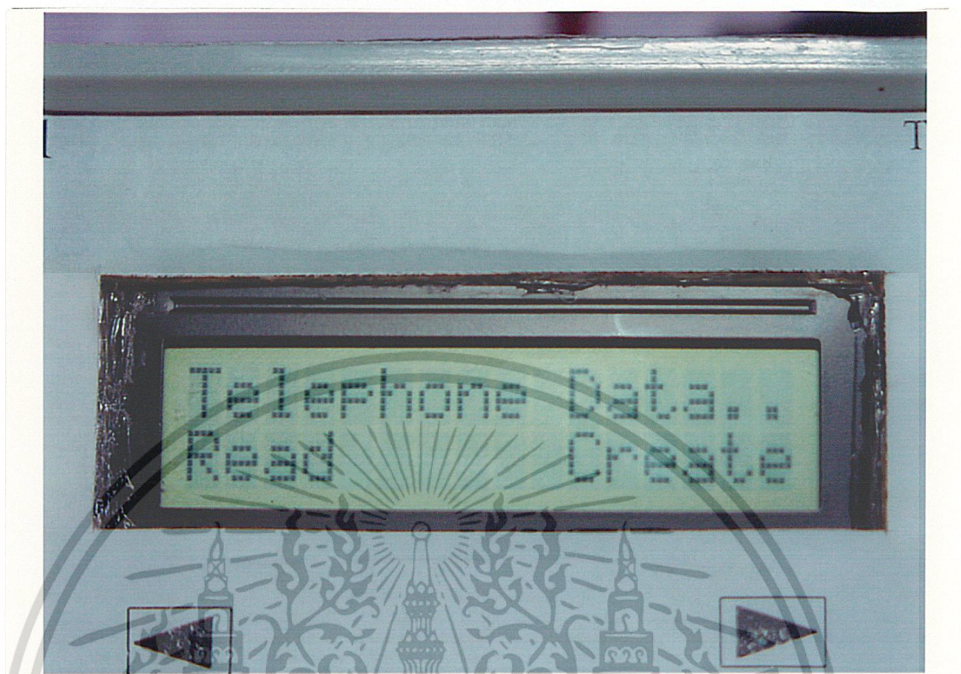


รูปที่ 4.30 หน้าจอแอลซีดีแสดงค่าการวัดคุณภาพสัญญาณ

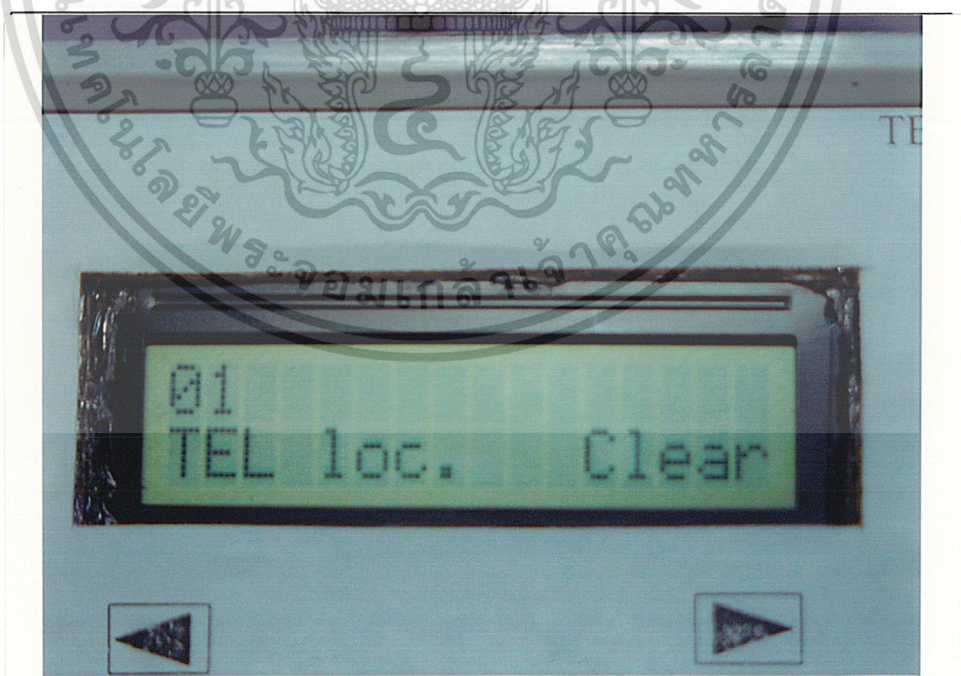
ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ของสัญญาณกับคุณภาพของสายโทรศัพท์

เปอร์เซ็นต์ที่วัดได้ (%)	คุณภาพของสายโทรศัพท์
0 – 20 %	ไม่สามารถใช้งานได้
21- 30 %	ไม่สามารถใช้งานได้
31- 40 %	สามารถใช้งานได้
41 – 50 %	สามารถใช้งานได้
51 – 60 %	สามารถใช้งานได้
61 – 70 %	สามารถใช้งานได้
71 – 80 %	สามารถใช้งานได้
81 – 90 %	สามารถใช้งานได้
91 – 100 %	สามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 หน้าจอแอลซีดีเมื่อทำการบันทึก หรือเรียกดูเลขหมาย



รูปที่ 4.32 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกตำแหน่ง Local

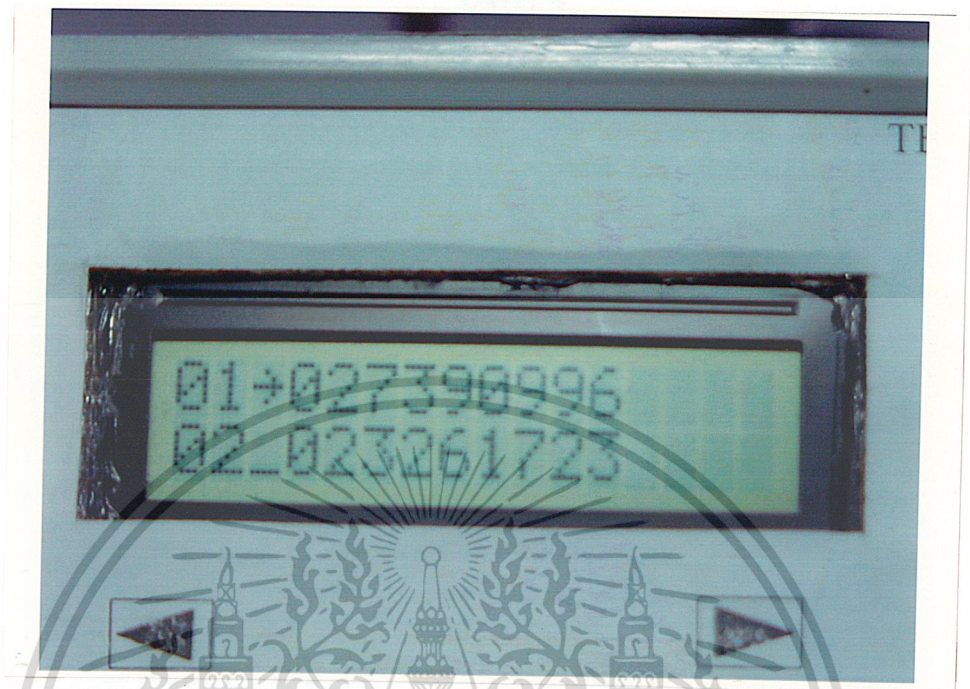
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกเลขหมาย

รูปที่ 4.34 หน้าจอแอลซีดีแสดงผลการบันทึกเลขหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเรียกดูเลขหมายที่บันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอผลงานเกี่ยวกับเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์โดยเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์นี้มีความสามารถในการทำงานเพื่อความสะดวกในการตรวจสอบซ่อมข่ายโทรศัพท์ และตรวจสอบคุณภาพของคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งการทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์นี้ได้รับรองรับปัญหาเกี่ยวกับความยุ่งยากในการทำงาน และการที่ต้องใช้อุปกรณ์ในการตรวจสอบหลายชิ้น ซึ่งเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์นี้จะรวบรวมอุปกรณ์ในการตรวจสอบข่ายหลายประเภทในการตรวจสอบข่ายให้มาอยู่ในเครื่องเดียว และมีคุณสมบัติข้อดีอีกข้อหนึ่งคือสามารถตรวจสอบคุณภาพของสายที่ใช้ในงานข่ายโทรศัพท์ได้อีกด้วย

เครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์สามารถแบ่งการทำงานได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

- 1) ส่วนของปากพูดหูฟัง (Handset)
- 2) ส่วนของการตรวจหาข่ายขาด ซึ่งสามารถทำงานได้ครั้งละ 8 คู่สายโดยแบ่งเป็นชุมสาย 4 คู่สาย และทางด้านผู้เช่า 4 คู่สาย
- 3) ส่วนของการตรวจสอบคุณภาพสาย

ซึ่งทั้ง 3 ส่วนถูกควบคุมจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ANT-32 โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 เป็นตัวประมวลผลกลางและการทำงานทั้ง 3 ส่วนจะแสดงผลทางจอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD) และทำการเลือกฟังก์ชันการทำงานต่างๆ โดยดูจากคำสั่งงานที่แสดงบนจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

5.2 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

จากผลการทดลองทำงานของเครื่องตรวจสอบคู่สายและสัญญาณโทรศัพท์ และปรากฏว่าผลการทำงานได้ตามกำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ แต่จากการทดลองทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งสรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เครื่องโทรศัพท์ที่ต่อกับวงจรตรวจสอบสถานะ จะได้ยินเฉพาะเสียงสัญญาณไฟฟ้า กระแสตรงเท่านั้นไม่สามารถทำการสนทนาได้

การแก้ไข ทำการเปลี่ยนค่าของอุปกรณ์บางตัวในวงจร

2) ขณะที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่เรียกไปอยู่ในสภาวะยกหู ถ้าทำการส่งสัญญาณเรียกไปจะส่งผลให้ R18 ที่ต่อในวงจรใหม่ เพราะรูปของวงจรโทรศัพท์ที่มีอิมพีแดนซ์ต่ำลง กระแสจะมากจนส่งผลให้ R18 ใหม่

การแก้ไข ต่อเนนเกต ชนิด 3 อินพุต ดังวงจรในรูปที่ 4.16 ทำให้สภาวะที่ เครื่องโทรศัพท์ ปลายทางยกหูอยู่ จะไม่สามารถส่งสัญญาณเรียกไปได้

3) สัญญาณเอาต์พุตของไอซี MM74C923 จะไม่ค้างสภาวะ (latch) ค่าประจำคีย์ของปุ่ม ส่งผลให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่สามารถรับค่าที่กดไว้ได้

การแก้ไข ต่อไอซีที่ทำหน้าที่เป็น D-Flip Flop ซึ่งมีอยู่ 2 เบอร์ คือ 74373, 74374 จากการทดลองเลือกใช้เบอร์ 74373 ซึ่งใช้สัญญาณพัลส์ซิงโครนในการกระตุ้นให้ไอซีรับค่าสภาวะทางด้าน อินพุต การใช้คาปาซิเตอร์เพื่อกำหนดความถี่ในการสแกนการกดปุ่มต่างๆ และการแก้ปัญหาการ คีเบอร์ดของหน้าสัมผัสของสวิตช์ โดยใช้คาปาซิเตอร์ที่เหมาะสม ซึ่งสามารถแก้ปัญหาเรื่อง สัญญาณรบกวนได้

4) วงจรปากพูดพุงมี้อตราขายยไม่พอ ส่งผลให้ได้ยินสัญญาณต่างๆ ไม่ชัดเจน

การแก้ไข เปลี่ยนทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 ให้มี้อตราขายยที่สูงขึ้น และเปลี่ยนค่าความ ด้านทานเพื่อปรับการ ไปอัสของทรานซิสเตอร์

5) ไอซี TP5088 ไม่สามารถทำงานได้เพราะ การควบคุมไม่ถูกต้อง

การแก้ไข การศึกษาการทำงาน และการควบคุม ไอซีจากคู่มือของ ไอซีให้เข้าใจ

6) ระดับแรงดันที่ขา 6 ของไอซี MC34017 ที่อยู่ในระหว่างช่วง 1 โวลต์ ถึง 3 โวลต์ ซึ่งเป็น ช่วงระนาบกึ่งกลางของลอจิกในระบบดิจิทัล ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่สามารถตัดสินใจ ระดับแรงดันได้ ส่งผลทำให้โปรแกรมไม่ทำงานตามต้องการ

การแก้ไข ใส่ค่าความด้านทาน R21 เท่ากับ 50kΩ ทำให้ระดับของแรงดันมีค่าต่างกันมาก ขึ้น โปรแกรมจึงสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

7) โปรแกรมที่ไม่สามารถออกจากโปรแกรมย่อย แล้วการกดปุ่มได้จะส่งผลให้ไม่สามารถ ตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งได้

การแก้ไข การปรับปรุงโปรแกรมโดยไม่ใช้โปรแกรมย่อยสำหรับรอรับการกดปุ่ม แต่ให้ โปรแกรมทำการตรวจสอบการกดปุ่ม และตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งไปพร้อมๆ กัน

5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ

เครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์นี้ นอกจากสามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถที่กำหนดแล้วยังสามารถที่จะเพิ่มขีดความสามารถของโครงการได้อีกต่อไป ดังนี้

- 1) พัฒนาโครงสร้างของตัวเครื่องให้มีขนาดเล็กลง และสามารถบรรจุชุดจ่ายไฟเข้าไปให้เป็นเครื่องเดียวในการทำงาน
- 2) พัฒนาระบบการตรวจสอบคุณภาพสายให้มีความละเอียดมากขึ้น เพื่อความเที่ยงตรงในการทำงาน
- 3) พัฒนาการตรวจหาคู่สายขาดให้ใช้งานได้ง่าย และลดขั้นตอนการทำงานให้สั้นลง
- 4) พัฒนาระบบให้มีการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดการระบบฐานข้อมูลจากการปฏิบัติงานในการตรวจสอบคู่สาย และข้อมูลการบำรุงรักษาระบบ
- 5) พัฒนาแหล่งจ่ายไฟพกพาให้มีขนาดเล็กลง มีน้ำหนักเบา และสามารถใช้งานได้นาน

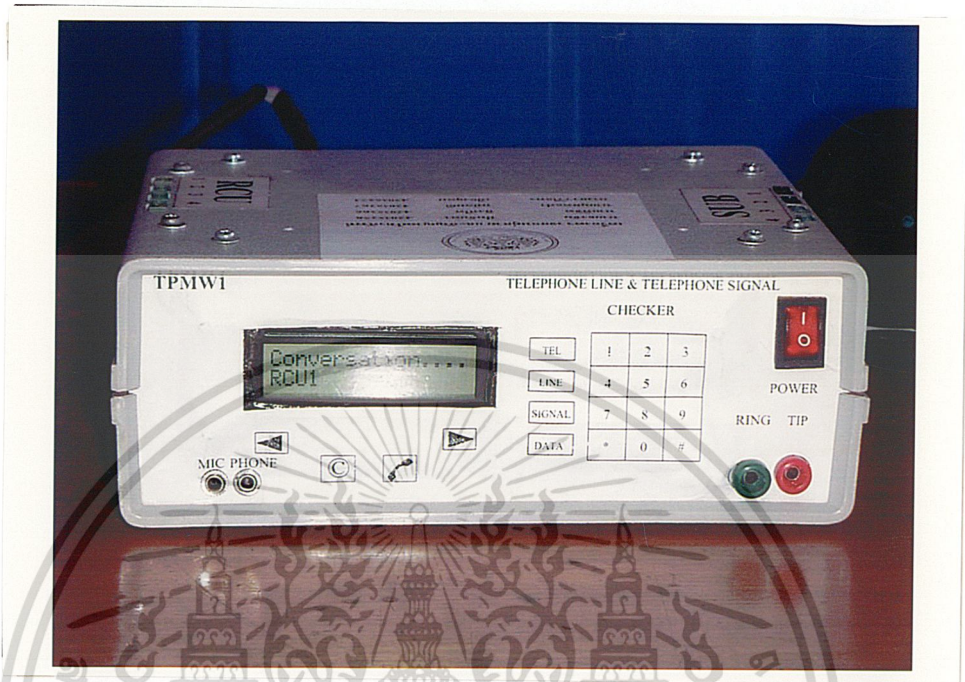
บน



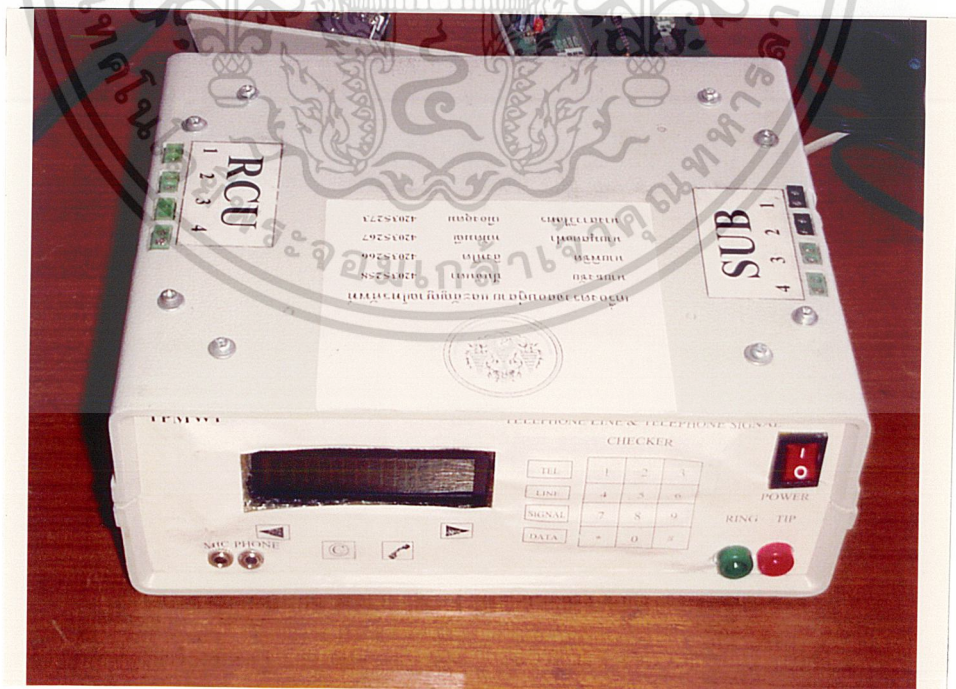
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

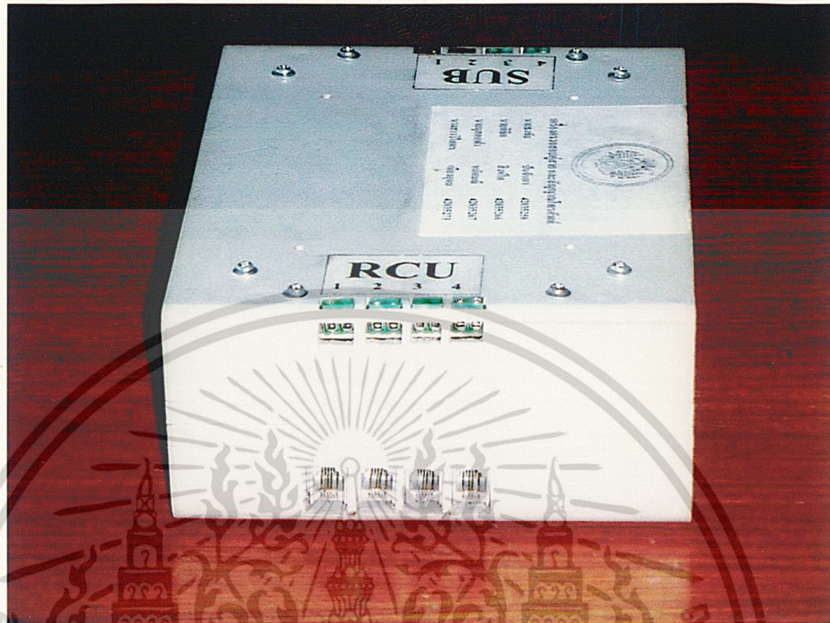


รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์

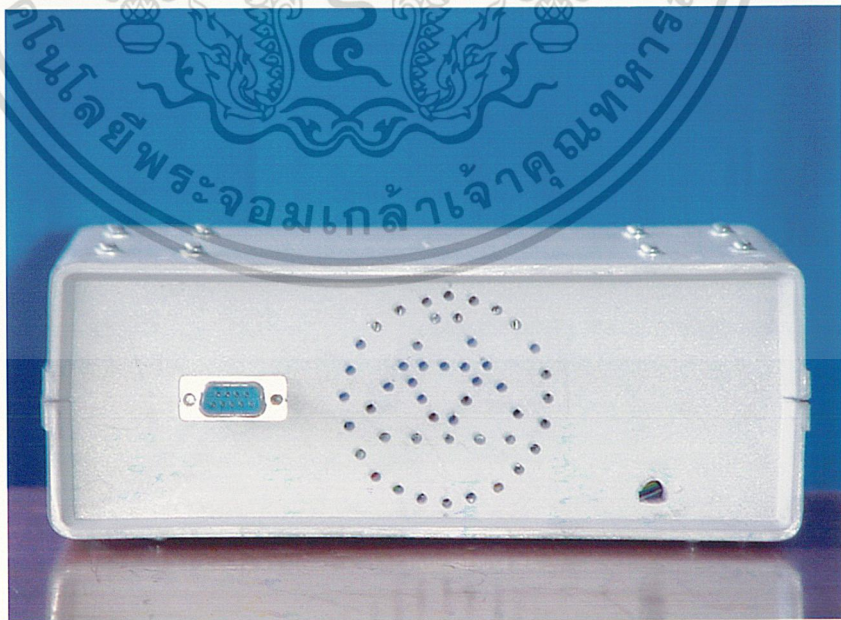


รูปที่ ก.2 ด้านบนของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

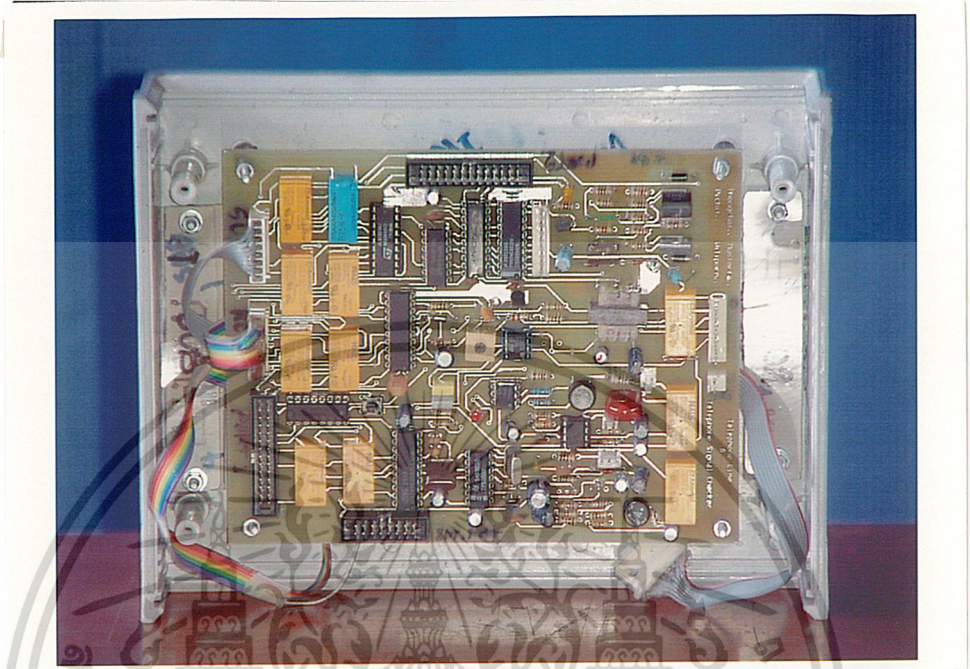


รูปที่ ก.3 ด้านข้างของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

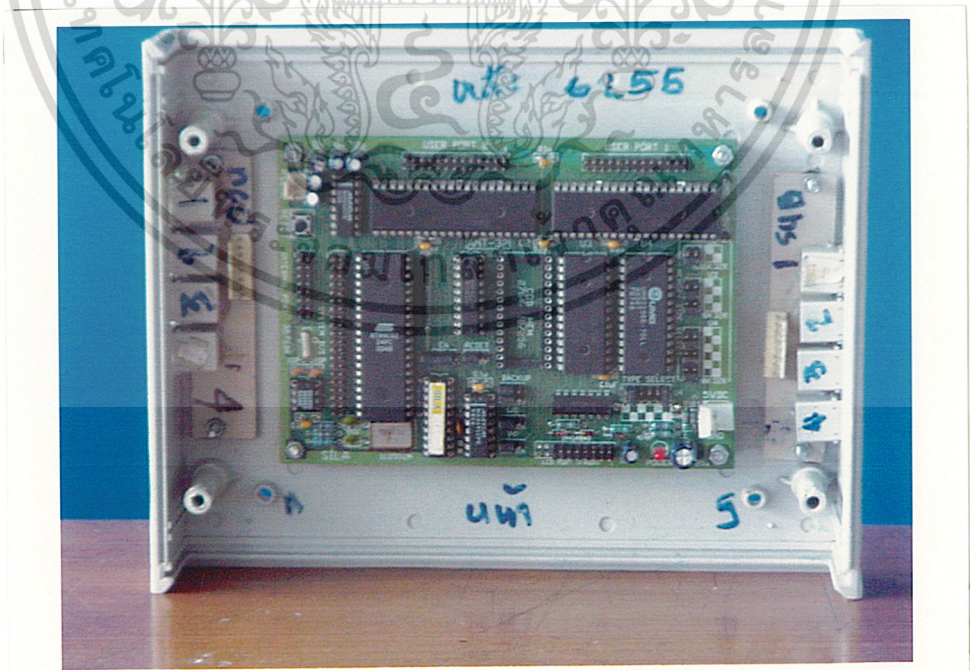


รูปที่ ก.4 ด้านหลังของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

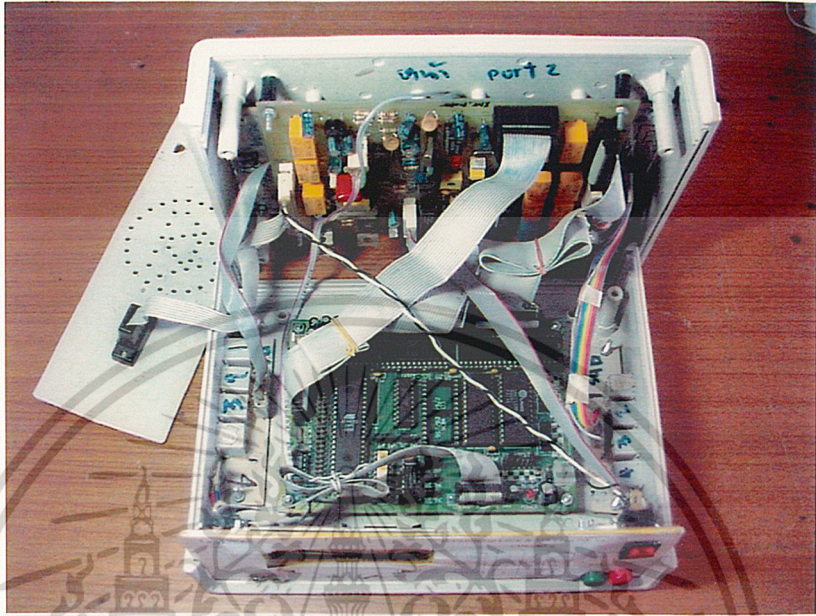


รูปที่ ก.5 แผ่นวงจรของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์



รูปที่ ก.6 บอร์ดควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

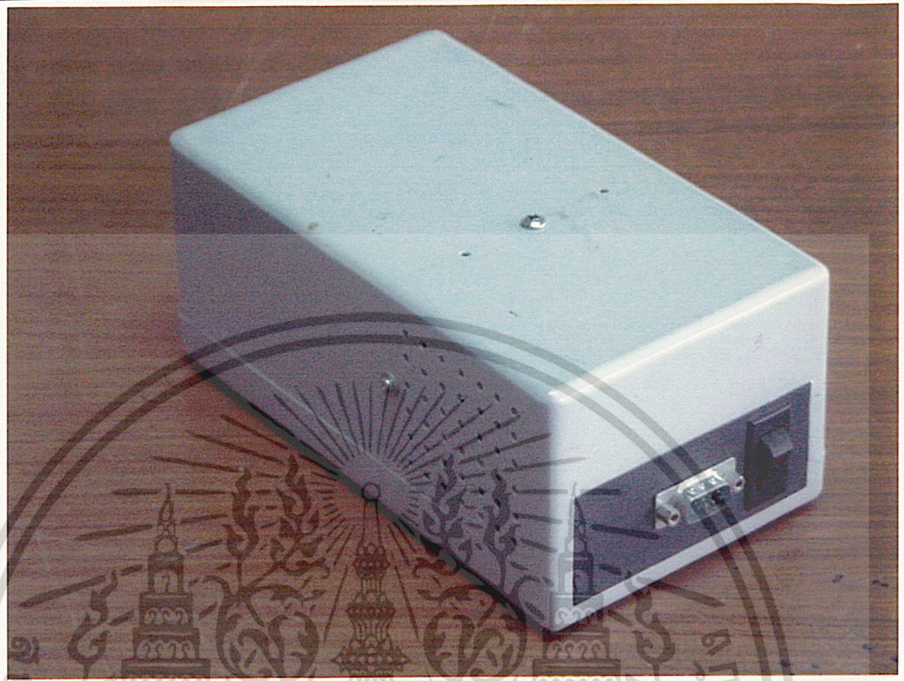


รูปที่ ก.7 การติดตั้งภายในของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์

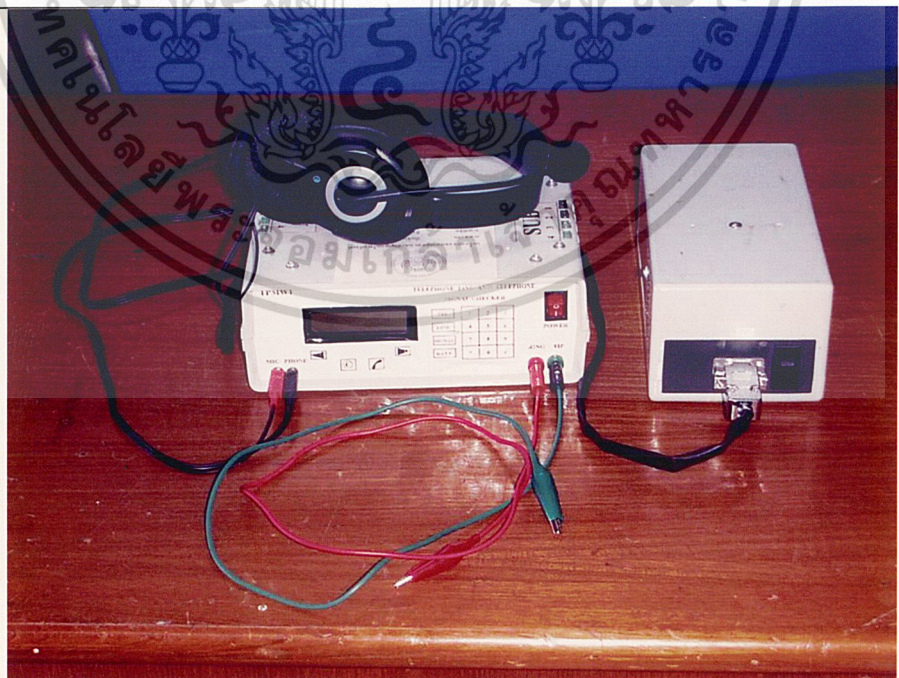


รูปที่ ก.8 เครื่องจ่ายไฟที่ใช้ภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 เครื่องจ่ายไฟที่ใช้งานภายนอกอาคาร



รูปที่ ก.10 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

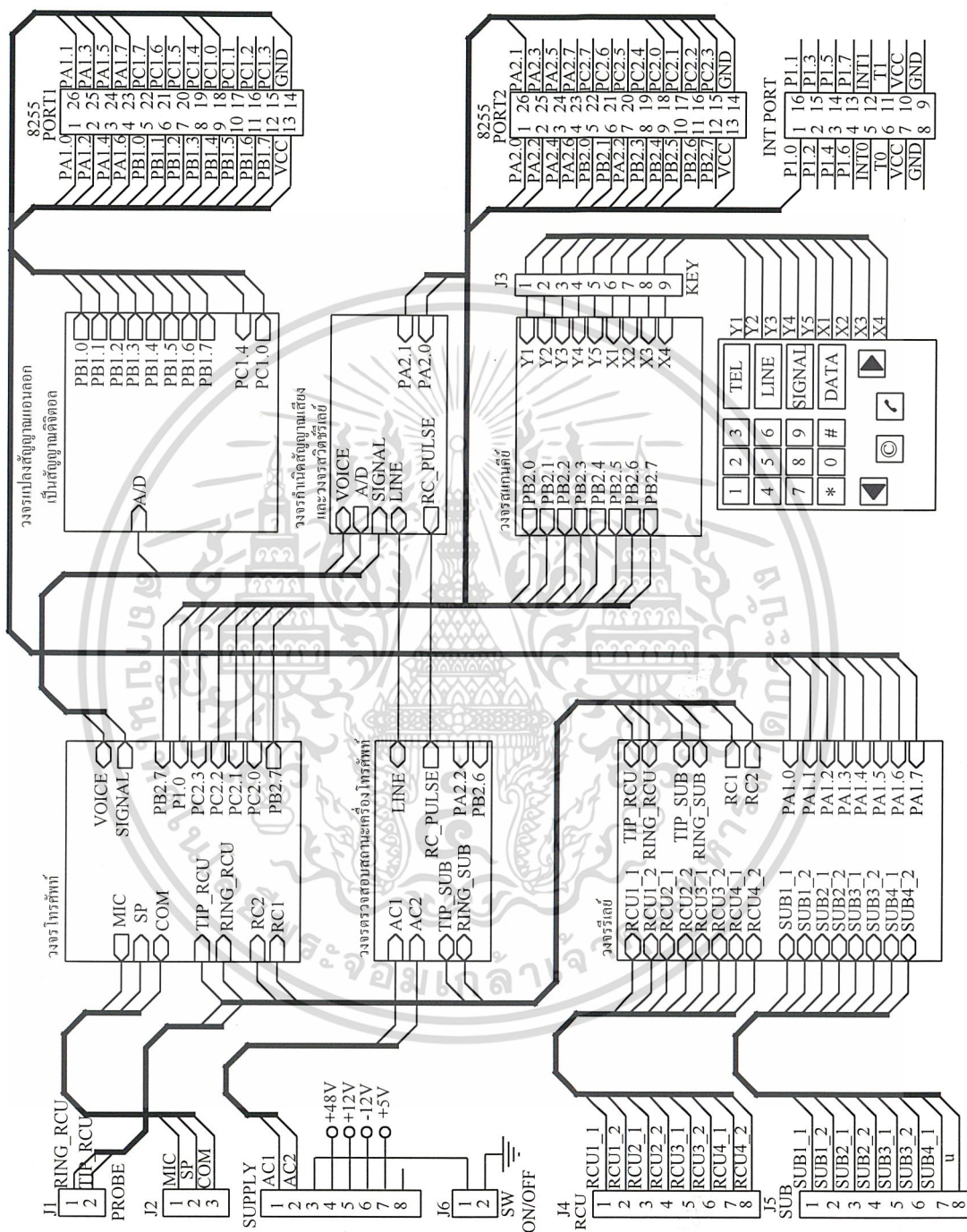
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

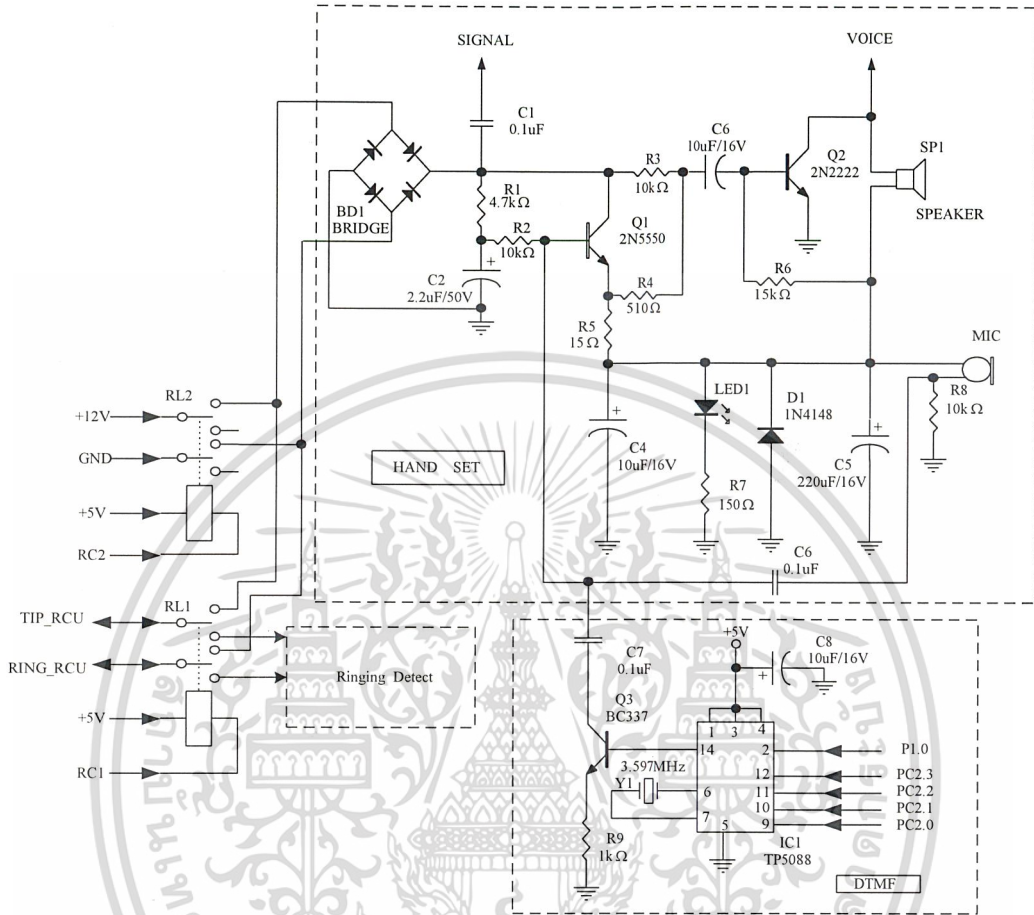
วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

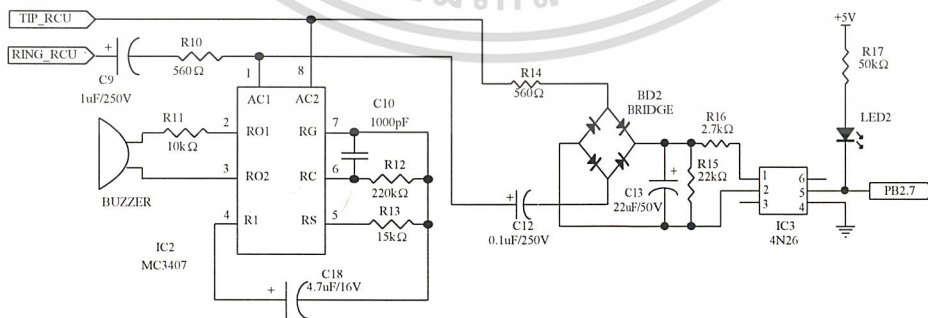


รูปที่ ข.1 วงจรเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

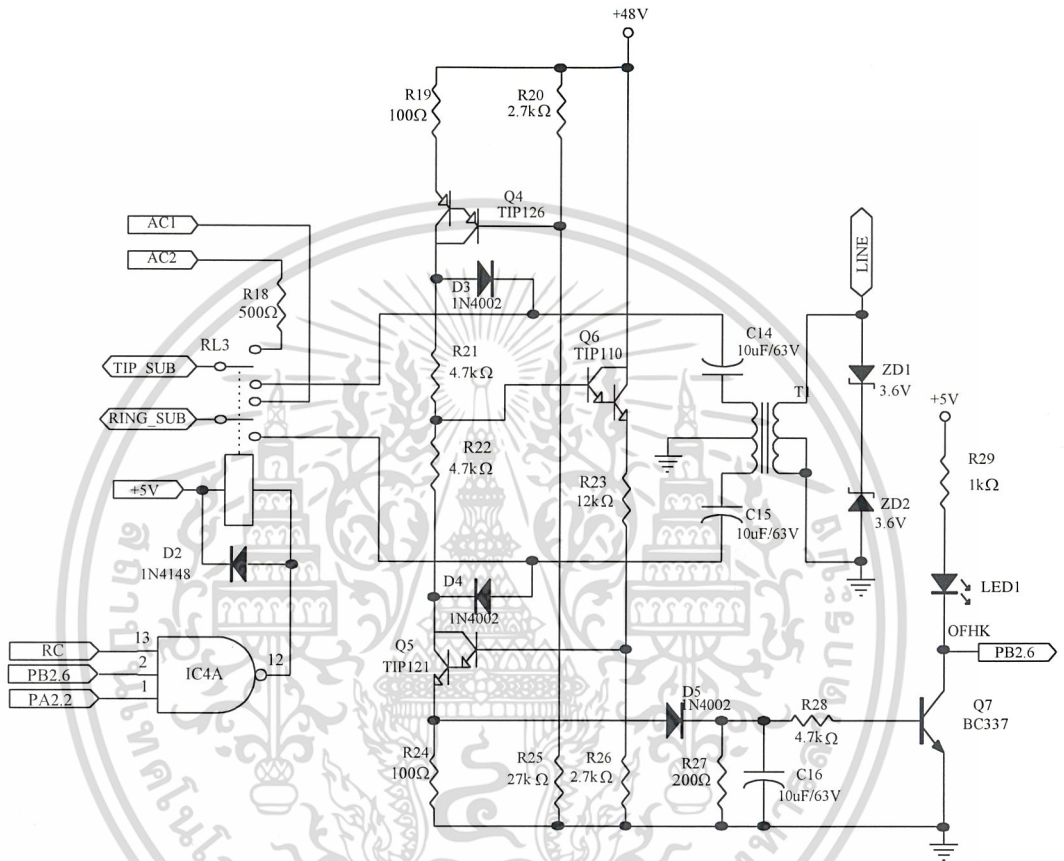


รูปที่ ข.2 วงจรโทรศัพท์



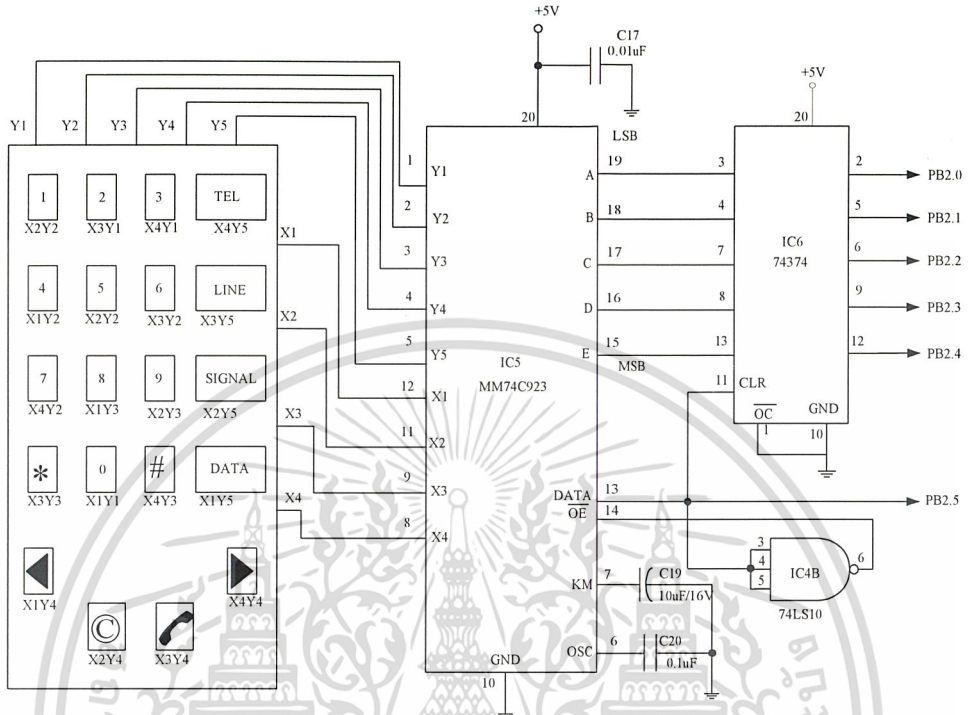
รูปที่ ข.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

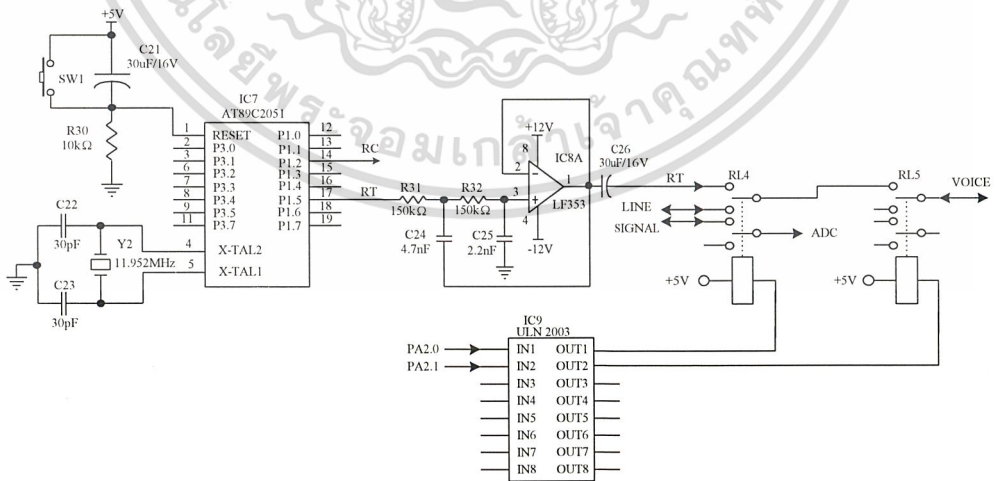


รูปที่ ข.4 วงจรตรวจสอบสถานะเครื่อง โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

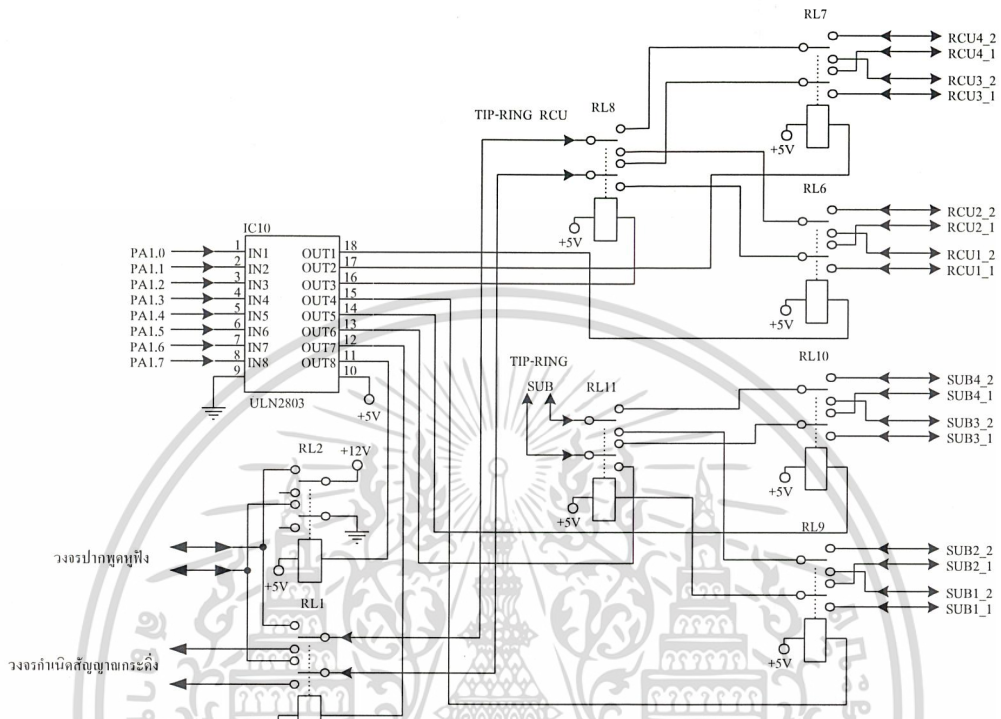


รูปที่ ข.5 วงจรสแกนคีย์

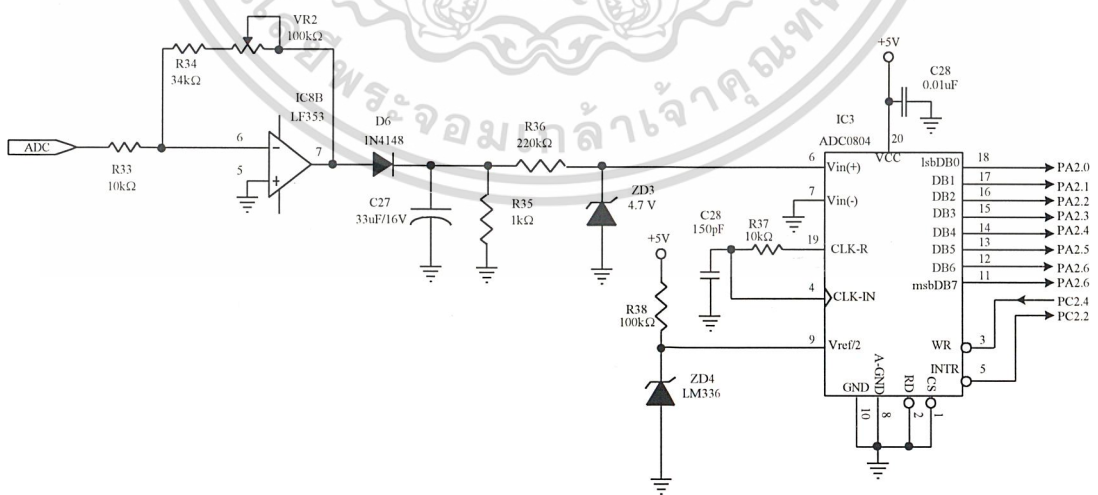


รูปที่ ข.6 วงจรถ้าเนตสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

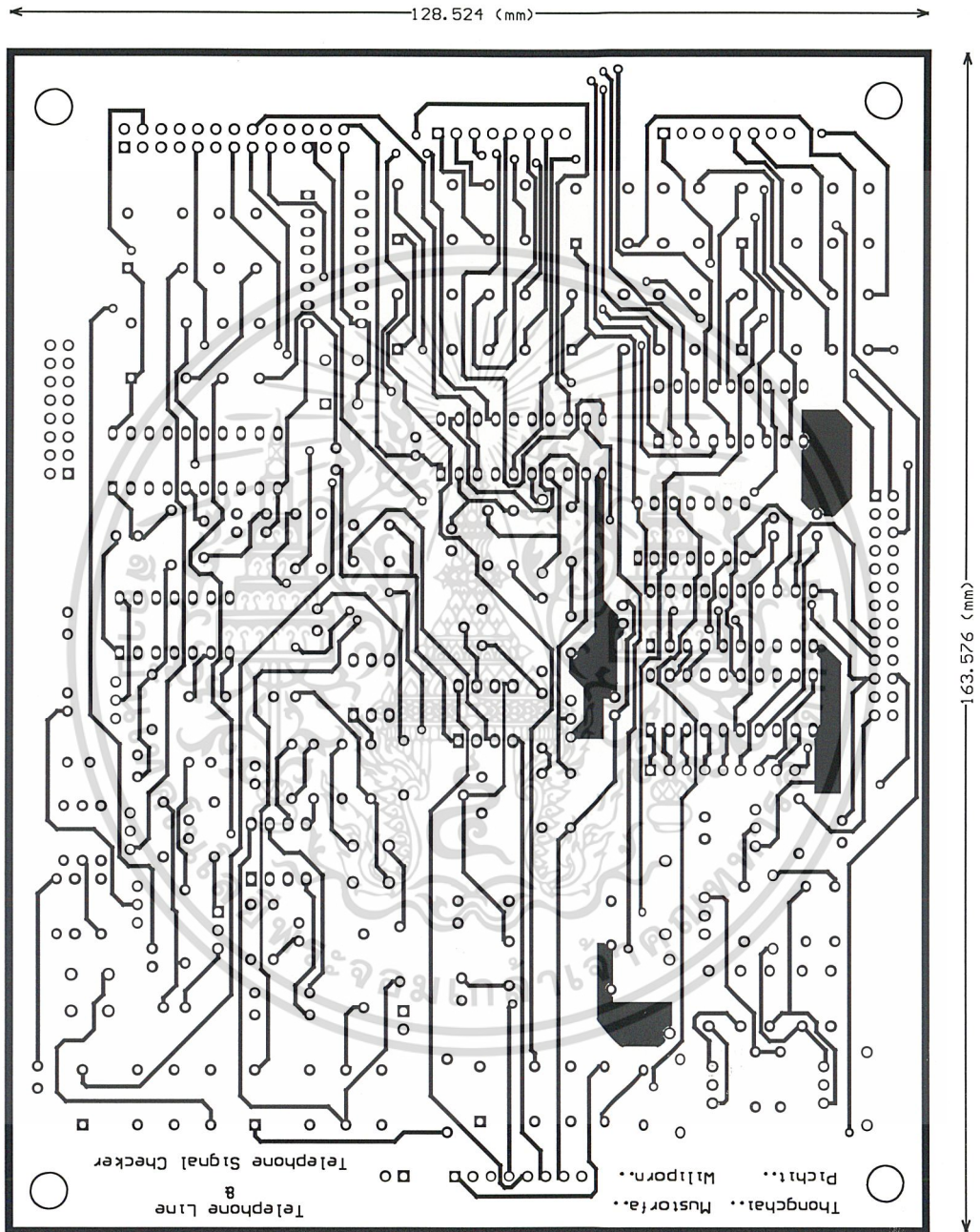


รูปที่ ข.7 วงจรรีเลย์



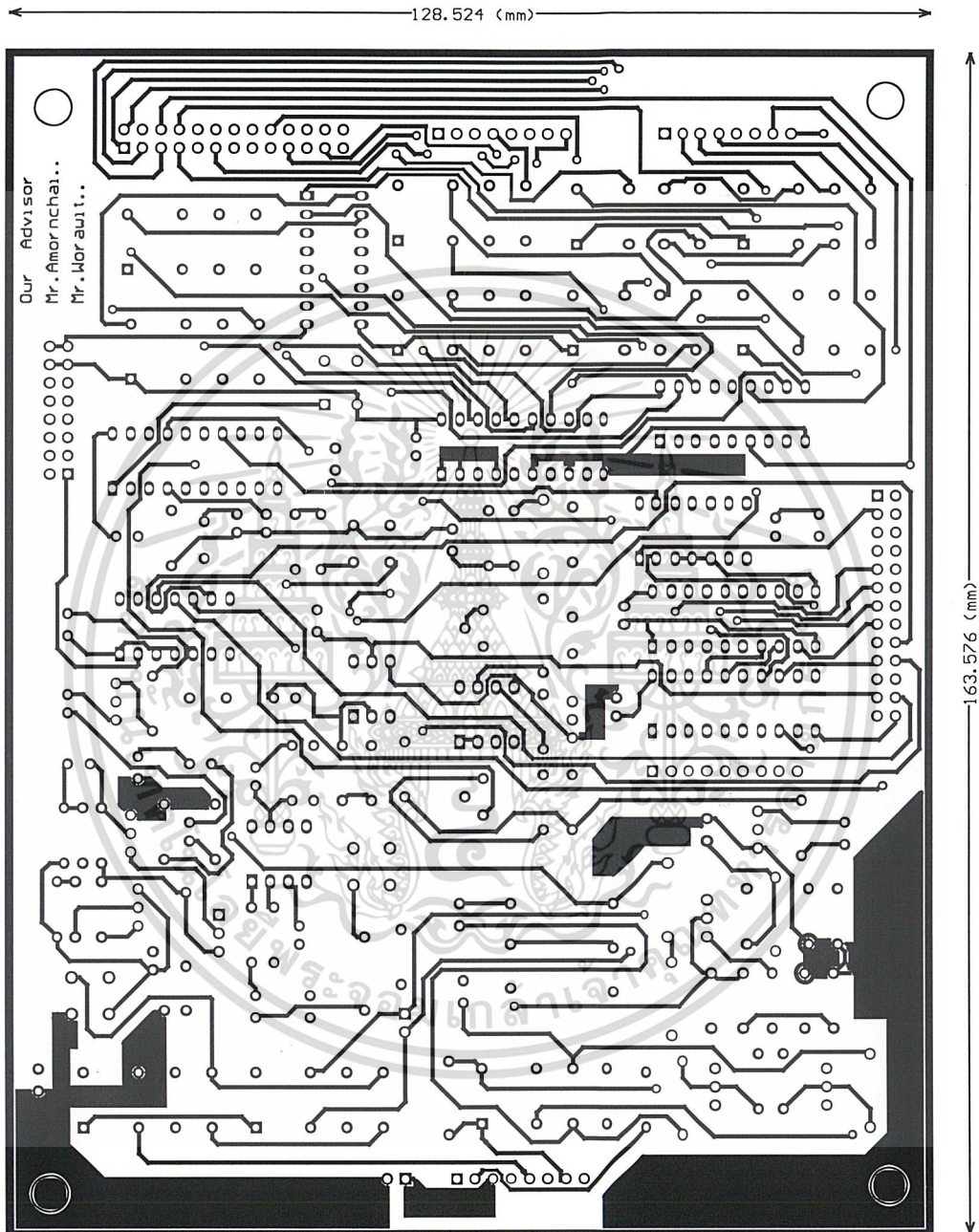
รูปที่ ข.8 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



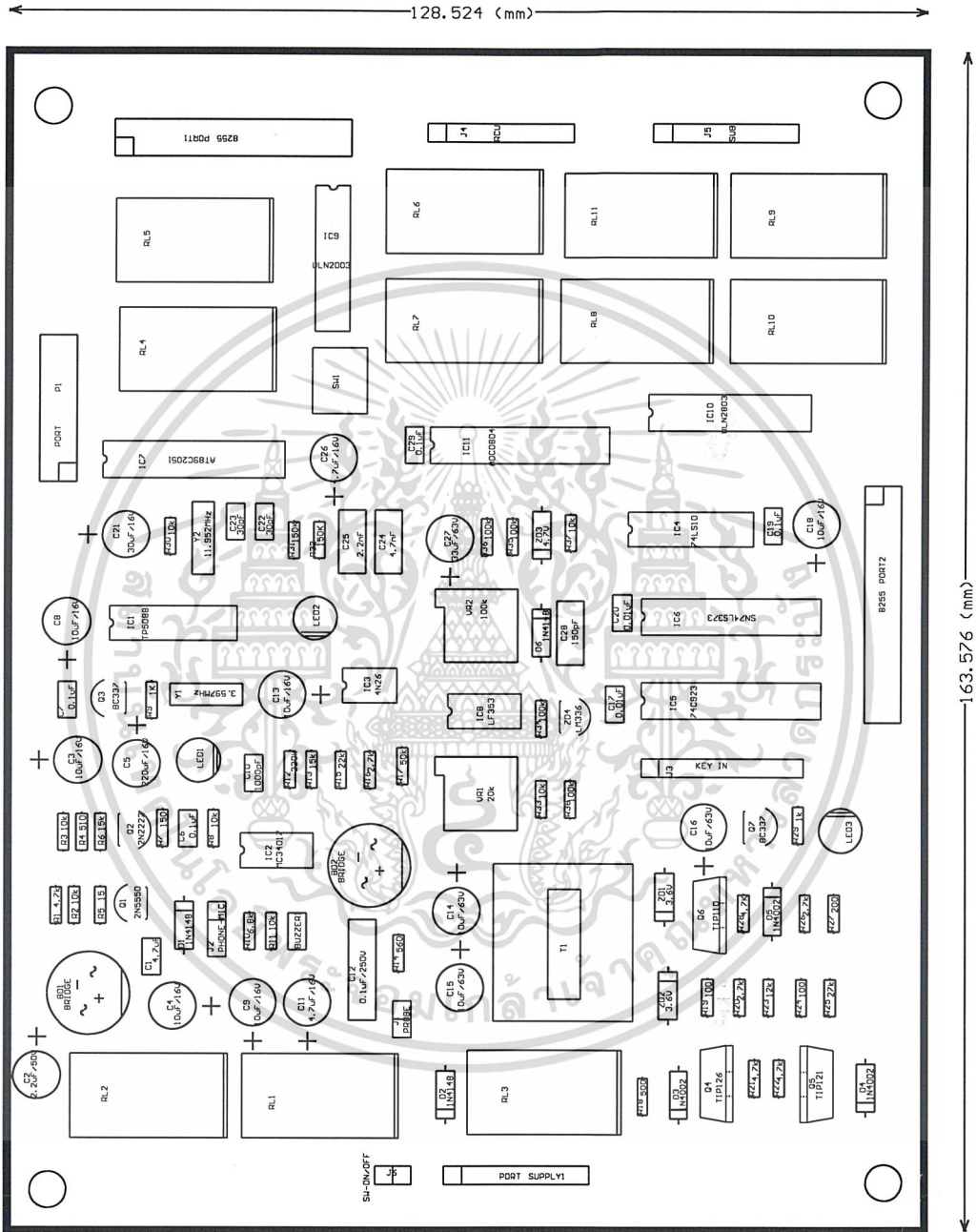
รูปที่ ข.9 ลายวงจรด้านบนของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



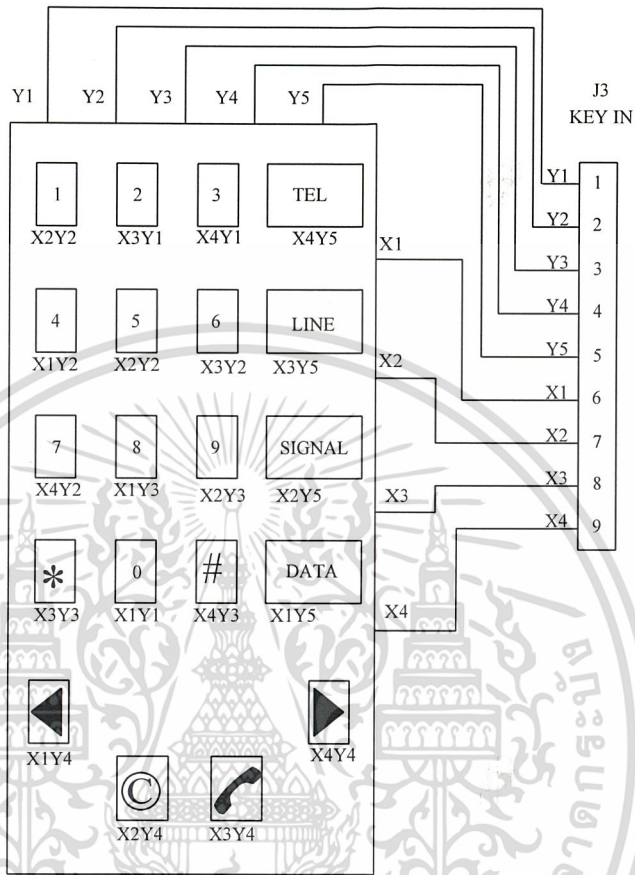
รูปที่ ข.10 ลายวงจรด้านล่างของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



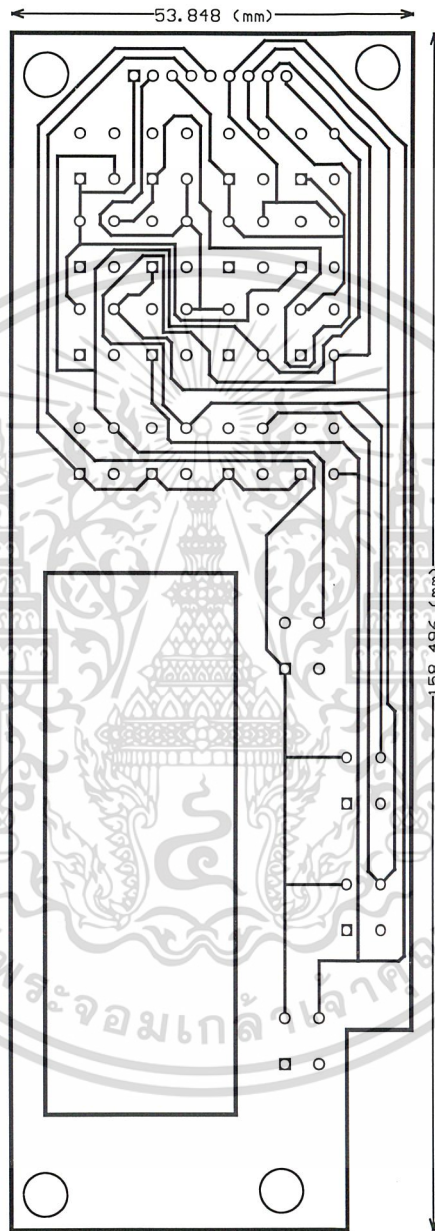
รูปที่ ข.11 การวางอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



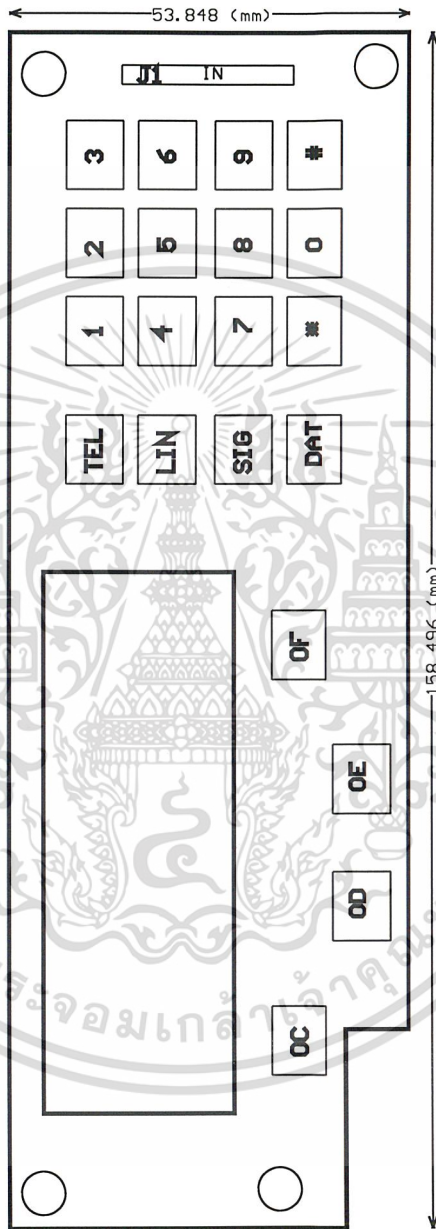
รูปที่ ข.12 วงจรคีย์สวิตช์เมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.13 ลายวงจรของคีย์สวิตช์เมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.14 การวางอุปกรณ์ของวงจรคีย์สวิตช์เมตริกซ์

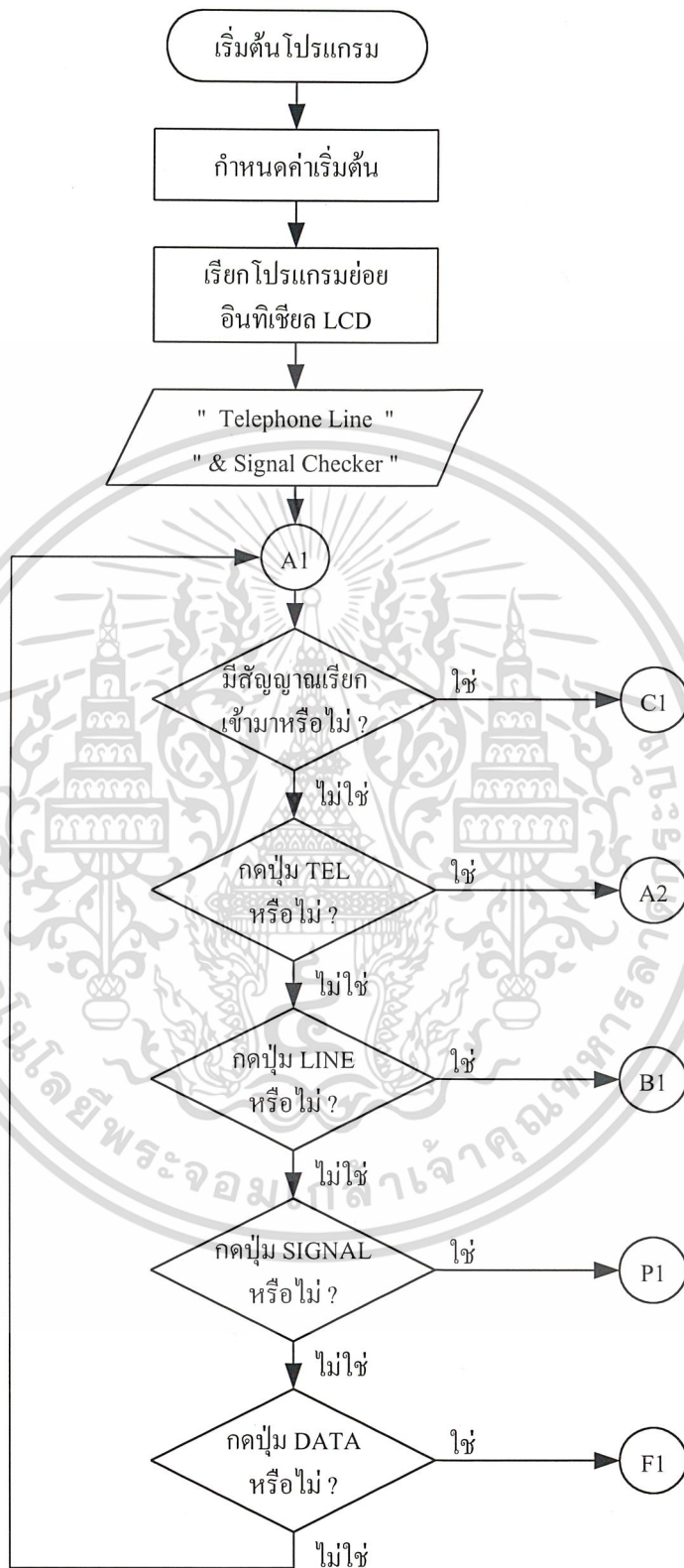
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

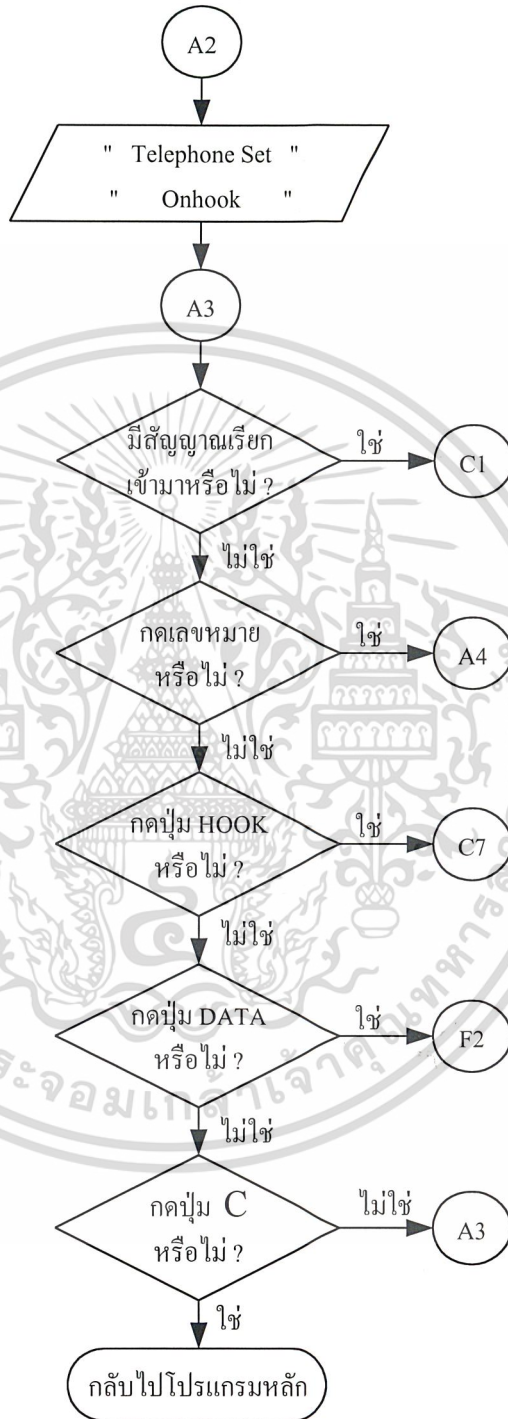
ผังการทำงาน และโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



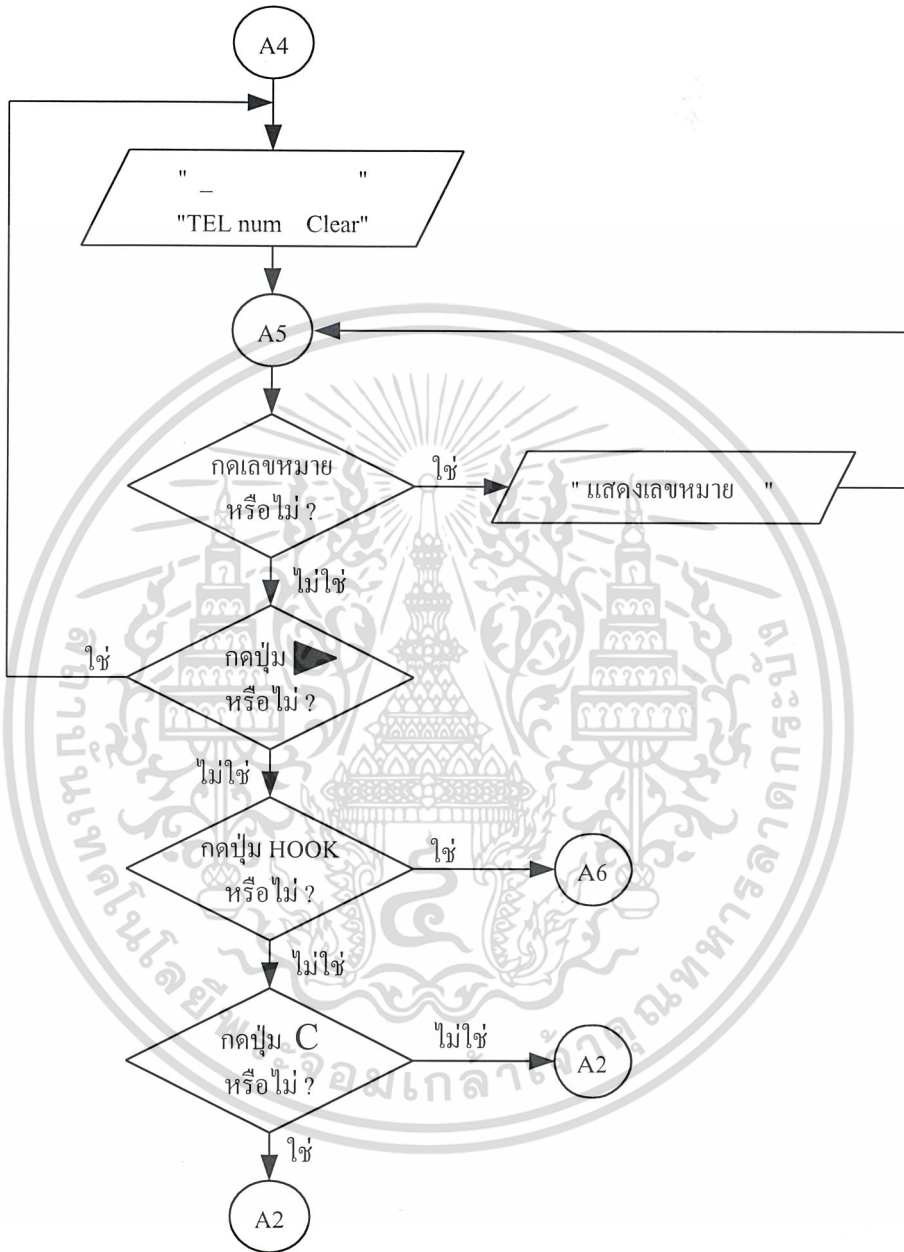
รูปที่ ค.1 ผังการทำงาน โปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



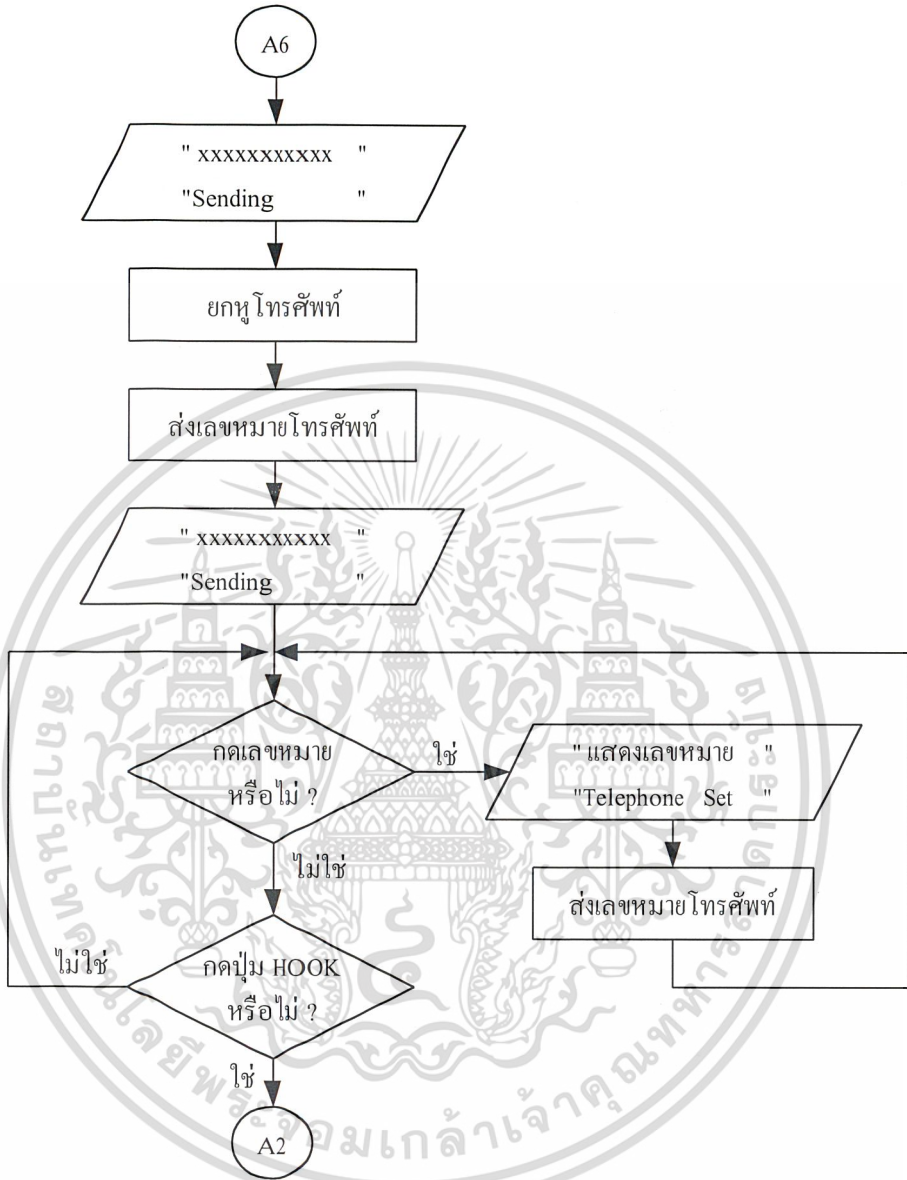
รูปที่ ค.2 ฟังก์ชันการทำงาน โปรแกรมย่อย โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



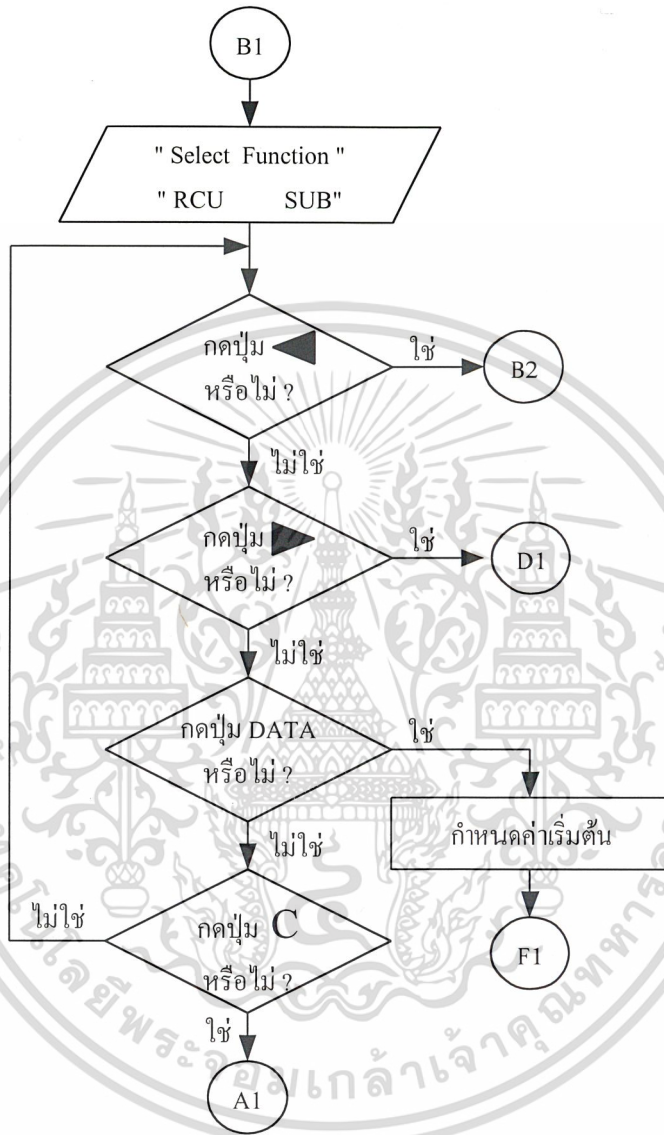
รูปที่ ๓.3 ฟังก์ชันการทำงาน โปรแกรมขอยกคดเลขหมายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



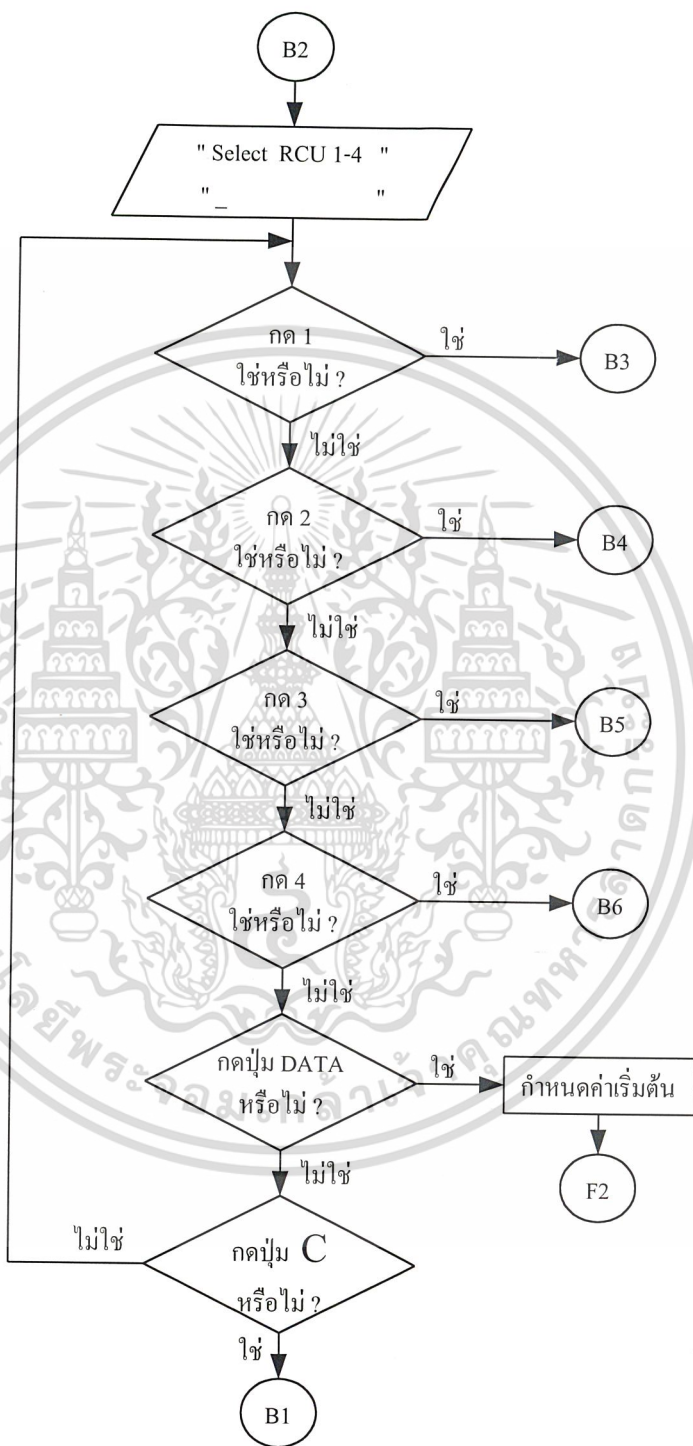
รูปที่ ๑.๔ ฟังก์ชันการทำงาน โปรแกรมย่อยส่งเลขหมายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



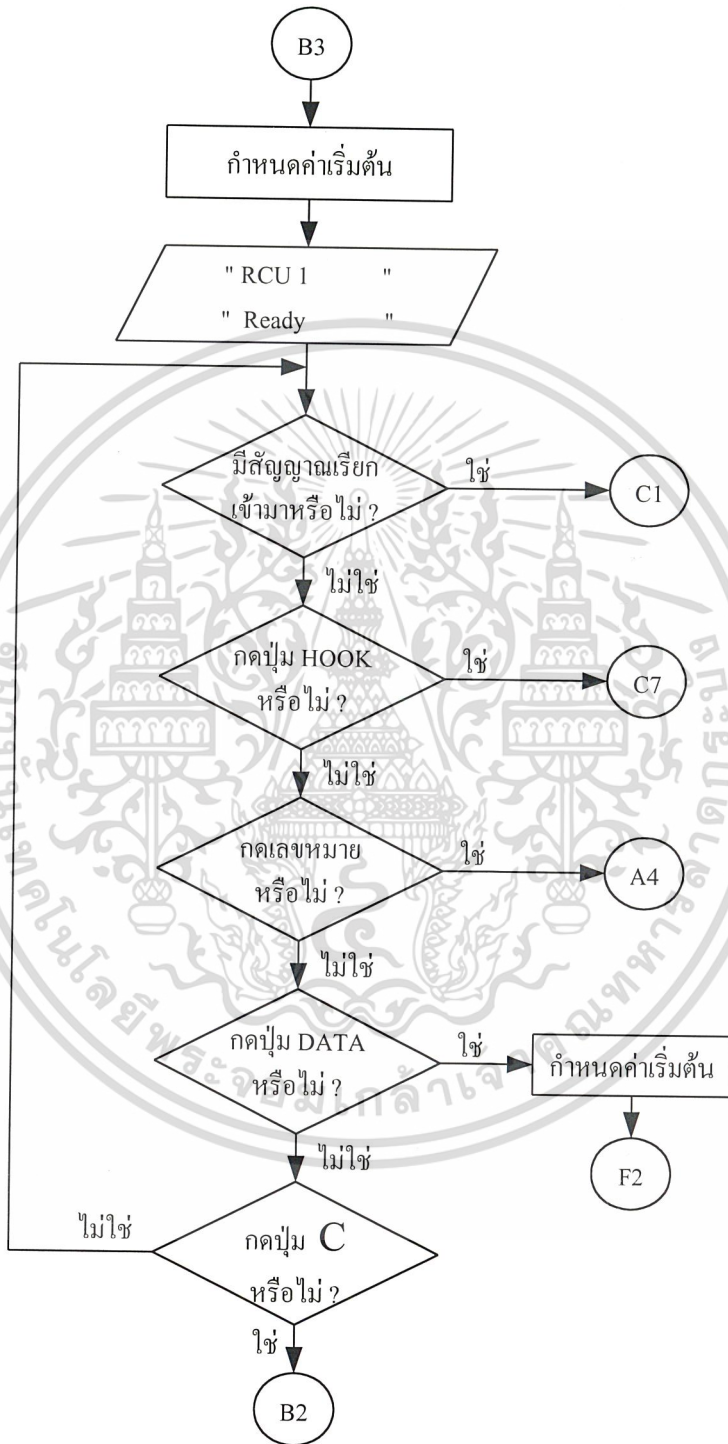
รูปที่ ค.5 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



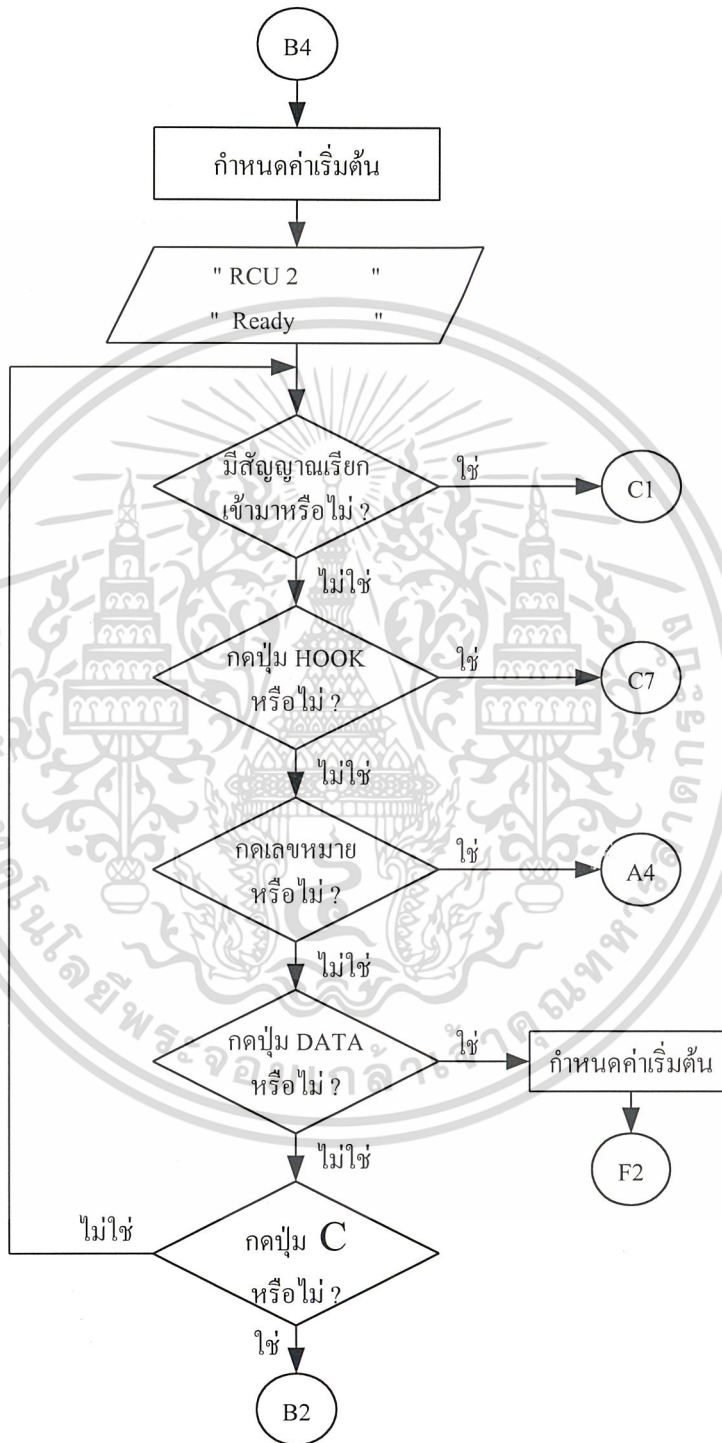
รูปที่ ค.6 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สายด้านชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



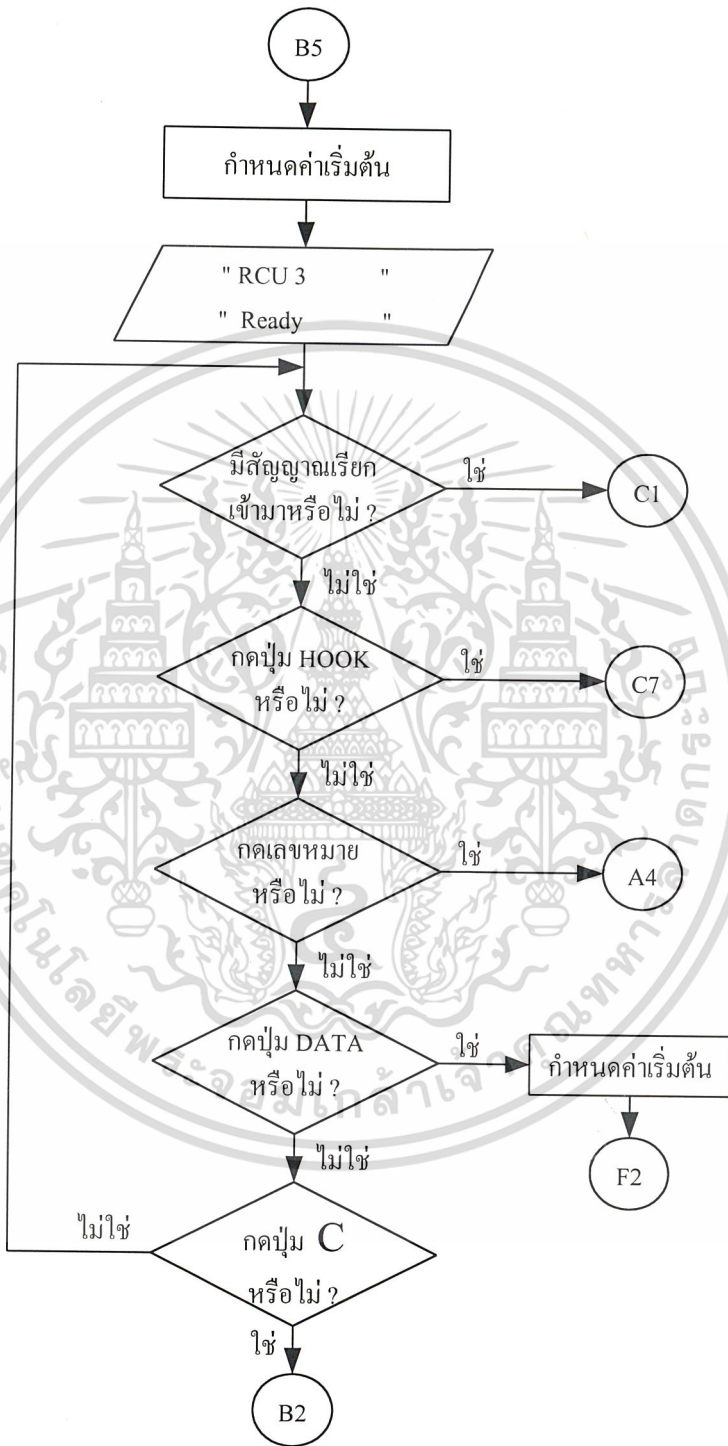
รูปที่ ๓.7 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สาย RCU 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



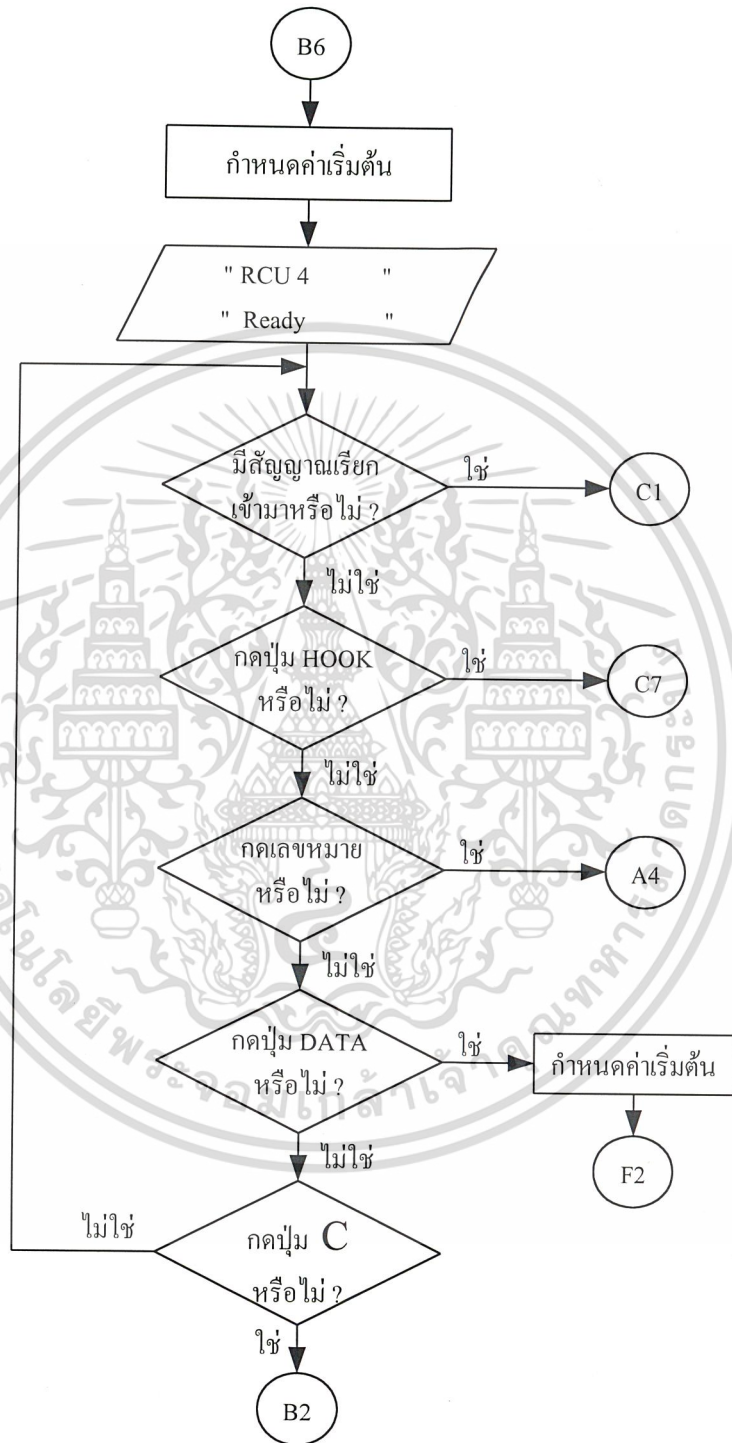
รูปที่ ค.8 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สาย RCU 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



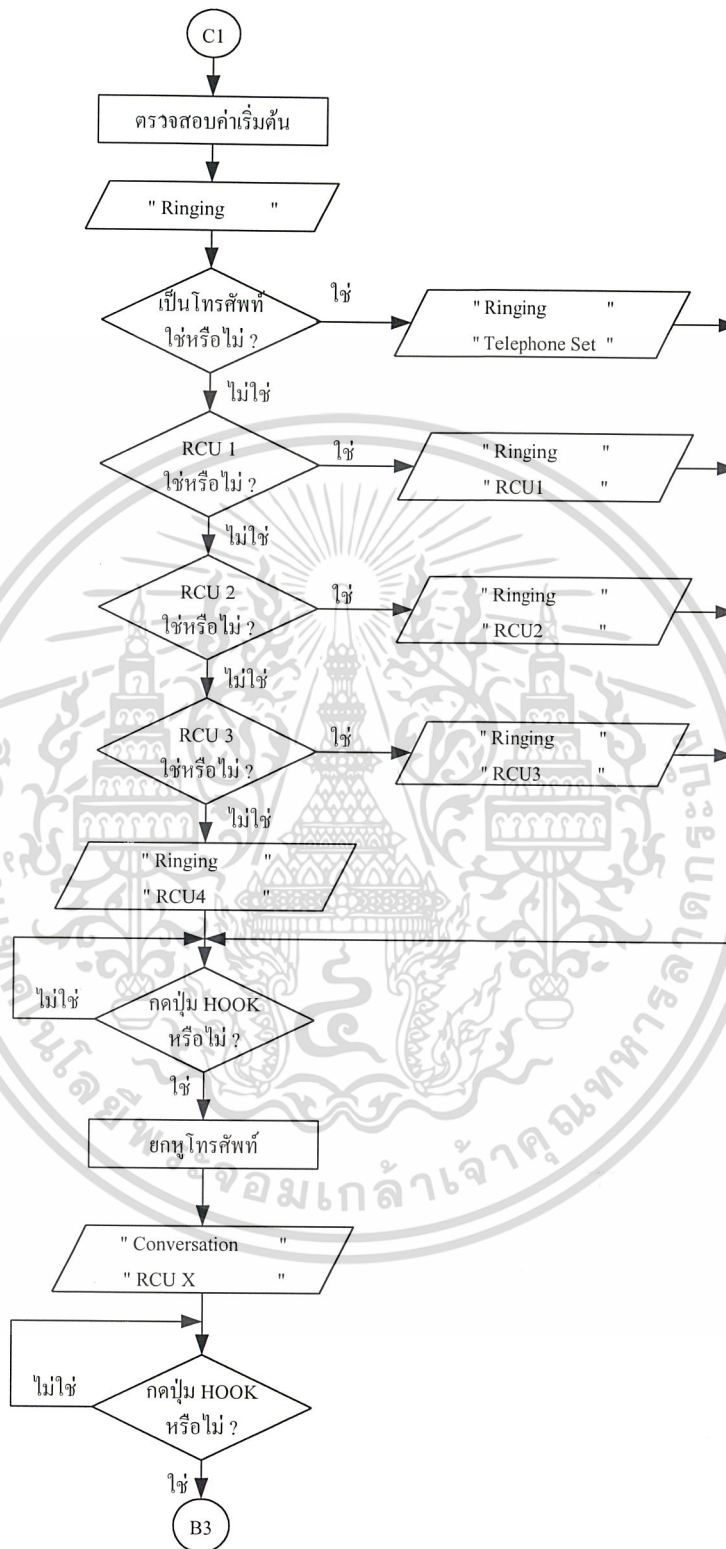
รูปที่ ๓.๑ ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สาย RCU 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



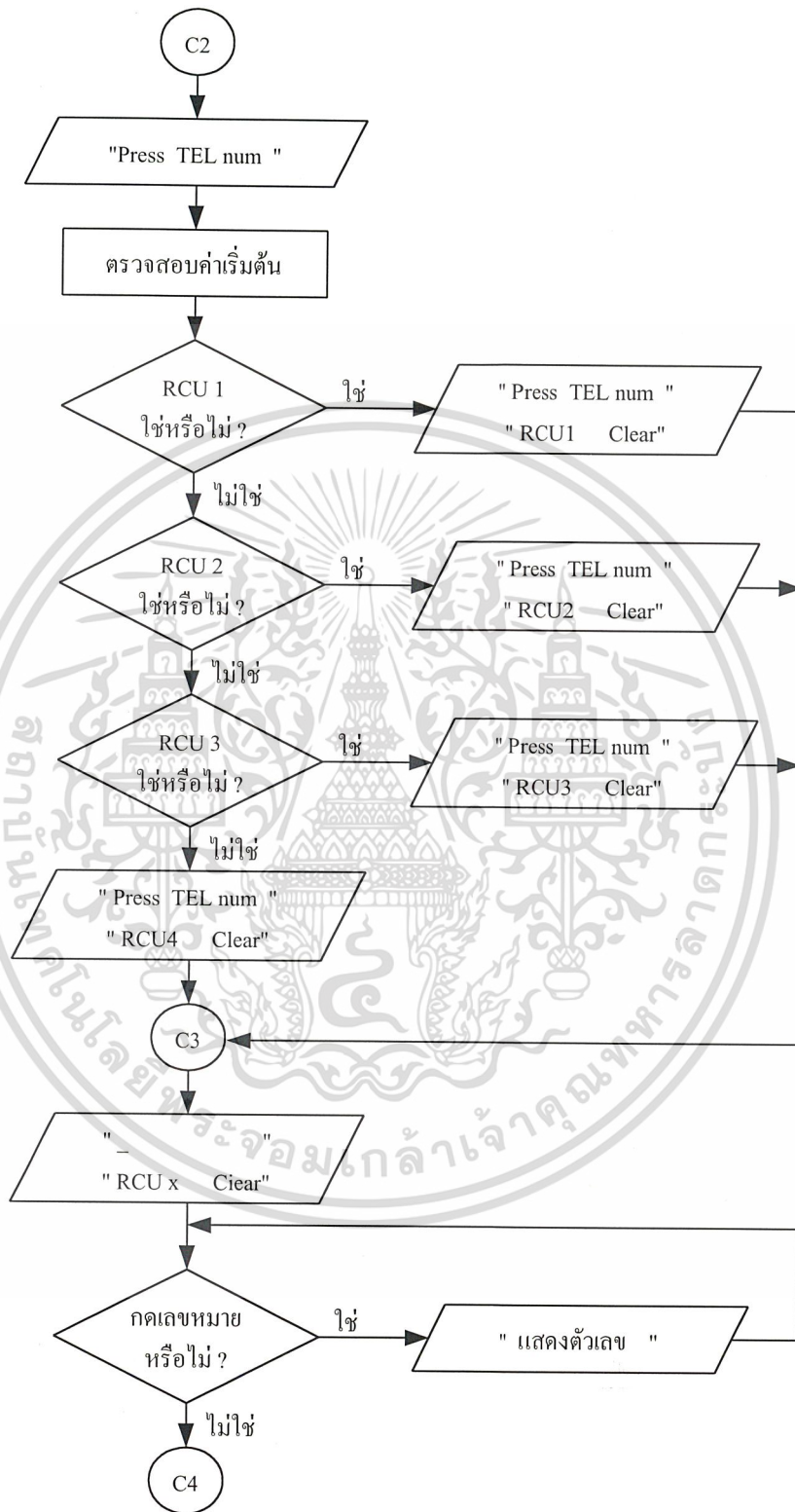
รูปที่ ค.10 ฟังก์การทำงาน โปรแกรมย่อยตรวจสอบคู่สาย RCU 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



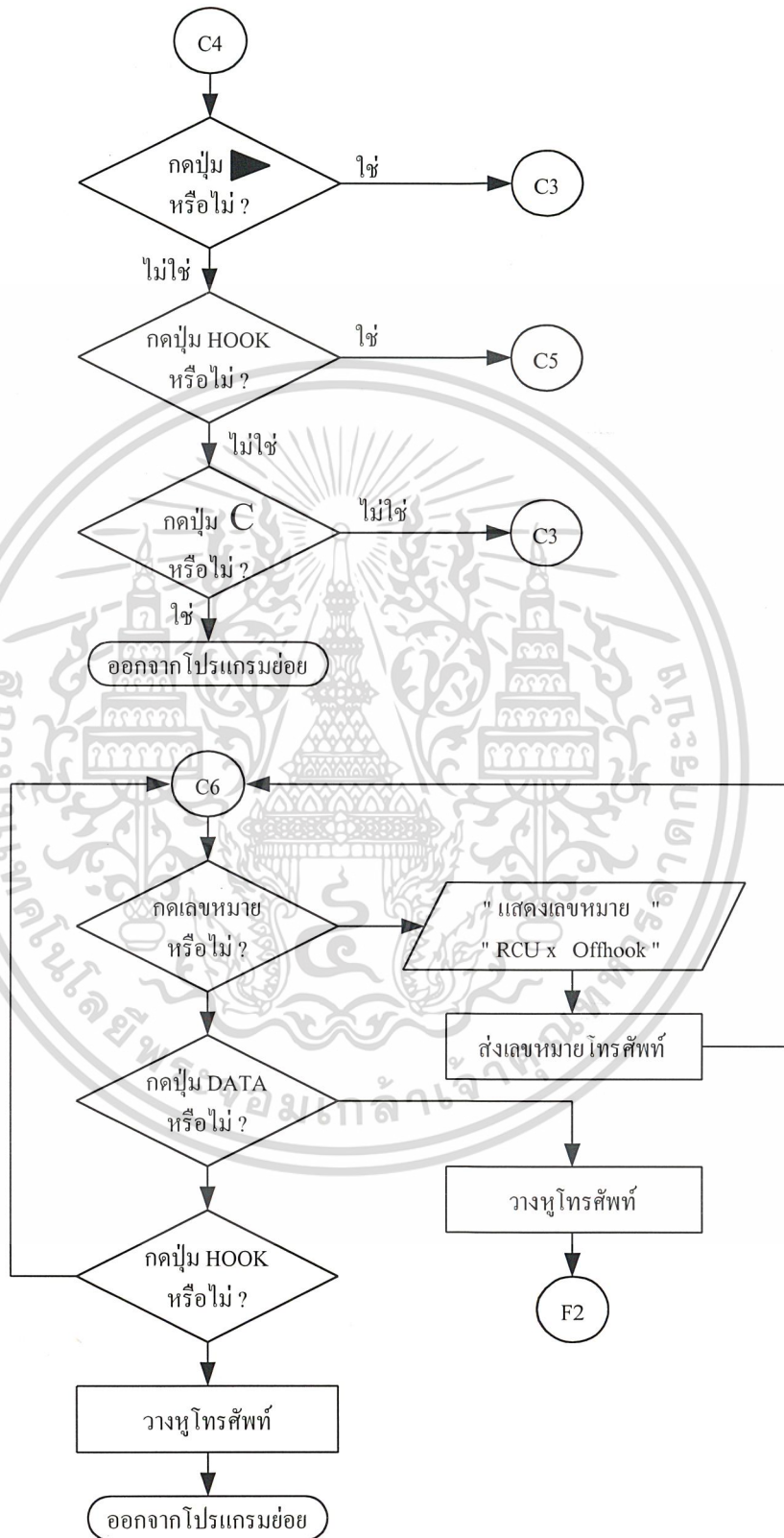
รูปที่ ๑.11 ฟังก์ชันการทำงาน โปรแกรมย่อยตรวจสอบสัญญาณเรียกค่าน RCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



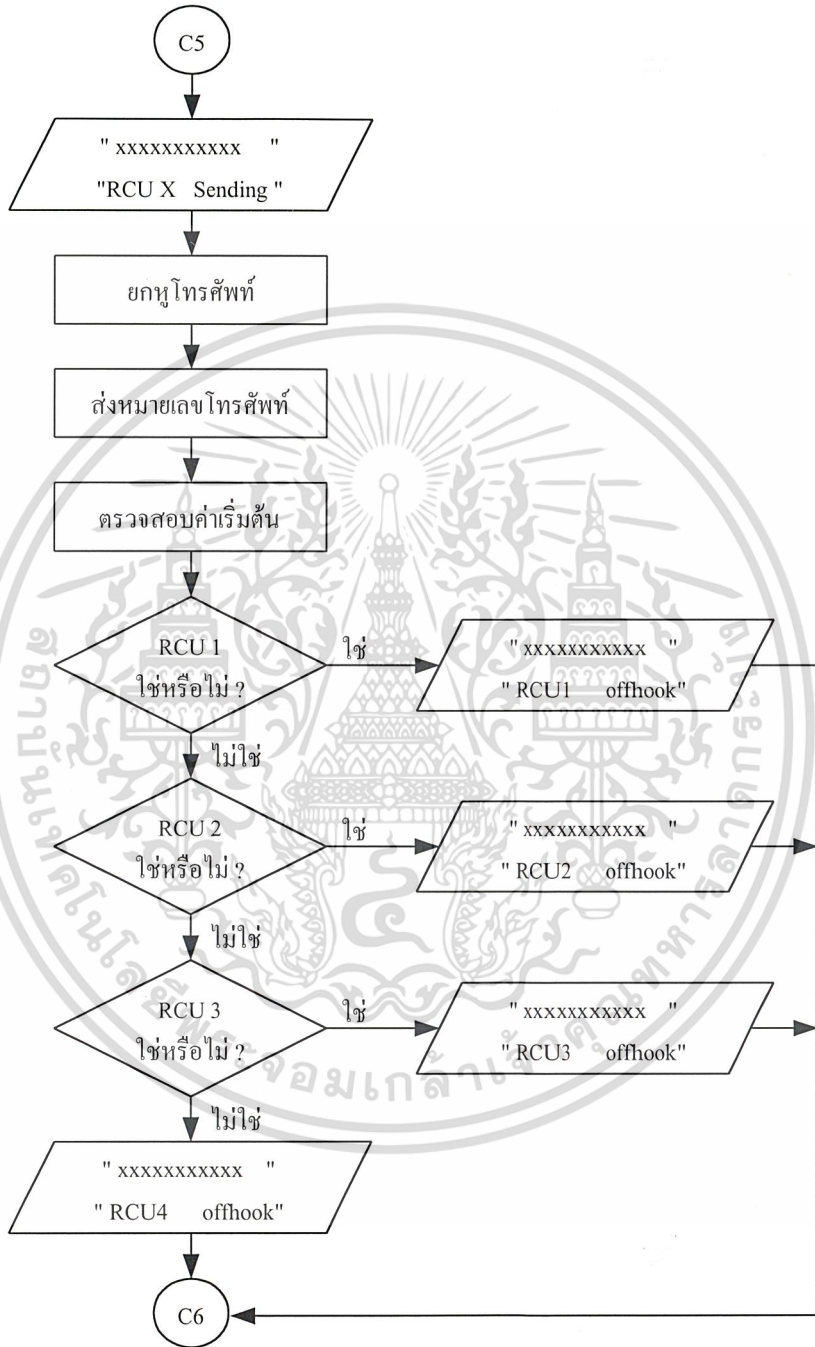
รูปที่ ค.12 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยส่งเลขหมายด้าน RCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



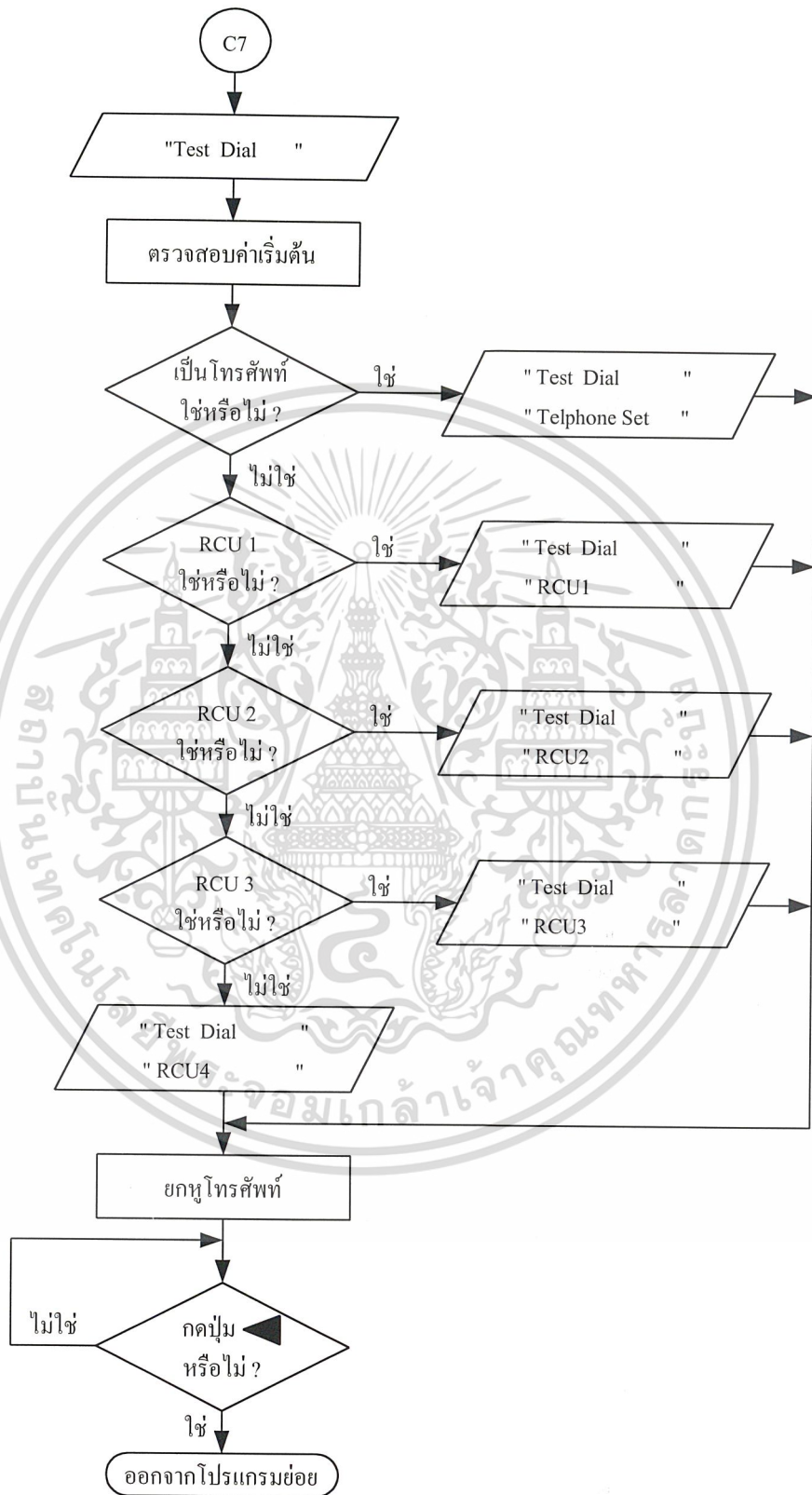
รูปที่ ค.13 ฟังก์ชันการทำงานโปรแกรมย่อยกดเลขหมายด้าน RCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



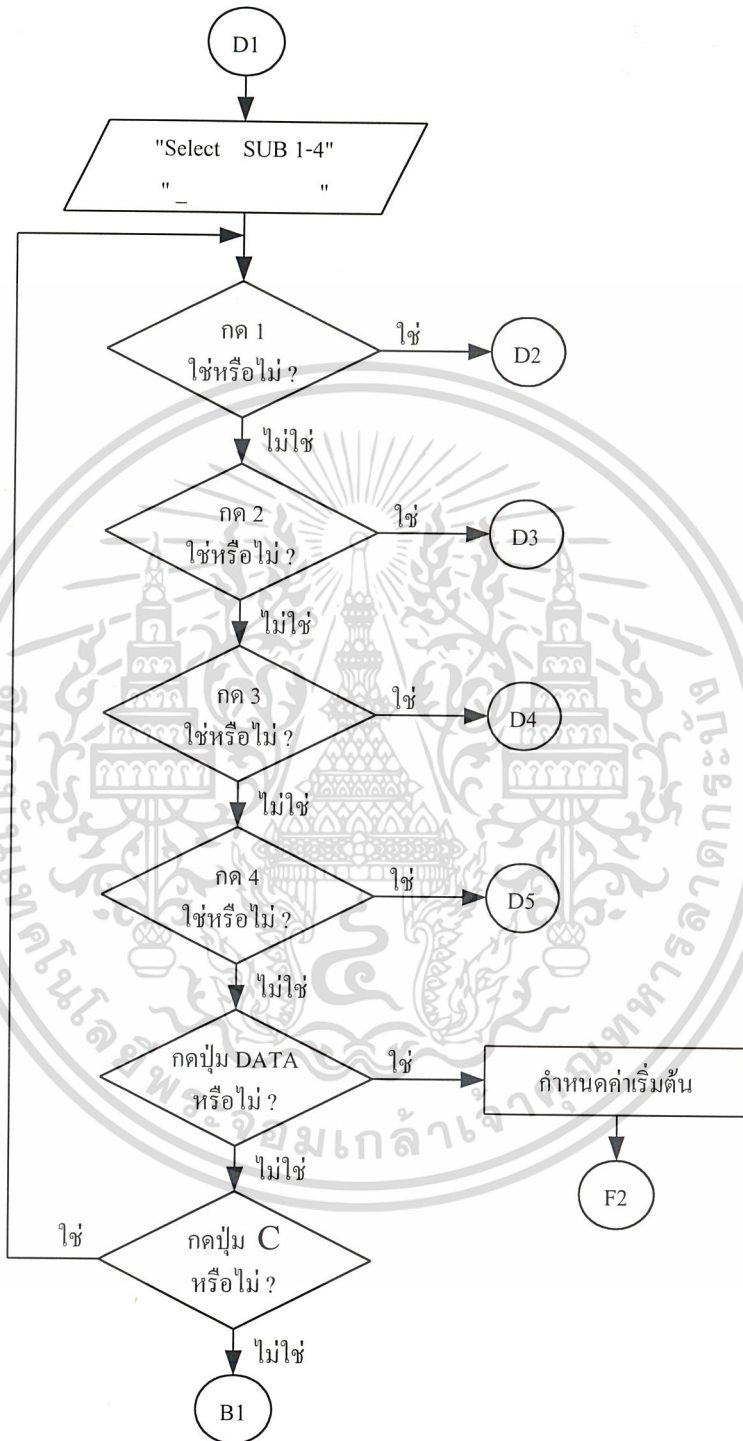
รูปที่ ค.14 ฟังก์ชันการทำงานโปรแกรมย่อยส่งเลขหมายด้าน RCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



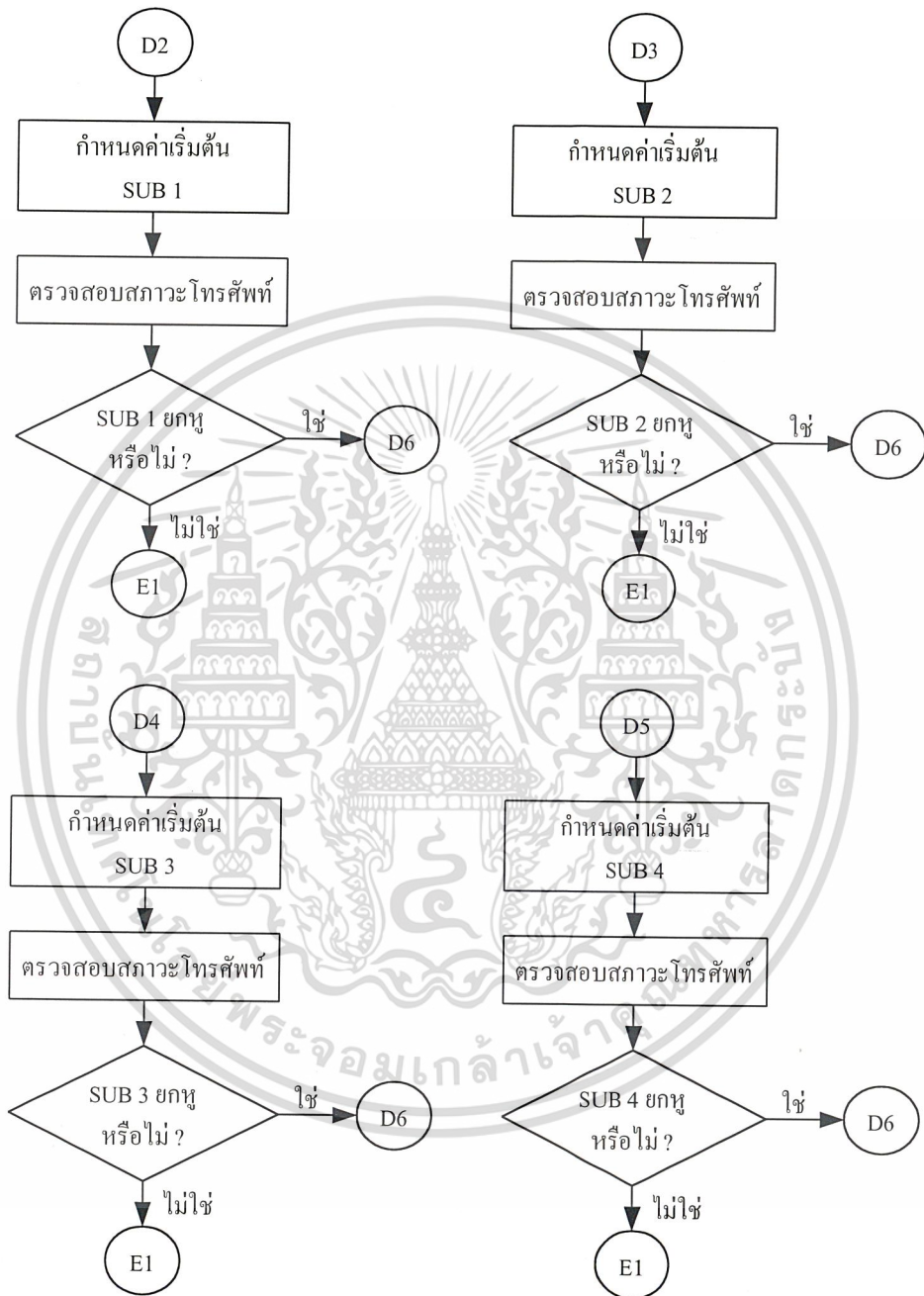
รูปที่ ค.15 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยทดสอบสัญญาณไดอัลตัน RCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



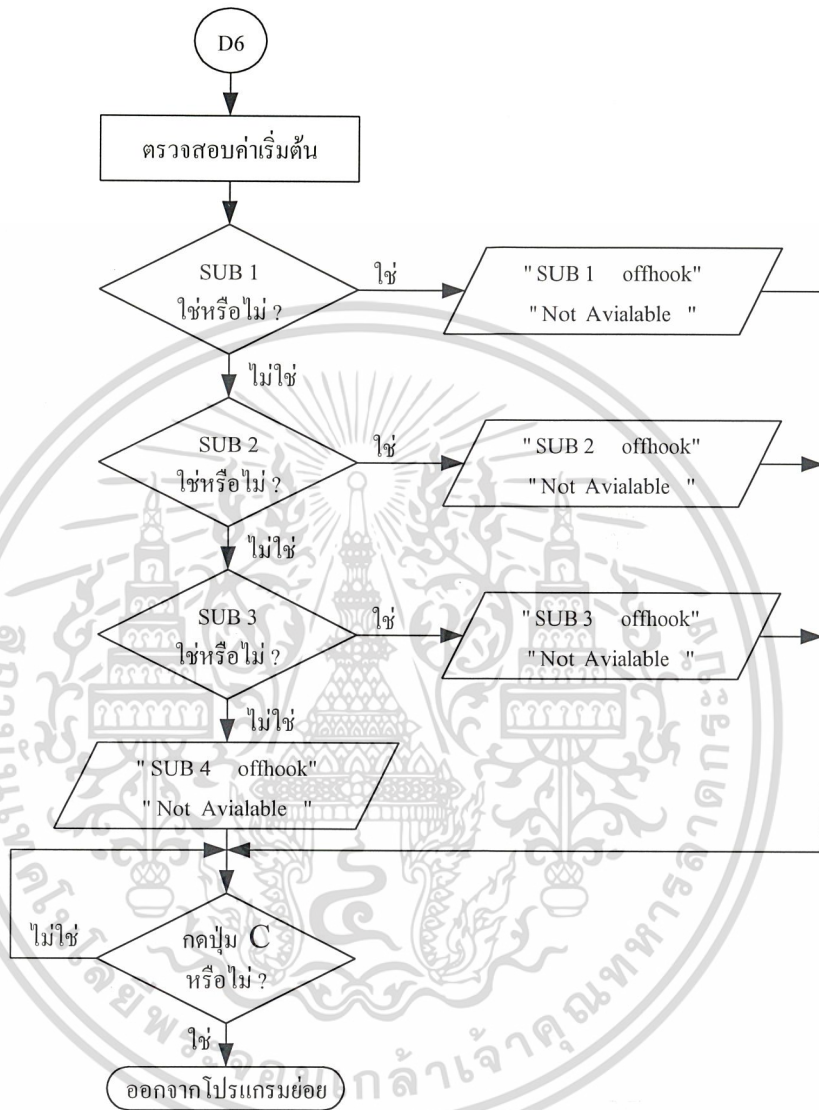
รูปที่ ๑.16 ฟังก์ชันการทำงาน โปรแกรมย่อยเลือกตรวจสอบคู่สายค่าน SUB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



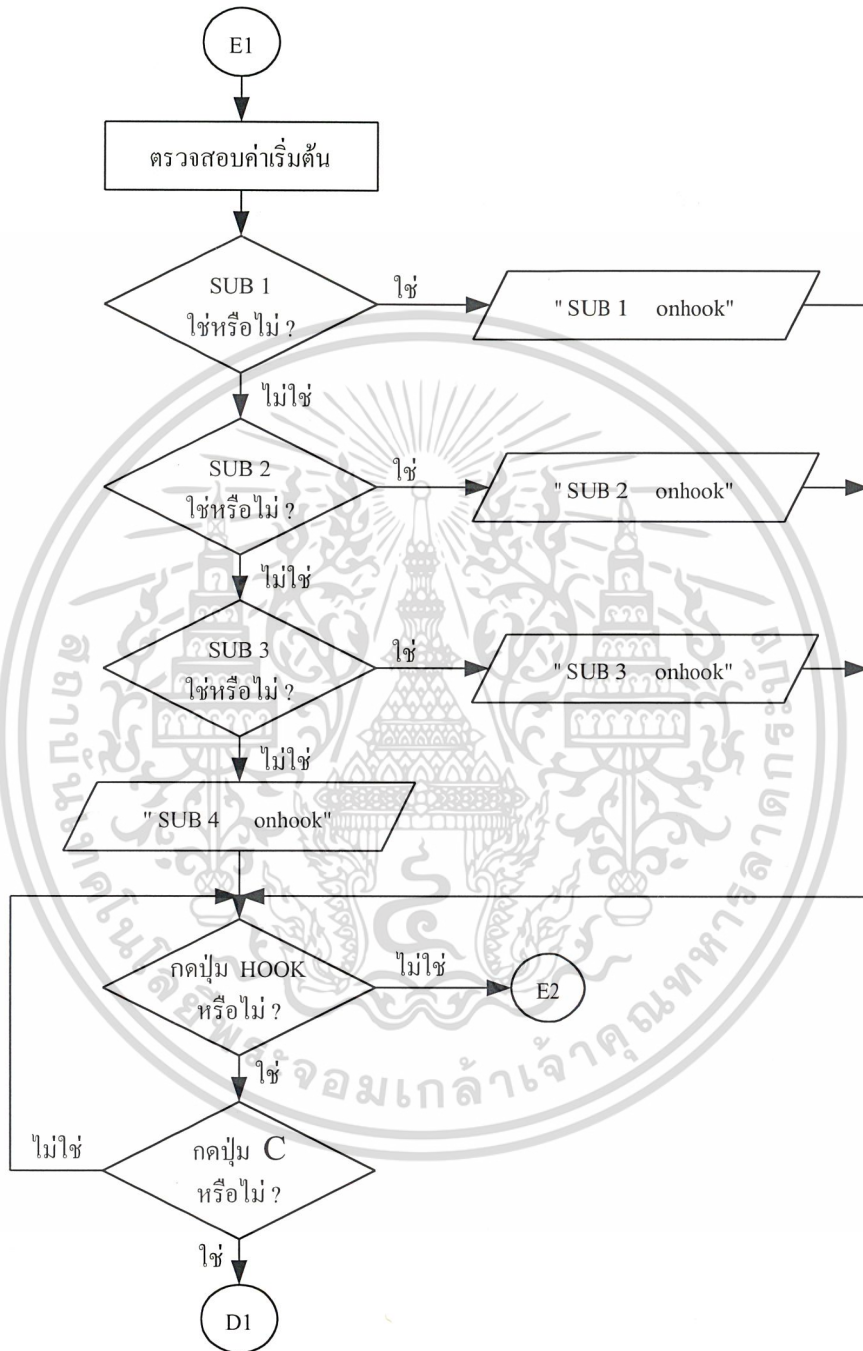
รูปที่ ค.17 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ด้าน SUB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



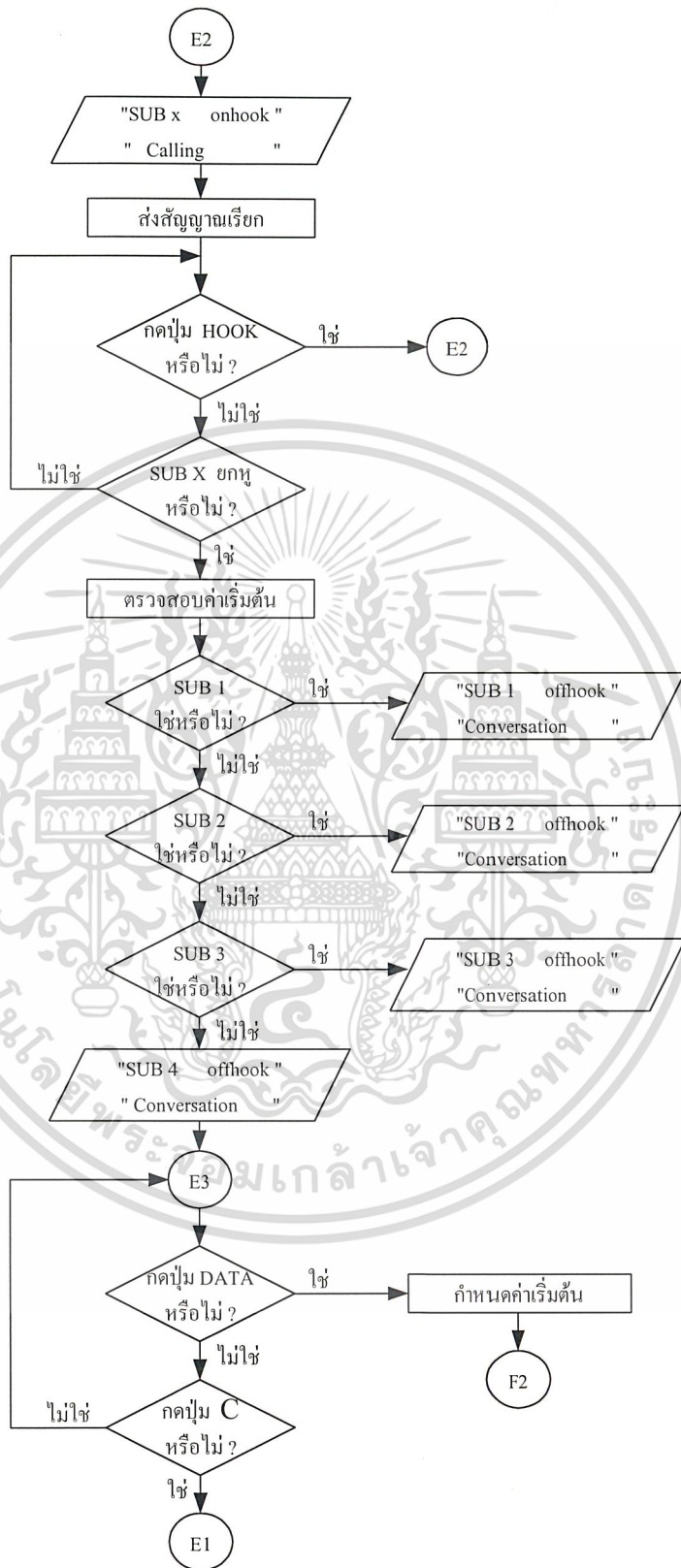
รูปที่ ค.18 ผังการทำงานโปรแกรมแสดงสถานะการยกหูของเครื่องโทรศัพท์ที่ด้าน SUB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



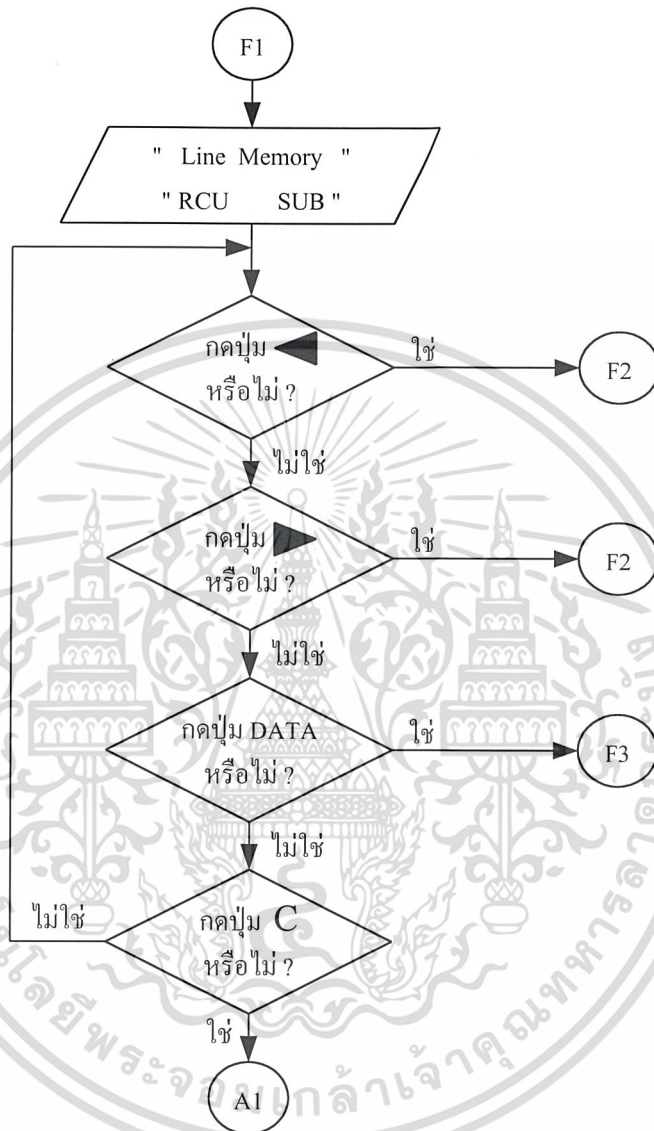
รูปที่ ค.19 ฟังก์ชันการทำงาน โปรแกรมย่อยติดต่อกับผู้เช่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



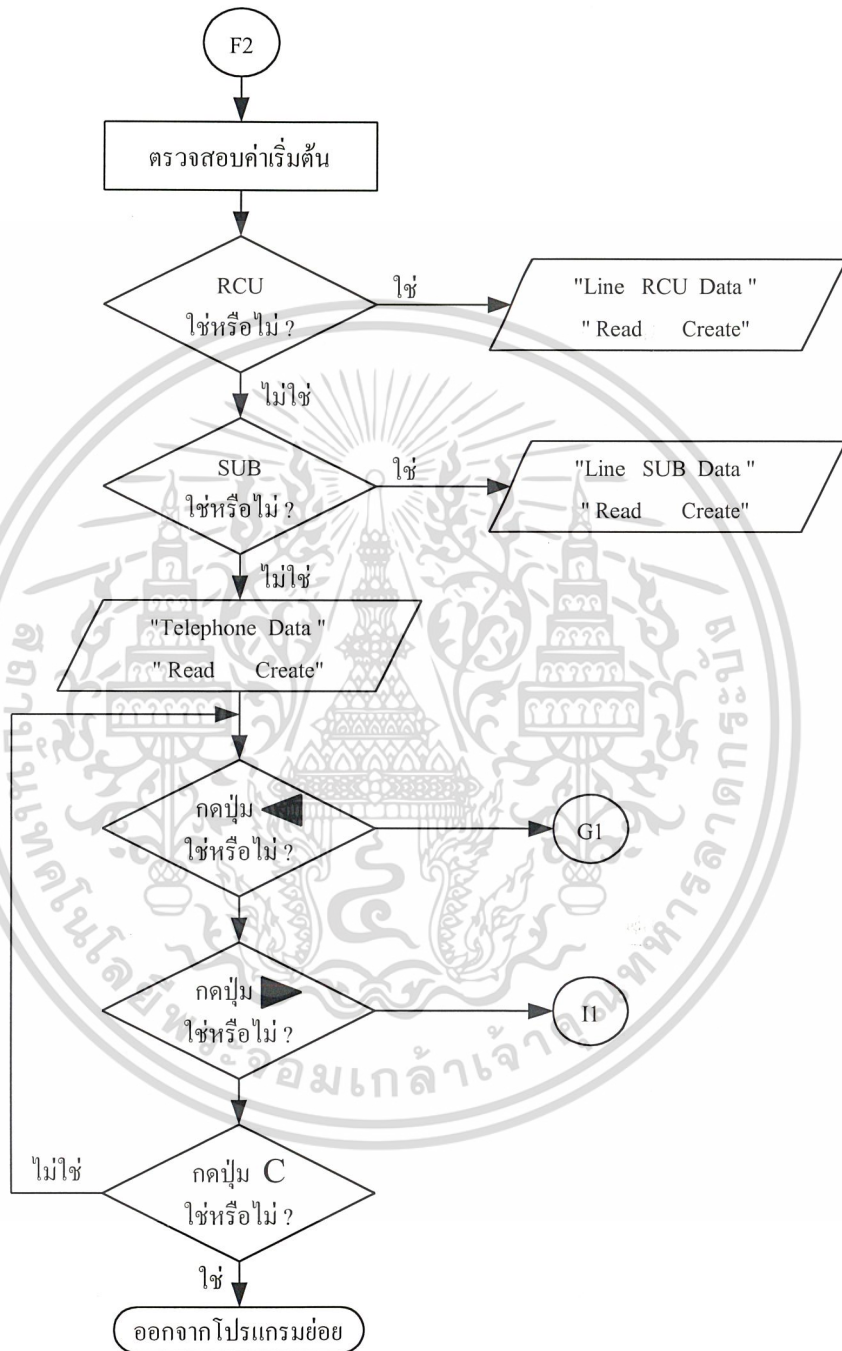
รูปที่ ก.20 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้เช่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



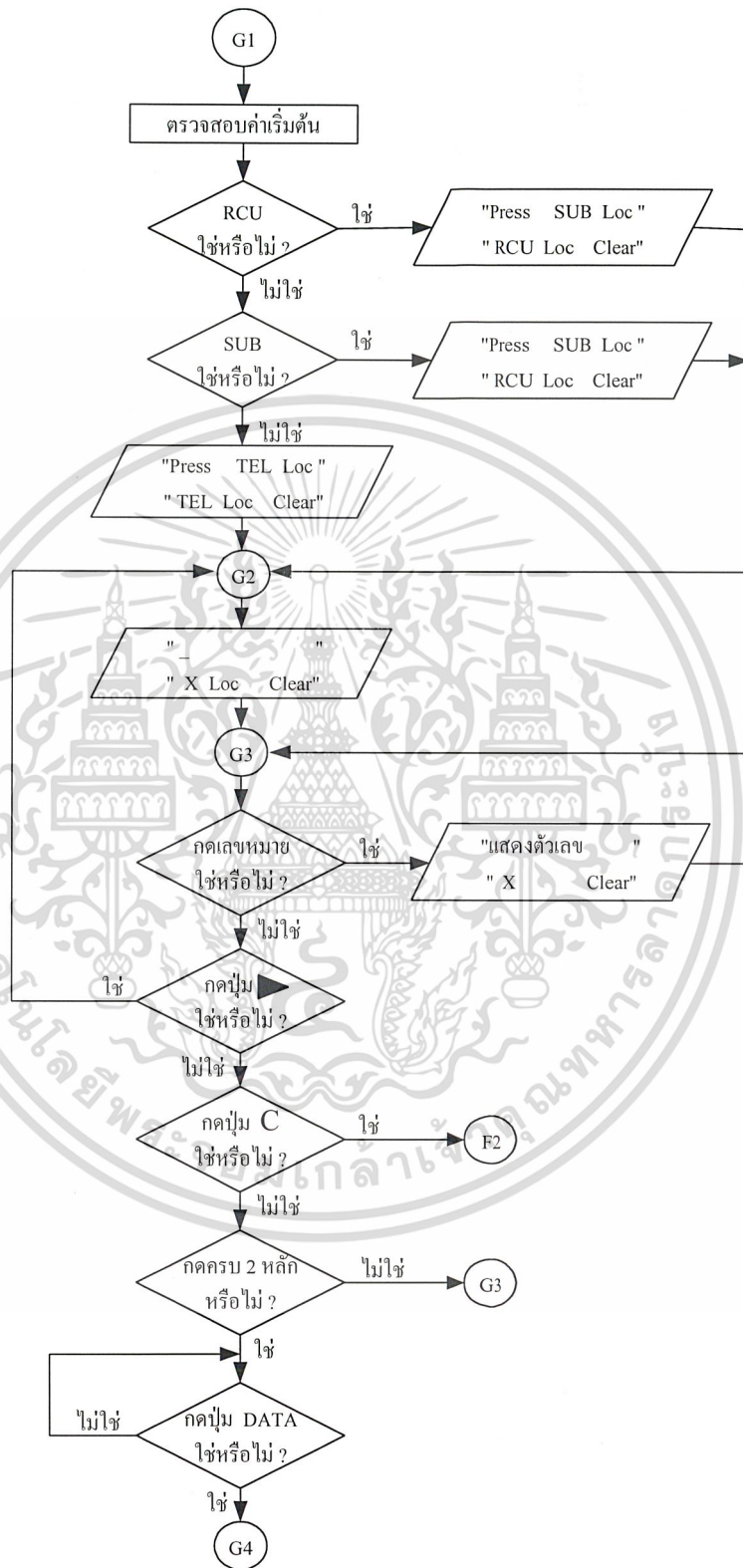
รูปที่ ค.21 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยเลือกบันทึกข้อมูลด้าน RCU หรือ SUB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



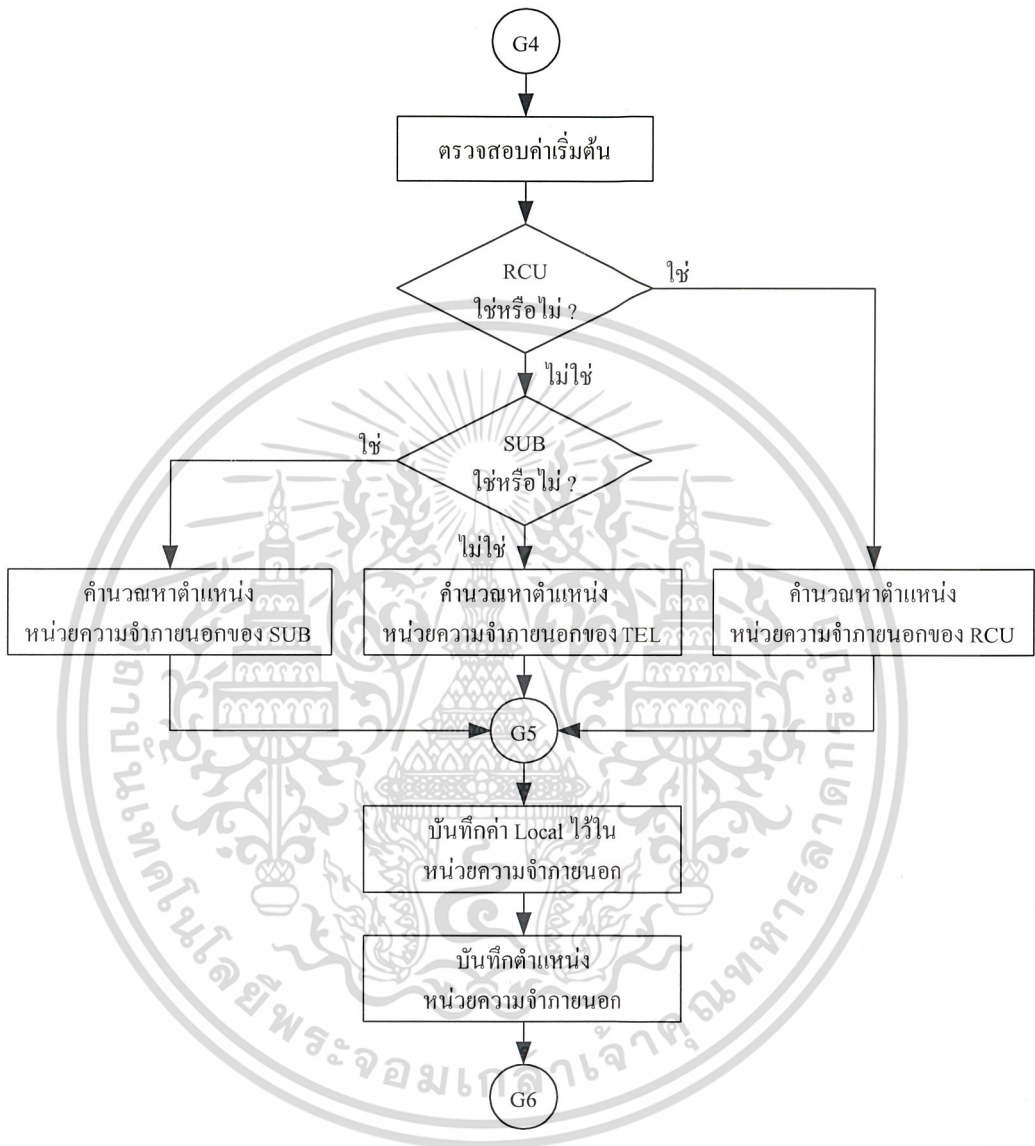
รูปที่ ค.22 ผังการทำงาน โปรแกรมเลือกอ่านข้อมูล หรือบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



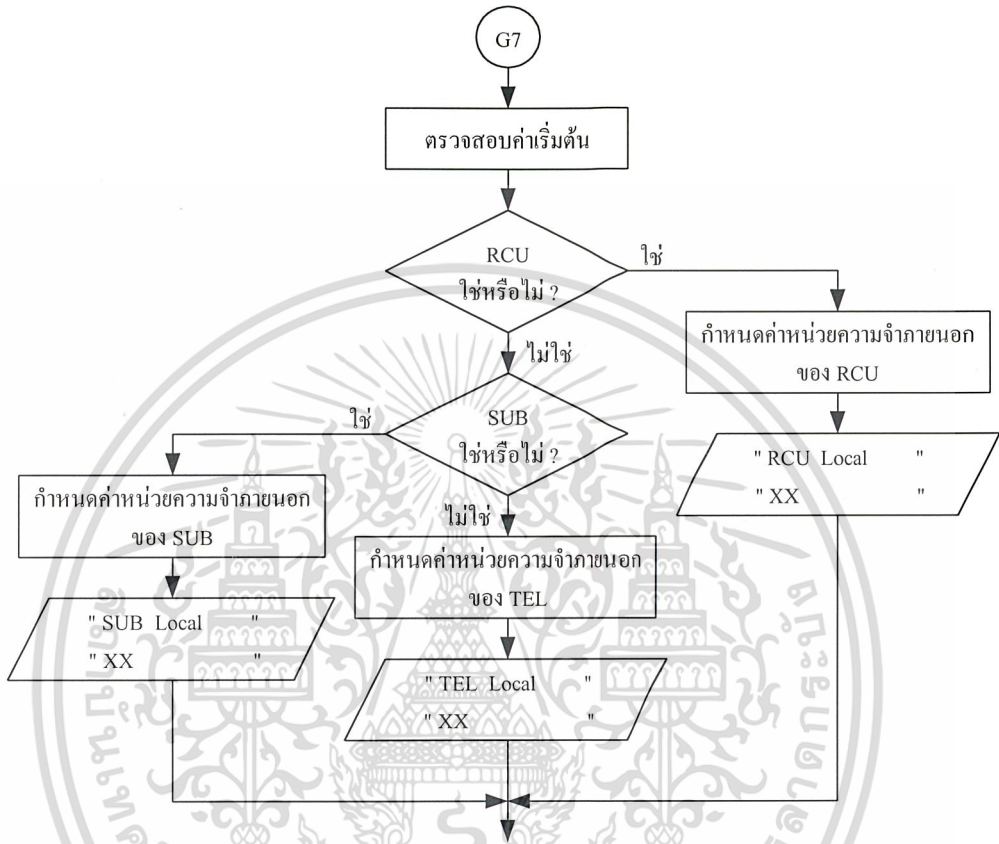
รูปที่ ค.23 ฟังก์ชันการทำงานโปรแกรมบันทึกเลขหมายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

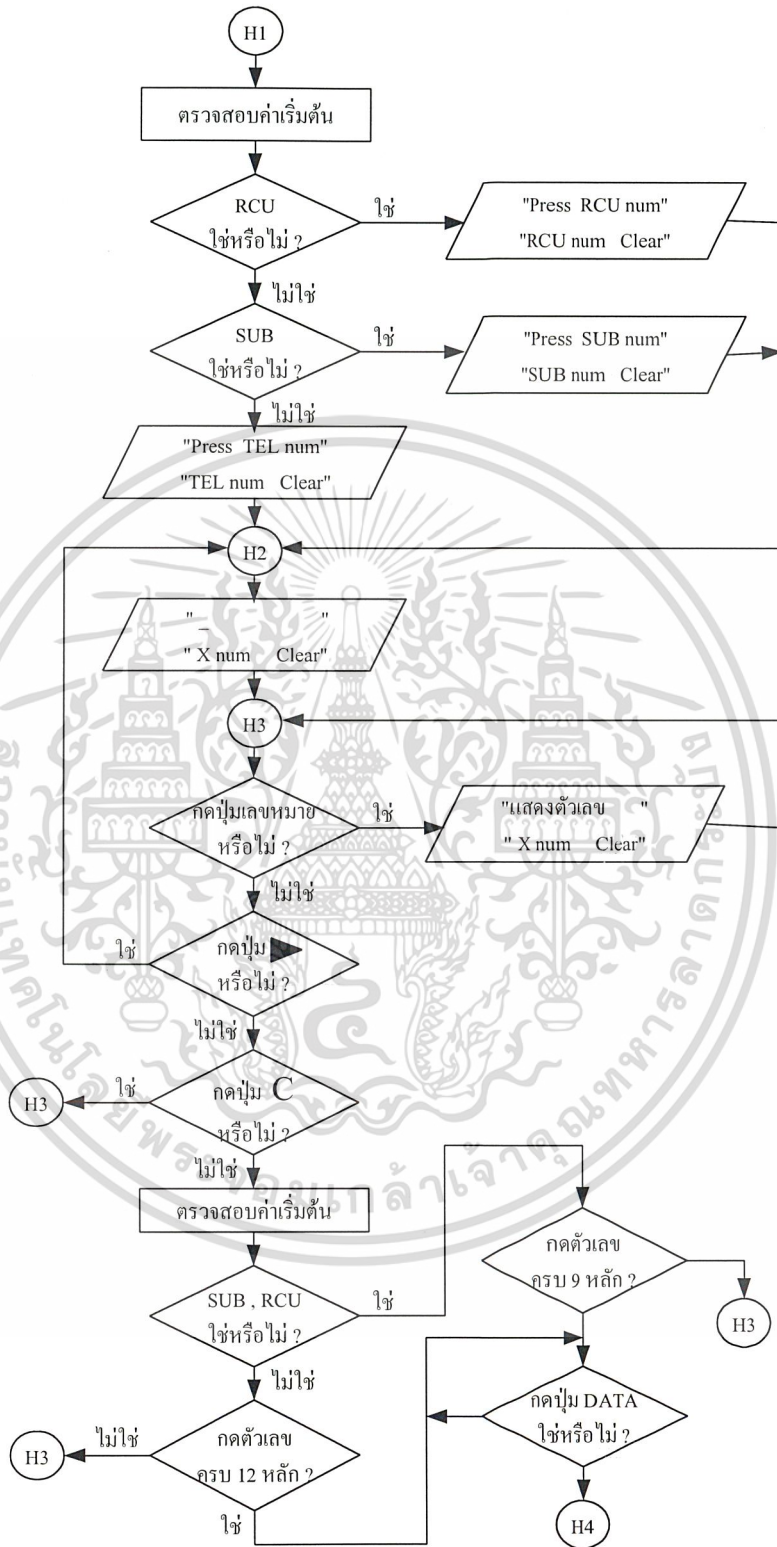


รูปที่ ก.24 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยบันทึกค่า LOC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

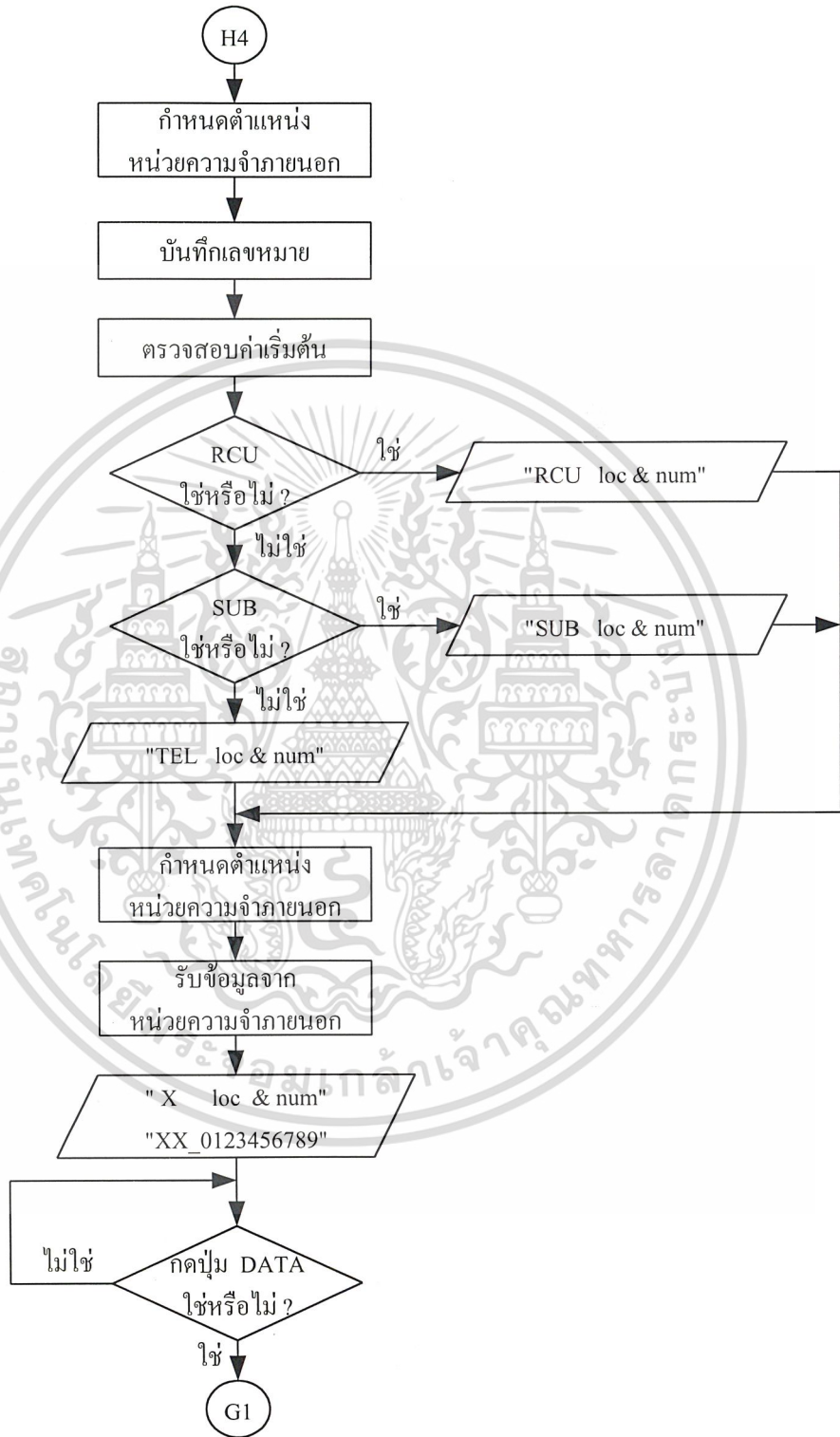


รูปที่ ค.25 ฟังก์ชันการทำงาน โปรแกรมย่อยแสดงการบันทึกค่า LOC

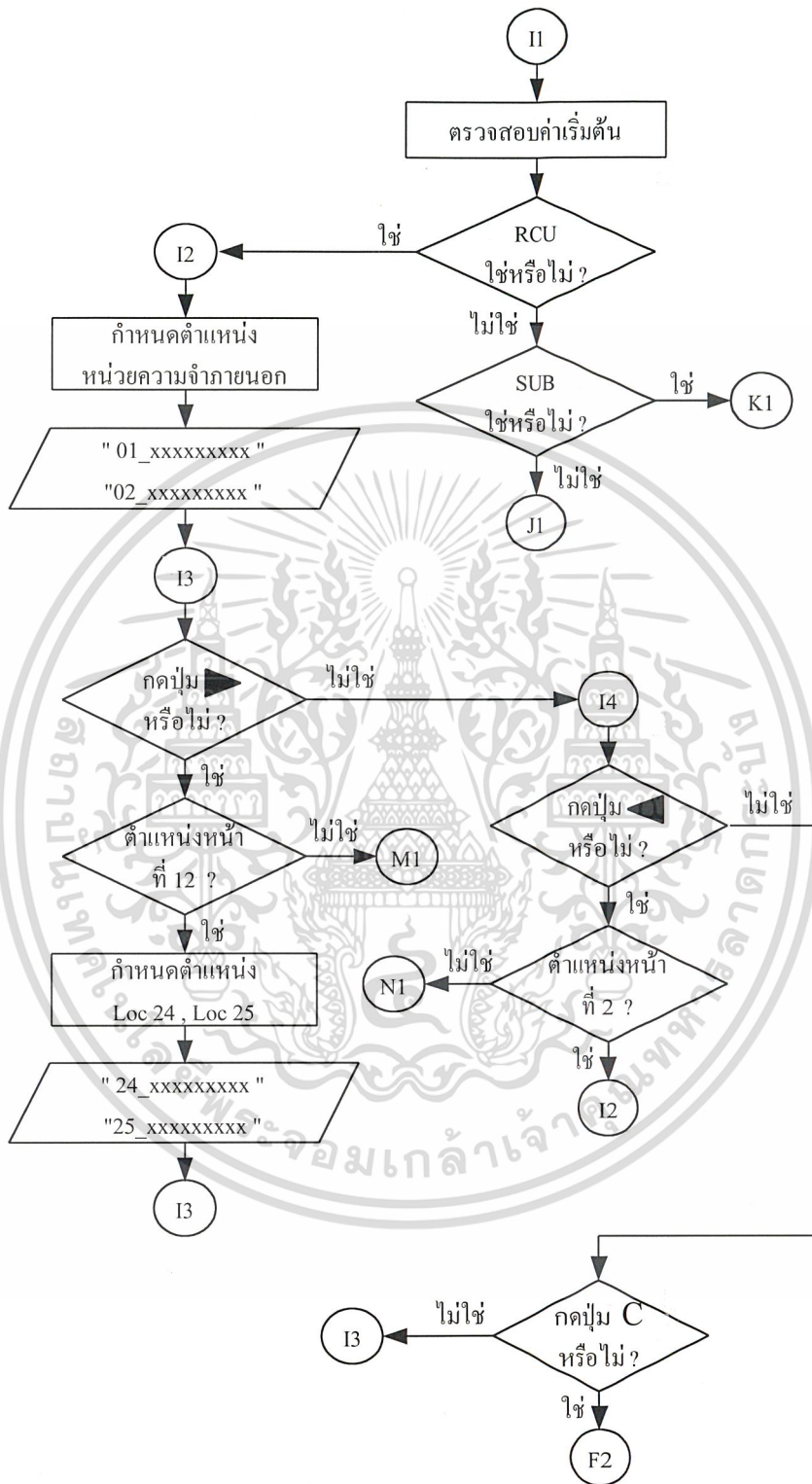


รูปที่ ค.26 ผังการทำงาน โปรแกรมรับค่าเลขหมายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

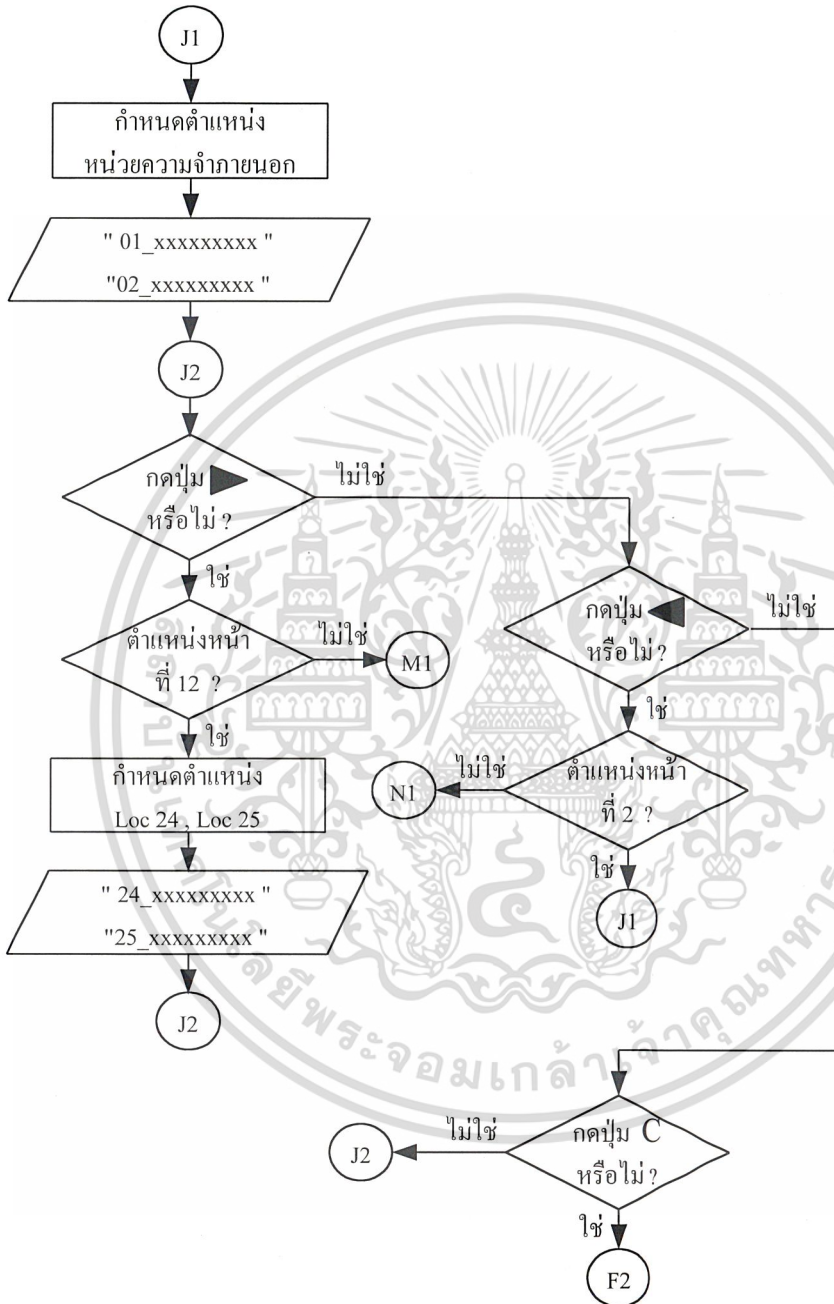


รูปที่ ๑.27 ฟังก์ชันการทำงาน โปรแกรมย่อยบันทึก และแสดงหมายเลขโทรศัพท์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.28 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยดูหมายเลข โทรศัพท์ที่บ้านที่กดไว้

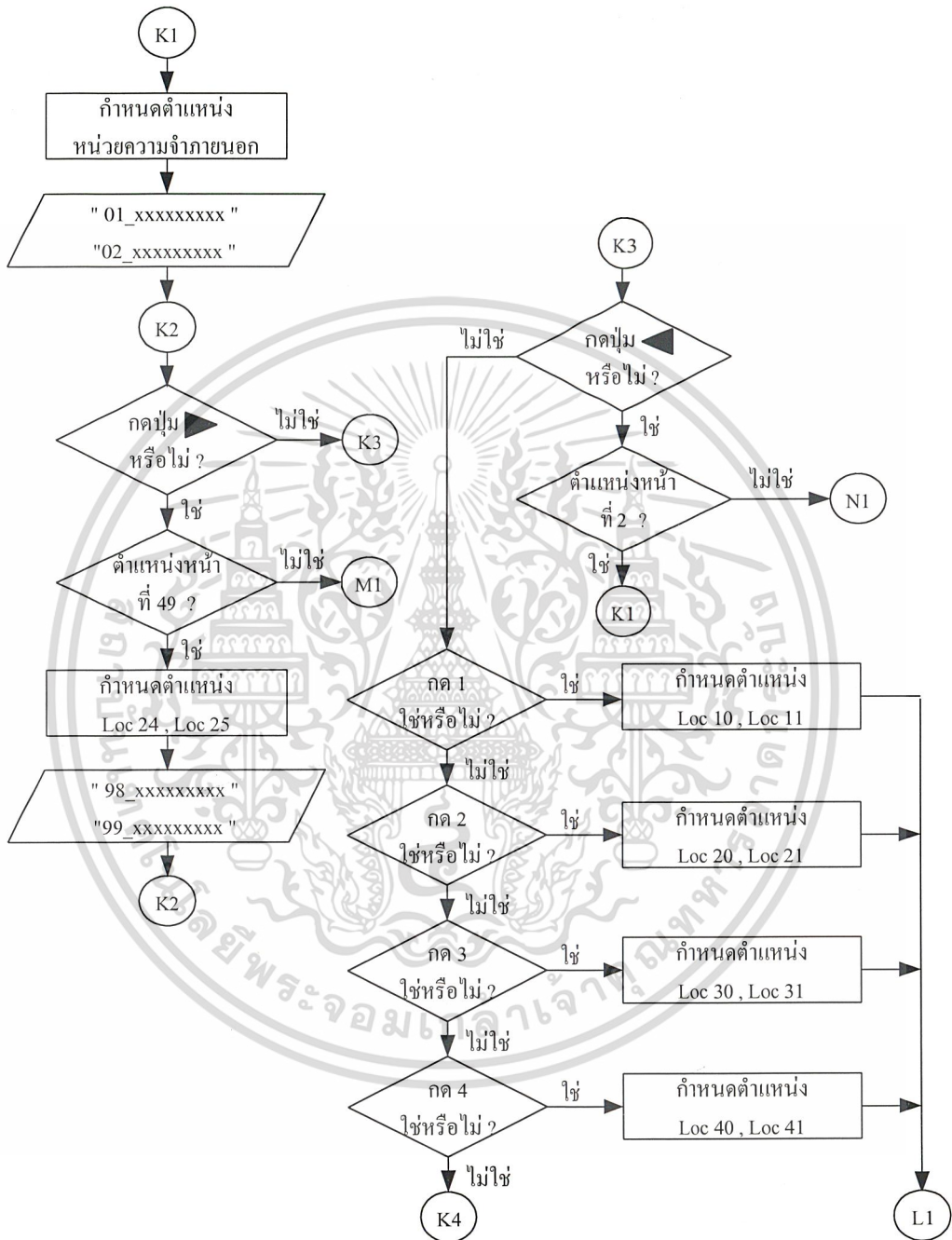
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.29 ฟังก์ชันการทำงาน โปรแกรมย่อยดูหมายเลข โทรศัพท์ที่บ้านที่กไว้

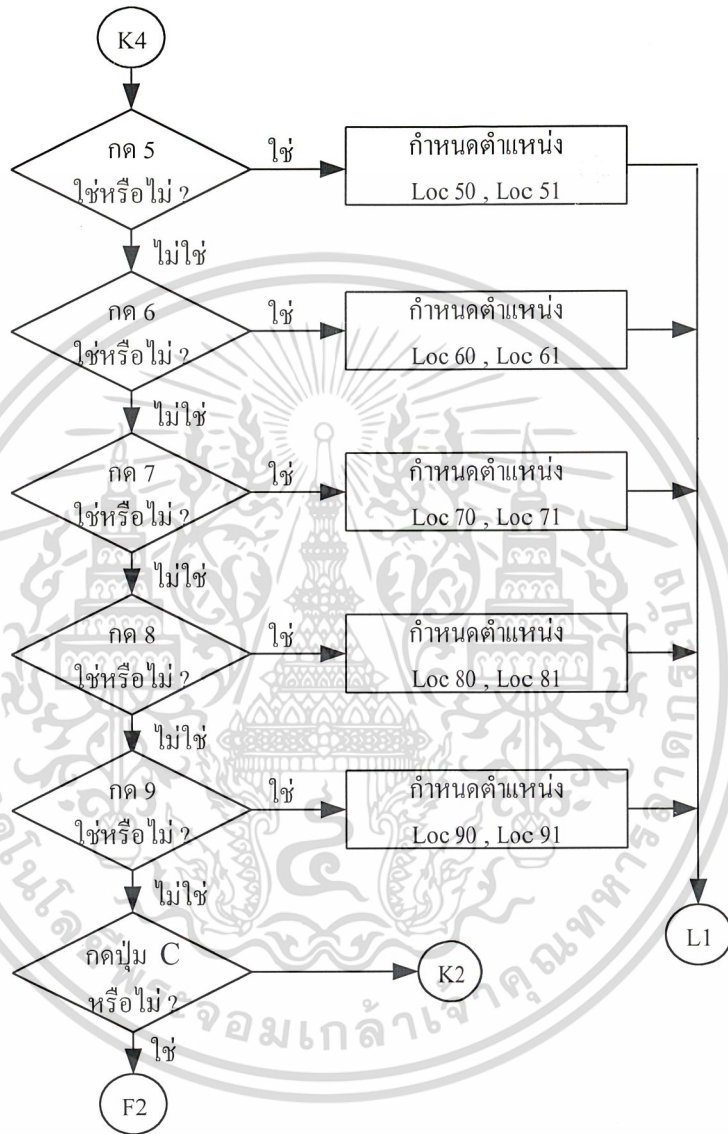
ในหน่วยความจำภายนอกในด้าน SUB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

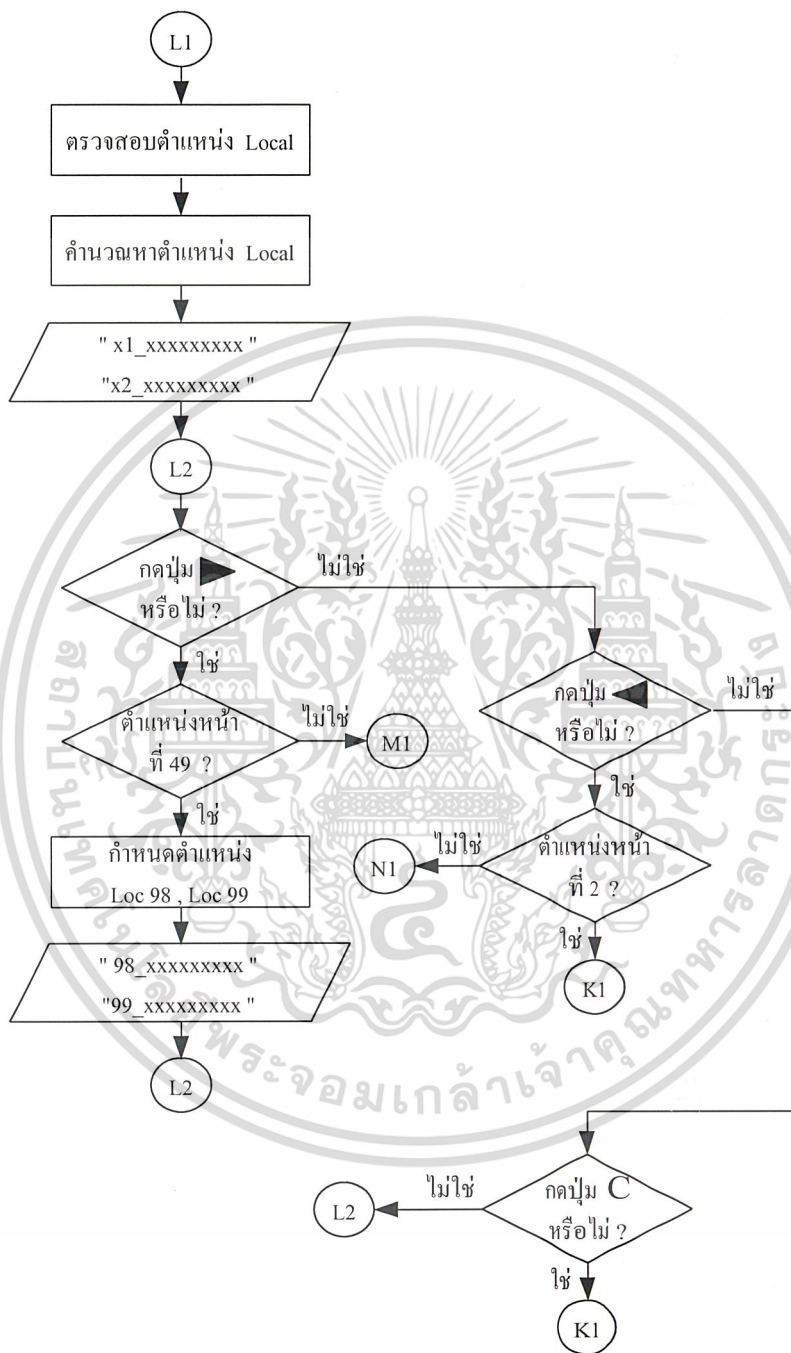


รูปที่ ค.30 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยดูหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้
ในหน่วยความจำภายนอกในส่วนของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

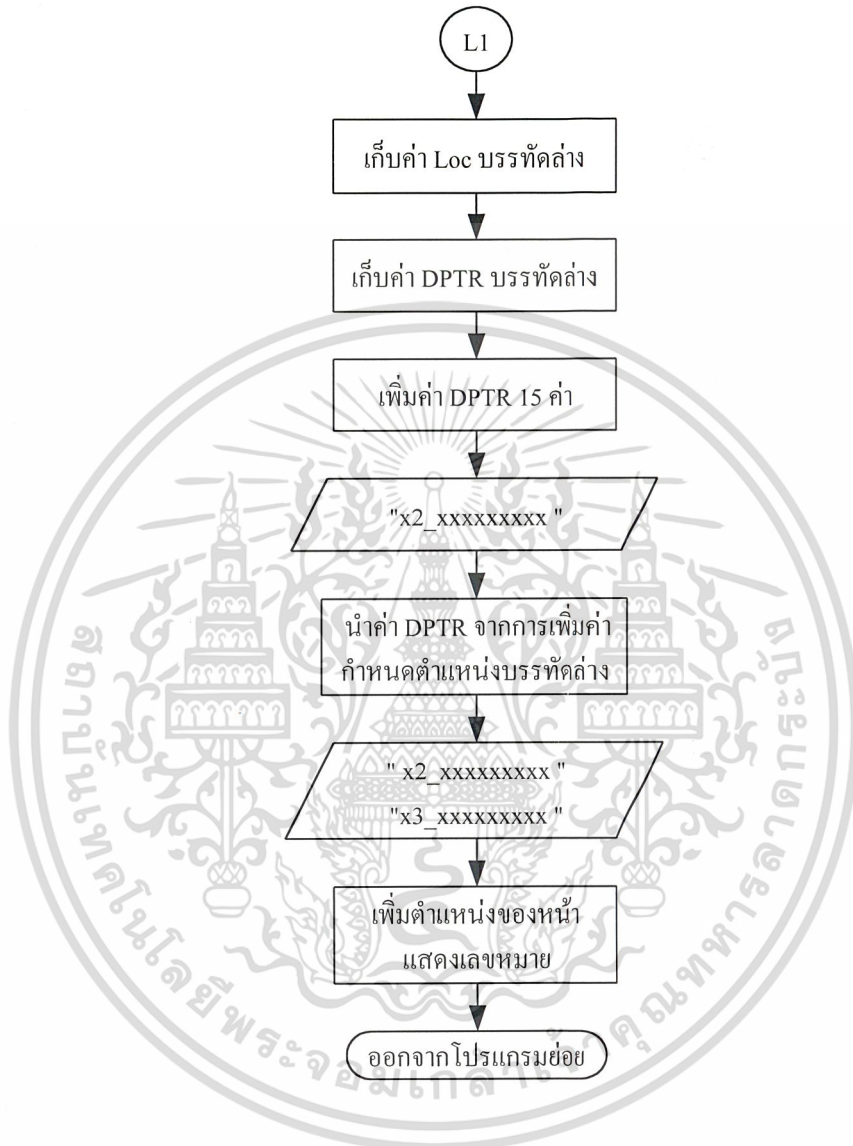


รูปที่ ค.30 (ต่อ) ฟังก์ชันการทำงานโปรแกรมย่อยดูหมายเลขโทรศัพท์ที่บ้านที่กไว้
ในหน่วยความจำภายนอกในส่วนของโทรศัพท์



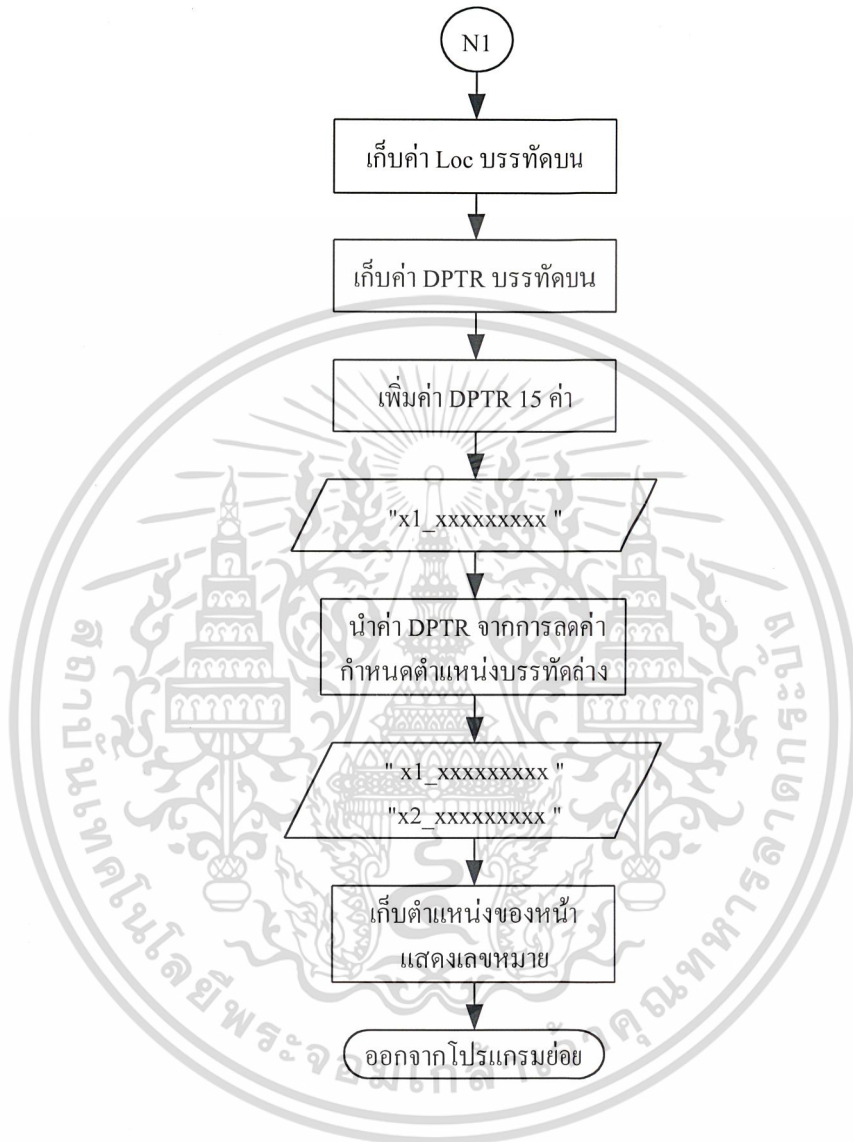
รูปที่ ค.30 (ต่อ) ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยดูหมายเลขโทรศัพท์ที่บันทึกไว้
ในหน่วยความจำภายนอกในส่วนของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



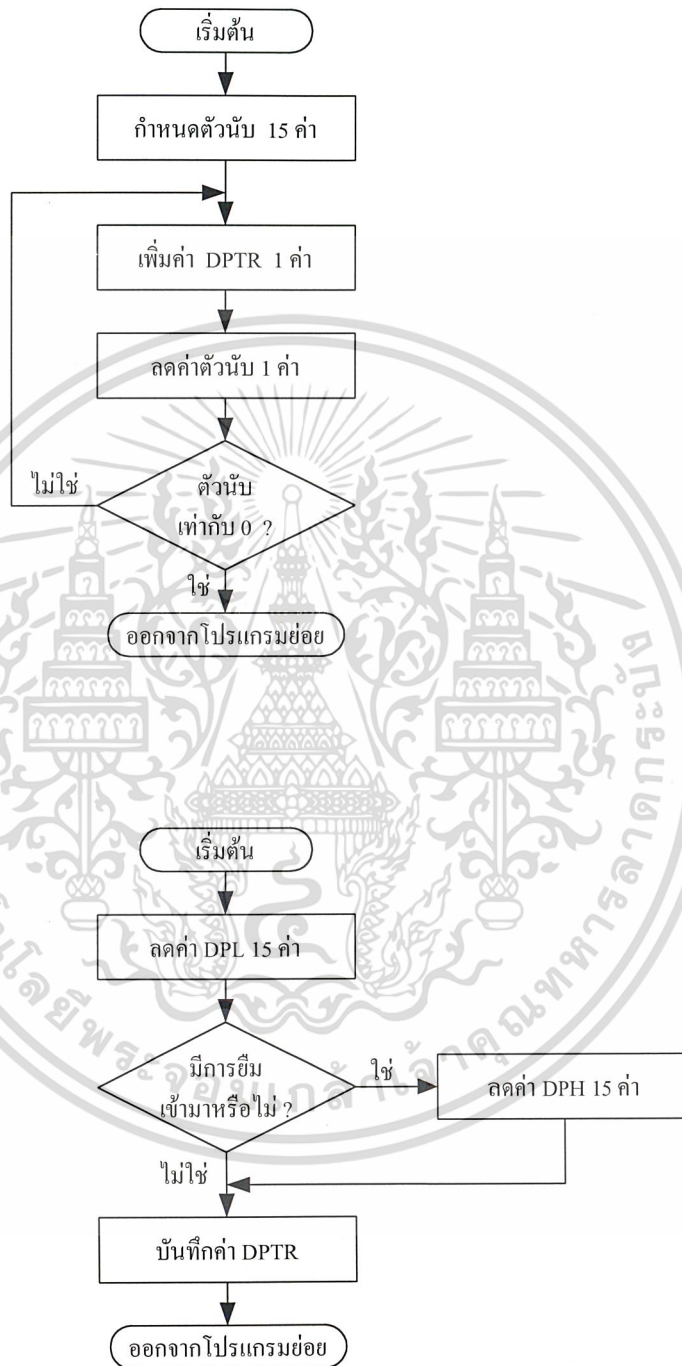
รูปที่ ค.31 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยเพิ่มตำแหน่ง LOC 1 ลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



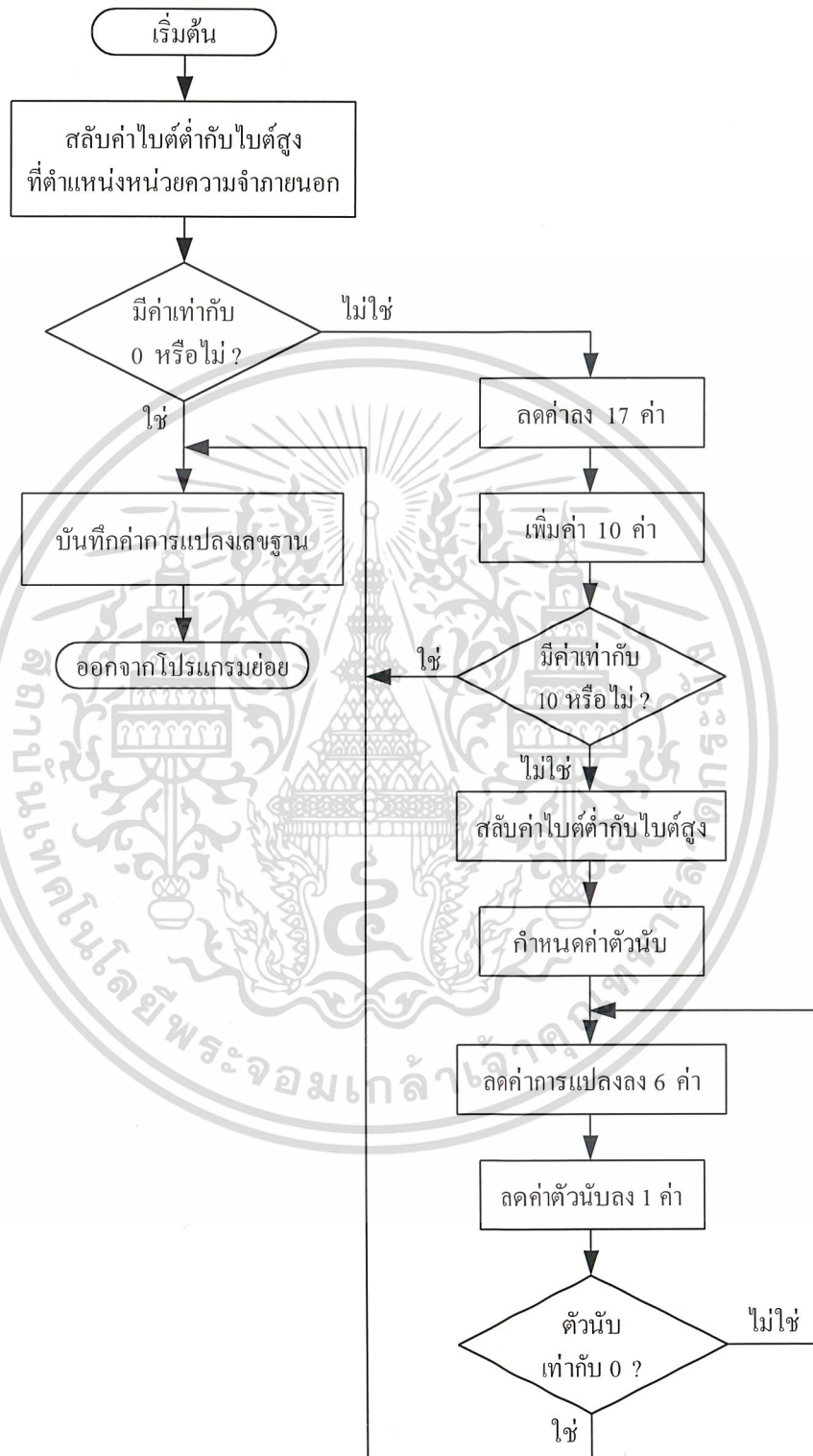
รูปที่ ค.32 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยลดตำแหน่ง LOC 1 ลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



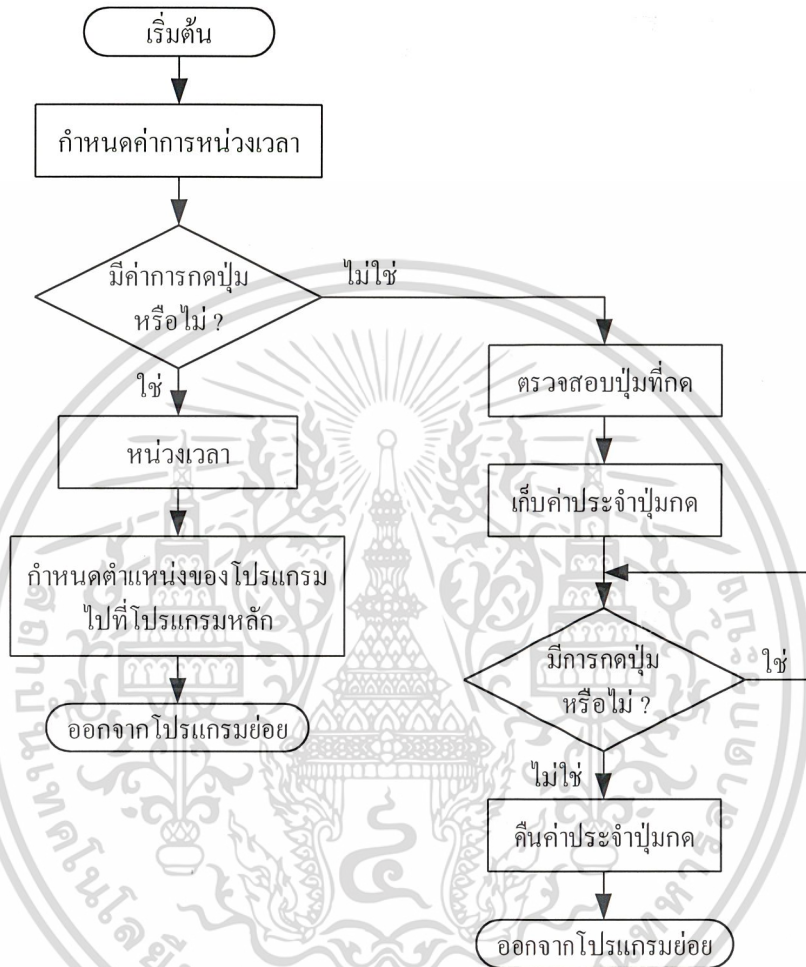
รูปที่ ค.33 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยเพิ่ม และลดตำแหน่ง DPTR 15 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



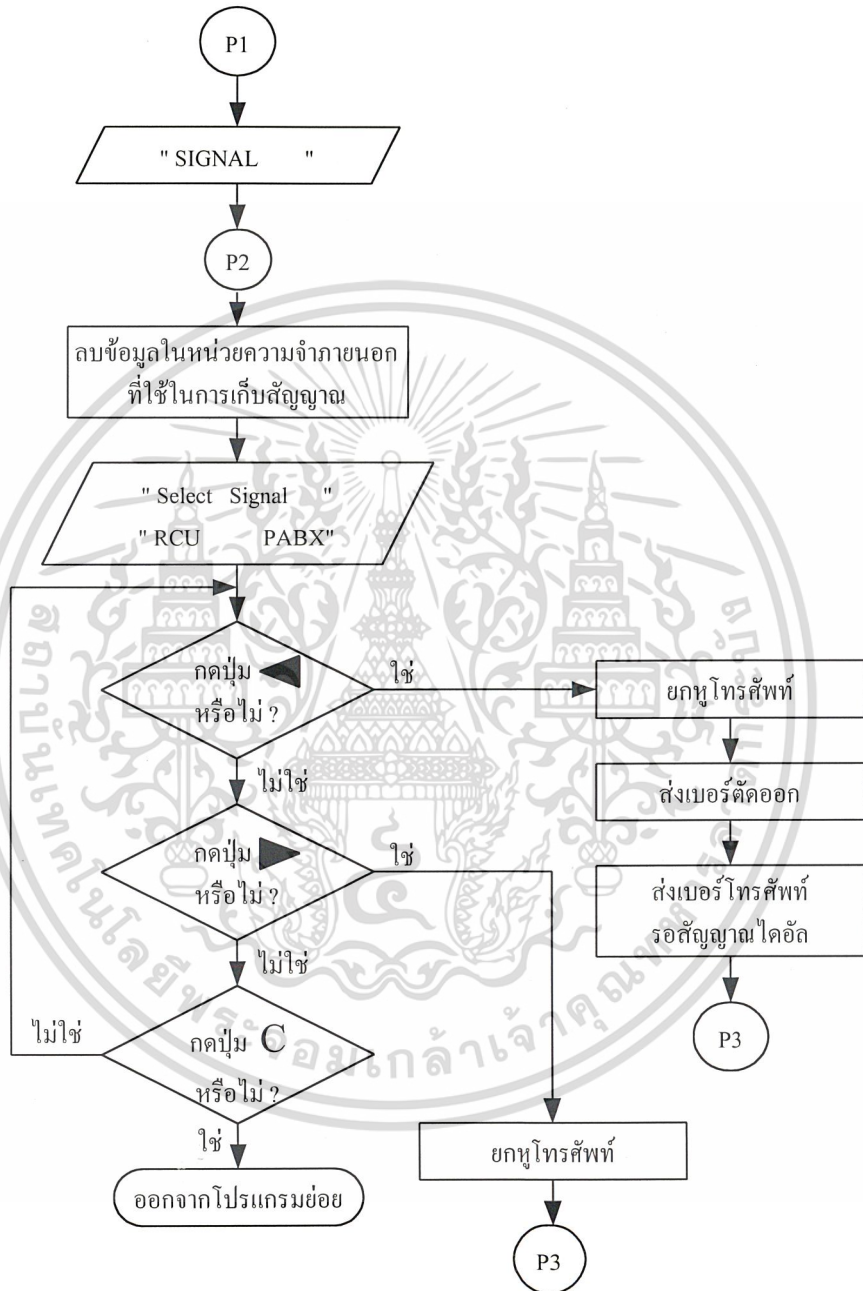
รูปที่ ค.34 ผังการทำงาน โปรแกรมแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสิบหก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



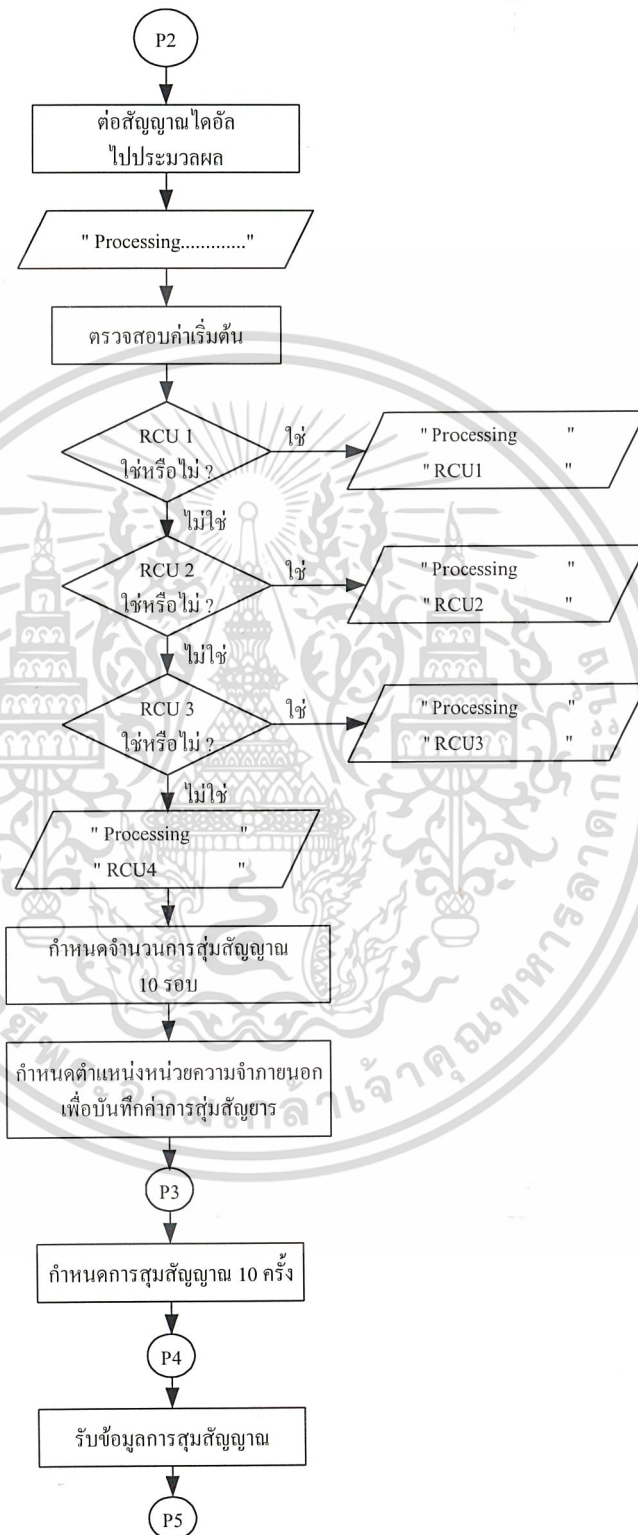
รูปที่ ค.35 ฟังก์ชันการทำงาน โปรแกรมรับค่าการกดปุ่มของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



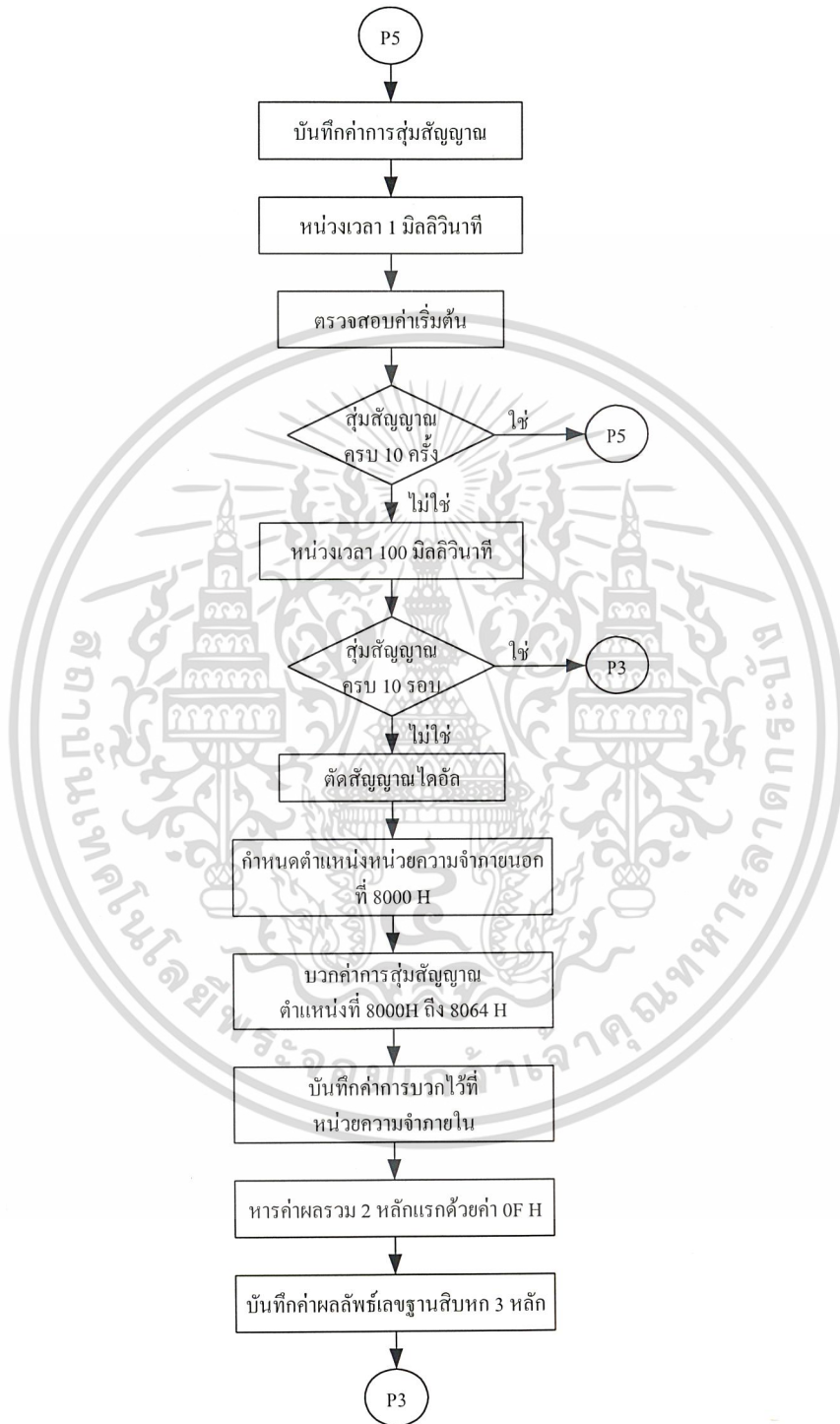
รูปที่ ๓.36 ฟังก์การทำงาน โปรแกรมเลือกกลุ่มสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



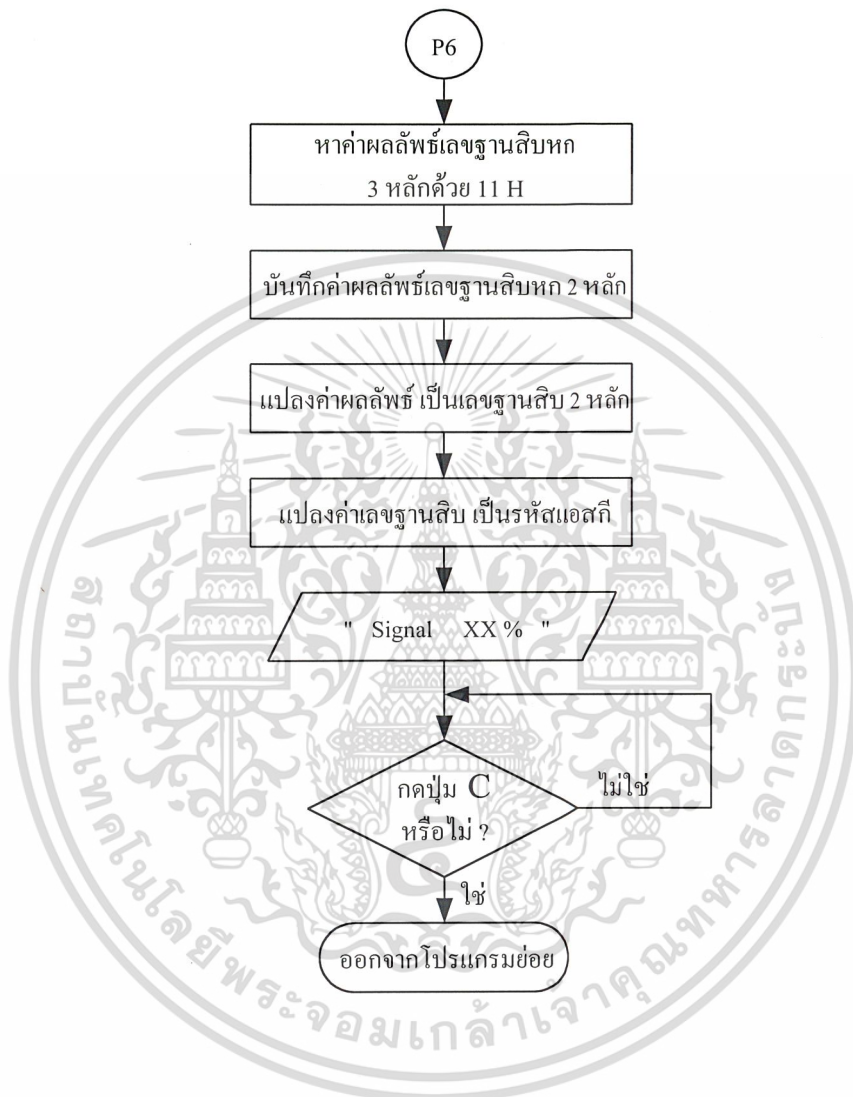
รูปที่ ค.37 ฟังการทำงาน โปรแกรมตรวจวัดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



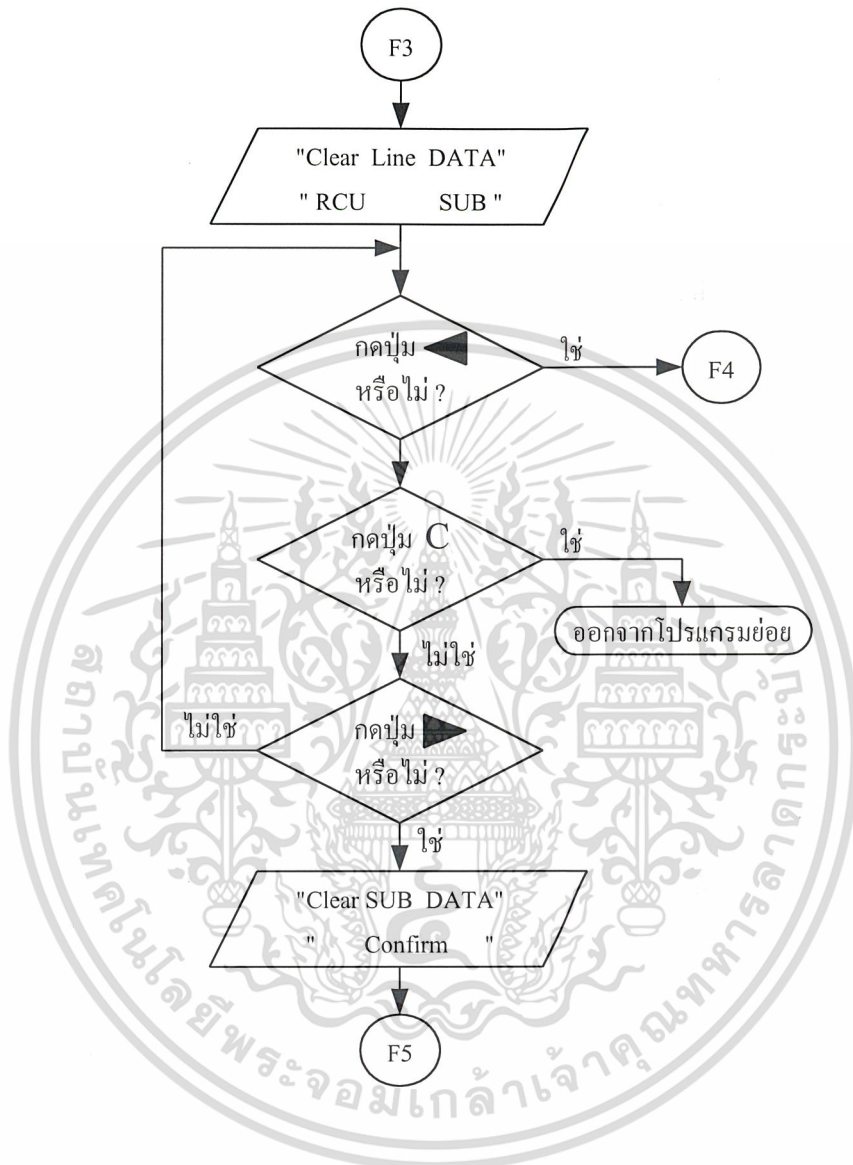
รูปที่ ก.38 ผังการทำงาน โปรแกรมสุ่มสัญญาณ และประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



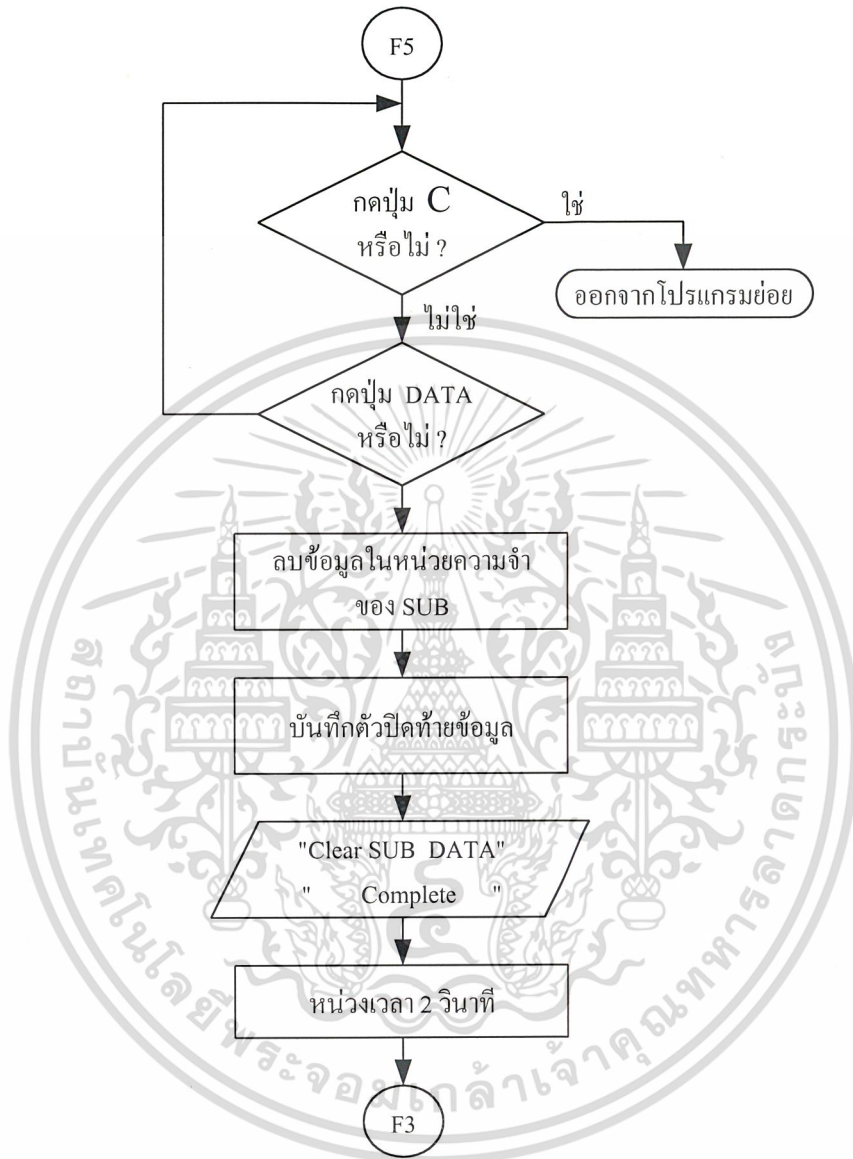
รูปที่ ค.38 (ต่อ) ฟังก์ชันการทำงานโปรแกรมสุ่มสัญญาณ และประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



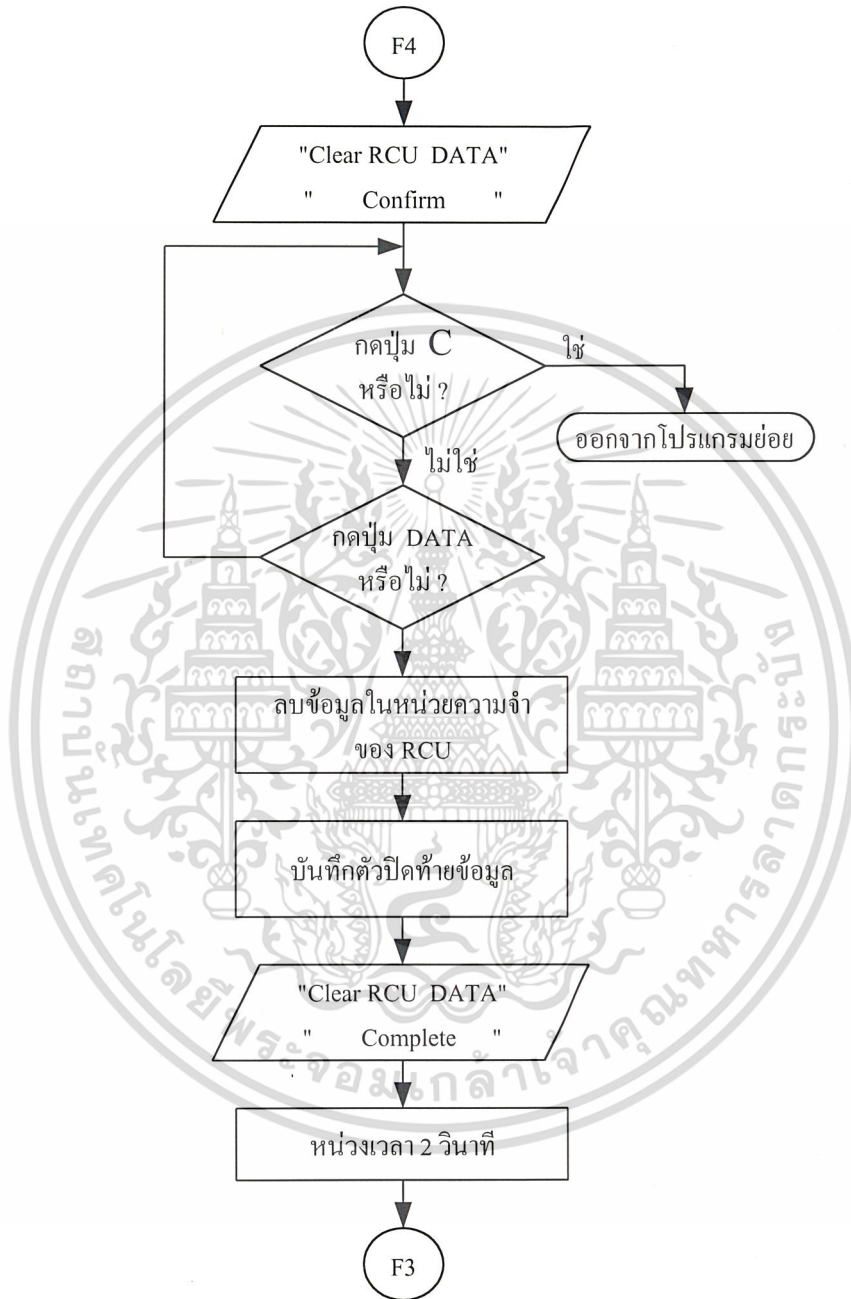
รูปที่ ค.39 ผังการทำงาน โปรแกรมลบข้อมูลในหน่วยความจำของ RCU และ SUB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.40 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมย่อยลบข้อมูลในหน่วยความจำด้าน SUB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.41 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยลบข้อมูลในหน่วยความจำด้าน RCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;/*****/;
; Program      : TELEPHONE LINE AND TELEPHONE SIGNAL CHECKER
; Filename     : K4.ASM
; Assembler    : SXA51
; Designer     : Mr. Thongchai Punjunta
;/*****/;

PORTA_1      EQU    0F800H      ; 8255 port 1
PORTB_1      EQU    0F801H
PORTC_1      EQU    0F802H
CTRL1       EQU    0F803H
PORTA_2      EQU    0FC00H      ; 8255 port 2..Port A set input
PORTB_2      EQU    0FC01H      ; Port B set input
PORTC_2      EQU    0FC02H      ; Port C(h) set output.&Port C(l) set input
CTRL2       EQU    0FC03H
LCD_ADDR     EQU    030H        ; For keep LCD Address
LCD_DATA     EQU    031H        ; For keep LCD Data
WR_INSLCD   EQU    0FA00H
RD_INSLCD   EQU    0FA01H
WR_DATLCD   EQU    0FA02H
RD_DATLCD   EQU    0FA03H
GEPTEL      EQU    00000H
GEPRCU      EQU    01000H      ;Keep 200 pairs....1 pair/15bytes
GEPSUB      EQU    02000H      ;Keep 200 pairs....1 pair/15bytes
A2D         EQU    03000H
KEYNUM      EQU    020H        ;บันทึกค่าการกดคีย์, ค่า DPL ของ A2D
SUM_FINAL   EQU    028H        ;บันทึกค่าผลหาร 100 ตำแหน่ง
SUM_PER_1   EQU    029H        ;บันทึกค่าการหาค่าเปอร์เซ็นต์
SUM_PER_2   EQU    02AH        ;บันทึกค่าการหาค่าเปอร์เซ็นต์
ASCII_1     EQU    030H        ;บันทึกค่า ASCII
ASCII_2     EQU    031H        ;บันทึกค่า ASCII
MULA        EQU    032H        ;บันทึกค่าลำดับหน้า
DPL_00      EQU    033H        ;บันทึก DPL ตำแหน่งบรรทัด 00
DPH_00      EQU    034H        ;บันทึก DPH ตำแหน่งบรรทัด 00
DPL_40      EQU    035H        ;บันทึก DPL ตำแหน่งบรรทัด 40
DPH_40      EQU    036H        ;บันทึก DPH ตำแหน่งบรรทัด 40
ONHK        EQU    037H        ;บันทึกค่าวางหู Function Line
OFHK        EQU    038H        ;บันทึกค่ายกหู Function Line
LINE        EQU    03AH        ;บันทึกค่า โทรศัพท์ธรรมดา =00H, RCU=01H, SUB=02H

```

```

;*****/;
ORG      0000H                ; Reset Vector
CALL     DELAY_100ms

MOV      DPTR,#CTRL1          ; A o/p,, Cup o/p,, B i/p,, Clow i/p
MOV      A,#083hH
MOVX     @DPTR,A
CALL     DELAY_500ms

MOV      DPTR,#CTRL2          ; A o/p,, Cup i/o,, B i/o,, Clow o/p
MOV      A,#08AH
MOVX     @DPTR,A
CALL     DELAY_1s

TELE:    MOV      DPTR,#PORTA_1      ; Set Relay
MOV      A,#000H
MOVX     @DPTR,A
CALL     DELAY_500mS

MOV      DPTR,#PORTA_2        ; Clear Switch Relay
MOVX     @DPTR,A
CALL     DELAY_500mS

MOV      DPTR,#PORTA_2
MOV      A,#02H                ; คายประจุ C ของ A2D
MOVX     @DPTR,A
CALL     DELAY_500mS

MOV      DPTR,#PORTC_2        ; Clear DTMF
MOVX     @DPTR,A
CALL     DELAY_10mS

MOV      IE,#00000000B        ; EA, ES
MOV      SP,#040H
CLR      EA
MOV      P1,#00H
MOV      MULA,#000H           ; กำหนดให้แสดงหน้าแรกของหน่วยความจำเลขหมาย

MOV      R1,#01H

```

```

MUL1:      MOV    A,R1
           MOV    B,#00EH
           MUL    AB
           MOV    DPL,A
           MOV    DPH,B
           MOV    A,#0FH
           MOVX   @DPTR,A
           INC    R1
           CJNE   R1,#064H,MUL1

           MOV    R1,#01H           ; กำหนดค่าแรมตำแหน่งข้อมูล RCU 25 คู่สาย
MUL2:      MOV    A,R1
           MOV    B,#00EH
           MUL    AB
           MOV    DPL,A
           MOV    A,B
           ADD    A,#010H           ; กำหนดแรมตำแหน่งเริ่มต้นที่ 01000H
           MOV    DPH,A
           MOV    A,#0FH
           MOVX   @DPTR,A
           INC    R1
           CJNE   R1,#020H,MUL2

           MOV    R1,#01H           ; กำหนดค่าแรมตำแหน่งข้อมูล SUB 25 คู่สาย
MUL3:      MOV    A,R1
           MOV    B,#00EH
           MUL    AB
           MOV    DPL,A
           MOV    A,B
           ADD    A,#020H           ; กำหนดแรมตำแหน่งเริ่มต้นที่ 02000H
           MOV    DPH,A
           MOV    A,#0FH
           MOVX   @DPTR,A
           INC    R1
           CJNE   R1,#020H,MUL3

MAIN:      CALL    INIT_LCD           ; Call LCD Initial subroutine
           CALL    DELAY_100mS
           CALL    LCD_CLR           ; Clear display

```

```

MAIN_MENU:  MOV   LCD_ADDR,#000H           ; Set Address 00H
            CALL  SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE_1           ; Show 'Telephone ' on LCD
            CALL  WRLINE_LCD              ; 00H-07H (Increase automatic)
            MOV   LCD_ADDR,#040H         ; Set Address 00H
            CALL  SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE_2           ; Show 'Line & Checker' on LCD
            CALL  WRLINE_LCD              ; 00H-07H (Increase automatic)
            CALL  DELAY_1S

SCAN_RING1: MOV   DPTR,#PORTB_2
            MOVX  A,@DPTR
            JB    ACC.7,KEY1              ; If P1.7 is '0' go to show ringing in
            MOV   LINE,#00H
            MOV   ONHK,#000H
            MOV   OFHK,#040H
            CALL  RCU_RING                 ; Call set relay & display
            CALL  DELAY_300mS
            JMP   TELE

KEY1:      MOV   DPTR,#PORTB_2
            MOVX  A,@DPTR
            JNB   ACC.5,KEY2
            ANL   A,#01FH
            CJNE  A,#13H,KEY2
            CALL  TELE_SUB                 ; 'Tel' button is telephone set
            CALL  DELAY_300mS
            JMP   TELE

KEY2:      CJNE  A,#12H,KEY3
            CALL  LINER_S                  ; 'Line' button is line checker
            CALL  DELAY_300mS
            JMP   TELE

KEY3:      CJNE  A,#11H,KEY4
            CALL  SIGNAL
            CALL  DELAY_300mS
            JMP   TELE

KEY4:      CJNE  A,#10H,SCAN_RING1
            CALL  LINE_DATA
            CALL  DELAY_300mS
            JMP   TELE

```

```

;/***** PRESS ANY KEY ? *****/;
KEY:      CALL    DELAY_200mS
          MOV     DPTR,#PORTB_2
          MOVX   A,@DPTR
          JNB    ACC.5,KEY
          ANL    A,#01FH
          CALL   DELAY_10mS
          RET

;/***** FUNCTION TELEPHONE SET *****/;
TELE_SUB: MOV     ONHK,#000H
          MOV     OFHK,#040H
          MOV     LINE,#00H
          CALL    ON_HK
          MOV     DPTR,#PORTA_2
          MOV     A,#00H      ; ค่ายประตู C ของ A2D
          MOVX   @DPTR,A
          CALL    DELAY_500mS
          MOV     LCD_ADDR,#000H ; Set Address 00H
          CALL    SET_ADDR_LCD
          MOV     DPTR,#TITLE_5 ; Show ' Telephone Set ' on LCD
          CALL    WRLINE_LCD   ; 40H-47H (Increase automatic)
          MOV     LCD_ADDR,#040H ; Set Address 00H
          CALL    SET_ADDR_LCD
          MOV     DPTR,#TITLE_25 ; Show ' onhook ' on LCD
          CALL    WRLINE_LCD   ; 40H-47H (Increase automatic)

;/***** RINGING DETECT & READ KEY TO OFFHOOK *****/;
SCAN_RING: MOV     DPTR,#PORTB_2
          MOVX   A,@DPTR
          JB     ACC.7,SCAN_HK ; If P1.7 is '0' go to show ringing in
          MOV     LINE,#00H
          CALL    RCU_RING     ; Call set relay & display
          CALL    DELAY_200mS
          JMP     TELE_SUB
SCAN_HK:   MOV     R1,#KEYNUM ; Start RAM addr. for keep num.
          CALL    DELAY_100mS

```

```

MOV    DPTR,#PORTB_2
MOVX   A,@DPTR
JNB    ACC.5,SCAN_RING
CALL   DELAY_100mS
ANL    A,#01FH
MOV    @R1,A
CALL   COMPARE2
CJNE   A,#0CH,DTMF_SET1      ; If key 'hook' button go to SEND
JMP    SCAN_RING
DTMF_SET1: CJNE   A,#0DH,DTMF_SET2      ; If key isn't 'Right' button go to SHOW_NUMBER
RET
DTMF_SET2: CJNE   A,#0EH,DTMF_SET3      ; If key is 'C' button to clear LCD
CALL   RCU_DIAL
CALL   DELAY_200mS
JMP    TELE_SUB
DTMF_SET3: CJNE   A,#0FH,DTMF_SET4      ; If key isn't 'Right' button go to SHOW_NUMBER
JMP    SCAN_RING
DTMF_SET4: CJNE   A,#010H,DTMF_SET5
CALL   DATA
CALL   DELAY_200mS
JMP    TELE_SUB
DTMF_SET5: CJNE   A,#011H,DTMF_SET6
JMP    TELE_SUB
DTMF_SET6: CJNE   A,#012H,DTMF_SET7
JMP    SCAN_RING
DTMF_SET7: CJNE   A,#013H,DTMF_SET8
JMP    SCAN_RING
DTMF_SET8: CALL   RCU_L
JMP    TELE_SUB

;***** โปรแกรมย่อยกดเบอร์ต่อ *****;
V:      INC     R1
MAT2:   CALL   SCAN_KEY1      ; Find key num. and put hex in Reg. A
MOV     @R1,A                ; เก็บค่า HEX ไว้ที่ตำแหน่ง R1
CALL   COMPARE2             ; Compare key and change HEX to ASCII
CJNE   A,#0CH,SHOW8        ; Press '0Fh' key to read key
JMP    MAT2
SHOW8:  CJNE   A,#0DH,SHOW9
JMP    MAT2

```

```

SHOW9:      CJNE  A,#0EH,SHOW10
            RET
SHOW10:     CJNE  A,#0FH,SHOW11
            JMP   MAT2
SHOW11:     CJNE  A,#010H,SHOW12
            JMP   MAT2
SHOW12:     CJNE  A,#011H,SHOW13
            JMP   MAT2
SHOW13:     CJNE  A,#012H,SHOW14
            JMP   MAT2
SHOW14:     CJNE  A,#013H,DTMF11
            JMP   MAT2
DTMF11:     MOV   A,@R1           ; นำรหัส HEX ใน R1 เก็บใน Reg. A
            CALL  K
            MOV   A,R1
            ANL   A,#0FH
            DEC   A
            MOV   LCD_ADDR,A      ; Set Address 00H
            CALL  SET_ADDR_LCD
            MOV   A,@R1           ; นำรหัส HEX ใน R1 เก็บไว้ใน Reg. A
            CALL  COMPARE2        ; เปลี่ยนรหัส HEX ใน Reg. A เป็นรหัส ASCII
            MOV   LCD_DATA,A      ; แสดงเลขหมายที่กดต่อ
            CALL  WRCHAR_LCD
            INC   R1              ; Add next num. position
            JMP   MAT2

;***** ส่งสัญญาณ DTMF *****;
K:          CALL  COMPARE1        ; เปลี่ยนรหัส HEX เป็นรหัส DTMF
            CLR   P1.0
            MOV   DPTR,#PORTC_2  ; Send data to DTMF gen.
            MOVX  @DPTR,A
            NOP
            SETB  P1.0           ; Set CT. bit
            CALL  DELAY_200mS
            CLR   P1.0
            CALL  DELAY_200mS
            RET

```

```

;/*****;/
;/***** FUNCTION LINE CHECKER *****/;
LINER_S:      MOV    DPTR,#PORTA_2
              MOV    A,#00H          ; คายประจุ C ของ A2D
              MOVX   @DPTR,A
              CALL   DELAY_500mS

              MOV    LCD_ADDR,#000H   ; Set Address 00H
              CALL   SET_ADDR_LCD
              MOV    DPTR,#TITLE_40    ; Show 'Select Function ' on LCD
              CALL   WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)
              CALL   TITLE10          ; Show 'RCU SUB' on LCD
              CALL   DELAY_100mS

SCAN_LINE:    CALL   KEY
              CJNE   A,#0CH,SCAN_LINE2 ; Press 'Left' bottom to RCU
              MOV    LINE,#01H
              CALL   RCU
              CALL   DELAY_300mS
              JMP    LINER_S

SCAN_LINE2:   CJNE   A,#0FH,SCAN_LINE3 ; Press 'Right' bottom to SUB
              MOV    LINE,#02H
              CALL   SUB
              CALL   DELAY_300mS
              JMP    LINER_S

SCAN_LINE3:   CJNE   A,#010H,SCAN_LINE4 ; Press 'DATA' bottom to memory
              CALL   LINE_DATA
              CALL   DELAY_300mS
              JMP    LINER_S

SCAN_LINE4:   CJNE   A,#0DH,SCAN_LINE   ; If key 'C' go to main menu
              RET

;/*****;/

TITLE10:     MOV    LCD_ADDR,#040H     ; Set Address 00H
              CALL   SET_ADDR_LCD
              MOV    DPTR,#TITLE_10    ; Show 'RCU SUB' on LCD
              CALL   WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)
              RET

```

```

;/***** LINE CHECKER FROM RCU *****/;
RCU:      CALL    LCD_CLR
          MOV     DPTR,#PORTA_2
          MOV     A,#00H           ; คายประจุ C ของ A2D
          MOVX   @DPTR,A
          CALL   DELAY_500mS

          MOV     LCD_ADDR,#000H   ; Set Address 00H
          CALL   SET_ADDR_LCD
          MOV     DPTR,#TITLE_29   ; Show 'Select RCU 1-4 ' on LCD
          CALL   WRLINE_LCD       ; 40H-47H (Increase automatic)
          MOV     ONHK,#00H
          MOV     OFHK,#40H
          CALL   ON_HK
          MOV     LCD_ADDR,#040H   ; Set Address 00H
          CALL   SET_ADDR_LCD
          CALL   LCD_BLINK        ; Blink Cursor
SCAN_RCU: MOV     DPTR,#PORTB_2
          MOVX   A,@DPTR
          JNB    ACC.5,SCAN_RCU2
          ANL    A,#01FH
          CJNE   A,#001H,SCAN_RCU2 ; Press '1' bottom to rcu 1
          CALL   RCU1
          CALL   DELAY_300mS
          JMP    RCU
SCAN_RCU2: CJNE   A,#02H,SCAN_RCU3 ; Press '2' bottom to rcu 2
          CALL   RCU2
          MOV     OFHK,#041H
          CALL   DELAY_300mS
          JMP    RCU
SCAN_RCU3: CJNE   A,#003H,SCAN_RCU4 ; Press '3' bottom to rcu 3
          CALL   RCU3
          CALL   DELAY_300mS
          JMP    RCU
SCAN_RCU4: CJNE   A,#004H,SCAN_RCU5 ; Press '4' bottom to rcu 4
          CALL   RCU4
          CALL   DELAY_300mS
          JMP    RCU
SCAN_RCU5: CJNE   A,#010H,SCAN_RCU6 ; If key 'DATA' go to data menu

```

```

CALL DATA
CALL DELAY_300mS
JMP RCU
SCAN_RCU6: CJNE A,#0FH,SCAN_RCU7 ; If key 'DATA' go to data menu
CALL TEST_A2D_1
CALL DELAY_300mS
JMP RCU
SCAN_RCU7: CJNE A,#00DH,SCAN_RCU ; If key 'Candle' go to line menu
RET
;***** ทดสอบวงจร ADC *****;
TEST_A2D_1: MOV DPTR,#PORTA_2
MOV A,#02H ; ค่ายประจุ C ของ A2D
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY_1S
MOV DPTR,#PORTA_2
MOV A,#00H ; ต่อสัญญาณ Dial ไปทดสอบ
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY_500mS
MOV LCD_ADDR,#000H ; Set Address 00H
CALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR,#TITLE_81 ; Show ' Test A2D' on LCD
CALL WRLINE_LCD ; 40H-47H (Increase automatic)
MOV LCD_ADDR,#040H ; Set Address 00H
CALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR,#TITLE_82 ; Show ' Adjust AV ' on LCD
CALL WRLINE_LCD ; 40H-47H (Increase automatic)

CALL OFF_HK
MOV DPTR,#PORTA_2
MOV A,#01H ; ต่อสัญญาณ Dial ไปทดสอบ
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY_500mS
TEST_A2D_2: CALL KEY
CJNE A,#0DH,TEST_A2D_2
CALL ON_HK
MOV DPTR,#PORTA_2
MOV A,#00H ; ตัดสัญญาณ Dial
MOVX @DPTR,A

```

```

CALL    DELAY_300mS
RET
;***** RCU 1 *****;
RCU1:   MOV    ONHK,#000H
        MOV    OFHK,#040H
        CALL   ON_HK
        MOV    LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
        CALL   SET_ADDR_LCD
        MOV    DPTR,#TITLE_43      ; Show ' RCU1 ' on LCD
        CALL   WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
        MOV    LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 00H
        CALL   SET_ADDR_LCD
        MOV    DPTR,#TITLE_16      ; Show ' Ready ' on LCD
        CALL   WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
        CALL   DELAY_10mS
RCU1RING: MOV   DPTR,#PORTB_2
        MOVX   A,@DPTR
        JB     ACC.7,RCU1HK        ; If P1.7 is '0' go to show ringing in
        CALL   RCU_RING            ; Go to show 'Ringing.....' on LCD
        CALL   DELAY_300mS
        JMP    RCU1
RCU1HK: MOV   R1,#KEYNUM           ; Start RAM addr. for keep num.
        CALL   DELAY_100mS
        MOV    DPTR,#PORTB_2
        MOVX   A,@DPTR
        JNB   ACC.5,RCU1RING
        CALL   DELAY_100mS
        ANL   A,#01FH
        MOV   @R1,A
        CALL   COMPARE2
        CJNE  A,#0CH,RCU1_SET1     ; If key 'hook' button go to SEND
        JMP   RCU1RING
RCU1_SET1: CJNE  A,#0DH,RCU1_SET2   ; If key isn't 'Right' button go to SHOW_NUMBER
        RET
RCU1_SET2: CJNE  A,#0EH,RCU1_SET3   ; If key is 'C' button to clear LCD
        CALL   RCU_DIAL
        CALL   DELAY_200mS
        JMP   RCU1
RCU1_SET3: CJNE  A,#0FH,RCU1_SET4   ; If key isn't 'Right' button go to SHOW_NUMBER

```

```

                JMP     RCU_RING
RCU1_SET4:     CJNE   A,#010H,RCU1_SET5
                CALL   DATA
                CALL   DELAY_200mS
                JMP     RCU1
RCU1_SET5:     CJNE   A,#011H,RCU1_SET6
                JMP     RCU1RING
RCU1_SET6:     CJNE   A,#012H,RCU1_SET7
                JMP     RCU1RING
RCU1_SET7:     CJNE   A,#013H,RCU1_SET8
                JMP     RCU1RING
RCU1_SET8:     CALL   RCU_L
                JMP     RCU1
;***** RCU 2 *****;
RCU2:          MOV     ONHK,#01H
                MOV     OFHK,#41H
                CALL   ON_HK
                MOV     LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
                CALL   SET_ADDR_LCD
                MOV     DPTR,#TITLE_44      ; Show 'RCU2' on LCD
                CALL   WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
                MOV     LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 00H
                CALL   SET_ADDR_LCD
                MOV     DPTR,#TITLE_16      ; Show 'Ready' on LCD
                CALL   WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
                CALL   DELAY_100mS
RCU2RING:     MOV     DPTR,#PORTB_2
                MOVX   A,@DPTR
                JB     ACC.7,RCU2HK        ; If P1.7 is '0' go to show ringing in
                CALL   RCU_RING            ; Go to show 'Ringing.....' on LCD
                CALL   DELAY_300mS
                JMP     RCU2
RCU2HK:       MOV     R1,#KEYNUM          ; Start RAM addr. for keep num.
                CALL   DELAY_100mS
                MOV     DPTR,#PORTB_2
                MOVX   A,@DPTR
                JNB    ACC.5,RCU2RING
                CALL   DELAY_100mS
                ANL    A,#01FH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือดัดแปลงโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    @R1,A
CALL   COMPARE2
CJNE   A,#0CH,RCU2_SET1      ; If key 'hook' button go to SEND
JMP    RCU2RING
RCU2_SET1: CJNE   A,#0DH,RCU2_SET2      ; If key isn't 'Right' button go to SHOW_NUMBER
RET
RCU2_SET2: CJNE   A,#0EH,RCU2_SET3      ; If key is 'C' button to clear LCD
CALL   RCU_DIAL
CALL   DELAY_200mS
JMP    RCU2
RCU2_SET3: CJNE   A,#0FH,RCU2_SET4      ; If key isn't 'Right' button go to SHOW_NUMBER
JMP    RCU2RING
RCU2_SET4: CJNE   A,#10H,RCU2_SET5
CALL   DATA
CALL   DELAY_200mS
JMP    RCU2
RCU2_SET5: CJNE   A,#11H,RCU2_SET6
JMP    RCU2RING
RCU2_SET6: CJNE   A,#12H,RCU2_SET7
JMP    RCU2RING
RCU2_SET7: CJNE   A,#13H,RCU2_SET8
JMP    RCU2RING
RCU2_SET8: CALL   RCU_L
JMP    RCU2
; /***** RCU3 *****/
RCU3:   MOV    ONHK,#004H
        MOV    OFHK,#044H
        CALL   ON_HK
        MOV    LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
        CALL   SET_ADDR_LCD
        MOV    DPTR,#TITLE_45      ; Show ' RCU3 ' on LCD
        CALL   WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
        MOV    LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 00H
        CALL   SET_ADDR_LCD
        MOV    DPTR,#TITLE_16      ; Show ' Ready ' on LCD
        CALL   WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
        CALL   DELAY_300mS
RCU3RING: MOV    DPTR,#PORTB_2
        MOVX   A,@DPTR

```

```

        JB      ACC.7,RCU3HK      ; If P1.7 is '0' go to show ringing in
        CALL   RCU_RING          ; Go to show 'Ringing.....' on LCD
        CALL   DELAY_300mS
        JMP    RCU3
RCU3HK:  MOV    R1,#KEYNUM        ; Start RAM addr. for keep num.
        CALL   DELAY_100mS
        MOV    DPTR,#PORTB_2
        MOVX   A,@DPTR
        JNB   ACC.5,RCU3RING
        CALL   DELAY_100mS
        ANL   A,#01FH
        MOV    @R1,A
        CALL   COMPARE2
        CJNE  A,#0CH,RCU3_SET1   ; If key 'hook' button go to SEND
        JMP    RCU3RING
RCU3_SET1: CJNE  A,#0DH,RCU3_SET2 ; If key isn't 'Right' bottom go to SHOW_NUMBER
        RET
RCU3_SET2: CJNE  A,#0EH,RCU3_SET3 ; If key is 'C' bottom to clear LCD
        CALL   RCU_DIAL
        CALL   DELAY_200mS
        JMP    RCU3
RCU3_SET3: CJNE  A,#0FH,RCU3_SET4 ; If key isn't 'Right' bottom go to SHOW_NUMBER
        JMP    RCU3RING
RCU3_SET4: CJNE  A,#10H,RCU3_SET5
        CALL   DATA
        CALL   DELAY_200mS
        JMP    RCU3
RCU3_SET5: CJNE  A,#11H,RCU3_SET6
        JMP    RCU3RING
RCU3_SET6: CJNE  A,#12H,RCU3_SET7
        JMP    RCU3RING
RCU3_SET7: CJNE  A,#13H,RCU3_SET8
        JMP    RCU3RING
RCU3_SET8: CALL   RCU_L
        JMP    RCU3
;***** RCU 4 *****;
RCU4:    MOV    ONHK,#006H
        MOV    OFHK,#046H
        CALL   ON_HK

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV LCD_ADDR,#000H ; Set Address 00H
CALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR,#TITLE_46 ; Show 'RCU4 ' on LCD
CALL WRLINE_LCD ; 40H-47H (Increase automatic)
MOV LCD_ADDR,#040H ; Set Address 00H
CALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR,#TITLE_16 ; Show ' Ready ' on LCD
CALL WRLINE_LCD ; 40H-47H (Increase automatic)
CALL DELAY_300mS
RCU4RING: MOV DPTR,#PORTB_2
MOVX A,@DPTR
JB ACC.7,RCU4HK ; If P1.7 is '0' go to show ringing in
CALL RCU_RING ; Go to show 'Ringing.....' on LCD
CALL DELAY_300mS
JMP RCU4
RCU4HK: MOV R1,#KEYNUM ; Start RAM addr. for keep num.
CALL DELAY_100mS
MOV DPTR,#PORTB_2
MOVX A,@DPTR
JNB ACC.5,RCU4RING
CALL DELAY_100mS
ANL A,#01FH
MOV @R1,A
CALL COMPARE2
CJNE A,#0CH,RCU4_SET1 ; If key 'hook' button go to SEND
JMP RCU4RING
RCU4_SET1: CJNE A,#0DH,RCU4_SET2 ; If key isn't 'Right' button go to SHOW_NUMBER
RET
RCU4_SET2: CJNE A,#0EH,RCU4_SET3 ; If key is 'C' button to clear LCD
CALL RCU_DIAL
CALL DELAY_200mS
JMP RCU4
RCU4_SET3: CJNE A,#0FH,RCU4_SET4 ; If key isn't 'Right' button go to SHOW_NUMBER
JMP RCU4RING
RCU4_SET4: CJNE A,#10H,RCU4_SET5
CALL DATA
CALL DELAY_200mS
JMP RCU4
RCU4_SET5: CJNE A,#11H,RCU4_SET6

```

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                JMP     RCU4RING
RCU4_SET6:     CJNE   A,#12H,RCU4_SET7
                JMP     RCU4RING
RCU4_SET7:     CJNE   A,#13H,RCU4_SET8
                JMP     RCU4RING
RCU4_SET8:     CALL    RCU_L
                JMP     RCU4
;***** RINGING IN & READ KEY TO OFFHOOK *****;
RCU_RING:     MOV     LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
                CALL    SET_ADDR_LCD
                MOV     DPTR,#TITLE_7      ; Show 'Ringing....' on LCD
                CALL    WRLINE_LCD
                MOV     A,LINE
                CJNE   A,#00H,RCUX_RING
                MOV     LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 40H
                CALL    SET_ADDR_LCD
                MOV     DPTR,#TITLE_5      ; Show 'Telephone set' on LCD
                JMP     RCU_OFF
RCUX_RING:    MOV     LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 40H
                CALL    SET_ADDR_LCD
                MOV     A,OFHK
                CJNE   A,#040H,RCU2_RING
                MOV     DPTR,#TITLE_43     ; Show 'RCU1 ' on LCD
                JMP     RCU_OFF
RCU2_RING:    CJNE   A,#041H,RCU3_RING
                MOV     DPTR,#TITLE_44     ; Show 'RCU2 ' on LCD
                JMP     RCU_OFF
RCU3_RING:    CJNE   A,#044H,RCU4_RING
                MOV     DPTR,#TITLE_45     ; Show 'RCU3 ' on LCD
                JMP     RCU_OFF
RCU4_RING:    MOV     DPTR,#TITLE_46     ; Show 'RCU4 ' on LCD

RCU_OFF:      CALL    WRLINE_LCD
                CALL    DELAY_10mS
                CALL    KEY
                CJNE   A,#00EH,RCU_OFF2
                CALL    OFF_HK             ; Wait
                MOV     LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
                CALL    SET_ADDR_LCD

```

```

MOV DPTR,#TITLE_9 ; Show 'Conversation' on LCD
CALL WRLINE_LCD
RCU_OFF1: CALL KEY
CJNE A,#00EH,RCU_OFF1
RET
RCU_OFF2: CJNE A,#0DH,RCU_OFF
RET
;***** โปรแกรมย่อยทดสอบได้อัลด้าน RCU *****;
RCU_DIAL: MOV LCD_ADDR,#000H ; Set Address 00H
CALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR,#TITLE_34 ; Show 'Test Dial' on LCD
CALL WRLINE_LCD
MOV A,LINE
CJNE A,#00H,RCUX_DI
MOV LCD_ADDR,#040H ; Set Address 40H
CALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR,#TITLE_5 ; Show 'Telephone set' on LCD
JMP RCU_DIAL1
RCUX_DI:MOV LCD_ADDR,#040H ; Set Address 40H
CALL SET_ADDR_LCD
MOV A,OFHK
CJNE A,#040H,RCU2_DI
MOV DPTR,#TITLE_43 ; Show 'RCU1 ' on LCD
JMP RCU_DIAL1
RCU2_DI: CJNE A,#041H,RCU3_DI
MOV DPTR,#TITLE_44 ; Show 'RCU2 ' on LCD
JMP RCU_DIAL1
RCU3_DI: CJNE A,#044H,RCU4_DI
MOV DPTR,#TITLE_45 ; Show 'RCU3 ' on LCD
JMP RCU_DIAL1
RCU4_DI: MOV DPTR,#TITLE_46 ; Show 'RCU4 ' on LCD

RCU_DIAL1: CALL WRLINE_LCD
CALL DELAY_10mS
CALL OFF_HK ;Wait
RCU_DIAL2: CALL KEY
CJNE A,#0DH,RCU_DIAL2
RET

```

```

;/***** PRESS NUMBER FOR SEND OF RCU *****/;
;/***** ไปรแกรมย่อยแสดงเลขหมายที่กดตัวแรก *****/;
RCU_L:      CALL    LCD_CLR
            MOV     A,@R1
            CALL   COMPARE2
            MOV     LCD_DATA,A
            CALL   WRCHAR_LCD
            CALL   DELAY_10mS
            MOV     LCD_ADDR,#40H
            CALL   SET_ADDR_LCD
            MOV     A,LINE
            CJNE   A,#00H,PI
            MOV     DPTR,#TITLE_70      ; Show 'TEL num Clear' on LCD
            JMP     U
PI:         MOV     A,OFHK
            CJNE   A,#040H,RCU2_DTMF
            MOV     DPTR,#TITLE_47      ; Show 'RCU1 Clear' on LCD
            JMP     U
RCU2_DTMF:  CJNE   A,#041H,RCU3_DTMF
            MOV     DPTR,#TITLE_48      ; Show 'RCU2 Clear' on LCD
            JMP     U
RCU3_DTMF:  CJNE   A,#044H,RCU4_DTMF
            MOV     DPTR,#TITLE_49      ; Show 'RCU3 Clear' on LCD
            JMP     U
RCU4_DTMF:  MOV     DPTR,#TITLE_50      ; Show 'RCU4 Clear' on LCD
U:         CALL   WRLINE_LCD           ; 40H-47H (Increase automatic)
            CALL   DELAY_10mS

            INC     R1
            JMP     RCU_MATRIX
;/***** รอรับเลขหมายตัวที่ 2 และตัวต่อไปเรื่อยๆ *****/;
RCU_S:      CALL   BLINK00
            MOV     R1,#KEYNUM
RCU_MATRIX: CALL   SCAN_KEY1             ; Find key num.
            MOV     @R1,A
            CALL   COMPARE2
            CJNE   A,#0CH,RCU_TELE1    ; If key 'hook' buttom go to SEND
            JMP     RCU_MATRIX
RCU_TELE1:  CJNE   A,#0DH,RCU_TELE2    ; If key isn't 'Right' buttom go to SHOW_NUMBER

```

```

RET
RCU_TELE2: CJNE A,#0EH,RCU_TELE3 ; If key is 'C' bottom to clear LCD
           JMP RCU_SEND
RCU_TELE3: CJNE A,#0FH,RCU_TELE4 ; If key is 'C' bottom to clear LCD
           JMP RCU_S
RCU_TELE4: CJNE A,#010H,RCU_TELE5 ; If key is 'C' bottom to clear LCD
           JMP RCU_MATRIX
RCU_TELE5: CJNE A,#011H,RCU_TELE6 ; If key is 'C' bottom to clear LCD
           JMP RCU_MATRIX
RCU_TELE6: CJNE A,#012H,RCU_TELE7 ; If key is 'C' bottom to clear LCD
           JMP RCU_MATRIX
RCU_TELE7: CJNE A,#013H,RCU_TELE8 ; If key is 'C' bottom to clear LCD
           JMP RCU_MATRIX
;***** แสดงเลขหมายตัวที่ 2 เป็นต้นไป *****;
RCU_TELE8: MOV A,R1
           ANL A,#0FH ; กำหนดตำแหน่งแสดงตัวเลข
           MOV LCD_ADDR,A ; Set Address 00H
           CALL SET_ADDR_LCD
           MOV A,@R1
           CALL COMPARE2
           MOV LCD_DATA,A ; แสดงเลขหมายตัวที่ 2 เป็นต้นไป
           CALL WRCHAR_LCD
           INC R1 ; Add next num. position
           JMP RCU_MATRIX
;***** SEND NUMBER RCU *****;
RCU_SEND: CALL DELAY_10mS
           MOV LCD_ADDR,#040H ; Set Address 00H
           CALL SET_ADDR_LCD
           MOV A,LINE
           CJNE A,#00H,R
           MOV DPTR,#TITLE_14 ; Show 'Sending....' on LCD
           JMP DTMF2
R: MOV A,OFHK
   CJNE A,#040H,RCU2_SEND
   MOV DPTR,#TITLE_51 ; Show 'RCU1 Sending' on LCD
   JMP DTMF2
RCU2_SEND: CJNE A,#041H,RCU3_SEND
           MOV DPTR,#TITLE_52 ; Show 'RCU2 Sending' on LCD
           JMP DTMF2

```

```

RCU3_SEND:  CJNE  A,#044H,RCU4_SEND
             MOV   DPTR,#TITLE_53           ; Show 'RCU3 Sending' on LCD
             JMP   DTMF2
RCU4_SEND:  MOV   DPTR,#TITLE_54           ; Show 'RCU4 Sending' on LCD
DTMF2:      CALL  WRLINE_LCD
             CALL  DELAY_10mS

             CALL  OFF_HK                   ; Wait
             MOV   R1,#KEYNUM              ; Set ram addr. to keep num.for send

RCU_SEND2:  MOV   A,@R1                    ; นำรหัส HEX ใน R1 เก็บใน Reg. A
             CALL  K
             INC   R1                       ; Increase num. digit
             MOV   A,@R1
             CJNE  A,#0EH,RCU_SEND2        ; Send next num. til 'hook' button
             CALL  DELAY_2S
             CALL  GH
;***** ไปรแกรมย่อยถัดเลขหมายต่อ *****;
TR:         INC   R1
RCU_SEND3:  CALL  SCAN_KEY1                 ; Find key num. and put hex in Reg. A
             MOV   @R1,A                    ; เก็บค่า HEX ไว้ที่ตำแหน่ง R1
             CALL  COMPARE2                 ; Compare key and change HEX to ASCII
             CJNE  A,#0EH,RCU_SEND5        ; Press '0Fh' key to read key
             RET
RCU_SEND5:  CJNE  A,#0CH,RCU_SEND6
             JMP   RCU_SEND3
RCU_SEND6:  CJNE  A,#0DH,RCU_SEND7
             RET
RCU_SEND7:  CJNE  A,#0FH,RCU_SEND8
             JMP   RCU_SEND3
RCU_SEND8:  CJNE  A,#010H,RCU_SEND9
             CALL  DATA
             CALL  LCD_CLR
             CALL  DELAY_100mS
             CALL  GH
TY:         CALL  KEY
             CJNE  A,#0EH,TY
             RET
RCU_SEND9:  CJNE  A,#011H,RCU_SEND10

```

```

                JMP     RCU_SEND3
RCU_SEND10:    CJNE   A,#012H,RCU_SEND11
                JMP     RCU_SEND3
RCU_SEND11:    CJNE   A,#013H,RCU_SEND12
                JMP     RCU_SEND3
RCU_SEND12:    MOV     A,@R1
                CALL   K
                MOV    A,R1
                ANL    A,#0FH
                DEC    A
                MOV    LCD_ADDR,A          ; Set Address 00H
                CALL   SET_ADDR_LCD
                MOV    A,@R1              ; นำรหัส HEX ใน R1 เก็บไว้ใน Reg. A
                CALL   COMPARE2           ; เปลี่ยนรหัส HEX ใน Reg. A เป็นรหัส ASCII
                MOV    LCD_DATA,A
                CALL   WRCHAR_LCD
                INC    R1                  ; Add next num. position
                JMP     RCU_SEND3
;***** ไปแกมย่อยหลังจากการบันทึกเลขหมายโดยการโทรตาม *****;
GH:            MOV    LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 40H
                CALL   SET_ADDR_LCD
                MOV    A,LINE
                CJNE   A,#00H,RR
                MOV    DPTR,#TITLE_5      ; Show 'Telephone set' on LCD
                JMP     RCU_4
RR:            MOV    A,OFHK
                CJNE   A,#040H,RCU_1
                MOV    DPTR,#TITLE_55     ; Show 'RCU1 Offhook' on LCD
                JMP     RCU_4
RCU_1:         CJNE   A,#041H,RCU_2
                MOV    DPTR,#TITLE_56     ; Show 'RCU2 Offhook' on LCD
                JMP     RCU_4
RCU_2:         CJNE   A,#044H,RCU_3
                MOV    DPTR,#TITLE_57     ; Show 'RCU3 Offhook' on LCD
                JMP     RCU_4
RCU_3:         MOV    DPTR,#TITLE_58     ; Show 'RCU4 Offhook' on LCD
RCU_4:         CALL   WRLINE_LCD
                CALL   DELAY_10mS
                RET

```

```

;***** ON HOOK*****/;
ON_HK:      MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,ONHK
            MOVX   @DPTR,A
            CALL   DELAY_500mS
            RET

;***** OFF HOOK*****/;
OFF_HK:     MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,OFHK
            MOVX   @DPTR,A
            CALL   DELAY_500mS
            RET

;***** LINE CHECKER FOR SUB*****/;
SUB:        MOV    ONHK,#00H
            CALL   ON_HK
            MOV    DPTR,#PORTA_2
            MOV    A,#00H
            MOVX   @DPTR,A
            CALL   DELAY_500mS
            CALL   LCD_CLR
            MOV    LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
            CALL   SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#TITLE_15     ; Show 'Select SUB 1-4' on LCD
            CALL   WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)

            MOV    LCD_ADDR,#040H     ; Set Address 00H
            CALL   SET_ADDR_LCD
            CALL   LCD_BLINK          ; Blink Cursor
SCAN_SUB:   CALL   KEY
            CJNE   A,#01H,SCAN_SUB2   ; Press '1' bottom to rcu 1
            CALL   SUB1
            CALL   DELAY_300mS
            JMP    SUB
SCAN_SUB2:  CJNE   A,#02H,SCAN_SUB3   ; Press '2' bottom to rcu 2
            CALL   SUB2
            CALL   DELAY_300mS
            JMP    SUB
SCAN_SUB3:  CJNE   A,#03H,SCAN_SUB4   ; Press '3' bottom to rcu 3

```

```

CALL SUB3
CALL DELAY_300mS
JMP SUB
SCAN_SUB4: CJNE A,#04H,SCAN_SUB5 ; Press '4' bottom to rcu 4
CALL SUB4
CALL DELAY_300mS
JMP SUB
SCAN_SUB5: CJNE A,#010H,SCAN_SUB6 ; If key 'DATA' go to data menu
CALL DATA
CALL DELAY_300mS
JMP SUB
SCAN_SUB6: CJNE A,#0DH,SCAN_SUB ; If key 'Candle' go to line menu
RET
;***** SUB 1 *****;
SUB1: MOV ONHK,#000H
MOV OFHK,#080H
CALL ON_HK
MOV DPTR,#PORTB_2 ; ผู้เข้ายกดุ?
MOVX A,@DPTR
JB ACC.6,SUB_ON_1 ; ถ้าผู้เข้ายกดุไปเตรียมส่งกระดิ่ง
JMP SUB_OFF
SUB_ON_1: CALL SUB_ON
RET
;***** SUB 2 *****;
SUB2: MOV ONHK,#008H
MOV OFHK,#088H
CALL ON_HK
MOV DPTR,#PORTB_2 ; ผู้เข้ายกดุ?
MOVX A,@DPTR
JB ACC.6,SUB_ON_2 ; ถ้าผู้เข้ายกดุไปเตรียมส่งกระดิ่ง
JMP SUB_OFF
SUB_ON_2: CALL SUB_ON
RET
;***** SUB 3 *****;
SUB3: MOV ONHK,#020H
MOV OFHK,#0A0H
CALL ON_HK
MOV DPTR,#PORTB_2 ; ผู้เข้ายกดุ?
MOVX A,@DPTR

```

```

        JB     ACC.6,SUB_ON_3      ; ถ้าผู้เช่ายกหูไปเตรียมส่งกระดิ่ง
        JMP     SUB_OFF
SUB_ON_3:  CALL     SUB_ON
        RET
;***** SUB 4 *****;
SUB4:     MOV     ONHK,#030H
        MOV     OFHK,#0B0H
        CALL    ON_HK
        MOV     DPTR,#PORTB_2    ; ผู้เช่ายกหู?
        MOVX    A,@DPTR
        JB     ACC.6,SUB_ON_4    ; ถ้าผู้เช่ายกหูไปเตรียมส่งกระดิ่ง
        JMP     SUB_OFF
SUB_ON_4:  CALL     SUB_ON
        RET
;***** SUB OFF HOOK *****;
SUB_OFF:  MOV     LCD_ADDR,#000H  ; Set Address 40H
        CALL    SET_ADDR_LCD
        MOV     A,OFHK
        CJNE   A,#080H,SUB1_OFF
        MOV     DPTR,#TITLE_17    ; Show 'SUB 1 OFFHOOK' on LCD
        CALL    WRLINE_LCD
        JMP     SUB_OFF1
SUB1_OFF: CJNE   A,#088H,SUB2_OFF
        MOV     DPTR,#TITLE_19    ; Show 'SUB 2 OFFHOOK' on LCD
        CALL    WRLINE_LCD
        JMP     SUB_OFF1
SUB2_OFF: CJNE   A,#0A0H,SUB3_OFF
        MOV     DPTR,#TITLE_21    ; Show 'SUB 3 OFFHOOK' on LCD
        CALL    WRLINE_LCD
        JMP     SUB_OFF1
SUB3_OFF: MOV     DPTR,#TITLE_23    ; Show 'SUB 3 OFFHOOK' on LCD
        CALL    WRLINE_LCD
SUB_OFF1: MOV     LCD_ADDR,#040H  ; Set Address 40H
        CALL    SET_ADDR_LCD
        MOV     DPTR,#TITLE_35    ; Show ' Not Available ' on LCD
        CALL    WRLINE_LCD      ; 40H-47H (Increase automatic)
SUB_OFF2: CALL    KEY
        CJNE   A,#0DH,SUB_OFF2    ; ถ้าไม่กด Clear ให้ว่าผู้เช่ายกหู?
        RET                       ; ถ้ากด Clear กลับไป SUB เมนู

```

```

;/*****/;
SUB_ON:      CALL    LCD_CLR
             MOV     DPTR,#PORTA_2
             MOV     A,#00H
             MOVX    @DPTR,A
             CALL    DELAY_500mS
             CALL    ON_HK
             MOV     LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 40H
             CALL    SET_ADDR_LCD
             MOV     A,OFHK
             CJNE    A,#080H,SUB1_ON
             MOV     DPTR,#TITLE_18     ; Show 'SUB 1 ONHOOK' on LCD
             JMP     SUB_ON2
SUB1_ON:     CJNE    A,#088H,SUB2_ON
             MOV     DPTR,#TITLE_20     ; Show 'SUB 2 ONHOOK' on LCD
             JMP     SUB_ON2
SUB2_ON:     CJNE    A,#0A0H,SUB3_ON
             MOV     DPTR,#TITLE_22     ; Show 'SUB 3 ONHOOK' on LCD
             JMP     SUB_ON2
SUB3_ON:     MOV     DPTR,#TITLE_24     ; Show 'SUB 4 ONHOOK' on LCD

SUB_ON2:     CALL    WRLINE_LCD
             CALL    DELAY_10mS
SUB_ONX:     CALL    KEY
             CJNE    A,#0DH,SUB_ON3     ; ถ้าไม่กด Clear ให้ว่าผู้เข้ายกหู?
             RET                          ; ถ้ากด Clear กลับไป SUB เมนู
SUB_ON3:     CJNE    A,#0EH,SUB_ONX     ; ถ้าไม่กดปุ่มส่งกระดิ่งแล้ว กดปุ่ม Clear?
             CALL    RING                ; ถ้ากดปุ่มส่งกระดิ่ง ก็ส่งกระดิ่งสิ
             JMP     SUB_ON

;/***** โปรแกรมย่อยส่งกระดิ่ง *****/;
RING:        MOV     LCD_ADDR,#40H      ; Set Address 40H
             CALL    SET_ADDR_LCD
             MOV     DPTR,#TITLE_41     ; Show ' Calling !!! ' on LCD
             CALL    WRLINE_LCD
             MOV     DPTR,#PORTA_2
             MOV     A,#07H
             MOVX    @DPTR,A
             CALL    DELAY_300mS
END_RING1:   MOV     DPTR,#PORTB_2

```

```

MOVX  A,@DPTR
JNB   ACC.5,TALK_SUB1      ; If not press any key go to check hook sub1
ANL   A,#01FH
CJNE  A,#0EH,TALK_SUB1    ; ถ้าไม่กดปุ่มเคลียร์ฟังก์ชันแล้ว เช็คผู้เข้ายกหู?
CALL  ON_HK
RET
TALK_SUB1: CALL  DELAY_300mS
MOV   DPTR,#PORTB_2      ; ผู้เข้ายกหู?
MOVX  A,@DPTR
JB    ACC.6,END_RING1    ; ถ้าผู้เข้ายกหูหยุดส่งกระดิ่ง
CALL  OFF_HK             ; รอแป๊บเด้อ รีเลย์ช้าหน่อย
MOV   DPTR,#PORTA_2     ; ต่อ LINE เข้ากับ VOICE
MOV   A,#002H
MOVX  @DPTR,A
CALL  DELAY_500mS
MOV   LCD_ADDR,#000H    ; Set Address 40H
CALL  SET_ADDR_LCD
MOV   A,OFHK
CJNE  A,#080H,SUB11_OFF
MOV   DPTR,#TITLE_17    ; Show 'SUB 1 OFFHOOK' on LCD
JMP   SUB_OFF11
SUB11_OFF: CJNE  A,#088H,SUB21_OFF
MOV   DPTR,#TITLE_19    ; Show 'SUB 2 OFFHOOK' on LCD
JMP   SUB_OFF11
SUB21_OFF: CJNE  A,#0A0H,SUB31_OFF
MOV   DPTR,#TITLE_21    ; Show 'SUB 3 OFFHOOK' on LCD
JMP   SUB_OFF11
SUB31_OFF: MOV   DPTR,#TITLE_23      ; Show 'SUB 3 OFFHOOK' on LCD

SUB_OFF11: CALL  WRLINE_LCD
CALL  DELAY_10mS
MOV   LCD_ADDR,#040H    ; Set Address 40H
CALL  SET_ADDR_LCD
MOV   DPTR,#TITLE_9     ; Show 'Conversation....' on LCD
CALL  WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)
SUB_OFF12: CALL  KEY
CJNE  A,#0EH,SUB_OFF13  ; กด C กลับไปเลือก SUB
RET

```

```

SUB_OFF13:  CJNE  A,#010H,SUB_OFF12      ; กด DATA ไปบันทึกเลขหมาย
            MOV   LINE,#02H
            CALL  DATA
            CALL  LCD_CLR                ; Connect SUB1
            MOV   LCD_ADDR,#000H        ; Set Address 40H
            CALL  SET_ADDR_LCD
            MOV   A,OFHK
            CJNE  A,#080H,SUB1A_OFF
            MOV   DPTR,#TITLE_17        ; Show 'SUB 1 OFFHOOK' on LCD
            CALL  WRLINE_LCD
            JMP   SUB_OFF1A
SUB1A_OFF:  CJNE  A,#088H,SUB2A_OFF
            MOV   DPTR,#TITLE_19        ; Show 'SUB 2 OFFHOOK' on LCD
            CALL  WRLINE_LCD
            JMP   SUB_OFF1A
SUB2A_OFF:  CJNE  A,#0A0H,SUB3A_OFF
            MOV   DPTR,#TITLE_21        ; Show 'SUB 3 OFFHOOK' on LCD
            CALL  WRLINE_LCD
            JMP   SUB_OFF1A
SUB3A_OFF:  MOV   DPTR,#TITLE_23        ; Show 'SUB 3 OFFHOOK' on LCD
            CALL  WRLINE_LCD
SUB_OFF1A:  MOV   LCD_ADDR,#040H        ; Set Address 40H
            CALL  SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE_9         ; Show 'Conversation....' on LCD
            CALL  WRLINE_LCD            ; 40H-47H (Increase automatic)
SUB_OFF1B:  CALL  KEY
            CJNE  A,#0EH,SUB_OFF1B     ; กด C กลับไปเลือก SUB
            RET

;*****/
;***** SIGNAL CHECKER *****/
SIGNAL:    MOV   LCD_ADDR,#000H        ; Set Address 00H
            CALL  SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE_73        ; Show 'SIGNAL CHECKER' on LCD
            CALL  WRLINE_LCD            ; 40H-47H (Increase automatic)
            MOV   LCD_ADDR,#040H        ; Set Address 00H
            CALL  SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE_84        ; Show 'RCU PABX' on LCD
            CALL  WRLINE_LCD            ; 40H-47H (Increase automatic)

```

```

;CALL DISCHARGE ; คายประจุ C ของ A2D
MOV DPTR,#PORTA_2
MOV A,#00H ; ตัด Dial
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY_1S
MOV R0,#20H
X: MOV @R0,#00H ; เคลียร์ Int. Ram ที่ใช้ในการประมวลผล
INC R0
CJNE R0,#2BH,X

MOV DPTR,#03000H ; กำหนดค่าแรมตำแหน่ง 8000H
MUL4: MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
INC DPTR
MOV A,DPL
CJNE A,#0FFH,MUL4

SCAN_DIAL: CALL KEY
CJNE A,#0CH,SCAN_DIAL1 ; Press 'Left' bottom to RCU
MOV 2FH,#00H ; บันทึกรหัสค่าแสดง RCU ตอนแสดงค่าเปอร์เซ็นต์
CALL SIG_RCU
CALL DELAY_300mS
JMP SIGNAL

SCAN_DIAL1: CJNE A,#0FH,SCAN_DIAL2 ; Press 'Right' bottom to SUB
MOV 2FH,#0FFH ; บันทึกรหัสค่าแสดง PABX ตอนแสดงค่าเปอร์เซ็นต์
CALL SIG_PABX
CALL DELAY_300mS
JMP SIGNAL

SCAN_DIAL2: CJNE A,#0DH,SCAN_DIAL ; Press 'DATA' bottom to memory
RET

SIG_RCU:CALL LCD_PROCESS
CALL OFF_HK
MOV A,#08H ; เบอร์ตัดออก ของห้องภาค (83)
CALL K
MOV A,#03H
CALL K
CALL DELAY_1S
JMP SIG_RELAY

```

```

SIG_PABX:    CALL    LCD_PROCESS
              CALL    OFF_HK

SIG_RELAY:   MOV     DPTR,#PORTA_2
              MOV     A,#01H           ; ต่อสัญญาณ Dial ไปสู่ม
              MOVX    @DPTR,A
              CALL    DELAY_1S
              JMP     RCU_SIG

              MOV     LCD_ADDR,#040H   ; Set Address 40H
              CALL    SET_ADDR_LCD
              MOV     DPTR,#TITLE_43   ; Show 'RCU1' on LCD
              CALL    WRLINE_LCD

;***** โปรแกรมย่อยนำค่าจาก ADC เก็บไว้ที่ EXT. RAM 10 ตำแหน่ง *****;
RCU_SIG:CALL  DELAY_4S
              CALL    DELAY_2S
              ;CALL   DELAY_2S
              ;MOV    DPTR,#PORTA_2
              ;MOV    A,#01H           ; ต่อ Dial
              ;MOVX   @DPTR,A
              ;CALL   DELAY_500mS

              MOV     R0,#0AH          ; ทำการสุ่ม 10 รอบ รอบละ 10 t
              MOV     DPTR,#03000H     ; เริ่มตำแหน่ง 8000H
              MOV     DPL_00,DPL       ; เก็บค่า DPL
              MOV     DPH_00,DPH       ; เก็บค่า DPH
ATOD_2:      MOV     R1,#0AH          ; ทำการสุ่ม 10 t
ATOD_4:      MOV     DPTR,#PORTB_1
              MOVX    A,@DPTR
              MOV     DPL,DPL_00       ; คืนค่า DPL
              MOV     DPH,DPH_00       ; คืนค่า DPH
              MOVX    @DPTR,A
              MOV     R7,#070H
              DJNZ   R7,$
              INC     DPTR             ; เพิ่มตำแหน่งแรมที่เก็บข้อมูลภายนอก
              MOV     DPL_00,DPL       ; เก็บค่า DPL
              MOV     DPH_00,DPH       ; เก็บค่า DPH
              DJNZ   R1,ATOD_4         ; สุ่มครบ 10 t?
              CALL    DELAY_1mS        ; ช่วงเวลาหยุด

```

```

DJNZ R0,ATOD_2 ; สุ่มครบ 10 รอบ ?
;CALL DISCHARGE
MOV DPTR,#PORTA_2
MOV A,#00H ; ตัด Dial
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY_500mS
CALL ON_HK

MOV LCD_ADDR,#00H
CALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR,#3000H
MOV DPL_00,DPL ; เก็บค่า DPL
MOV DPH_00,DPH ; เก็บค่า DPH
SEE: MOV DPL,DPL_00 ; เก็บค่า DPL
MOV DPH,DPH_00 ; เก็บค่า DPH
MOVX A,@DPTR
ADD A,#20H
MOV LCD_DATA,A
CALL WRCHAR_LCD
CALL DELAY_50mS
INC DPTR ; เพิ่มตำแหน่งแรมที่เก็บข้อมูลภายนอก
MOV DPL_00,DPL ; เก็บค่า DPL
MOV DPH_00,DPH ; เก็บค่า DPH
MOV A,DPL
CJNE A,#63H,SEE
;***** ประมวลผลการสุ่ม *****/;

MOV DPTR,#03000H ; เริ่มตำแหน่ง 8000H
MOVX A,@DPTR
MOV 20H,A
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
MOV 21H,A
;***** บวกตัวแรก *****/;
MOV A,20H ; ตั้งค่าตัวบวก
ADD A,21H
MOV 20H,A ; เก็บบวกไบต์ตัวไว้
ADDC A,#00H ; บวกตัวทด
MOV 22H,A ; เก็บบวกไบต์สูงไว้

```

```

;/***** บวกอีก 99 ครั้ง *****/;
INC DPTR ; ตำแหน่งที่ 3
MOV DPL_00,DPL
MOV DPH_00,DPH

ADD_100:MOV DPL,DPL_00 ; คำนวณค่า DPL
MOV DPH,DPH_00 ; คำนวณค่า DPH
MOVX A,@DPTR
MOV 21H,A ; เก็บค่าที่ 3 ถึง ค่าที่ 100
MOV A,20H
ADD A,21H ; บวกค่าที่ 1,2กับค่าที่ 3 ถึง 100
MOV 20H,A ; เก็บค่า 2 ไบต์ต่ำสุด
MOV A,22H
ADDC A,#00H ; บวกค่าตัวทศ
MOV 22H,A ; เก็บไว้ในไบต์สูง

INC DPTR
MOV DPL_00,DPL ; เก็บค่า DPL
MOV DPH_00,DPH ; เก็บค่า DPH
MOV A,DPL
CJNE A,#060H,ADD_100 ; บวกครบ 100 ครั้งแล้ว

;/***** หาร 2 ไบต์สูงด้วย #0FH *****/;
MOV A,22H ; ตัวตั้ง (เป็นไบต์สูงของผลบวก)
MOV B,#0FH ; ตัวหาร
DIV AB
MOV 23H,A ; ผลหาร ตัวที่ 1 (ผลหารไบต์สูง)

;/***** ทดตัวทศไปเป็นไบต์สูงของการหารด้วย #0FH ครั้งที่ 2 *****/;
MOV A,B ; นำเศษมารวมกับบิตต่อไป
SWAP A ; กลับเศษเป็นไบต์สูง
MOV 24H,A

MOV A,20H
ANL A,#0F0H
SWAP A ; กลับ ไบต์สูงของ 2 ไบต์ต่ำ เป็น ไบต์สูง
ORL A,24H ; เศษผลหาร 2 ไบต์สูงรวมกับ ไบต์สูงของ 2 ไบต์ต่ำ
MOV B,#0FH ; ตัวหาร
DIV AB
MOV 24H,A ; ผลหาร ตัวที่ 2

```

```

;/***** หาร ด้วย #0FH ครั้งที่ 3 *****/;
MOV A,B ; นำเศษมารวมกับบิตต่อไป
SWAP A ; กลับเศษเป็นไบต์สูง
MOV 25H,A

MOV A,20H
ANL A,#00FH
ORL A,25H ; เศษผลหารของ 2 ไบต์กลางรวมกับ ไบต์ต่ำของ 2 ไบต์ต่ำ
MOV B,#0FH ; ตัวหาร
DIV AB
MOV 25H,A ; ผลลัพธ์ของการหารครั้งสุดท้าย ด้วย #0FH
;/***** รวมค่าผลหารครั้งที่ 2 กับ ผลหารครั้งสุดท้าย *****/;
MOV A,24H
SWAP A
ORL A,25H
MOV 24H,A ; ผลหาร ไบต์ต่ำ
;/***** หารด้วย #011H ครั้งแรก *****/
MOV A,23H ; หาตัวตั้ง (จากไบต์สูงของการหารด้วย 0F)
ANL A,#00FH
SWAP A ; กลับผลลัพธ์เป็นไบต์สูง
MOV 23H,A
MOV A,24H
ANL A,#0F0H
SWAP A
ORL A,23H
MOV B,#011H ; หารด้วย 11H
DIV AB
MOV 25H,A ; ผลลัพธ์ตัวที่ 1
MOV A,B
SWAP A
MOV 26H,A

MOV A,24H
ANL A,#00FH
ORL A,26H ; ตั้งตัวที่ 2
MOV B,#011H ; หารด้วย 11H
DIV AB
MOV 27H,A ; ผลลัพธ์การหารด้วย #011H ตัวสุดท้าย

```

```

;/***** รวมค่าผลลัพธ์จริง ๆ *****/;
        MOV     A,25H                ; ผลลัพธ์สุดท้ายไปตีสอง
        SWAP   A
        ORL    A,27H
;
        ADD    A,#1AH
        MOV    SUM_FINAL,A          ; ผลลัพธ์ของ ADC ไปคิด % ได้เลย
;/***** หาค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ *****/;
PERCENT:  CJNE  A,#01EH,PERCENTA
        MOV    A,#030H              ; ถ้าผลลัพธ์เป็น #1EH ฐานสิบมีค่าเป็น 30
        JMP    PERCENT6            ; แปลงเป็นแอลที
PERCENTA: CJNE  A,#01FH,PERCENTB
        MOV    A,#031H              ; ถ้าผลลัพธ์เป็น #1EH ฐานสิบมีค่าเป็น 31
        JMP    PERCENT6            ; แปลงเป็นแอลที
PERCENTB: ADD    A,#06H
        ANL   A,#0F0H
        JZ    PERCENT3
        MOV   A,SUM_FINAL
        SUBB A,#0AH
        MOV   SUM_PER_1,A
        ANL  A,#0F0H
        JZ   PERCENT5
        MOV  A,SUM_FINAL
        ANL A,#0F0H
        SWAP A
PERCENT1: MOV   R2,A
        MOV  A,SUM_FINAL
PERCENT2: ADD   A,#06H
        DA   A
        DJNZ R2,PERCENT2
        JMP  PERCENT6
PERCENT3: MOV   A,SUM_FINAL          ; ผลลัพธ์มีค่า 00H - 09H
        JMP  PERCENT6
PERCENT4: MOV   A,SUM_PER_2
        SUBB A,#06H
        ADD  A,#10H
        JMP  PERCENT6

```

```

PERCENT5:  MOV  A,SUM_PER_1
           ADD  A,#06H
           MOV  SUM_PER_2,A
           ANL  A,#0F0H
           JZ   PERCENT4
           MOV  A,SUM_PER_2
           ADD  A,#10H
PERCENT6:  PUSH  ACC
           ANL  A,#0F0H
           SWAP A
           ADD  A,#30H
           MOV  33H,A
           POP  ACC
           ANL  A,#00FH
           ADD  A,#30H
           MOV  34H,A
;***** ไปเกมย่อนาค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 100 ค่า *****;
EXIT_1:    MOV  LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
           CALL SET_ADDR_LCD
           MOV  DPTR,#TITLE_79      ; Show 'Signal quality ' on LCD
           CALL WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
           MOV  A,2FH
           CJNE A,#00H,PABX_1
           MOV  LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 00H
           CALL SET_ADDR_LCD
           MOV  DPTR,#TITLE_80      ; Show 'RCU = % ' on LCD
           CALL WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
           JMP  SHOW
PABX_1:    MOV  LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 00H
           CALL SET_ADDR_LCD
           MOV  DPTR,#TITLE_85      ; Show 'PABX = % ' on LCD
           CALL WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
SHOW:      MOV  A,SUM_FINAL
           CJNE A,#064H,XX2
           MOV  LCD_ADDR,#046H      ; Set Address 0CH
           CALL SET_ADDR_LCD
           MOV  LCD_DATA,#031H
           CALL -WRCHAR_LCD

```

```

XX2:      MOV    LCD_ADDR,#047H      ; Set Address 0CH
          CALL   SET_ADDR_LCD
          MOV    LCD_DATA,33H
          CALL   WRCHAR_LCD

          MOV    LCD_DATA,34H
          CALL   WRCHAR_LCD
          CALL   SHOW_SUM
PROCESS3: CALL   KEY
          CJNE  A,#00DH,PROCESS3
          RET

;***** ไปรเกมย่อยแสดงค่าจาก การบวก 100 ครั้ง *****;
SHOW_SUM: MOV    LCD_ADDR,#4BH
          CALL   SET_ADDR_LCD
          MOV    A,22H
          ANL   A,#0F0H      ; หลักร 1000
          SWAP  A
          ADD   A,#30H
          MOV    LCD_DATA,A
          CALL   WRCHAR_LCD
          MOV    A,22H
          ANL   A,#0FH      ; หลักร 100
          ADD   A,#30H
          MOV    LCD_DATA,A
          CALL   WRCHAR_LCD
          MOV    A,20H
          ANL   A,#0F0H      ; หลักร 10
          SWAP  A
          ADD   A,#30H
          MOV    LCD_DATA,A
          CALL   WRCHAR_LCD
          MOV    A,20H
          ANL   A,#0FH      ; หลักรหน่วย
          ADD   A,#30H
          MOV    LCD_DATA,A
          CALL   WRCHAR_LCD
          MOV    LCD_DATA,#68H
          CALL   WRCHAR_LCD
          RET

```

```

;/***** โปรแกรมย่อยนำค่าจาก ADC เก็บไว้ที่ EXT. RAM 10 ตำแหน่ง *****/;
;ATOD_3:      MOV    R1,#0AH                ; ทำการสุ่ม 10 t
;ATOD_4:      MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOVX   A,@DPTR
              MOV    DPL,DPL_00           ; เก็บค่า DPL
              MOV    DPH,DPH_00          ; เก็บค่า DPH
              MOVX   @DPTR,A
;
              CALL   DELAY_10mS
              INC    DPTR                ; เพิ่มตำแหน่งแรมที่เก็บข้อมูลภายนอก
              MOV    DPL_00,DPL          ; เก็บค่า DPL
              MOV    DPH_00,DPH         ; เก็บค่า DPH
;
              DJNZ   R1,ATOD_4
;
              CALL   DELAY_10mS         ; ช่วงเวลาหยุด
              RET
;/***** ใช้ที่รีเลย์วัดสัญญาณ ค่ายประจุ C ของ A2D *****/;
DISCHARGE:    MOV    DPTR,#PORTA_2
              MOV    A,#02H              ; ค่ายประจุ C ของ A2D , ตัด Dial
              MOVX   @DPTR,A
              CALL   DELAY_2S
              MOV    DPTR,#PORTA_2
              MOV    A,#00H
              MOVX   @DPTR,A
              CALL   DELAY_500mS
              RET
;/***** *****/;
LCD_PROCESS:  MOV    LCD_ADDR,#000H       ; Set Address 00H
              CALL   SET_ADDR_LCD
              MOV    DPTR,#TITLE_77      ; Show 'Processing.....' on LCD
              CALL   WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
              MOV    LCD_ADDR,#040H     ; Set Address 00H
              CALL   SET_ADDR_LCD
              MOV    DPTR,#TITLE_78      ; Show 'Please Wait ' on LCD
              CALL   WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
              RET
;/***** FUNCTION DATA FOR LINE CHECKER *****/;
LINE_DATA:    CALL   LCD_CLR
              MOV    DPTR,#PORTA_2
              MOV    A,#00H              ; ค่ายประจุ C ของ A2D

```

```

MOVX  @DPTR,A
CALL  DELAY_500mS

MOV   LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
CALL  SET_ADDR_LCD

MOV   DPTR,#TITLE_36      ; Show 'LINE Memory....' on LCD
CALL  WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
CALL  TITLE10             ; Show 'RCU SUB' on LCD
LINE_DATA1: CALL  KEY
CJNE  A,#0CH,LINE_DATA2   ; Press 'Left' bottom to RCU
MOV   LINE,#01H
CALL  DATA
CALL  DELAY_300mS
JMP   LINE_DATA
LINE_DATA2: CJNE  A,#0FH,LINE_DATA3   ; Press 'Right' bottom to SUB
MOV   LINE,#02H
CALL  DATA
CALL  DELAY_300mS
JMP   LINE_DATA
LINE_DATA3: CJNE  A,#010H,LINE_DATA4   ; Press 'Right' bottom to SUB
CALL  CLR_DATA
CALL  DELAY_300mS
JMP   LINE_DATA
LINE_DATA4: CJNE  A,#0DH,LINE_DATA1   ;If key 'C' go to main menu
RET

;***** โปรแกรมย่อยเลือกเก็บหมายเลขด้าน RCU หรือ SUB *****;
DATA: CALL  LCD_CLR
MOV   LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
CALL  SET_ADDR_LCD      ;
MOV   A,LINE
CJNE  A,#01H,LOVE_YOU1
MOV   DPTR,#TITLE_33      ; Show 'Line RCU Data ' on LCD
JMP   LOVE_YOU3
LOVE_YOU1: CJNE  A,#02H,LOVE_YOU2
MOV   DPTR,#TITLE_62      ; Show 'Line SUB Data ' on LCD
JMP   LOVE_YOU3
LOVE_YOU2: MOV   DPTR,#TITLE_75      ; Show 'Telephone Data ' on LCD
LOVE_YOU3: CALL  WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)

```

```

CALL    DELAY_1S
MOV     LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 00H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV     DPTR,#TITLE_28     ; Show 'Read  Create' on LCD
CALL    WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)
SCAN_DATA: CALL    KEY
SCAN_DATA1: CJNE    A,#0CH,SCAN_DATA2 ; Press '1' bottom to SET
CALL    RCU_READ
CALL    DELAY_300mS
JMP     DATA
SCAN_DATA2: CJNE    A,#0DH,SCAN_DATA3 ; If key 'Cancle' go to main menu
RET
SCAN_DATA3: CJNE    A,#0FH,SCAN_DATA ; If key 'Cancle' go to main menu
CALL    CREATE
CALL    DELAY_300mS
JMP     DATA
;***** ไปรแกรมย่อยรอรับการกดคีย์ และแสดงค่า Local *****;
CREATE:  MOV     LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV     A,LINE
CJNE    A,#01H,CREATE1
MOV     DPTR,#TITLE_60     ; Show ' Press RCU Loc.. ' on LCD
CALL    WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)
MOV     LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 00H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV     DPTR,#TITLE_65     ; Show ' RCU Loc  Clear ' on LCD
JMP     RCU_LOC11
CREATE1: CJNE    A,#02H,CREATE2
MOV     DPTR,#TITLE_61     ; Show ' Press SUB Loc.. ' on LCD
CALL    WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)
MOV     LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 00H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV     DPTR,#TITLE_67     ; Show ' SUB Loc  Clear ' on LCD
JMP     RCU_LOC11
CREATE2: MOV     DPTR,#TITLE_30     ; Show 'Press TEL local... ' on LCD
CALL    WRLINE_LCD        ; 40H-47H (Increase automatic)
MOV     LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 00H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV     DPTR,#TITLE_69     ; Show 'Tel loc  Clear ' on LCD

```

```

RCU_LOC11:  CALL  WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
            CALL  DELAY_2S
RCU_LOC1X:  CALL  BLINK00
            MOV   20H,#00H
            MOV   21H,#0FH          ; ตำแหน่ง 21H เก็บค่า 00H
            MOV   R1,#KEYNUM        ; Start RAM addr. for keep num.
MATGEPR:    CALL  KEY                ; Find key num.
            MOV   @R1,A
            CALL  COMPARE2          ; Compare key and change HEX to ASCII
            CJNE  A,#0CH,MATGEPR1   ; If key is 0C clear LCD
            JMP   MATGEPR
MATGEPR1:   CJNE  A,#0DH,MATGEPR2   ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
            RET
MATGEPR2:   CJNE  A,#0EH,MATGEPR3   ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
            JMP   MATGEPR
MATGEPR3:   CJNE  A,#0FH,MATGEPR4   ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
            JMP   RCU_LOC1X
MATGEPR4:   CJNE  A,#011H,MATGEPR5  ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
            JMP   MATGEPR
MATGEPR5:   CJNE  A,#012H,MATGEPR6  ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
            JMP   MATGEPR
MATGEPR6:   CJNE  A,#013H,MATGEPR7  ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
            JMP   MATGEPR
MATGEPR7:   CJNE  A,#010H,SHOW_GEPR ; กด DATA ?
            MOV   A,21H
            CJNE  A,#0FH,FLY        ; ยังไม่ได้กดหลักหน่วย ?
            JMP   RCU_LOC11        ; รอรับค่าใหม่
FLY:        CALL  MEM_LOCAL         ; ถ้ากดหลักหน่วยแล้วให้บันทึกข้อมูลได้เลย
            JMP   CREATE
SHOW_GEPR:  MOV   LCD_DATA,A
            CALL  WRCHAR_LCD
            INC   R1                ; Add next num. position
            CJNE  R1,#22H,MATGEPR   ; กด Local ครบ 2 ตำแหน่ง?
M2M:       CALL  KEY
            CJNE  A,#10H,M2M_1      ; กด DATA ?
            MOV   A,20H
            ADD   A,21H
            CJNE  A,#0FH,N_SYNC_1  ; เป็น 0 ทั้งสองหลัก ?
            JMP   RCU_LOC11        ; ถ้ากด 0 ทั้งสองหลัก ให้รอรับค่า Local ใหม่

```

```

N_SYNC_1:  CJNE  A,#00H,N_SYNC
           JMP   RCU_LOC11
N_SYNC:   CALL  MEM_LOCAL          ; นำค่า Local ไปบันทึก
           JMP   CREATE
M2M_1:    CJNE  A,#0FH,M2M_2      ; กด Clear ?
           JMP   RCU_LOC11
M2M_2:    CJNE  A,#0DH,M2M       ; กด Back ?
           RET
;***** ไปรกรรมย่อ นำค่า Local เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอก *****;
MEM_LOCAL: MOV   A,LINE
           CJNE  A,#01H,MEM_LOCAL1 ; Line = 01 เก็บไว้ใน RCU
           CALL  INVERSE_ASCII
           CJNE  A,#01H,XRCU       ; กด RCU Local 01?
           MOV   DPTR,#01000H      ; กด RCU Local 01 ให้ DPTRชี้ที่ 1000H
           JMP   D
XRCU:     SUBB  A,#01H             ; ลดลง 1
           MOV   B,#0EH            ; คูณด้วย 15
           MUL   AB
           MOV   DPL,A
           MOV   A,B
           ADD  A,#010H
           MOV   DPH,A             ; ตำแหน่งที่ DPTRชี้
           INC  DPTR               ; DPTR เพิ่ม 1
           JMP   D
MEM_LOCAL1: CJNE  A,#02H,MEM_LOCAL2 ; Line = 02 เก็บไว้ใน SUB
           CALL  INVERSE_ASCII
           CJNE  A,#01H,XSUB       ; กด SUB Local 01?
           MOV   DPTR,#02000H      ; กด SUB Local 01 ให้ DPTRชี้ที่ 2000H
           JMP   D
XSUB:     SUBB  A,#01H             ; ลดลง 1
           MOV   B,#0EH            ; คูณด้วย 15
           MUL   AB
           MOV   DPL,A
           MOV   A,B
           ADD  A,#020H
           MOV   DPH,A             ; ตำแหน่งที่ DPTRชี้
           INC  DPTR               ; DPTR เพิ่ม 1
           JMP   D

```

```

MEM_LOCAL2: CALL INVERSE_ASCII
              CJNE A,#01H,MLTR          ; กด Tel Local 01?
              MOV DPTR,#0000H          ; กด Local 01 ให้ DPTRชี้ที่ 0000H
              JMP D
MLTR:        SUBB A,#01H                ; ลดลง 1
              MOV B,#0EH                ; คูณด้วย 15
              MUL AB
              MOV DPH,B                  ; ตำแหน่งที่ DPTR ชี้
              MOV DPL,A
              INC DPTR                   ; DPTR เพิ่ม 1

D:           MOV DPL_00,DPL
              MOV DPH_00,DPH
              MOV R1,#KEYNUM
E:           MOV A,@R1
              MOVX @DPTR,A
              CALL DELAY_5mS
              INC R1
              INC DPTR
              CJNE R1,#022H,E           ; มันก็ครบ 2 หลัก?
              MOV A,#5FH                ; มันก็ตัวกัน ' ' (5Fh)
              MOVX @DPTR,A
              CALL DELAY_5mS
;***** โปรแกรมย่อยแสดง Local *****;
              CALL LCD_CLR
              MOV LCD_ADDR,#000H        ; Set Address 00H
              CALL SET_ADDR_LCD
              MOV A,LINE
              CJNE A,#01H,X21
              MOV DPTR,#TITLE_63        ; Show ' RCU Loc.. ' on LCD
              JMP X23
X21:        CJNE A,#02H,X22
              MOV DPTR,#TITLE_64        ; Show ' SUB Loc.. ' on LCD
              JMP X23
X22:        MOV DPTR,#TITLE_76         ; Show ' Telephone Loc.. ' on LCD

X23:        CALL WRLINE_LCD             ; 40H-47H (Increase automatic)
              CALL DELAY_5mS
              MOV LCD_ADDR,#041H        ; Set Address 40H

```

```

CALL SET_ADDR_LCD
MOV R1,#20H
MOV DPH,DPH_00 ;DPTR ไบต์สูงไว้ใน DPH
MOV DPL,DPL_00 ;DPTR ไบต์ต่ำไว้ใน DPL
X12: MOVX A,@DPTR
;MOV A,@R1
CALL DELAY_1mS
CALL COMPARE2
MOV LCD_DATA,A
CALL WRCHAR_LCD
CALL DELAY_1mS
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
;INC R1
;MOV A,@R1
CJNE A,#05FH,X12
;CJNE R1,#22H,X12
CALL DELAY_2S
;***** โปรแกรมย่อยรับค่า Tel. Num. และแสดงหมายเลขโทรศัพท์ *****;
RCU_NUM1: MOV LCD_ADDR,#000H ; Set Address 00H
CALL SET_ADDR_LCD ;
MOV A,LINE
CJNE A,#01H,RCU_X
MOV DPTR,#TITLE_39 ; Show 'Press RCU num..' on LCD
CALL WRLINE_LCD ; 40H-47H (Increase automatic)
MOV LCD_ADDR,#040H ; Set Address 00H
CALL SET_ADDR_LCD ;
MOV DPTR,#TITLE_66 ; Show 'RCU num Clear' on LCD
JMP RCU_NUM2
RCU_X: CJNE A,#02H,RCU_Y
MOV DPTR,#TITLE_59 ; Show 'Press SUB num..' on LCD
CALL WRLINE_LCD ; 40H-47H (Increase automatic)
MOV LCD_ADDR,#040H ; Set Address 00H
CALL SET_ADDR_LCD ;
MOV DPTR,#TITLE_68 ; Show 'SUB num Clear' on LCD
JMP RCU_NUM2
RCU_Y: MOV DPTR,#TITLE_38 ; Show 'Press TEL num..' on LCD
CALL WRLINE_LCD ; 40H-47H (Increase automatic)
MOV LCD_ADDR,#040H ; Set Address 040H

```

```

CALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR,#TITLE_70 ; Show 'Tel num Clear' on LCD
RCU_NUM2: CALL WRLINE_LCD ; 00H-07H (Increase automatic)
CALL DELAY_2S
RCU_NUMX: CALL BLINK00
MOV R1,#KEYNUM ; Start RAM addr. at #20H for keep num.
RCU_NUM3: CALL KEY ; Find key num.
MOV @R1,A
CALL COMPARE2 ; Compare key and change HEX to ASCII
CJNE A,#010H,RCU_NUM4 ; If key is 0C clear LCD
CALL MEM_NUM
RET
RCU_NUM4: CJNE A,#0CH,RCU_NUM5 ; If key is 0C clear LCD
JMP RCU_NUM3
RCU_NUM5: CJNE A,#0FH,RCU_NUM6 ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
JMP RCU_NUMX
RCU_NUM6: CJNE A,#0DH,RCU_NUM7 ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
RET
RCU_NUM7: CJNE A,#011H,RCU_NUM8 ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
JMP RCU_NUM3
RCU_NUM8: CJNE A,#012H,RCU_NUM9 ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
JMP RCU_NUM3
RCU_NUM9: CJNE A,#013H,RCU_NUM10 ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
JMP RCU_NUM3
RCU_NUM10: CJNE A,#0EH,SHOW_NUMR ; If key isn't Back bottom go to SHOW_NUMBER
JMP RCU_NUM3
SHOW_NUMR: MOV LCD_DATA,A
CALL WRCHAR_LCD
INC R1 ; Add next num. position
MOV A,LINE
CJNE A,#01H,X13
JMP X14
X13: CJNE A,#02H,X15
NOP
X14: CJNE R1,#029H,RCU_NUM3
JMP A1
X15: CJNE R1,#2CH,RCU_NUM3 ; กดเลขหมายครบ 13 ตำแหน่ง?

```

```

CJNE  A,#010H,A1_2
MOV   A,#010H
MOV   @R1,A
CALL  MEM_NUM
RET
A1_2: CJNE  A,#0FH,A1_3
      JMP   RCU_NUM2
A1_3: CJNE  A,#0DH,A1
      RET

;***** โปรแกรมย่อหน้าค่า Tel. Num. เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอก *****;
MEM_NUM: MOV   DPH,DPH_00
        MOV   DPL,DPL_00
        INC   DPTR
        INC   DPTR
        INC   DPTR
        MOV   R1,#KEYNUM ; ตำแหน่งเก็บเลขหมาย
MEM_NUM1: MOV   A,@R1
        MOVX  @DPTR,A ; เก็บเลขหมายไว้ที่ DPTR ชั่วอยู่
        CALL  DELAY_5mS
        INC   DPTR
        INC   R1
        MOV   A,@R1
        CJNE  A,#010H,MEM_NUM1 ; บันทึกจนกว่าจะเจอ 010h
        MOV   A,#00FH ; ปิดด้วยตัวหยุด (0Fh)
        MOVX  @DPTR,A
        CALL  DELAY_5mS

;***** โปรแกรมดูเบอร์ใน Local ที่เก็บไว้ *****;
X1:     CALL  LCD_CLR;Show '
        MOV   LCD_ADDR,#000H ; Set Address 00H
        CALL  SET_ADDR_LCD ;
        MOV   A,LINE
        CJNE  A,#01H,X2
        MOV   DPTR,#TITLE_71 ; Show 'RCU local&num' on LCD
        JMP   X4
X2:     CJNE  A,#02H,X3
        MOV   DPTR,#TITLE_72 ; Show 'SUB local&num' on LCD
        JMP   X4
X3:     MOV   DPTR,#TITLE_42 ; Show 'TEL local&num' on LCD

```

```

X4:      CALL    WRLINE_LCD          ; 40H-47H (Increase automatic)
        MOV     LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 00H
        CALL    SET_ADDR_LCD
        MOV     DPH,DPH_00          ; DPTR ไบต์สูงไว้ใน DPH
        MOV     DPL,DPL_00         ; DPTR ไบต์ต่ำไว้ใน DPL
        CALL    DELAY_100mS
        CALL    SHOW_NUMBER
        CALL    DELAY_500mS
XREA:    CALL    KEY
        CJNE   A,#010H,XREA
        RET
;***** โปรแกรมย่อหน้า Tel. Num. จากหน่วยความจำภายนอกแล้วโทรออก *****;
;CALL_RCU: MOV    R1,#23H           ; กำหนดตำแหน่งเก็บเลขหมายตัวแรก
;          ;CALL   OFFRCU1         ; ยกหูโทรศัพท์
;          ;CALL   TITLE14
;CALL_RCU1: MOV   A,@R1            ; นำเลขหมายเก็บไว้ใน Reg.A
;          CALL   K                ; ส่งสัญญาณ DTMF
;          INC    R1              ; เพิ่มตำแหน่งที่เก็บเลขหมาย
;          MOV   A,@R1
;          CJNE  A,#5FH,CALL_RCU1 ; ส่งเลขหมายจนกว่าจะเจอดัวยหยุด (5Fh)
;ON:      CALL   SCAN_KEY1
;          CJNE  A,#0EH,ON        ; กดวางหูโทรศัพท์
;          ;          CALL   ONRCU1
;          RET
;***** โปรแกรมดูเลขหมายด้าน RCU ลำดับ 01-25 *****;
RCU_READ: CALL   LCD_CLR
        MOV    A,LINE
        CJNE  A,#01H,SUB_READX
RCU_READY: CALL  DELAY_100mS
        MOV   MULA,#00H
        MOV   LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
        CALL  SET_ADDR_LCD
        MOV   DPTR,#01000H
        CALL  DELAY_100mS
        CALL  SHOW_NUMBER
        CALL  RIGHT02
        MOV   LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 40H
        CALL  SET_ADDR_LCD
        MOV   DPTR,#0100FH

```

```

MOV     DPH_40,DPH
MOV     DPL_40,DPL
CALL    DELAY_100mS
CALL    SHOW_NUMBER
CALL    DELAY_100mS
JMP     RCU_READ1
SUB_READX: JMP     SUB_READ
RCU_READ1: CALL    KEY
          CJNE   A,#00FH,RCU_READ3      ; กดปุ่ม UP
          MOV    A,MULA
          CJNE   A,#019H,RCU_READ2      ; ตรวจสอบลำดับหน้า
          CALL   RCU_LAST                ; แสดงหน้าสุดท้าย
          JMP    RCU_READ1
RCU_READ2: CALL    UP                    ; UP 1 PAGE
          JMP    RCU_READ1
RCU_READ3: CJNE   A,#0CH,RCU_READ5      ; กดปุ่ม DOWN
          MOV    A,MULA
          CJNE   A,#000H,RCU_READ4      ; ตรวจสอบลำดับหน้า
          JMP    RCU_READY              ; แสดงหน้าแรก
RCU_READ4: CALL    DOWN                  ; DOWN 1 PAGE
          JMP    RCU_READ1
RCU_READ5: CJNE   A,#0DH,RCU_READ1      ; กดปุ่ม C
          RET
RCU_LAST: CALL    DELAY_100mS
          CALL   LCD_CLR
          MOV    LCD_ADDR,#000H          ; Set Address 00H
          CALL   SET_ADDR_LCD
          MOV    DPTR,#01143H            ; RCU Local 25
          MOV    DPL_00,DPL
          MOV    DPH_00,DPH
          CALL   DELAY_100mS
          CALL   SHOW_NUMBER
          CALL   RIGHT02
          MOV    LCD_ADDR,#040H          ; Set Address 40H
          CALL   SET_ADDR_LCD
          MOV    DPTR,#01151H            ; RCU Local 25
          CALL   DELAY_100mS
          CALL   SHOW_NUMBER
          MOV    MULA,#019H

```

```

CALL    DELAY_100mS
RET
;***** โปรแกรมดูเลขหมายลำดับ 01- 25 ด้านSUB *****;
SUB_READ:    CJNE    A,#02H,READX
SUB_READY:   CALL    DELAY_100mS
MOV         MULA,#00H
MOV         LCD_ADDR,#000H           ; Set Address 00H
CALL        SET_ADDR_LCD
MOV         DPTR,#02000H
CALL        DELAY_100mS
CALL        SHOW_NUMBER
CALL        RIGHT02
MOV         LCD_ADDR,#040H           ; Set Address 40H
CALL        SET_ADDR_LCD
MOV         DPTR,#0200FH
MOV         DPH_40,DPH
MOV         DPL_40,DPL
CALL        DELAY_100mS
CALL        SHOW_NUMBER
JMP        SUB_READ1
READX:    JMP    READ
SUB_READ1:    CALL    KEY
CJNE    A,#00FH,SUB_READ3           ; กดปุ่ม UP
MOV     A,MULA
CJNE    A,#019H,SUB_READ2           ; ตรวจสอบลำดับหน้า
CALL    SUB_LAST                     ; แสดงหน้าสุดท้าย
JMP     SUB_READ1
SUB_READ2:    CALL    UP                 ; UP 1 PAGE
JMP     SUB_READ1
SUB_READ3:    CJNE    A,#0CH,SUB_READ5           ; กดปุ่ม DOWN
MOV     A,MULA
CJNE    A,#000H,SUB_READ4           ; ตรวจสอบลำดับหน้า
JMP     SUB_READY                     ; แสดงหน้าแรก
SUB_READ4:    CALL    DOWN                 ; DOWN 1 PAGE
JMP     SUB_READ1
SUB_READ5:    CJNE    A,#0DH,SUB_READ1
RET
SUB_LAST:    CALL    DELAY_100mS
CALL        LCD_CLR

```

```

MOV    LCD_ADDR,#000H          ; Set Address 00H
CALL   SET_ADDR_LCD           ;
MOV    DPTR,#02143H           ;SUB Local 25
MOV    DPL_00,DPL
MOV    DPH_00,DPH
CALL   DELAY_100mS
CALL   SHOW_NUMBER
CALL   RIGHT02
MOV    LCD_ADDR,#040H          ; Set Address 40H
CALL   SET_ADDR_LCD           ;
MOV    DPTR,#02151H           ; SUB Local 25
CALL   DELAY_100mS
CALL   SHOW_NUMBER
MOV    MULA,#019H
CALL   DELAY_100mS
RET
;***** โปรแกรมดูเลขหมายโทรศัพท์ธรรมดา *****;
READ:  CALL   DELAY_100mS
MOV    MULA,#00H
MOV    LCD_ADDR,#000H          ; Set Address 00H
CALL   SET_ADDR_LCD
MOV    DPTR,#0000H
CALL   DELAY_100mS
CALL   SHOW_NUMBER
CALL   RIGHT02
MOV    LCD_ADDR,#040H          ; Set Address 40H
CALL   SET_ADDR_LCD           ;
MOV    DPTR,#000FH
MOV    DPH_40,DPH
MOV    DPL_40,DPL
CALL   DELAY_10mS
CALL   SHOW_NUMBER
CALL   DELAY_10mS
READ1: CALL   SCAN_KEY1
CJNE  A,#0FH,READ3
MOV   A,MULA
CJNE  A,#062H,READ2
CALL  LAST
JMP   READ1

```

```

READ2:      CALL    UP                ; UP 1 PAGE
            JMP     READ1
READ3:      CJNE   A,#0CH,READ5
            MOV    A,MULA
            CJNE   A,#000H,READ4
            JMP    READ
READ4:      CALL    DOWN              ; DOWN 1 PAGE
            JMP    READ1
READ5:      CJNE   A,#0DH,READ6
            RET
READ6:      CJNE   A,#01H,READ7
            MOV    KEYNUM,#09H
            CALL   TEL_READ
            JMP    READ
READ7:      CJNE   A,#02H,READ8
            MOV    KEYNUM,#013H
            CALL   TEL_READ
            JMP    READ
READ8:      CJNE   A,#03H,READ9
            MOV    KEYNUM,#01DH
            CALL   TEL_READ
            JMP    READ
READ9:      CJNE   A,#04H,READ10
            MOV    KEYNUM,#027H
            CALL   TEL_READ
            JMP    READ
READ10:     CJNE   A,#05H,READ11
            MOV    KEYNUM,#031H
            CALL   TEL_READ
            JMP    READ
READ11:     CJNE   A,#06H,READ12
            MOV    KEYNUM,#03BH
            CALL   TEL_READ
            JMP    READ
READ12:     CJNE   A,#07H,READ13
            MOV    KEYNUM,#045H
            CALL   TEL_READ
            JMP    READ
READ13:     CJNE   A,#08H,READ14

```

```

MOV    KEYNUM,#04FH
CALL   TEL_READ
JMP    READ
READ14: CJNE  A,#09H,READY
MOV    KEYNUM,#059H
CALL   TEL_READ
READY: JMP    READ

LAST:  CALL   LCD_CLR
MOV    LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
CALL   SET_ADDR_LCD      ;
MOV    DPTR,#0843H        ; Local 98
MOV    DPL_00,DPL
MOV    DPH_00,DPH
CALL   DELAY_100mS
CALL   SHOW_NUMBER
CALL   DELAY_10mS
CALL   RIGHT02
MOV    LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 40H
CALL   SET_ADDR_LCD      ;
MOV    DPTR,#0851H        ; Local 99
CALL   DELAY_100mS
CALL   SHOW_NUMBER
MOV    MULA,#063H
RET

;***** โปรแกรมเคลื่อนลงดูเลขหมายตำแหน่งที่ต้องการ *****;
TEL_READ: CALL   LCD_CLR
MOV    LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
CALL   SET_ADDR_LCD
MOV    A,KEYNUM
MOV    MULA,A
INC    MULA
MOV    B,#0EH
MUL   AB
MOV    DPL,A
MOV    DPH,B
INC    DPTR
MOV    DPL_00,DPL
MOV    DPH_00,DPH

```

```

CALL    DELAY_100mS
CALL    SHOW_NUMBER
CALL    DELAY_10mS
CALL    RIGHT02
MOV     LCD_ADDR,#040H      ; Set Address 40H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV     DPL,DPL_00
MOV     DPH,DPH_00
CALL    ADD_0EH
CALL    DELAY_100mS
CALL    SHOW_NUMBER
TEL_READX: CALL    KEY
          CJNE   A,#0FH,TEL_READ_1
          MOV    A,MULA
          CJNE   A,#063H,TEL_READ_3
          CALL   LAST
          JMP    TEL_READX
TEL_READ_3: CALL    UP
          JMP    TEL_READX
TEL_READ_1: CJNE   A,#0CH,TEL_READ_2
          MOV    A,MULA
          CJNE   A,#00H,TEL_READ_4
          JMP    READ
TEL_READ_4: CALL    DOWN
          JMP    TEL_READX
TEL_READ_2: CJNE   A,#0DH,TEL_READX
          RET
;***** โปรแกรมเลื่อนขึ้นดูเลขหมายที่ละ 1 เลขหมาย *****;
UP:      CALL    DELAY_100mS
          CALL    LCD_CLR
          MOV    DPL_00,DPL_40
          MOV    DPH_00,DPH_40
          MOV    DPH,DPH_40
          MOV    DPL,DPL_40
          CALL   ADD_0EH
          MOV    LCD_ADDR,#000H      ; Set Address 00H
          CALL   SET_ADDR_LCD
          MOV    DPL,DPL_00
          MOV    DPH,DPH_00

```

```

CALL    DELAY_100mS
CALL    SHOW_NUMBER
CALL    DELAY_10mS
CALL    RIGHT02
MOV     LCD_ADDR,#040H           ; Set Address 40H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV     DPL,DPL_40
MOV     DPH,DPH_40
CALL    DELAY_100mS
CALL    SHOW_NUMBER
INC     MULA                       ; เพิ่มตำแหน่งเก็บลำดับ 1-99 หน้าของเลขหมาย
CALL    DELAY_100mS
RET
;***** โปรแกรมเลื่อนดูเลขหมายทีละ 1 เลขหมาย *****;
DOWN:   CALL    LCD_CLR
CALL    DELAY_100mS
MOV     DPL_40,DPL_00
MOV     DPH_40,DPH_00
MOV     DPH,DPH_00
MOV     DPL,DPL_00
CALL    DEC_0EH
MOV     LCD_ADDR,#000H           ; Set Address 00H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV     DPL,DPL_00
MOV     DPH,DPH_00
CALL    DELAY_100mS
CALL    SHOW_NUMBER
CALL    DELAY_10mS
CALL    RIGHT02
MOV     LCD_ADDR,#040H           ; Set Address 40H
CALL    SET_ADDR_LCD
MOV     DPL,DPL_40
MOV     DPH,DPH_40
CALL    DELAY_100mS
CALL    SHOW_NUMBER
DEC     MULA                       ; ตำแหน่งเก็บลำดับ 1-99 หน้าของเลขหมาย
CALL    DELAY_100mS
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;/***** โปรแกรมเพิ่ม DPTR 15 ค่า *****/;
ADD_0EH:      MOV    R1,#0EH
ADD_0EH_1:    INC    DPTR
              DJNZ  R1,ADD_0EH_1
              MOV    DPL_40,DPL
              MOV    DPH_40,DPH
              RET

;/***** โปรแกรมลด DPTR 15 ค่า *****/;
DEC_0EH:      MOV    A,DPL
              SUBB  A,#0EH
              JNB  PSW.7,DEC_0EH_1
              MOV  DPL,A
              DEC  DPH
              MOV  DPL_00,DPL
              MOV  DPH_00,DPH
              RET
DEC_0EH_1:    MOV    DPL,A
              MOV  DPL_00,DPL
              MOV  DPH_00,DPH
              RET

;/***** โปรแกรมแปลงฐาน 10 เป็น ค่าตัวเลขของฐาน 16 *****/;
INVERSE_ASCII: MOV  A,20H
              SWAP  A
              CJNE A,#00H,INVERSE
INVERSE3:     MOV  ASCII_1,A      ;ASCII_1=30H
              MOV  A,21H
              ADD  A,ASCII_1
              RET

;/***** *****/;
INVERSE: SUBB  A,#10H
              ADD  A,#0AH
              CJNE A,#0AH,INVERSE1
              JMP  INVERSE3
INVERSE1:     MOV  ASCII_2,A      ;ASCII_2=31H
              ANL  A,#0F0H
              SWAP  A
              MOV  R2,A
              MOV  A,ASCII_2
INVERSE2:     SUBB  A,#06H

```

```

        DJNZ    R2,INVERSE2
        JMP     INVERSE3
;***** โปรแกรมนำค่าจาก DPTR ภายนอกแสดงบนจอ LCD *****;
SHOW_NUMBER: MOVX    A,@DPTR
              CALL    DELAY_1mS
              CALL    COMPARE2
              MOV     LCD_DATA,A
              CALL    WRCHAR_LCD
              INC     DPTR          ; เพิ่มตำแหน่ง DPTR
              MOVX   A,@DPTR
              CALL    DELAY_1mS
              CJNE   A,#00FH,SHOW_NUMBER ; เจอตัวหยุด(0Fh) ?
              RET
;*****;
BLINK00:     CALL    SPACE_00
              MOV     LCD_ADDR,#000H ; Set Address 00H
              CALL    SET_ADDR_LCD
              CALL    LCD_BLINK      ; Blink Cursor
              RET
;*****;
RIGHT02:    MOV     LCD_ADDR,#002H ; Set Address 02H
              CALL    SET_ADDR_LCD
              MOV     LCD_DATA,#7EH ; Blink Cursor
              CALL    WRCHAR_LCD
              RET
;*****;
BLINK40:    CALL    SPACE_40
              MOV     LCD_ADDR,#040H ; Set Address 40H
              CALL    SET_ADDR_LCD
              CALL    LCD_BLINK      ; Blink Cursor
              RET
;***** โปรแกรมย่อยลบเลขหมาย ด้าน RCU & SUB*****;
CLR_DATA:   MOV     LCD_ADDR,#00H ; Set Address 02H
              CALL    SET_ADDR_LCD
              MOV     DPTR,#TITLE_86 ; Show 'Clear Line Data'
              CALL    WRLINE_LCD
              CALL    TITLE10 ; Show 'RCU SUB' on LCD
              CALL    DELAY_1S

```

```

VX:      CALL    KEY
        CJNE   A,#0CH,V1
        MOV    LINE,#01H
        CALL   LINE_CLR5
        CALL   DELAY_300mS
        JMP    CLR_DATA
V1:      CJNE   A,#0FH,V2
        MOV    LINE,#02H
        CALL   LINE_CLR5
        CALL   DELAY_300mS
        JMP    CLR_DATA
V2:      CJNE   A,#0DH,VX
        RET
;*****/;
LINE_CLR5:  MOV    LCD_ADDR,#00H      ; Set Address 02H
        CALL   SET_ADDR_LCD
        MOV    A,LINE
        CJNE   A,#01H,JF
        MOV    DPTR,#TITLE_87      ; Show 'Clear RCU DATA'
        JMP    JFK
JF:      MOV    DPTR,#TITLE_89      ; Show 'Clear SUB DATA'
JFK:     CALL   WRLINE_LCD
        MOV    LCD_ADDR,#40H      ; Set Address 02H
        CALL   SET_ADDR_LCD
        MOV    DPTR,#TITLE_88      ; Show 'Confirm'
        CALL   WRLINE_LCD
JK:      CALL   KEY
        CJNE   A,#010H,JK1
        CALL   LINE_CLR9
        RET
JK1:     CJNE   A,#0DH,JK
        RET
;*****/;
LINE_CLR9:  MOV    A,LINE
        CJNE   A,#01H,N
        MOV    DPTR,#1000H
DX:      MOV    A,#00H
        MOVX   @DPTR,A
        INC    DPTR

```

```

MOV    A,DPH
CJNE   A,#1FH,DX
MOV    R1,#01H                ; กำหนดค่าแรมตำแหน่งข้อมูล RCU 25 คู่สาย
MUX2:  MOV    A,R1
        MOV    B,#0EH
        MUL   AB
        MOV   DPL,A
        MOV   A,B
        ADD   A,#010H          ; กำหนดแรมตำแหน่งเริ่มต้นที่ 01000H
        MOV   DPH,A
        MOV   A,#0FH
        MOVX  @DPTR,A
        INC   R1
        CJNE  R1,#020H,MUX2
        MOV   LCD_ADDR,#00H    ; Set Address 02H
        CALL  SET_ADDR_LCD
        MOV   DPTR,#TITLE_87   ; Show 'Clear RCU DATA'
        JMP   DC
;*****/
N:     MOV   DPTR,#2000H
DY:    MOV   A,#00H
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,DPH
        CJNE  A,#1FH,DY
        MOV   R1,#01H          ; กำหนดค่าแรมตำแหน่งข้อมูล SUB 25 คู่สาย
MUX3:  MOV   A,R1
        MOV   B,#0EH
        MUL   AB
        MOV   DPL,A
        MOV   A,B
        ADD   A,#020H          ; กำหนดแรมตำแหน่งเริ่มต้นที่ 02000H
        MOV   DPH,A
        MOV   A,#0FH
        MOVX  @DPTR,A
        INC   R1
        CJNE  R1,#020H,MUX3
        MOV   LCD_ADDR,#00H    ; Set Address 02H
        CALL  SET_ADDR_LCD

```

```

MOV DPTR,#TITLE_89 ; Show 'Clear SUB DATA '

DC: CALL WRLINE_LCD
CALL DELAY_10mS
MOV LCD_ADDR,#40H ; Set Address 02H
CALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR,#TITLE_90 ; Show ' Complete '
CALL WRLINE_LCD
CALL DELAY_3S
RET
;***** เปลี่ยนรหัส HEX เป็นรหัส DTMF *****/;
COMPARE1: CJNE A,#00H,SET_STAR
MOV A,#0AH
RET
SET_STAR: CJNE A,#0AH,SET_SHARP
MOV A,#0BH
RET
SET_SHARP: CJNE A,#0BH,SET_CHR
MOV A,#0CH
RET
SET_CHR: RET
;/***** CHANGE HEX. CODE TO ASCII. ONLY *****/;
COMPARE2: CJNE A,#00H,SET_21
MOV A,#30H
RET
SET_21: CJNE A,#01H,SET_22
MOV A,#31H
RET
SET_22: CJNE A,#02H,SET_23
MOV A,#32H
RET
SET_23: CJNE A,#03H,SET_24
MOV A,#33H
RET
SET_24: CJNE A,#04H,SET_25
MOV A,#34H
RET
SET_25: CJNE A,#05H,SET_26
MOV A,#35H

```

```

RET
SET_26:    CJNE  A,#06H,SET_27
           MOV   A,#36H
           RET
SET_27:    CJNE  A,#07H,SET_28
           MOV   A,#37H
           RET
SET_28:    CJNE  A,#08H,SET_29
           MOV   A,#38H
           RET
SET_29:    CJNE  A,#09H,SET_2A
           MOV   A,#39H
           RET
SET_2A:    CJNE  A,#0AH,SET_2B
           MOV   A,#2AH
           RET
SET_2B:    CJNE  A,#0BH,SET_213
           MOV   A,#23H
           RET
SET_213:   RET
;***** ไปรแกมรอรับคีย์ แก่แปด *****;
SCAN_KEY:  MOV   R4,#02d           ; Do 02 times
KEY_DELAY1: MOV  R5,#100d         ; Do 100 times
KEY_DELAY2: MOV  R6,#100d         ; Do 100 times
KEY_DELAY3: MOV  R7,#0E6h        ; Each loop = 1 ms

SCAN_1:    MOV   DPTR,#PORTB_2    ; Scan key for show num. to send
           MOVX  A,@DPTR
           JB   ACC.5,SCAN_OUT    ; ถ้าคาคีย์ไป SCAN_OUT
           DJNZ R7,SCAN_1
           DJNZ R6,KEY_DELAY3
           DJNZ R5,KEY_DELAY2
           DJNZ R4,KEY_DELAY1
           RET
SCAN_OUT:  ANL   A,#1FH           ; เอาค่าคีย์ออกมา
           PUSH ACC
SCAN_OUT1: MOV   DPTR,#PORTB_2    ; Read DA from key pad
           MOVX  A,@DPTR
           JB   ACC.5,SCAN_OUT1

```

```

POP ACC
CALL DELAY_100ms
CALL DELAY_100ms
RET ; เก็บ HEX ไว้ใน Reg. A
;***** โปรแกรมรับคีย์ แก้เบาดีส กระโดดไป TELEPHONE *****;
SCAN_KEY1: MOV R4,#100d ; Do 100 times
KEY_DELAY11: MOV R5,#100d ; Do 100 times
KEY_DELAY12: MOV R6,#100d ; Do 100 times
KEY_DELAY13: MOV R7,#0E6h ; Each loop = 1 ms
SCAN_11: MOV DPTR,#PORTB_2 ; Scan key for show num. to send
MOVX A,@DPTR
JB ACC.5,SCAN_OUT_1 ; ถ้ากดคีย์ไป SCAN_OUT
DJNZ R7,SCAN_11 ; ไม่ได้กดคีย์ หนึ่งวงเวลา
DJNZ R6,KEY_DELAY13
DJNZ R5,KEY_DELAY12
DJNZ R4,KEY_DELAY11
JMP EXIT ; กระโดดไปเมนูหลัก
SCAN_OUT_1: ANL A,#01FH ; เอาค่าคีย์ออกมา
PUSH ACC ; เก็บเอาไว้ก่อนนะ
SCAN_OUT12: MOV DPTR,#PORTB_2 ; Read DA from key pad
MOVX A,@DPTR
JB ACC.5,SCAN_OUT12 ; ยังกดคีย์เดิมอยู่ใช่ไหม
POP ACC ; ดึงเอาค่าคีย์ อันนี้ยะ
;CALL DELAY_100ms
CALL DELAY_100ms
RET ; เก็บ HEX ไว้ใน Reg. A
EXIT: CALL LCD_CLR
MOV SP,#040H ; Go to MAIN MENU
MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY_300ms
RET
;*****;
SPACE_00: MOV LCD_ADDR,#000H ; Set Address 00H
CALL SET_ADDR_LCD
MOV DPTR,#TITLE_13 ; Show ' ' on LCD
CALL WRLINE_LCD ; 00H-07H (Increase automatic)
RET

```

```

;/*****;/
SPACE_40:    MOV     LCD_ADDR,#040H           ; Set Address 40H
             CALL    SET_ADDR_LCD
             MOV     DPTR,#TITLE_13        ; Show '    ' on LCD
             CALL    WRLINE_LCD           ; 00H-07H (Increase automatic)
             RET

;/***** LCD Initialize *****/;
INIT_LCD:    MOV     DPTR,#WR_INSLCD       ; Write Instruction
             MOV     A,#00111000B         ; Function Set (038H)
             MOVX    @DPTR,A              ; DL=1 8bit,N=1 1/16duty,F=0
             LCALL   BUSY_LCD              ; Wait LCD Busy
             CALL    LCD_OFF               ; Display Off
             CALL    LCD_CLR               ; Clear Display
             MOV     A,#00000110B         ; Entry Mode Set
             MOVX    @DPTR,A              ; I/D=1 increment, S=0 right
             LCALL   BUSY_LCD              ; Wait LCD Busy
             CALL    LCD_HOME              ; Return Home Display
             RET

;/***** Read Busy Flag LCD *****/;
BUSY_LCD:    PUSH    DPH
             PUSH    DPL
             PUSH    ACC
             MOV     DPTR,#RD_INSLCD
BUSY1:       MOVX    A,@DPTR
             JB      ACC.7,BUSY1
             POP     ACC
             POP     DPL
             POP     DPH
             RET

;/***** LCD Clear Display *****/;
LCD_CLR:     PUSH    DPH
             PUSH    DPL
             LCALL   BUSY_LCD              ; Wait LCD Busy
             MOV     DPTR,#WR_INSLCD
             MOV     A,#00000001B         ; Display Clear
             MOVX    @DPTR,A
             POP     DPL
             POP     DPH
             CALL    DELAY_10mS

```

```

RET
;***** LCD Return Home *****;
LCD_HOME:  PUSH   DPH
           PUSH   DPL
           LCALL  BUSY_LCD           ;Wait LCD Busy
           MOV    DPTR,#WR_INSLCD
           MOV    A,#0000010B       ; Return Home
           MOVX   @DPTR,A
           POP    DPL
           POP    DPH
           RET

;***** LCD Display Off *****;
LCD_OFF:   PUSH   DPH
           PUSH   DPL
           LCALL  BUSY_LCD           ;Wait LCD Busy
           MOV    DPTR,#WR_INSLCD
           MOV    A,#00001000B      ; Display Off
           MOVX   @DPTR,A
           POP    DPL
           POP    DPH
           RET

;***** LCD Display On *****;
LCD_ON:    PUSH   DPH
           PUSH   DPL
           LCALL  BUSY_LCD           ;Wait LCD Busy
           MOV    DPTR,#WR_INSLCD
           MOV    A,#00001100B      ; Display On
           MOVX   @DPTR,A
           POP    DPL
           POP    DPH
           RET

;***** LCD Cursor On *****;
LCD_BLINK: PUSH   DPH
           PUSH   DPL
           LCALL  BUSY_LCD           ;Wait LCD Busy
           MOV    DPTR,#WR_INSLCD
           MOV    A,#00001111B      ; Display Cursor and Blink
           MOVX   @DPTR,A
           POP    DPL

```

```

        POP    DPH
        RET
;***** LCD Left Shift Display *****/;
LCD_SHL:  PUSH   DPH
          PUSH   DPL
          LCALL  BUSY_LCD           ;Wait LCD Busy
          MOV    DPTR,#WR_INSLCD
          MOV    A,#00011000B      ; Left Shift Display
          MOVX   @DPTR
          POP    DPL
          POP    DPH
          RET
;/ ***** LCD Right Shift Display *****/;
LCD_SHR:  PUSH   DPL
          LCALL  BUSY_LCD           ; Wait LCD Busy
          MOV    DPTR,#WR_INSLCD
          MOV    A,#00011100B      ; Right Shift Display
          MOVX   @DPTR,A
          POP    DPL
          POP    DPH
          RET
;/***** Set LCD Address *****/;
;/***** I/P: LCD_ADDR *****/;
SET_ADDR_LCD:  PUSH   DPL
               PUSH   DPH
               LCALL  BUSY_LCD           ; Wait LCD Busy
               MOV    DPTR,#WR_INSLCD
               MOV    A,LCD_ADDR        ; Move LCD_ADDR to ACC.
               SETB   ACC.7             ; Set DD RAM
               MOVX   @DPTR,A
               POP    DPH
               POP    DPL
               RET
;/***** Write Character to show LCD *****/;
;/***** I/P: LCD_DATA *****/;
WRCHAR_LCD:  PUSH   DPL
               PUSH   DPH
               LCALL  BUSY_LCD           ; Wait LCD Busy
               MOV    A,LCD_DATA        ; Move LCD_DATA to DATABUS

```

```

MOV    DPTR,#WR_DATLCD
MOVX   @DPTR,A
POP    DPH
POP    DPL
CALL   LCD_ON           ; Display On
RET

;***** Write Line of 8 Character from ROM *****;
;***** I/P:  DPTR : Locate ROM Address *****;
WRLINE_LCD:  MOV    R0,#00H           ; Clear loop counter
WRLINE_LCD_1: CLR    A
MOVX   A,@A+DPTR        ; Move data from @DPTR to ACC.
PUSH   DPH
PUSH   DPL
LCALL  BUSY_LCD        ; Wait LCD Busy
MOV    DPTR,#WR_DATLCD
MOVX   @DPTR,A
POP    DPL
POP    DPH
INC    DPTR            ; Increase Pointer
INC    R0              ; Increase loop counter
CJNE  R0,#10H,WRLINE_LCD_1 ; Do until 11 times
CALL  LCD_ON          ; Display On
RET

;*****;
;** Dummy Delay time LCD_DELAY, 10m, 100m, 1s **;
;*****;
LCD_DELAY:  MOV    R7,#002           ; Do 2 times 2mS
LCD_DELAY_1: MOV    6,#0E6H         ; Each loop = 1 ms
LCD_DELAY_2: NOP
NOP
DJNZ   R6,LCD_DELAY_2
DJNZ   R7,LCD_DELAY_1
RET

DELAY_1ms:  MOV    R7,#001           ; Do 1 times
DELAY_1ms_1: MOV    R6,#0E6H         ; Each loop = 1 ms
DELAY_1ms_2: NOP
NOP

```

```

        DJNZ    R6,DELAY_1ms_2
        DJNZ    R7,DELAY_1ms_1
        RET

DELAY_5ms:    MOV     R7,#005           ; Do 1 times
DELAY_5ms_1:  MOV     R6,#0E6H         ; Each loop = 1 ms
DELAY_5ms_2:  NOP
              NOP
              DJNZ    R6,DELAY_5ms_2
              DJNZ    R7,DELAY_5ms_1
              RET

DELAY_10ms:   MOV     R7,#010          ; Do 1 times
DELAY_10ms_1: MOV     R6,#0E6H         ; Each loop = 1 ms
DELAY_10ms_2: NOP
              NOP
              DJNZ    R6,DELAY_10ms_2
              DJNZ    R7,DELAY_10ms_1
              RET

DELAY_50ms:   MOV     R7,#050          ; Do 1 times
DELAY_50ms_1: MOV     R6,#0E6H         ; Each loop = 1 ms
DELAY_50ms_2: NOP
              NOP
              DJNZ    R6,DELAY_50ms_2
              DJNZ    R7,DELAY_50ms_1
              RET

DELAY_100ms:  MOV     R7,#100           ; Do 100 times
DELAY_100ms_1: MOV     R6,#0E6H        ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms_2: NOP
              NOP
              DJNZ    R6,DELAY_100ms_2
              DJNZ    R7,DELAY_100ms_1
              RET

DELAY_200ms:  MOV     5,#02             ; Do 2 times
DELAY_200ms_1: CALL    DELAY_100ms
              DJNZ    5,DELAY_200ms_1

```

```

RET

DELAY_300ms:  MOV    5,#03                ; Do 3 times
DELAY_300ms_1: CALL   DELAY_100ms
                DJNZ   5,DELAY_300ms_1
                RET

DELAY_500ms:  MOV    5,#05                ; Do 5 times
DELAY_500ms_1: CALL   DELAY_100ms
                DJNZ   5,DELAY_500ms_1
                RET

DELAY_1s:     MOV    5,#010              ; Do 10 times
DELAY_1s_1:   CALL   DELAY_100ms
                DJNZ   5,DELAY_1s_1
                RET

DELAY_2s:     MOV    5,#020              ; Do 20 times
DELAY_2s_1:   CALL   DELAY_100ms
                DJNZ   5,DELAY_2s_1
                RET

DELAY_3s:     MOV    5,#030              ; Do 30 times
DELAY_3s_1:   CALL   DELAY_100ms
                DJNZ   5,DELAY_3s_1
                RET

DELAY_4s:     MOV    5,#040              ; Do 40 times
DELAY_4s_1:   CALL   DELAY_100ms
                DJNZ   5,DELAY_4s_1
                RET

;*****/
;/* Define Constant < Store in Flash EEPROM Program Memory > */;
;*****/
;                0123456789abcdef
TITLE_1:      DB    ' TELEPHONE LINE '
TITLE_2:      DB    '& SIGNAL CHECKER'
TITLE_3:      DB    ' Select Function'

```

TITLE_4:	DB	' Please '
TITLE_5:	DB	' Telephone set '
TITLE_6:	DB	' offhook '
TITLE_7:	DB	'Ringing.... '
TITLE_8:	DB	' Press hook '
TITLE_9:	DB	'Conversation....'
TITLE_10:	DB	'RCU SUB'
TITLE_11:	DB	'Press Number....'
TITLE_12:	DB	"
TITLE_13:	DB	' ;Space Line
TITLE_14:	DB	'Sending..... '
TITLE_15:	DB	'Select SUB 1-4 '
TITLE_16:	DB	'Ready !!! '
TITLE_17:	DB	'Sub1 OFFHOOK '
TITLE_18:	DB	'Sub1 ONHOOK '
TITLE_19:	DB	'Sub2 OFFHOOK '
TITLE_20:	DB	'Sub2 ONHOOK '
TITLE_21:	DB	'Sub3 OFFHOOK '
TITLE_22:	DB	'Sub3 ONHOOK '
TITLE_23:	DB	'Sub4 OFFHOOK '
TITLE_24:	DB	'Sub4 ONHOOK '
TITLE_25:	DB	' onhook '
TITLE_26:	DB	"
TITLE_27:	DB	'Send Ringing....'
TITLE_28:	DB	'Read Create'
TITLE_29:	DB	'Select RCU 1-4'
TITLE_30:	DB	'Press TEL local.'
TITLE_31:	DB	'SIGNAL '
TITLE_32:	DB	'DATA '
TITLE_33:	DB	'Line RCU Data'
TITLE_34:	DB	' Test Dial '
TITLE_35:	DB	' Not Available '
TITLE_36:	DB	' LINE Memory..'
TITLE_37:	DB	'Show local '
TITLE_38:	DB	'Press TEL number'
TITLE_39:	DB	'Press RCU num.'
TITLE_40:	DB	' LINE CHECKER '
TITLE_41:	DB	' Calling !!! '
TITLE_42:	DB	'TEL local&num'

TITLE_43:	DB	'RCU1	'
TITLE_44:	DB	'RCU2	'
TITLE_45:	DB	'RCU3	'
TITLE_46:	DB	'RCU4	'
TITLE_47:	DB	' RCU1 Clear'	
TITLE_48:	DB	' RCU2 Clear'	
TITLE_49:	DB	' RCU3 Clear'	
TITLE_50:	DB	' RCU4 Clear'	
TITLE_51:	DB	'RCU1 Sending..'	
TITLE_52:	DB	'RCU2 Sending..'	
TITLE_53:	DB	'RCU3 Sending..'	
TITLE_54:	DB	'RCU4 Sending..'	
TITLE_55:	DB	'RCU1 Offhook	'
TITLE_56:	DB	'RCU2 Offhook	'
TITLE_57:	DB	'RCU3 Offhook	'
TITLE_58:	DB	'RCU4 Offhook	'
TITLE_59:	DB	'Press SUB num.'	
TITLE_60:	DB	'Press RCU Loc.'	
TITLE_61:	DB	'Press SUB Loc.'	
TITLE_62:	DB	'Line SUB Data.'	
TITLE_63:	DB	'RCU Local....	'
TITLE_64:	DB	'SUB Local....	'
TITLE_65:	DB	'RCU loc. Clear'	
TITLE_66:	DB	'RCU num Clear'	
TITLE_67:	DB	'SUB loc. Clear'	
TITLE_68:	DB	'SUB num Clear'	
TITLE_69:	DB	'TEL loc. Clear'	
TITLE_70:	DB	'TEL num Clear'	
TITLE_71:	DB	'RCU local&num..'	
TITLE_72:	DB	'SUB local&num..'	
TITLE_73:	DB	' SIGNAL CHECKER'	
TITLE_74:	DB	' SIGNAL '	
TITLE_75:	DB	'Telephone Data..'	
TITLE_76:	DB	'Telephone local.'	
TITLE_77:	DB	'Processing..	'
TITLE_78:	DB	'Please wait..	'
TITLE_79:	DB	'Signal quality	'
TITLE_80:	DB	'RCU = %	'
TITLE_81:	DB	' Test A2D	'

TITLE_82:	DB	' Adjust AV. '
TITLE_83:	DB	'Select Signal '
TITLE_84:	DB	'RCU PABX'
TITLE_85:	DB	'PABX = % '
TITLE_86:	DB	'Clear LINE DATA '
TITLE_87:	DB	'Clear RCU DATA'
TITLE_88:	DB	' Please Confirm '
TITLE_89:	DB	'Clear SUB DATA'
TITLE_90:	DB	' Complete '

END

รูปที่ ค.42 โปรแกรมเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก
รายละเอียดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 รายการอุปกรณ์ของวงจร โทรศัพท์

ชนิดของอุปกรณ์	ลำดับที่	ขนาด/เบอร์	จำนวน(ตัว)	
ไอซี	IC1	TP5088	1	
	IC2	MC34017	1	
	IC3	4N26	1	
ตัวต้านทาน	R1	4.7 กิโลโอห์ม	1	
	R2, R3, R8, R11	10 กิโลโอห์ม	4	
	R4	510 โอห์ม	1	
	R5, R7	15 โอห์ม	2	
	R6, R13	15 กิโลโอห์ม	2	
	R9	1 กิโลโอห์ม	1	
	R10	6.8 กิโลโอห์ม	1	
	R12	220 กิโลโอห์ม	1	
	R14	560 โอห์ม	1	
	R15	22 กิโลโอห์ม	1	
	R16	2.7 กิโลโอห์ม	1	
	R17	50 กิโลโอห์ม	1	
	ตัวเก็บประจุ	C1	1 ไมโครฟารัด 16 โวลต์	1
		C2	2.2 ไมโครฟารัด 16 โวลต์	1
C3, C4, C8, C9, C13,		10 ไมโครฟารัด 16 โวลต์	4	
C5		220 ไมโครฟารัด 16 โวลต์	1	
C6, C7		0.1 ไมโครฟารัด	2	
C10		1 นาโนฟารัด	1	
C11		4.6 ไมโครฟารัด 16 โวลต์	1	
C12		0.1 ไมโครฟารัด 250 โวลต์	1	
ทรานซิสเตอร์		Q1	2N5550	1
	Q2	2N2222	1	
	Q3	BC337	1	
คริสตัล	XTAL1	3.597 MHz	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรโทรศัพท์

ไดโอด	BD1, BD2	BRIDGE DIODE	2
	D1	DIODE	1
	LED1, LED2	LED	2
รีเลย์	RL1, RL2	รีเลย์ 2 คอนแท็ค	2
คริสตอล	XTAL1	3.597 MHz	1
บัสเซอร์	BUZZER	บัสเซอร์	1

ตารางที่ ง.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์

ชนิดของอุปกรณ์	ลำดับที่	ขนาด/เบอร์	จำนวน(ตัว)
ไอซี	IC4	74LS10	1
ตัวต้านทาน	R18	500 โอห์ม	1
	R19, R24	100 โอห์ม	2
	R20, R25, R26	2.7 กิโลโอห์ม	3
	R21, R22 R28	4.7 กิโลโอห์ม	3
	R23	12 กิโลโอห์ม	1
	R27	200 โอห์ม	1
	R29	1 กิโลโอห์ม	1
ตัวเก็บประจุ	C14, C15, C16	10 ไมโครฟารัด 63โวลต์	3
ทรานซิสเตอร์	Q4	TIP126	1
	Q5	TIP121	1
	Q6	TIP110	1
	Q7	BC337	1
ไดโอด	ZD1, ZD2	ZENER DIODE 3.6 โวลต์	2
	D2	1N4148	1
	D3, D4, D5	1N4002	3
	LED3	LED	1
รีเลย์	RL3	รีเลย์ 2 คอนแท็ค	1

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
 เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรสแกนคีย์

ชนิดของอุปกรณ์	ลำดับที่	ขนาด/เบอร์	จำนวน(ตัว)
ไอซี	IC5	MM74C923	1
	IC6	SN74LS373	1
ตัวเก็บประจุ	C17, C20	0.01 ไมโครฟารัด	2
	C18	10 ไมโครฟารัด 16 โวลต์	1
	C19	0.1 ไมโครฟารัด	1

ตารางที่ ง.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรถ่ายกำเนิดสัญญาณเสียง

ชนิดของอุปกรณ์	ลำดับที่	ขนาด/เบอร์	จำนวน(ตัว)
ไอซี	IC7	AT89C2051	1
	IC8	LF353	1
	IC9	ULN2003	1
ตัวต้านทาน	R30	10 กิโลโอห์ม	1
	R31, R32	150 กิโลโอห์ม	2
ตัวเก็บประจุ	C21	30 ไมโครฟารัด 16 โวลต์	1
	C22, C23	30 พิโคฟารัด	2
	C24	4.7 นาโนฟารัด	1
	C25	2.2 นาโนฟารัด	1
	C26	4.7 ไมโครฟารัด 16 โวลต์	1
รีเลย์	RL4, RL5	รีเลย์ 2 คอนแท็ค	2
คริสตอล	XTAL2	11.952 MHz	1
สวิตช์	SW1	คิปสวิตช์	1

ตารางที่ ง.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรรีเลย์

ชนิดของอุปกรณ์	ลำดับที่	ขนาด/เบอร์	จำนวน(ตัว)
ไอซี	IC10	ULN2803	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.5 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรรีเลย์

ชนิดของอุปกรณ์	ลำดับที่	ขนาด/เบอร์	จำนวน(ตัว)
รีเลย์	RL6, RL7, RL8 ,RL9 RL10, RL11	รีเลย์ 2 คอนแท็ค	6

ตารางที่ ๓.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล

ชนิดของอุปกรณ์	ลำดับที่	ขนาด/เบอร์	จำนวน(ตัว)
ไอซี	IC11	ADC0804	1
ตัวต้านทาน	VR1	20 กิโลโอห์ม	1
	VR2	100 กิโลโอห์ม	1
	R33, R37	10 กิโลโอห์ม	1
	R34, R35, R36	100 กิโลโอห์ม	1
ตัวเก็บประจุ	C27	33 ไมโครฟารัด 63 โวลต์	1
	C28	150 พิโสะฟารัด	1
	C29	0.1 ไมโครฟารัด	1
ไดโอด	D6	1N4148	1
	ZD3	4.7 โวลต์	1
	ZD4	LM336	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
คู่มือประกอบการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือประกอบการใช้งาน

เครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

1. บทนำ

เครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์นี้ สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการวัดสัญญาณภายในสายโทรศัพท์ว่ามีสัญญาณหรือไม่ เพื่อหาคุณภาพของสายโทรศัพท์ในข่ายสายโทรศัพท์ที่เหมาะสมในการส่งสัญญาณ โดยแสดงผลการวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ซึ่งเทียบได้จากต้นทางถึงปลายทางกับสัญญาณมาตรฐานจากชุมสายโทรศัพท์ และตรวจหาคู่สายที่ขาดจากกันเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะสายกระจาย (Drop Wire) ที่ไม่มีคู่มือที่ใช้เป็นตัวอ่านค่าคู่สาย เข้าด้วยกันอย่างถูกต้องเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาระบบ สามารถบันทึกการตรวจสอบคู่สายได้จำนวน 50 คู่สาย อีกทั้งยังสามารถใช้งานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป ซึ่งแสดงผลการทำงาน และควบคุมการทำงานทุกส่วนผ่านจอแสดงผลแบบผลึกเหลว

2. การใช้งานเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

- 1) ต่อสายไฟจากเครื่องจ่ายไฟเข้ากับพอร์ตด้านหลังของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์
- 2) เปิดเครื่อง หน้าจอแสดงในรูปที่ จ.1

TELEPHONE LINE
& SIGNAL CHECKER

รูปที่ จ.1 หน้าจอแอลซีดีเมื่อทำการเปิดเครื่อง

- 3) เลือกการทำงานของเครื่องจากปุ่มที่แสดงบนด้านหน้าของเครื่อง ซึ่งมีอยู่ 4 เมฆูดังต่อไปนี้
- นี่ คือ

“TEL” การทำงานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป

“LINE” การทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ ในการตรวจหาคู่สายที่ขาดให้สามารถต่อเข้าด้วยกันได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“SIGNAL” การทำงานเป็นเครื่องวัดสัญญาณโทรศัพท์ เพื่อหาคุณภาพของสายโทรศัพท์ในข่ายสายโทรศัพท์ที่เหมาะสมในการส่งสัญญาณ โดยแสดงผลการวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ซึ่งเทียบได้จากต้นทางถึงปลายทางกับสัญญาณมาตรฐานจากชุมสายโทรศัพท์

“DATA” การบันทึก และเรียกดูเลขหมายโทรศัพท์ใช้ในการบันทึก หรือเรียกดูเลขหมายที่บันทึกไว้ในขั้นตอนการทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ หรือเลขหมายที่บันทึกไว้ในเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป

2.1 การใช้งานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป

- 1) ต่อคู่สายโทรศัพท์เข้าที่ช่อง RCU1
- 2) กดปุ่ม “TEL” เพื่อเข้าสู่การทำงานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.2



Telephone Set
onhook

รูปที่ จ.2 หน้าจอเอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป

- 3) กดเลขหมายปลายทางที่ต้องการโทรออก หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.3 ถ้ากดเลขหมายผิดให้กดปุ่ม “▶” ซึ่งอยู่ใต้ข้อความ Clear บนหน้าจอ หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.3

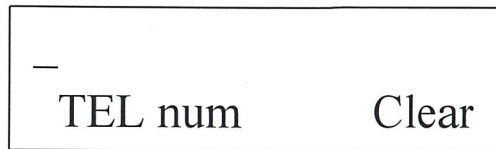


027391380
TEL num Clear

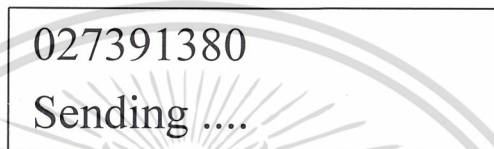
รูปที่ จ.3 หน้าจอเอลซีดีเมื่อกดเลขหมายปลายทาง

- 4) ถ้ากดเลขหมายผิดหรือต้องการกดเลขหมายใหม่ ให้กดปุ่ม “▶” ซึ่งอยู่ใต้ข้อความ Clear บนหน้าจอ หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.4
- 5) กดปุ่ม “☎” เพื่อส่งเลขหมายออกไป หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.5 แล้วเมื่อส่งเลขหมายครบแล้วหน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.6
- 6) เมื่อมีผู้รับสายก็สามารถสนทนาได้ตามปกติ เมื่อจบการสนทนา หรือต้องการวางหูเมื่อไม่มีผู้รับสาย ให้กดปุ่ม “☎”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.4 หน้าจอแอลซีดีรอรับการกดเลขหมายปลายทางใหม่



รูปที่ จ.5 หน้าจอแอลซีดีขณะทำการส่งเลขหมายปลายทาง



รูปที่ จ.6 หน้าจอแอลซีดีเมื่อส่งเลขหมายปลายทางครบ

กรณีที่มีสัญญาณเรียกเข้ามา หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.7



รูปที่ จ.7 หน้าจอแอลซีดีเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า

7) กดปุ่ม “☎” เพื่อรับสาย หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.8

8) กดปุ่ม “☎” เมื่อจบการสนทนา

Conversation Telephone Set

รูปที่ จ.8 หน้าจอแอลซีดีเมื่อยกหูสนทนา

9) เมื่อต้องการบันทึกเลขหมาย หรือดูเลขหมายที่ทำการบันทึกในเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป เมื่ออยู่ที่หน้าจอแรกเมื่อเข้าสู่การทำงานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป ให้กดปุ่ม “DATA” หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.9

TEL num	Data
Read	Create

รูปที่ จ.9 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดปุ่ม “DATA” ขณะเป็นเครื่อง โทรศัพท์ทั่วไป

10) กดปุ่ม “▶” เพื่อเข้าสู่การบันทึกเลขหมาย หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.10

TEL loc	Clear
---------	-------

รูปที่ จ.10 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเข้าสู่การบันทึกเลขหมาย โทรศัพท์

11) ใส่ตำแหน่งของ Local ที่ต้องการเก็บข้อมูล ได้ตั้งแต่ตำแหน่งที่ 01 ถึงตำแหน่งที่ 99 ถ้า กดตำแหน่งผิดหรือต้องการกดตำแหน่งใหม่ ต้องกดปุ่ม “▶” ซึ่งอยู่ใต้ข้อความ Clear หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.11

12) เมื่อกดตำแหน่ง Local เรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม “DATA” เพื่อเก็บตำแหน่ง Local ไว้ หน้าจอจะแสดงข้อความให้ใส่เลขหมายที่จะทำการบันทึก หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

02	
RCU loc	Clear

รูปที่ จ.11 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกตำแหน่ง Local ของโทรศัพท์

TEL num	Clear
---------	-------

รูปที่ จ.12 หน้าจอแอลซีดีให้ใส่เลขหมายโทรศัพท์ที่จะทำการบันทึก

13) ใส่เลขหมายที่ต้องการบันทึกโดยมีความยาวไม่เกิน 12 เลขหมาย ถ้ากดเลขหมายผิดหรือต้องการกดเลขหมายใหม่ ต้องกดปุ่ม “▶” ซึ่งอยู่ใต้ข้อความ Clear หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.13

027391390	
TEL num	Clear

รูปที่ จ.13 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกเลขหมายโทรศัพท์

14) เมื่อบันทึกเลขหมายเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม “DATA” เพื่อเก็บเลขหมายไว้หลังจากบันทึกตำแหน่ง Local และบันทึกเลขหมายเรียบร้อยแล้ว เครื่องจะแสดงตำแหน่ง Local และเลขหมายที่บันทึกไว้ให้ดูอีกครั้งเพื่อยืนยันความถูกต้อง หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.14

TEL local & num
02_027391390

รูปที่ จ.14 หน้าจอแอลซีดีแสดงผลการบันทึกเลขหมายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15) กดปุ่ม “©” เพื่อออกจากการบันทึกเลขหมาย

16) การเรียกดูเลขหมายที่บันทึกไว้ กดปุ่ม “◀” เมื่ออยู่ที่หน้าจอแรกเมื่อเข้าสู่การทำงาน เป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป เพื่อเข้าสู่การเรียกดูเลขหมายที่บันทึกไว้ เครื่องจะแสดงตำแหน่ง Local และบันทึกเลขหมายบนหน้าจอ ครั้งละ 2 บรรทัด ดังแสดงในรูปที่ จ.15

01→027391389

02_027391390

รูปที่ จ.15 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเรียกดูเลขหมายโทรศัพท์ที่บันทึกไว้

17) สามารถเลื่อนดูข้อมูลที่บันทึกไว้ได้โดยการกดปุ่มเลื่อนขึ้น หรือลงได้โดยกดปุ่ม “▶” เมื่อต้องการเลื่อนตำแหน่ง Local ขึ้น 1 ตำแหน่ง และกดปุ่ม “◀” เมื่อต้องการเลื่อนตำแหน่ง Local ลง 1 ตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ จ.16

02→027391390

03_027391385

รูปที่ จ.16 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลื่อนตำแหน่ง Local ขึ้น 1 ตำแหน่ง

18) กดปุ่ม “©” เพื่อออกจากการเรียกดูเลขหมายที่บันทึก

2.2 การใช้งานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์

1) ทำการต่อสายโทรศัพท์ที่มาจากชุมสายเข้าที่ช่อง RCU1 ถึง RCU4 และ SUB1 ถึง SUB4

2) กดปุ่ม “LINE” เพื่อเข้าสู่การทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.17

3) กดปุ่ม “◀” เข้าสู่การทำงานในส่วนตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสาย หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.18

4) กดปุ่มหมายเลข “1”, “2”, “3” หรือ “4” เพื่อเลือกคู่สายที่จะทำการตรวจสอบ หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINE CHECKER	
RCU	SUB

รูปที่ จ.17 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์

Select	RCU 1 - 4
--------	-----------

รูปที่ จ.18 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสาย

RCU 1
Ready !!!

รูปที่ จ.19 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกคู่สายที่จะทำการตรวจสอบทางด้านชุมสาย

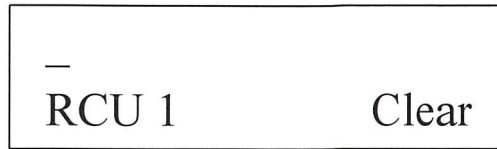
5) กดเลขหมายที่ใช้ในการสอบถามเบอร์กับชุมสาย หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.20

17016	RCU 1	Clear
-------	-------	-------

รูปที่ จ.20 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดเลขหมายที่ใช้สอบถามเบอร์ทางชุมสาย

6) เมื่อกดเลขหมายที่ใช้ในการสอบถามเบอร์ทางชุมสายผิดหรือต้องการกดเลขหมายใหม่ ต้องกดปุ่ม “▶” ซึ่งอยู่ใต้ข้อความ Clear หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.21 หน้าจอแอลซีดีเมื่อรอรับการกดเลขหมายที่ใช้สอบถามเบอร์ทางชุมสายใหม่

6) กดปุ่ม “【” เพื่อส่งเลขหมายออกไป หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.22 แล้วเมื่อส่งเลขหมายครบแล้วหน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.23



รูปที่ จ.22 หน้าจอแอลซีดีขณะทำการส่งเลขหมายสอบถามเบอร์ทางชุมสาย



รูปที่ จ.23 หน้าจอแอลซีดีเมื่อส่งเลขหมายสอบถามเบอร์ทางชุมสายครบ

7) เมื่อมีผู้รับสายก็สามารถสนทนาได้ตามปกติ เมื่อจบการสนทนา หรือต้องการวางหูเมื่อไม่มีผู้รับสาย ให้กดปุ่ม “【”

8) เมื่อต้องการบันทึกเลขหมายที่ทำการตรวจสอบแล้วทางด้านชุมสาย ให้กดปุ่ม “DATA” หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.24

9) กดปุ่ม “▶” เพื่อเข้าสู่การบันทึกเลขหมาย หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.25

10) ใ้ตำแหน่งของ Local ที่ต้องการเก็บข้อมูล ได้ตั้งแต่ตำแหน่งที่ 01 ถึงตำแหน่งที่ 25 ถ้ากดตำแหน่งผิดหรือต้องการกดตำแหน่งใหม่ ต้องกดปุ่ม “▶” ซึ่งอยู่ใต้ข้อความ Clear หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.26

Line RCU	Data
Read	Create

รูปที่ จ.24 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดปุ่ม “DATA” ขณะตรวจสอบคู่สายทางด้านชุมสาย

RCU loc	Clear
---------	-------

รูปที่ จ.25 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเข้าสู่การบันทึกเลขหมายทางด้านชุมสาย

01	RCU loc	Clear
----	---------	-------

รูปที่ จ.26 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกตำแหน่ง Local ทางด้านชุมสาย

11) เมื่อกดตำแหน่ง Local เรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม “DATA” เพื่อเก็บตำแหน่ง Local ไว้ หน้าจอจะแสดงข้อความให้ใส่เลขหมายที่จะทำการบันทึก หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.27

RCU num	Clear
---------	-------

รูปที่ จ.27 หน้าจอแอลซีดีให้ใส่เลขหมายทางด้านชุมสายที่จะทำการบันทึก

12) ใส่เลขหมายที่ต้องการบันทึก โดยมีความยาวไม่เกิน 12 เลขหมาย ถ้ากดเลขหมายผิด หรือต้องการกดเลขหมายใหม่ ต้องกดปุ่ม “▶” ซึ่งอยู่ใต้ข้อความ Clear หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.28

027391380
RCU num Clear

รูปที่ จ.28 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกเลขหมายทางด้านชุมสาย

13) เมื่อบันทึกเลขหมายเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม “DATA” เพื่อเก็บเลขหมายไว้หลังจากบันทึกตำแหน่ง Local และบันทึกเลขหมายเรียบร้อยแล้ว เครื่องจะแสดงตำแหน่ง Local และเลขหมายที่บันทึกไว้ให้ดูอีกครั้งเพื่อยืนยันความถูกต้อง หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.29

RCU local & num
01_027391380

รูปที่ จ.29 หน้าจอแอลซีดีแสดงผลการบันทึกเลขหมายทางด้านชุมสาย

- 14) กดปุ่ม “©” เพื่อออกจากการบันทึกเลขหมาย
- 15) กดปุ่ม “▶” เข้าสู่การทำงานในส่วนตรวจสอบคู่สายทางด้านผู้เช่า จากหน้าจอที่เข้าสู่การทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.30

Select SUB 1 - 4
—

รูปที่ จ.30 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกตรวจสอบคู่สายทางด้านผู้เช่า

16) กดปุ่มหมายเลข “1”, “2”, “3” หรือ “4” เพื่อเลือกคู่สายที่จะทำการตรวจสอบ หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.31 ถ้าโทรศัพท์ปลายทางของคู่สายที่เลือกมีการยกหูอยู่ จะไม่สามารถส่งสัญญาณเรียกไปได้ หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.32 ต้องกดปุ่ม “©” เพื่อกลับไปเลือกคู่สายใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUB 1	Onhook
-------	--------

รูปที่ จ.31 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกคู่สายทางด้านผู้เช่า

SUB 1	Offhook
Not	Avaliable

รูปที่ จ.32 หน้าจอแอลซีดีเมื่อคู่สายทางด้านผู้เช่ามีการยกหูอยู่

17) ทำการส่งสัญญาณเรียกไปยังคู่สายทางบ้านผู้เช่า หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.33

SUB 1	Onhook
Calling !!!	

รูปที่ จ.33 หน้าจอแอลซีดีเมื่อส่งสัญญาณเรียกไปยังบ้านผู้เช่า

18) เมื่อมีผู้รับสายก็สามารถสนทนาได้ตามปกติ หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.34 เมื่อจบการสนทนา หรือต้องการวางหูเมื่อไม่มีผู้รับสาย ให้กดปุ่ม “๕”

SUB 1	Offhook
Conversation ...	

รูปที่ จ.34 หน้าจอแอลซีดีเมื่อผู้เช่ายกหูสนทนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19) เมื่อต้องการบันทึกเลขหมายที่ทำการตรวจสอบแล้วทางผู้เช่า ให้กดปุ่ม “DATA” หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.35

Line	SUB	Data
Read		Create

รูปที่ จ.35 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดปุ่ม “DATA” ขณะตรวจสอบคู่สายทางด้านผู้เช่า

20) กดปุ่ม “▶” เพื่อเข้าสู่การบันทึกเลขหมาย หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.36

—	SUB loc	Clear
---	---------	-------

รูปที่ จ.36 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเข้าสู่การบันทึกเลขหมายทางด้านผู้เช่า

21) ใส่ตำแหน่งของ Local ที่ต้องการเก็บข้อมูล ได้ตั้งแต่ตำแหน่งที่ 01 ถึงตำแหน่งที่ 25 ถ้ากดตำแหน่งผิดหรือต้องการกดตำแหน่งใหม่ ต้องกดปุ่ม “▶” ซึ่งอยู่ใต้ข้อความ Clear หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.37

01	SUB loc	Clear
----	---------	-------

รูปที่ จ.37 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกตำแหน่ง Local ทางด้านชุมสาย

22) เมื่อกดตำแหน่ง Local เรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม “DATA” เพื่อเก็บตำแหน่ง Local ไว้ หน้าจอจะแสดงข้อความให้ใส่เลขหมายที่จะทำการบันทึก หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.38

23) ใส่เลขหมายที่ต้องการบันทึกโดยมีความยาวไม่เกิน 12 เลขหมาย ถ้ากดเลขหมายผิดหรือต้องการกดเลขหมายใหม่ ต้องกดปุ่ม “▶” ซึ่งอยู่ใต้ข้อความ Clear หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

— SUB num Clear

รูปที่ จ.38 หน้าจอแอลซีดีให้ใส่เลขหมายทางด้านผู้เข้าที่จะทำการบันทึก

027391380 SUB num Clear

รูปที่ จ.39 หน้าจอแอลซีดีเมื่อบันทึกเลขหมายทางด้านผู้เข้า

24) เมื่อบันทึกเลขหมายเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม “DATA” เพื่อเก็บเลขหมายไว้หลังจากบันทึกตำแหน่ง Local และบันทึกเลขหมายเรียบร้อยแล้ว เครื่องจะแสดงตำแหน่ง Local และเลขหมายที่บันทึกไว้ให้ดูอีกครั้ง เพื่อยืนยันความถูกต้อง หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.40

SUB local & num 01_027391380

รูปที่ จ.40 หน้าจอแอลซีดีแสดงผลการบันทึกเลขหมายทางด้านผู้เข้า

25) กดปุ่ม “©” เพื่อออกจากการบันทึกเลขหมาย

2.3 การใช้งานเป็นเครื่องวัดสัญญาณโทรศัพท์

1) ทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องการวัดสัญญาณเข้าที่ขั้ว TIP และ RING ของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณ โทรศัพท์

2) กดปุ่ม “SIGNAL” เพื่อเข้าสู่การทำงานของเป็นเครื่องวัดสัญญาณโทรศัพท์ หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.41

SIGNAL CHECKER

รูปที่ จ.41 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเป็นเครื่องวัดสัญญาณโทรศัพท์

3) เมื่อต้องการวัดสัญญาณภายในคู่สายโทรศัพท์ ให้กดปุ่ม “SIGNAL” เครื่องจะทำการประมวลผลของสัญญาณ หน้าจอจะแสดงข้อความว่าเครื่องกำลังประมวลผลของสัญญาณอยู่ ดังแสดงในรูปที่ จ.42 จากนั้นจะแสดงค่าคุณภาพของสัญญาณที่วัดได้ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในรูปที่ จ.43

Processing
Plese Wait

รูปที่ จ.42 หน้าจอแอลซีดีขณะเครื่องกำลังประมวลผล

Signal quality
= 100 %

รูปที่ จ.43 หน้าจอแอลซีดีที่แสดงค่าการวัดคุณภาพสัญญาณ

การวัดสัญญาณในคู่สายโทรศัพท์จะนำมาใช้ประโยชน์ในการบอกคุณภาพของสายโทรศัพท์ว่ามีการสูญเสียจากการลดทอนต่างๆ ภายในสายลงไปมากน้อยเพียงใด โดยการเปรียบเทียบระดับของสัญญาณที่ส่งออกมาจากชุมสาย จากนั้นนำมาคำนวณค่าออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์สามารถนำมาเทียบออกมาเป็นคุณภาพของสายโทรศัพท์ได้โดยเทียบกับตารางการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ของสัญญาณที่วัดได้กับคุณภาพของสายโทรศัพท์ ดังแสดงในตารางที่ จ.1

ตารางที่ จ.1 การเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ของสัญญาณกับคุณภาพของสายโทรศัพท์

เปอร์เซ็นต์ที่วัดได้ (%)	คุณภาพของสายโทรศัพท์
0 – 20 %	ไม่สามารถใช้งานได้
21- 30 %	ไม่สามารถใช้งานได้
31- 40 %	สามารถใช้งานได้
41 – 50 %	สามารถใช้งานได้
51 – 60 %	สามารถใช้งานได้
61 – 70 %	สามารถใช้งานได้
71 – 80 %	สามารถใช้งานได้
81 – 90 %	สามารถใช้งานได้
91 – 100 %	สามารถใช้งานได้

2.4 การเรียกดูเลขหมายที่บันทึกในเครื่องตรวจสอบคู่สาย

2.4.1 การเรียกดูเลขหมายที่บันทึก

1) จากหน้าจอแรกเมื่อทำการเปิดเครื่อง กดปุ่ม “DATA” เครื่องจะเข้าสู่การทำงานเป็นการเรียกดูเลขหมายที่บันทึกไว้ขณะที่ทำงานเป็นเครื่องตรวจสอบคู่สาย หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.44

Line SUB Memory
RCU SUB

รูปที่ จ.44 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกดปุ่ม “DATA” จากหน้าจอหลัก

- 2) กดปุ่ม “◀” เมื่อเลือกดูเลขหมายทางด้านชุมสาย หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.45
- 3) กดปุ่ม “◀” เพื่อดูเลขหมายทางด้านชุมสาย หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.46
- 4) กดปุ่ม “▶” เมื่อต้องการเลื่อนตำแหน่ง Local ขึ้น 1 ตำแหน่ง และกดปุ่ม “◀” เมื่อต้องการเลื่อนตำแหน่ง Local ลง 1 ตำแหน่ง ดังรูปที่ จ.47
- 5) กดปุ่ม “©” เพื่อออกจากการดูเลขหมายด้านชุมสาย

Line	RCU	Data
Read		Create

รูปที่ จ.45 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกตัวเลขหมายที่บันทึกไว้ทางชุมสาย

01→027391380
02_027381234

รูปที่ จ.46 หน้าจอแอลซีดีแสดงเลขหมายทางที่บันทึกไว้ด้านชุมสาย

02→027381234
03_027391388

รูปที่ จ.47 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลื่อนตำแหน่ง Local ขึ้น 1 ตำแหน่ง

6) กดปุ่ม “◀” จากหน้าจอเรียกดูเลขหมายที่บันทึกในการตรวจสอบคู่สาย เพื่อเลือกเลขหมายทางด้านผู้เช่า หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.48

Line	SUB	Data
Read		Create

รูปที่ จ.48 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกตัวเลขหมายที่บันทึกไว้ทางผู้เช่า

7) กดปุ่ม “◀” เพื่อดูเลขหมายทางด้านชุมสาย หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.49

8) กดปุ่ม “▶” เมื่อต้องการเลื่อนตำแหน่ง Local ขึ้น 1 ตำแหน่ง และกดปุ่ม “◀” เมื่อต้องการเลื่อนตำแหน่ง Local ลง 1 ตำแหน่ง ดังรูปที่ จ.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

01→027391380

02_027381234

รูปที่ จ.49 หน้าจอเอลซีดีแสดงเลขหมายบันทึกไว้ทางด้านผู้เช่า

02→027381234

03_027391388

รูปที่ จ.50 หน้าจอเอลซีดีเมื่อเลื่อนตำแหน่ง Local ขึ้น 1 ตำแหน่ง

9) กดปุ่ม “©” เพื่อออกจากการดูเลขหมายด้านชุมสาย

2.4.2 การลบข้อมูลที่บันทึก

1) กดปุ่ม “DATA” จากหน้าจอของการเรียกดูเลขหมาย จะเข้าสู่การลบเลขหมายที่บันทึกในหน่วยความจำ หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.51

Clear	Line	DATA
RCU		SUB

รูปที่ จ.51 หน้าจอเอลซีดีเมื่อเข้าสู่การลบเลขหมายที่บันทึกในหน่วยความจำ

2) กดปุ่ม “◀” เมื่อเลือกลบเลขหมายที่บันทึกด้าน RCU หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.52

Clear	RCU	DATA
Please	Confirm	

รูปที่ จ.52 หน้าจอเอลซีดีเมื่อเลือกลบเลขหมายที่บันทึกด้าน RCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กดปุ่ม “DATA” เพื่อยืนยันการลบเลขหมายที่บันทึกด้าน RCU เครื่องจะทำการลบเลขหมายในหน่วยความจำที่เก็บเลขหมายทางด้าน RCU หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.53

Clear RCU DATA
Complete

รูปที่ จ.53 หน้าจอแอลซีดียืนยันการลบเลขหมายที่บันทึกด้าน RCU

4) กดปุ่ม “▶” จากหน้าจอการลบเลขหมายที่บันทึกในหน่วยความจำ เพื่อเลือกลบเลขหมายที่บันทึกด้าน SUB หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.54

Clear SUB DATA
Please Confirm

รูปที่ จ.54 หน้าจอแอลซีดีเมื่อเลือกลบเลขหมายที่บันทึกด้าน SUB

5) กดปุ่ม “DATA” เพื่อยืนยันการลบเลขหมายที่บันทึกด้าน SUB เครื่องจะทำการลบเลขหมายในหน่วยความจำที่เก็บเลขหมายทางด้าน SUB หน้าจอแสดงดังรูปที่ จ.55

Clear SUB DATA
Complete

รูปที่ จ.55 หน้าจอแอลซีดียืนยันการลบเลขหมายที่บันทึกด้าน SUB

3) การซ่อมบำรุงเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์

3.1) บทนำ

แนวทางในการซ่อมบำรุงของเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์เป็นเพียงการซ่อมบำรุง และแก้ไขปัญหาในเบื้องต้นเท่านั้น หากมีปัญหที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากคู่มือประกอบการซ่อมบำรุงเล่มนี้ ให้ทำการติดต่อกับผู้ชำนาญงานในเรื่องนี้โดยเฉพาะเท่านั้น ไม่ควรทำการซ่อมบำรุง และแก้ไขเองโดยเด็ดขาด

3.2) แนวทางในการซ่อมบำรุงเบื้องต้น

3.2.1) เมื่อต่อสายจากเครื่องจ่ายไฟเข้าเครื่อง และทำการเปิดสวิตช์แล้ว เครื่องไม่ทำงาน
การแก้ไข

- ตรวจสอบพอร์ตว่าอยู่ในสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งานหรือไม่ และตรวจสอบว่าเสียบพอร์ตแน่นหรือไม่

- ตรวจสอบว่ามีไฟฟ้าเข้าเครื่องหรือไม่ โดยการวัดไฟที่พอร์ต ซึ่งมีพอร์ตจ่ายไฟมีการออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ จ.56 คือ

ขา 1 คือ +90 VAC

ขา 2 คือ +90 VAC

ขา 3 คือ GND

ขา 4 คือ +48 VDC

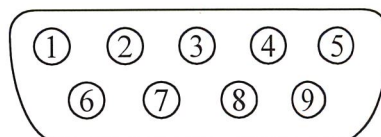
ขา 5 คือ +12 VDC

ขา 6 คือ -12 VDC

ขา 7 คือ +5 VDC

ขา 8 ไม่ได้ใช้งาน

ขา 9 ไม่ได้ใช้งาน



รูปที่ จ.56 พอร์ตจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3) ข้อเสนอแนะการใช้งานเบื้องต้น

3.3.1) การใช้งานเครื่องตรวจสอบคู่สาย และสัญญาณโทรศัพท์ควรมีการตรวจสอบการต่อสาย หรือพอร์ตต่างๆ ให้ถูกต้องทุกครั้ง เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

3.3.2) ในการใช้งานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไปให้ต่อสายโทรศัพท์เข้ากับช่อง RCU 1 เท่านั้น

3.3.3) ในการใช้งานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไปควรทำการตรวจสอบว่าเครื่องจะสามารถทำงานได้ โดยการตรวจสอบว่ามีสัญญาณไดอัลหรือไม่ ทำได้โดยเมื่อเข้าสู่การใช้งานเป็นเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.2 ให้กดปุ่ม “[” จะได้ยินสัญญาณไดอัลออกที่หูฟัง หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ จ.57



Test Dial
Telephone Set

รูปที่ จ.57 หน้าจอแอลซีดีเมื่อทำการทดสอบสัญญาณไดอัล

บรรณานุกรม

- กัลยาณี บุญชู และคณะ. **ชุดฝึกหัดสายโทรศัพท์**. ปรินญาณิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541
- ชัยวัฒน์ ฟองสินธุ์ และคณะ. **เครื่องสาธิตหุ้มสายโทรศัพท์ระบบแอนะล็อก**. ปรินญาณิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541
- ฉัตรชัย ทารวงษา. **“เครื่องตรวจคู่สาย และเคเบิล”** โครงการ **HOBBY ELECTRONIC 10**
- จิรพงษ์ นามแก่น. **“บอร์ดเครื่องชาร์จถ่านอเนกประสงค์”** **เซมิคอนดักเตอร์ 216**. 2543
- ทิวากร อิมสะอาด และคณะ. **โทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา**. ปรินญาณิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541
- ทีมงาน INEX. TM1 **“เครื่องแสดงสถานะโทรศัพท์ และถอดรหัส DTMF 10 หลัก”** รวมโครงการอิเล็กทรอนิกส์ 8. 2540
- ธวัชชัย เลื่อนฉวี. **เทคโนโลยีโทรศัพท์**. กรุงเทพฯ : บันเทิงการพิมพ์. 2533
- นภัทร วัฒนเทพินทร์. **วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 2**. ปทุมธานี: สกายบุ๊ก. 2541
- สมยศ จุณณะปิยะ. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51**. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2539
- วิโรจน์ อัสวรงค์ และคณะ. **การใช้งานอปแอมป์ และลิเนียร์ไอซี**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น. 2536
- อุดม จีนประดับ. **ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2541

Manu M.Marris. **Digital Design**. Prentice Hall International Ed. 1991

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานิพนธ์	นายธงชัย ปันจันตา
วันเดือนปีเกิด	27 สิงหาคม พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดน่าน
ภูมิลำเนาเดิม	18/1 หมู่ 2 ตำบลตาลชุม อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน 55110
ที่อยู่ปัจจุบัน	111/52 หมู่ 3 ถนนอ่อนนุช-ลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์	7390998 ต่อ 302
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านป่าสัก
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนตาลชุม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคน่าน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคน่าน
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	รางวัลชมเชย งานประกวดสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ผมเป็นสตินท์แมนครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายพิชิต สิงห์โต
วันเดือนปีเกิด	19 กรกฎาคม พ.ศ.2522
สถานที่เกิด	จังหวัดฉะเชิงเทรา
ภูมิลำเนาเดิม	116/4 หมู่ 6 ตำบลเทพราช อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา 24140
ที่อยู่ปัจจุบัน	116/4 หมู่ 6 ตำบลเทพราช อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา 24140
โทรศัพท์	038-595304
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดคลองสวน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพุทธรังษีพิบูล
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ทำดีได้ดี มีที่ไหน ทำชั่วได้ดี มีถมไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

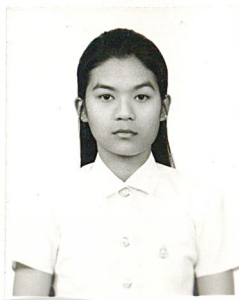
ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญยานิพนธ์	นายมุตอฟา หมัดมณี
วันเดือนปีเกิด	21 พฤษภาคม พ.ศ. 2519
สถานที่เกิด	จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ภูมิลำเนาเดิม	113/2 หมู่ 2 ตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84110
ที่อยู่ปัจจุบัน	50/231 ถนนหทัยราษฎร์ ซอยพานิชย์มีนบุรี แขวงบางชั้น เขตคลองสามวา กรุงเทพฯ. 10510
โทรศัพท์	077-228292, 02-9067990
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดโพธาราม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนไชยาวิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	โรงเรียนเทคโนโลยีบางกะปิ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ทุกปัญหาแก้ไขได้ด้วยสมอง ทำทุกอย่างให้เต็มที่และที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นางสาววิไลพร เมืองอุดม
วันเดือนปีเกิด	8 กันยายน พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดชุมพร
ภูมิลำเนาเดิม	70 หมู่ 6 ตำบลวิสัยใต้ อำเภอสวี จังหวัดชุมพร 86130
ที่อยู่ปัจจุบัน	166/6 หมู่ 3 ซอยเก็กงาม 3 แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์	09-8852688
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านเขายาวราษฎร์พัฒนา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคชุมพร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	สิ่งที่คุณเห็น อาจจะไม่เป็นเหมือนสิ่งที่คุณคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้