โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

ACTIVE CARD ACCESS TELEPHONE

บุญฤทธิ์ พงษ์ประเสริฐ
BOONYARIT PONGPRASERT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-237-6

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

ACTIVE CARD ACCESS TELEPHONE

บุญฤทธิ์ พงษ์ประเสริฐ

BOONYARIT PONGPRASERT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 47514
วัน, เดือน, ปี 19 ส.ค. 2546

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-237-6

ACTIVE CARD ACCESS TELEPHONE

BOONYARIT PONGPRASERT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LAKDRABANG

2003

ISBN 974-324-237-6

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

ACTIVE CARD ACCESS TELEPHONE

ชื่อนักศึกษา นายบุญฤทธิ์ พงษ์ประเสริฐ

รหัสประจำตัว 43061173

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ถวิล พึ่งมา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.สมยศ	จุณณะปิยะ	
ผศ.เกรียงไกร	วงศ์โรจนภรณ์	
รศ.ดร.สุวิพล	สิทธิชีวภาค	
รศ.ดร.กอบชัย	เดชหาญ	
รศ.ดร.ถวิล	พึ่งมา	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 26 กุมภาพันธ์ 2546 เวลา 08.30-09.30 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร 12 ชั้น ชั้น 4 (ห้อง E12-404)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....12.....**เดือน**.....มีนาคม.....**พ.ศ.**.....2546.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด
นักศึกษา	นายบุญฤทธิ์ พงษ์ประเสริฐ
รหัสนักศึกษา	43061173
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ถวิล พึ่งมา

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอผลงานวิจัยและพัฒนาโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอคทีฟการ์ด (Active Card Access Telephone) หลักการสำคัญคือบัตรอิเล็กทรอนิกส์ใช้คลื่นวิทยุ (Wireless Active Card) ภายในบรรจุระหัสประจำตัวสำหรับผู้ใช้แต่ละคนไปถอดรหัสเก็บไว้ที่ส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ของระบบ หากมีการเรียกจากภายนอกเข้ามาจะทำการตรวจสอบว่าต้องการติดต่อกับปลายทางเลขหมายใด จากนั้นส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่ระบุ หากไม่มีการรับสายภายในเวลาที่กำหนด (Hook Off) จะทำการเริ่มค้นหาตำแหน่งของผู้พกบัตรอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ เมื่อพบแล้วจะส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่อยู่ใกล้กับผู้ใช้มากที่สุด บัตรอิเล็กทรอนิกส์ใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์#AT89C2051 เป็นตัวควบคุมการทำงานและทำหน้าที่สร้างระหัส ก่อนส่งไปยังภาคส่งซึ่งเป็นแบบ FSK (Frequency Shift Keying) Transmitter ภาครับใช้ไอซีเบอร์ #AN6161 ทำหน้าที่ดีมอดูเลทสัญญาณคลื่นพาห์ ไอซีเบอร์ #AN1551 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของภาครับ ส่วนประมวลผลกลางของระบบใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ #AT89C55 ไอซีเบอร์ #MT8804 เป็นวงจรสวิทซ์แมททริกทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณเสียงและข้อมูลระหว่างผู้เรียก (Calling party) และผู้ถูกเรียก (Called party) การออกแบบเป็นลักษณะโมดูลเพื่อง่ายต่อการติดตั้งเข้ากับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange) ที่มีอยู่ ทำให้ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องพกเครื่องโทรติดตัวไว้ตลอดเวลา และที่สำคัญคือผู้ใช้สามารถรับสายหรือโทรออกได้จากเครื่องโทรศัพท์ทุกๆ จุดภายในอาคาร

Thesis Title	Active Card Access Telephone
Student	Mr. Boonyarit Pongprasert
Student ID.	43061173
Degree	Master of Engineering
Programme	Electrical Engineering
Year	2003
Thesis Advisor	Assoc. Prof.Dr.Tawil Puangma

ABSTRACT

This paper purposed the research and development of Active Card Access Telephone. Principle is the Wireless Active Card which is contained code for individual user send in radio frequency waveform to decode and stored at main central processing unit. When occur a incoming call from outside the CPU (central processing unit) will check what is the destination number then send to subscriber the ringing signal. If have no reply (off hook) CPU will search for the new location when was found CPU will reactivate send to subscriber the ringing signal which is located closely user. For the electronic card employed IC Microcontroller #AT89C2051 function as operation controll, generate a specific code then send to the FSK transmitter. For the receiver used IC#AN6161 work as carrier demodulate, IC#AN1551 is operation control of the receiver. Central Processing Unit used IC Microcontroller #89C55, IC#MT8804 is matrix switch circuit to establish the communications routing between calling and called party. The Designing focus on particular module in order to easy installation with exiting PABX (Private Automatic Branch Exchange) which are caused by user not only not necessary to carry telephone every time but can answer the call any location as well.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากการได้รับการสนับสนุนทางด้านอุปกรณ์ ตำรา ข้อมูลทางวิชาการ เครื่องมือการทำงานวิจัยภายในห้องปฏิบัติการณ์ และงบประมาณอย่างเต็มที่ตลอดจนการฝึกฝนอย่างเข้มงวดจาก รศ.ดร.ถวิล พึ่งมา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมทั้งยังได้รับคำชี้แนะที่เป็นประโยชน์อย่างมากมายจาก ศ.มนูญ สุขเกษม และอาจารย์ทุกท่านที่มิได้กล่าวนามในที่นี้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ความเข้าใจต่าง ๆ อย่างมากมายจนสามารถนำมาใช้เป็นแนวคิดและแนวทางในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ได้เป็นอย่างดียิ่ง

ความสำเร็จอันพึงมีพึงได้จากงานวิจัยชิ้นนี้ ข้าพเจ้าขออุทิศให้แก่บิดามารดาของข้าพเจ้า ซึ่งเป็นผู้ที่คอยให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนทางด้านทุนทรัพย์แก่ข้าพเจ้าตลอดการศึกษาจนสำเร็จลุล่วง รวมทั้งครูอาจารย์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในระดับต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้าโดยตลอดและเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้ใช้ความรู้ความสามารถในระหว่างการฝึกฝนอย่างเต็มที่ซึ่งส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์อันมีค่ายิ่งในระหว่างการศึกษา

สุดท้ายนี้ขออำนาจคุณพระศรีรัตนตรัยและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายในสากลโลก จงดลบันดาลให้บุคคลที่ข้าพเจ้ากล่าวถึงในที่นี้ ประสบแต่ความสุขความเจริญในชีวิต สุขภาพแข็งแรงตลอดจนได้รับความสำเร็จในหน้าที่การงานทุกประการตลอดไป

บุญฤทธิ์ พงษ์ประเสริฐ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....2

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....3

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา.....3

บทที่ 2 โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด.....6

2.1 การแบ่งประเภทของชุมสายโทรศัพท์.....5

2.2 โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด.....9

2.3 มาตรฐานการเชื่อมต่อของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด.....10

บทที่ 3 โครงสร้างและหลักการทำงานของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด.....14

3.1 โครงสร้างของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด.....14

3.2 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์.....20

บทที่ 4 การออกแบบโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด.....24

4.1 การออกแบบโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด.....24

4.2 การออกแบบส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ.....42

บทที่ 5 ผลการทดลองและการวิเคราะห์.....63

5.1 การทดลองส่วนวงจรแอกทีฟการ์ด.....64

5.2 การทดสอบส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ.....65

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.3 การทดสอบส่วนมอดูเลทสัญญาณ.....66
5.4 การทดสอบส่วนดีมอดูเลทสัญญาณ.....67
5.5 การทดสอบส่วนวงจรรวมสัญญาณ.....68
5.6 การทดสอบส่วนวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง.....69
5.7 การทดสอบส่วนวงจรแมทริกส์สวิทซ์.....70

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....73

บรรณานุกรม.....74

ภาคผนวก (ก).....76
ภาคผนวก (ข).....78
ภาคผนวก (ค).....164

ประวัติผู้เขียน.....174

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงค่าความถี่ทางแนวตั้งและแนวนอนที่เกิดจากการกดปุ่ม.....12

4.1 แสดงการกำหนดแอดเดรสให้กับวงจรแมททริกส์สวิทซ์.....41

4.2 แสดงการกำหหนดค่าอินพุทและหมายเลข DTI.....44

5.1 แสดงการทดลองการกำหนดค่าการทำงานของ Channel Combiner.....69

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงโครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange).....6
2.2 แสดงโครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX.....7
2.3 แสดงการเชื่อมโยงระหว่าง Local Network.....8
2.4 แสดงโครงสร้างการทำงานของชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย WPABX.....9
2.5 แสดงการแบ่งกลุ่มความถี่ของปุ่มกดบนเครื่องโทรศัพท์.....11
2.6 แสดงโครงสร้างการส่งผ่านข้อมูลไปยังส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์.....13
3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด.....15
3.2 แสดงการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงระหว่าง PABX และ เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง.....17
3.3 แสดงการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงเมื่อมีการเรียกเข้ามาจากภายนอก.....18
3.4 แสดงการเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ปลายทางด้วยกัน.....19
3.5 แสดงโครงสร้างทางด้านซอร์ฟแวร์ของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด.....20
4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของส่วนแอกทีฟการ์ด.....25
4.2. แสดงวงจรส่วนแอกทีฟการ์ด.....26
4.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ.....28
4.4 แสดงวงจรเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ.....29
4.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์.....30
4.6 แสดงการแบ่งพื้นที่หน่วยความจำของส่วนควบคุม.....33
4.7 แสดงการสร้างบัฟเฟอร์แบบวนรอบสำหรับการเก็บข้อมูลลงในพื้นที่หน่วยความจำ.....33
4.8 แสดงการจัดการข้อมูลภายในพื้นที่หน่วยความจำ.....34
4.9 แสดงการออกแบบวงจร Matrix Switch Circuit.....40
4.10 แสดงวงจรดีมอดูเลทสัญญาณ FSK.....42
4.11 แสดงส่วนวงจรรวมสัญญาณ.....44
4.12 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง.....45
4.13 แสดงวงจรตรวจจับและควบคุมการยกหูและวางหูโทรศัพท์.....46
4.14 แสดงส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์.....47
4.15 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมควบคุมการรับข้อมูล.....48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.16 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมการจัดการพื้นที่หน่วยความจำ....49
4.17 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมการอ่านเขียนหน่วยความจำ....50
4.18 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง.... 51
4.19 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมสถานะของคู่สายโทรศัพท์.... 52
4.20 แสดงโฟล์ชาร์ทโปรแกรมย่อยตรวจสอบสถานะของคู่สายโทรศัพท์....53
4.21 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยตรวจสอบการเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง....54
4.22 แสดงโฟลชาร์ทการทำงานของโปรแกรมหลัก....55
4.23 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมการส่งสัญญาณกระดิ่ง....56
4.24 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยค้นหาเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง....57
4.25 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยค้นหาข้อมูลผู้ใช้....58
4.26 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยวิเคราะห์ข้อมูลในพื้นที่หน่วยความจำหลัก....59
4.27 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยฐานข้อมูลเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง....60
4.28 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมการหน่วงเวลา....61
4.29 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยตรวจสอบค่าเวลาด้วย TIMER 0 62
5.1 แสดงการทดลองการเชื่อมต่อโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด....63
5.2 แสดงรหัสสัญญาณข้อมูลประจำ Active Card....64
5.3 แสดงสัญญาณที่รับได้ที่ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ....65
5.4 แสดงวงจรส่วนมอดูเลทสัญญาณ FSK (Frequency Shift Keying)....66
55 แสดงรหัสข้อมูลของผู้ใช้ที่ถูกมอดูเลทเป็นสัญญาณ FSK (Frequency Shift Keying)....67
5.6 แสดงการทดสอบส่วนวงจรดีมอดูเลทสัญญาณ FSK....68
5.7 แสดงการทดสอบวงจรรวมสัญญาณ (Channel Combiner)....69
5.8 แสดงสัญญาณเอ้าท์พุทที่ได้จากส่วนวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง....70
5.9 แสดงสัญญาณที่วัดได้จากเครื่อง Radio Test Set....71
5.10 แสดงเครื่องต้นแบบของส่วนวงจรแอกทีฟการ์ด (Wireless Active Card)....72
5.11 แสดงเครื่องต้นแบบของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด....72

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันการพัฒนาการสื่อสารทางด้านโทรศัพท์เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วจากโทรศัพท์ที่ใช้สายตามบ้านจนกระทั่งเป็นโทรศัพท์ไร้สายและโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบต่าง ๆ เช่น NMT470 AMPS800 NMT900 GSM900 PCN1800 และ PDC1500 เทคโนโลยีเหล่านี้เข้ามามีบทบาทกับการใช้งานในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น จนกลายเป็นเทคโนโลยีที่เรียกกันว่า Personal Communication หรือ "การสื่อสารส่วนบุคคลนั่นเอง ในประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตอุปกรณ์การสื่อสารเหล่านี้เพื่อใช้งานได้เพียงระดับหนึ่งเท่านั้น เช่น การสร้างเครื่องโทรศัพท์, ตู้สาขาโทรศัพท์ (PABX), เครื่องโทรศัพท์ไร้สายเป็นต้น การที่จะผลิตเครื่องในระดับเทคโนโลยีสูงๆ เช่น เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากเทคโนโลยีเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เมื่อผลิตออกมาก็จะล้าสมัยทันที ดังนั้นทีมวิจัยและพัฒนาจึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาเทคโนโลยีแบบใหม่ที่ใช้ประโยชน์และสามารถพัฒนาประเทศได้โดยยังไม่มีผู้ใดผลิตออกมาในปัจจุบันนี้ โดยความคิดเหล่านี้ เกิดขึ้นเนื่องจากประสบการณ์ในการวิจัยทางด้านโทรศัพท์เป็นเวลานานทำให้ทราบถึงความต้องการในการใช้โทรศัพท์ว่า ต้องการใช้โทรศัพท์ได้ทุกที่ ไม่ว่าจะเป็นที่อยู่อาศัยหรือสถานที่ทำงาน โดยไม่ต้องฝากข้อความหรือพกโทรศัพท์ติดตัวไป ซึ่งตามแนวความคิดนี้จะใช้วิธีพกการ์ดที่มีระหัสประจำตัวไว้ในกระเป๋าเสื้อเมื่อเข้าไปอยู่ในห้องใด การ์ดก็จะส่งรหัสประจำตัวนี้เข้าไปเก็บไว้ที่โทรศัพท์ในห้องนั้น ถ้าย้ายไปห้องใหม่ รหัสก็จะเก็บไว้ในห้องใหม่โดยยกเลิกระหัสเดิมที่ห้องเก่าเสีย เมื่อมีผู้เรียกเข้ามายังรหัสประจำตัวโทรศัพท์ในห้องนั้นก็จะแจ้งให้ชุมสายได้รับรู้และส่งเสียงกระดิ่งเรียกมายังเครื่องนั้น ๆ ผลจากการวิจัยครั้งนี้จะสามารถสร้างระบบโทรศัพท์ใหม่นี้ใช้ในประเทศ เพื่อลดการนำเข้าของโทรศัพท์ต่างประเทศบางส่วน เช่น โทรศัพท์ไร้สาย หรือเพจเจอร์ระยะใกล้เพื่อประหยัดเงินตราต่างประเทศ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารได้รับการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เช่น การสื่อสารผ่านดาวเทียม การติดต่อสื่อสารไมโครเวฟ รวมไปถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบต่างๆ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายมากที่สุด แต่เทคโนโลยีบางอย่างยังคงมีราคาแพงทำให้ผู้ใช้บางกลุ่มไม่ได้รับประโยชน์เท่าที่ควร ดังนั้นหากสามารถพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นใช้เองได้และมีราคาไม่แพง นอกจากจะเป็นการลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศแล้วยังก่อให้เกิดการพัฒนาบุคคลากรภายในประเทศ ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าโทรศัพท์คือการ

ติดต่อสื่อสารที่มีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เพราะไม่เพียงแค่ความสะดวกรวดเร็วในการใช้งานเท่านั้นแต่ยังมีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารในรูปแบบอื่นๆ

ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) คือรูปแบบการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์ที่มีการใช้งานคู่สายโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยสามารถเพิ่มจำนวนคู่สายโทรศัพท์ปลายทางได้มากกว่า 1 คู่สาย ซึ่งยังคงใช้วิธีการโอนสายไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการติดต่อหากไม่มีผู้รับสายที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องดังกล่าวจะทำให้ไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก (Calling and Called Parties) กระทั่งมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนกลายเป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สาย WPABX (Wireless Private Automatic Branch Exchange) ซึ่งใช้คลื่นวิทยุในการติดต่อกับเครื่องลูกข่ายผู้ใช้สามารถพกพาเครื่องโทรศัพท์ติดตัวไปได้ในระยะทางที่จำกัด

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

การไม่มีผู้รับสาย(No Reply) ปลายทางยังคงเป็นปัญหาต่อการใช้งานเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความผิดพลาดในการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์และยังคงไม่ได้รับการแก้ไข ดังนั้นหากสามารถทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) สร้างเส้นทางการเชื่อมต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่อยู่ใกล้กับผู้ใช้มากที่สุดได้โดยอัตโนมัติ จะส่งผลให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องประจำอยู่ที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทางตลอดเวลาและไม่จำเป็นต้องพกเครื่องโทรศัพท์ (ในกรณีที่เป็นเครื่องแบบ Cordless Telephone) ติดตัวไว้อีกต่อไป อีกทั้งยังเป็นการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ขึ้นใช้ภายในประเทศโดยที่ยังไม่มีผู้ใดผลิตออกมาในปัจจุบันนี้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

หลักการเดิมของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติที่มีอยู่จะใช้วิธีการให้ผู้ใช้กดหมายเลขที่ต้องการติดต่อ จากนั้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะเชื่อมต่อสัญญาณไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่ระบุ หากไม่มีผู้รับสาย (No Reply) ที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องชุมสายจะไม่ทำการเชื่อมต่อสัญญาณให้ผู้ใช้ไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องอื่นแต่อย่างใด เปรียบเทียบกับหลักการที่นำเสนอซึ่งผู้ใช้จะพกการ์ดไว้ในกระเป๋าเสื้อ รหัสจะถูกส่งไปเก็บไว้ที่เครื่องโทรศัพท์ในห้องนั้นๆ จากนั้นส่งไปที่ส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) เพื่อทำการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ถูกต้องข้อมูลดังกล่าว จะถูกนำมาใช้ในการสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อสัญญาณเมื่อเกิดสภาวะไม่มีการรับสายที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง นอกจากนี้ยังทำให้สามารถใช้ความถี่คลื่นพาห์ค่าเดียวกันได้ ก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรณ์ทางด้านความถี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

หลักการที่ถูกนำมาใช้คือ การสร้างบัตรประจำตัวอิเล็กทรอนิกส์แบบไร้สาย (Wireless Active Card) ภายในบรรจุรหัสที่แตกต่างกันของผู้ใช้พกไว้ในกระเป๋าเสื้อ เมื่อผู้ใช้เข้าไปอยู่ในห้อง ใดรหัสจะถูกส่งไปเก็บไว้ยังโทรศัพท์ในห้องนั้นๆ ซึ่งต่ออยู่กับส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ก่อนที่จะส่งไปเก็บไว้ยังส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) ซึ่งที่ส่วนนี้รหัสจะได้รับการวิเคราะห์ว่าเป็นของผู้ใช้คนใด และอยู่ใกล้กับเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง เครื่องใด หากเครื่องชุมสายโทรศัพท์มีการเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องใดแล้วไม่มีการ รับสาย (No Reply) ภายในเวลาที่กำหนดส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์จะสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อไป ยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่อยู่ใกล้กับผู้ใช้มากที่สุดโดยอัตโนมัติ

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

ขั้นตอนของการศึกษาเริ่มต้นจากศึกษาระบบชุมสายโทรศัพท์ประเภทต่าง ๆ ตั้งแต่ชุมสาย ท้องถิ่น (Local Exchange), ชุมสายโทรศัพท์แบบต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange), ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange), ชุมสายโทรศัพท์ ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย WPABX (Wireless Private Automatic Branch Exchange) ว่ามี ลักษณะการใช้งานและการทำงานอย่างไร รวมทั้งวัตถุประสงค์ของการใช้งานชุมสายโทรศัพท์แต่ ละประเภท การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย และศึกษาถึงมาตรฐานของสัญญาณทางโทรศัพท์ที่ใช้ ในการติดต่อระหว่างชุมสายโทรศัพท์และเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง จากนั้นศึกษาวิธีการรับ-ส่ง ข้อมูล (Data Communications) และการรับส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Frequency) และขั้นตอน สุดท้ายศึกษาถึงกระบวนการการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงเพื่อใช้ในการกำหนดเส้นทาง การติดต่อสื่อสารจากผู้เรียกไปยังผู้ถูกเรียก โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด สามารถอธิบาย รายละเอียดของส่วนต่าง ๆ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บทด้วยกัน ดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและวัตถุประสงค์ของการวิจัย รวมทั้งอธิบายขั้นตอนของ การศึกษาและวิจัยโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

บทที่ 2 กล่าวถึงลักษณะของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด เนื้อหาเริ่มต้นจากการ แบ่งประเภทเครื่องชุมสายโทรศัพท์ประเภทต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้งานโดยกล่าวถึงการทำงาน และการเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายโทรศัพท์

บทที่ 3 กล่าวถึงโครงสร้างและหลักการทำงานของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์และโครงสร้างทางด้านซอร์ฟแวร์ เนื้อหาเป็นการ อธิบายโครงสร้างการทำงานในส่วนต่าง ๆ ว่ามีหลักการทำงานอย่างไร ขั้นตอนการติดต่อของ โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด และโครงสร้างทางด้านซอร์ฟแวร์เป็นการอธิบายถึงหลักการ

ทำงานของโปรแกรมควบคุมการการทำงานทั้งหมดซึ่งแบ่งออกเป็นการทำงานของโปรแกรมหลักและโปรแกรมย่อยส่วนต่าง ๆ ที่ได้ทำการออกแบบขึ้น

บทที่ 4 กล่าวถึงการออกแบบโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด ซึ่งแยกอธิบายเป็นการออกแบบโครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์และการออกแบบโครงสร้างทางด้านซอร์ฟแวร์ เนื้อหาภายในบทนี้จะเกี่ยวข้องกับการออกแบบวงจรทั้งหมด และการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานในส่วนต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบโปรแกรมหลักและการออกแบบโปรแกรมย่อยโดยแสดงเป็นโฟลชาร์ทแสดงถึงขั้นตอนการทำงานและการเชื่อมโยงโปรแกรมทุกส่วนเข้าด้วยกัน การส่งผ่านข้อมูลไปยังโปรแกรมย่อย เป็นต้น

บทที่ 5 กล่าวถึงขั้นตอนการทำการทดลองโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ดซึ่งแบ่งการอธิบายออกเป็นส่วนต่าง ๆ ทีละส่วนและแสดงรูปสัญญาณที่ได้จากการทดลอง รวมทั้งอธิบายวิธีการกำหนดค่า Address ให้กับส่วนที่ทำหน้าที่ในการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง (Matrix Switch Circuit) การกำหนดการเลือกรับข้อมูลของส่วนวงจรรวมสัญญาณ (Channel Combiner)

บทที่ 6 กล่าวถึงข้อเสนอแนะที่ได้จากการงานวิจัย มาตรฐาน FCC กำหนด และภาคผนวกซึ่งแสดงโปรแกรมควบคุมการทำงานของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

บทที่ 2
โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

ปัจจุบัน การติดต่อสื่อสารได้ถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมและสะดวกสบายมากที่สุด โทรศัพท์ก็เป็นการติดต่อสื่อสารรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ เพราะไม่เพียงความสะดวกสบายในการใช้งานเท่านั้นแต่ยังมีราคาที่ไม่แพงอีกด้วย ซึ่งเป็นรูปแบบการติดต่อสื่อสารที่สามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้อย่างกว้างขวางมากที่สุดเมื่อเทียบกับการติดต่อสื่อสารในรูปแบบอื่น อย่างไรก็ตามโทรศัพท์ยังได้มีการแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้งาน ดังรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

2.1 การแบ่งประเภทของชุมสายโทรศัพท์

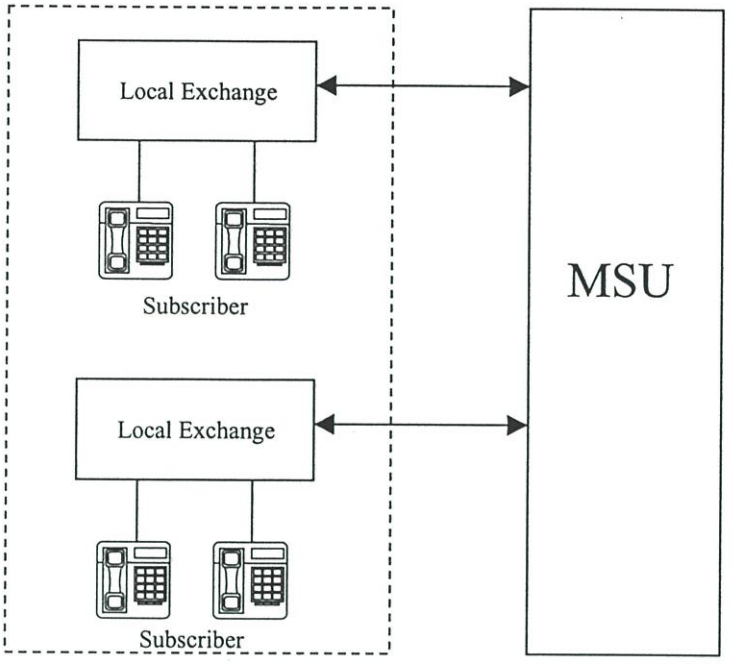
ชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. ชุมสายโทรศัพท์แบบมีเครื่องของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง
2. ชุมสายโทรศัพท์แบบไม่มีเครื่องของผู้เช่าต่อโดยตรง

นอกจากนี้ชุมสายโทรศัพท์ดังกล่าวยังสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้อีกดังรายละเอียดที่จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

1. ชุมสายโทรศัพท์แบบมีเครื่องของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง

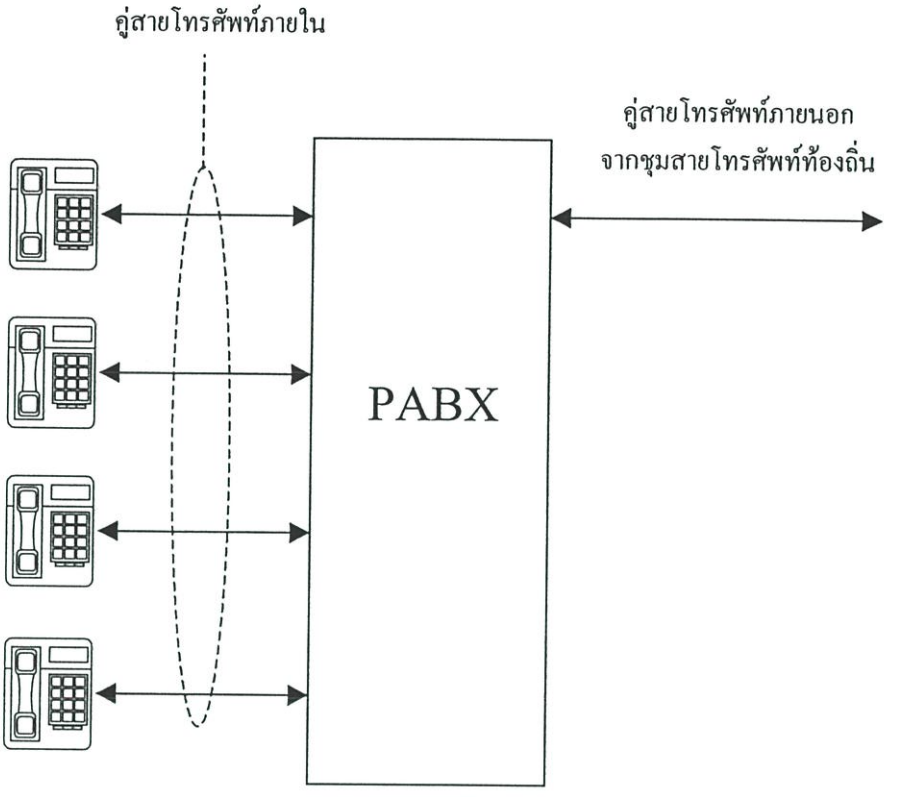
1.1 ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) หมายถึงชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ (Subscribers) ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง มีการให้บริการเลขหมายอยู่ภายในพื้นที่เดียวกัน ดังนั้นภายในโครงข่ายโทรศัพท์หนึ่ง ๆ สามารถที่จะมีชุมสายท้องถิ่นได้มากกว่า 1 ชุมสายขึ้นไปโดยขึ้นอยู่กับจำนวนเลขหมายที่ให้บริการ เลขหมายที่อยู่ในแต่ละชุมสายท้องถิ่นจะมีเลขหมายขึ้นต้น 3 ตัวแรกที่เหมือนกันเรียกว่ารหัสท้องถิ่น (Local Code) ซึ่งใช้เป็นตัวกำหนดการให้บริการแก่เลขหมาย โดยทั่วไปสามารถรองรับเลขหมายได้ไม่ต่ำกว่า 250 เลขหมายจนถึงหลายพันเลขหมายต่อ 1 ชุมสายท้องถิ่น ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange)

1.2 เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange)

ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) หมายถึงชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ (Subscribers) ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรงเช่นเดียวกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น แต่จะมีการใช้ติดต่อกันเฉพาะในอาคารสำนักงาน หรือที่พักอาศัยที่มีจำนวนเลขหมายไม่มากนัก สามารถให้บริการการเรียกภายในด้วยกันเองได้โดยไม่จำเป็นต้องผ่านชุมสายท้องถิ่น ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วและประหยัดเวลา อีกทั้งเป็นการใช้งานคู่สายโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX

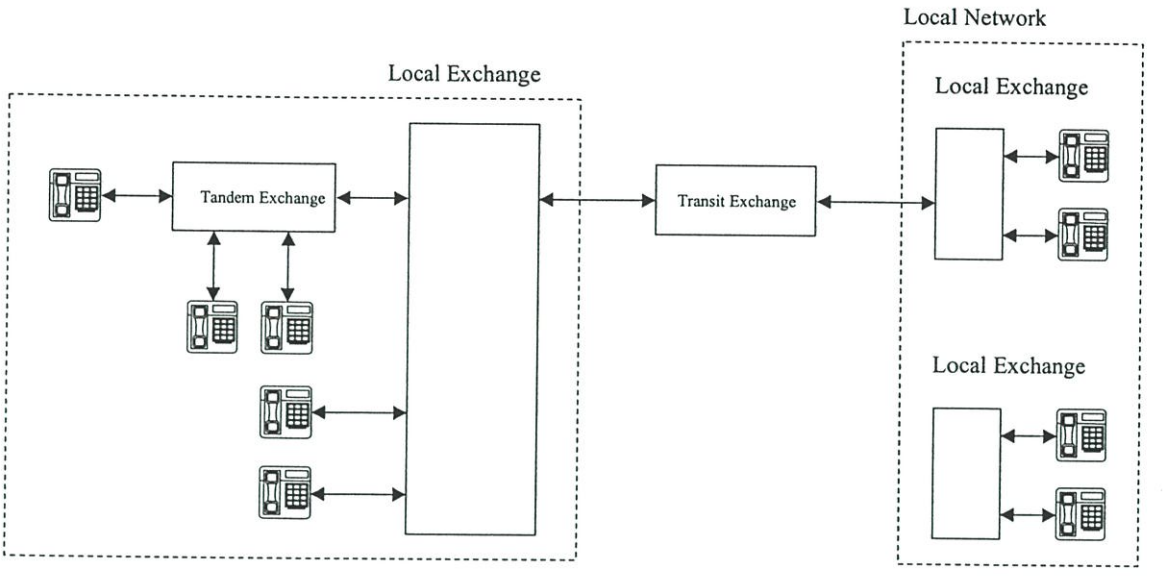
2. ชุมสายโทรศัพท์แบบไม่มีเครื่องของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง

2.1 ชุมสายแทนเด็ม (Tandem Exchange)

ชุมสายแทนเด็ม คือชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ (Subscribers) ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรงแต่จะเป็นชุมสายโทรศัพท์แบบต่อผ่านท้องถิ่น (Local Network) หนึ่งๆ โดยให้บริการการเรียกอยู่ภายในชุมสายท้องถิ่น (Local Exchange) ด้วยกัน

2.2 ชุมสายโทรศัพท์แบบต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)

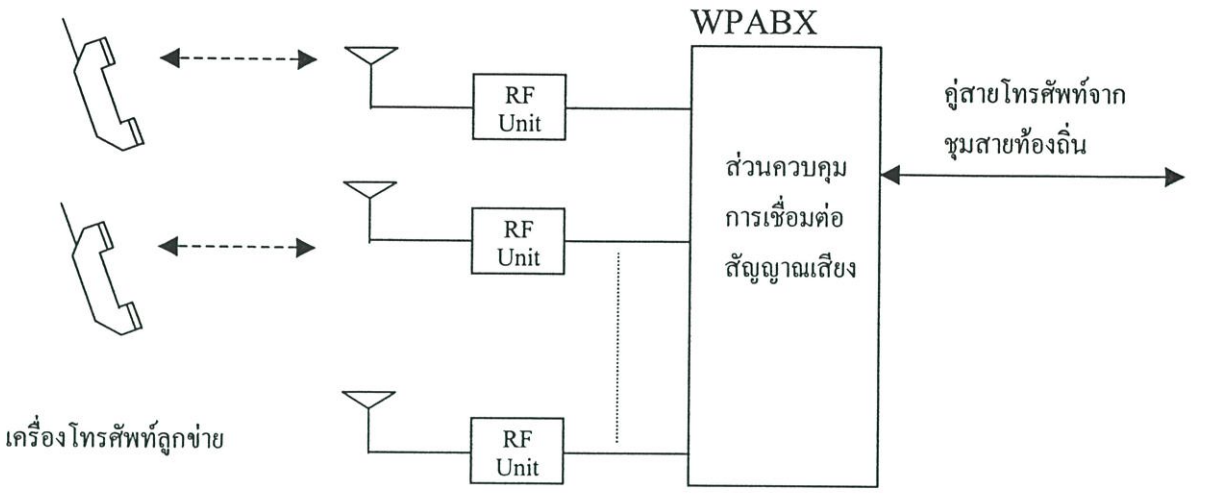
ชุมสายโทรศัพท์แบบต่อผ่านทางไกล เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ (Subscribers) ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับต่อผ่านไปยัง Local Network อื่น ๆ ให้บริการการเรียกผ่านระหว่างชุมสายชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นและชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นที่อยู่ห่างไกล เช่น การเรียกจากกรุงเทพ ฯ ไปเชียงราย เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แสดงการเชื่อมโยงระหว่าง Local Network

3. ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย WPABX (Wireless Private Automatic Branch Exchange)

ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย คือชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX รูปแบบหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะการใช้งานใกล้เคียงกัน กล่าวคือเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX ติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscribers) ผ่านส่วนที่เรียกว่า SLIC (Subscriber Line Interface Circuit) ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง แต่ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย WPABX ทำการติดต่อกับผู้ใช้ปลายทางผ่านส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ซึ่งทำหน้าที่ในการรับส่งสัญญาณกับเครื่องโทรศัพท์ลูกข่าย ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงโครงสร้างการทำงานของชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย WPABX

2.2 โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด (Active Card Access Telephone)

โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด คือ การพัฒนาการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์รูปแบบหนึ่งซึ่งนำมาใช้กับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ให้สามารถให้บริการเลขหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือมีการออกแบบให้มีคุณลักษณะที่สำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ใช้ปลายทาง เพื่อนำไปใช้ในการสร้างเส้นทางการติดต่อสื่อสาร (Communications Routing) ระหว่างผู้เรียก (Calling Parties) และผู้ถูกเรียก (Called Parties) ได้อย่างอัตโนมัติโดยไม่จำเป็นต้องทำการโอนสาย (Call Forward) ตามหาแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังทำให้สามารถใช้โทรศัพท์ได้ทุกที่โดยไม่จำเป็นต้องพกเครื่องโทรศัพท์ติดตัวไว้ตลอดเวลา (ในกรณีที่เป็นเครื่องโทรศัพท์แบบ Cordless Phone)

การเรียกไปยังผู้ใช้ปลายทางจะใช้วิธีการเข้าถึงข้อมูลจากส่วนที่เรียกว่าบัตรประจำตัวแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Wireless Active Card) ส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุความถี่ย่าน 46 MHz. ตามมาตรฐาน FCC กำหนด ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งไปเก็บไว้ยังเครื่องโทรศัพท์ภายในห้องนั้น เมื่อย้ายไปยังห้องอื่นรหัสในห้องนั้นก็จะถูกยกเลิกโดยอัตโนมัติ รหัสซึ่งเป็นข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคน (Individual User) จะถูกควบคุมโดยส่วนที่เป็นว่าส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) ซึ่งจะทำหน้าที่วิเคราะห์ว่าในขณะนั้นผู้ใช้อยู่ใกล้กับเครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องใดมากที่สุด หากมีการเรียกเข้ามายังบัตรประจำตัวส่วนควบคุมจะทำการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงจากผู้เรียกมายังผู้ถูกเรียกได้อย่างถูกต้อง

2.3 มาตรฐานการเชื่อมต่อของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

การเชื่อมต่อของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ดแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้ คือ

- การเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ดกัดคู่สายภายนอก
- การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ปลายทางกับส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์

1. การเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ดกับคู่สายภายนอก

คู่สายภายนอกที่มาจากชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ฯ นั้น จะเป็นสายสัญญาณ 2 เส้น รับส่งสัญญาณแบบไม่สมดุลย์ (Unbalance) มีชื่อเรียกว่า ทิบ (Tip) กับ ริง (Ring) โดยชุมสายขององค์การโทรศัพท์ฯ จะส่งไฟเลี้ยงกระแสตรง –48 โวลท์ มากับคู่สายนั้นด้วยและจะมีการส่งสัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดต่อกับโทรศัพท์ทั่ว ๆ ไป หรือชุมสายโทรรศัพท์ปลายทางตามมาตรฐานของ CCITT ดังนี้

1.1 Dial Tone เป็นสัญญาณต่อเนื่อง มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ

- แบบสัญญาณความถี่เดียว จะมีความถี่อยู่ในช่วง 400-450 Hz.
- แบบสัญญาณความถี่ผสม กำหนดให้ไม่เกิน 3 ความถี่ โดยมีสัญญาณอย่างน้อยหนึ่งความถี่ให้อยู่ในย่าน 340-425 Hz. หรือย่าน 400-450 Hz. และให้มีความแตกต่างทางความถี่ระหว่างสัญญาณ 2 ความถี่อย่างน้อย 25 Hz. สำหรับองค์การโทรศัพท์ของประเทศไทย จะใช้สัญญาณความถี่ 400 Hz. มอดูเลทมากับสัญญาณความถี่ 50 Hz. ได้เป็นสัญญาณเสียงที่เรียกว่า “สัญญาณแมวกรน” หรือสัญญาณ Dial Tone ซึ่งสัญญาณดังกล่าวนี้ ทางชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ฯ จะส่งมาเมื่อมีการยกแฮนด์เซ็ตของเครื่องโทรศัพท์ เพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ฯ พร้อมที่จะรับการกดเลขหมายจากเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้เพื่อทำการติดต่อไปยังเลขหมายปลายทางที่ต้องการ

1.2 Ring Back Tone เป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่อง โดยมีจังหวะการดังและหยุดของสัญญาณดังนี้

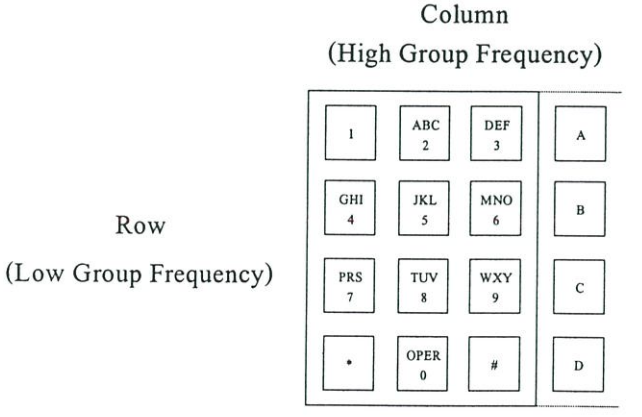
- จังหวะดัง CCITT แนะนำไว้ในช่วง 0.67 ถึง 1.5 วินาที แต่ไม่เกิน 2.5 วินาที
- จังหวะหยุด CCITT แนะนำไว้ในช่วง 3 ถึง 5 วินาที แต่ไม่เกิน 6 วินาที

โดยสัญญาณจะมีลักษณะเป็นความถี่เดียว มีความถี่อยู่ระหว่าง 400 ถึง 450 Hz. โดยมีสัญญาณที่ยอมรับได้มีความถี่ไม่ต่ำกว่า 340 Hz. และไม่เกิน 500 Hz. องค์การโทรศัพท์ของประเทศไทยใช้สัญญาณแบบดัง 1 วินาที หยุด 3 วินาที ที่ความถี่ 400 Hz. สัญญาณ Ring Back Tone ดังกล่าวนี้ทางชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ฯ จะส่งให้เครื่องโทรศัพท์ที่เป็นฝ่ายเรียกทราบว่า ในขณะนี้ชุมสายโทรศัพท์ได้ส่งสัญญาณเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการติดต่อและผู้เรียกจะได้รับสัญญาณดังกล่าวตลอดเวลาจนกว่ามีการยกแฮนเซ็ทที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง

1.3 Ringing Signal หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าสัญญาณกระดิ่ง เป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่อง โดยมีจังหวะการส่งและหยุดของสัญญาณเหมือนกับสัญญาณ Ring Back Tone สัญญาณที่ส่งเป็นสัญญาณกระแสสลับ (AC) 90 โวลท์ มีความถี่ประมาณ 25 Hz. สัญญาณ Ringing ดังกล่าวนี้ชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ฯ จะส่งให้เครื่องโทรศัพท์ที่ถูกเรียก ที่วางแฮนด์เซ็ตอยู่ เพื่อกระตุ้นให้กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ดังเพื่อเป็นการบอกให้ผู้ถูกเรียกทราบว่ามีการเรียกเข้ามา ให้ทำการรับสายโดยการยกแฮนด์เซ็ท

1.4 Busy Tone และ Congestion Tone เป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่องโดยมีจังหวะการดังและหยุดของสัญญาณเร็วกว่า Ring Back Tone กล่าวคือ คาบเวลาของจังหวะดังรวมกับจังหวะหยุดอยู่ระหว่าง 300 และ 1100 มิลลิวินาที โดยมีอัตราส่วนของเวลาของจังหวะที่ดังต่อจังหวะที่หยุดอยู่ระหว่าง 0.67 และ 1.5 ของสัญญาณที่ดัง เป็นสัญญาณความถี่เดียว มีความถี่อยู่ระหว่าง 400 ถึง 450 Hz. โดยมีสัญญาณที่ยอมรับได้ไม่ต่ำกว่า 340 Hz. และไม่เกิน 500 Hz. สัญญาณ Busy Tone ดังกล่าวนี้ชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ฯ จะส่งให้เครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกเพื่อให้ทราบว่าเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่เรียกไปนั้นมีผู้ใช้อยู่จึงไม่สามารถติดต่อได้ ส่วนสัญญาณ Congestion Tone นั้น เป็นสัญญาณที่จะส่งให้เครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกให้ทราบว่า ขณะนั้นชุมสายโทรศัพท์ที่ให้บริการนั้นไม่ว่าง จึงไม่สามารถติดต่อให้ได้ ข้อแตกต่างระหว่างสัญญาณ Congestion Tone กับ Busy Tone คือ สัญญาณ Congestion Tone จะมีคาบเวลาน้อยกว่าสัญญาณ Busy Tone

1.5 DTMF (Dual Tone Multi Frequency) เป็นสัญญาณความถี่คู่ควบที่เกิดจากการกดเลขหมายที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้ เพื่อบอกให้ชุมสายโทรศัพท์ทราบถึงหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อด้วยโดยหมายเลขแต่ละตัว จะถูกแทนด้วยสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ สัญญาณที่ประกอบกันเป็นสัญญาณ DTMF นั้นแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มความถี่ต่ำ (Low Group Frequency) และกลุ่มความถี่สูง (High Group Frequency) โดยมีการกำหนดสัญญาณความถี่ต่าง ๆ ที่ใช้แทนตัวเลขดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.5



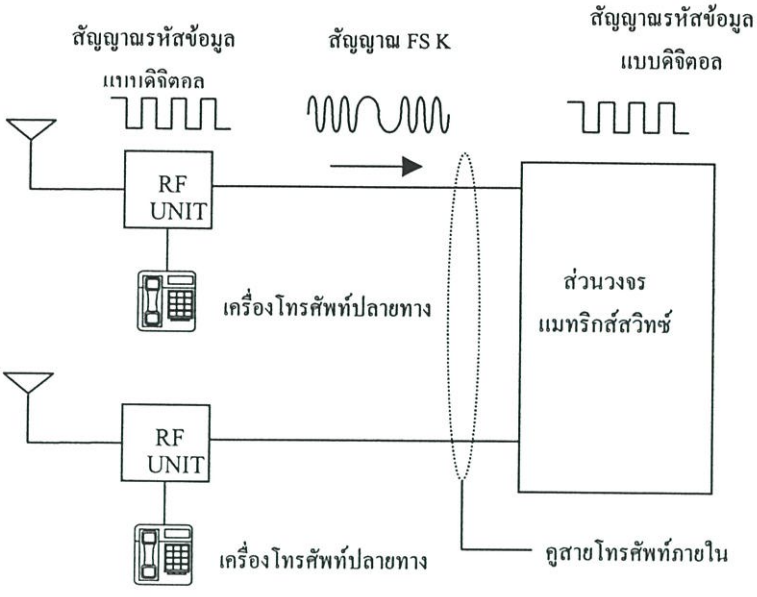
ภาพที่ 2.5 แสดงการแบ่งกลุ่มความถี่ของปุ่มกดบนเครื่องโทรศัพท์

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าความถี่ทางแนวตั้งและแนวนอนที่เกิดจากการกดปุ่ม

หมายเลข	High Group Frequency (Hz.)	Low Group Frequency (Hz.)
1	1209	697
2	1336	697
3	1477	697
4	1209	770
5	1336	770
6	1477	770
7	1209	852
8	1336	852
9	1477	852
*	1209	941
0	1336	941
#	1477	941
A	1633	697
B	1633	770
C	1633	852
D	1633	941

2. การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ปลายทางกับส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์

การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ปลายทางและส่วนควบคุมหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) ใช้วิธีการส่งผ่านทางคู่สายโทรศัพท์ภายในที่ต่อมาจากเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX เพื่อใช้เป็นสื่อกลางของสัญญาณเสียงพูด (Speech) และสัญญาณทางโทรศัพท์ โดยที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทางนี้จะถูกต่อพ่วงอยู่กับส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ตลอดเวลา เมื่อมีการรับรหัสเข้ามาทางสายอากาศรหัสข้อมูลดังกล่าวซึ่งเป็นสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอล จะถูกทำการมอดูเลตทางความถี่ให้เป็นสัญญาณ FSK (Frequency Shift Keying) เพื่อให้อยู่ในย่านความถี่ที่เหมาะสมต่อการส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์ไปยังส่วนควบคุมเพื่อทำการประมวลผลต่อไป



ภาพที่ 2.6 แสดงโครงสร้างการส่งผ่านข้อมูลไปยังส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์

บทที่ 3
โครงสร้างและหลักการทำงานของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด (Active Card Access Telephone) เป็นการพัฒนาการติดต่อสื่อสารอีกรูปแบบหนึ่งโดยใช้บัตรประจำตัวแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Wireless Active Card) ซึ่งมีการบรรจุรหัสประจำตัวของผู้ใช้แต่ละคนไว้ภายใน รหัสจะถูกส่งไปเก็บไว้ที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) โดยใช้คลื่นวิทยุความถี่ย่าน 46 MHz. ตามมาตรฐาน FCC กำหนด ทำให้ไม่จำเป็นต้องพกพาเครื่องโทรศัพท์ติดตัวไว้ตลอดเวลา (ในกรณีเป็นเครื่องโทรศัพท์แบบ Cordless Phone) การติดต่อสื่อสารกันระหว่างคู่สายภายในและภายนอกจะติดต่อผ่านทางเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ที่มีอยู่ จากโครงสร้างที่กล่าวมาไม่เพียงแต่จะทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX สามารถสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงไปยังผู้ใช้ได้โดยอัตโนมัติแล้ว แต่ยังเป็นการลดความผิดพลาดของการติดต่อสื่อสารอันเนื่องมาจากการไม่มีผู้รับสาย (No Reply) ที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ และที่สำคัญยังมีโครงสร้างการทำงาน ที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบเดิมได้อย่างง่ายดายโดยไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขใด ๆ ทั้งสิ้นอีกทั้งยังมีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่น

3.1 โครงสร้างของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

โครงสร้างจของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ดที่ได้ทำการออกแบบขึ้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์
2. โครงสร้างทางด้านซอร์ฟแวร์

1. โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3.1 ดังนี้

1.1 ส่วนวงจรแอกทีฟการ์ด (Wireless Active Card)

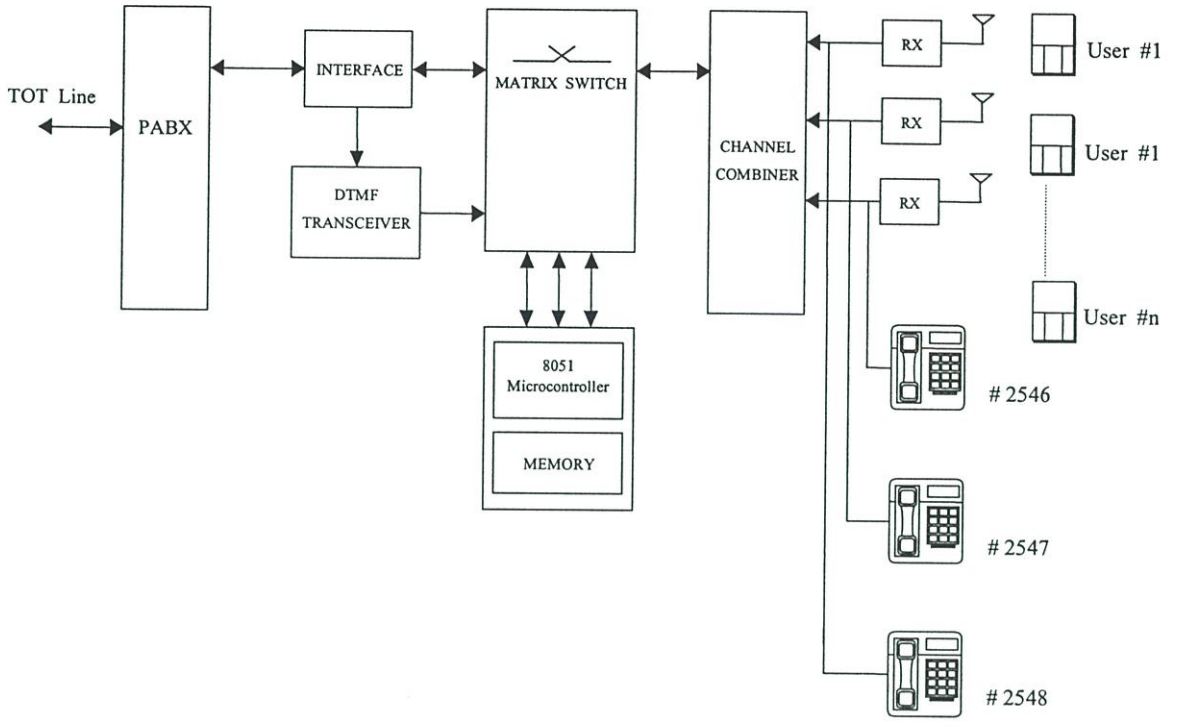
1.2 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit)

1.3 ส่วนวงจรรวมช่องสัญญาณ (Channel Combiner)

1.4 ส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit)

1.5 ส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit)

1.6 ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ (Interface)



ภาพที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

รายละเอียดของโครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ส่วนต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ส่วนวงจรแอกทีฟการ์ด (Wireless Active Card) ส่วนวงจรแอกทีฟการ์ดคือส่วนที่เป็นบัตรประจำตัวแบบอิเล็กทรอนิกส์ใช้คลื่นวิทยุ (Radio Frequency) ในการติดต่อกับส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ ภายในบรรจุรหัสประจำตัวขนาด 8 บิทสำหรับผู้ใช้แต่ละคน พกพาไว้ในกระเป๋าเสื้อเพื่อทำหน้าที่ส่งรหัสไปเก็บไว้ที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง การติดต่อสื่อสารเป็นแบบทิศทางเดียว (Simplex) ซึ่งรหัสดังกล่าวจะเป็นข้อมูลสำคัญในการตัดสินใจสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง ซึ่งทำให้ส่วนประมวลผลกลางทราบว่า ผู้ใช้อยู่ใกล้กับเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) เครื่องใดมากที่สุด

2. ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ ประกอบด้วยวงจรจูน, วงจรกรองสัญญาณ, และส่วนที่ทำหน้าที่ในการดีมอดูเลตสัญญาณ (Demodulator), ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์, ส่วนมอดูเลทสัญญาณ FM, ส่วนขยายสัญญาณ และส่วนควบคุมการทำงาน (Base Station Microcontroller) การติดต่อใช้คลื่นความถี่ย่าน 46-49 MHz. ตามมาตรฐาน FCC กำหนด และจัดการกับสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารให้อยู่ในรูปของคลื่นวิทยุ เมื่อได้รับสัญญาณคลื่นวิทยุที่ถูกส่งมาจาก Wireless Active จะผ่านกระบวนการผสมสัญญาณจากความถี่ย่าน 46 MHz. ให้เหลือ 455 Hz จากนั้นจะทำการดีเทคให้เหลือแต่เฉพาะสัญญาณเสียง นอกจากนี้ส่วนดีมอดูเลทยังทำหน้าที่ในการดีเทคสัญญาณข้อมูลที่ถูกส่งมาอีกด้วย

เพื่อนำไปตรวจสอบความถูกต้องโดยส่วนควบคุมการทำงาน เพื่อที่จะทำการส่งให้กับส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ในรูปของสัญญาณ FSK (Frequency Shift Keying)

3. ส่วนวงจรรวมช่องสัญญาณ (Channel Combiner) ส่วนวงจรรวมช่องสัญญาณ ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) มากกว่า 1 ช่อง แล้วส่งข้อมูลให้กับส่วนประมวลผลกลางทีละช่องสัญญาณ โดยเริ่มต้นรับสัญญาณจากส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุชุดที่ 1 จากนั้นเปลี่ยนไปรับสัญญาณจากส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุชุดที่ 2 จนถึงส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุชุดสุดท้ายแล้วเริ่มต้นเปลี่ยนไปรับสัญญาณจากส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุชุดที่ 1 ใหม่อีกครั้งสลับกันเช่นนี้เรื่อยไป

4. ส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) ส่วนนี้ทำหน้าที่ควบคุมการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงจากผู้เรียก (Calling Parties) ไปยังผู้ถูกเรียก (Called Parties) และทำการตรวจจับสัญญาณกระดิ่งของคู่สายโทรศัพท์ที่มีการเรียกเข้ามา และทำการดีมอดูเลทสัญญาณ FSK (Frequency Shift Keying) ที่ถูกส่งมาให้กลับเป็นสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอลเพื่อให้ส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ทำการวิเคราะห์เส้นทาง (Routing) ต่อเชื่อมสัญญาณเสียง ซึ่งส่วนนี้จะถูกเชื่อมต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ที่ถูกส่งมาจากเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) และส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ความถูกต้องของการติดต่อกันระหว่างเครื่องเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX และเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) ขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลของส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ในพื้นที่หน่วยความจำหลัก (Main Memory) ของระบบเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด

5. ส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ส่วนประมวลผลการทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ทั้งหมด ทำหน้าที่รับสัญญาณข้อมูลที่ถูกส่งมาจากและส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) และยังมีหน้าที่ตรวจสอบการเรียกของคู่สายโทรศัพท์ และจัดการกับข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำหลักเพื่อส่งให้แมททริกส์สวิทซ์ทำการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณควบคุมไปยังวงจรควบคุมต่าง ๆ เช่น ส่งสัญญาณควบคุมการยกหูและวางหูโทรศัพท์ ตรวจสอบสถานะของคู่สายโทรศัพท์ว่าอยู่ในสภาวะ “ยกหู” หรืออยู่ในสภาวะ “วางหู” รวมทั้งตรวจสอบช่วงเวลาของการไม่มีผู้รับสาย (No Reply) ที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง

6. ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ (Telephone Line Interface) ส่วนนี้ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อ ส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์เข้ากับคู่สายโทรศัพท์ที่ต่อมาจากเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX และคู่สายโทรศัพท์ที่ต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) ควบคุมการทำงานโดยส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์นี้จะ

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ 2 เส้นทางคือ เชื่อมต่อไปยังส่วนวงจรแมททริกศ์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) และเชื่อมต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber)

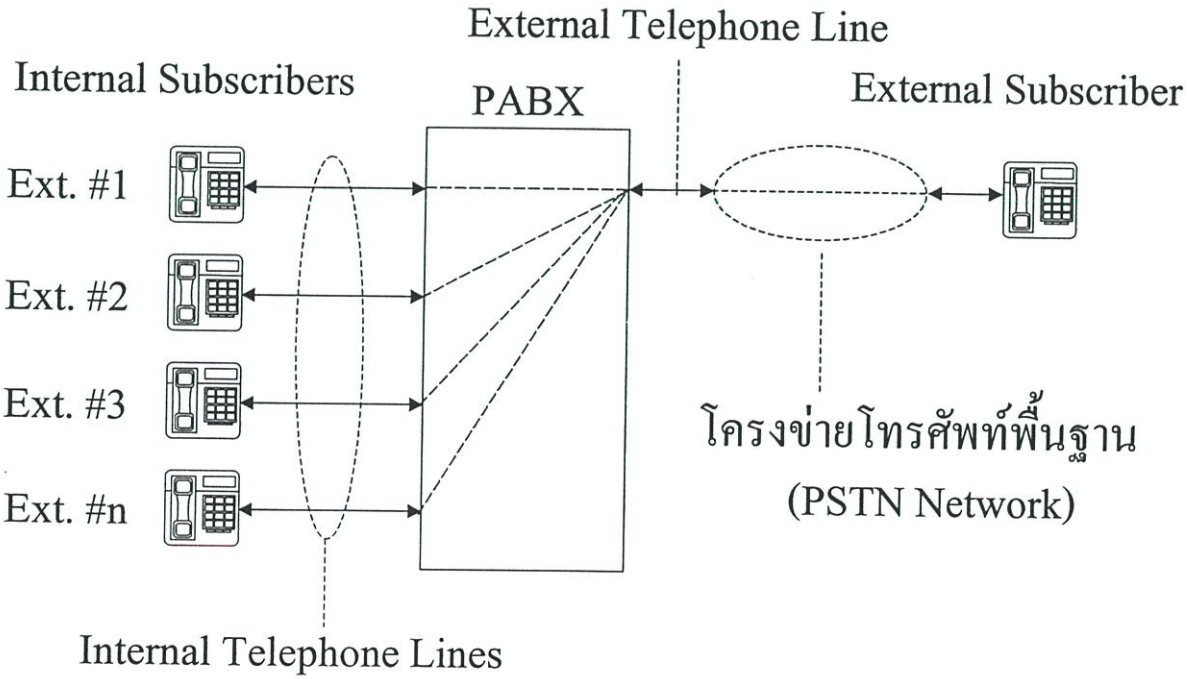
การทำงานของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

การทำงานของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด จะถูกควบคุมโดยส่วนประมวลผลกลางซึ่งบรรจุโปรแกรมการควบคุมการทำงานไว้ในหน่วยความจำโปรแกรม สามารถแบ่งลักษณะการทำงานได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การเรียกเข้ามาจากภายนอก
2. การเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ปลายทางด้วยกัน
3. การเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ปลายทางออกไปยังคู่สายภายนอก

รายละเอียดการทำงานสามารถอธิบายได้ดังนี้

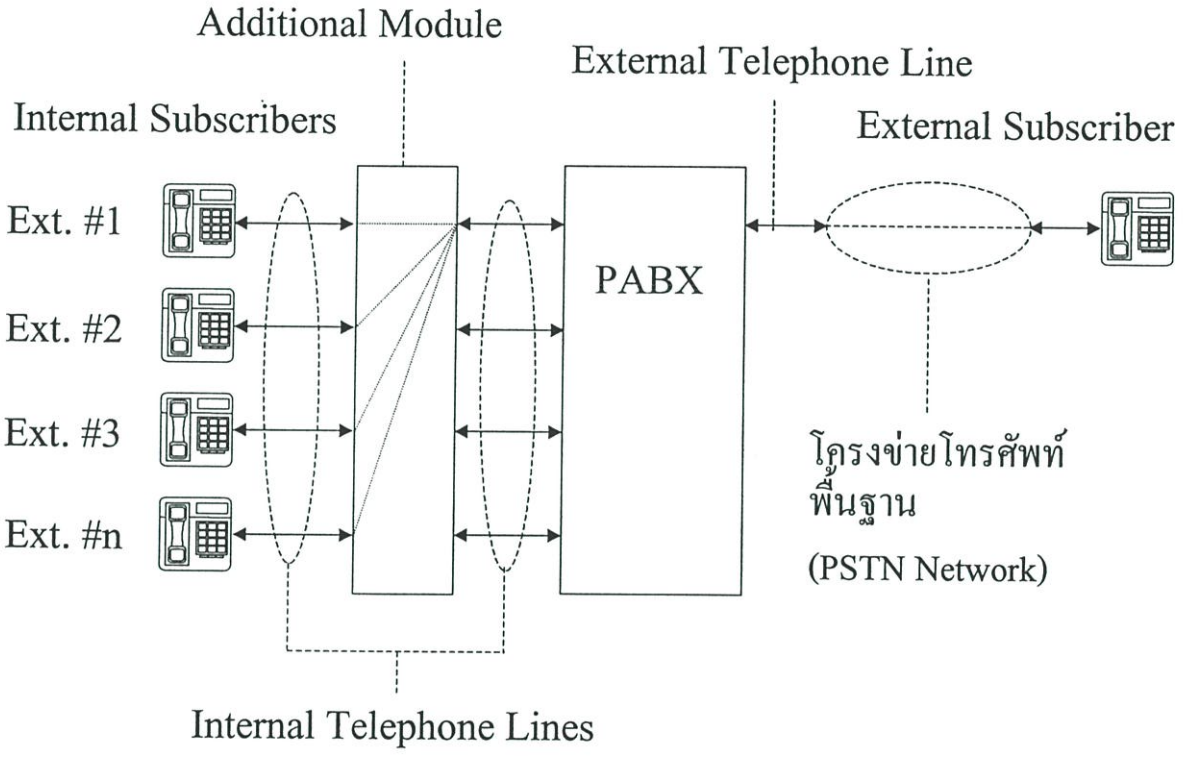
1. การเรียกเข้ามาจากภายนอก การเรียกเข้ามาจากภายนอกเริ่มต้นจากคู่สายภายนอกเรียกเข้ามายังเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX จากนั้นผู้เรียกจะต้องทำการระบุเลขหมายภายในที่ต้องการติดต่อเพื่อให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX ต่อเชื่อมสัญญาณเสียงไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) ที่ต้องการ ในกรณีนี้ส่วนประมวลผลกลางจะคอยตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและทำการตรวจสอบดูว่ามีการรับสายที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่ระบุภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้หรือไม่ หากมีการรับสายมายังเครื่อง



ภาพที่ 3.2 แสดงการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงระหว่าง PABX และ เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง

47514

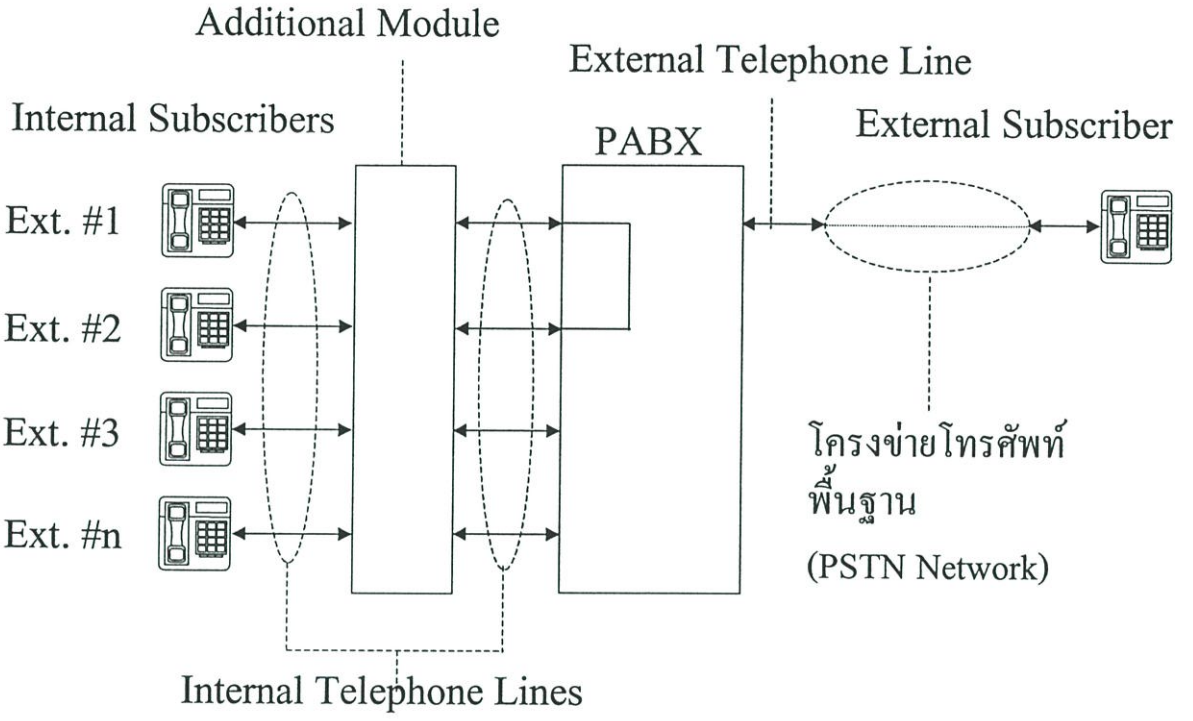
ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX ก็จะทำการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียกทันที แต่หากไม่มีการรับสายภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ส่วนประมวลผลกลางจะสั่งให้ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนเส้นทางไปยังส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ และสั่งให้ทำการยกหูภายในคู่สายโทรศัพท์ หลังจากนั้นจะอ่านข้อมูลออกมาจากหน่วยความจำหลักแล้ววิเคราะห์หาเส้นทางที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการกำหนดให้แมททริกส์สวิทซ์สร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่อยู่ใกล้กับผู้ใช้มากที่สุด



ภาพที่ 3.3 แสดงการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงเมื่อมีการเรียกเข้ามาจากภายนอก

2. การเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ปลายทางด้วยกัน การเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ปลายทางด้วยกัน เริ่มต้นจากเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX จะปล่อยสัญญาณ Dial Tone ออกมาเพื่อให้ผู้ใช้ระบุหมายเลขภายในที่ต้องการติดต่อ จากนั้นให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX จะทำการตรวจสอบเลขหมายที่ระบุว่าเป็นการเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางด้วยกันเองหรือเป็นการเรียกไปยังคู่สายภายนอก หากเป็นการเรียกไปยังคู่สายภายใน PABX ก็จะทำการส่งสัญญาณกระดิ่งเรียกไปยังหมายเลขที่ต้องการ หากมีการรับสายที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง PABX ก็จะทำการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงให้ทันที หากไม่มีการรับสายภายในช่วงเวลาที่กำหนด ส่วนประมวลผลกลางจะสั่งให้มีการยกหูและเริ่มต้นอ่านข้อมูลที่ถูกเก็บไว้

ในหน่วยความจำหลักเพื่อที่จะทำการวิเคราะห์ถึงเส้นทาง (Routing) ที่ถูกต้องทันที จากนั้นก็จะสั่งให้ส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) สร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่อยู่ใกล้กับผู้ใช้มากที่สุด



ภาพที่ 3.4 แสดงการเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ปลายทางด้วยกัน

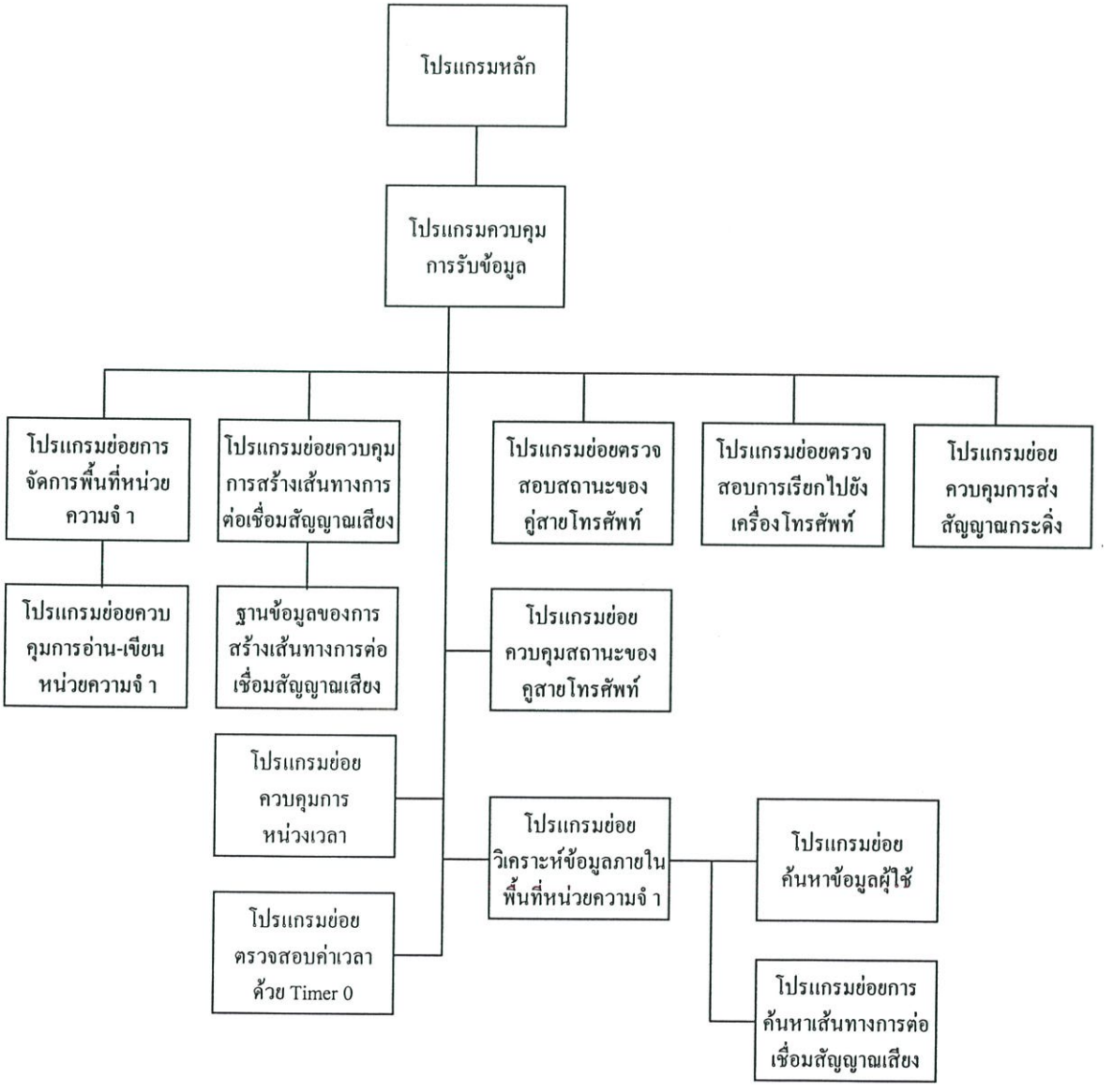
3. การเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ปลายทางออกไปยังคู่สายภายนอก การเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) ออกไปยังคู่สายภายนอกจะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกันกับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ทั่วไป กล่าวคือเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ PABX จะปล่อยสัญญาณ Dial Tone ออกมาเพื่อให้ผู้ใช้ระบุหมายเลขที่ต้องการซึ่ง PABX จะทำการตรวจสอบว่าเป็นการเรียกไปยังคู่สายภายในหรือเป็นการเรียกไปยังคู่สายภายนอก หากเป็นการเรียกไปยังคู่สายภายนอก วงจรเชื่อมต่อกับคู่สายภายนอกของ PABX จะเชื่อมต่อเข้ากับคู่สายขององค์การโทรศัพท์และเลขหมายที่ผู้ใช้ต้องการติดต่อจะถูกส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ภายนอกขององค์การโทรศัพท์ทันที

3.2 โครงสร้างทางด้านซอร์ฟแวร์

การทำงานของโปรแกรมของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอทีฟการ์ด

โครงสร้างการทำงานทางด้านซอร์ฟแวร์ของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ดแบ่งเป็นส่วนหลักที่สำคัญ ดังแสดงในภาพที่ 3.5 โดยขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามสภาวะการทำงานของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด รายละเอียดสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. โปรแกรมหลัก โปรแกรมหลักคือส่วนของโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับระบบทั้งหมด รวมทั้งทำการ Initial สถานะต่าง ๆ ของโปรแกรมควบคุม เช่น การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับพื้นที่หน่วยความจำ, การกำหนดค่า Timer, การกำหนดค่า Baud Rate สำหรับการรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรม, การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับโปรแกรมย่อยที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงหรือควบคุมการเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ เป็นต้น



ภาพที่ 3.5 แสดงโครงสร้างทางด้านซอร์ฟแวร์ของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

2. โปรแกรมควบคุมการรับข้อมูล โปรแกรมควบคุมการรับข้อมูลจะทำหน้าที่ในการควบคุมการรับข้อมูลที่ถูกส่งมาจากส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ ซึ่งสัญญาณที่เข้ามาจะถูกดีมอดูเลทโดยวงจร FSK Demodulator ผ่านเข้ามาทางวงจรรวมสัญญาณ (Channel Combiner) ซึ่งวงจรรวมสัญญาณจะถูกควบคุมการทำงานโดยการกำหนดข้อมูลที่ใช้ในการเลือกรับสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์คู่สายที่ 1-4 และทำการตรวจสอบว่ามีข้อมูลเข้ามาหรือไม่ก่อนที่จะบันทึกลงหน่วยความจำ

3. โปรแกรมย่อยการจัดการพื้นที่หน่วยความจำ โปรแกรมในส่วนนี้ทำหน้าที่ในการจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำทั้งหมดเพื่อการจัดเก็บข้อมูลซึ่งจะทำการแบ่งพื้นที่หน่วยความจำออกเป็น 4 ส่วน คือ พื้นที่ใช้งานทั่วไป, Buffer A, Buffer B และ Buffer C ในแต่ละพื้นที่ดังกล่าวจะมีการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ชัดเจน ซึ่งพื้นที่หน่วยความจำในส่วนที่เป็น Buffer นั้นจะถูกสร้างขึ้นให้มีการจัดเก็บข้อมูลแบบวนรอบ หมายความว่าโปรแกรมจะทำการตรวจสอบก่อนเสมอว่าบัฟเฟอร์ว่างหรือไม่แล้วจึงทำการเขียนข้อมูลลงไป ข้อมูลที่อยู่ในพื้นที่หน่วยความจำแต่ละส่วนจะถูกนำมาวิเคราะห์และ Update อยู่ตลอดเวลา

4. โปรแกรมย่อยควบคุมการอ่าน-เขียนหน่วยความจำ โปรแกรมในส่วนนี้ทำหน้าที่ในการอ่าน-เขียนข้อมูลกับพื้นที่หน่วยความจำในทุก ๆ ส่วน ไม่ว่าจะเป็นการจัดเก็บข้อมูลหรือการดึงเอาข้อมูลที่ต้องการออกมาเพื่อนำไปวิเคราะห์ ดังนั้นสภาวะการทำงานที่เกิดขึ้นของฮาร์ดแวร์จะถูกบันทึกทุกอย่างเอาไว้เพื่อตรวจสอบว่าตรงตามเงื่อนไขการทำงานหรือไม่ นอกจากนี้โปรแกรมส่วนนี้ยังมีหน้าที่หลักในการนำเอาฐานข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมไว้ส่งให้กับโปรแกรมควบคุมการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง

5. โปรแกรมย่อยควบคุมการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง โปรแกรมส่วนนี้ทำหน้าที่ควบคุมให้ส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ทำการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงระหว่างเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX และส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ให้เป็นไปอย่างถูกต้องตามสภาวะการทำงานที่เกิดขึ้นของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด โดยอาศัยข้อมูลที่จัดเตรียมไว้มาเป็นตัวกำหนดค่าแอดเดรสให้กับวงจรแมททริกส์สวิทซ์ และจัดการกับสภาวะการเชื่อมต่อทั้งหมดที่เกิดขึ้นให้คงไว้จนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขเข้ามาใหม่ซึ่งโปรแกรมในส่วนนี้ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงการกำหนดค่าแอดเดรสตามเงื่อนไขที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

6. ฐานข้อมูลของการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง ฐานข้อมูลเหล่านี้คือข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดค่า Address ให้กับส่วนที่ทำหน้าที่ในการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงของส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ ซึ่งประกอบด้วยเส้นทางต่าง ๆ ตั้งแต่ line X0 ถึง X7 และ line Y0 ถึง Y7 ของทั้งทางด้านอินพุทและเอ้าท์พุท โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งไปให้กับโปรแกรมย่อยที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง ตามสภาวะการเรียกที่เกิดขึ้น

7. โปรแกรมย่อยควบคุมสถานะของคู่สายโทรศัพท์ โปรแกรมในส่วนนี้จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมให้วงจรควบคุมสถานะของคู่สายโทรศัพท์และเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเส้นทางการเรียกและติดต่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องชุมสายโทรศัพท์ PABX และเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง รวมทั้งเป็นส่วนที่จะทำให้ PABX ต่อเชื่อมสัญญาณเสียงมายังส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งทำได้โดยการควบคุมให้เกิดการยกหูในคู่สายโทรศัพท์โดยไม่จำเป็นต้องทำการยกหูจริงที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง สภาวะนี้จะเกิดขึ้นภายหลังจากที่ไม่มีการรับสาย (No Reply) ในช่วงเวลาที่กำหนด

8. โปรแกรมย่อยตรวจสอบสถานะของคู่สายโทรศัพท์ โปรแกรมในส่วนนี้จะทำการตรวจสอบว่าคู่สายโทรศัพท์มีสถานะการใช้งานเป็นอย่างไร และตรวจสอบว่าคู่สายใดบ้างกำลังถูกใช้งานหรือไม่อย่างไร เพื่อแจ้งให้กับส่วนประมวลผลกลางใช้สร้างเงื่อนไขทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการทำงานไปยังโปรแกรมที่ให้บริการอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง กล่าวคือเมื่อเส้นทางการติดต่อสื่อสารมีการเปลี่ยนแปลงเส้นทางเกิดขึ้นและการติดต่อสื่อสารในเส้นทางดังกล่าวจบสิ้นลง โปรแกรมในส่วนนี้จะต้องสั่งให้วงจรควบคุมสถานะของคู่สายโทรศัพท์กลับไปมีสถานะเริ่มต้น (Initial Condition) ทันที เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานคู่สายโทรศัพท์ได้ต่อไป

9. โปรแกรมย่อยตรวจสอบการเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ โปรแกรมในส่วนนี้จะทำการตรวจสอบว่าคู่สายใดมีการเรียกเข้ามาและมีการรับสายที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) ภายในช่วงเวลาที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งใช้วิธีการนับจำนวนสัญญาณกระดิ่ง จากนั้นส่งค่าให้กับส่วนประมวลผลกลางโดยควบคุมให้มีการอ่านค่าจากพอร์ทอินพุทของ 8255 (รายละเอียดเกี่ยวกับอินพุท-เอ้าท์พุทพอร์ทได้กล่าวไว้ในหัวข้อ “การออกแบบส่วนประมวลผลกลาง”) ซึ่งโปรแกรมนี้จะเริ่มต้นทำงานทันทีภายหลังจากที่โปรแกรมควบคุมการรับข้อมูลสิ้นสุดลง 1 รอบ ดังนั้นโปรแกรมทั้งสองส่วนที่กล่าวถึงนี้จึงมีการทำงานอยู่ในส่วนของโปรแกรมหลักอยู่ตลอดเวลา โดยหากไม่มีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขเริ่มต้นของการทำงาน โปรแกรมหลักก็จะควบคุมให้มีการตอบสนองการบริการเฉพาะจากโปรแกรมทั้งสองส่วนนี้เท่านั้น

10. โปรแกรมย่อยวิเคราะห์ข้อมูลภายในพื้นที่หน่วยความจำ โปรแกรมย่อยนี้ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ภายในพื้นที่หน่วยความจำ กล่าวคือจะทำการอ่านข้อมูลที่อยู่ใน Buffer A และ Buffer B ออกมาแล้วทำการรวมข้อมูลทั้งสองชุดดังกล่าวเข้าด้วยกันเป็นข้อมูลหลักที่จะเก็บไว้ภายในพื้นที่หน่วยความจำหลักซึ่งก็คือ Buffer C การตีความหมายข้อมูลหลักที่ถูกเก็บไว้ทำได้ดังนี้คือ 4 บิทบนจะหมายถึงข้อมูลของผู้ใช้ที่ถูกส่งมาจากส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) และ 4 บิทล่างจะหมายถึงข้อมูลที่บอกให้ทราบว่าจะต้องทำการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) เครื่องใด

11. โปรแกรมย่อยค้นหาข้อมูลผู้ใช้ คือส่วนของโปรแกรมที่ทำหน้าที่ค้นหาข้อมูลของผู้ใช้ที่ต้องการติดต่อ ซึ่งถูกเก็บไว้ภายในพื้นที่หน่วยความจำหลัก (Buffer C) โดยจะเริ่มต้นอ่านค่าข้อมูลภายในหน่วยความจำตั้งแต่ Address เริ่มต้นไปจนถึง Address สิ้นสุด เมื่อพบค่าที่ต้องการก็จะทำการส่งผ่านไปยังโปรแกรมย่อยที่ทำหน้าที่ค้นหาเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงต่อไป

12. โปรแกรมย่อยการค้นหาเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง โปรแกรมย่อยส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการอ่านค่าข้อมูลในพื้นที่หน่วยความจำหลักโดยจะอ่านเฉพาะ 4 บิทล่างเท่านั้นซึ่งเป็นข้อมูลที่จะบอกให้ทราบว่าจะต้องทำการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องใด โดยจะทำการกำหนดค่าผลลัพธ์ขึ้นมา 1 ชุด จากนั้นจะส่งค่าเหล่านี้ไปให้กับโปรแกรมย่อยที่ทำหน้าที่ในการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงต่อไป

13. โปรแกรมย่อยควบคุมการส่งสัญญาณกระดิ่ง โปรแกรมส่วนนี้จะทำการควบคุมการส่งสัญญาณกระดิ่งเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการ โดยจะรอให้ส่วนควบคุม (Central Processing Unit) สามารถวิเคราะห์ถึงเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการติดต่อได้เสียก่อน จากนั้นโปรแกรมย่อยควบคุมการส่งสัญญาณกระดิ่งจะทำการส่งสัญญาณกระดิ่งเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องนั้นทันที และเมื่อมีการรับสายเกิดขึ้นโปรแกรมย่อยส่วนนี้จะสั่งให้หยุดทำการส่งสัญญาณกระดิ่งทันที

14. โปรแกรมย่อยตรวจสอบค่าเวลาด้วย Timer 0 โปรแกรมย่อยส่วนนี้จะทำการตรวจสอบค่าเวลาที่เกิดจากการอินเตอร์รัพท์ของภายในของ Timer 0 ว่าตรงกับค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าค่าเวลาตรงกันก็จะสั่งให้มีการอ่านค่าข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ใน Buffer A และ Buffer B ออกมาแล้วทกการวิเคราะห์ได้เป็นข้อมูลหลักเก็บไว้ใน Buffer C ต่อไป การกำหนดค่าเวลาด้วย Timer 0 นี้เนื่องมาจากความจำเป็นที่จะต้องบังคับให้โปรแกรมหยุดการทำการที่โปรแกรมหลัก ซึ่งกำหนดให้รับข้อมูลเข้ามาอยู่ตลอดเวลา หากไม่มีการติวเตอร์รัพท์การทำงานดังกล่าวข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในพื้นที่หน่วยความจำจะไม่ถูกนำมาประมวลผลและทำให้โปรแกรมเกิดการหยุดชะงักได้

15. โปรแกรมย่อยควบคุมการหน่วงเวลา โปรแกรมย่อยในส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการกำหนดค่าการหน่วงเวลาค่าต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรมทุก ๆ ส่วน เพื่อให้มีการทำงานที่สอดคล้องกัน เช่น การกำหนดค่าข้อมูลให้กับโปรแกรมย่อย, การรับข้อมูลที่ถูกส่งมาจากส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ, การควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ให้สอดคล้องกับโปรแกรมควบคุมการทำงาน เป็นต้น

บทที่ 4
การออกแบบโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

การออกแบบโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟกการ์ด มีการออกแบบให้มีลักษณะเป็นโมดูลเพื่อให้ง่ายต่อการติดตั้งเพิ่มเติมเข้ากับส่วนที่เป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange) ที่มีอยู่ และยังคงทำให้คุณสมบัติการใช้งานต่าง ๆ ของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX ที่มีอยู่ยังคงคุณสมบัติเหมือนเดิมทุกประการ หากแต่การออกแบบโมดูลเพิ่มเติมเข้าไปทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX สามารถสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก (Calling and Called Parties) ได้อย่างอัตโนมัติโดยไม่จำเป็นต้องใช้การโอนสายตามหาผู้ใช้ปลายทางแต่อย่างใด

นอกจากนี้การออกแบบยังต้องคำนึงถึงมาตรฐานที่องค์การโทรศัพท์กำหนดไว้ เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น และเพื่อทำให้การเชื่อมต่อโมดูลที่ได้ทำการออกแบบขึ้นเข้ากับระบบเดิมได้อย่างไม่มีปัญหา สามารถเป็นเครื่องต้นแบบที่ทำงานได้อย่างถูกต้องรวมทั้งนำไปสู่การพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อเป็นรากฐานต่อการพัฒนาประเทศ

4.1 การออกแบบโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

การออกแบบโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ดแบ่งออกเป็นการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์และการออกแบบทางด้านซอร์ฟแวร์ ดังจะได้อธิบายในรายละเอียดต่อไปนี้

1. **การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์** ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ
   - 1.1 ส่วนวงจรแอกทีฟการ์ด (Wireless Active Card)
   - 1.2 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit)
   - 1.3 ส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit)

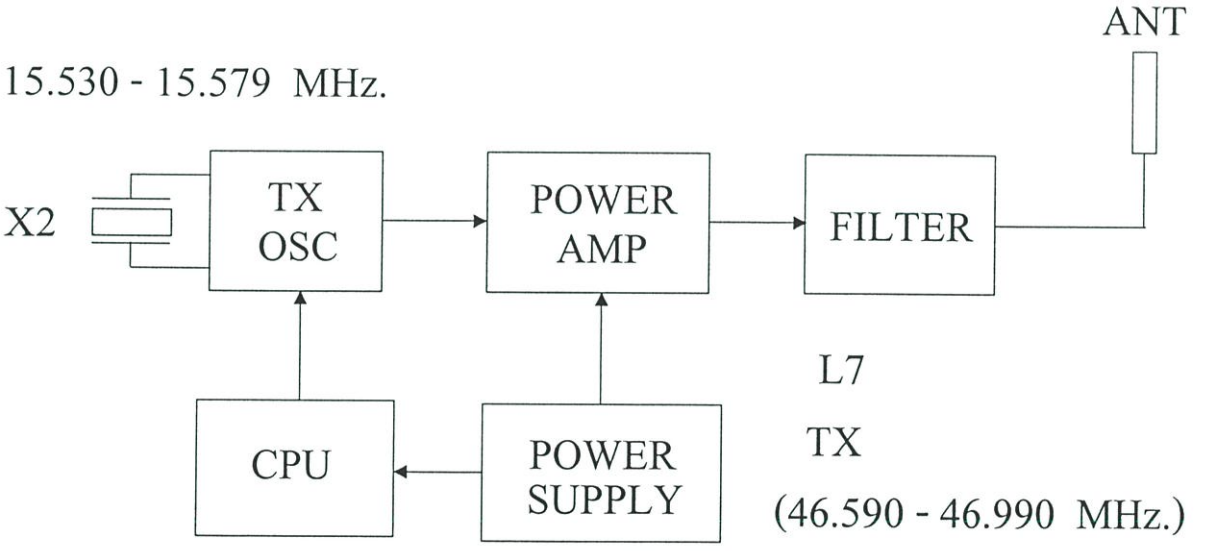
ดังรายละเอียดการออกแบบที่จะได้กล่าวถึงต่อไปนี้

1.1 การออกแบบส่วนวงจรแอกทีฟการ์ด (Wireless Active Card)

วงจรส่วนแอกทีฟการ์ด ที่ได้ทำการออกแบบขึ้น คือบัตรประจำตัวแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Wireless Active Card) เพื่อให้ผู้ใช้พกพาไว้ในกระเป๋าเสื้อ เมื่อผู้ใช้เข้าไปอยู่ในห้องใดรหัสจะถูกส่งออกไปเก็บไว้ยังเครื่องโทรศัพท์ในห้องนั้น และเมื่อผู้ไปอยู่อีกห้องหนึ่งก็จะทำการยกเลิกรหัสในห้องเดิมแล้วย้ายไปเก็บไว้ที่เครื่องโทรศัพท์ในห้องใหม่ รหัสที่บรรจุอยู่ในบัตรอิเล็กทรอนิกส์คือรหัสข้อมูลขนาด 8 บิท ซึ่งกำหนดให้เป็นรหัสประจำตัวของผู้ใช้แต่ละคนแตกต่างกัน รวมทั้งสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขรหัสได้ตามต้องการ

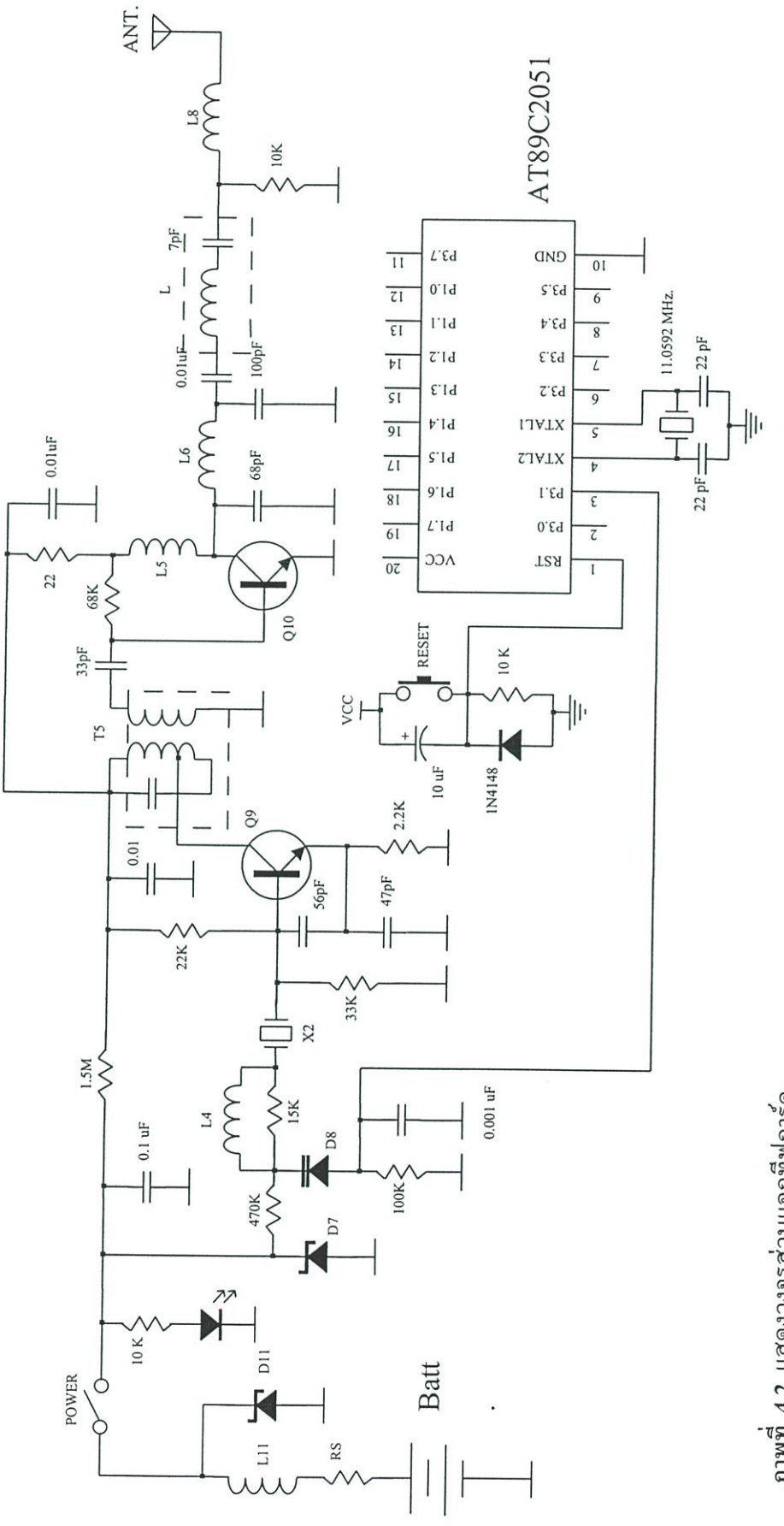
Wireless Active Card นี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ ส่วนควบคุมการทำงาน, ส่วนกำเนิดสัญญาณคลื่นวิทยุ และแหล่งจ่ายพลังงาน บล็อกไดอะแกรมดังแสดงในภาพที่ 4.1

1.1.1 การออกแบบส่วนควบคุมการทำงาน (Control Unit) ส่วนควบคุมการทำงานทำหน้าที่กำหนดรหัสประจำตัวของผู้ใช้รวมทั้งควบคุมการส่งรหัสซึ่งจะทำการส่งรหัสออกไปทุก ๆ 5 วินาที ในรูปของคลื่นวิทยุช่วง 46-49 MHz. ตามมาตรฐาน FCC กำหนด โดยการใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กเบอร์ AT89C2051 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แบบแฟรช ภายในประกอบด้วยหน่วยความจำโปรแกรมขนาด 2 กิโลไบท์ และหน่วยความจำข้อมูลขนาด 128 ไบท์ ส่งผลให้ไม่จำเป็นต้องใช้หน่วยความจำภายนอกสำหรับบรรจุ โปรแกรมควบคุมการทำงานแต่อย่างใด ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดในการออกแบบที่ต้องการให้ส่วนที่เป็นบัตรอิเล็กทรอนิกส์มีขนาดเล็กมากที่สุด เพื่อความสะดวกในการพกพารหัสที่ถูกสร้างขึ้นจากไมโครคอนโทรลเลอร์ จะถูกส่งออกมาทางขา 3 โดยสัญญาณ 1 ชุดประกอบด้วยข้อมูลอนุกรมขนาด 8 บิท



ภาพที่ 4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของส่วนแอกทีฟการ์ด

1.1.2 การออกแบบส่วนกำเนิดสัญญาณคลื่นวิทยุ (Oscillator) ส่วนนี้ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณคลื่นพาห์แล้วทำการผสมสัญญาณคลื่นพาห์ที่สร้างขึ้นเข้ากับสัญญาณข้อมูลที่ถูกส่งมาจากส่วนควบคุมการทำงานได้เป็นสัญญาณคลื่นวิทยุในย่าน 46 MHz. วงจรดังแสดงในภาพที่ 4.2 ประกอบด้วย Q9 ซึ่งทำหน้าที่เป็นออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) กำเนิดความถี่คลื่นพาห์และมีคริสตัล X2 เป็นตัวควบคุมความถี่ สัญญาณข้อมูลถูกป้อนเข้ามาทาง D8 ซึ่งเป็นวาแรกเตอร์ไดโอด ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทางด้านความถี่ของออสซิลเลเตอร์ตามสัญญาณข้อมูลจากนั้นส่งไปยัง Q10 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณ (Power Amplifier)เพื่อให้สัญญาณให้มีความแรงเพียงพอ



ภาพที่ 4.2 แสดงวงจรส่วนแอกทีฟการ์ด

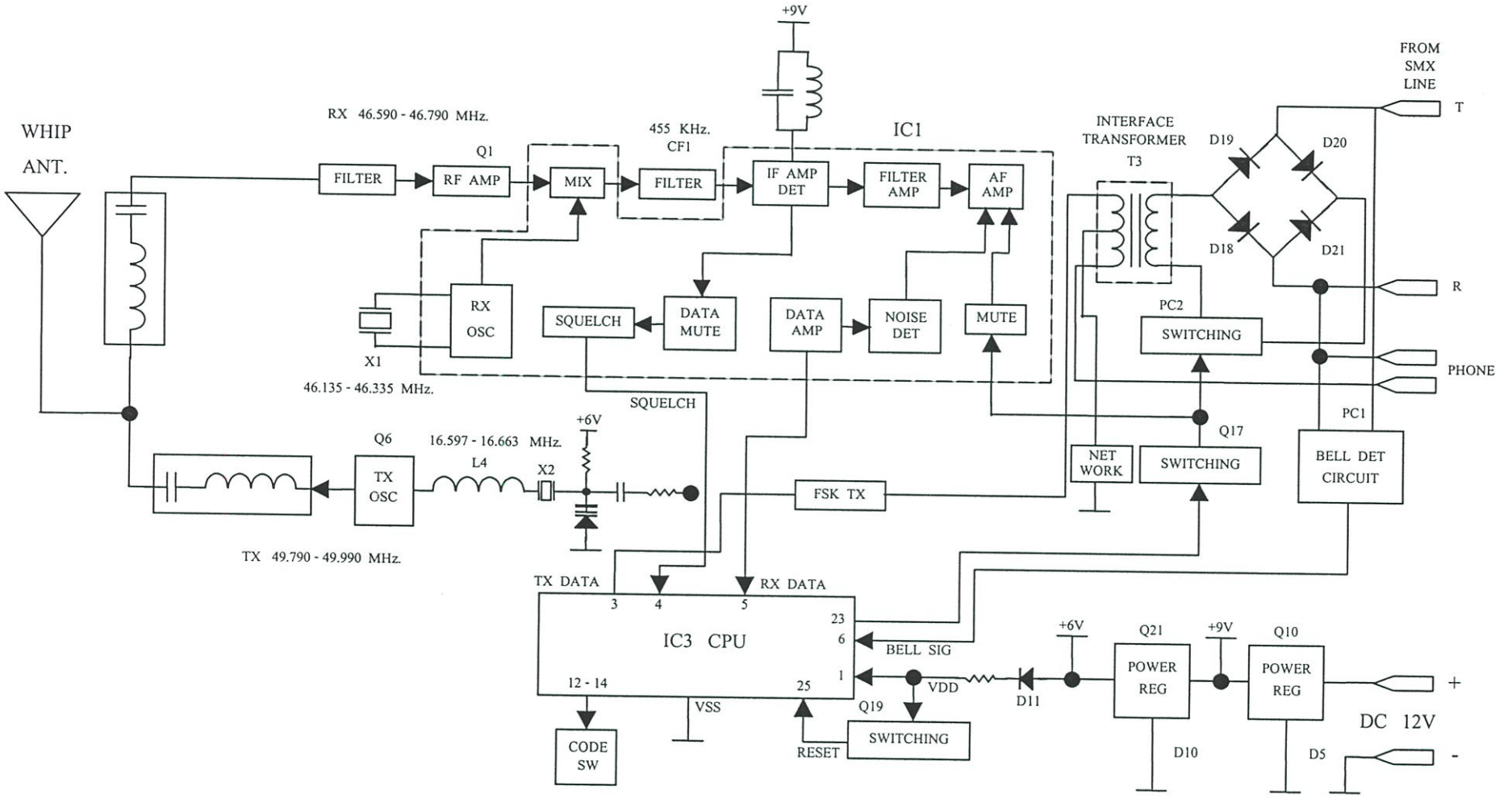
1.1.3 แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply)

การออกแบบแหล่งจ่ายพลังงานใช้แบตเตอร์รี่ 12 โวลท์ ขนาดเล็กโดยมีไอซีเรกูเลเตอร์เบอร์ 78L05 เป็นส่วนควบคุมแรงดันไฟตรงให้คงที่ที่ระดับ 5 โวลท์ ป้อนสู่ส่วนควบคุมการทำงานและส่วนกำเนิดสัญญาณคลื่นวิทยุ

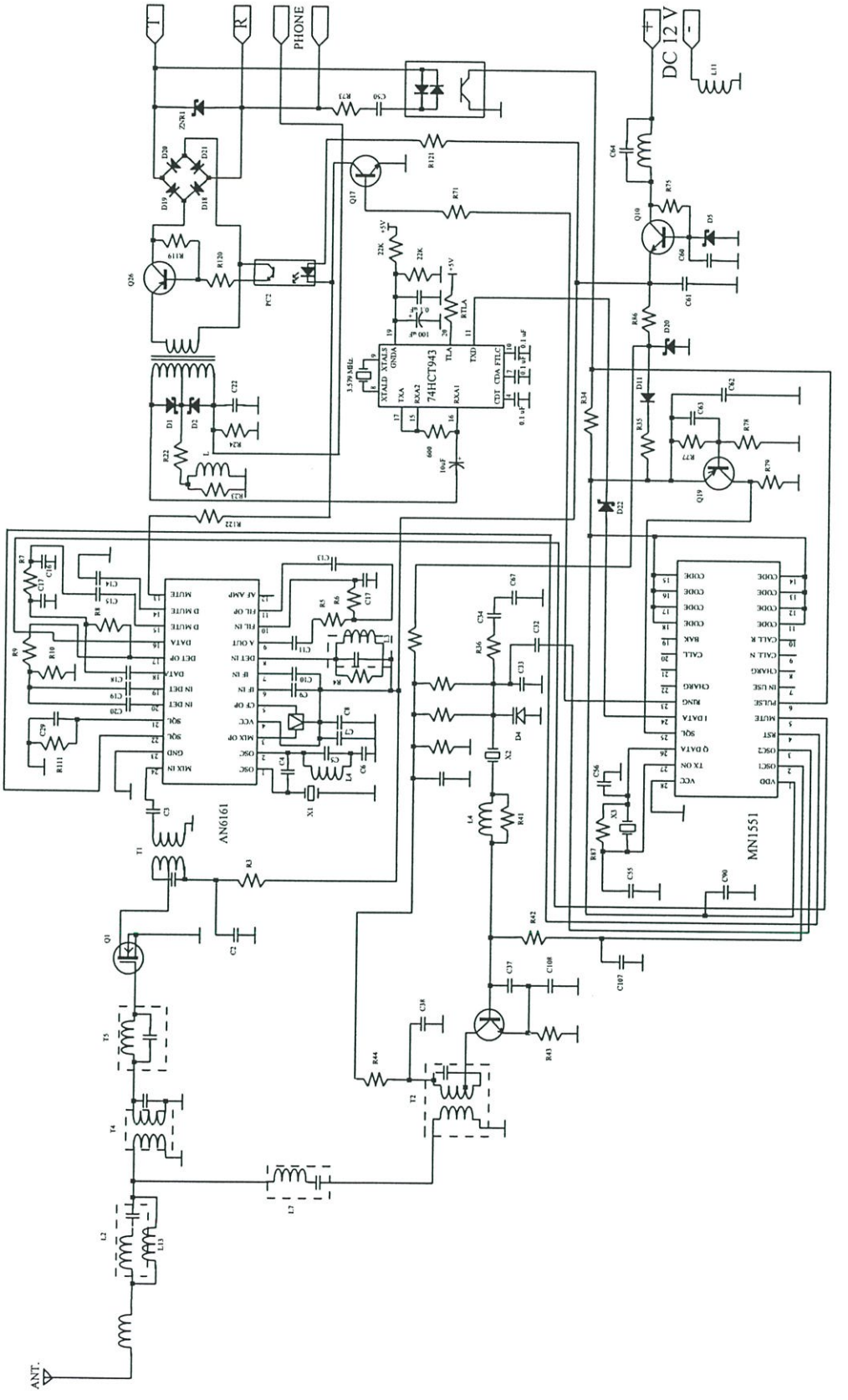
1.2 การออกแบบส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit)

วงจรส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณคลื่นวิทยุย่านความถี่ 46 MHz. ที่ถูกส่งมาจากบัตรประจำตัวแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Wireless Active Card) แล้วทำการถอดรหัสข้อมูลออกมาเพื่อที่จะทำการส่งผ่านไปยังส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ต่อไป โดยที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) จะต่ออยู่กับส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุนี้ บล็อกไดอะแกรมของส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ ดังแสดงในภาพที่ 14

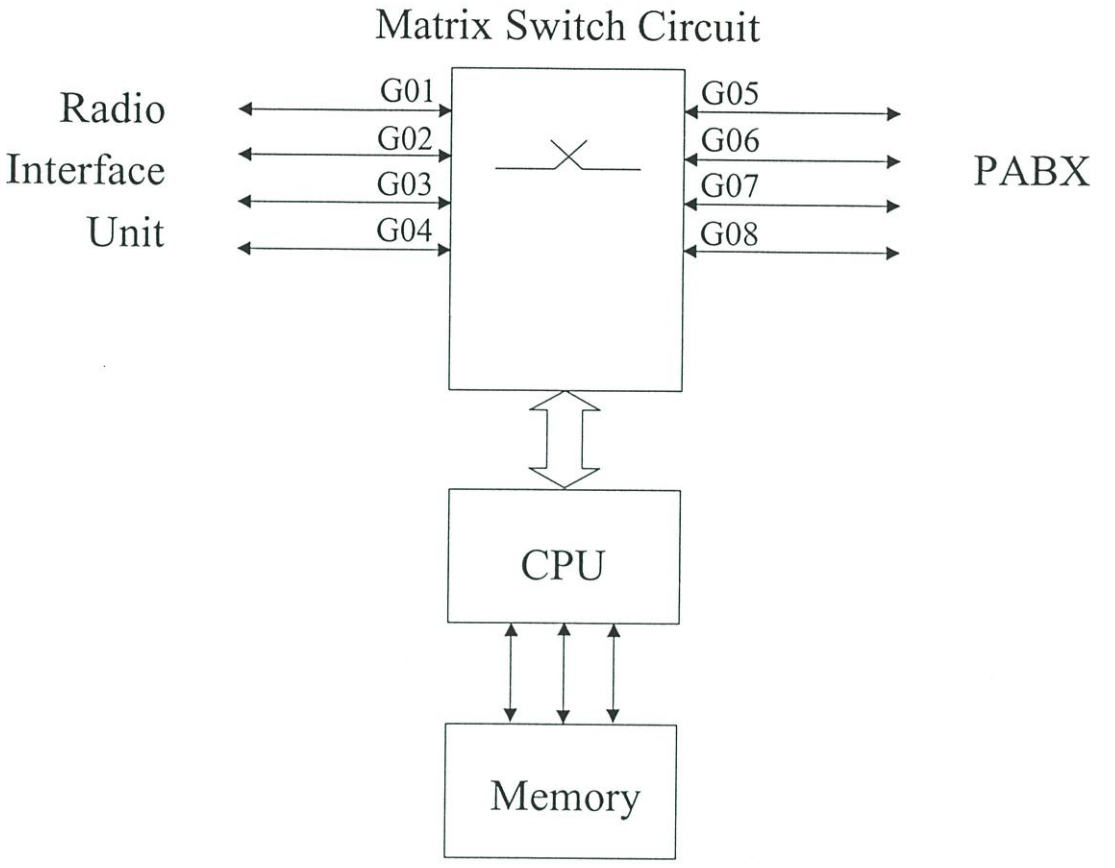
ในสภาวะปรกติการใช้งานเครื่องโทรศัพท์ปลายทางสามารถทำได้ทั้งการรับสายเรียกเข้าและโทรออกหรือใช้เรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องอื่นได้เหมือนกับเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่ต่ออยู่กับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) หากแต่เมื่อมีการรับสัญญาณคลื่นวิทยุผ่านเข้ามาทางสายอากาศผ่านวงจรกรองสัญญาณและวงจรจูนมายังไอซีเบอร์ AN6161 ซึ่งเป็นไอซีดีมอดูเลต ทำหน้าที่ผสมสัญญาณย่านความถี่ 46 MHz. ให้อยู่ในย่านความถี่ 455 Hz แล้วทำการดีเทคให้เหลือแต่สัญญาณเสียง ในกรณีนี้นำเอาเฉพาะสัญญาณข้อมูลที่ดีเทคได้ ซึ่งเป็นสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอลส่งไปยังไอซีเบอร์ 74HCT943 ซึ่งจะทำการแปลงสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอลให้กลายเป็นสัญญาณอนาล็อกแบบ FSK (Frequency Shift Keying) ส่งไปส่วนอินเตอร์เฟสกับคู่สายโทรศัพท์ T3 ซึ่งเป็น Matching Transformer โดยที่ส่วนอินเตอร์เฟสกับคู่สายโทรศัพท์จะมีการต่อเชื่อมเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ก็ต่อเมื่อไอซี Base Station Microcontroller เบอร์ MN1551 ได้รับรหัสถูกต้องจะส่งสัญญาณไปสั่งให้ทรานซิสเตอร์ Q17 นำกระแสส่งผลให้ PC2 ซึ่งเป็นไอซีเชื่อมโยงทางแสงเกิดการนำกระแส ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q26 ทำงานต่อเชื่อมวงจรเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ เรียกสภาวะนี้ว่าสภาวะ “ยกหู” ส่วน PC1 เป็นไอซีเชื่อมโยงทางแสงสำหรับตรวจจับสัญญาณกระดิ่งเพื่อบอกให้ไอซี Base Station Microcontroller เบอร์ MN1551 ทราบว่ามีการเรียกเข้ามา วงจรดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ



ภาพที่ 4.4 แสดงวงจรส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ



ภาพที่ 4.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์

1.3 การออกแบบส่วนวงจรแมททริกส์สวิท์ (Matrix Switch Circuit)

ส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่สร้างเส้นทางการต่อเชื่อม (Communications Routing) สัญญาณเสียงระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก (Calling and Called Parties) ซึ่งโครงสร้างและการทำงานมีความสำคัญมาก โดยแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ สำหรับวงจรเสียงพูด (Voice Circuit) ซึ่งก็คือ local (line-to-line) switch, transit (tandem) switch, และ call distributin หน้าที่ของแมททริกส์สวิทซ์ส่วนใหญ่ทำการกำหนดเส้นทางการต่อเชื่อมระหว่างเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) กับส่วนกลางหรือระหว่างเครื่องโทรศัพท์ปลายทางของ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ซึ่งการต่อเชื่อมเหล่านี้จำเป็นต้องมีการกำหนดเส้นทางของแมททริกส์สวิทซ์โดยตลอดจากการเรียกต้นทางไปยังปลายทางที่ต้องการ และในแต่ละเส้นทางจะต้องสามารถเปลี่ยนแปลงไปยังเส้นทางอื่นทุก ๆ เส้นทางภายในของแมททริกส์สวิทซ์ได้ ดังแสดงให้เห็นบล็อกไดอะแกรมในภาพที่ 16 แมททริกส์สวิทซ์แบบนี้บางครั้งสามารถเรียกได้ว่าเป็นเหมือนกับ line switch ซึ่งการที่แมททริกส์สวิทซ์สามารถสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมนั้น ทำได้โดยการกำหนดแอดเดรสข้อมูลจากส่วนประมวลผลหลัก (Central Processing Unit) ซึ่งข้อมูล

ดังกล่าวจะถูกบรรจุไว้ภายในหน่วยความจำข้อมูลหลัก (Data Memory) ของระบบ โดยที่ฐานข้อมูล (Data base) ดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในการกำหนดให้วงจรแมททริกส์สวิทซ์ทำการ Mark เส้นทาง (Routing) จาก X0-X7 ไปยัง Y0-Y7 ที่ต้องการ การออกแบบประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- การออกแบบส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit Design)
- การออกแบบวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit Design)
- การออกแบบส่วนดีมอดูเลตสัญญาณ FSK (FSK Demodulator Design)
- การออกแบบส่วนวงจรรวมสัญญาณ (Channel Combiner Design)
- การออกแบบส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ring Detector Design)
- การออกแบบส่วนตรวจจับและควบคุมการยกหูวางหู (On-Off Hook Control and Detector Designs)

1.3.1 การออกแบบส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit Design)

การออกแบบส่วนประมวลผลหลักของระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. การออกแบบส่วนควบคุมและจัดการข้อมูล (Control Unit and Data Management)
2. ส่วนอินพุท-เอ้าท์พุทพอร์ท (Input/Output Port)

1. การออกแบบส่วนควบคุมและจัดการข้อมูล (Control Unit and Data Management)

การออกแบบใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C55 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แบบแฟรชเมมโมรี่ ซึ่งมีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 256 ไบท์ และหน่วยความจำโปรแกรมอยู่ภายในขนาด 20 กิโลไบท์ สำหรับบรรจุโปรแกรม (Code) ควบคุมการทำงานเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดและจัดการกับข้อมูลต่าง ๆ ที่ถูกส่งมาจากส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ไอซีเบอร์ 74LS373 ทำหน้าที่เป็นส่วนแลทข้อมูลและแอดเดรสจาก CPU ให้กับไอซีเบอร์ 6264 ซึ่งเป็นหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External RAM) ขนาด 8 กิโลไบท์ ภายในมีการแบ่งพื้นที่หน่วยความจำออกเป็น 4 ส่วนคือ พื้นที่สำหรับใช้งานทั่วไป, Buffer A, Buffer B, และ Buffer C ส่วนไอซีเบอร์ 74LS138 ทำหน้าที่เป็น Decoder เพื่อถอดรหัสตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งกำหนดให้มีแแอดเดรสอยู่ในช่วง 02000H-03FFFH นอกจากนี้ยังถอดรหัสตำแหน่งแอดเดรสให้กับไอซีเบอร์ 82C55 ทั้ง 3 ตัวซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อถัดไป ไอซีเบอร์ 74LS153 ทำหน้าที่เลือกช่องรับสัญญาณจำนวน 4 channel ออกไปยังช่องสัญญาณเอ้าท์พุท 1 channel ซึ่งทำหน้าที่เป็น Channel Combiner และยังเป็นตัวกำหนดค่า DTI Number ให้กับข้อมูล สำหรับในส่วนของไอซีเบอร์ DS1232 จะทำหน้าที่ในการตรวจสอบสภาวะการทำงานของ CPU กล่าวคือในสภาวะปรกติ CPU จะส่งพัลซ์แบบต่อเนื่อง

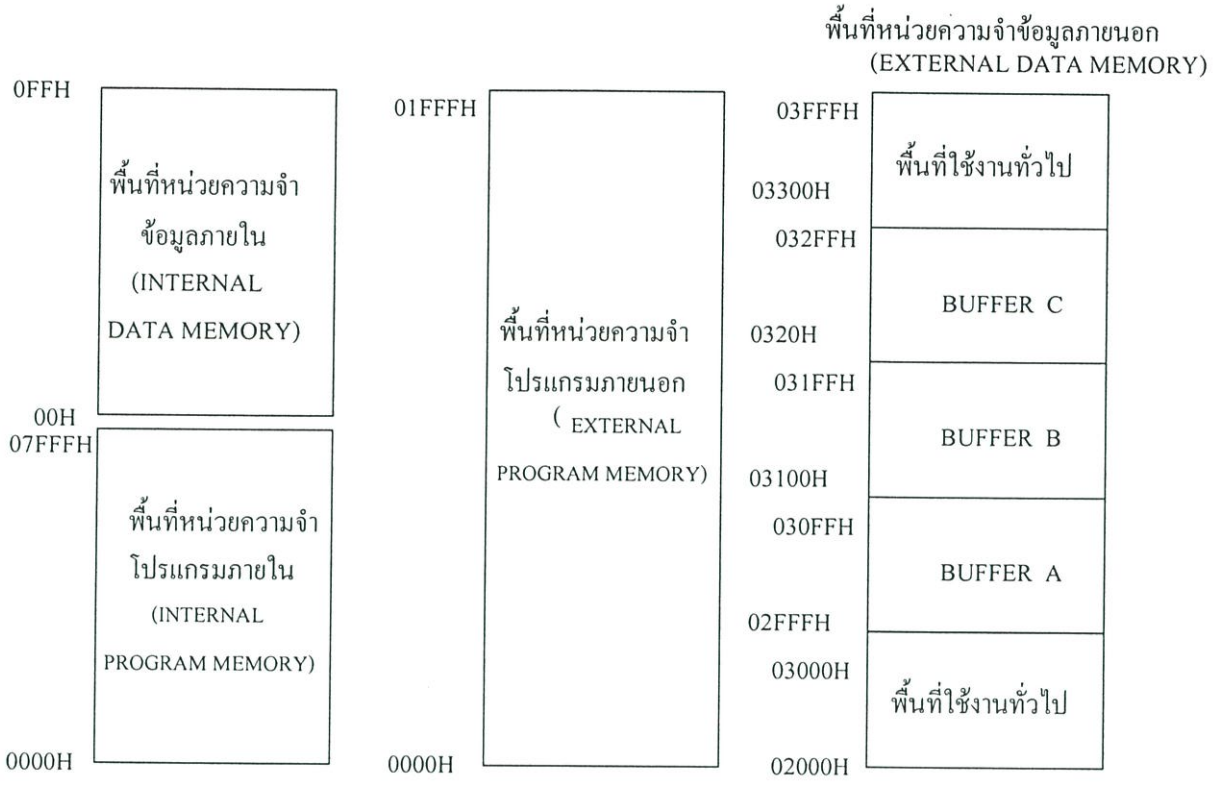
ออกมาทาง ALE (ขา 31) ตลอดเวลา แต่เมื่อใดก็ตามที่ CPU เกิดการผิดพลาดจนหยุดทำงานอันเนื่องมาจากสาเหตุใดก็ตาม ถ้าหากภายในช่วงเวลา 600 Millisecond ยังไม่มีการส่งพัลซ์ออกมาทาง ALE จะทำให้ DS1232 ส่งสัญญาณไป RESET ซีพียูให้เริ่มต้นการทำงานใหม่ทันที หรือทำการกดสวิทซ์ RESET หากต้องการให้ซีพียูเริ่มต้นทำงานใหม่ทันที

การจัดการพื้นที่หน่วยความจำของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

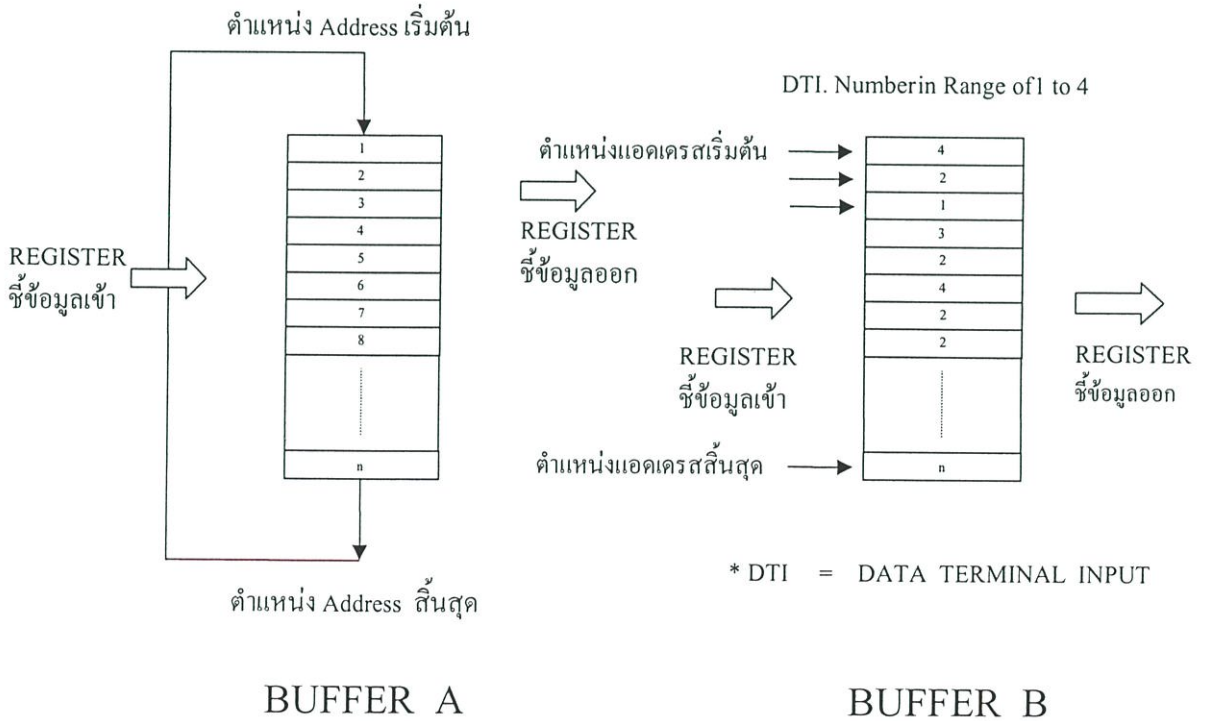
โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ดแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือหน่วยความจำภายใน (Internal Memory) และหน่วยความจำภายนอก (External Memory)

โดยที่หน่วยความจำภายในแบ่งออกเป็นหน่วยความจำโปรแกรมสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมดซึ่งมีขนาด 20 กิโลไบท์มีแอดเดรสอยู่ในช่วง 0000H – 07FFFH และหน่วยความจำข้อมูลขนาด 256 ไบท์ โดยมีแอดเดรสเริ่มต้นตั้งแต่ 00H – 0FFH สำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราวที่เกิดจากการทำงานของโปรแกรมควบคุมและยังใช้ทำเป็น Registers สำหรับกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับโปแกรม นอกยังใช้ทำเป็นแฟรก (Flag) ข้อมูลเพื่อกำหนดสถานะการทำงานต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนด

สำหรับหน่วยความจำภายนอกประกอบด้วยหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลเช่นเดียวกับการแบ่งหน่วยความจำข้อมูลภายใน กล่าวคือหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ROM (Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่สามารถอ่านได้อย่างเดียวใช้สำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมดซึ่งมีขนาด 8 กิโลไบท์ โดยมีตำแน่งแอดเดรสเริ่มต้นตั้งแต่ 0000H – 01FFFH ส่วนหน่วยความจำข้อมูล (External Data Memory) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า RAM (Random Access Memory) เป็นหน่วยความจำที่สามารถทำการอ่านเขียนข้อมูลได้ซึ่งมีขนาด 8 กิโลไบท์ โดยมีแอดเดรสเริ่มต้นตั้งแต่ 02000H – 03FFFH รวมทั้งแบ่งออกเป็นพื้นที่ใช้งานทั่วไปและพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราวคือ Buffer A, Buffer B และ Buffer C ดังแสดงในภาพที่ 4.6

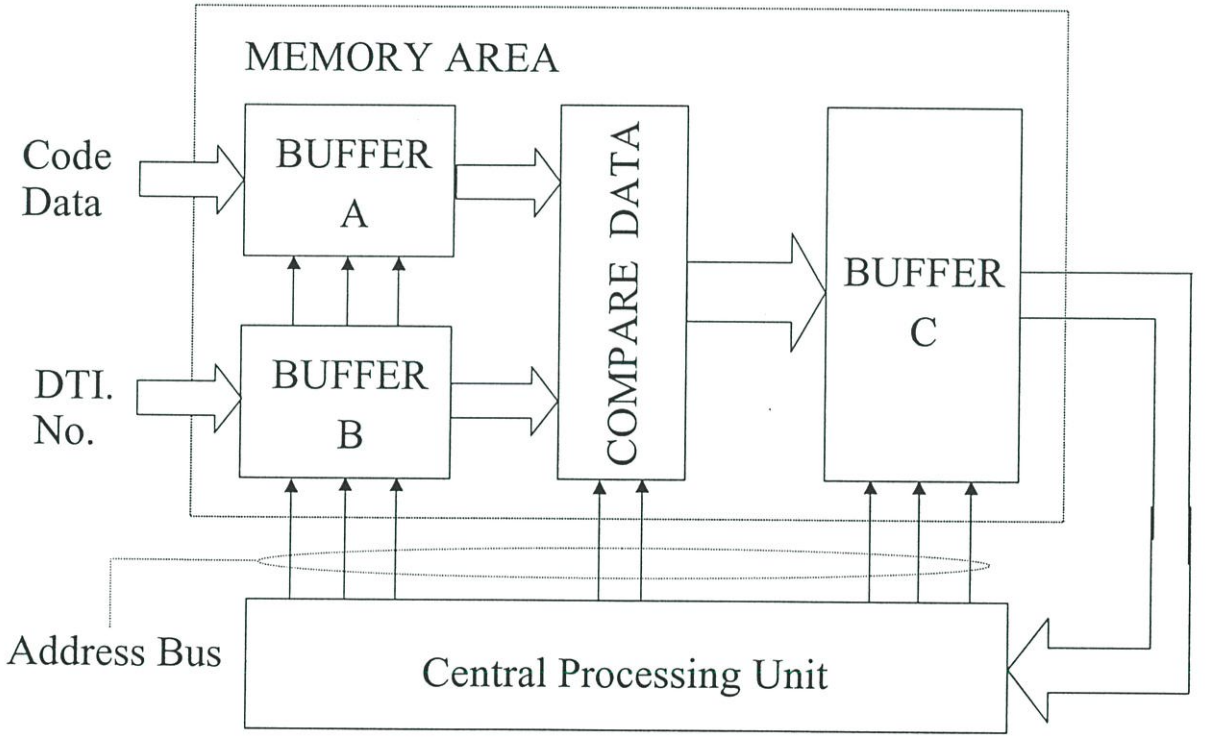


ภาพที่ 4.6 แสดงการแบ่งพื้นที่หน่วยความจำของส่วนควบคุม



ภาพที่ 4.7 แสดงการสร้างบัฟเฟอร์แบบวนรอบสำหรับการเก็บข้อมูลลงในพื้นที่หน่วยความจำ

รูปแบบการเก็บข้อมูลลงในพื้นที่ของหน่วยความจำคือ ทำได้โดยการสร้างบัฟเฟอร์แบบวนรอบ และสร้าง Index Register ขนาด 16 บิท เพื่อให้ทำหน้าที่ในการชี้ตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำภายนอกทำให้สามารถอ่าน-เขียนหน่วยความจำได้อย่างถูกต้อง ซึ่งบัฟเฟอร์ของแต่ละพื้นที่หน่วยความจำจะมี Index Register ที่เป็นอิสระจากกันทั้งการอ่านข้อมูลและการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำ นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบข้อมูลในบัฟเฟอร์อยู่ตลอดเวลาก่อนที่จะมีการอ่าน-เขียนหน่วยความจำแต่ละครั้ง เมื่อข้อมูลถูกอ่านออกไปจะทำการ Clear บัฟเฟอร์ในตำแหน่งนั้นทันทีทำให้สามารถใช้หน่วยความจำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.8 แสดงการจัดการข้อมูลภายในพื้นที่หน่วยความจำ

2. การออกแบบส่วนอินพุท-เอ้าท์พุทพอร์ท (Input/Output Port)

การออกแบบส่วนที่เป็นอินพุท-เอ้าท์พุทพอร์ทใช้ไอซีเบอร์ 82C55 ซึ่งประกอบด้วยพอร์ทขนาด 8 บิทจำนวน 3 พอร์ทคือ พอร์ท A, พอร์ท B และ พอร์ท C โดยที่แต่ละพอร์ทสามารถโปรแกรมให้ทำงานเป็นอินพุทพอร์ทหรือเอ้าท์พุทพอร์ท การรับส่งข้อมูลกับซีพียูกระทำผ่านทางขา D0-D7 (Data Bus) ขา /RD, /WR เป็นสัญญาณควบคุมการอ่าน/เขียนข้อมูลระหว่างซีพียูและ 82C55 ส่วนขา A0, A1 ใช้สำหรับการเลือกว่าต้องการติดต่อกับพอร์ท A, พอร์ท B, พอร์ท C

หรือคอนโทรลพอร์ทการรับส่งข้อมูลกับส่วนต่าง ๆ และการส่งสัญญาณควบคุมไปยังส่วนต่าง ๆ จะต้องผ่านอุปกรณ์ที่เรียกอินพุท-เอ้าท์พุทพอร์ทนี้ทั้งหมด ในการออกแบบใช้ 8255 ทั้งหมด 3 ตัว ซึ่งแต่ละตัวมีรายละเอียดของแต่ละพอร์ทบิทดังต่อไปนี้

8255 ตัวที่ 1

Port A กำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ 0C000H มีรายละเอียดบิทใช้งานดังต่อไปนี้

P1A-0	P1A-1	P1A-2	P1A-3	P1A-4	P1A-5	P1A-6	P1A-7
AX0	AX1	AX2	AY0	AY1	AY2	DATA	STB

AX0 - AX2 คือ Address Line Input สำหรับ AX0-AX2

AY0 - AY2 คือ Address Line Input สำหรับ AY0-AY2

DATA คือ ขา DATA ใช้สำหรับการกำหนดให้มีหรือไม่มีการเลือกสวิทซ์

STB คือ STROBE ใช้สำหรับควบคุมการแลท 6 บิทแอดเดรสเข้ามายังสวิทซ์

Port B กำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ 0C001H มีรายละเอียดบิทใช้งานดังต่อไปนี้

P1B-0	P1B-1	P1B-2	P1B-3	P1B-4	P1B-5	P1B-6	P1B-7
AX0	AX1	AX2	AY0	AY1	AY2	DATA	STB

AX0-AX2 คือ Address Line Input สำหรับ AX0-AX2

AY0-AY2 คือ Address Line Input สำหรับ AY0-AY2

DATA คือ ขา DATA ใช้สำหรับการกำหนดให้มีหรือไม่มีการเลือกสวิทซ์

STB คือ STROBE ใช้สำหรับควบคุมการแลท 6 บิทแอดเดรสเข้ามายังสวิทซ์

Port C กำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ 0C002H มีรายละเอียดบิทใช้งานดังต่อไปนี้

P1C-0	P1C-1	P1C-2	P1C-3	P1C-4	P1C-5	P1C-6	P1C-7
LINE1 _RING	LINE2 _RING	LINE3 _RING	LINE4 _RING	NC	STB_G	SCN_A	SCN_B

LINE1_RING คือ OUTPUT ของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งสำหรับคู่สายโทรศัพท์ที่ 1

LINE2_RING คือ OUTPUT ของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งสำหรับคู่สายโทรศัพท์ที่ 2

LINE3_RING คือ OUTPUT ของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งสำหรับคู่สายโทรศัพท์ที่ 3

LINE4_RING คือ OUTPUT ของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งสำหรับคู่สายโทรศัพท์ที่ 4

NC คือ ไม่มีการต่อใช้งาน

STB_G คือ STROBE สำหรับการ Enable การเลือก Data Input ของ Data Selector

SCN_A คือ Select Input A ของ Data Selector

SCN_B คือ Select Input B ของ Data Selector

8255 ตัวที่ 2

Port A กำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ 0E000H มีรายละเอียดบิทใช้งานดังต่อไปนี้

P2A-0	P2A-1	P2A-2	P2A-3	P2A-4	P2A-5	P2A-6	P2A-7
MR1	AE1	MR2	AE2	MR3	AE3	MR4	AE4

MR1 คือ Master Reset Input ของแมททริกส์สวิทช์ตัวที่ 1 สำหรับควบคุมการปิดสวิทช์ทั้งหมด

AE1 คือ Address Enable ของแมททริกส์สวิทช์ตัวที่ 1 สำหรับควบคุมการการแลทแอดเดรสเพื่อกำหนดให้มีการ Mark ตำแหน่ง X-Y ที่ต้องการ

MR2 คือ Master Reset Input ของแมททริกส์สวิทช์ตัวที่ 2 สำหรับควบคุมการปิดสวิทช์ทั้งหมด

AE2 คือ Address Enable ของแมททริกส์สวิทช์ตัวที่ 2 สำหรับควบคุมการการแลทแอดเดรสเพื่อกำหนดให้มีการ Mark ตำแหน่ง X-Y ที่ต้องการ

MR3 คือ Master Reset Input ของแมททริกส์สวิทช์ตัวที่ 3 สำหรับควบคุมการปิดสวิทช์ทั้งหมด

AE3 คือ Address Enable ของแมททริกส์สวิทซ์ตัวที่ 3 สำหรับควบคุมการการแลทแอดเดรสเพื่อกำหนดให้มีการ Mark ตำแหน่ง X-Y ที่ต้องการ

MR4 คือ Master Reset Input ของแมททริกส์สวิทซ์ตัวที่ 4 สำหรับควบคุมการปิดสวิทซ์ทั้งหมด

AE4 คือ Address Enable ของแมททริกส์สวิทซ์ตัวที่ 4 สำหรับควบคุมการการแลทแอดเดรสเพื่อกำหนดให้มีการ Mark ตำแหน่ง X-Y ที่ต้องการ

Port B กำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ 0E001H มีรายละเอียดบิทใช้งานดังต่อไปนี้

P2B-0	P2B-1	P2B-2	P2B-3	P2B-4	P2B-5	P2B-6	P2B-7
RLY_ LINE_I1	RLY_ LINE_I2	RLY_ LINE_I3	RLY_ LINE_I4	RLY_ LINE_O1	RLY_ LINE_O2	RLY_ LINE_O3	RLY_ LINE_O4

RLY_LINE_I1 คือ บิทที่ใช้ควบคุมวงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทางด้าน Input คู่สายที่ 1

RLY_LINE_I2 คือ บิทที่ใช้ควบคุมวงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทางด้าน Input คู่สายที่ 2

RLY_LINE_I3 คือ บิทที่ใช้ควบคุมวงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทางด้าน Input คู่สายที่ 3

RLY_LINE_I4 คือ บิทที่ใช้ควบคุมวงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทางด้าน Input คู่สายที่ 4

RLY_LINE_O1 คือ บิทที่ใช้ควบคุมวงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทางด้าน Output คู่สายที่ 1

RLY_LINE_O2 คือ บิทที่ใช้ควบคุมวงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทางด้าน Output คู่สายที่ 2

RLY_LINE_O3 คือ บิทที่ใช้ควบคุมวงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทางด้าน Output คู่สายที่ 3

RLY_LINE_O4 คือ บิทที่ใช้ควบคุมวงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทางด้าน Output คู่สายที่ 4

Port C กำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ 0E002H มีรายละเอียดบิทใช้งานดังต่อไปนี้

P2C-0	P2C-1	P2C-2	P2C-3	P2C-4	P2C-5	P2C-6	P2C-7
HOOK _SW1	HOOK _SW2	HOOK _SW3	HOOK _SW4	NC	NC	NC	NC

HOOK_SW1 คือ บิทที่ใช้ควบคุมการยกหูและวางหูสำหรับคู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 1

HOOK_SW2 คือ บิทที่ใช้ควบคุมการยกหูและวางหูสำหรับคู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 2

HOOK_SW3 คือ บิทที่ใช้ควบคุมการยกหูและวางหูสำหรับคู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 3

HOOK_SW4 คือ บิทที่ใช้ควบคุมการยกหูและวางหูสำหรับคู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 4

NC ไม่มีการต่อใช้งาน

8255 ตัวที่ 3

Port A กำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ 0A000H มีรายละเอียดบิทใช้งานดังต่อไปนี้

P3A-0	P3A-1	P3A-2	P3A-3	P3A-4	P3A-5	P3A-6	P3A-7
HOOK _STS1	HOOK _STS2	HOOK _STS3	HOOK _STS4	NC	NC	NC	NC

HOOK_STS1 คือ บิทที่ใช้แสดงสภาวะการยกหูและวางหูของคู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 1

HOOK_STS2 คือ บิทที่ใช้แสดงสภาวะการยกหูและวางหูของคู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 2

HOOK_STS3 คือ บิทที่ใช้แสดงสภาวะการยกหูและวางหูของคู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 3

HOOK_STS4 คือ บิทที่ใช้แสดงสภาวะการยกหูและวางหูของคู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 4

NC ไม่มีการต่อใช้งาน

Port B กำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ 0A001H มีรายละเอียดบิทใช้งานดังต่อไปนี้

P3B-0	P3B-1	P3B-2	P3B-3	P3B-4	P3B-5	P3B-6	P3B-7
SE_RG1	SE_RG2	SE_RG3	SE_RG4	NC	NC	NC	NC

SE_RG1 คือ บิทที่ใช้ควบคุมการเชื่อมต่อสัญญาณกระดิ่งเข้าสู่คู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 1

SE_RG2 คือ บิทที่ใช้ควบคุมการเชื่อมต่อสัญญาณกระดิ่งเข้าสู่คู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 2

SE_RG3 คือ บิทที่ใช้ควบคุมการเชื่อมต่อสัญญาณกระดิ่งเข้าสู่คู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 3

SE_RG4 คือ บิทที่ใช้ควบคุมการเชื่อมต่อสัญญาณกระดิ่งเข้าสู่คู่สายโทรศัพท์ คู่สายที่ 4

NC ไม่มีการต่อใช้งาน

Port C กำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ 0A002H มีรายละเอียดบิทใช้งานดังต่อไปนี้

P3C-0	P3C-1	P3C-2	P3C-3	P3C-4	P3C-5	P3C-6	P3C-7
PC0	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC

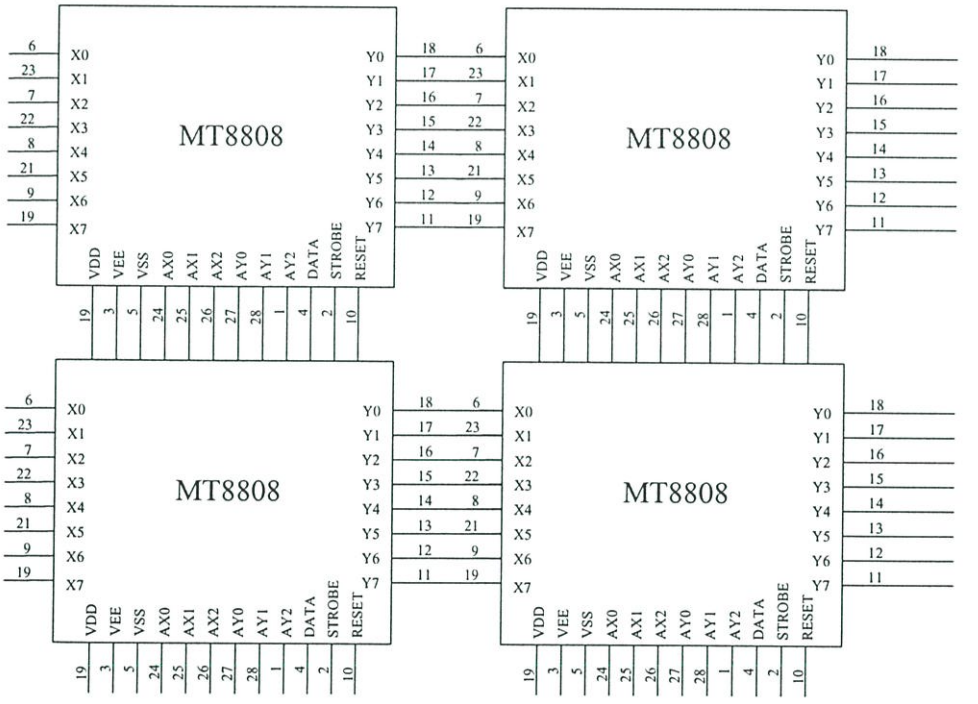
NC ไม่มีการต่อใช้งาน

1.3.2 การออกแบบส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์

วงจรแมททริกส์สวิทซ์ทำหน้าที่สร้างเส้นทางการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) และส่วนเชื่อมต่อด้วยคลื่นวิทยุเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังทำหน้าที่สลับเส้นทางการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้ด้วยกันเองอีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ในการออกแบบใช้ไอซีเบอร์ MT8808 ซึ่งเป็น 8 x 8 analog switch array ทำให้การออกแบบวงจรและการโปรแกรมเป็นไปอย่างง่ายดาย ภายในตัวไอซ์ประกอบด้วยจำนวน Crosspoint Switch และยังมี Decoder สำหรับทำการตีความหมายของ 6 บิทแอดเดรสให้เป็นการเลือกแมททริกส์สวิทซ์ และส่วนของการแลกข้อมูลเพื่อควบคุมการ เปิดและปิดของสวิทซ์

ตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นการกำหนดข้อมูลให้กับขา AX0-AX2 และ AY0-AY2 ซึ่งค่าเหล่านี้จะใช้ในการกำหนดการ Mark ตำแหน่งของ Crosspoint Switch ภายในตัวแมททริกส์สวิทซ์ โดยคู่สายโทรศัพท์ภายในของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX จะถูกต่อเข้าทางด้านอินพุท Y0-Y7 และเอ้าท์พุททางด้าน X0-X7 จะถูกต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ไปยังส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) โดยที่ขา AX0-AX2, AY0-AY2, DATA, STROBE และ RESET จะถูกต่อเข้าทางด้านอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นอินพุทและเอ้าท์พุทพอร์ทของส่วนประมวลผลกลางดังรายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อการออกแบบส่วนประมวลผลกลาง ในสภาวะปรกติกำหนดให้อินพุท Y0 ต่อเชื่อมไปยังเอ้าท์พุท X0 ซึ่งหมายความว่าคู่สายโทรศัพท์ภายในของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX คู่สายที่ 1 จะถูกเชื่อมต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) เครื่องที่ 1 และในทำนองเดียวกันกำหนดให้อินพุท Y1 ต่อเชื่อมไปยังเอ้าท์พุท X2 ซึ่งหมายความว่าคู่สายโทรศัพท์ภายในของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX คู่สายที่ 2 จะถูกเชื่อมต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) เครื่องที่ 2 อยู่ตลอดเวลา หรือกล่าวได้ว่าผู้ใช้คนที่ 1 (Code 1) คือเครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องที่ 1 (Subscriber 1)

และผู้ใช้คนที่ 2 (Code 2) คือเครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องที่ 2 (Subscriber 2) เมื่อมีการเรียกเข้ามายังผู้ใช้คนที่ 1 และไม่มีการรับสาย (No Reply) ภายในเวลาที่กำหนด โดยที่ผู้ใช้คนที่ 1 อยู่ใกล้กับเครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องที่ 2 ดังนั้นส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) จะสั่งให้วงจรแมททริกส์สวิทซ์เปลี่ยนเส้นทาง (Routing) การต่อเชื่อมสัญญาณเสียงจากอินพุท Y0 ไปยังเอ้าท์พุท X1 ทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) สามารถให้บริการการต่อเชื่อมเส้นทางการติดต่อสื่อสาร (Communication Routing) ไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) ได้อย่างถูกต้องโดยไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการโอนสายจากโอเปอร์เรเตอร์แต่อย่างใด



ภาพที่ 4.9 แสดงการออกแบบวงจร Matrix Switch Circuit

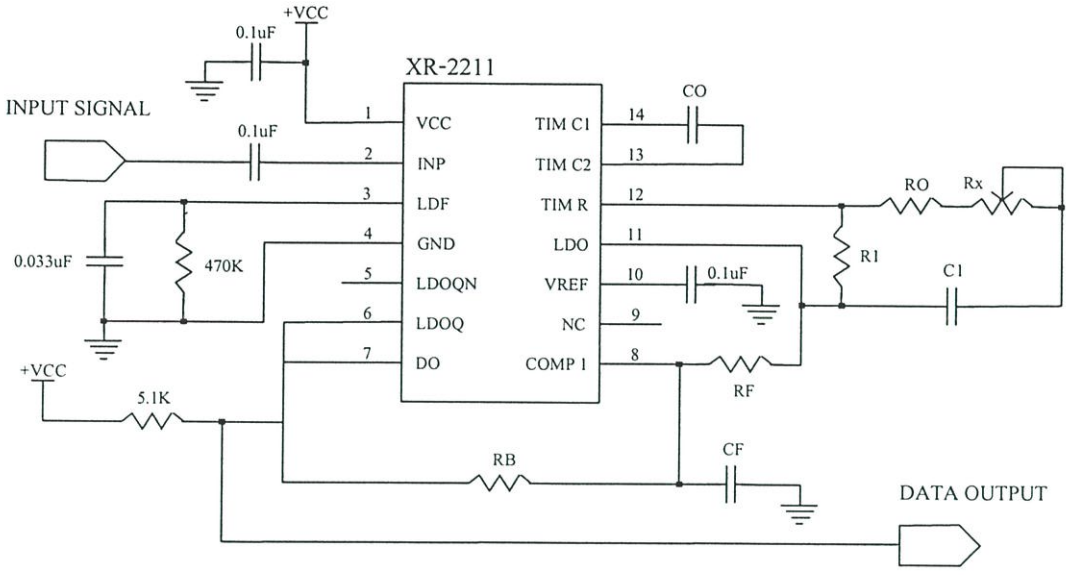
การควบคุมการสร้างเส้นทางจาก X ไปยัง Y มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ กำหนด X Address และ Y Address ไปยัง AX0-AX2 และ AY0-AY2 ตามลำดับ จากนั้นกำหนดให้ STROBE เป็น "HIGH", DATA เป็น "HIGH" เพื่อทำการ Mark เส้นทางที่ต้องการ จากนั้นกำหนดให้ STROBE เป็น "LOW" เพื่อทำการแลทข้อมูลลงเมททริกส์สวิทซ์ ส่วนการยกเลิกการ Mark เส้นทางระหว่าง X และ Y มีขั้นตอนเหมือนกับการกำหนดเส้นทางดังที่ได้กล่าวมาแล้ว หากแต่เพียงกำหนดให้ขา DATA เป็น "LOW" เท่านั้น วงจรดังแสดงในภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.1 แสดงการกำหนดแอดเดรสให้กับวงจรแมททริกส์สวิทซ์

AY2	AY1	AY0	AX2	AX1	AX0	Connection	AY2	AY1	AY0	AX2	AX1	AX0	Connection
0	0	0	0	0	0	X0 Y0	1	0	0	0	0	0	X0 Y4
0	0	0	0	0	1	X1 Y0	1	0	0	0	0	1	X1 Y4
0	0	0	0	1	0	X2 Y0	1	0	0	0	1	0	X2 Y4
0	0	0	0	1	1	X3 Y0	1	0	0	0	1	1	X3 Y4
0	0	0	1	0	0	X4 Y0	1	0	0	1	0	0	X4 Y4
0	0	0	1	0	1	X5 Y0	1	0	0	1	0	1	X5 Y4
0	0	0	1	1	0	X6 Y0	1	0	0	1	1	0	X6 Y4
0	0	0	1	1	1	X7 Y0	1	0	0	1	1	1	X7 Y4
0	0	1	0	0	0	X0 Y1	1	0	1	0	0	0	X0 Y5
0	0	1	0	0	1	X1 Y1	1	0	1	0	0	1	X1 Y5
0	0	1	0	1	0	X2 Y1	1	0	1	0	1	0	X2 Y5
0	0	1	0	1	1	X3 Y1	1	0	1	0	1	1	X3 Y5
0	0	1	1	0	0	X4 Y1	1	0	1	1	0	0	X4 Y5
0	0	1	1	0	1	X5 Y1	1	0	1	1	0	1	X5 Y5
0	0	1	1	1	0	X6 Y1	1	0	1	1	1	0	X6 Y5
0	0	1	1	1	1	X7 Y1	1	0	1	1	1	1	X7 Y5
0	1	0	0	0	0	X0 Y2	1	1	0	0	0	0	X0 Y6
0	1	0	0	0	1	X1 Y2	1	1	0	0	0	1	X1 Y6
0	1	0	0	1	0	X2 Y2	1	1	0	0	1	0	X2 Y6
0	1	0	0	1	1	X3 Y2	1	1	0	0	1	1	X3 Y6
0	1	0	1	0	0	X4 Y2	1	1	0	1	0	0	X4 Y6
0	1	0	1	0	1	X5 Y2	1	1	0	1	0	1	X5 Y6
0	1	0	1	1	0	X6 Y2	1	1	0	1	1	0	X6 Y6
0	1	0	1	1	1	X7 Y2	1	1	0	1	1	1	X7 Y6
0	1	1	0	0	0	X0 Y3	1	1	1	0	0	0	X0 Y7
0	1	1	0	0	1	X1 Y3	1	1	1	0	0	1	X1 Y7
0	1	1	0	1	0	X2 Y3	1	1	1	0	1	0	X2 Y7
0	1	1	0	1	1	X3 Y3	1	1	1	0	1	1	X3 Y7
0	1	1	1	0	0	X4 Y3	1	1	1	1	0	0	X4 Y7
0	1	1	1	0	1	X5 Y3	1	1	1	1	0	1	X5 Y7
0	1	1	1	1	0	X6 Y3	1	1	1	1	1	0	X6 Y7
0	1	1	1	1	1	X7 Y3	1	1	1	1	1	1	X7 Y7

1.3.3 การออกแบบส่วนดีมอดูเลทสัญญาณ FSK (FSK Demodulator)

ส่วนนี้ทำหน้าที่ดีมอดูเลทสัญญาณสัญญาณ FSK (Frequency Shift Keying) ที่ถูกส่งมาจากส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ ซึ่งภายในสัญญาณที่ถูกส่งมาจะถูกบรรจุด้วยข้อมูลข่าวสารของผู้ใช้ในรูปของสัญญาณอนาล็อกแบบ FSK (Frequency Shift Keying) โดยป้อนเข้าทางขา 2 ซึ่งเป็นขาอินพุท และเอ้าท์พุทที่ได้จากการดีมอดูเลทแล้วจะเป็นสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอลออกมาทางขา 7 การออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงค่าอุปกรณ์ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดอย่างละเอียด ดิจิตอลส่งให้ส่วนประมวลผลกลางต่อไป การออกแบบใช้ไอซีเบอร์ XR-2211 ดังแสดงในภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 แสดงวงจรดีมอดูเลทสัญญาณ FSK

4.2 ขั้นตอนการคำนวณวงจร FSK DEMODULATION

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณค่า PLL Center Frequency ; f_O

$$f_O = \sqrt{F_1 \cdot F_2}$$

ขั้นตอนที่ 2 เลือกค่า timing resistor R_O ให้อยู่ในช่วง $10k\Omega$ ถึง $100k\Omega$ ในที่นี้ใช้ค่า $R_O = 20k\Omega$ ช่วงปลายของค่า $20k\Omega$ ใช้ความต้านทานแบบปรับค่าได้ R_X เพื่อการปรับจูน

$$R_O = R_O + \frac{R_X}{2} \tag{4.1}$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่า C_O ดังนี้

$$C_O = \frac{1}{R_O \cdot f_O} \tag{4.2}$$

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่า R_1 เพื่อให้ได้ค่า tracking bandwidth ที่ต้องการ

$$R_1 = \frac{R_O \cdot f_O}{(f_1 - f_2)} \cdot 2 \tag{4.3}$$

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณค่า C_1 เพื่อกำหนด loop damping โดยทั่วไปแนะนำให้ใช้ค่า $\varsigma = 0.5$

$$C_1 = \frac{1250 \cdot C_O}{R_1 \cdot \varsigma^2} \tag{4.4}$$

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณค่า R_F อย่างน้อยเท่ากับ 5 เท่าของค่า R_1
ขั้นตอนที่ 7 คำนวณค่า R_B อย่างน้อยเท่ากับ 5 เท่าของค่า R_F
ขั้นตอนที่ 8 คำนวณค่า R_{sum}

$$R_{sum} = \frac{(R_F + R_1) \cdot R_B}{R_1 + R_F + R_B} \tag{4.5}$$

ขั้นตอนที่ 9 คำนวณค่า C_F

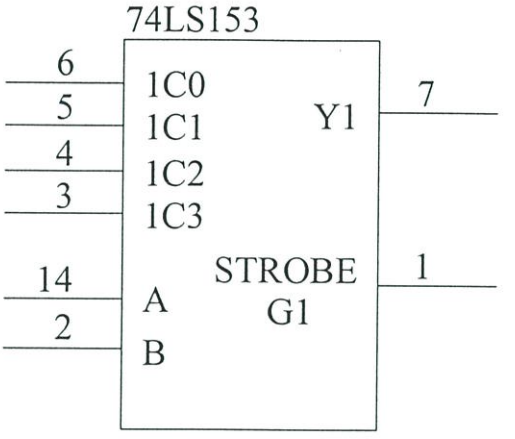
$$C_F = \frac{0.25}{(R_{sum} \cdot \text{Baud Rate})} \tag{4.6}$$

4.2.1 การออกแบบส่วนวงจรรวมสัญญาณ (Channel Combiner)

ส่วนนี้ทำหน้าที่รับสัญญาณที่ถูกส่งมาจากส่วนดีมอดูเลทสัญญาณ FSK (FSK Demodulation) ซึ่งเป็นสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอลโดยมีจำนวน 4 ช่องสัญญาณ สัญญาณเหล่านี้ถูกส่งมาจากส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ส่วนรวมสัญญาณจะทำการเลือกรับสัญญาณทีละช่องเริ่มต้นจากช่องสัญญาณที่ 1 เพื่อส่งไปยังส่วนควบคุมให้ทำการประมวลผล จากนั้นจะรับสัญญาณจากช่องสัญญาณช่องที่ 2 เรื่อยไปจนครบทั้ง 4 ช่องสัญญาณแล้ววนกลับไปเริ่มต้นใหม่เป็นเช่นนี้เรื่อยไป ทำให้สัญญาณที่เข้ามาแบบขนานถูกส่งไปเป็นแบบอนุกรมทางด้านเอ้าท์พุท

การออกแบบให้ไอซีเบอร์ 74LS153 ดังแสดงวงจรในรูปที่ 22 โดยการป้อนสัญญาณอินพุทเข้าที่ขา IC0 - IC3 สัญญาณเอ้าท์พุทออกมาทางขา Y1 การควบคุมการเลือกรับข้อมูลสามารถกำหนดได้ที่ขา A, B และขา G1 ดังแสงในตารางที่ 3 เป็นการกำหนด Pattern ซึ่งสามารถเข้าถึงได้จากหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่งแอดเดส 028H ส่งผ่านส่วนที่เรียกว่าอินพุท-เอ้าท์พุทพอร์ท (Input/Output Port) เมื่อกำหนดช่องสัญญาณที่จะรับข้อมูลเรียบร้อยแล้วหากมีข้อมูลเข้ามาทางอินพุท ข้อมูลเหล่านี้จะประกอบด้วยข้อมูลเพียง 4 บิทล่างซึ่งเป็นข้อมูลของผู้ใช้ที่อยู่ในบัตรประจำตัวแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Wireless Active Card) ส่วนวงจรรวมสัญญาณจะเติม 4

บิทบนซึ่งเรียกว่า DTI. NUMBER ให้กับข้อมูลที่รับเข้ามาเพื่อแจ้งให้ส่วนควบคุม (Central Processing Unit) ทราบว่าผู้พกการ์ดอยู่ใกล้กับเครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องใดมากที่สุด



ภาพที่ 4.11 แสดงส่วนวงจรรวมสัญญาณ

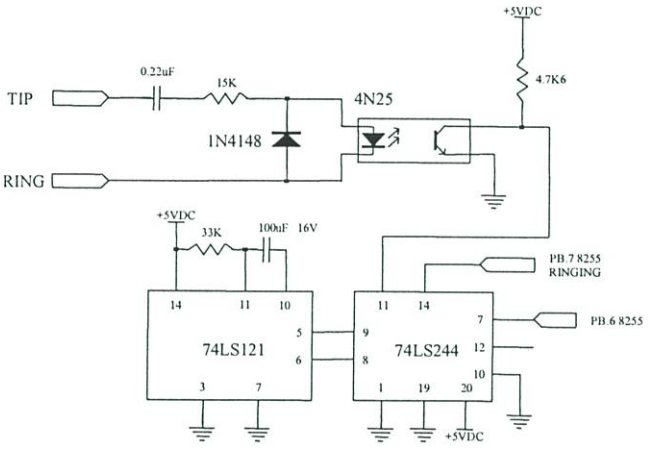
ตารางที่ 4.2 แสดงการกำหนดค่าอินพุทและหมายเลข DTI.

STROBE G1	B	A	Y1	DTI. No.
L	L	L	1C0	1
L	L	H	1C1	2
L	H	L	1C2	3
L	H	H	1C3	4

นอกจากนี้การควบคุมการรับข้อมูลของส่วนวงจรรวมสัญญาณ (Channel Combiner) ยังต้องคำนึงถึงค่าเวลาที่ใช้ในการเลือกช่องสัญญาณ กล่าวคือหากกำหนดค่าเวลาน้อยเกินไปอาจทำให้การรับข้อมูลเกิดความผิดพลาด (Error) โดยได้รับข้อมูลไม่ครบ 8 บิทต่อข้อมูล 1 ชุด ซึ่งจะส่งผลให้ส่วนควบคุมเกิดการประมวลผลผิดพลาดตามไปด้วย และทำให้ส่วนสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง (Matrix Switch Circuit) สร้างเส้นทางการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้ผิดพลาด แต่หากกำหนดค่าเวลาการเลือกรับข้อมูลมากเกินไปก็จะมีผลทำให้การรับข้อมูลเกิดความล่าช้าไม่ทันต่อสภาวะการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งอาจทำให้ส่วนควบคุมตีความหมายผิดพลาดว่าไม่มีข้อมูลเข้ามาทางช่องสัญญาณอินพุท

4.2.2 การออกแบบส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ring Detector)

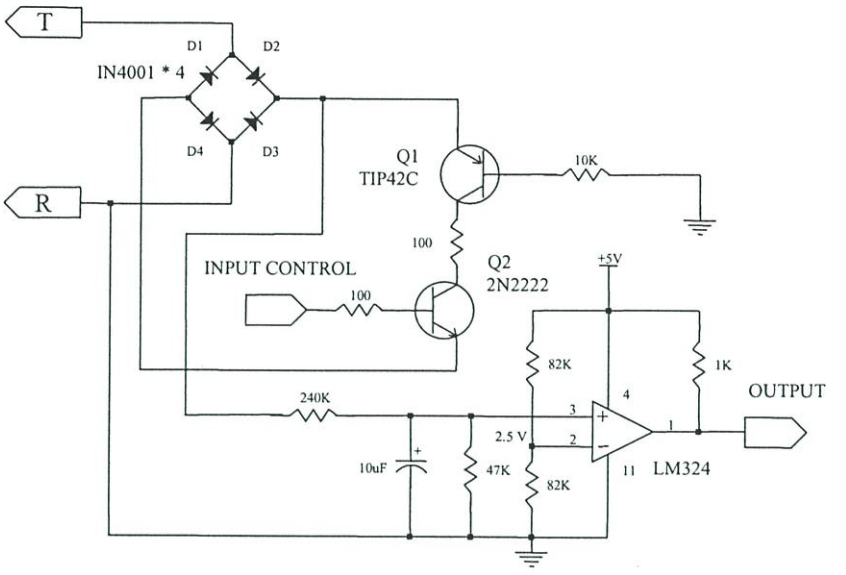
ส่วนนี้ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณกระดิ่งเพื่อส่งให้ส่วนประมวลผลกลางของระบบทราบว่าเมื่อใดมีการโทรศัพท์เข้ามา โดยวงจรจะประกอบด้วย IC#4N25 เป็นไอซีที่เชื่อมโยงทางแสงทำการเปลี่ยนสัญญาณกระดิ่งซึ่งเป็นสัญญาณไฟกระแสสลับขนาด 100 โวลท์ 20 Hz. ผ่านตัวต้านทานเพื่อจำกัดไม่ให้กระแสไหลผ่านเข้าไปยังตัวไอซีเชื่อมโยงทางแสงมากเกินไป เอ้าท์พุทที่ได้ส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์ซึ่งใช้ไอซีเบอร์ IC#74244 เพื่อปรับระดับสัญญาณให้ได้เท่ากับ 5 โวลท์ โดยเทียบกับวงจรโมโนสเตเบิ้ลที่ความถี่ 20 Hz. จาก IC#74121 และส่งให้ CPU ผ่านอินพุทพอร์ทของ 8255 ดังวงจรที่แสดงไว้ในภาพที่ 4.12



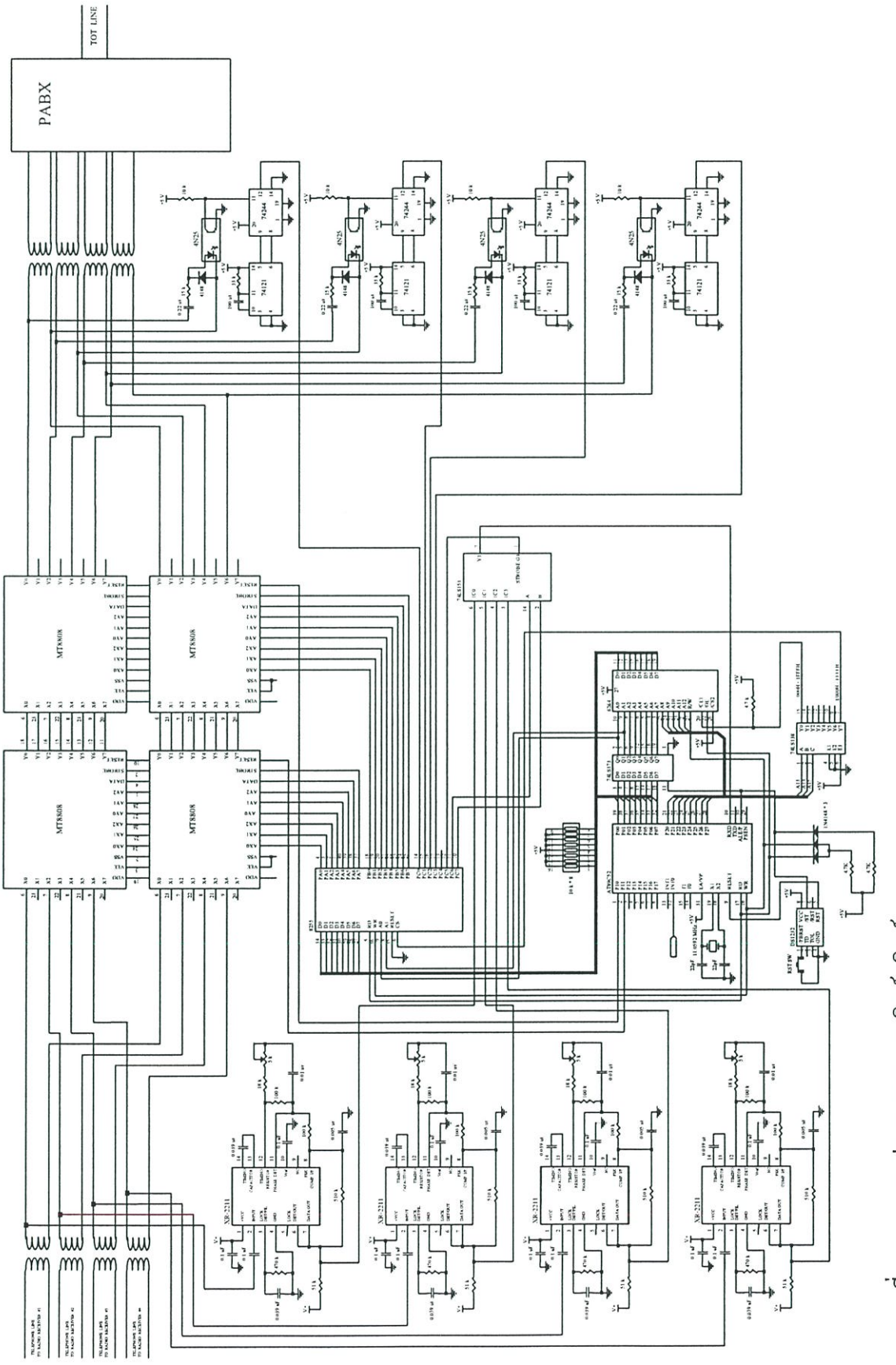
ภาพที่ 4.12 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

4.2.3 การออกแบบส่วนตรวจจับและควบคุมการยกหูและวางหูโทรศัพท์

ส่วนนี้ประกอบด้วยไดโอด D1–D4 เบอร์ 1N4001 โดยทำหน้าที่เรียงขั้วแรงดันจากขา T-R เพื่อป้องกันการต่อขั้วโทรศัพท์สลับขั้ว จากนั้นผ่านมาเข้าวงจรซึ่งประกอบด้วย Q1 และ Q2 ทำงานร่วมกันเป็นอิเล็กทรอนิกส์สวิทซ์ ซึ่งการควบคุมการยกหูและวางหูโทรศัพท์ทำได้โดยการป้อนสัญญาณลอจิกเข้าที่ขา INPUT CONTROL ของทรานซิสเตอร์ Q2 ถ้าสถานะลอจิกที่ขานี้เป็น "LOW" หมายความว่าไม่มีการสั่งยกหูโทรศัพท์ แต่ถ้าเป็น "HIGH" หมายความว่ามีการสั่งยกหูโทรศัพท์ ส่วนไอซีเบอร์ LM324 ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานการณ์ยกหูและวางหูของโทรศัพท์โดยถ้าแรงดันของคู่สายโทรศัพท์คือ 48V เอ้าท์พุทที่ขา 1 จะมีสถานะลอจิกเป็น "HIGH" เรียกว่าสภาวะวางหู แต่ถ้าหากแรงดันของคู่สายโทรศัพท์ลดต่ำลง เอ้าท์พุทที่ขา 1 จะมีสถานะลอจิกเป็น "LOW" เรียกว่าสภาวะยกหู โดยสัญญาณควบคุมและตรวจจับการยกหูและวางหูโทรศัพท์จะเชื่อมต่อไปยังส่วนที่เรียกว่าอินพุทและเอ้าท์พุทพอร์ทของส่วนประมวลผลกลาง วงจรดังแสดงในภาพที่ 4.13



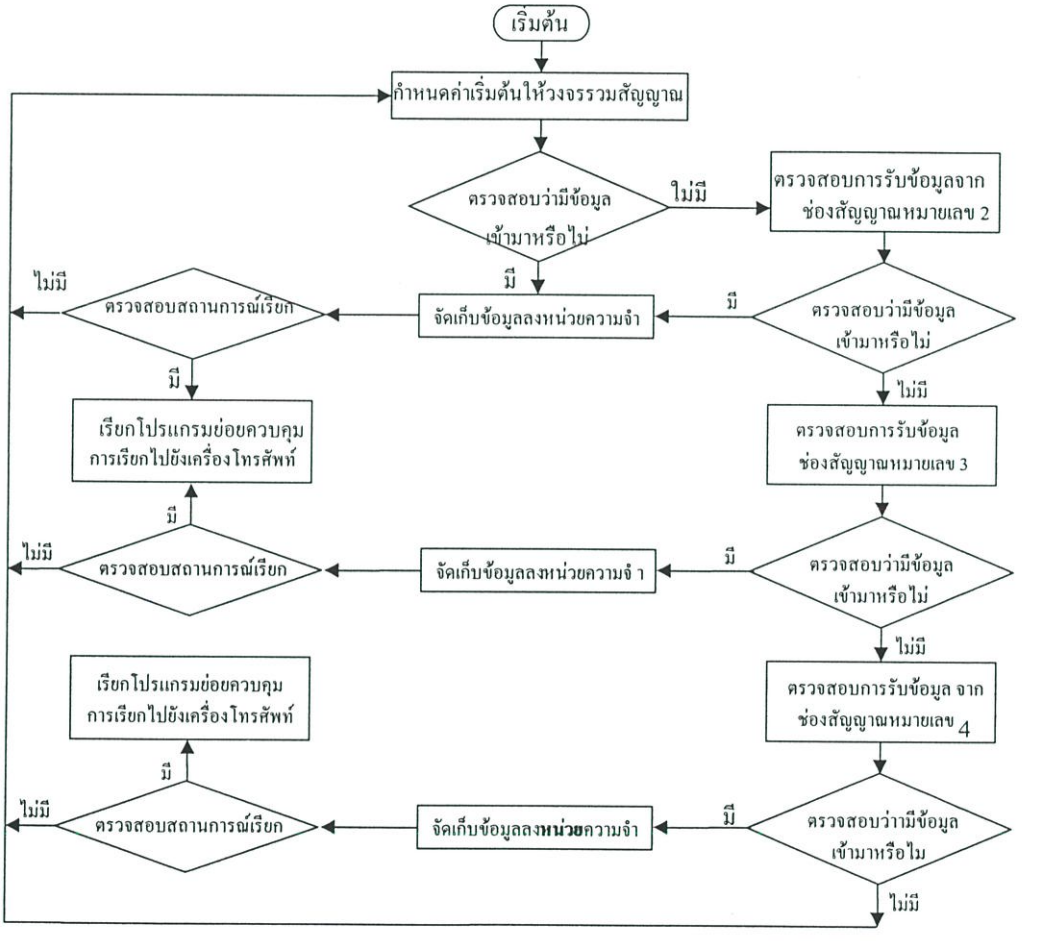
ภาพที่ 4.13 แสดงวงจรตรวจจับและควบคุมการยกหูและวางหูโทรศัพท์



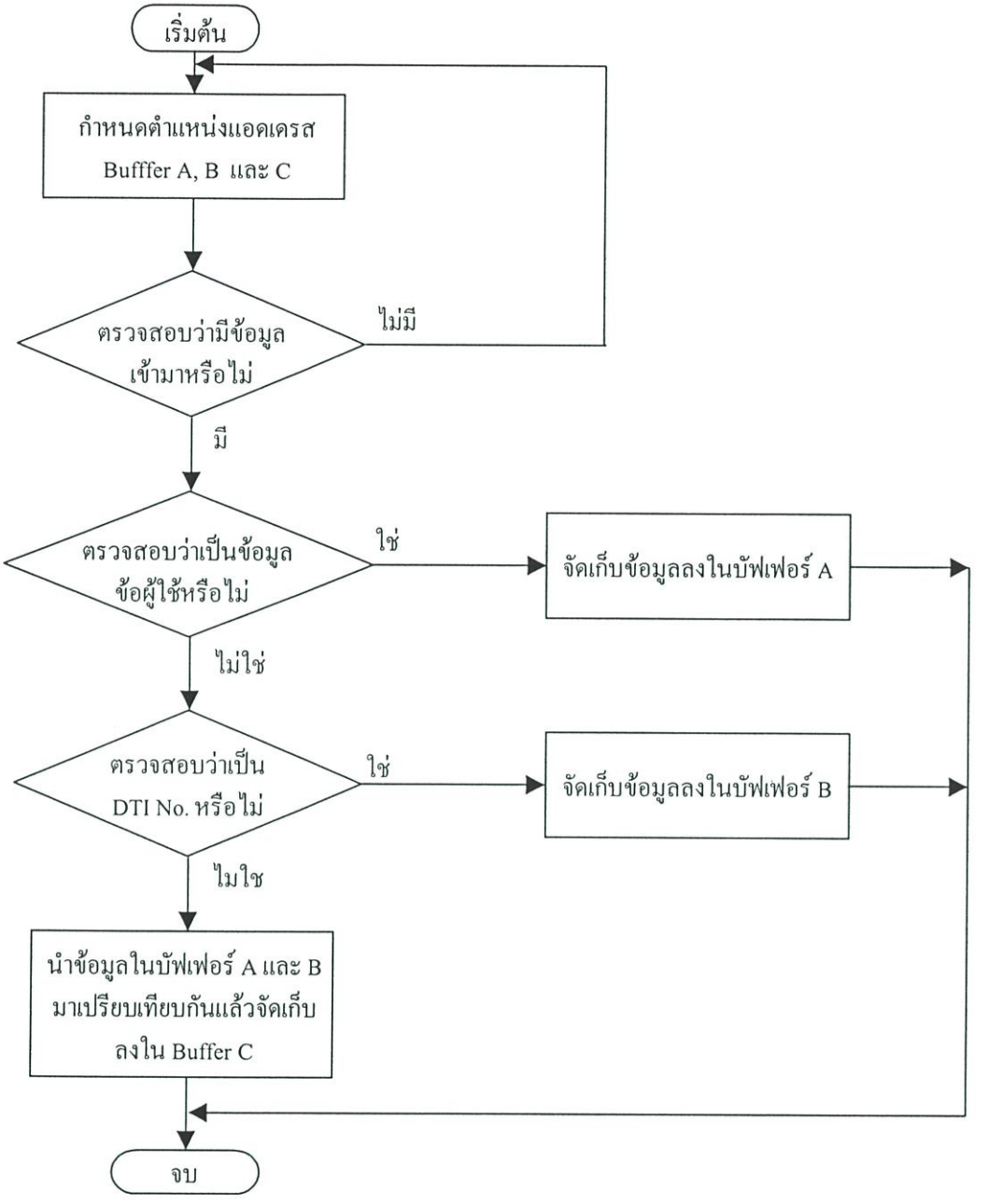
ภาพที่ 4.14 แสดงส่วนวงจรแยกสัญญาณ

การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

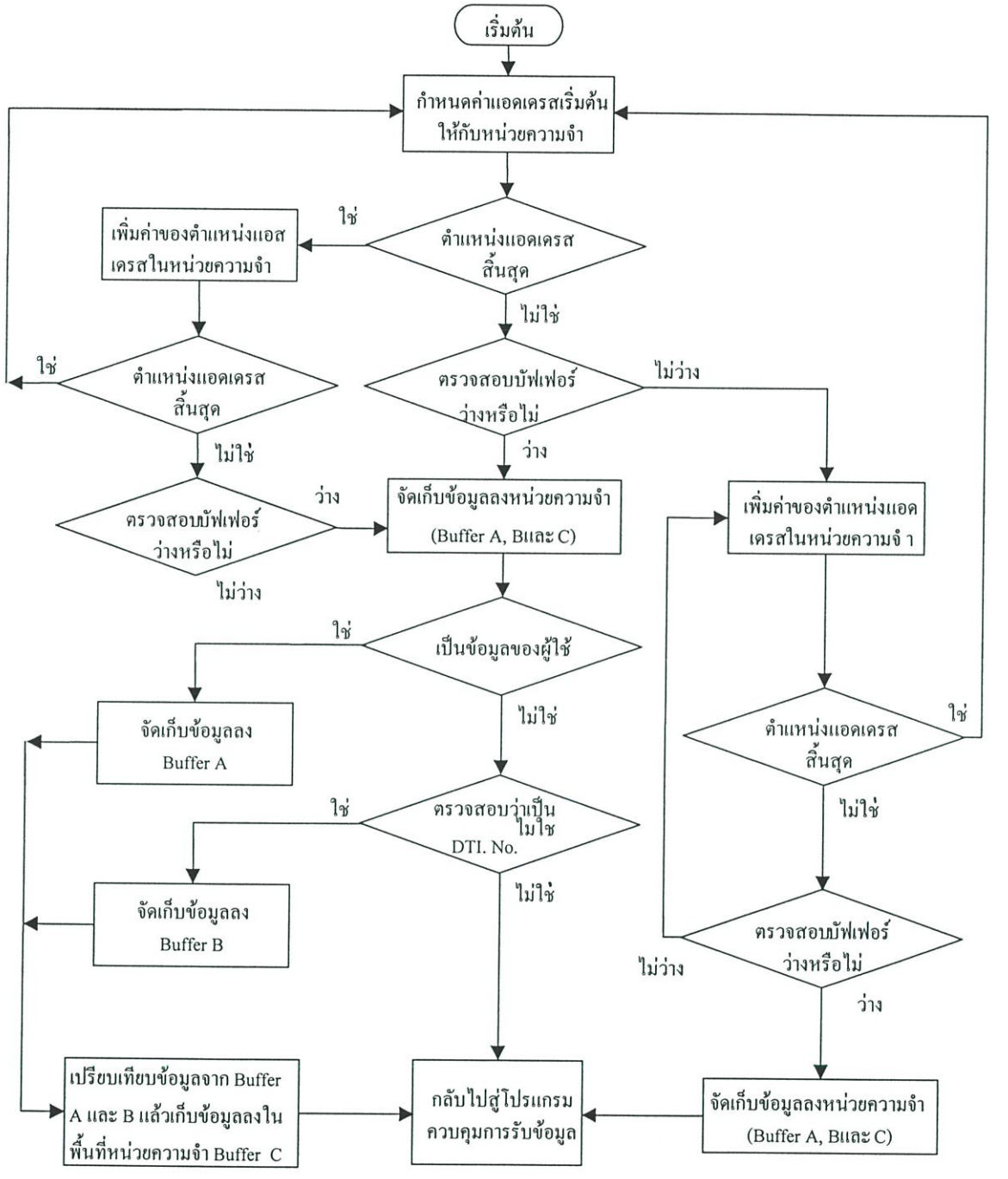
การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด ประกอบด้วยโปรแกรมหลักซึ่งจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้น (Initial Condition) ให้กับระบบ และทำงานร่วมกับโปรแกรมย่อยซึ่งจะควบคุมการทำงานในส่วนต่าง ๆ รวมทั้งคอยตรวจสอบสภาวะการทำงานให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โฟลชาร์ทแสดงโปรแกรมที่ได้ทำการออกแบบขึ้นประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้



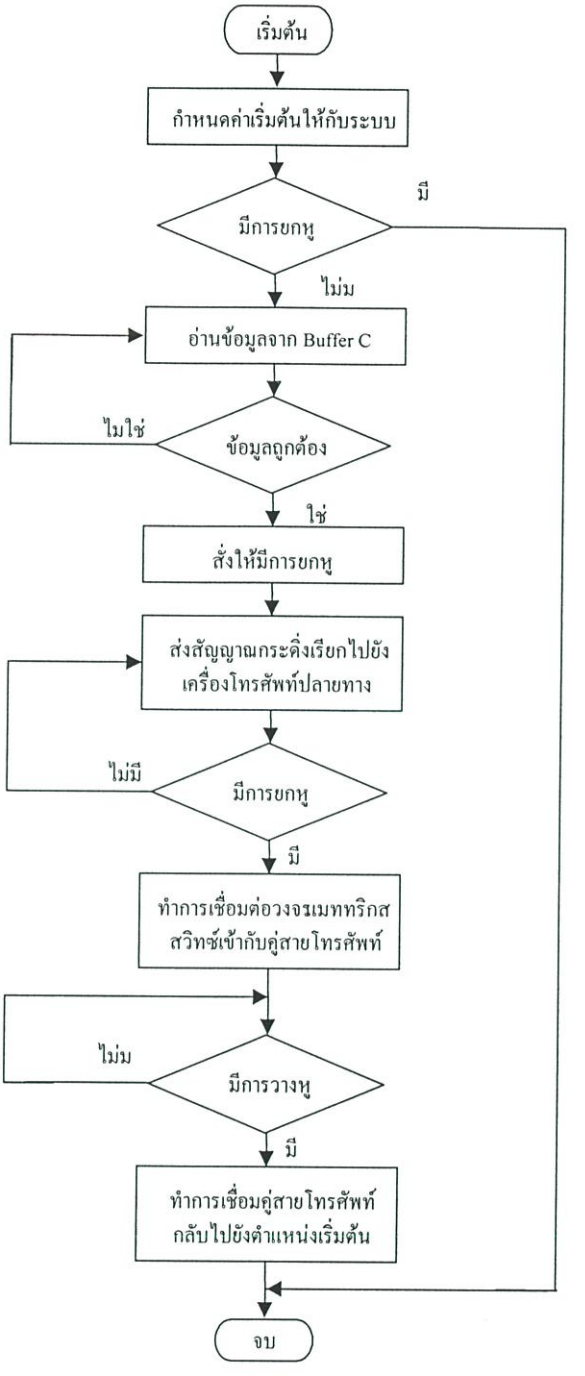
ภาพที่ 4.15 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมควบคุมการรับข้อมูล



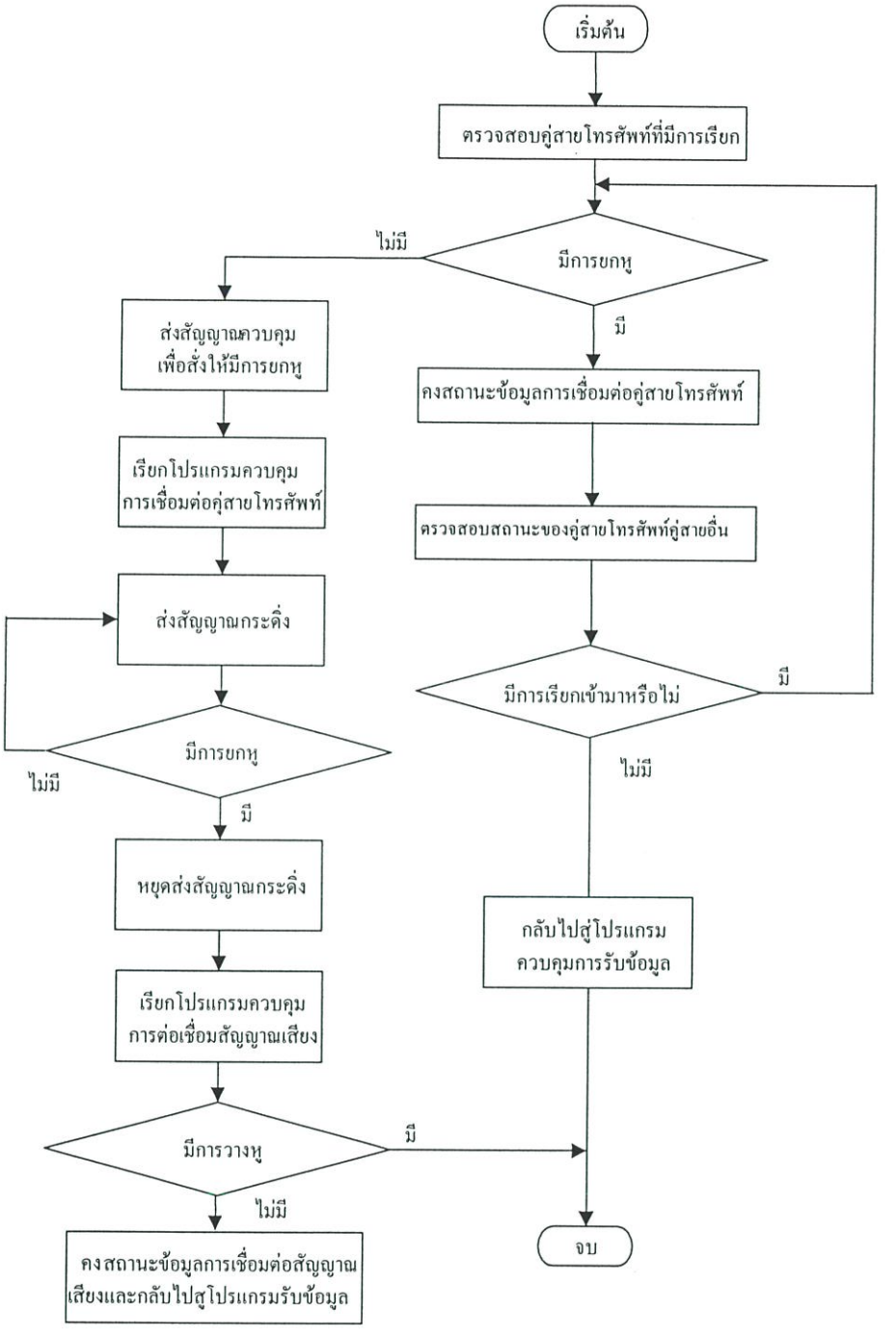
ภาพที่ 4.16 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมการจัดการพื้นที่หน่วยความจำ



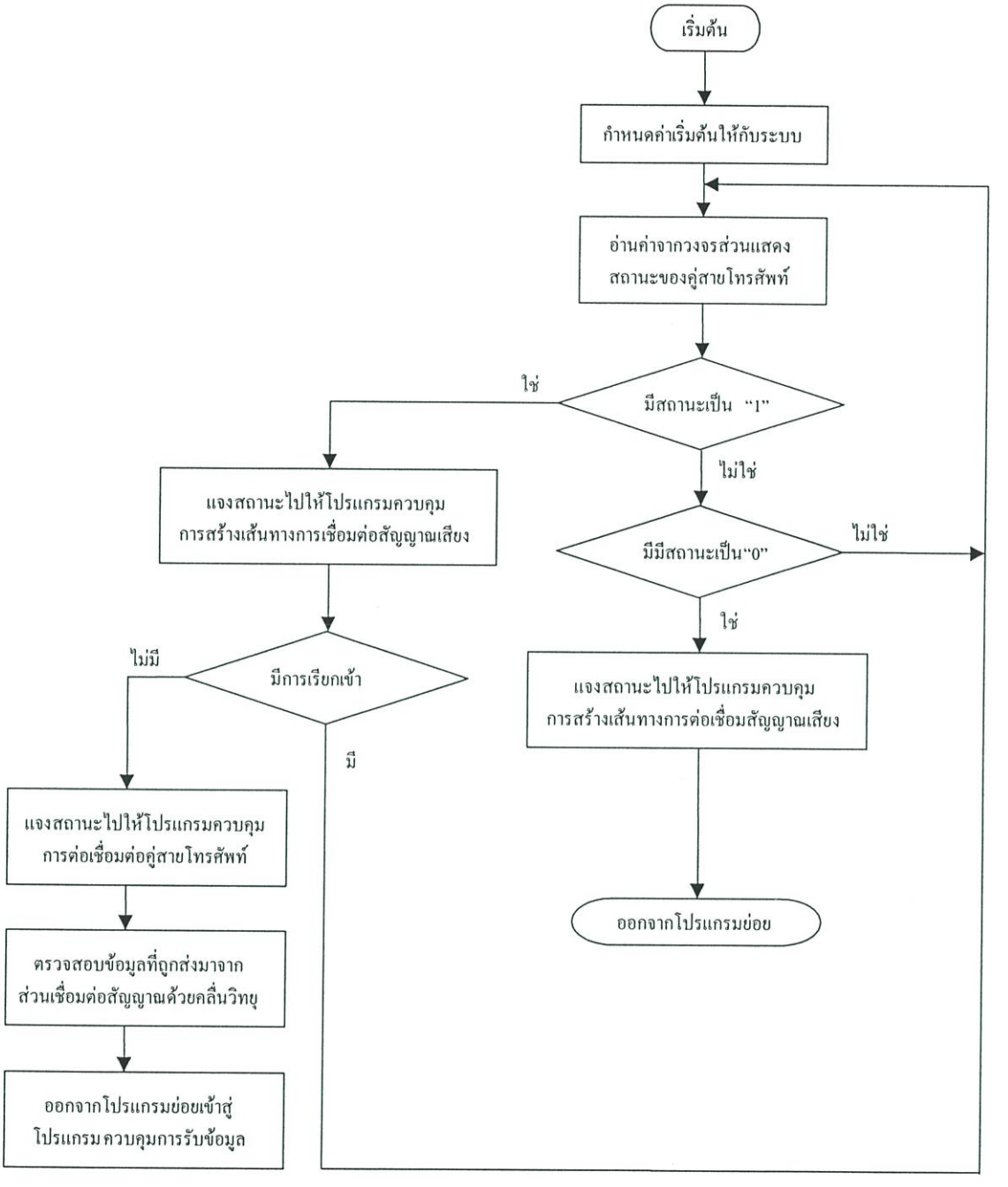
ภาพที่ 4.17 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมการอ่านเขียนหน่วยความจำ



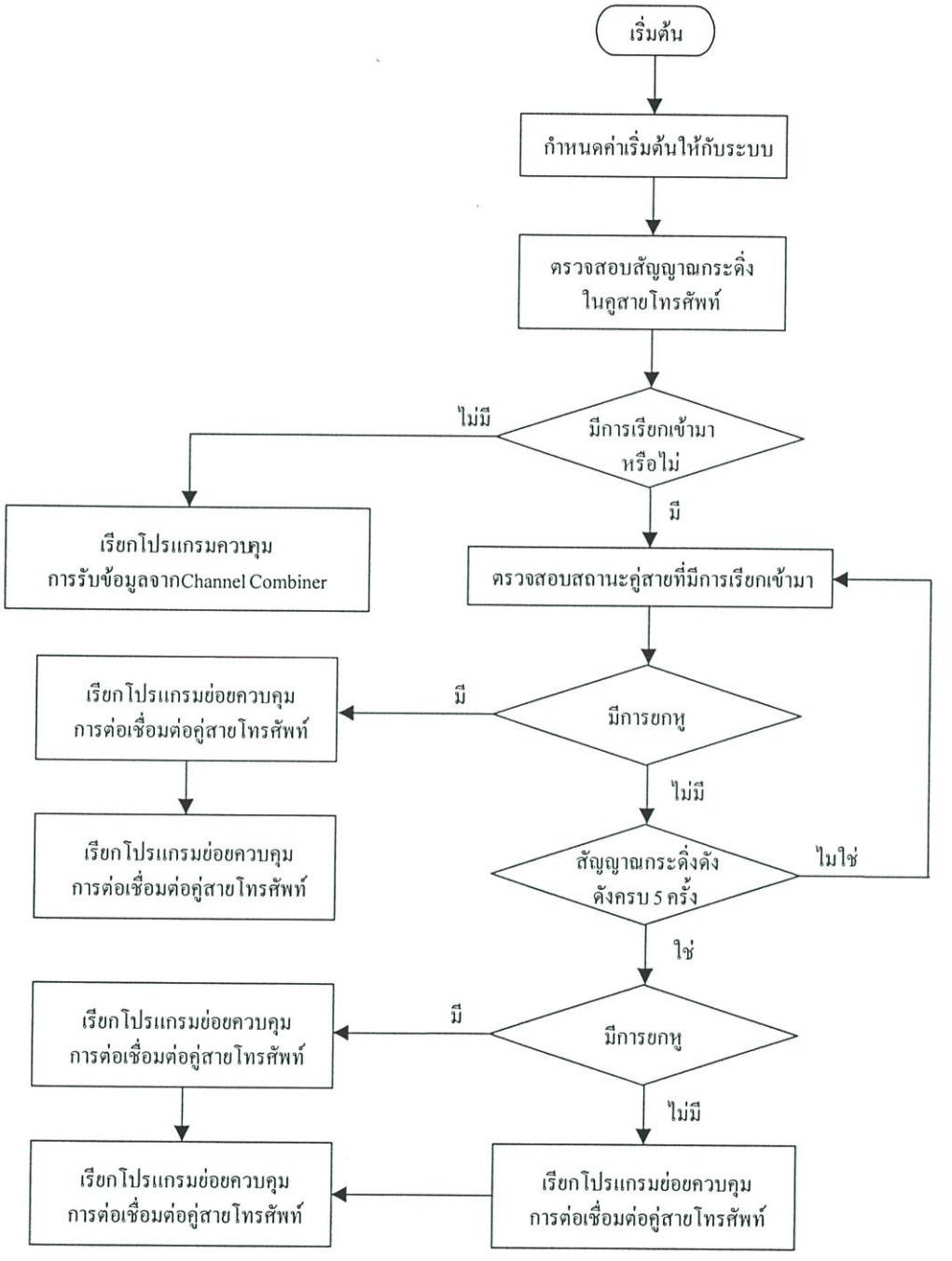
ภาพที่ 4.18 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง



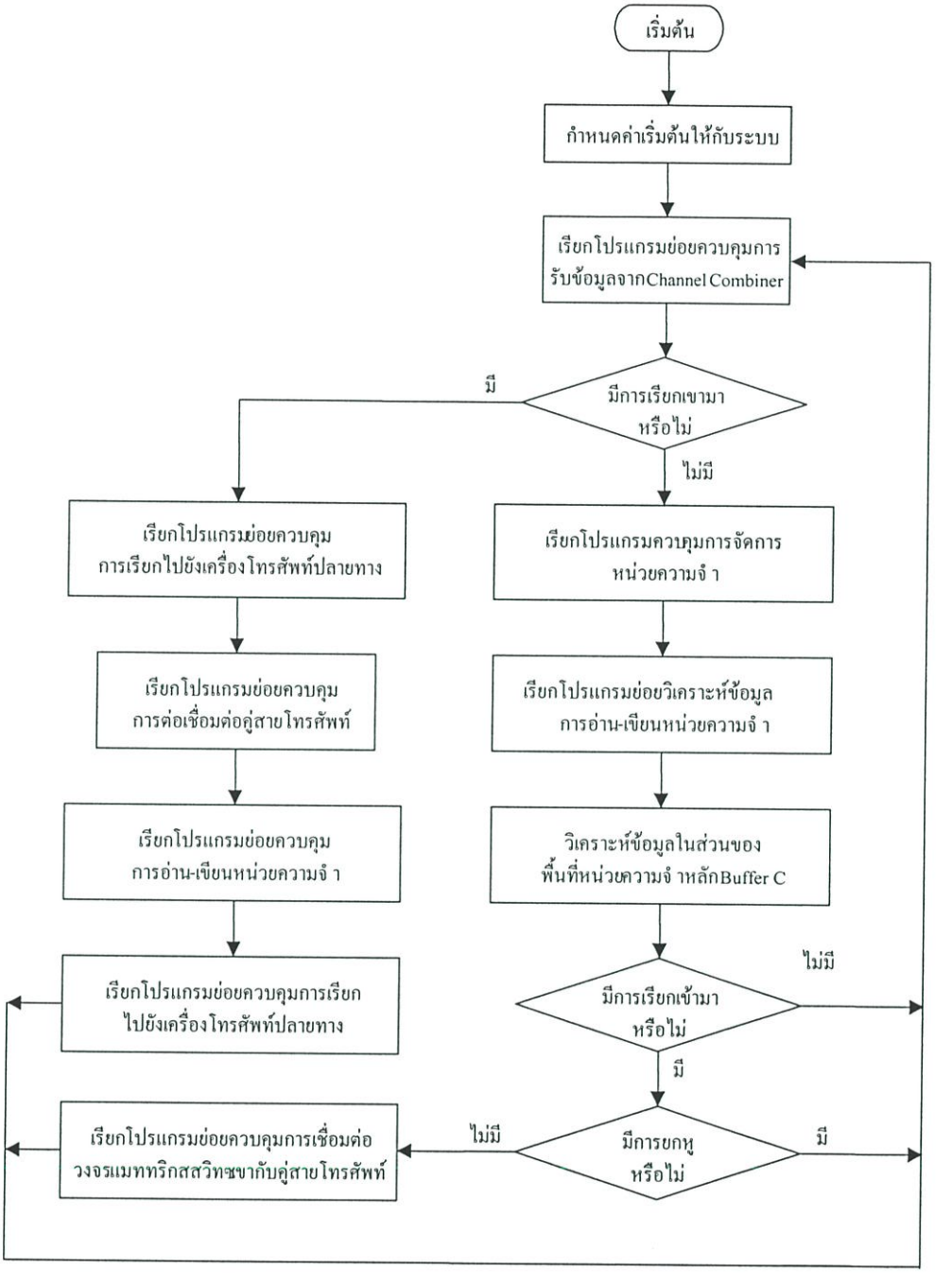
ภาพที่ 4.19 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมสถานะของคู่สายโทรศัพท์



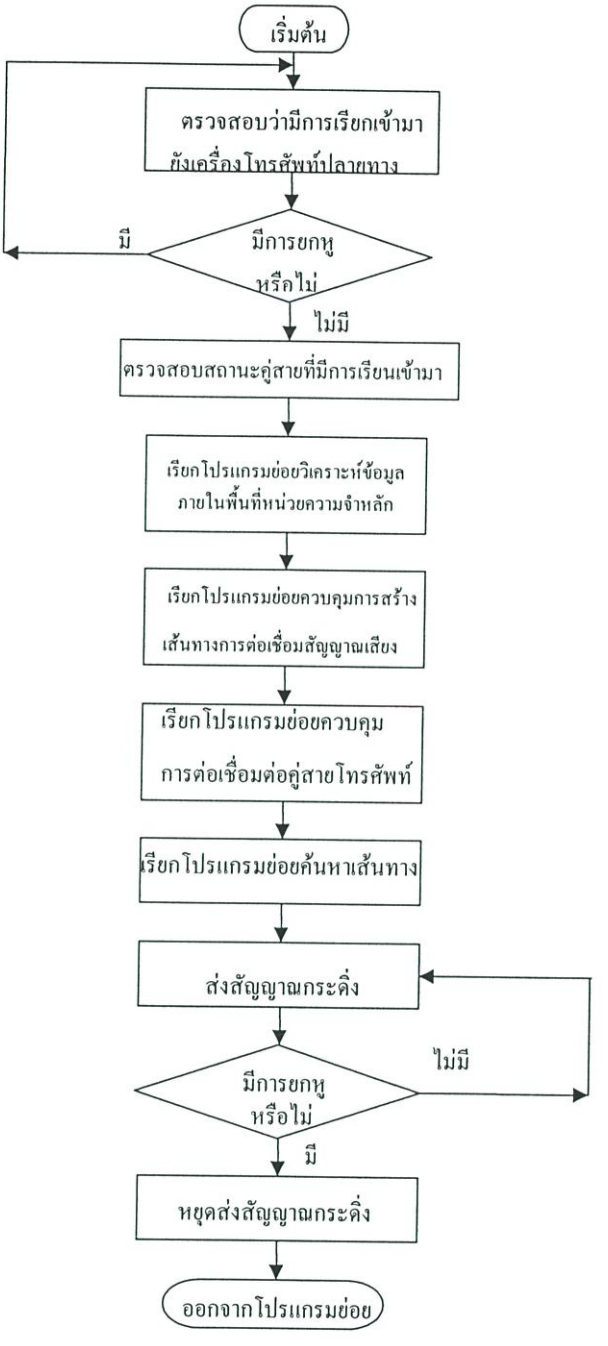
ภาพที่ 4.20 แสดงโฟล์ชาร์ทโปรแกรมย่อยตรวจสอบสถานะของคู่สายโทรศัพท์



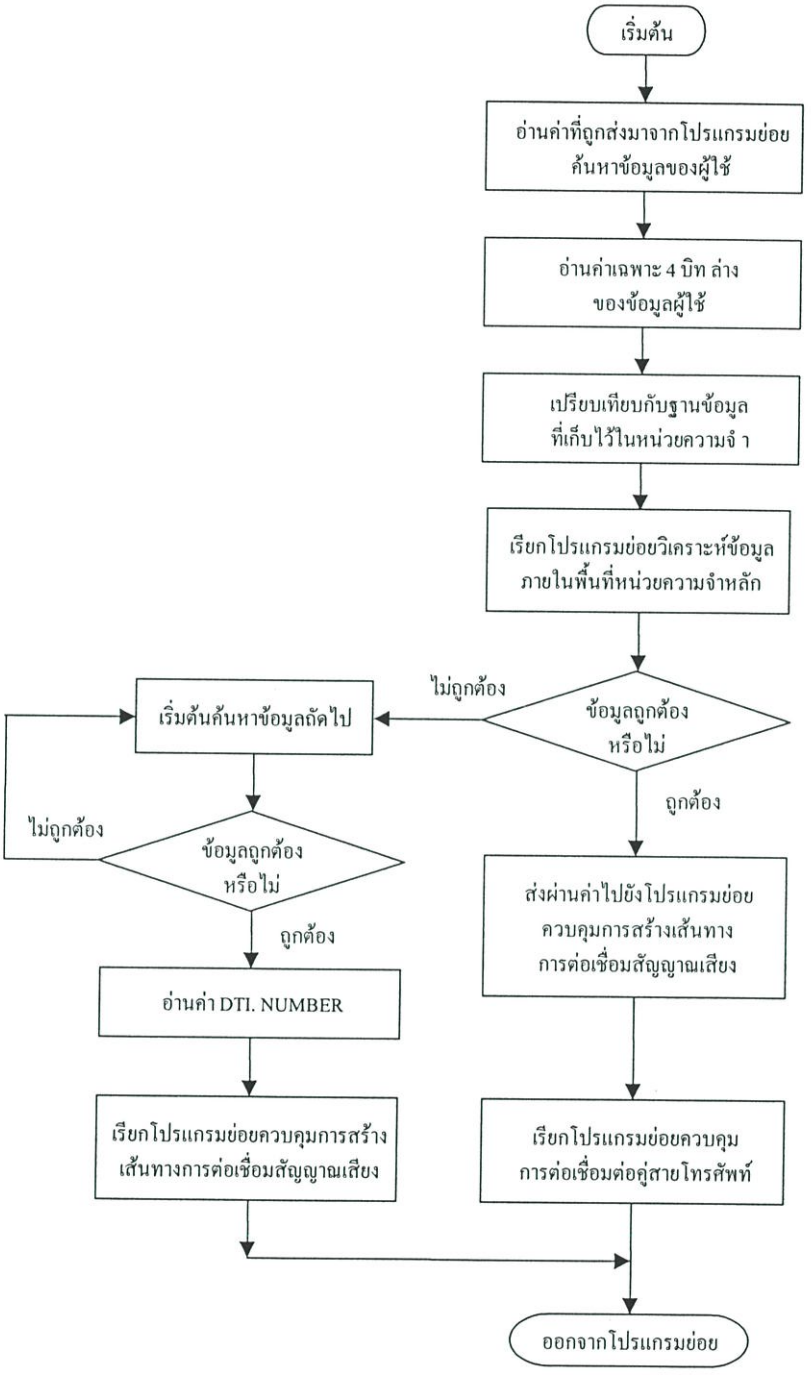
ภาพที่ 4.21 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยตรวจสอบการเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง



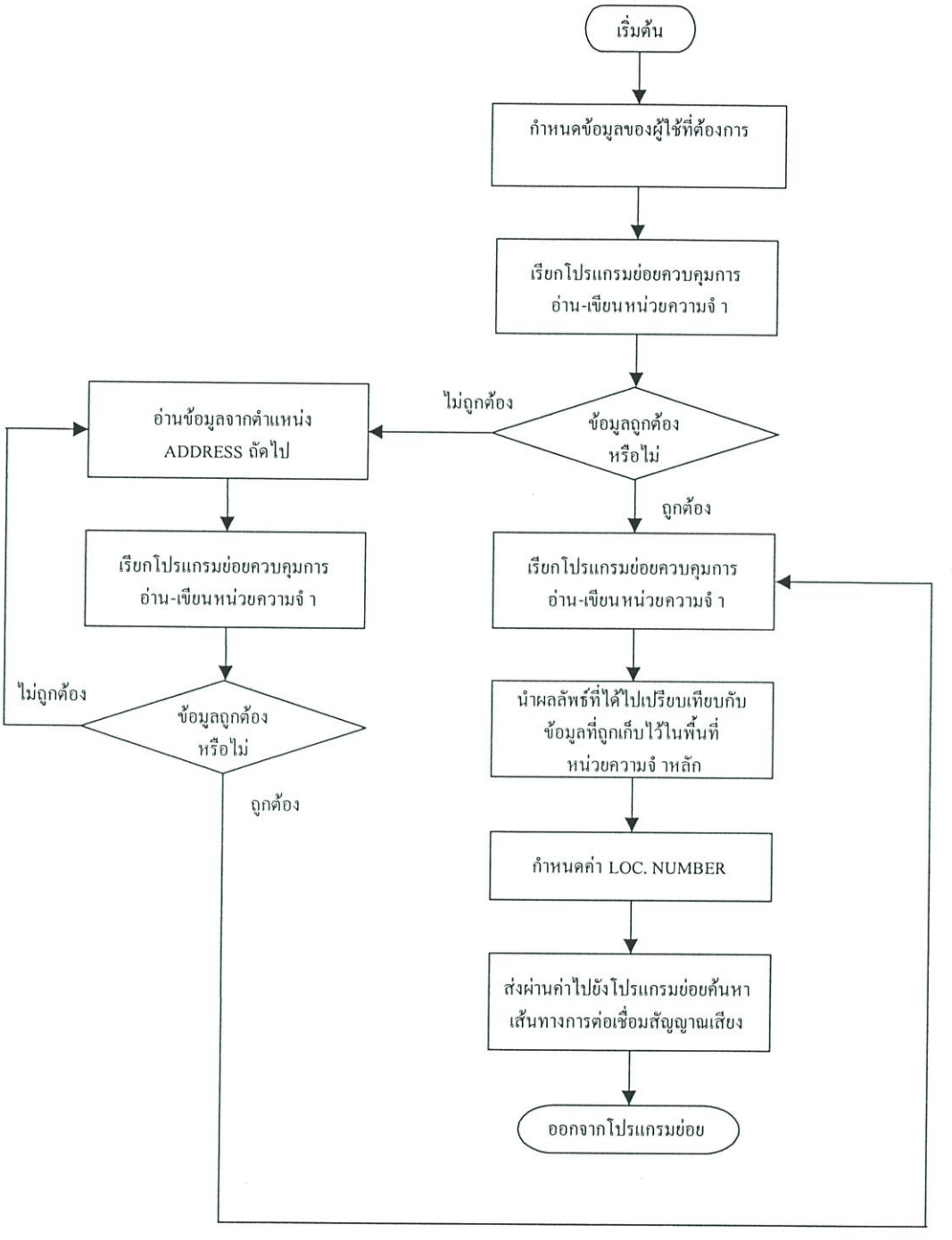
ภาพที่ 4.22 แสดงโฟลชาร์ทการทำงานของโปรแกรมหลัก



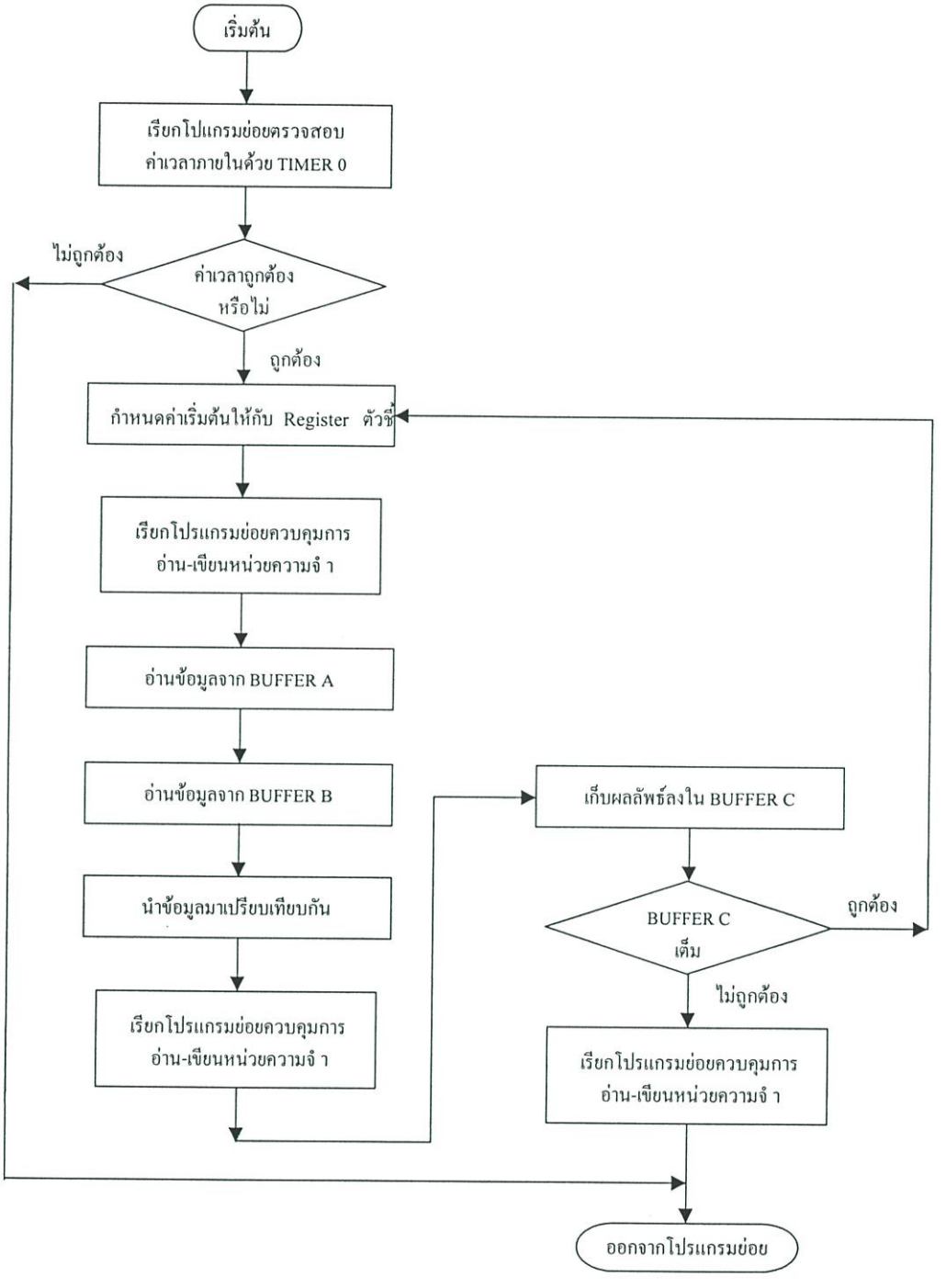
ภาพที่ 4.23 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมการส่งสัญญาณกระดิ่ง



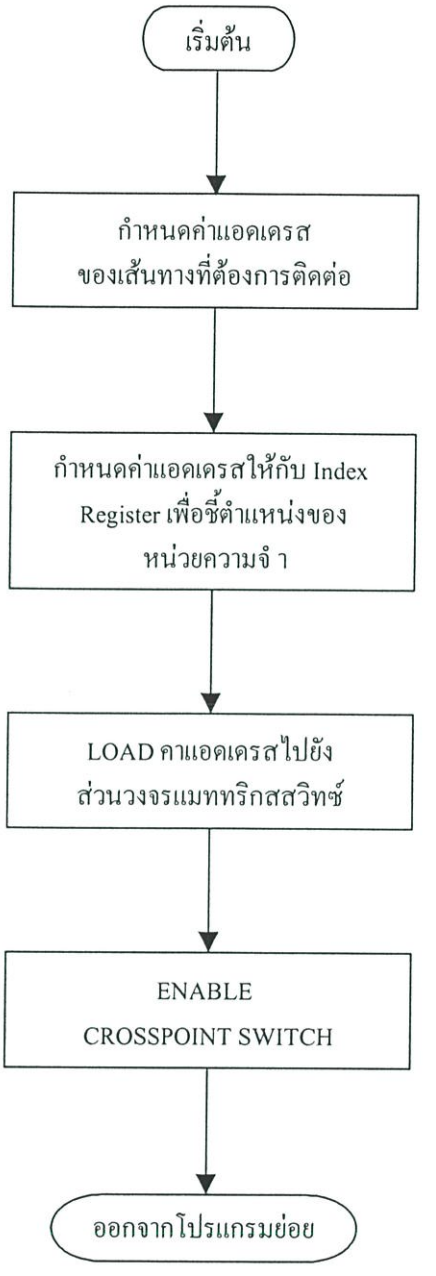
ภาพที่ 4.24 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยค้นหาเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง



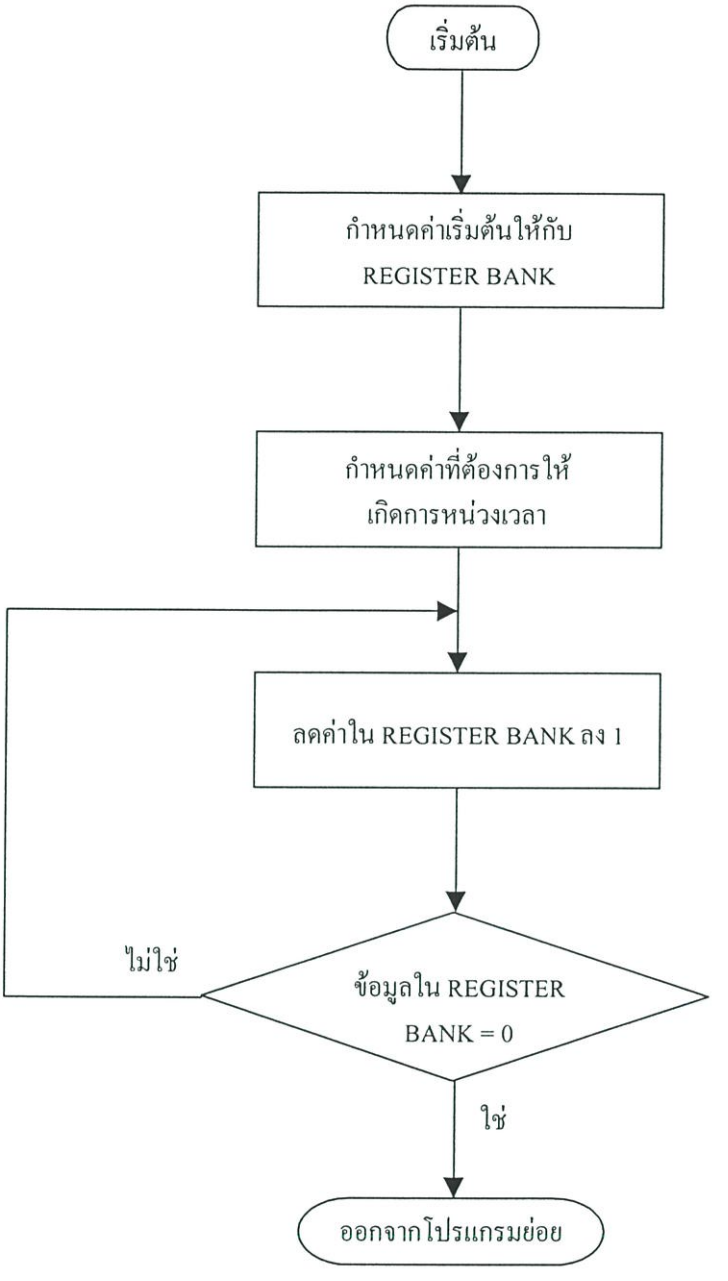
ภาพที่ 4.25 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยค้นหาข้อมูลผู้ใช้



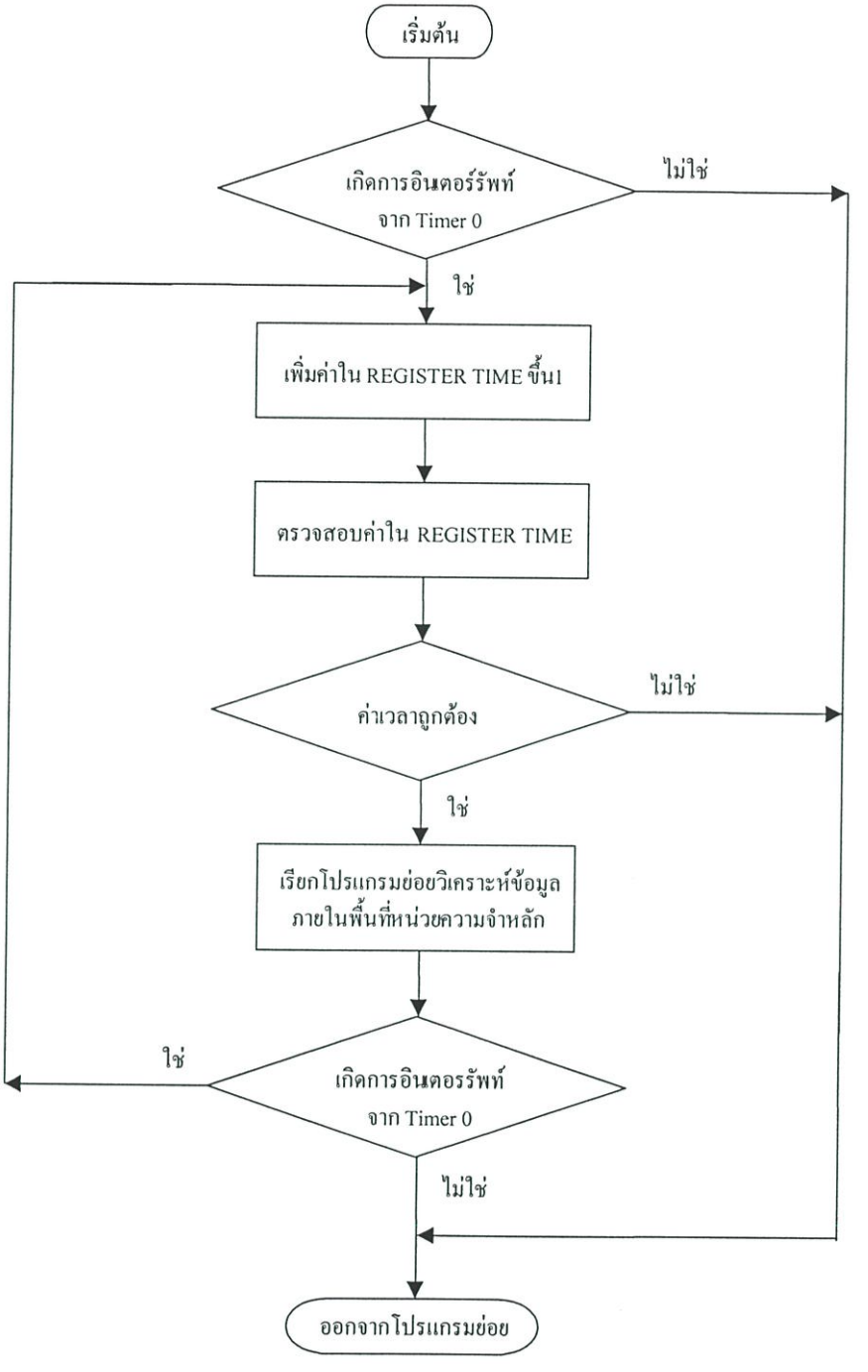
ภาพที่ 4.26 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยวิเคราะห์ข้อมูลในพื้นที่หน่วยความจำหลัก



ภาพที่ 4.27 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยฐานข้อมูลเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง



ภาพที่ 4.28 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยควบคุมการหน่วงเวลา



ภาพที่ 4.29 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมย่อยตรวจสอบค่าเวลาด้วย TIMER 0

บทที่ 5

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

การทดลองโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากกแอกทีฟการ์ดให้ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันดังแสดงในภาพที่ 4.29 โดยการต่อ Input ของส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) เข้ากับคู่สายภายในของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) และนำส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ต่อเข้าทางด้าน Output ของ Matrix Switch Circuit ซึ่งจากการออกแบบให้มีลักษณะเป็นโมดูลทำให้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ PABX ได้อย่างง่ายดาย โดยการนำคู่สายโทรศัพท์ภายในของ PABX ต่อผ่านโมดูลดังกล่าวออกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) ส่วนควบคุมกลางภายในโมดูลจะทำการตรวจสอบข้อมูลของผู้ใช้อยู่ตลอดเวลาและการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงจะเริ่มต้นขึ้นทันทีเมื่อไม่มีการรับสาย (No Reply) ที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง

การทดสอบการทำงานแบ่งออกเป็น 7 ส่วน ดังต่อไปนี้

5.1 การทดสอบส่วนวงจรแอกทีฟการ์ด (Wireless Active Card)

5.2 การทดสอบส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit)

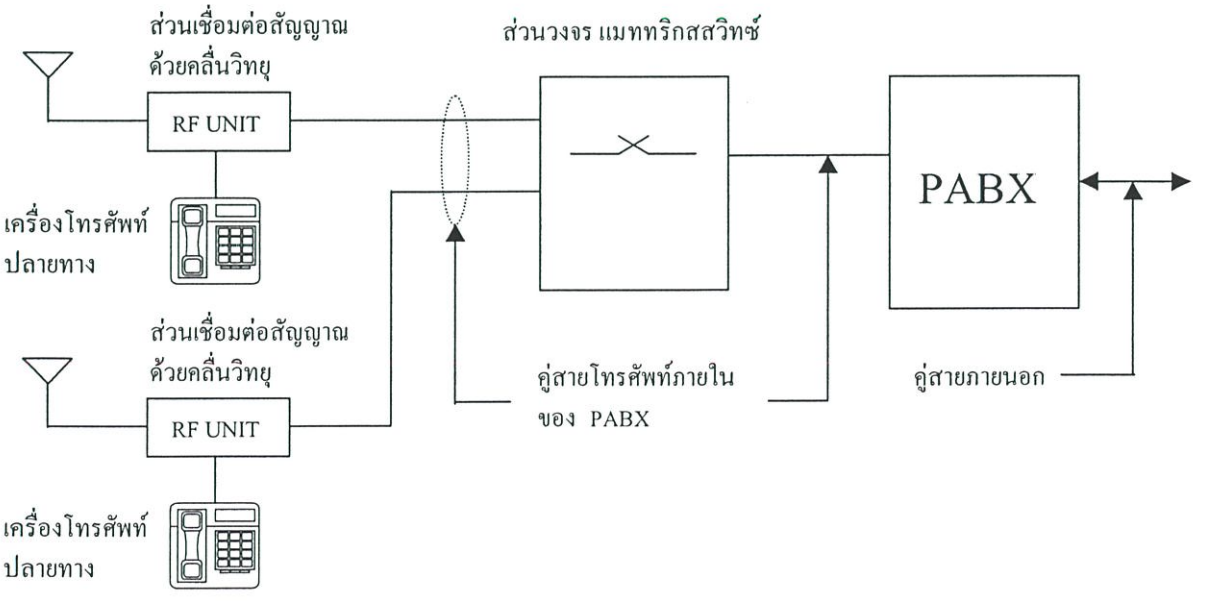
5.3 การทดสอบส่วนมอดูเลทสัญญาณ FSK (FSK Modulator)

5.4 การทดสอบส่วนดีมอดูเลทสัญญาณ FSK (FSK Demodulator)

5.5 การทดสอบส่วนวงจร CHANNEL COMBINER

5.6 การทดสอบส่วนวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal Detector)

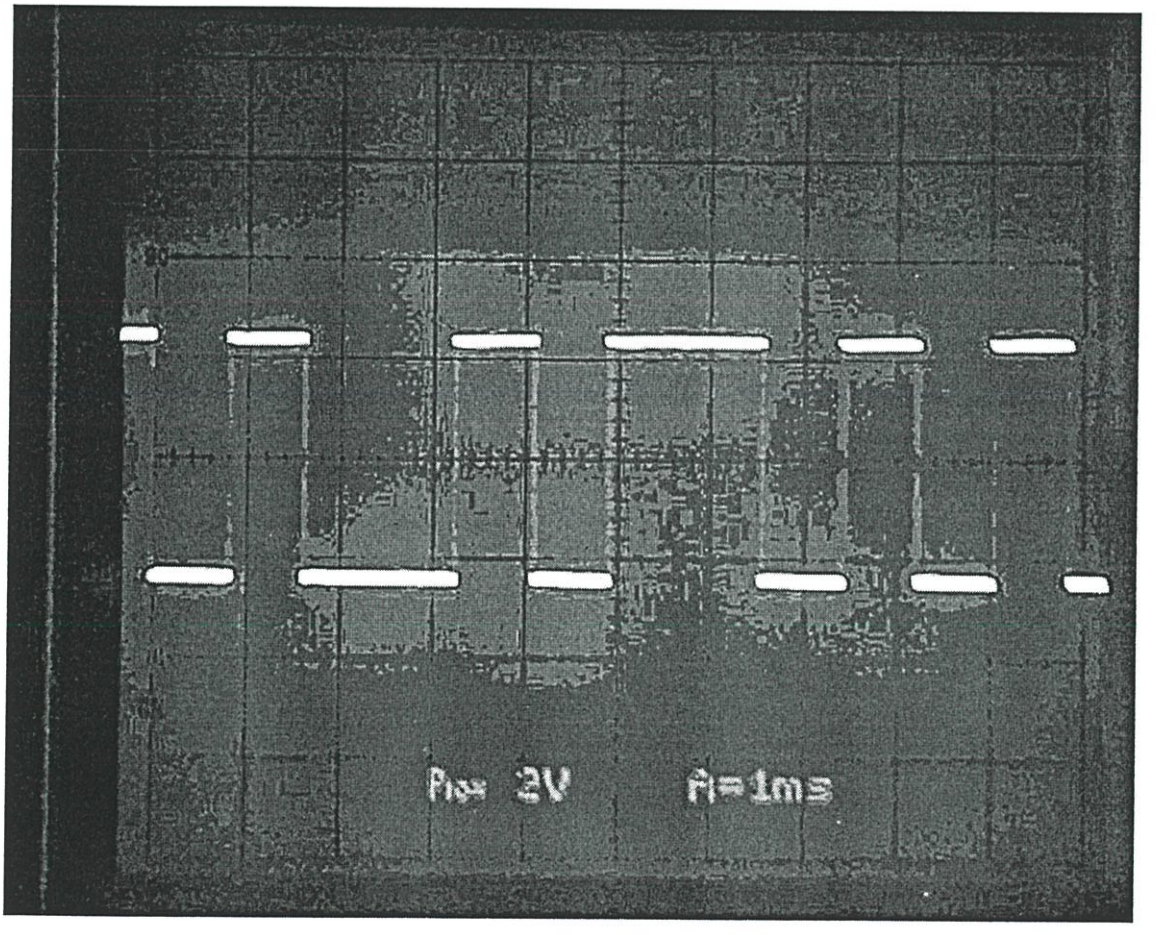
5.7 การทดสอบส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit)



ภาพที่ 5.1 แสดงการทดลองการเชื่อมต่อโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

5.1 การทดลองส่วนวงจรแอกทีฟการ์ด (WIRELESS ACTIVE CARD)

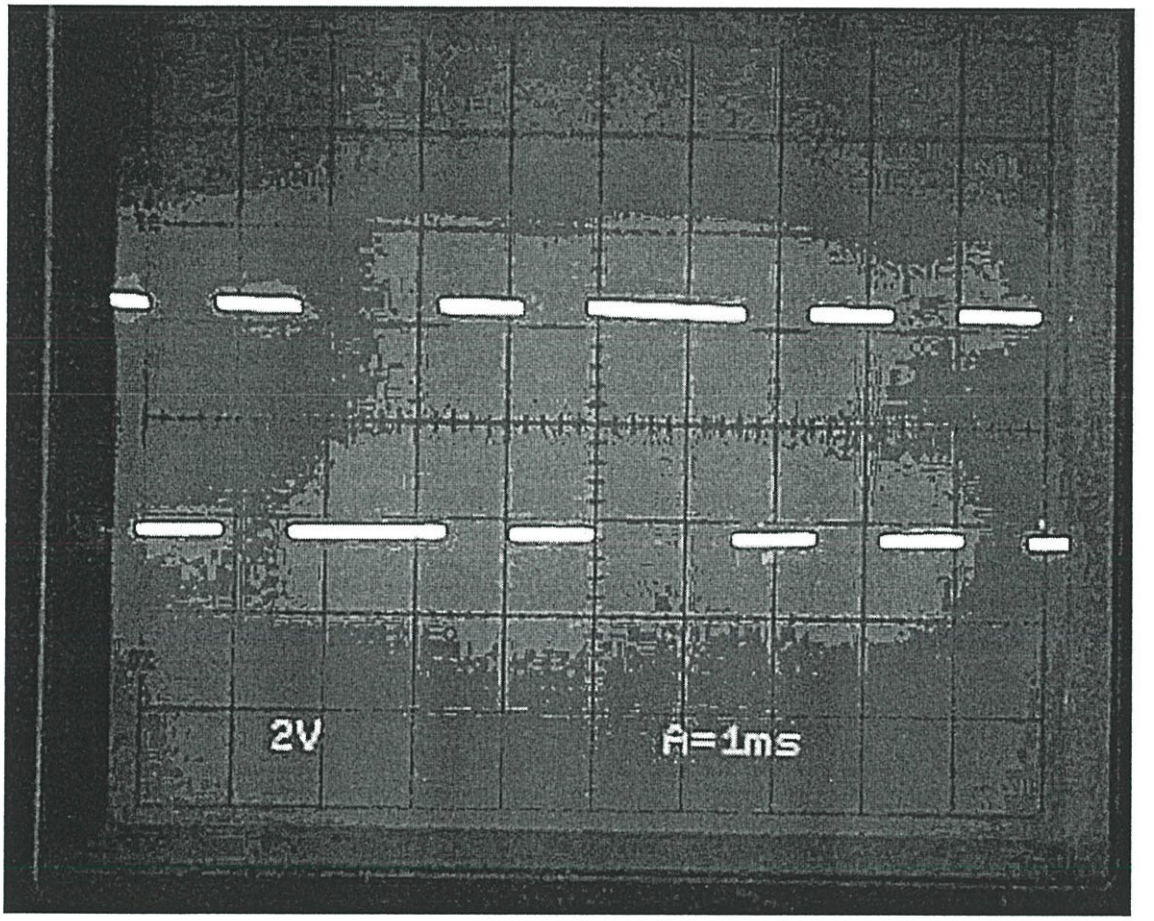
ส่วนวงจรแอกทีฟการ์ดทำหน้าที่ในการส่งรหัสข้อมูลไปให้กับส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ในรูปของคลื่นความถี่วิทยุ โดยรหัสข้อมูลที่สร้างขึ้นจะถูกส่งไปยังวงจรกำเนิดความถี่ (Oscillator) เพื่อทำการผสมสัญญาณรหัสข้อมูลเข้ากับความถี่คลื่นพาห์แล้วทวีคูณความถี่ขึ้น 3 เท่า ก่อนผ่านเข้าสู่วงจรขยายสัญญาณ (Power Amplifier) และผ่านวงจรกรองความถี่ย่าน 49 MHz. ก่อนส่งออกอากาศ ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีการควบคุมการทำงานให้มีการสร้างรหัสขึ้นภายในและจะคอยควบคุมการส่งรหัสออกมาทุก ๆ 5 วินาที ในภาพที่ 4.2 แสดงภาพของสัญญาณซึ่งเป็นรหัสประจำตัวของผู้ใช้ที่ถูกส่งออกมาทางขา 3 ของไอซีเบอร์ AT89C2051 ซึ่งมีการกำหนด Baud Rate เท่ากับ 1200



ภาพที่ 5.2 แสดงรหัสสัญญาณข้อมูลประจำ Active Card

5.2 การทดสอบส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (RADIO INTERFACE UNIT)

ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณที่ถูกส่งมาจาก Wireless Active Card โดยสัญญาณเข้ามาทางสายอากาศผ่านเข้าสู่วงจรกรองความถี่และวงจรขยายส่วนหน้าที่ใช้มอสเฟทเป็นตัวขยายสัญญาณส่งให้กับไอซี AN6161 ซึ่งภายในประกอบด้วยวงจรผลิตความถี่วงจรผสมความถี่ วงจรขยายความถี่กลางและวงจรขยายเสียง นอกจากนี้ไอซี



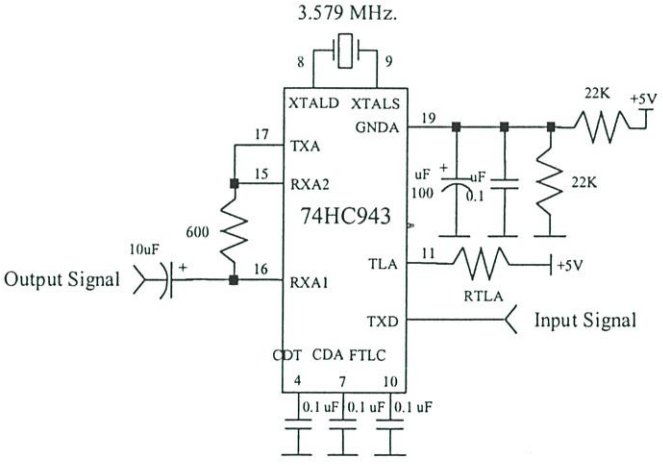
ภาพที่ 5.3 แสดงสัญญาณที่รับได้ที่ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ

ตัวนี้ยังทำหน้าที่ในการดีเทคสัญญาณข้อมูล เอ้าท์พุทที่ได้ส่งให้กับวงจรมอดูเลทสัญญาณ FSK (Frequency Shift Keying) จากนั้นจะถูกป้อนเข้าสู่ทรานฟอร์เมอร์ T3 ซึ่งเป็น Matching Transformer ไอซีเบอร์ MN1551 จะคอยตรวจสอบข้อมูลที่ดีเทคได้ว่าถูกต้องกับรหัสที่กำหนดไว้หรือไม่ซึ่งหมายถึง 4 บิทแรกของข้อมูล หากถูกต้องก็จะส่งสัญญาณไปยังทรานซิสเตอร์ Q17 ให้ทำการเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับ Matching Transformer ทำให้คู่ สายโทรศัพท์อยู่ในสภาวะยกหูส่งสัญญาณไปยังส่วนประมวลผลกลาง จากนั้นจะกลับสู่สภาวะวางหูเมื่อไม่มีรหัสจาก Wireless Active Card ส่งเข้ามา ในสภาวะวางหูหากมีการเรียกเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber)

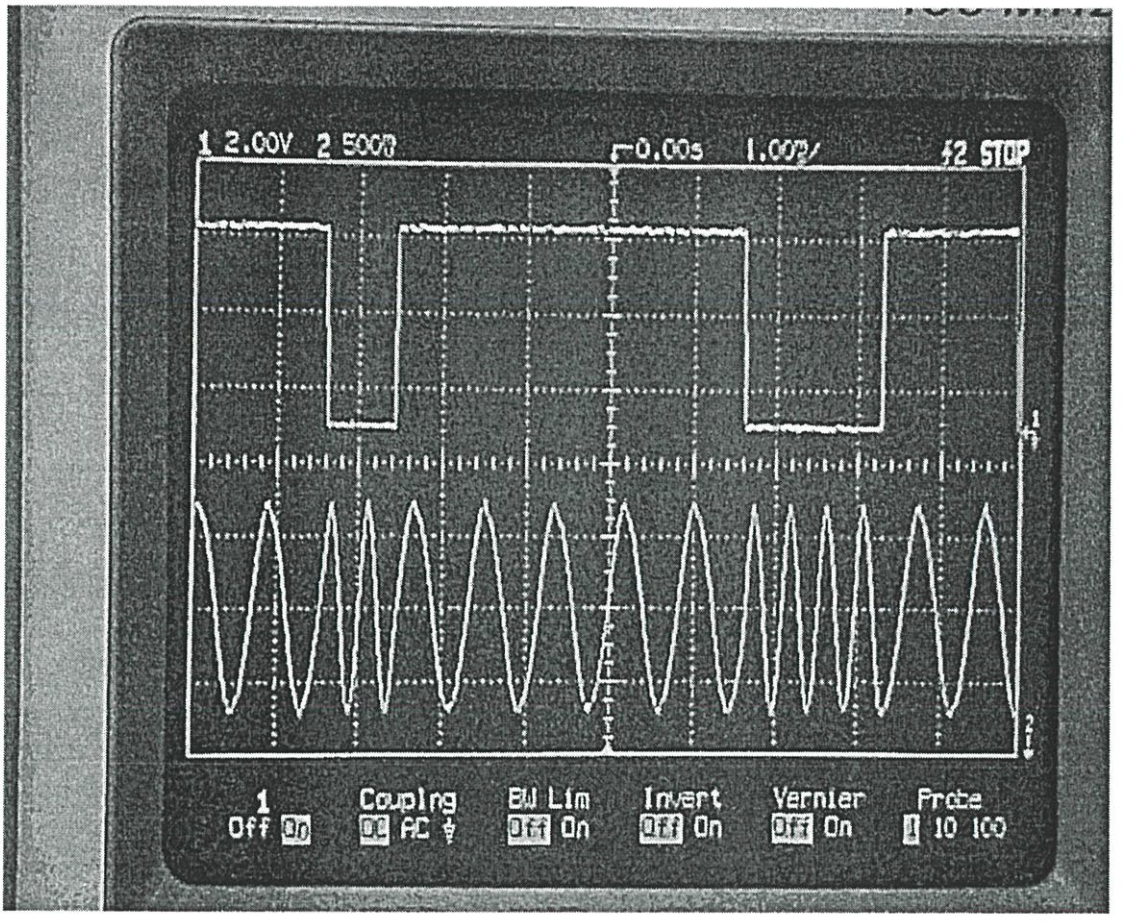
ผู้ใช้สามารถรับสาย (Hook Off) ได้ตามปรกติเพื่อติดต่อกับผู้เรียกต้นทางซึ่งอาจเป็นการเรียกมาจากเครื่องโทรศัพท์ปลายทางด้วยกันเองหรืออาจเป็นการเรียกมาจากคู่สายภายนอก การทดสอบผู้ใช้สามารถทำการเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ไปยังคู่สายอื่นได้ตามปรกติ

5.3 การทดสอบส่วนมอดูเลทสัญญาณ FSK (FSK MODULATOR)

การทดสอบการทำงานของส่วนมอดูเลทสัญญาณ FSK ให้ทำการป้อนสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอลเข้าทางด้านอินพุท (ขา TXD) ของไอซีเบอร์ 74HC943 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อกแบบ FSK (Frequency Shift Keying) แล้วทำการวัดสัญญาณทางด้านเอ้าท์ป้อนเข้าสู่ Matching Transformer T3 ต่อไป ซึ่งความถี่ f_1 ของสัญญาณ FSK แทนสถานะลอจิก "High" ของสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอล และความถี่ f_2 ของสัญญาณ FSK แทนสถานะลอจิก "Low" ของสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอล ตามลำดับ ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 5.3 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบสัญญาณที่เป็นรหัสข้อมูลของผู้ใช้กับสัญญาณ FSK ที่ถูกมอดูเลทแล้ว



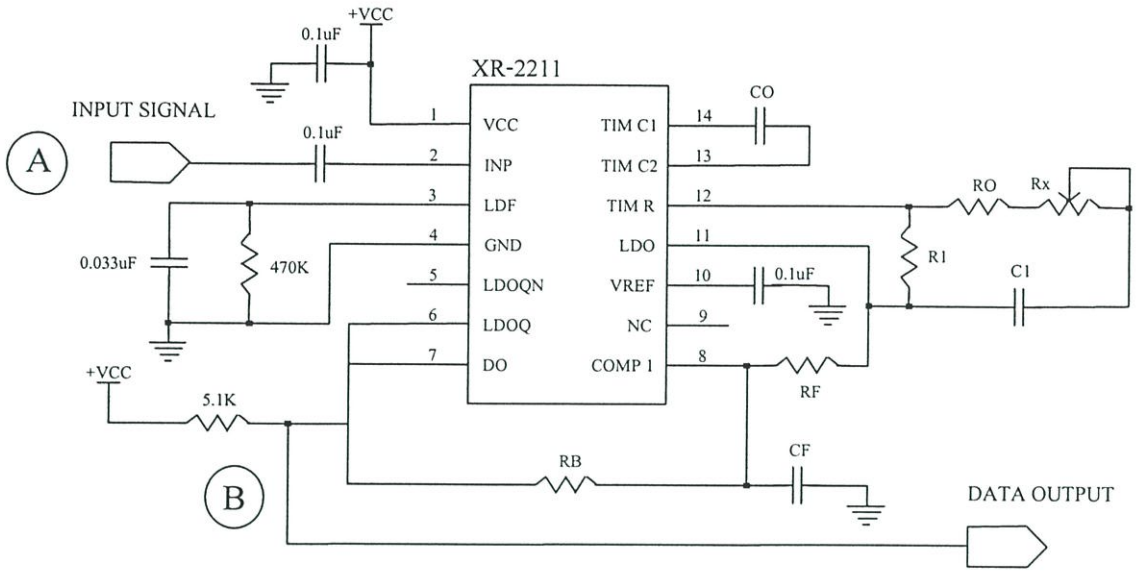
ภาพที่ 5.4 แสดงวงจรส่วนมอดูเลทสัญญาณ FSK (Frequency Shift Keying)



ภาพที่ 5.5 แสดงรหัสข้อมูลของผู้ใช้ที่ถูกมอดูเลทเป็นสัญญาณ FSK (Frequency Shift Keying)

5.4 การทดสอบส่วนดีมอดูเลทสัญญาณ FSK (FSK DEMODULATOR)

การทดสอบวงจรส่วนดีมอดูเลทสัญญาณ FSK ทำได้โดยการต่อส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) เข้ากับส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) ซึ่งข้อมูลของผู้ใช้จะถูกส่งมาในรูปของสัญญาณอนาล็อกแบบ FSK (Frequency Shift Keying) มายังส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) ทางด้านวงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์มาเข้ายังส่วนดีมอดูเลทสัญญาณ FSK ทางขา INP คือจุด A ส่วนสัญญาณเอ้าท์พุทที่ได้ออกมาทางขา DO คือจุด B จะเป็นสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอลซึ่งเป็นข้อมูลของผู้ใช้ ดังแสดงในภาพที่ 5.5 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณข้อมูลของผู้ใช้ที่ดีเทคได้จากส่วนควบคุมการทำงานของส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุและสัญญาณเอ้าท์พุทที่ได้จากส่วนวงจรดีมอดูเลทสัญญาณ FSK

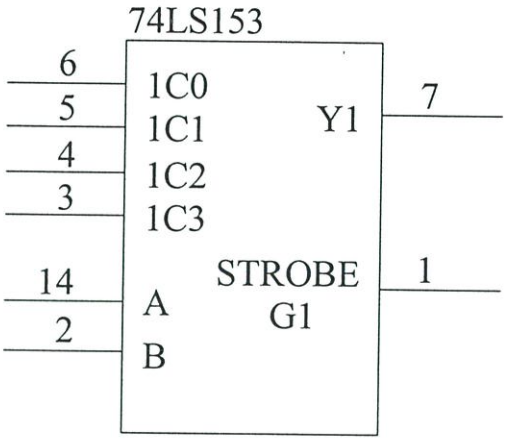


ภาพที่ 5.6 แสดงการทดสอบส่วนวงจรดีมอดูเลทสัญญาณ FSK

5.5 การทดสอบส่วนวงจรรวมสัญญาณ (CHANNEL COMBINER)

ส่วนของวงจรรวมสัญญาณ (Channel Combiner) ทำหน้าที่รับสัญญาณที่ถูกส่งมาจากส่วนวงจรดีมอดูเลทสัญญาณ FSK จำนวน 4 ช่องสัญญาณเพื่อทำการรวมออกไปทางด้านเอ้าท์พุทเป็น 1 ช่องสัญญาณแบบอนุกรมส่งให้กับส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การทดสอบวงจรดังแสดงในภาพที่ 5.5 การกำหนดให้มีการเลือกรับสัญญาณของ Channel Combiner ทำได้โดยการกำหนดค่าตามตารางที่ 5.1 โดยให้ A และ B เป็นขาที่กำหนดการเลือกรับข้อมูลของ C0 ถึง C3 และให้ Strobe G1 มีสถานะลอจิกเป็น “Low” ในการทดลองให้ป้อนสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอลจำนวน 4 สัญญาณเข้าทางอินพุทขา C1-C3 ตามลำดับ จากนั้นให้ส่วนประมวลผลกลางสั่งให้มีการควบคุมการทำงานเลือกรับสัญญาณที่ช่องจากช่องที่ 1 ถึงช่องที่ 4 โดยเอ้าท์พุทที่ได้ในแต่ละครั้งให้ทำการวัดสัญญาณว่าถูกต้องตรงกับทางด้านอินพุทหรือไม่ ซึ่งในการรับสัญญาณแต่ละครั้งจำเป็นต้องคำนึงถึงช่วงระยะเวลาที่สัญญาณแต่ละชุดใช้จนสิ้นสุดข้อมูล วิธีที่สองคือเมื่อสั่งให้ส่วนควบคุมกลาง (Central Processing Unit) รับสัญญาณที่ได้ไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำหลักของระบบแล้วให้ทำการตรวจสอบข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่โดยกระบวนการทางซอร์ฟแวร์ถ้าถูกต้องกำหนดให้แสดงผลออกทาง Port 1 ของ CPU



ภาพที่ 5.7 แสดงการทดสอบวงจรรวมสัญญาณ (Channel Combiner)

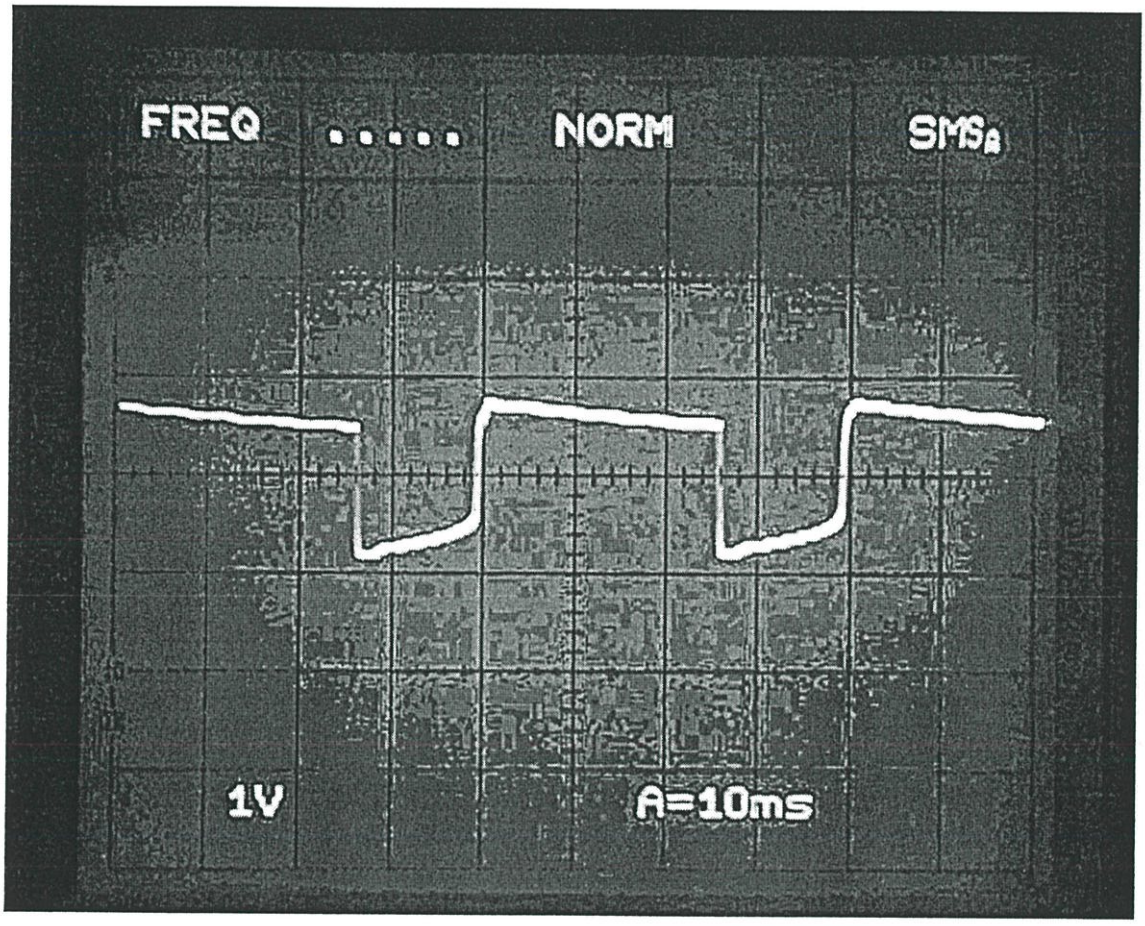
ตารางที่ 5.1 แสดงการทดลองการกำหนดค่าการทำงานของ Channel Combiner

STROBE G1	B	A	Y1
L	L	L	1C0
L	L	H	1C1
L	H	L	1C2
L	H	H	1C3

5.6 การทดสอบส่วนวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (RINGING SIGNAL DETECTOR)

ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal Detector) ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณกระดิ่งภายในคู่สายโทรศัพท์ที่มีการเรียกเข้ามา การทดสอบให้ทำการเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ภายในของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) เข้ากับส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ทางด้านอินพุทของส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (Matrix Switch Circuit) จากนั้นให้ทำการเรียกเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง (Subscriber) เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาให้ทำการวัดสัญญาณด้วยเครื่องออสซิลโลสโคปทางด้านเอ้าท์พุทของออปโตคัปเปิ้ล ซึ่งเป็นไอซีเชื่อมโยงทางแสงเบอร์ 4N25 จะได้สัญญาณดังแสดงในภาพที่ 5.7 ซึ่งสัญญาณเอ้าท์พุทที่ได้นี้ถูกส่งไปทำการเปรียบเทียบกับวงจรโมโนสเตเบิ้ลผ่านไอซีที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์เบอร์ 74LS244 ก่อนส่งสัญญาณไปยังส่วนประมวลผลกลางเพื่อบอกให้ทราบว่ามีการเรียกเข้ามายังคู่สายภายในของเครื่อง

ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX ด้วยวิธีการอ่านค่าเข้ามาทางส่วนที่เรียกว่าอินพุท-เอ้าท์พุทพอร์ทหรืออีกวิธีหนึ่งคือใช้วิธีการสร้างสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากส่วนวงจรตรวจจับกระดิ่ง



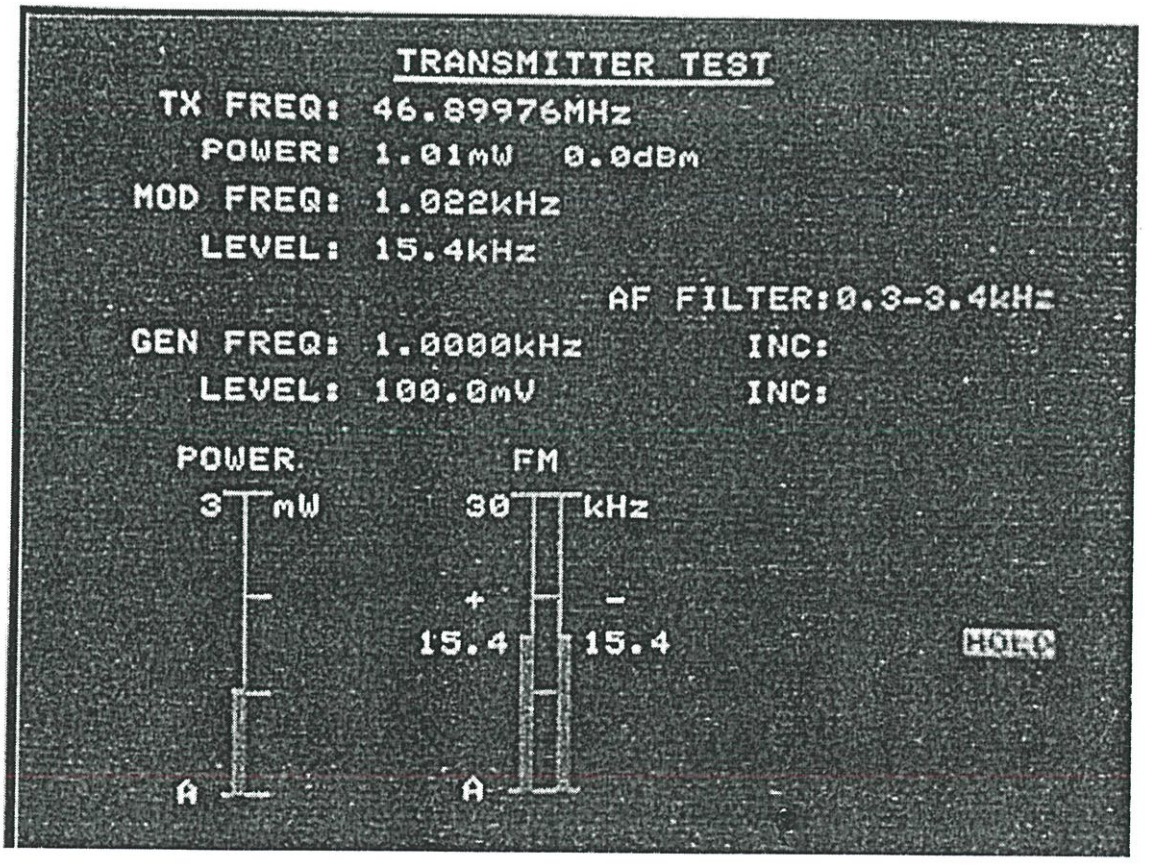
ภาพที่ 5.8 แสดงสัญญาณเอ้าท์พุทที่ได้จากส่วนวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

ส่งไปอินเตอร์รัพการทำงานของส่วนประมวลผลกลางเพื่อให้ทำการตรวจสอบการเรียกของคู่สายโทรศัพท์ว่าเป็นการเรียกเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องใด

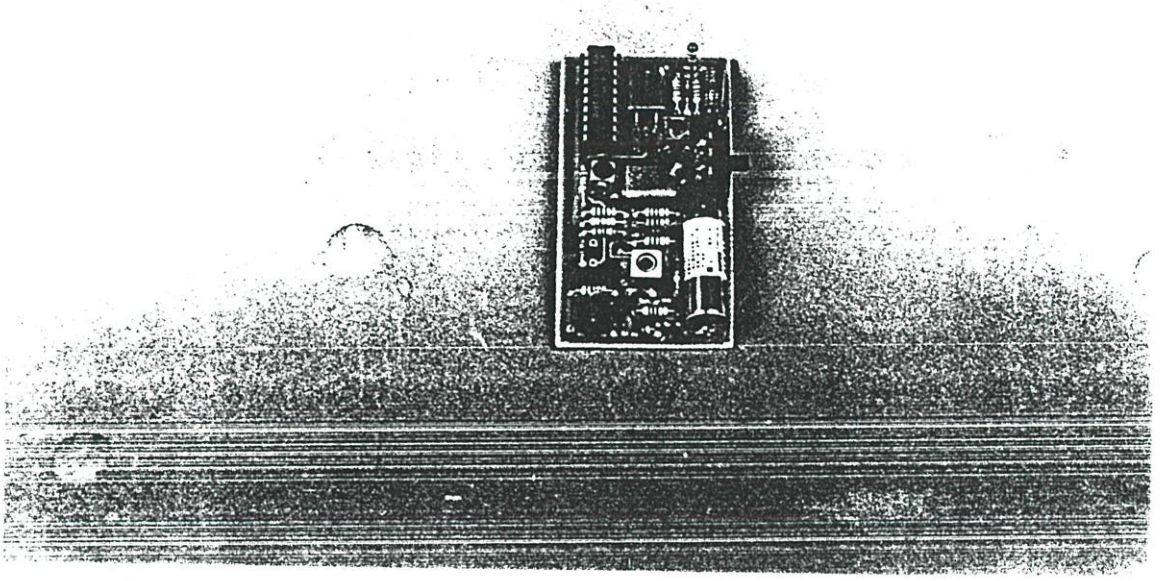
5.7 การทดสอบส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ (MATRIX SWITCH CIRCUIT)

ส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ทำหน้าที่ในการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงจากทางด้านอินพุทไปยังเอ้าท์พุท โดยการกำหนดข้อมูลให้กับส่วนรับข้อมูลซึ่งถูกส่งมาจากส่วนที่เรียกว่าอินพุท-เอ้าท์พุทพอร์ท ในการทดลองการทำงานให้ป้อนสัญญาณคลื่นรูปซายน์ความถี่ 1 กิโลเฮิร์ท ขนาด 1 V_{p-p} เข้าทางด้านอินพุท Y0 และทำการวัดสัญญาณเอ้าท์พุททางขา X0 หลังจากการกำหนดโปรแกรมควบคุมการทำงานให้กับส่วนประมวลผลกลาง ในขณะเดียวกันให้กำหนดข้อมูลในการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงให้กับอินพุททางด้าน Y2 และทำการวัดสัญญาณเอ้าท์พุททางด้าน X2

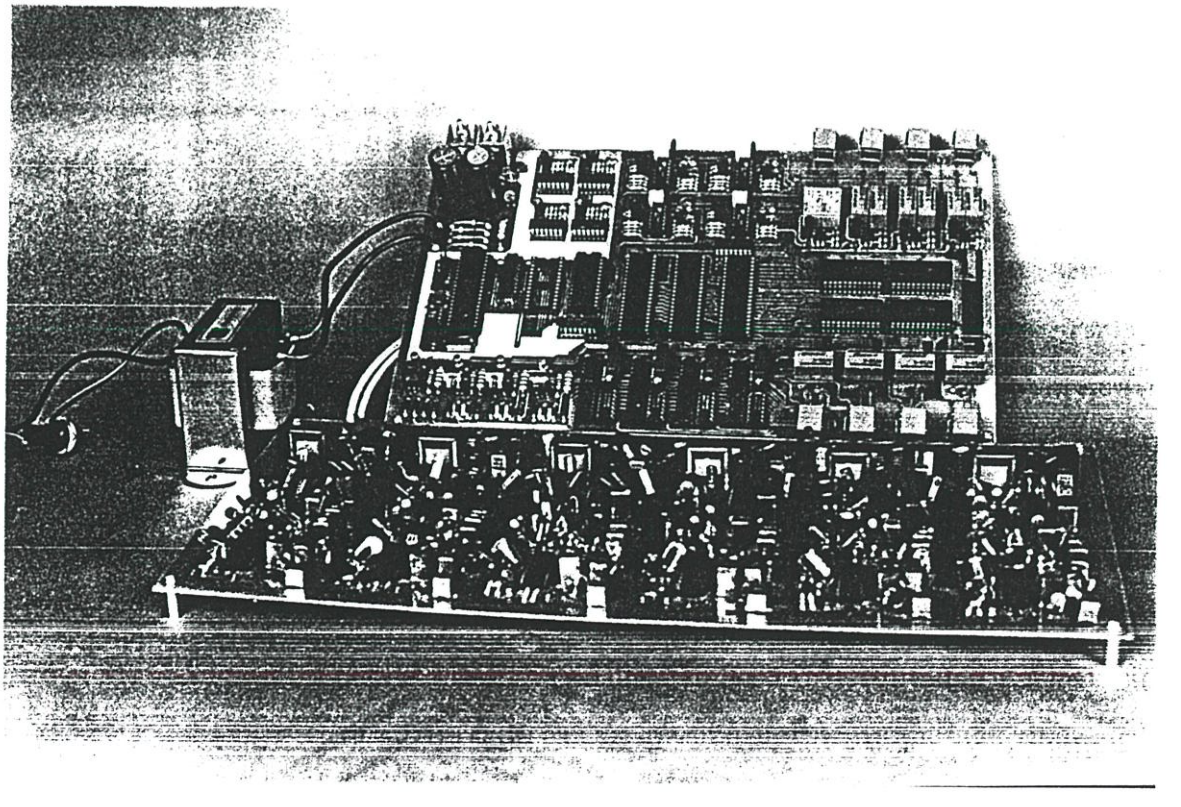
ตามลำดับ หรืออาจทำการกำหนดข้อมูลให้มีการสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงไปยังอินพุท-เอ้าพุท อื่น ๆ ภายในแมททริกส์สวิท์ โดยจะสังเกตุเห็นได้ในขณะที่แมททริกส์สวิทซ์ให้การต่อเชื่อมสัญญาณเสียงในเส้นทางหนึ่ง ๆ จะสามารถสร้างการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงขึ้นมาในเส้นทางอื่นได้โดยที่ไม่มีการยกเลิกเส้นทางที่ให้บริการอยู่เนื่องข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงที่ถูกส่งมาจากส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ผ่านทางส่วนที่เรียกว่าอินพุท-เอ้าท์พุทพอร์ท มายังแมททริกส์สวิทซ์จะถูกเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ในบัฟเฟอร์ที่มีอยู่ภายใน ดังนั้นหากไม่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงเข้ามาใหม่การสร้างเส้นทางจะยังคงรักษาสถานะเดิมไว้ตลอดเวลา นอกจากการกำหนดเส้นทางจากทางด้านอินพุทไปยังเอ้าท์พุทเป็นแบบตายตัวแล้วยังสามารถทำการกำหนดเส้นทางได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลว่าเส้นทางใดอยู่ในสภาวะใช้งาน (Engage) และเส้นทางใดอยู่ในสภาวะว่าง (Reserve) โดยใช้วิธีการตรวจสอบค่าของแฟลกข้อมูล (Flag) ที่เกิดจากการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียง วิธีนี้จะทำให้แมททริกส์สามารถหาเส้นทางที่ว่างอยู่ภายในแมททริกส์สวิทซ์ได้เองโดยอัตโนมัติ รวมทั้งยังเป็นการเพิ่มจำนวนเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงให้สามารถทำได้มากกว่าวิธีแรก



ภาพที่ 5.9 แสดงสัญญาณที่วัดได้จากเครื่อง Radio Test Set



ภาพที่ 5.10 แสดงเครื่องต้นแบบของส่วนวงจรแอกทีฟการ์ด (Wireless Active Card)



ภาพที่ 5.11 แสดงเครื่องต้นแบบของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด (Active Card Access Telephone) สามารถทำการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงจากผู้เรียก (Calling Parties) ไปยังผู้ถูกเรียก (Called Parties) ได้อย่างถูกต้องภายใต้การทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX โดยการวิเคราะห์ข้อมูลของส่วนประมวลผลกลางของระบบ (Central Processing Unit) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวถูกส่งมาจาก Wireless Active Card หากมีการเรียกเข้ามายังการ์ดจะทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางสามารถให้บริการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงไปยังผู้ใช้ได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องประจำอยู่ที่เลขหมายของตนเองตลอดเวลาหรือไม่จำเป็นต้องพกเครื่องโทรศัพท์ติดตัวไว้ตลอดเวลา (ในกรณีที่เป็นเครื่องโทรศัพท์แบบ Cordless Phone) แต่สามารถไปอยู่ ณ บริเวณอื่น ๆ ภายในอาคารสำนักงานหรือที่พักอาศัยและยังคงสามารถรับสาย (Hook Off) ได้จากเครื่องโทรศัพท์ที่อยู่ใกล้มากที่สุด ส่งผลให้ผู้ใช้งานสามารถใช้โทรศัพท์ได้ทุกที่ไม่ว่าจะเป็นการเรียกไปยังคู่สายภายนอกหรือรับสายโดยไม่ต้องผ่านโอเปอร์เรเตอร์

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ดที่ได้ทำการออกแบบขึ้นจะสามารถสร้างเส้นทางการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้ (Communications Routing) ได้โดยอัตโนมัติ รวมทั้งลดข้อผิดพลาดจากการไม่มีผู้รับสายปลายทาง (No Reply) อันมีสาเหตุเนื่องมาจากผู้ใช้ไปอยู่ห้องอื่นก็ตาม หากแต่ยังคงต้องคำนึงถึงการออกแบบการวางตำแหน่งของส่วนเชื่อมต่อสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Interface Unit) เพื่อความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดการสร้างเส้นทางการต่อเชื่อมสัญญาณเสียงของส่วนวงจรแมททริกส์สวิทซ์ และในการออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงค่าอุปกรณ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดอย่างละเอียดเพื่อให้สอดคล้องกับค่าที่ได้จากการคำนวณ

นอกจากนี้ แนวทางการพัฒนาขั้นต่อไปควรออกแบบให้สามารถแสดงข้อมูลของผู้ถูกเรียกปลายทางโดยใช้ส่วนแสดงผล LCD หรือวิธีการอื่น ๆ เช่นเสียงสัญญาณกระดิ่งที่แตกต่างกันสำหรับผู้ใช้แต่ละคน

บรรณานุกรม

[1] J. L. Fike and G. E. Friend, "Understanding Telephone Electronic" Howard W. Sams & Company, 1989.

[2] John C. McDonald, ed., *Fundamentals of Digital Switching,* Plenum Press, New York, 1983.

[3] GRINSEC, *La Communication Electronique,* Vols. 1, 2, Editions Eyrolles, Paris, 1980

[4] M. R. Aaron, "Digital Communications-The Silent (R) evolution?" *IEEE Communications Magazine,* January 1979, pp 16-26.

[5] C. Clos, "A Study of Non-Blocking Switching Networks," *Bell System Technical Journal,* March 1953, pp 406-424.

[6] L. A. Baxter, P. R. Berkowitz, C. A. Buzzard, J. J. Horenkamp and F. E. Wyatt, "System 75: Communications and Control Architecture," *AT&T Technical Journal,* January 1985, pp 153-173.

[7] F. D. Reese, "Memo to Management-You Must Appraise How New Technology Fits Customers," *Telephone Engineering and Management,* October 1, 1975, pp 116-121.

[8] D. L. Carney, J. I. Cochrane, L. J. Gitten, E. M. Prell, and R. Staehler, "The 5 ESS Switching System: Architectural Overview," *AT&T Technical Journal,* August 1985, pp 1339-1356.

[9] Federal Communications Commission, *Report and Order,* Docket No. 19311, FCC 74-985, released September 27, 1974.

[10] "AR6A Radio System," *Bell System Technical journal,* Decenber 1983.

[11] S. Pasupathy, "Minimum Shift Keying: A Spectrally Efficient Modulation," *IEEE Communications Magazine,* July 1979, pp 14-22.

[12] R. E. Ziemer and W. H. Tranter, *Principles of Communications,* Houghton Mifflin Company, Boston, 1976.

[13] F. Halsall *Data Communications, Computer Networks and Open Systems.* Harlow : Addison Wesley Longman, (1992)

[14] S. Haykin *An Introduction to Analogue and Digital Commnications.* Wiley Hetzel S.A., Bateman A. and McGeehan J.P. (1991) LINC transmitters. *Electronic Letters,* May, (1989)

[15] R.W. Lucky, J. Saly and Welden S.J. (1968) *Principles of Data Communications.* New York : McGraw-Hill

[16] V. Petrovic "Reduction of spurious emission from radio transmitters by means of modulation feedback." *Proc. IEE Conference on Radio Spectrum Conservation Techniques,* pp. 44-9, September, (1983)

[17] J.G. Proakis *Digital Communications.* McGraw-Hall, (1989)

[18] M. Schwartz *Information, Transmission, Modulation and Noise.* McGraw-Hall, (1990)

[19] P.H. Young *Electronic Communications Techniques.* USA : Maxwell-MacMillan, (1991)

[20) R. Ziemer and R. Peterson *Introduction to Digital Communications.* Macmillan, (1992)

ภาคผนวก (ก)
การแบ่งย่านความถี่วิทยุตามมาตรฐาน FCC

การแบ่งย่านความถี่วิทยุตามมาตรฐาน FCC

FCC หรือ Federal Communication Commission คือสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศได้ตราบทบัญญัติเกี่ยวกับวิทยุ-โทรคมนาคมระหว่างประเทศเมื่อปี พ.ศ. 2490 เพื่อกำหนดให้ระบบโทรคมนาคมระหว่างประเทศมีความสอดคล้องกัน โดยในช่วงเริ่มแรกกำหนดย่านความถี่วิทยุออกเป็นช่วงต่าง ๆ ดังนี้

ความถี่	ชื่อเรียก	การใช้งาน
30 – 300 KHz.	Low Frequency (LF)	บริการส่งวิทยุกระจายเสียง เอเอ็มทางยุโรป
300 – 3,000 KHz.	Medium Frequency (MF)	วิทยุเอเอ็ม คลื่นยาว (LW) คลื่นปานกลาง (MW) คลื่นสั้น (SW)
3 – 30 MHz.	High Frequency (HF)	วิทยุเอเอ็ม วิทยุตำรวจ วิทยุซิงเกิลไซด์แบนด์ วิทยุซีบี (CB)
30 – 300 MHz.	Very High Frequency (VHF)	ทีวี (ส่งได้ 12 ช่อง) เอฟเอ็ม วิทยุของราชการ ความถี่วิทยุสมัครเล่น
300 – 3,000 MHz.	Ultra High Frequency (UHF)	ทีวี (ส่งได้ 69 ช่อง) วิทยุโทรคมนาคม UHF ของทางราชการ
3 – 30 GHz.	Super High Frequency (SHF)	ไมโครเวฟ
30 – 300 GHz.	Extremely High Frequency (EHF)	เรดาห์ ดาวเทียม โซนาร์

ภาคผนวก (ข)

โปรแกรมควบคุมการทำงานของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด

```
                        1   ;*************************************************
                        2   ;****************** MT8804.ASM *******************
                        3   ;*************************************************
                        4   ;
                        5   ; CPU          >> MICROCONTROLLER MCS-51 #89C55
                        6   ; MEMORY       >> 2 * 8 KBYTES DATA MEMORY
                        7   ;              >> 1 * 8 KBYTES PROGRAM MEMORY
                        8   ; AUTHER       >> Mr. Boonyarit Pongprasert
                        9   ; FILENAME     >> MT8804.ASM
                        10  ; CROSSPOINT  >> 4 * MT8804
                        11  ; DEMODULATOR  >> FREQUENCY SHIFT KEYING
                        12  ; RINGING SIGNAL DETECTOR    >> 4 CHANNELS
                        13  ;
                        14  ;*************************************************
                        15  ;
2710=                   16  COUNT_TIME        EQU   10000
0064=                   17  TIME              EQU   100
0000=                   18  HOOK_SW1          EQU   00H
0001=                   19  HOOK_SW2          EQU   01H
0002=                   20  HOOK_SW3          EQU   02H
0003=                   21  HOOK_SW4          EQU   03H
0008=                   22  HOOK_STS1         EQU   08H
0009=                   23  HOOK_STS2         EQU   09H
000A=                   24  HOOK_STS3         EQU   0AH
000B=                   25  HOOK_STS4         EQU   0BH
0010=                   26  SE_RNG1           EQU   010H
0011=                   27  SE_RNG2           EQU   011H
0012=                   28  SE_RNG3           EQU   012H
0013=                   29  SE_RNG4           EQU   013H
0020=                   30  RLY_LINE_I1       EQU   020H
0021=                   31  RLY_LINE_I2       EQU   021H
0022=                   32  RLY_LINE_I3       EQU   022H
0023=                   33  RLY_LINE_I4       EQU   023H
0024=                   34  RLY_LINE_O1       EQU   024H
0025=                   35  RLY_LINE_O2       EQU   025H
0026=                   36  RLY_LINE_O3       EQU   026H
0027=                   37  RLY_LINE_O4       EQU   027H
0028=                   38  _MR1              EQU   028H
0029=                   39  _AE1              EQU   029H
002A=                   40  _MR2              EQU   02AH
002B=                   41  _AE2              EQU   02BH
002C=                   42  _MR3              EQU   02CH
002D=                   43  _AE3              EQU   02DH
002E=                   44  _MR4              EQU   02EH
002F=                   45  _AE4              EQU   02FH
0030=                   46  _A0A              EQU   030H
0031=                   47  _A1A              EQU   031H
0032=                   48  _A2A              EQU   032H
0033=                   49  _D0A              EQU   033H
0034=                   50  _D1A              EQU   034H
0035=                   51  _D2A              EQU   035H
0036=                   52  _D3A              EQU   036H
0037=                   53  _NCA              EQU   037H
```

```
0038=                    54      _A0B                EQU     038H
0039=                    55      _A1B                EQU     039H
003A=                    56      _A2B                EQU     03AH
003B=                    57      _D0B                EQU     03BH
003C=                    58      _D1B                EQU     03CH
```



```
003D=                    59      _D2B                EQU     03DH
003E=                    60      _D3B                EQU     03EH
003F=                    61      _NCB                EQU     03FH
0040=                    62      LINE1_RING          EQU     040H
0041=                    63      LINE2_RING          EQU     041H
0042=                    64      LINE3_RING          EQU     042H
0043=                    65      LINE4_RING          EQU     043H
0044=                    66      NC                  EQU     044H
0045=                    67      STB_G               EQU     045H
0046=                    68      SCN_A               EQU     046H
0047=                    69      SCN_B               EQU     047H
0029=                    70      DTI_NUM             EQU     029H
002A=                    71      INDEXW_BUF_AB       EQU     02AH
002B=                    72      INDEXR_BUF_AB       EQU     02BH
002C=                    73      INDEXW_BUF_C        EQU     02CH
002D=                    74      INDEXR_BUF_C        EQU     02DH
002E=                    75      INDEXR_SCAN_IN      EQU     02EH
002F=                    76      INDEXR_SRNG         EQU     02FH
0030=                    77      INDEXW_INI          EQU     030H
0031=                    78      INDEXW_CNT_A        EQU     031H
0032=                    79      INDEXW_CNT_B        EQU     032H
0033=                    80      INDEXW_HK           EQU     033H
0034=                    81      INDEXW_CRSPT        EQU     034H
0035=                    82      COUNT_RING          EQU     035H
0036=                    83      RING_IN             EQU     036H
0037=                    84      ID                  EQU     037H
0038=                    85      DTI                 EQU     038H
0039=                    86      MAIN_DATA           EQU     039H
003A=                    87      TIME1               EQU     03AH
003B=                    88      DATA_TEMP           EQU     03BH
003C=                    89      MAIN_LOC            EQU     03CH
E000=                    90      PORTA1              EQU     0E000H
E001=                    91      PORTB1              EQU     0E001H
E002=                    92      PORTC1              EQU     0E002H
E003=                    93      CPNT1               EQU     0E003H
C000=                    94      PORTA2              EQU     0C000H
C001=                    95      PORTB2              EQU     0C001H
C002=                    96      PORTC2              EQU     0C002H
C003=                    97      CPNT2               EQU     0C003H
                         98
                         99
                         100
A000=                    101     PORTA3              EQU     0A000H
A001=                    102     PORTB3              EQU     0A001H
A002=                    103     PORTC3              EQU     0A002H
A003=                    104     CPNT3               EQU     0A003H
                         105
                         106
```

```
                                107
                                108
0000                            109                 ORG     0000H
0000    020200                  110                 LJMP    MAIN
                                111
0003                            112                 ORG     0003H
0003    021D09                  113                 LJMP    FGSK            ;
                                114
000B                            115                 ORG     000BH
000B    C0D0                    116                 PUSH    PSW
000D    C0E0                    117                 PUSH    ACC
```



```
000F    C28C                    118                 CLR     TR0
0011    053A                    119                 INC     TIME1
0013    120327                  120                 CALL    GH1
0016    D0E0                    121                 POP     ACC
0018    D0D0                    122                 POP     PSW
001A    C28D                    123                 CLR     TF0
001C    D28C                    124                 SETB    TR0
001E    32                      125                 RETI
                                126
                                127
                                128
                                129 ;***************************************************
                                130 ;*************** MAIN PROGRAM ******************
                                131 ;***************************************************
                                132 ;
0200                            133                 ORG     0200H
0200    759852                  134         MAIN:   MOV     SCON,#052H
0203    758921                  135                 MOV     TMOD,#021H
0206    758DE8                  136                 MOV     TH1,#-24
0209    758C27                  137                 MOV     TH0,#HIGH COUNT_TIME
020C    758A10                  138                 MOV     TL0,#LOW COUNT_TIME
020F    74FF                    139                 MOV     A,#0FFH
0211    F590                    140                 MOV     P1,A
0213    D28E                    141                 SETB    TR1
0215    D2AF                    142                 SETB    EA
0217    D2A9                    143                 SETB    ET0
0219    D2A8                    144                 SETB    EX0
021B    D28C                    145                 SETB    TR0
021D    90E003                  146                 MOV     DPTR,#CPNT1
0220    7480                    147                 MOV     A,#080H
0222    F0                      148                 MOVX    @DPTR,A
                                149
                                150
                                151 ;********************** INI ***********************
0223    90C003                  152                 MOV     DPTR,#CPNT2
0226    7481                    153                 MOV     A,#081H
0228    F0                      154                 MOVX    @DPTR,A
                                155 ;***************************************************
                                156
                                157
```

```
0229  90A003   158                    MOV   DPTR,#CPNT3
022C  7480     159                    MOV   A,#080H
022E  F0       160                    MOVX  @DPTR,A
022F  D2AF     161                    SETB  EA
0231  D2A8     162                    SETB  EX0
0233  1203D3   163                    LCALL INI_BUFFER
0236  120339   164                    LCALL INI_CRSPNT
0239  12039A   165                    LCALL INI_ORG_PATH
              166
              167
              168
              169  ;*************************************************
              170  ;**** SCAN DATA INPUT FROM CHANNEL OMBINER ***
              171  ;*************************************************
              172  ;
023C          173        SCAN_DATA_INPUT:
023C  C246     174        SCNI:       CLR   SCN_A
023E  C247     175                    CLR   SCN_B
0240  D245     176                    SETB  STB_G
```



```
0242  121FC3   177                    LCALL  DELAY_1mS
0245  752E28   178                    MOV   INDEXR_SCAN_IN,#028H
0248  A82E     179                    MOV   R0,INDEXR_SCAN_IN
024A  E6       180                    MOV   A,@R0
024B  90E002   181                    MOV   DPTR,#PORTC1
024E  F0       182                    MOVX  @DPTR,A
024F  121FC3   183                    LCALL DELAY_1mS
0252  C246     184        SCN1:       CLR   SCN_A
0254  C247     185                    CLR   SCN_B
0256  C245     186                    CLR   STB_G
0258  121FC3   187                    LCALL  DELAY_1mS
025B  752E28   188                    MOV   INDEXR_SCAN_IN,#028H
025E  A82E     189                    MOV   R0,INDEXR_SCAN_IN
0260  E6       190                    MOV   A,@R0
0261  90E002   191                    MOV   DPTR,#PORTC1
0264  F0       192                    MOVX  @DPTR,A
0265  121FC3   193                    LCALL DELAY_1mS
0268  C298     194                    CLR   RI
026A  3098FD   195                    JNB   RI,$
026D  E599     196                    MOV   A,SBUF
026F  1204C1   197                    LCALL         WRI_BUF_A
0272  752901   198                    MOV   DTI_NUM,#01H
0275  1204F1   199                    LCALL WRI_BUF_B
0278  00       200                    NOP
0279  D245     201        SCN2:       SETB  STB_G
027B  121FC3   202                    LCALL DELAY_1mS        ;
027E  752E28   203                    MOV   INDEXR_SCAN_IN,#028H
0281  A82E     204                    MOV   R0,INDEXR_SCAN_IN
0283  E6       205                    MOV   A,@R0
0284  90E002   206                    MOV   DPTR,#PORTC1
0287  F0       207                    MOVX  @DPTR,A
0288  121FC3   208                    LCALL DELAY_1mS
028B  D246     209                    SETB  SCN_A
```

```
028D    C247    210                 CLR     SCN_B
028F    C245    211                 CLR     STB_G
0291    121FC3  212                 LCALL   DELAY_1mS
0294    752E28  213                 MOV     INDEXR_SCAN_IN,#028H
0297    A82E    214                 MOV     R0,INDEXR_SCAN_IN
0299    E6      215                 MOV     A,@R0
029A    90E002  216                 MOV     DPTR,#PORTC1
029D    F0      217                 MOVX    @DPTR,A
029E    121FC3  218                 LCALL   DELAY_1mS
02A1    C298    219                 CLR     RI
02A3    3098FD  220                 JNB     RI,$
02A6    E599    221                 MOV     A,SBUF
02A8    1204C1  222                 LCALL   WRI_BUF_A
02AB    752902  223                 MOV     DTI_NUM,#02H
02AE    1204F1  224                 LCALL   WRI_BUF_B
02B1    00      225                 NOP
02B2    D245    226     SCN3:       SETB    STB_G
02B4    121FC3  227                 LCALL   DELAY_1mS
02B7    752E28  228                 MOV     INDEXR_SCAN_IN,#028H
02BA    A82E    229                 MOV     R0,INDEXR_SCAN_IN
02BC    E6      230                 MOV     A,@R0
02BD    90E002  231                 MOV     DPTR,#PORTC1
02C0    F0      232                 MOVX    @DPTR,A
02C1    121FC3  233                 LCALL   DELAY_1mS
02C4    C246    234                 CLR     SCN_A
02C6    D247    235                 SETB    SCN_B
```



```
02C8    C245    236                 CLR     STB_G           ;
02CA    121FC3  237                 LCALL   DELAY_1mS
02CD    752E28  238                 MOV     INDEXR_SCAN_IN,#028H
02D0    A82E    239                 MOV     R0,INDEXR_SCAN_IN
02D2    E6      240                 MOV     A,@R0
02D3    90E002  241                 MOV     DPTR,#PORTC1
02D6    F0      242                 MOVX    @DPTR,A
02D7    121FC3  243                 LCALL   DELAY_1mS
02DA    C298    244                 CLR     RI
02DC    3098FD  245                 JNB     RI,$
02DF    E599    246                 MOV     A,SBUF
02E1    1204C1  247                 LCALL   WRI_BUF_A
02E4    752903  248                 MOV     DTI_NUM,#03H
02E7    1204F1  249                 LCALL   WRI_BUF_B
02EA    00      250                 NOP
02EB    D245    251     SCN4:       SETB    STB_G
02ED    121FC3  252                 LCALL   DELAY_1mS       ;
02F0    752E28  253                 MOV     INDEXR_SCAN_IN,#028H
02F3    A82E    254                 MOV     R0,INDEXR_SCAN_IN
02F5    E6      255                 MOV     A,@R0
02F6    90E002  256                 MOV     DPTR,#PORTC1
02F9    F0      257                 MOVX    @DPTR,A
02FA    121FC3  258                 LCALL   DELAY_1mS
02FD    D246    259                 SETB    SCN_A
02FF    D247    260                 SETB    SCN_B
0301    C245    261                 CLR     STB_G
```

```
0303    121FC3    262                     LCALL DELAY_1mS
0306    752E28    263                     MOV   INDEXR_SCAN_IN,#028H
0309    A82E      264                     MOV   R0,INDEXR_SCAN_IN
030B    E6        265                     MOV   A,@R0
030C    90E002    266                     MOV   DPTR,#PORTC1
030F    F0        267                     MOVX  @DPTR,A
0310    121FC3    268                     LCALL DELAY_1mS
0313    C298      269                     CLR   RI
0315    3098FD    270                     JNB   RI,$
0318    E599      271                     MOV   A,SBUF
031A    1204C1    272                     LCALL WRI_BUF_A
031D    752904    273                     MOV   DTI_NUM,#04H
0320    1204F1    274                     LCALL WRI_BUF_B
0323    00        275                     NOP
0324    02023C    276                     LJMP  SCNI
                  277
                  278
                  279
                  280   ;*************************************************
                  281   ; ******** SET TIME TO CHECK DATA FROM A,B *******
                  282   ;*************************************************
                  283
0327    E53A      284         GH1:        MOV   A,TIME1
0329    B45F06    285                     CJNE  A,#05FH,II
032C    753A01    286                     MOV   TIME1,#01H
032F    020335    287                     JMP   TT
0332    020338    288         II:         JMP   III
0335    121E7C    289         TT:         LCALL COMP_AB_WRI_C
0338    22        290         III:        RET
                  291
                  292
                  293
                  294   ;*************************************************
```



```
                  295   ; ********** INITIAL CROSSPOINT SWITCH **********
                  296   ;*************************************************
                  297   ;
0339              298         INI_CRSPNT:
0339    D228      299                     SETB  _MR1
033B    D229      300                     SETB  _AE1
033D    D22A      301                     SETB  _MR2
033F    D22B      302                     SETB  _AE2
0341    D22C      303                     SETB  _MR3
0343    D22D      304                     SETB  _AE3
0345    D22E      305                     SETB  _MR4
0347    D22F      306                     SETB  _AE4
0349    121FCB    307                     LCALL DELAY_2mS
034C    753025    308                     MOV   INDEXW_INI,#025H
034F    A830      309                     MOV   R0,INDEXW_INI
0351    E6        310                     MOV   A,@R0
0352    90E000    311                     MOV   DPTR,#PORTA1
0355    F0        312                     MOVX  @DPTR,A
0356    121FCB    313                     LCALL DELAY_2mS
```

```
0359    C230    314             CLR     _A0A
035B    C231    315             CLR     _A1A
035D    C232    316             CLR     _A2A
035F    C233    317             CLR     _D0A
0361    C234    318             CLR     _D1A
0363    C235    319             CLR     _D2A
0365    C236    320             CLR     _D3A
0367    C237    321             CLR     _NCA
0369    121FCB  322             LCALL   DELAY_2mS
036C    753026  323             MOV     INDEXW_INI,#026H
036F    A830    324             MOV     R0,INDEXW_INI
0371    E6      325             MOV     A,@R0
0372    90C000  326             MOV     DPTR,#PORTA2
0375    F0      327             MOVX    @DPTR,A
0376    121FCB  328             LCALL   DELAY_2mS
0379    C238    329             CLR     A0B
037B    C239    330             CLR     _A1B
037D    C23A    331             CLR     _A2B
037F    C23B    332             CLR     _D0B
0381    C23C    333             CLR     _D1B
0383    C23D    334             CLR     _D2B
0385    C23E    335             CLR     _D3B
0387    C23F    336             CLR     _NCB
0389    121FCB  337             LCALL   DELAY_2mS
038C    753027  338             MOV     INDEXW_INI,#027H
038F    A830    339             MOV     R0,INDEXW_INI
0391    E6      340             MOV     A,@R0
0392    90C001  341             MOV     DPTR,#PORTB2
0395    F0      342             MOVX    @DPTR,A
0396    121FCB  343             LCALL   DELAY_2mS
0399    22      344             RET
                345
                346
                347
                348     ;************************************************
                349     ;************* INITIAL ORIGINAL PATH **************
                350     ;************************************************
                351
039A            352         INI_ORG_PATH:
039A    C210    353                     CLR     SE_RNG1
```



```
039C    C211    354             CLR     SE_RNG2
039E    C212    355             CLR     SE_RNG3
03A0    C213    356             CLR     SE_RNG4
03A2    121FCB  357             LCALL   DELAY_2mS
03A5    753022  358             MOV     INDEXW_INI,#022H
03A8    A830    359             MOV     R0,INDEXW_INI
03AA    E6      360             MOV     A,@R0
03AB    90A001  361             MOV     DPTR,#PORTB3
03AE    F0      362             MOVX    @DPTR,A
03AF    121FCB  363             LCALL   DELAY_2mS
03B2    C220    364             CLR     RLY_LINE_I1
03B4    C221    365             CLR     RLY_LINE_I2
```

```
03B6    C222    366                 CLR     RLY_LINE_I3
03B8    C223    367                 CLR     RLY_LINE_I4
03BA    C224    368                 CLR     RLY_LINE_O1
03BC    C225    369                 CLR     RLY_LINE_O2
03BE    C226    370                 CLR     RLY_LINE_O3
03C0    C227    371                 CLR     RLY_LINE_O4
03C2    121FCB  372                 LCALL   DELAY_2mS
03C5    753024  373                 MOV     INDEXW_INI,#024H
03C8    A830    374                 MOV     R0,INDEXW_INI
03CA    E6      375                 MOV     A,@R0
03CB    90E001  376                 MOV     DPTR,#PORTB1
03CE    F0      377                 MOVX    @DPTR,A
03CF    121FCB  378                 LCALL   DELAY_2mS
03D2    22      379                 RET
                380
                381
                382
                383 ;*************************************************
                384 ;************** INITIAL BUFFER ********************
                385 ;*************************************************
                386
03D3            387 INI_BUFFER:
03D3    C200    388                 CLR     HOOK_SW1        ;020H
03D5    C201    389                 CLR     HOOK_SW2        ;
03D7    C202    390                 CLR     HOOK_SW3        ;
03D9    C203    391                 CLR     HOOK_SW4        ;
03DB    C208    392                 CLR     HOOK_STS1       ;021H
03DD    C209    393                 CLR     HOOK_STS2       ;
03DF    C20A    394                 CLR     HOOK_STS3       ;
03E1    C20B    395                 CLR     HOOK_STS4       ;
03E3    C210    396                 CLR     SE_RNG1         ;022H
03E5    C211    397                 CLR     SE_RNG2         ;
03E7    C212    398                 CLR     SE_RNG3         ;
03E9    C213    399                 CLR     SE_RNG4         ;
03EB    C220    400                 CLR     RLY_LINE_I1     ;024H
03ED    C221    401                 CLR     RLY_LINE_I2     ;
03EF    C222    402                 CLR     RLY_LINE_I3     ;
03F1    C223    403                 CLR     RLY_LINE_I4     ;
03F3    C224    404                 CLR     RLY_LINE_O1     ;
03F5    C225    405                 CLR     RLY_LINE_O2     ;
03F7    C226    406                 CLR     RLY_LINE_O3     ;
03F9    C227    407                 CLR     RLY_LINE_O4     ;
03FB    D228    408                 SETB    _MR1            ;025H
03FD    D229    409                 SETB    _AE1            ;
03FF    D22A    410                 SETB    _MR2            ;
0401    D22B    411                 SETB    _AE2            ;
0403    D22C    412                 SETB    _MR3            ;
```



```
0405    D22D    413                 SETB    _AE3            ;
0407    D22E    414                 SETB    _MR4            ;
0409    D22F    415                 SETB    _AE4            ;
040B    7526FF  416                 MOV     026H,#0FFH
040E    7527FF  417                 MOV     027H,#0FFH
```

```
0411  D240    418                 SETB  LINE1_RING        ;028H
0413  D241    419                 SETB  LINE2_RING        ;
0415  D242    420                 SETB  LINE3_RING        ;
0417  D243    421                 SETB  LINE4_RING        ;
0419  D244    422                 SETB  NC              ;
041B  D245    423                 SETB  STB_G           ;
041D  D246    424                 SETB  SCN_A           ;
041F  D247    425                 SETB  SCN_B           ;
0421  752900  426                 MOV   DTI_NUM,#00H      ;029H
0424  752A01  427                 MOV   INDEXW_BUF_AB,#01H
0427  752B01  428                 MOV   INDEXR_BUF_AB,#01H
042A  752C01  429                 MOV   INDEXW_BUF_C,#01H
042D  752D01  430                 MOV   INDEXR_BUF_C,#01H
0430  752E00  431                 MOV   INDEXR_SCAN_IN,#00H
0433  752F00  432                 MOV   INDEXR_SRNG,#00H
0436  753000  433                 MOV   INDEXW_INI,#00H
0439  753100  434                 MOV   INDEXW_CNT_A,#00H
043C  753200  435                 MOV   INDEXW_CNT_B,#00H
043F  753300  436                 MOV   INDEXW_HK,#00H
0442  753400  437                 MOV   INDEXW_CRSPT,#00H
0445  753501  438                 MOV   COUNT_RING,#01H
0448  75360F  439                 MOV   RING_IN,#0FH
044B  753700  440                 MOV   ID,#00H
044E  753800  441                 MOV   DTI,#00H
0451  753900  442                 MOV   MAIN_DATA,#00H
0454  753A01  443                 MOV   TIME1,#01H
0457  753B00  444                 MOV   DATA_TEMP,#00H
045A  753C00  445                 MOV   MAIN_LOC,#00H
              446
              447
              448
              449   ;*************************************************
              450   ;***************** INITIAL BUFFER A ***************
              451   ;*************************************************
              452
045D          453         INI_BUF_A:          ; 3000H - 30FFH
045D  753001  454                       MOV   INDEXW_INI,#01H
0460  A830    455                       MOV   R0,INDEXW_INI
0462  75A030  456                       MOV   P2,#030H
0465  7400    457                       MOV   A,#00H
0467  F2      458                       MOVX  @R0,A
0468  0530    459         LOOP4:        INC   INDEXW_INI
046A  E530    460                       MOV   A,INDEXW_INI
046C  B40003  461                       CJNE  A,#0FFH+1,KI1
046F  02047D  462                       LJMP  INI_BUF_B
0472  A830    463         KI1:          MOV   R0,INDEXW_INI
0474  75A030  464                       MOV   P2,#030H
0477  7400    465                       MOV   A,#00H
0479  F2      466                       MOVX  @R0,A
047A  020468  467                       LJMP  LOOP4
              468
              469
              470
              471   ;*************************************************
```

MT8804.ASM

```
                        472   ;***************** INITIAL BUFFER B ***************
                        473   ;**************************************************
                        474
047D                    475         INI_BUF_B:          ; 3100H - 31FFH
047D    753001          476                     MOV   INDEXW_INI,#01H
0480    A830            477                     MOV   R0,INDEXW_INI
0482    75A031          478                     MOV   P2,#031H
0485    7400            479                     MOV   A,#00H
0487    F2              480                     MOVX  @R0,A
0488    0530            481         LOOP5:      INC   INDEXW_INI
048A    E530            482                     MOV   A,INDEXW_INI
048C    B40003          483                     CJNE  A,#0FFH+1,KI2
048F    02049D          484                     LJMP  INI_BUF_C
0492    A830            485         KI2:        MOV   R0,INDEXW_INI
0494    75A031          486                     MOV   P2,#031H
0497    7400            487                     MOV   A,#00H
0499    F2              488                     MOVX  @R0,A
049A    020488          489                     LJMP  LOOP5
                        490
                        491
                        492
                        493   ;**************************************************
                        494   ;***************** INITIAL BUFFER C ***************
                        495   ;**************************************************
                        496
049D                    497         INI_BUF_C:          ; 3200H - 32FFH
049D    753001          498                     MOV   INDEXW_INI,#01H
04A0    A830            499                     MOV   R0,INDEXW_INI
04A2    75A032          500                     MOV   P2,#032H
04A5    7400            501                     MOV   A,#00H
04A7    F2              502                     MOVX  @R0,A
04A8    0530            503         LOOP6:      INC   INDEXW_INI
04AA    E530            504                     MOV   A,INDEXW_INI
04AC    B40003          505                     CJNE  A,#0FFH+1,KI3
04AF    0204BD          506                     LJMP  QINI
04B2    A830            507         KI3:        MOV   R0,INDEXW_INI
04B4    75A032          508                     MOV   P2,#032H
04B7    7400            509                     MOV   A,#00H
04B9    F2              510                     MOVX  @R0,A
04BA    0204A8          511                     LJMP  LOOP6
04BD    753000          512         QINI:       MOV   INDEXW_INI,#00H
04C0    22              513                     RET
                        514
                        515
                        516
                        517   ;**************************************************
                        518   ;************* SAVE DATA TO BUFFER A **************
                        519   ;**************************************************
                        520
04C1                    521         WRI_BUF_A:              ;3001H
04C1    F53B            522         STA_01:     MOV   DATA_TEMP,A
04C3    A82A            523                     MOV   R0,INDEXW_BUF_AB
04C5    75A030          524                     MOV   P2,#030H
04C8                    525         CHK_BUF_A:
```

```
04C8    E2        526                   MOVX  A,@R0
04C9    B40003    527                   CJNE  A,#00H,INC_ADS_A
04CC    0204ED    528                   LJMP  QWRIA
04CF              529          INC_ADS_A:
04CF    052A      530                   INC   INDEXW_BUF_AB
```



```
04D1    1204DC    531                   LCALL CHK_ADDS_BUF_A
04D4    A82A      532                   MOV   R0,INDEXW_BUF_AB
04D6    75A030    533                   MOV   P2,#030H
04D9    0204C8    534                   LJMP  CHK_BUF_A
04DC              535          CHK_ADDS_BUF_A:
04DC    90003B    536                   MOV   DPTR,#DATA_TEMP
04DF    F0        537                   MOVX  @DPTR,A
04E0    E52A      538                   MOV   A,INDEXW_BUF_AB
04E2    B40003    539                   CJNE  A,#0FFH+1,QA1
04E5    0204C1    540                   LJMP  STA_01
04E8    90003B    541          QA1:     MOV   DPTR,#DATA_TEMP
04EB    E0        542                   MOVX  A,@DPTR
04EC    22        543                   RET
04ED    E53B      544          QWRIA:   MOV   A,DATA_TEMP
04EF    F2        545                   MOVX  @R0,A
04F0    22        546                   RET
                  547
                  548
                  549
                  550    ;*************************************************
                  551    ;************ SAVE DATA TO BUFFER B **************
                  552    ;*************************************************
                  553
04F1              554          WRI_BUF_B:            ;3101H
04F1    A82A      555          STB_01:  MOV   R0,INDEXW_BUF_AB
04F3    75A031    556                   MOV   P2,#031H
04F6              557          CHK_DATA_BUF_B:
04F6    E2        558                   MOVX  A,@R0
04F7    B40003    559                   CJNE  A,#00H,INC_ADS_B
04FA    02051B    560                   LJMP  QWRIB
04FD              561          INC_ADS_B:
04FD    052A      562          INC   INDEXW_BUF_AB
04FF    12050A    563                   LCALL CHK_ADDS_BUF_B
0502    A82A      564                   MOV   R0,INDEXW_BUF_AB
0504    75A030    565                   MOV   P2,#030H
0507    0204F6    566                   LJMP  CHK_DATA_BUF_B
050A              567          CHK_ADDS_BUF_B:
050A    90003B    568                   MOV   DPTR,#DATA_TEMP
050D    F0        569                   MOVX  @DPTR,A
050E    E52A      570                   MOV   A,INDEXW_BUF_AB
0510    B40003    571                   CJNE  A,#0FFH+1,QB1
0513    0204F1    572                   LJMP  STB_01
0516    90003B    573          QB1:     MOV   DPTR,#DATA_TEMP
0519    E0        574                   MOVX  A,@DPTR
051A    22        575                   RET
051B    E529      576          QWRIB:   MOV   A,DTI_NUM
051D    F2        577                   MOVX  @R0,A
```

```
051E    22          578                     RET
                    579
                    580
                    581
                    582     ;***************************************************
                    583     ;************* SAVE DATA TO BUFFER C **************
                    584     ;***************************************************
                    585
051F                586         WRI_BUF_C:              ;3201H
051F    A82C        587         STC_01:     MOV   R0,INDEXW_BUF_C
0521    75A032      588                     MOV   P2,#032H
0524                589         CHK_DATA_BUF_C:
```



```
0524    E2          590                     MOVX  A,@R0
0525    B40003      591                     CJNE  A,#00H,INC_ADS_C
0528    020545      592                     LJMP  QWRIC
052B                593         INC_ADS_C:
052B    052C        594         INC   INDEXW_BUF_C
052D    120538      595                     LCALL CHK_ADDS_BUF_C
0530    A82C        596                     MOV   R0,INDEXW_BUF_C
0532    75A032      597                     MOV   P2,#032H
0535    020524      598                     LJMP  CHK_DATA_BUF_C
0538                599         CHK_ADDS_BUF_C:
0538    90003B      600                     MOV   DPTR,#DATA_TEMP
053B    F0          601                     MOVX  @DPTR,A
053C    E52C        602                     MOV   A,INDEXW_BUF_C
053E    B40003      603                     CJNE  A,#0FFH+1,QC1
0541    02051F      604                     LJMP  STC_01
0544    22          605         QC1:        RET
0545    E539        606         QWRIC:      MOV   A,MAIN_DATA
0547    F2          607                     MOVX  @R0,A
0548    22          608                     RET
                    609
                    610
                    611
                    612     ;***************************************************
                    613     ;************* CONNECTION DATABASE **************
                    614     ;***************************************************
                    615
                    616         ; LINE IN = L0
0549                617         IN_L0J0:
0549    C228        618                     CLR   _MR1
054B    C229        619                     CLR   _AE1
054D    C22A        620                     CLR   _MR2
054F    C22B        621                     CLR   _AE2
0551    C22C        622                     CLR   _MR3
0553    C22D        623                     CLR   _AE3
0555    C22E        624                     CLR   _MR4
0557    C22F        625                     CLR   _AE4
0559    121FCB      626                     LCALL DELAY_2mS
055C    753125      627                     MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
055F    A831        628                     MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0561    E6          629                     MOV   A,@R0
```

```
0562  90E000  630          MOV   DPTR,#PORTA1
0565  F0      631          MOVX  @DPTR,A
0566  121FCB  632          LCALL DELAY_2mS
0569  C238    633          CLR   _A0B
056B  C239    634          CLR   _A1B
056D  C23A    635          CLR   _A2B
056F  D23B    636          SETB  _D0B
0571  C23C    637          CLR   _D1B
0573  C23D    638          CLR   _D2B
0575  C23E    639          CLR   _D3B
0577  C23F    640          CLR   _NCB
0579  121FCB  641          LCALL DELAY_2mS
057C  753126  642          MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
057F  A831    643          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0581  E6      644          MOV   A,@R0
0582  90C001  645          MOV   DPTR,#PORTB2
0585  F0      646          MOVX  @DPTR,A
0586  121FCB  647          LCALL DELAY_2mS
0589  C228    648          CLR   _MR1
```



```
058B  C229    649          CLR   _AE1
058D  C22A    650          CLR   _MR2
058F  C22B    651          CLR   _AE2
0591  C22C    652          CLR   _MR3
0593  D22D    653          SETB  _AE3
0595  C22E    654          CLR   _MR4
0597  D22F    655          SETB  _AE4
0599  121FCB  656          LCALL DELAY_2mS
059C  753125  657          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
059F  A831    658          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
05A1  E6      659          MOV   A,@R0
05A2  90E000  660          MOV   DPTR,#PORTA1
05A5  F0      661          MOVX  @DPTR,A
05A6  00      662          NOP
05A7  22      663          RET
              664
05A8          665    IN_L0J1:
05A8  C228    666          CLR   _MR1
05AA  C229    667          CLR   _AE1
05AC  C22A    668          CLR   _MR2
05AE  C22B    669          CLR   _AE2
05B0  C22C    670          CLR   _MR3
05B2  C22D    671          CLR   _AE3
05B4  C22E    672          CLR   _MR4
05B6  C22F    673          CLR   _AE4
05B8  121FCB  674          LCALL DELAY_2mS
05BB  753125  675          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
05BE  A831    676          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
05C0  E6      677          MOV   A,@R0
05C1  90E000  678          MOV   DPTR,#PORTA1
05C4  F0      679          MOVX  @DPTR,A
05C5  121FCB  680          LCALL DELAY_2mS
05C8  C238    681          CLR   _A0B
```

```
05CA  C239  682          CLR   _A1B
05CC  C23A  683          CLR   _A2B
05CE  C23B  684          CLR   _D0B
05D0  D23C  685          SETB  _D1B
05D2  C23D  686          CLR   _D2B
05D4  C23E  687          CLR   _D3B
05D6  C23F  688          CLR   _NCB
05D8  121FCB 689         LCALL DELAY_2mS
05DB  753126 690         MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
05DE  A831  691          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
05E0  E6    692          MOV   A,@R0
05E1  90C001 693         MOV   DPTR,#PORTB2
05E4  F0    694          MOVX  @DPTR,A
05E5  121FCB 695         LCALL DELAY_2mS
05E8  C228  696          CLR   _MR1
05EA  C229  697          CLR   _AE1
05EC  C22A  698          CLR   _MR2
05EE  C22B  699          CLR   _AE2
05F0  C22C  700          CLR   _MR3
05F2  D22D  701          SETB  _AE3
05F4  C22E  702          CLR   _MR4
05F6  D22F  703          SETB  _AE4
05F8  121FCB 704         LCALL DELAY_2mS
05FB  753125 705         MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
05FE  A831  706          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0600  E6    707          MOV   A,@R0
```



```
0601  90E000 708          MOV   DPTR,#PORTA1
0604  F0    709          MOVX  @DPTR,A
0605  00    710          NOP
0606  22    711          RET
            712
0607        713    IN_L0J2:
0607  C228  714          CLR   _MR1
0609  C229  715          CLR   _AE1
060B  C22A  716          CLR   _MR2
060D  C22B  717          CLR   _AE2
060F  C22C  718          CLR   _MR3
0611  C22D  719          CLR   _AE3
0613  C22E  720          CLR   _MR4
0615  C22F  721          CLR   _AE4
0617  121FCB 722         LCALL DELAY_2Ms
061A  753125 723         MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
061D  A831  724          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
061F  E6    725          MOV   A,@R0
0620  90E000 726          MOV   DPTR,#PORTA1
0623  F0    727          MOVX  @DPTR,A
0624  121FCB 728         LCALL DELAY_2mS
0627  C238  729          CLR   _A0B
0629  C239  730          CLR   _A1B
062B  C23A  731          CLR   _A2B
062D  C23B  732          CLR   _D0B
062F  C23C  733          CLR   _D1B
```

```
0631  D23D  734          SETB  _D2B
0633  C23E  735          CLR   _D3B
0635  C23F  736          CLR   _NCB
0637  121FCB 737         LCALL DELAY_2mS
063A  753126 738         MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
063D  A831  739          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
063F  E6    740          MOV   A,@R0
0640  90C001 741         MOV   DPTR,#PORTB2
0643  F0    742          MOVX  @DPTR,A
0644  121FCB 743         LCALL DELAY_2mS
0647  C228  744          CLR   _MR1
0649  C229  745          CLR   _AE1
064B  C22A  746          CLR   _MR2
064D  C22B  747          CLR   _AE2
064F  C22C  748          CLR   _MR3
0651  D22D  749          SETB  _AE3
0653  C22E  750          CLR   _MR4
0655  D22F  751          SETB  _AE4
0657  121FCB 752         LCALL DELAY_2mS
065A  753125 753         MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
065D  A831  754          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
065F  E6    755          MOV   A,@R0
0660  90E000 756         MOV   DPTR,#PORTA1
0663  F0    757          MOVX  @DPTR,A
0664  00    758          NOP
0665  22    759          RET
            760
0666        761  IN_L0J3:
0666  C228  762          CLR   _MR1
0668  C229  763          CLR   _AE1
066A  C22A  764          CLR   _MR2
066C  C22B  765          CLR   _AE2
066E  C22C  766          CLR   _MR3
```



```
0670  C22D  767          CLR   _AE3
0672  C22E  768          CLR   _MR4
0674  C22F  769          CLR   _AE4
0676  121FCB 770         LCALL DELAY_2mS
0679  753125 771         MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
067C  A831  772          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
067E  E6    773          MOV   A,@R0
067F  90E000 774         MOV   DPTR,#PORTA1
0682  F0    775          MOVX  @DPTR,A
0683  121FCB 776         LCALL DELAY_2mS
0686  C238  777          CLR   _A0B
0688  C239  778          CLR   _A1B
068A  C23A  779          CLR   _A2B
068C  C23B  780          CLR   _D0B
068E  C23C  781          CLR   _D1B
0690  C23D  782          CLR   _D2B
0692  D23E  783          SETB  _D3B
0694  C23F  784          CLR   _NCB
0696  121FCB 785         LCALL DELAY_2mS
```

```
0699    753126  786             MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
069C    A831    787             MOV   R0,INDEXW_CNT_A
069E    E6      788             MOV   A,@R0
069F    90C001  789             MOV   DPTR,#PORTB2
06A2    F0      790             MOVX  @DPTR,A
06A3    121FCB  791             LCALL DELAY_2mS
06A6    C228    792             CLR   _MR1
06A8    C229    793             CLR   _AE1
06AA    C22A    794             CLR   _MR2
06AC    C22B    795             CLR   _AE2
06AE    C22C    796             CLR   _MR3
06B0    D22D    797             SETB  _AE3
06B2    C22E    798             CLR   _MR4
06B4    D22F    799             SETB  _AE4
06B6    121FCB  800             LCALL DELAY_2mS
06B9    753125  801             MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
06BC    A831    802             MOV   R0,INDEXW_CNT_A
06BE    E6      803             MOV   A,@R0
06BF    90E000  804             MOV   DPTR,#PORTA1
06C2    F0      805             MOVX  @DPTR,A
06C3    00      806             NOP
06C4 22         807             RET
                808
                809
                810
                811     ; LINE IN = L1
06C5            812     IN_L1J0:
06C5    C228    813             CLR   _MR1
06C7    C229    814             CLR   _AE1
06C9    C22A    815             CLR   _MR2
06CB    C22B    816             CLR   _AE2
06CD    C22C    817             CLR   _MR3
06CF    C22D    818             CLR   _AE3
06D1    C22E    819             CLR   _MR4
06D3    C22F    820             CLR   _AE4
06D5    121FCB  821             LCALL DELAY_2mS
06D8    753125  822             MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
06DB    A831    823             MOV   R0,INDEXW_CNT_A
06DD    E6      824             MOV   A,@R0
06DE    90E000  825             MOV   DPTR,#PORTA1
```



```
06E1    F0      826             MOVX  @DPTR,A
06E2    121FCB  827             LCALL DELAY_2mS
06E5    D238    828             SETB  _A0B
06E7    C239    829             CLR   _A1B
06E9    C23A    830             CLR   _A2B
06EB    D23B    831             SETB  _D0B
06ED    C23C    832             CLR   _D1B
06EF    C23D    833             CLR   _D2B
06F1    C23E    834             CLR   _D3B
06F3    C23F    835             CLR   _NCB
06F5    121FCB  836             LCALL DELAY_2mS
06F8    753126  837             MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
```

```
06FB  A831    838                 MOV   R0,INDEXW_CNT_A
06FD  E6      839                 MOV   A,@R0
06FE  90C001  840                 MOV   DPTR,#PORTB2
0701  F0      841                 MOVX  @DPTR,A
0702  121FCB  842                 LCALL DELAY_2mS
0705  C228    843                 CLR   _MR1
0707  C229    844                 CLR   _AE1
0709  C22A    845                 CLR   _MR2
070B  C22B    846                 CLR   _AE2
070D  C22C    847                 CLR   _MR3
070F  D22D    848                 SETB  _AE3
0711  C22E    849                 CLR   _MR4
0713  D22F    850                 SETB  _AE4
0715  121FCB  851                 LCALL DELAY_2mS
0718  753125  852                 MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
071B  A831    853                 MOV   R0,INDEXW_CNT_A
071D  E6      854                 MOV   A,@R0
071E  90E000  855                 MOV   DPTR,#PORTA1
0721  F0      856                 MOVX  @DPTR,A
0722  00      857                 NOP
0723  22      858                 RET
              859
0724          860   IN_L1J1:
0724  C228    861                 CLR   _MR1
0726  C229    862                 CLR   _AE1
0728  C22A    863                 CLR   _MR2
072A  C22B    864                 CLR   _AE2
072C  C22C    865                 CLR   _MR3
072E  C22D    866                 CLR   _AE3
0730  C22E    867                 CLR   _MR4
0732  C22F    868                 CLR   _AE4
0734  121FCB  869                 LCALL DELAY_2mS
0737  753125  870                 MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
073A  A831    871                 MOV   R0,INDEXW_CNT_A
073C  E6      872                 MOV   A,@R0
073D  90E000  873                 MOV   DPTR,#PORTA1
0740  F0      874                 MOVX  @DPTR,A
0741  121FCB  875                 LCALL DELAY_2mS
0744  D238    876                 SETB  _A0B
0746  C239    877                 CLR   _A1B
0748  C23A    878                 CLR   _A2B
074A  C23B    879                 CLR   _D0B
074C  D23C    880                 SETB  _D1B
074E  C23D    881                 CLR   _D2B
0750  C23E    882                 CLR   _D3B
0752  C23F    883                 CLR   _NCB
0754  121FCB  884                 LCALL DELAY_2mS
```



```
0757  753126  885                 MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
075A  A831    886                 MOV   R0,INDEXW_CNT_A
075C  E6      887                 MOV   A,@R0
075D  90C001  888                 MOV   DPTR,#PORTB2
0760  F0      889                 MOVX  @DPTR,A
```

```
0761  121FCB  890                 LCALL DELAY_2mS
0764  C228    891                 CLR   _MR1
0766  C229    892                 CLR   _AE1
0768  C22A    893                 CLR   _MR2
076A  C22B    894                 CLR   _AE2
076C  C22C    895                 CLR   _MR3
076E  D22D    896                 SETB  _AE3
0770  C22E    897                 CLR   _MR4
0772  D22F    898                 SETB  _AE4
0774  121FCB  899                 LCALL DELAY_2mS
0777  753125  900                 MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
077A  A831    901                 MOV   R0,INDEXW_CNT_A
077C  E6      902                 MOV   A,@R0
077D  90E000  903                 MOV   DPTR,#PORTA1
0780  F0      904                 MOVX  @DPTR,A
0781  00      905                 NOP
0782  22      906                 RET
              907
0783          908     IN_L1J2:
0783  C228    909                 CLR   _MR1
0785  C229    910                 CLR   _AE1
0787  C22A    911                 CLR   _MR2
0789  C22B    912                 CLR   _AE2
078B  C22C    913                 CLR   _MR3
078D  C22D    914                 CLR   _AE3
078F  C22E    915                 CLR   _MR4
0791  C22F    916                 CLR   _AE4
0793  121FCB  917                 LCALL DELAY_2mS
0796  753125  918                 MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0799  A831    919                 MOV   R0,INDEXW_CNT_A
079B  E6      920                 MOV   A,@R0
079C  90E000  921                 MOV   DPTR,#PORTA1
079F  F0      922                 MOVX  @DPTR,A
07A0  121FCB  923                 LCALL DELAY_2mS
07A3  D238    924                 SETB  _A0B
07A5  C239    925                 CLR   _A1B
07A7  C23A    926                 CLR   _A2B
07A9  C23B    927                 CLR   _D0B
07AB  C23C    928                 CLR   _D1B
07AD  D23D    929                 SETB  _D2B
07AF  C23E    930                 CLR   _D3B
07B1  C23F    931                 CLR   _NCB
07B3  121FCB  932                 LCALL DELAY_2mS
07B6  753126  933                 MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
07B9  A831    934                 MOV   R0,INDEXW_CNT_A
07BB  E6      935                 MOV   A,@R0
07BC  90C001  936                 MOV   DPTR,#PORTB2
07BF  F0      937                 MOVX  @DPTR,A
07C0  121FCB  938                 LCALL DELAY_2mS
07C3  C228    939                 CLR   _MR1
07C5  C229    940                 CLR   _AE1
07C7  C22A    941                 CLR   _MR2
07C9  C22B    942                 CLR   _AE2
07CB  C22C    943                 CLR   _MR3
```

MT8804.ASM

```
07CD  D22D  944                SETB  _AE3
07CF  C22E  945                CLR   _MR4
07D1  D22F  946                SETB  _AE4
07D3  121FCB 947               LCALL DELAY_2mS
07D6  753125 948               MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
07D9  A831  949                MOV   R0,INDEXW_CNT_A
07DB  E6    950                MOV   A,@R0
07DC  90E000 951               MOV   DPTR,#PORTA1
07DF  F0    952                MOVX  @DPTR,A
07E0  00    953                NOP
07E1  22    954                RET
            955
07E2        956    IN_L1J3:
07E2  C228  957                CLR   _MR1
07E4  C229  958                CLR   _AE1
07E6  C22A  959                CLR   _MR2
07E8  C22B  960                CLR   _AE2
07EA  C22C  961                CLR   _MR3
07EC  C22D  962                CLR   _AE3
07EE  C22E  963                CLR   _MR4
07F0  C22F  964                CLR   _AE4
07F2  121FCB 965               LCALL DELAY_2mS
07F5  753125 966               MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
07F8  A831  967                MOV   R0,INDEXW_CNT_A
07FA  E6    968                MOV   A,@R0
07FB  90E000 969               MOV   DPTR,#PORTA1
07FE  F0    970                MOVX  @DPTR,A
07FF  121FCB 971               LCALL DELAY_2mS
0802  D238  972                SETB  _A0B
0804  C239  973                CLR   _A1B
0806  C23A  974                CLR   _A2B
0808  C23B  975                CLR   _D0B
080A  C23C  976                CLR   _D1B
080C  C23D  977                CLR   _D2B
080E  D23E  978                SETB  _D3B
0810  C23F  979                CLR   _NCB
0812  121FCB 980              LCALL DELAY_2mS
0815  753126 981              MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
0818  A831  982                MOV   R0,INDEXW_CNT_A
081A  E6    983                MOV   A,@R0
081B  90C001 984               MOV   DPTR,#PORTB2
081E  F0    985                MOVX  @DPTR,A
081F  121FCB 986               LCALL DELAY_2mS
0822  C228  987                CLR   _MR1
0824  C229  988                CLR   _AE1
0826  C22A  989                CLR   _MR2
0828  C22B  990                CLR   _AE2
082A  C22C  991                CLR   _MR3
082C  D22D  992                SETB  _AE3
082E  C22E  993                CLR   _MR4
0830  D22F  994                SETB  _AE4
0832  121FCB 995              LCALL DELAY_2mS
0835  753125 996              MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0838  A831  997                MOV   R0,INDEXW_CNT_A
```

```
083A  E6      998   MOV   A,@R0
083B  90E000  999   MOV   DPTR,#PORTA1
083E  F0      1000  MOVX  @DPTR,A
083F  00      1001  NOP
0840  22      1002  RET
```



```
                    1003
                    1004
                    1005
                    1006  ; LINE IN = L2
0841                1007  IN_L2J0:
0841  C228          1008        CLR   _MR1
0843  C229          1009        CLR   _AE1
0845  C22A          1010        CLR   _MR2
0847  C22B          1011        CLR   _AE2
0849  C22C          1012        CLR   _MR3
084B  C22D          1013        CLR   _AE3
084D  C22E          1014        CLR   _MR4
084F  C22F          1015        CLR   _AE4
0851  121FCB        1016        LCALL DELAY_2mS
0854  753125        1017        MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0857  A831          1018        MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0859  E6            1019        MOV   A,@R0
085A  90E000        1020        MOV   DPTR,#PORTA1
085D  F0            1021        MOVX  @DPTR,A
085E  121FCB        1022        LCALL DELAY_2mS
0861  C238          1023        CLR   _A0B
0863  D239          1024        SETB  _A1B
0865  C23A          1025        CLR   _A2B
0867  D23B          1026        SETB  _D0B
0869  C23C          1027        CLR   _D1B
086B  C23D          1028        CLR   _D2B
086D  C23E          1029        CLR   _D3B
086F  C23F          1030        CLR   _NCB
0871  121FCB        1031        LCALL DELAY_2mS
0874  753126        1032        MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
0877  A831          1033        MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0879  E6            1034        MOV   A,@R0
087A  90C001        1035        MOV   DPTR,#PORTB2
087D  F0            1036        MOVX  @DPTR,A
087E  121FCB        1037        LCALL DELAY_2mS
0881  C228          1038        CLR   _MR1
0883  C229          1039        CLR   _AE1
0885  C22A          1040        CLR   _MR2
0887  C22B          1041        CLR   _AE2
0889  C22C          1042        CLR   _MR3
088B  D22D          1043        SETB  _AE3
088D  C22E          1044        CLR   _MR4
088F  D22F          1045        SETB  _AE4
0891  121FCB        1046        LCALL DELAY_2mS
0894  753125        1047        MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0897  A831          1048        MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0899  E6            1049        MOV   A,@R0
```

```
089A  90E000  1050                    MOV   DPTR,#PORTA1
089D  F0      1051                    MOVX  @DPTR,A
089E  00      1052                    NOP
089F  22      1053                    RET
              1054
08A0          1055          IN_L2J1:
08A0  C228    1056                    CLR   _MR1
08A2  C229    1057                    CLR   _AE1
08A4  C22A    1058                    CLR   _MR2
08A6  C22B    1059                    CLR   _AE2
08A8  C22C    1060                    CLR   _MR3
08AA  C22D    1061                    CLR   _AE3
```



```
08AC  C22E    1062                    CLR   _MR4
08AE  C22F    1063                    CLR   _AE4
08B0  121FCB  1064                    LCALL DELAY_2mS
08B3  753125  1065                    MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
08B6  A831    1066                    MOV   R0,INDEXW_CNT_A
08B8  E6      1067                    MOV   A,@R0
08B9  90E000  1068                    MOV   DPTR,#PORTA1
08BC  F0      1069                    MOVX  @DPTR,A
08BD  121FCB  1070                    LCALL DELAY_2mS
08C0  C238    1071                    CLR   _A0B
08C2  D239    1072                    SETB  _A1B
08C4  C23A    1073                    CLR   _A2B
08C6  C23B    1074                    CLR   _D0B
08C8  D23C    1075                    SETB  _D1B
08CA  C23D    1076                    CLR   _D2B
08CC  C23E    1077                    CLR   _D3B
08CE  C23F    1078                    CLR   _NCB
08D0  121FCB  1079                    LCALL DELAY_2mS
08D3  753126  1080                    MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
08D6  A831    1081                    MOV   R0,INDEXW_CNT_A
08D8  E6      1082                    MOV   A,@R0
08D9  90C001  1083                    MOV   DPTR,#PORTB2
08DC  F0      1084                    MOVX  @DPTR,A
08DD  121FCB  1085                    LCALL DELAY_2mS
08E0  C228    1086                    CLR   _MR1
08E2  C229    1087                    CLR   _AE1
08E4  C22A    1088                    CLR   _MR2
08E6  C22B    1089                    CLR   _AE2
08E8  C22C    1090                    CLR   _MR3
08EA  D22D    1091                    SETB  _AE3
08EC  C22E    1092                    CLR   _MR4
08EE  D22F    1093                    SETB  _AE4
08F0  121FCB  1094                    LCALL DELAY_2mS
08F3  753125  1095                    MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
08F6  A831    1096                    MOV   R0,INDEXW_CNT_A
08F8  E6      1097                    MOV   A,@R0
08F9  90E000  1098                    MOV   DPTR,#PORTA1
08FC  F0      1099                    MOVX  @DPTR,A
08FD  00      1100                    NOP
08FE  22      1101                    RET
```

```
                        1102
08FF                    1103        IN_L2J2:
08FF    C228            1104                CLR     _MR1
0901    C229            1105                CLR     _AE1
0903    C22A            1106                CLR     _MR2
0905    C22B            1107                CLR     _AE2
0907    C22C            1108                CLR     _MR3
0909    C22D            1109                CLR     _AE3
090B    C22E            1110                CLR     _MR4
090D    C22F            1111                CLR     _AE4
090F    121FCB          1112                LCALL DELAY_2mS
0912    753125          1113                MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0915    A831            1114                MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0917    E6              1115                MOV     A,@R0
0918    90E000          1116                MOV     DPTR,#PORTA1
091B    F0              1117                MOVX    @DPTR,A
091C    121FCB          1118                LCALL DELAY_2mS
091F    C238            1119                CLR     _A0B
0921    D239            1120                SETB    _A1B
```

8051 Cross-Assembler (1.3) (C) 1987, 1989 Binary Technology Page 20
MT8804.ASM

```
0923    C23A            1121                CLR     _A2B
0925    C23B            1122                CLR     _D0B
0927    C23C            1123                CLR     _D1B
0929    D23D            1124                SETB    _D2B
092B    C23E            1125                CLR     _D3B
092D    C23F            1126                CLR     _NCB
092F    121FCB          1127                LCALL DELAY_2mS
0932    753126          1128                MOV     INDEXW_CNT_A,#026H
0935    A831            1129                MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0937    E6              1130                MOV     A,@R0
0938    90C001          1131                MOV     DPTR,#PORTB2
093B    F0              1132                MOVX    @DPTR,A
093C    121FCB          1133                LCALL DELAY_2mS
093F    C228            1134                CLR     _MR1
0941    C229            1135                CLR     _AE1
0943    C22A            1136                CLR     _MR2
0945    C22B            1137                CLR     _AE2
0947    C22C            1138                CLR     _MR3
0949    D22D            1139                SETB    _AE3
094B    C22E            1140                CLR     _MR4
094D    D22F            1141                SETB    _AE4
094F    121FCB          1142                LCALL DELAY_2mS
0952    753125          1143                MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0955    A831            1144                MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0957    E6              1145                MOV     A,@R0
0958    90E000          1146                MOV     DPTR,#PORTA1
095B    F0              1147                MOVX    @DPTR,A
095C    00              1148                NOP
095D    22              1149                RET
                        1150
095E                    1151        IN_L2J3:
095E    C228            1152                CLR     _MR1
0960    C229            1153                CLR     _AE1
```

```
0962    C22A    1154            CLR     _MR2
0964    C22B    1155            CLR     _AE2
0966    C22C    1156            CLR     _MR3
0968    C22D    1157            CLR     _AE3
096A    C22E    1158            CLR     _MR4
096C    C22F    1159            CLR     _AE4
096E    121FCB  1160            LCALL   DELAY_2mS
0971    753125  1161            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0974    A831    1162            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0976    E6      1163            MOV     A,@R0
0977    90E000  1164            MOV     DPTR,#PORTA1
097A    F0      1165            MOVX    @DPTR,A
097B    121FCB  1166            LCALL   DELAY_2mS
097E    C238    1167            CLR     _A0B
0980    D239    1168            SETB    _A1B
0982    C23A    1169            CLR     _A2B
0984    C23B    1170            CLR     _D0B
0986    C23C    1171            CLR     _D1B
0988    C23D    1172            CLR     _D2B
098A    D23E    1173            SETB    _D3B
098C    C23F    1174            CLR     _NCB
098E    121FCB  1175            LCALL   DELAY_2mS
0991    753126  1176            MOV     INDEXW_CNT_A,#026H
0994    A831    1177            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0996    E6      1178            MOV     A,@R0
0997    90C001  1179            MOV     DPTR,#PORTB2
```



```
099A    F0      1180            MOVX    @DPTR,A
099B    121FCB  1181            LCALL   DELAY_2mS
099E    C228    1182            CLR     _MR1
09A0    C229    1183            CLR     _AE1
09A2    C22A    1184            CLR     _MR2
09A4    C22B    1185            CLR     _AE2
09A6    C22C    1186            CLR     _MR3
09A8    D22D    1187            SETB    _AE3
09AA    C22E    1188            CLR     _MR4
09AC    D22F    1189            SETB    _AE4
09AE    121FCB  1190            LCALL   DELAY_2mS
09B1    753125  1191            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
09B4    A831    1192            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
09B6    E6      1193            MOV     A,@R0
09B7    90E000  1194            MOV     DPTR,#PORTA1
09BA    F0      1195            MOVX    @DPTR,A
09BB    00      1196            NOP
09BC    22      1197            RET
                1198
                1199
                1200
                1201    ; LINE IN = L3
09BD            1202    IN_L3J0:
09BD    C228    1203            CLR     _MR1
09BF    C229    1204            CLR     _AE1
09C1    C22A    1205            CLR     _MR2
```

```
09C3    C22B    1206            CLR     _AE2
09C5    C22C    1207            CLR     _MR3
09C7    C22D    1208            CLR     _AE3
09C9    C22E    1209            CLR     _MR4
09CB    C22F    1210            CLR     _AE4
09CD    121FCB  1211            LCALL DELAY_2mS
09D0    753125  1212            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
09D3    A831    1213            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
09D5    E6      1214            MOV     A,@R0
09D6    90E000  1215            MOV     DPTR,#PORTA1
09D9    F0      1216            MOVX    @DPTR,A
09DA    121FCB  1217            LCALL DELAY_2mS
09DD    D238    1218            SETB    _A0B
09DF    D239    1219            SETB    _A1B
09E1    C23A    1220            CLR     _A2B
09E3    D23B    1221            SETB    _D0B
09E5    C23C    1222            CLR     _D1B
09E7    C23D    1223            CLR     _D2B
09E9    C23E    1224            CLR     _D3B
09EB    C23F    1225            CLR     _NCB
09ED    121FCB  1226            LCALL DELAY_2mS
09F0    753126  1227            MOV     INDEXW_CNT_A,#026H
09F3    A831    1228            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
09F5    E6      1229            MOV     A,@R0
09F6    90C001  1230            MOV     DPTR,#PORTB2
09F9    F0      1231            MOVX    @DPTR,A
09FA    121FCB  1232            LCALL DELAY_2mS
09FD    C228    1233            CLR     _MR1
09FF    C229    1234            CLR     _AE1
0A01    C22A    1235            CLR     _MR2
0A03    C22B    1236            CLR     _AE2
0A05    C22C    1237            CLR     _MR3
0A07    D22D    1238            SETB    _AE3
```



```
0A09    C22E    1239            CLR     _MR4
0A0B    D22F    1240            SETB    _AE4
0A0D    121FCB  1241            LCALL DELAY_2mS
0A10    753125  1242            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0A13    A831    1243            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0A15    E6      1244            MOV     A,@R0
0A16    90E000  1245            MOV     DPTR,#PORTA1
0A19    F0      1246            MOVX    @DPTR,A
0A1A    00      1247            NOP
0A1B    22      1248            RET
                1249
0A1C            1250    IN_L3J1:
0A1C    C228    1251            CLR     _MR1
0A1E    C229    1252            CLR     _AE1
0A20    C22A    1253            CLR     _MR2
0A22    C22B    1254            CLR     _AE2
0A24    C22C    1255            CLR     _MR3
0A26    C22D    1256            CLR     _AE3
0A28    C22E    1257            CLR     _MR4
```

```
0A2A  C22F    1258          CLR   _AE4
0A2C  121FCB  1259          LCALL DELAY_2mS
0A2F  753125  1260          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0A32  A831    1261          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0A34  E6      1262          MOV   A,@R0
0A35  90E000  1263          MOV   DPTR,#PORTA1
0A38  F0      1264          MOVX  @DPTR,A
0A39  121FCB  1265          LCALL DELAY_2mS
0A3C  D238    1266          SETB  _A0B
0A3E  D239    1267          SETB  _A1B
0A40  C23A    1268          CLR   _A2B
0A42  C23B    1269          CLR   _D0B
0A44  D23C    1270          SETB  _D1B
0A46  C23D    1271          CLR   _D2B
0A48  C23E    1272          CLR   _D3B
0A4A  C23F    1273          CLR   _NCB
0A4C  121FCB  1274          LCALL DELAY_2mS
0A4F  753126  1275          MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
0A52  A831    1276          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0A54  E6      1277          MOV   A,@R0
0A55  90C001  1278          MOV   DPTR,#PORTB2
0A58  F0      1279          MOVX  @DPTR,A
0A59  121FCB  1280          LCALL DELAY_2mS
0A5C  C228    1281          CLR   _MR1
0A5E  C229    1282          CLR   _AE1
0A60  C22A    1283          CLR   _MR2
0A62  C22B    1284          CLR   _AE2
0A64  C22C    1285          CLR   _MR3
0A66  D22D    1286          SETB  _AE3
0A68  C22E    1287          CLR   _MR4
0A6A  D22F    1288          SETB  _AE4
0A6C  121FCB  1289          LCALL DELAY_2mS
0A6F  753125  1290          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0A72  A831    1291          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0A74  E6      1292          MOV   A,@R0
0A75  90E000  1293          MOV   DPTR,#PORTA1
0A78  F0      1294          MOVX  @DPTR,A
0A79  00      1295          NOP
0A7A  22      1296          RET
              1297
```



```
0A7B          1298  IN_L3J2:
0A7B  C228    1299          CLR   _MR1
0A7D  C229    1300          CLR   _AE1
0A7F  C22A    1301          CLR   _MR2
0A81  C22B    1302          CLR   _AE2
0A83  C22C    1303          CLR   _MR3
0A85  C22D    1304          CLR   _AE3
0A87  C22E    1305          CLR   _MR4
0A89  C22F    1306          CLR   _AE4
0A8B  121FCB  1307          LCALL DELAY_2mS
0A8E  753125  1308          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0A91  A831    1309          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
```

```
0A93    E6      1310            MOV   A,@R0
0A94    90E000  1311            MOV   DPTR,#PORTA1
0A97    F0      1312            MOVX  @DPTR,A
0A98    121FCB  1313            LCALL DELAY_2mS
0A9B    D238    1314            SETB  _A0B
0A9D    D239    1315            SETB  _A1B
0A9F    C23A    1316            CLR   _A2B
0AA1    C23B    1317            CLR   _D0B
0AA3    C23C    1318            CLR   _D1B
0AA5    D23D    1319            SETB  _D2B
0AA7    C23E    1320            CLR   _D3B
0AA9    C23F    1321            CLR   _NCB
0AAB    121FCB  1322            LCALL DELAY_2mS
0AAE    753126  1323            MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
0AB1    A831    1324            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0AB3    E6      1325            MOV   A,@R0
0AB4    90C001  1326            MOV   DPTR,#PORTB2
0AB7    F0      1327            MOVX  @DPTR,A
0AB8    121FCB  1328            LCALL DELAY_2mS
0ABB    C228    1329            CLR   _MR1
0ABD    C229    1330            CLR   _AE1
0ABF    C22A    1331            CLR   _MR2
0AC1    C22B    1332            CLR   _AE2
0AC3    C22C    1333            CLR   _MR3
0AC5    D22D    1334            SETB  _AE3
0AC7    C22E    1335            CLR   _MR4
0AC9    D22F    1336            SETB  _AE4
0ACB    121FCB  1337            LCALL DELAY_2mS
0ACE    753125  1338            MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0AD1    A831    1339            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0AD3    E6      1340            MOV   A,@R0
0AD4    90E000  1341            MOV   DPTR,#PORTA1
0AD7    F0      1342            MOVX  @DPTR,A
0AD8    00      1343            NOP
0AD9    22      1344            RET
                1345
0ADA            1346    IN_L3J3:
0ADA    C228    1347            CLR   _MR1
0ADC    C229    1348            CLR   _AE1
0ADE    C22A    1349            CLR   _MR2
0AE0    C22B    1350            CLR   _AE2
0AE2    C22C    1351            CLR   _MR3
0AE4    C22D    1352            CLR   _AE3
0AE6    C22E    1353            CLR   _MR4
0AE8    C22F    1354            CLR   _AE4
0AEA    121FCB  1355            LCALL DELAY_2mS
0AED    753125  1356            MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
```



```
0AF0    A831    1357            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0AF2    E6      1358            MOV   A,@R0
0AF3    90E000  1359            MOV   DPTR,#PORTA1
0AF6    F0      1360            MOVX  @DPTR,A
0AF7    121FCB  1361            LCALL DELAY_2mS
```

```
0AFA  D238    1362          SETB  _A0B
0AFC  D239    1363          SETB  _A1B
0AFE  C23A    1364          CLR   _A2B
0B00  C23B    1365          CLR   _D0B
0B02  C23C    1366          CLR   _D1B
0B04  C23D    1367          CLR   _D2B
0B06  D23E    1368          SETB  _D3B
0B08  C23F    1369          CLR   _NCB
0B0A  121FCB  1370          LCALL DELAY_2mS
0B0D  753126  1371          MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
0B10  A831    1372          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0B12  E6      1373          MOV   A,@R0
0B13  90C001  1374          MOV   DPTR,#PORTB2
0B16  F0      1375          MOVX  @DPTR,A
0B17  121FCB  1376          LCALL DELAY_2mS
0B1A  C228    1377          CLR   _MR1
0B1C  C229    1378          CLR   _AE1
0B1E  C22A    1379          CLR   _MR2
0B20  C22B    1380          CLR   _AE2
0B22  C22C    1381          CLR   _MR3
0B24  D22D    1382          SETB  _AE3
0B26  C22E    1383          CLR   _MR4
0B28  D22F    1384          SETB  _AE4
0B2A  121FCB  1385          LCALL DELAY_2mS
0B2D  753125  1386          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0B30  A831    1387          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0B32  E6      1388          MOV   A,@R0
0B33  90E000  1389          MOV   DPTR,#PORTA1
0B36  F0      1390          MOVX  @DPTR,A
0B37  00      1391          NOP
0B38  22      1392          RET
              1393
              1394
              1395
              1396    ; LINE IN = L4
0B39          1397    IN_L4J0:
0B39  C228    1398          CLR   _MR1
0B3B  C229    1399          CLR   _AE1
0B3D  C22A    1400          CLR   _MR2
0B3F  C22B    1401          CLR   _AE2
0B41  C22C    1402          CLR   _MR3
0B43  C22D    1403          CLR   _AE3
0B45  C22E    1404          CLR   _MR4
0B47  C22F    1405          CLR    AE4
0B49  121FCB  1406          LCALL DELAY_2mS
0B4C  753125  1407          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0B4F  A831    1408          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0B51  E6      1409          MOV   A,@R0
0B52  90E000  1410          MOV   DPTR,#PORTA1
0B55  F0      1411          MOVX  @DPTR,A
0B56  121FCB  1412          LCALL DELAY_2mS
0B59  C238    1413          CLR   _A0B
0B5B  C239    1414          CLR   _A1B
0B5D  D23A    1415          SETB  _A2B
```

MT8804.ASM

```
0B5F    D23B    1416                    SETB    _D0B
0B61    C23C    1417                    CLR     _D1B
0B63    C23D    1418                    CLR     _D2B
0B65    C23E    1419                    CLR     _D3B
0B67    C23F    1420                    CLR     _NCB
0B69    121FCB  1421                    LCALL   DELAY_2mS
0B6C    753126  1422                    MOV     INDEXW_CNT_A,#026H
0B6F    A831    1423                    MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0B71    E6      1424                    MOV     A,@R0
0B72    90C001  1425                    MOV     DPTR,#PORTB2
0B75    F0      1426                    MOVX    @DPTR,A
0B76    121FCB  1427                    LCALL   DELAY_2mS
0B79    C228    1428                    CLR     _MR1
0B7B    C229    1429                    CLR     _AE1
0B7D    C22A    1430                    CLR     _MR2
0B7F    C22B    1431                    CLR     _AE2
0B81    C22C    1432                    CLR     _MR3
0B83    D22D    1433                    SETB    _AE3
0B85    C22E    1434                    CLR     _MR4
0B87    D22F    1435                    SETB    _AE4
0B89    121FCB  1436                    LCALL   DELAY_2mS
0B8C    753125  1437                    MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0B8F    A831    1438                    MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0B91    E6      1439                    MOV     A,@R0
0B92    90E000  1440                    MOV     DPTR,#PORTA1
0B95    F0      1441                    MOVX    @DPTR,A
0B96    00      1442                    NOP
0B97    22      1443                    RET
                1444
0B98            1445    IN_L4J1:
0B98    C228    1446                    CLR     _MR1
0B9A    C229    1447                    CLR     _AE1
0B9C    C22A    1448                    CLR     _MR2
0B9E    C22B    1449                    CLR     _AE2
0BA0    C22C    1450                    CLR     _MR3
0BA2    C22D    1451                    CLR     _AE3
0BA4    C22E    1452                    CLR     _MR4
0BA6    C22F    1453                    CLR     _AE4
0BA8    121FCB  1454                    LCALL   DELAY_2mS
0BAB    753125  1455                    MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0BAE    A831    1456                    MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0BB0    E6      1457                    MOV     A,@R0
0BB1    90E000  1458                    MOV     DPTR,#PORTA1
0BB4    F0      1459                    MOVX    @DPTR,A
0BB5    121FCB  1460                    LCALL   DELAY_2mS
0BB8    C238    1461                    CLR     _A0B
0BBA    C239    1462                    CLR     _A1B
0BBC    D23A    1463                    SETB    _A2B
0BBE    C23B    1464                    CLR     _D0B
0BC0    D23C    1465                    SETB    _D1B
0BC2    C23D    1466                    CLR     _D2B
0BC4    C23E    1467                    CLR     _D3B
0BC6    C23F    1468                    CLR     _NCB
0BC8    121FCB  1469                    LCALL   DELAY_2mS
```

```
0BCB    753126  1470            MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
0BCE    A831    1471            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0BD0    E6      1472            MOV   A,@R0
0BD1    90C001  1473            MOV   DPTR,#PORTB2
0BD4    F0      1474            MOVX  @DPTR,A
```



```
0BD5    121FCB  1475            LCALL DELAY_2mS
0BD8    C228    1476            CLR   _MR1
0BDA    C229    1477            CLR   _AE1
0BDC    C22A    1478            CLR   _MR2
0BDE    C22B    1479            CLR   _AE2
0BE0    C22C    1480            CLR   _MR3
0BE2    D22D    1481            SETB  _AE3
0BE4    C22E    1482            CLR   _MR4
0BE6    D22F    1483            SETB  _AE4
0BE8    121FCB  1484            LCALL DELAY_2mS
0BEB    753125  1485            MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0BEE    A831    1486            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0BF0    E6      1487            MOV   A,@R0
0BF1    90E000  1488            MOV   DPTR,#PORTA1
0BF4    F0      1489            MOVX  @DPTR,A
0BF5    00      1490            NOP
0BF6    22      1491            RET
                1492
0BF7            1493    IN_L4J2:
0BF7    C228    1494            CLR   _MR1
0BF9    C229    1495            CLR   _AE1
0BFB    C22A    1496            CLR   _MR2
0BFD    C22B    1497            CLR   _AE2
0BFF    C22C    1498            CLR   _MR3
0C01    C22D    1499            CLR   _AE3
0C03    C22E    1500            CLR   _MR4
0C05    C22F    1501            CLR   _AE4
0C07    121FCB  1502            LCALL DELAY_2mS
0C0A    753125  1503            MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0C0D    A831    1504            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0C0F    E6      1505            MOV   A,@R0
0C10    90E000  1506            MOV   DPTR,#PORTA1
0C13    F0      1507            MOVX  @DPTR,A
0C14    121FCB  1508            LCALL DELAY_2mS
0C17    C238    1509            CLR   _A0B
0C19    C239    1510            CLR   _A1B
0C1B    D23A    1511            SETB  _A2B
0C1D    C23B    1512            CLR   _D0B
0C1F    C23C    1513            CLR   _D1B
0C21    D23D    1514            SETB  _D2B
0C23    C23E    1515            CLR   _D3B
0C25    C23F    1516            CLR   _NCB
0C27    121FCB  1517            LCALL DELAY_2mS
0C2A    753126  1518            MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
0C2D    A831    1519            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0C2F    E6      1520            MOV   A,@R0
0C30    90C001  1521            MOV   DPTR,#PORTB2
```

```
0C33    F0      1522            MOVX @DPTR,A
0C34    121FCB  1523            LCALL DELAY_2mS
0C37    C228    1524            CLR   _MR1
0C39    C229    1525            CLR   _AE1
0C3B    C22A    1526            CLR   _MR2
0C3D    C22B    1527            CLR   _AE2
0C3F    C22C    1528            CLR   _MR3
0C41    D22D    1529            SETB  _AE3
0C43    C22E    1530            CLR   _MR4
0C45    D22F    1531            SETB  _AE4
0C47    121FCB  1532            LCALL DELAY_2mS
0C4A    753125  1533            MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
```



```
0C4D    A831    1534            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0C4F    E6      1535            MOV   A,@R0
0C50    90E000  1536            MOV   DPTR,#PORTA1
0C53    F0      1537            MOVX @DPTR,A
0C54    00      1538            NOP
0C55    22      1539            RET
                1540
0C56            1541    IN_L4J3:
0C56    C228    1542            CLR   _MR1
0C58    C229    1543            CLR   _AE1
0C5A    C22A    1544            CLR   _MR2
0C5C    C22B    1545            CLR   _AE2
0C5E    C22C    1546            CLR   _MR3
0C60    C22D    1547            CLR   _AE3
0C62    C22E    1548            CLR   _MR4
0C64    C22F    1549            CLR   _AE4
0C66    121FCB  1550            LCALL DELAY_2mS
0C69    753125  1551            MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0C6C    A831    1552            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0C6E    E6      1553            MOV   A,@R0
0C6F    90E000  1554            MOV   DPTR,#PORTA1
0C72    F0      1555            MOVX @DPTR,A
0C73    121FCB  1556            LCALL DELAY_2mS
0C76    C238    1557            CLR   _A0B
0C78    C239    1558            CLR   _A1B
0C7A    D23A    1559            SETB  _A2B
0C7C    C23B    1560            CLR   _D0B
0C7E    C23C    1561            CLR   _D1B
0C80    C23D    1562            CLR   _D2B
0C82    D23E    1563            SETB  _D3B
0C84    C23F    1564            CLR   _NCB
0C86    121FCB  1565            LCALL DELAY_2mS
0C89    753126  1566            MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
0C8C    A831    1567            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0C8E    E6      1568            MOV   A,@R0
0C8F    90C001  1569            MOV   DPTR,#PORTB2
0C92    F0      1570            MOVX @DPTR,A
0C93    121FCB  1571            LCALL DELAY_2mS
0C96    C228    1572            CLR   _MR1
0C98    C229    1573            CLR   _AE1
```

```
0C9A    C22A    1574            CLR     _MR2
0C9C    C22B    1575            CLR     _AE2
0C9E    C22C    1576            CLR     _MR3
0CA0    D22D    1577            SETB    _AE3
0CA2    C22E    1578            CLR     _MR4
0CA4    D22F    1579            SETB    _AE4
0CA6    121FCB  1580            LCALL   DELAY_2mS
0CA9    753125  1581            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0CAC    A831    1582            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0CAE    E6      1583            MOV     A,@R0
0CAF    90E000  1584            MOV     DPTR,#PORTA1
0CB2    F0      1585            MOVX    @DPTR,A
0CB3    00      1586            NOP
0CB4    22      1587            RET
                1588
                1589
                1590
                1591    ; LINE IN = L5
0CB5            1592    IN_L5J0:
```



```
0CB5    C228    1593            CLR     _MR1
0CB7    C229    1594            CLR     _AE1
0CB9    C22A    1595            CLR     _MR2
0CBB    C22B    1596            CLR     _AE2
0CBD    C22C    1597            CLR     _MR3
0CBF    C22D    1598            CLR     _AE3
0CC1    C22E    1599            CLR     _MR4
0CC3    C22F    1600            CLR     _AE4
0CC5    121FCB  1601            LCALL   DELAY_2mS
0CC8    753125  1602            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0CCB    A831    1603            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0CCD    E6      1604            MOV     A,@R0
0CCE    90E000  1605            MOV     DPTR,#PORTA1
0CD1    F0      1606            MOVX    @DPTR,A
0CD2    121FCB  1607            LCALL   DELAY_2mS
0CD5    D238    1608            SETB    _A0B
0CD7    C239    1609            CLR     _A1B
0CD9    D23A    1610            SETB    _A2B
0CDB    D23B    1611            SETB    _D0B
0CDD    C23C    1612            CLR     _D1B
0CDF    C23D    1613            CLR     _D2B
0CE1    C23E    1614            CLR     _D3B
0CE3    C23F    1615            CLR     _NCB
0CE5    121FCB  1616            LCALL   DELAY_2mS
0CE8    753126  1617            MOV     INDEXW_CNT_A,#026H
0CEB    A831    1618            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0CED    E6      1619            MOV     A,@R0
0CEE    90C001  1620            MOV     DPTR,#PORTB2
0CF1    F0      1621            MOVX    @DPTR,A
0CF2    121FCB  1622            LCALL   DELAY_2mS
0CF5    C228    1623            CLR     _MR1
0CF7    C229    1624            CLR     _AE1
0CF9    C22A    1625            CLR     _MR2
```

```
0CFB    C22B    1626                    CLR     _AE2
0CFD    C22C    1627                    CLR     _MR3
0CFF    D22D    1628                    SETB    _AE3
0D01    C22E    1629                    CLR     _MR4
0D03    D22F    1630                    SETB    _AE4
0D05    121FCB  1631                    LCALL   DELAY_2mS
0D08    753125  1632                    MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0D0B    A831    1633                    MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0D0D    E6      1634                    MOV     A,@R0
0D0E    90E000  1635                    MOV     DPTR,#PORTA1
0D11    F0      1636                    MOVX    @DPTR,A
0D12    00      1637                    NOP
0D13    22      1638                    RET
                1639
0D14            1640    IN_L5J1:
0D14    C228    1641                    CLR     _MR1
0D16    C229    1642                    CLR     _AE1
0D18    C22A    1643                    CLR     _MR2
0D1A    C22B    1644                    CLR     _AE2
0D1C    C22C    1645                    CLR     _MR3
0D1E    C22D    1646                    CLR     _AE3
0D20    C22E    1647                    CLR     _MR4
0D22    C22F    1648                    CLR     _AE4
0D24    121FCB  1649                    LCALL   DELAY_2mS
0D27    753125  1650                    MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0D2A    A831    1651                    MOV     R0,INDEXW_CNT_A
```



```
0D2C    E6      1652                    MOV     A,@R0
0D2D    90E000  1653                    MOV     DPTR,#PORTA1
0D30    F0      1654                    MOVX    @DPTR,A
0D31    121FCB  1655                    LCALL   DELAY_2mS
0D34    D238    1656                    SETB    _A0B
0D36    C239    1657                    CLR     _A1B
0D38    D23A    1658                    SETB    _A2B
0D3A    C23B    1659                    CLR     _D0B
0D3C    D23C    1660                    SETB    _D1B
0D3E    C23D    1661                    CLR     _D2B
0D40    C23E    1662                    CLR     _D3B
0D42    C23F    1663                    CLR     _NCB
0D44    121FCB  1664                    LCALL   DELAY_2mS
0D47    753126  1665                    MOV     INDEXW_CNT_A,#026H
0D4A    A831    1666                    MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0D4C    E6      1667                    MOV     A,@R0
0D4D    90C001  1668                    MOV     DPTR,#PORTB2
0D50    F0      1669                    MOVX    @DPTR,A
0D51    121FCB  1670                    LCALL   DELAY_2mS
0D54    C228    1671                    CLR     _MR1
0D56    C229    1672                    CLR     _AE1
0D58    C22A    1673                    CLR     _MR2
0D5A    C22B    1674                    CLR     _AE2
0D5C    C22C    1675                    CLR     _MR3
0D5E    D22D    1676                    SETB    _AE3
0D60    C22E    1677                    CLR     _MR4
```

```
0D62    D22F    1678            SETB    _AE4
0D64    121FCB  1679            LCALL   DELAY_2mS
0D67    753125  1680            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0D6A    A831    1681            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0D6C    E6      1682            MOV     A,@R0
0D6D    90E000  1683            MOV     DPTR,#PORTA1
0D70    F0      1684            MOVX    @DPTR,A
0D71    00      1685            NOP
0D72    22      1686            RET
                1687
0D73            1688    IN_L5J2:
0D73    C228    1689            CLR     _MR1
0D75    C229    1690            CLR     _AE1
0D77    C22A    1691            CLR     _MR2
0D79    C22B    1692            CLR     _AE2
0D7B    C22C    1693            CLR     _MR3
0D7D    C22D    1694            CLR     _AE3
0D7F    C22E    1695            CLR     _MR4
0D81    C22F    1696            CLR     _AE4
0D83    121FCB  1697            LCALL   DELAY_2mS
0D86    753125  1698            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0D89    A831    1699            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0D8B    E6      1700            MOV     A,@R0
0D8C    90E000  1701            MOV     DPTR,#PORTA1
0D8F    F0      1702            MOVX    @DPTR,A
0D90    121FCB  1703            LCALL   DELAY_2mS
0D93    D238    1704            SETB    _A0B
0D95    C239    1705            CLR     _A1B
0D97    D23A    1706            SETB    _A2B
0D99    C23B    1707            CLR     _D0B
0D9B    C23C    1708            CLR     _D1B
0D9D    D23D    1709            SETB    _D2B
0D9F    C23E    1710            CLR     _D3B
```



```
0DA1    C23F    1711            CLR     _NCB
0DA3    121FCB  1712            LCALL   DELAY_2mS
0DA6    753126  1713            MOV     INDEXW_CNT_A,#026H
0DA9    A831    1714            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0DAB    E6      1715            MOV     A,@R0
0DAC    90C001  1716            MOV     DPTR,#PORTB2
0DAF    F0      1717            MOVX    @DPTR,A
0DB0    121FCB  1718            LCALL   DELAY_2mS
0DB3    C228    1719            CLR     _MR1
0DB5    C229    1720            CLR     _AE1
0DB7    C22A    1721            CLR     _MR2
0DB9    C22B    1722            CLR     _AE2
0DBB    C22C    1723            CLR     _MR3
0DBD    D22D    1724            SETB    _AE3
0DBF    C22E    1725            CLR     _MR4
0DC1    D22F    1726            SETB    _AE4
0DC3    121FCB  1727            LCALL   DELAY_2mS
0DC6    753125  1728            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0DC9    A831    1729            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
```

```
0DCB    E6        1730                  MOV   A,@R0
0DCC    90E000    1731                  MOV   DPTR,#PORTA1
0DCF    F0        1732                  MOVX  @DPTR,A
0DD0    00        1733                  NOP
0DD1    22        1734                  RET
                  1735
0DD2              1736        IN_L5J3:
0DD2    C228      1737                  CLR   _MR1
0DD4    C229      1738                  CLR   _AE1
0DD6    C22A      1739                  CLR   _MR2
0DD8    C22B      1740                  CLR   _AE2
0DDA    C22C      1741                  CLR   _MR3
0DDC    C22D      1742                  CLR   _AE3
0DDE    C22E      1743                  CLR   _MR4
0DE0    C22F      1744                  CLR   _AE4
0DE2    121FCB    1745                  LCALL DELAY_2mS
0DE5    753125    1746                  MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0DE8    A831      1747                  MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0DEA    E6        1748                  MOV   A,@R0
0DEB    90E000    1749                  MOV   DPTR,#PORTA1
0DEE    F0        1750                  MOVX  @DPTR,A
0DEF    121FCB    1751                  LCALL DELAY_2mS
0DF2    D238      1752                  SETB  _A0B
0DF4    C239      1753                  CLR   _A1B
0DF6    D23A      1754                  SETB  _A2B
0DF8    C23B      1755                  CLR   _D0B
0DFA    C23C      1756                  CLR   _D1B
0DFC    C23D      1757                  CLR   _D2B
0DFE    D23E      1758                  SETB  _D3B
0E00    C23F      1759                  CLR   _NCB
0E02    121FCB    1760                  LCALL DELAY_2mS
0E05    753126    1761                  MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
0E08    A831      1762                  MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0E0A    E6        1763                  MOV   A,@R0
0E0B    90C001    1764                  MOV   DPTR,#PORTB2
0E0E    F0        1765                  MOVX  @DPTR,A
0E0F    121FCB    1766                  LCALL DELAY_2mS
0E12    C228      1767                  CLR   _MR1
0E14    C229      1768                  CLR   _AE1
0E16    C22A      1769                  CLR   _MR2
```



```
0E18    C22B      1770                  CLR   _AE2
0E1A    C22C      1771                  CLR   _MR3
0E1C    D22D      1772                  SETB  _AE3
0E1E    C22E      1773                  CLR   _MR4
0E20    D22F      1774                  SETB  _AE4
0E22    121FCB    1775                  LCALL DELAY_2mS
0E25    753125    1776                  MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0E28    A831      1777                  MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0E2A    E6        1778                  MOV   A,@R0
0E2B    90E000    1779                  MOV   DPTR,#PORTA1
0E2E    F0        1780                  MOVX  @DPTR,A
0E2F    00        1781                  NOP
```

```
0E30    22          1782                RET
                    1783
                    1784
                    1785
                    1786        ;LINE IN = L6
0E31                1787        IN_L6J0:
0E31    C228        1788                CLR     _MR1
0E33    C229        1789                CLR     _AE1
0E35    C22A        1790                CLR     _MR2
0E37    C22B        1791                CLR     _AE2
0E39    C22C        1792                CLR     _MR3
0E3B    C22D        1793                CLR     _AE3
0E3D    C22E        1794                CLR     _MR4
0E3F    C22F        1795                CLR     _AE4
0E41    121FCB      1796                LCALL DELAY_2mS
0E44    753125      1797                MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0E47    A831        1798                MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0E49    E6          1799                MOV     A,@R0
0E4A    90E000      1800                MOV     DPTR,#PORTA1
0E4D    F0          1801                MOVX    @DPTR,A
0E4E    121FCB      1802                LCALL DELAY_2mS
0E51    C238        1803                CLR     _A0B
0E53    D239        1804                SETB    _A1B
0E55    D23A        1805                SETB    _A2B
0E57    D23B        1806                SETB    _D0B
0E59    C23C        1807                CLR     _D1B
0E5B    C23D        1808                CLR     _D2B
0E5D    C23E        1809                CLR     _D3B
0E5F    C23F        1810                CLR     _NCB
0E61    121FCB      1811                LCALL DELAY_2mS
0E64    753126      1812                MOV     INDEXW_CNT_A,#026H
0E67    A831        1813                MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0E69    E6          1814                MOV     A,@R0
0E6A    90C001      1815                MOV     DPTR,#PORTB2
0E6D    F0          1816                MOVX    @DPTR,A
0E6E    121FCB      1817                LCALL DELAY_2mS
0E71    C228        1818                CLR     _MR1
0E73    C229        1819                CLR     _AE1
0E75    C22A        1820                CLR     _MR2
0E77    C22B        1821                CLR     _AE2
0E79    C22C        1822                CLR     _MR3
0E7B    D22D        1823                SETB    _AE3
0E7D    C22E        1824                CLR     _MR4
0E7F    D22F        1825                SETB    _AE4
0E81    121FCB      1826                LCALL DELAY_2mS
0E84    753125      1827                MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0E87    A831        1828                MOV     R0,INDEXW_CNT_A
```



```
0E89    E6          1829                MOV     A,@R0
0E8A    90E000      1830                MOV     DPTR,#PORTA1
0E8D    F0          1831                MOVX    @DPTR,A
0E8E    00          1832                NOP
0E8F    22          1833                RET
```

```
                        1834
0E90                    1835    IN_L6J1:
0E90    C228            1836            CLR     _MR1
0E92    C229            1837            CLR     _AE1
0E94    C22A            1838            CLR     _MR2
0E96    C22B            1839            CLR     _AE2
0E98    C22C            1840            CLR     _MR3
0E9A    C22D            1841            CLR     _AE3
0E9C    C22E            1842            CLR     _MR4
0E9E    C22F            1843            CLR     _AE4
0EA0    121FCB          1844            LCALL   DELAY_2mS
0EA3    753125          1845            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0EA6    A831            1846            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0EA8    E6              1847            MOV     A,@R0
0EA9    90E000          1848            MOV     DPTR,#PORTA1
0EAC    F0              1849            MOVX    @DPTR,A
0EAD    121FCB          1850            LCALL   DELAY_2mS
0EB0    C238            1851            CLR     _A0B
0EB2    D239            1852            SETB    _A1B
0EB4    D23A            1853            SETB    _A2B
0EB6    C23B            1854            CLR     _D0B
0EB8    D23C            1855            SETB    _D1B
0EBA    C23D            1856            CLR     _D2B
0EBC    C23E            1857            CLR     _D3B
0EBE    C23F            1858            CLR     _NCB
0EC0    121FCB          1859            LCALL   DELAY_2mS
0EC3    753126          1860            MOV     INDEXW_CNT_A,#026H
0EC6    A831            1861            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0EC8    E6              1862            MOV     A,@R0
0EC9    90C001          1863            MOV     DPTR,#PORTB2
0ECC    F0              1864            MOVX    @DPTR,A
0ECD    121FCB          1865            LCALL   DELAY_2mS
0ED0    C228            1866            CLR     _MR1
0ED2    C229            1867            CLR     _AE1
0ED4    C22A            1868            CLR     _MR2
0ED6    C22B            1869            CLR     _AE2
0ED8    C22C            1870            CLR     _MR3
0EDA    D22D            1871            SETB    _AE3
0EDC    C22E            1872            CLR     _MR4
0EDE    D22F            1873            SETB    _AE4
0EE0    121FCB          1874            LCALL   DELAY_2mS
0EE3    753125          1875            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0EE6    A831            1876            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0EE8    E6              1877            MOV     A,@R0
0EE9    90E000          1878            MOV     DPTR,#PORTA1
0EEC    F0              1879            MOVX    @DPTR,A
0EED    00              1880            NOP
0EEE    22              1881            RET
                        1882
0EEF                    1883    IN_L6J2:
0EEF    C228            1884            CLR     _MR1
0EF1    C229            1885            CLR     _AE1
0EF3    C22A            1886            CLR     _MR2
0EF5    C22B            1887            CLR     _AE2
```

MT8804.ASM

```
0EF7    C22C    1888                    CLR     _MR3
0EF9    C22D    1889                    CLR     _AE3
0EFB    C22E    1890                    CLR     _MR4
0EFD    C22F    1891                    CLR     _AE4
0EFF    121FCB  1892                    LCALL DELAY_2mS
0F02    753125  1893                    MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0F05    A831    1894                    MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0F07    E6      1895                    MOV     A,@R0
0F08    90E000  1896                    MOV     DPTR,#PORTA1
0F0B    F0      1897                    MOVX @DPTR,A
0F0C    121FCB  1898                    LCALL DELAY_2mS
0F0F    C230    1899                    CLR     _A0A
0F11    D239    1900                    SETB    _A1B
0F13    D23A    1901                    SETB    _A2B
0F15    C23B    1902                    CLR     _D0B
0F17    C23C    1903                    CLR     _D1B
0F19    D23D    1904                    SETB    _D2B
0F1B    C23E    1905                    CLR     _D3B
0F1D    C23F    1906                    CLR     _NCB
0F1F    121FCB  1907                    LCALL DELAY_2mS
0F22    753126  1908                    MOV     INDEXW_CNT_A,#026H
0F25    A831    1909                    MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0F27    E6      1910                    MOV     A,@R0
0F28    90C001  1911                    MOV     DPTR,#PORTB2
0F2B    F0      1912                    MOVX @DPTR,A
0F2C    121FCB  1913                    LCALL DELAY_2mS
0F2F    C228    1914                    CLR     _MR1
0F31    C229    1915                    CLR     _AE1
0F33    C22A    1916                    CLR     _MR2
0F35    C22B    1917                    CLR     _AE2
0F37    C22C    1918                    CLR     _MR3
0F39    D22D    1919                    SETB    _AE3
0F3B    C22E    1920                    CLR     _MR4
0F3D    D22F    1921                    SETB    _AE4
0F3F    121FCB  1922                    LCALL DELAY_2mS
0F42    753125  1923                    MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
0F45    A831    1924                    MOV     R0,INDEXW_CNT_A
0F47    E6      1925                    MOV     A,@R0
0F48    90E000  1926                    MOV     DPTR,#PORTA1
0F4B    F0      1927                    MOVX @DPTR,A
0F4C    00      1928                    NOP
0F4D    22      1929                    RET
                1930
0F4E            1931    IN_L6J3:
0F4E    C228    1932                    CLR     _MR1
0F50    C229    1933                    CLR     _AE1
0F52    C22A    1934                    CLR     _MR2
0F54    C22B    1935                    CLR     _AE2
0F56    C22C    1936                    CLR     _MR3
0F58    C22D    1937                    CLR     _AE3
0F5A    C22E    1938                    CLR     _MR4
0F5C    C22F    1939                    CLR     _AE4
0F5E    121FCB  1940                    LCALL DELAY_2mS
0F61    753125  1941                    MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
```

```
0F64    A831      1942          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0F66    E6        1943          MOV   A,@R0
0F67    90E000    1944          MOV   DPTR,#PORTA1
0F6A    F0        1945          MOVX  @DPTR,A
0F6B    121FCB    1946          LCALL DELAY_2mS
```



```
0F6E    C238      1947          CLR   _A0B
0F70    D239      1948          SETB  _A1B
0F72    D23A      1949          SETB  _A2B
0F74    C23B      1950          CLR   _D0B
0F76    C23C      1951          CLR   _D1B
0F78    C23D      1952          CLR   _D2B
0F7A    D23E      1953          SETB  _D3B
0F7C    C23F      1954          CLR   _NCB
0F7E    121FCB    1955          LCALL DELAY_2mS
0F81    753126    1956          MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
0F84    A831      1957          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0F86    E6        1958          MOV   A,@R0
0F87    90C001    1959          MOV   DPTR,#PORTB2
0F8A    F0        1960          MOVX  @DPTR,A
0F8B    121FCB    1961          LCALL DELAY_2mS
0F8E    C228      1962          CLR   _MR1
0F90    C229      1963          CLR   _AE1
0F92    C22A      1964          CLR   _MR2
0F94    C22B      1965          CLR   _AE2
0F96    C22C      1966          CLR   _MR3
0F98    D22D      1967          SETB  _AE3
0F9A    C22E      1968          CLR   _MR4
0F9C    D22F      1969          SETB  _AE4
0F9E    121FCB    1970          LCALL DELAY_2mS
0FA1    753125    1971          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0FA4    A831      1972          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0FA6    E6        1973          MOV   A,@R0
0FA7    90E000    1974          MOV   DPTR,#PORTA1
0FAA    F0        1975          MOVX  @DPTR,A
0FAB    00        1976          NOP
0FAC    22        1977          RET
                  1978
                  1979
                  1980
                  1981    ; LINE IN = L7
0FAD              1982    IN_L7J0:
0FAD    C228      1983          CLR   _MR1
0FAF    C229      1984          CLR   _AE1
0FB1    C22A      1985          CLR   _MR2
0FB3    C22B      1986          CLR   _AE2
0FB5    C22C      1987          CLR   _MR3
0FB7    C22D      1988          CLR   _AE3
0FB9    C22E      1989          CLR   _MR4
0FBB    C22F      1990          CLR   _AE4
0FBD    121FCB    1991          LCALL DELAY_2mS
0FC0    753125    1992          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
0FC3    A831      1993          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
```

```
0FC5    E6      1994            MOV   A,@R0
0FC6    90E000  1995            MOV   DPTR,#PORTA1
0FC9    F0      1996            MOVX  @DPTR,A
0FCA    121FCB  1997            LCALL DELAY_2mS
0FCD    D238    1998            SETB  _A0B
0FCF    D239    1999            SETB  _A1B
0FD1    D23A    2000            SETB  _A2B
0FD3    D23B    2001            SETB  _D0B
0FD5    C23C    2002            CLR   _D1B
0FD7    C23D    2003            CLR   _D2B
0FD9    C23E    2004            CLR   _D3B
0FDB    C23F    2005            CLR   _NCB
```



```
0FDD    121FCB  2006            LCALL DELAY_2mS
0FE0    753126  2007            MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
0FE3    A831    2008            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
0FE5    E6      2009            MOV   A,@R0
0FE6    90C001  2010            MOV   DPTR,#PORTB2
0FE9    F0      2011            MOVX  @DPTR,A
0FEA    121FCB  2012            LCALL DELAY_2mS
0FED    C228    2013            CLR   _MR1
0FEF    C229    2014            CLR   _AE1
0FF1    C22A    2015            CLR   _MR2
0FF3    C22B    2016            CLR   _AE2
0FF5    C22C    2017            CLR   _MR3
0FF7    D22D    2018            SETB  _AE3
0FF9    C22E    2019            CLR   _MR4
0FFB    D22F    2020            SETB  _AE4
0FFD    121FCB  2021            LCALL DELAY_2mS
1000    753125  2022            MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
1003    A831    2023            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
1005    E6      2024            MOV   A,@R0
1006    90E000  2025            MOV   DPTR,#PORTA1
1009    F0      2026            MOVX  @DPTR,A
100A    00      2027            NOP
100B    22      2028            RET
                2029
100C            2030    IN_L7J1:
100C    C228    2031            CLR   _MR1
100E    C229    2032            CLR   _AE1
1010    C22A    2033            CLR   _MR2
1012    C22B    2034            CLR   _AE2
1014    C22C    2035            CLR   _MR3
1016    C22D    2036            CLR   _AE3
1018    C22E    2037            CLR   _MR4
101A    C22F    2038            CLR   _AE4
101C    121FCB  2039            LCALL DELAY_2mS
101F    753125  2040            MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
1022    A831    2041            MOV   R0,INDEXW_CNT_A
1024    E6      2042            MOV   A,@R0
1025    90E000  2043            MOV   DPTR,#PORTA1
1028    F0      2044            MOVX  @DPTR,A
1029    121FCB  2045            LCALL DELAY_2mS
```

```
102C  D238    2046          SETB  _A0B
102E  D239    2047          SETB  _A1B
1030  D23A    2048          SETB  _A2B
1032  C23B    2049          CLR   _D0B
1034  D23C    2050          SETB  _D1B
1036  C23D    2051          CLR   _D2B
1038  C23E    2052          CLR   _D3B
103A  C23F    2053          CLR   _NCB
103C  121FCB  2054          LCALL DELAY_2mS
103F  753126  2055          MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
1042  A831    2056          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
1044  E6      2057          MOV   A,@R0
1045  90C001  2058          MOV   DPTR,#PORTB2
1048  F0      2059          MOVX  @DPTR,A
1049  121FCB  2060          LCALL DELAY_2mS
104C  C228    2061          CLR   _MR1
104E  C229    2062          CLR   _AE1
1050  C22A    2063          CLR   _MR2
1052  C22B    2064          CLR   _AE2
```



```
1054  C22C    2065          CLR   _MR3
1056  D22D    2066          SETB  _AE3
1058  C22E    2067          CLR   _MR4
105A  D22F    2068          SETB  _AE4
105C  121FCB  2069          LCALL DELAY_2mS
105F  753125  2070          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
1062  A831    2071          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
1064  E6      2072          MOV   A,@R0
1065  90E000  2073          MOV   DPTR,#PORTA1
1068  F0      2074          MOVX  @DPTR,A
1069  00      2075          NOP
106A  22      2076          RET
              2077
106B          2078    IN_L7J2:
106B  C228    2079          CLR   _MR1
106D  C229    2080          CLR   _AE1
106F  C22A    2081          CLR   _MR2
1071  C22B    2082          CLR   _AE2
1073  C22C    2083          CLR   _MR3
1075  C22D    2084          CLR   _AE3
1077  C22E    2085          CLR   _MR4
1079  C22F    2086          CLR   _AE4
107B  121FCB  2087          LCALL DELAY_2mS
107E  753125  2088          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
1081  A831    2089          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
1083  E6      2090          MOV   A,@R0
1084  90E000  2091          MOV   DPTR,#PORTA1
1087  F0      2092          MOVX  @DPTR,A
1088  121FCB  2093          LCALL DELAY_2mS
108B  D238    2094          SETB  _A0B
108D  D239    2095          SETB  _A1B
108F  D23A    2096          SETB  _A2B
1091  C23B    2097          CLR   _D0B
```

```
1093    C23C    2098            CLR     _D1B
1095    D23D    2099            SETB    _D2B
1097    C23E    2100            CLR     _D3B
1099    C23F    2101            CLR     _NCB
109B    121FCB  2102            LCALL DELAY_2mS
109E    753126  2103            MOV     INDEXW_CNT_A,#026H
10A1    A831    2104            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
10A3    E6      2105            MOV     A,@R0
10A4    90C001  2106            MOV     DPTR,#PORTB2
10A7    F0      2107            MOVX @DPTR,A
10A8    121FCB  2108            LCALL DELAY_2mS
10AB    C228    2109            CLR     _MR1
10AD    C229    2110            CLR     _AE1
10AF    C22A    2111            CLR     _MR2
10B1    C22B    2112            CLR     _AE2
10B3    C22C    2113            CLR     _MR3
10B5    D22D    2114            SETB    _AE3
10B7    C22E    2115            CLR     _MR4
10B9    D22F    2116            SETB    _AE4
10BB    121FCB  2117            LCALL DELAY_2mS
10BE    753125  2118            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
10C1    A831    2119            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
10C3    E6      2120            MOV     A,@R0
10C4    90E000  2121            MOV     DPTR,#PORTA1
10C7    F0      2122            MOVX @DPTR,A
10C8    00      2123            NOP
```



```
10C9    22      2124            RET
                2125
10CA            2126    IN_L7J3:
10CA    C228    2127            CLR     _MR1
10CC    C229    2128            CLR     _AE1
10CE    C22A    2129            CLR     _MR2
10D0    C22B    2130            CLR     _AE2
10D2    C22C    2131            CLR     _MR3
10D4    C22D    2132            CLR     _AE3
10D6    C22E    2133            CLR     _MR4
10D8    C22F    2134            CLR     _AE4
10DA    121FCB  2135            LCALL DELAY_2mS
10DD    753125  2136            MOV     INDEXW_CNT_A,#025H
10E0    A831    2137            MOV     R0,INDEXW_CNT_A
10E2    E6      2138            MOV     A,@R0
10E3    90E000  2139            MOV     DPTR,#PORTA1
10E6    F0      2140            MOVX @DPTR,A
10E7    121FCB  2141            LCALL DELAY_2mS
10EA    D238    2142            SETB    _A0B
10EC    D239    2143            SETB    _A1B
10EE    D23A    2144            SETB    _A2B
10F0    C23B    2145            CLR     _D0B
10F2    C23C    2146            CLR     _D1B
10F4    C23D    2147            CLR     _D2B
10F6    D23E    2148            SETB    _D3B
10F8    C23F    2149            CLR     _NCB
10FA    121FCB  2150            LCALL DELAY_2mS
```

```
10FD  753126  2151          MOV   INDEXW_CNT_A,#026H
1100  A831    2152          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
1102  E6      2153          MOV   A,@R0
1103  90C001  2154          MOV   DPTR,#PORTB2
1106  F0      2155          MOVX  @DPTR,A
1107  121FCB  2156          LCALL DELAY_2mS
110A  C228    2157          CLR   _MR1
110C  C229    2158          CLR   _AE1
110E  C22A    2159          CLR   _MR2
1110  C22B    2160          CLR   _AE2
1112  C22C    2161          CLR   _MR3
1114  D22D    2162          SETB  _AE3
1116  C22E    2163          CLR   _MR4
1118  D22F    2164          SETB  _AE4
111A  121FCB  2165          LCALL DELAY_2mS
111D  753125  2166          MOV   INDEXW_CNT_A,#025H
1120  A831    2167          MOV   R0,INDEXW_CNT_A
1122  E6      2168          MOV   A,@R0
1123  90E000  2169          MOV   DPTR,#PORTA1
1126  F0      2170          MOVX  @DPTR,A
1127  00      2171          NOP
1128  22      2172          RET
              2173
              2174
              2175
              2176  ; LINE OUT = L0
1129          2177  OUT_L0J0:
1129  C228    2178          CLR   _MR1
112B  C229    2179          CLR   _AE1
112D  C22A    2180          CLR   _MR2
112F  C22B    2181          CLR   _AE2
1131  C22C    2182          CLR   _MR3
```



```
1133  C22D    2183          CLR   _AE3
1135  C22E    2184          CLR   _MR4
1137  C22F    2185          CLR   _AE4
1139  121FCB  2186          LCALL DELAY_2mS
113C  753225  2187          MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
113F  A832    2188          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1141  E6      2189          MOV   A,@R0
1142  90E000  2190          MOV   DPTR,#PORTA1
1145  F0      2191          MOVX  @DPTR,A
1146  121FCB  2192          LCALL DELAY_2mS
1149  C230    2193          CLR   _A0A
114B  C231    2194          CLR   _A1A
114D  C232    2195          CLR   _A2A
114F  D233    2196          SETB  _D0A
1151  C234    2197          CLR   _D1A
1153  C235    2198          CLR   _D2A
1155  C236    2199          CLR   _D3A
1157  C237    2200          CLR   _NCA
1159  121FCB  2201          LCALL DELAY_2mS
115C  753227  2202          MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
```

```
115F  A832    2203            MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1161  E6      2204            MOV   A,@R0
1162  90C000  2205            MOV   DPTR,#PORTA2
1165  F0      2206            MOVX  @DPTR,A
1166  121FCB  2207            LCALL DELAY_2mS
1169  C228    2208            CLR   _MR1
116B  D229    2209            SETB  _AE1
116D  C22A    2210            CLR   _MR2
116F  D22B    2211            SETB  _AE2
1171  C22C    2212            CLR   _MR3
1173  C22D    2213            CLR   _AE3
1175  C22E    2214            CLR   _MR4
1177  C22F    2215            CLR   _AE4
1179  121FCB  2216            LCALL DELAY_2mS
117C  753225  2217            MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
117F  A832    2218            MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1181  E6      2219            MOV   A,@R0
1182  90E000  2220            MOV   DPTR,#PORTA1
1185  F0      2221            MOVX  @DPTR,A
1186  00      2222            NOP
1187  22      2223            RET
              2224
1188          2225    OUT_L0J1:
1188  C228    2226            CLR   _MR1
118A  C229    2227            CLR   _AE1
118C  C22A    2228            CLR   _MR2
118E  C22B    2229            CLR   _AE2
1190  C22C    2230            CLR   _MR3
1192  C22D    2231            CLR   _AE3
1194  C22E    2232            CLR   _MR4
1196  C22F    2233            CLR   _AE4
1198  121FCB  2234            LCALL DELAY_2mS
119B  753225  2235            MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
119E  A832    2236            MOV   R0,INDEXW_CNT_B
11A0  E6      2237            MOV   A,@R0
11A1  90E000  2238            MOV   DPTR,#PORTA1
11A4  F0      2239            MOVX  @DPTR,A
11A5  121FCB  2240            LCALL DELAY_2mS
11A8  C230    2241            CLR   _A0A
```



```
11AA  C231    2242            CLR   _A1A
11AC  C232    2243            CLR   _A2A
11AE  C233    2244            CLR   _D0A
11B0  D234    2245            SETB  _D1A
11B2  C235    2246            CLR   _D2A
11B4  C236    2247            CLR   _D3A
11B6  C237    2248            CLR   _NCA
11B8  121FCB  2249            LCALL DELAY_2mS
11BB  753227  2250            MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
11BE  A832    2251            MOV   R0,INDEXW_CNT_B
11C0  E6      2252            MOV   A,@R0
11C1  90C000  2253            MOV   DPTR,#PORTA2
11C4  F0      2254            MOVX  @DPTR,A
```

```
11C5    121FCB  2255                    LCALL DELAY_2mS
11C8    C228    2256                    CLR   _MR1
11CA    D229    2257                    SETB  _AE1
11CC    C22A    2258                    CLR   _MR2
11CE    D22B    2259                    SETB  _AE2
11D0    C22C    2260                    CLR   _MR3
11D2    C22D    2261                    CLR   _AE3
11D4    C22E    2262                    CLR   _MR4
11D6    C22F    2263                    CLR   _AE4
11D8    121FCB  2264                    LCALL DELAY_2mS
11DB    753225  2265                    MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
11DE    A832    2266                    MOV   R0,INDEXW_CNT_B
11E0    E6      2267                    MOV   A,@R0
11E1    90E000  2268                    MOV   DPTR,#PORTA1
11E4    F0      2269                    MOVX  @DPTR,A
11E5    00      2270                    NOP
11E6    22      2271                    RET
                2272
11E7            2273            OUT_L0J2:
11E7    C228    2274                    CLR   _MR1
11E9    C229    2275                    CLR   _AE1
11EB    C22A    2276                    CLR   _MR2
11ED    C22B    2277                    CLR   _AE2
11EF    C22C    2278                    CLR   _MR3
11F1    C22D    2279                    CLR   _AE3
11F3    C22E    2280                    CLR   _MR4
11F5    C22F    2281                    CLR   _AE4
11F7    121FCB  2282                    LCALL DELAY_2mS
11FA    753225  2283                    MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
11FD    A832    2284                    MOV   R0,INDEXW_CNT_B
11FF    E6      2285                    MOV   A,@R0
1200    90E000  2286                    MOV   DPTR,#PORTA1
1203    F0      2287                    MOVX  @DPTR,A
1204    121FCB  2288                    LCALL DELAY_2mS
1207    C230    2289                    CLR   _A0A
1209    C231    2290                    CLR   _A1A
120B    C232    2291                    CLR   _A2A
120D    C233    2292                    CLR   _D0A
120F    C234    2293                    CLR   _D1A
1211    D235    2294                    SETB  _D2A
1213    C236    2295                    CLR   _D3A
1215    C237    2296                    CLR   _NCA
1217    121FCB  2297                    LCALL DELAY_2mS
121A    753227  2298                    MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
121D    A832    2299                    MOV   R0,INDEXW_CNT_B
121F    E6      2300                    MOV   A,@R0
```



```
1220    90C000  2301                    MOV   DPTR,#PORTA2
1223    F0      2302                    MOVX  @DPTR,A
1224    121FCB  2303                    LCALL DELAY_2mS
1227    C228    2304                    CLR   _MR1
1229    D229    2305                    SETB  _AE1
122B    C22A    2306                    CLR   _MR2
```

```
122D  D22B  2307                SETB  _AE2
122F  C22C  2308                CLR   _MR3
1231  C22D  2309                CLR   _AE3
1233  C22E  2310                CLR   _MR4
1235  C22F  2311                CLR   _AE4
1237  121FCB 2312               LCALL DELAY_2mS
123A  753225 2313               MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
123D  A832  2314                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
123F  E6    2315                MOV   A,@R0
1240  90E000 2316               MOV   DPTR,#PORTA1
1243  F0    2317                MOVX  @DPTR,A
1244  00    2318                NOP
1245  22    2319                RET
            2320
1246        2321    OUT_L0J3:
1246  C228  2322                CLR   _MR1
1248  C229  2323                CLR   _AE1
124A  C22A  2324                CLR   _MR2
124C  C22B  2325                CLR   _AE2
124E  C22C  2326                CLR   _MR3
1250  C22D  2327                CLR   _AE3
1252  C22E  2328                CLR   _MR4
1254  C22F  2329                CLR   _AE4
1256  121FCB 2330               LCALL DELAY_2mS
1259  753225 2331               MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
125C  A832  2332                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
125E  E6    2333                MOV   A,@R0
125F  90E000 2334               MOV   DPTR,#PORTA1
1262  F0    2335                MOVX  @DPTR,A
1263  121FCB 2336               LCALL DELAY_2mS
1266  C230  2337                CLR   _A0A
1268  C231  2338                CLR   _A1A
126A  C232  2339                CLR   _A2A
126C  C233  2340                CLR   _D0A
126E  C234  2341                CLR   _D1A
1270  C235  2342                CLR   _D2A
1272  D236  2343                SETB  _D3A
1274  C237  2344                CLR   _NCA
1276  121FCB 2345               LCALL DELAY_2mS
1279  753227 2346               MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
127C  A832  2347                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
127E  E6    2348                MOV   A,@R0
127F  90C000 2349               MOV   DPTR,#PORTA2
1282  F0    2350                MOVX  @DPTR,A
1283  121FCB 2351               LCALL DELAY_2mS
1286  C228  2352                CLR   _MR1
1288  D229  2353                SETB  _AE1
128A  C22A  2354                CLR   _MR2
128C  D22B  2355                SETB  _AE2
128E  C22C  2356                CLR   _MR3
1290  C22D  2357                CLR   _AE3
1292  C22E  2358                CLR   _MR4
1294  C22F  2359                CLR   _AE4
```

```
1296    121FCB  2360            LCALL DELAY_2mS
1299    753225  2361            MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
129C    A832    2362            MOV   R0,INDEXW_CNT_B
129E    E6      2363            MOV   A,@R0
129F    90E000  2364            MOV   DPTR,#PORTA1
12A2    F0      2365            MOVX  @DPTR,A
12A3    00      2366            NOP
12A4    22      2367            RET
                2368
                2369
                2370
                2371    ; LINE OUT = L1
12A5            2372    OUT_L1J0:
12A5    C228    2373            CLR   _MR1
12A7    C229    2374            CLR   _AE1
12A9    C22A    2375            CLR   _MR2
12AB    C22B    2376            CLR   _AE2
12AD    C22C    2377            CLR   _MR3
12AF    C22D    2378            CLR   _AE3
12B1    C22E    2379            CLR   _MR4
12B3    C22F    2380            CLR   _AE4
12B5    121FCB  2381            LCALL DELAY_2mS
12B8    753225  2382            MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
12BB    A832    2383            MOV   R0,INDEXW_CNT_B
12BD    E6      2384            MOV   A,@R0
12BE    90E000  2385            MOV   DPTR,#PORTA1
12C1    F0      2386            MOVX  @DPTR,A
12C2    121FCB  2387            LCALL DELAY_2mS
12C5    D230    2388            SETB  _A0A
12C7    C231    2389            CLR   _A1A
12C9    C232    2390            CLR   _A2A
12CB    D233    2391            SETB  _D0A
12CD    C234    2392            CLR   _D1A
12CF    C235    2393            CLR   _D2A
12D1    C236    2394            CLR   _D3A
12D3    C237    2395            CLR   _NCA
12D5    121FCB  2396            LCALL DELAY_2mS
12D8    753227  2397            MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
12DB    A832    2398            MOV   R0,INDEXW_CNT_B
12DD    E6      2399            MOV   A,@R0
12DE    90C000  2400            MOV   DPTR,#PORTA2
12E1    F0      2401            MOVX  @DPTR,A
12E2    121FCB  2402            LCALL DELAY_2mS
12E5    C228    2403            CLR   _MR1
12E7    D229    2404            SETB  _AE1
12E9    C22A    2405            CLR   _MR2
12EB    D22B    2406            SETB  _AE2
12ED    C22C    2407            CLR   _MR3
12EF    C22D    2408            CLR   _AE3
12F1    C22E    2409            CLR   _MR4
12F3    C22F    2410            CLR   _AE4
12F5    121FCB  2411            LCALL DELAY_2mS
12F8    753225  2412            MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
12FB    A832    2413            MOV   R0,INDEXW_CNT_B
12FD    E6      2414            MOV   A,@R0
12FE    90E000  2415            MOV   DPTR,#PORTA1
```

```
1301    F0      2416                    MOVX @DPTR,A
1302    00      2417                    NOP
1303    22      2418                    RET
```



```
                2419
1304            2420    OUT_L1J1:
1304    C228    2421                    CLR     _MR1
1306    C229    2422                    CLR     _AE1
1308    C22A    2423                    CLR     _MR2
130A    C22B    2424                    CLR     _AE2
130C    C22C    2425                    CLR     _MR3
130E    C22D    2426                    CLR     _AE3
1310    C22E    2427                    CLR     _MR4
1312    C22F    2428                    CLR     _AE4
1314    121FCB  2429                    LCALL DELAY_2mS
1317    753225  2430                    MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
131A    A832    2431                    MOV     R0,INDEXW_CNT_B
131C    E6      2432                    MOV     A,@R0
131D    90E000  2433                    MOV     DPTR,#PORTA1
1320    F0      2434                    MOVX @DPTR,A
1321    121FCB  2435                    LCALL DELAY_2mS
1324    D230    2436                    SETB    _A0A
1326    C231    2437                    CLR     _A1A
1328    C232    2438                    CLR     _A2A
132A    C233    2439                    CLR     _D0A
132C    D234    2440                    SETB    _D1A
132E    C235    2441                    CLR     _D2A
1330    C236    2442                    CLR     _D3A
1332    C237    2443                    CLR     _NCA
1334    121FCB  2444                    LCALL DELAY_2mS
1337    753227  2445                    MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
133A    A832    2446                    MOV     R0,INDEXW_CNT_B
133C    E6      2447                    MOV     A,@R0
133D    90C000  2448                    MOV     DPTR,#PORTA2
1340    F0      2449                    MOVX @DPTR,A
1341    121FCB  2450                    LCALL DELAY_2mS
1344    C228    2451                    CLR     _MR1
1346    D229    2452                    SETB    _AE1
1348    C22A    2453                    CLR     _MR2
134A    D22B    2454                    SETB    _AE2
134C    C22C    2455                    CLR     _MR3
134E    C22D    2456                    CLR     _AE3
1350    C22E    2457                    CLR     _MR4
1352    C22F    2458                    CLR     _AE4
1354    121FCB  2459                    LCALL DELAY_2mS
1357    753225  2460                    MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
135A    A832    2461                    MOV     R0,INDEXW_CNT_B
135C    E6      2462                    MOV     A,@R0
135D    90E000  2463                    MOV     DPTR,#PORTA1
1360    F0      2464                    MOVX @DPTR,A
1361    00      2465                    NOP
1362    22      2466                    RET
                2467
```

```
1363                    2468    OUT_L1J2:
1363    C228            2469            CLR     _MR1
1365    C229            2470            CLR     _AE1
1367    C22A            2471            CLR     _MR2
1369    C22B            2472            CLR     _AE2
136B    C22C            2473            CLR     _MR3
136D    C22D            2474            CLR     _AE3
136F    C22E            2475            CLR     _MR4
1371    C22F            2476            CLR     _AE4
1373    121FCB          2477            LCALL   DELAY_2mS
```



```
1376    753225          2478            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1379    A832            2479            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
137B    E6              2480            MOV     A,@R0
137C    90E000          2481            MOV     DPTR,#PORTA1
137F    F0              2482            MOVX    @DPTR,A
1380    121FCB          2483            LCALL   DELAY_2mS
1383    D230            2484            SETB    _A0A
1385    C231            2485            CLR     _A1A
1387    C232            2486            CLR     _A2A
1389    C233            2487            CLR     _D0A
138B    C234            2488            CLR     _D1A
138D    D235            2489            SETB    _D2A
138F    C236            2490            CLR     _D3A
1391    C237            2491            CLR     _NCA
1393    121FCB          2492            LCALL   DELAY_2mS
1396    753227          2493            MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
1399    A832            2494            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
139B    E6              2495            MOV     A,@R0
139C    90C000          2496            MOV     DPTR,#PORTA2
139F    F0              2497            MOVX    @DPTR,A
13A0    121FCB          2498            LCALL   DELAY_2mS
13A3    C228            2499            CLR     _MR1
13A5    D229            2500            SETB    _AE1
13A7    C22A            2501            CLR     _MR2
13A9    D22B            2502            SETB    _AE2
13AB    C22C            2503            CLR     _MR3
13AD    C22D            2504            CLR     _AE3
13AF    C22E            2505            CLR     _MR4
13B1    C22F            2506            CLR     _AE4
13B3    121FCB          2507            LCALL   DELAY_2mS
13B6    753225          2508            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
13B9    A832            2509            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
13BB    E6              2510            MOV     A,@R0
13BC    90E000          2511            MOV     DPTR,#PORTA1
13BF    F0              2512            MOVX    @DPTR,A
13C0    00              2513            NOP
13C1    22              2514            RET
                        2515
13C2                    2516    OUT_L1J3:
13C2    C228            2517            CLR     _MR1
13C4    C229            2518            CLR     _AE1
13C6    C22A            2519            CLR     _MR2
```

```
13C8    C22B    2520            CLR     _AE2
13CA    C22C    2521            CLR     _MR3
13CC    C22D    2522            CLR     _AE3
13CE    C22E    2523            CLR     _MR4
13D0    C22F    2524            CLR     _AE4
13D2    121FCB  2525            LCALL   DELAY_2mS
13D5    753225  2526            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
13D8    A832    2527            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
13DA    E6      2528            MOV     A,@R0
13DB    90E000  2529            MOV     DPTR,#PORTA1
13DE    F0      2530            MOVX    @DPTR,A
13DF    121FCB  2531            LCALL   DELAY_2mS
13E2    D230    2532            SETB    _A0A
13E4    C231    2533            CLR     _A1A
13E6    C232    2534            CLR     _A2A
13E8    C233    2535            CLR     _D0A
13EA    C234    2536            CLR     _D1A
```



```
13EC    C235    2537            CLR     _D2A
13EE    D236    2538            SETB    _D3A
13F0    C237    2539            CLR     _NCA
13F2    121FCB  2540            LCALL   DELAY_2mS
13F5    753227  2541            MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
13F8    A832    2542            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
13FA    E6      2543            MOV     A,@R0
13FB    90C000  2544            MOV     DPTR,#PORTA2
13FE    F0      2545            MOVX    @DPTR,A
13FF    121FCB  2546            LCALL   DELAY_2mS
1402    C228    2547            CLR     _MR1
1404    D229    2548            SETB    _AE1
1406    C22A    2549            CLR     _MR2
1408    D22B    2550            SETB    _AE2
140A    C22C    2551            CLR     _MR3
140C    C22D    2552            CLR     _AE3
140E    C22E    2553            CLR     _MR4
1410    C22F    2554            CLR     _AE4
1412    121FCB  2555            LCALL   DELAY_2mS
1415    753225  2556            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1418    A832    2557            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
141A    E6      2558            MOV     A,@R0
141B    90E000  2559            MOV     DPTR,#PORTA1
141E    F0      2560            MOVX    @DPTR,A
141F    00      2561            NOP
1420    22      2562            RET
                2563
                2564
                2565
                2566    ; LINE OUT = L2
1421            2567    OUT_L2J0:
1421    C228    2568            CLR     _MR1
1423    C229    2569            CLR     _AE1
1425    C22A    2570            CLR     _MR2
1427    C22B    2571            CLR     _AE2
```

```
1429    C22C    2572            CLR     _MR3
142B    C22D    2573            CLR     _AE3
142D    C22E    2574            CLR     _MR4
142F    C22F    2575            CLR     _AE4
1431    121FCB  2576            LCALL   DELAY_2mS
1434    753225  2577            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1437    A832    2578            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1439    E6      2579            MOV     A,@R0
143A    90E000  2580            MOV     DPTR,#PORTA1
143D    F0      2581            MOVX    @DPTR,A
143E    121FCB  2582            LCALL   DELAY_2mS
1441    C230    2583            CLR     _A0A
1443    D231    2584            SETB    _A1A
1445    C232    2585            CLR     _A2A
1447    D233    2586            SETB    _D0A
1449    C234    2587            CLR     _D1A
144B    C235    2588            CLR     _D2A
144D    C236    2589            CLR     _D3A
144F    C237    2590            CLR     _NCA
1451    121FCB  2591            LCALL   DELAY_2mS
1454    753227  2592            MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
1457    A832    2593            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1459    E6      2594            MOV     A,@R0
145A    90C000  2595            MOV     DPTR,#PORTA2
```



```
145D    F0      2596            MOVX    @DPTR,A
145E    121FCB  2597            LCALL   DELAY_2mS
1461    C228    2598            CLR     _MR1
1463    D229    2599            SETB    _AE1
1465    C22A    2600            CLR     _MR2
1467    D22B    2601            SETB    _AE2
1469    C22C    2602            CLR     _MR3
146B    C22D    2603            CLR     _AE3
146D    C22E    2604            CLR     _MR4
146F    C22F    2605            CLR     _AE4
1471    121FCB  2606            LCALL   DELAY_2mS
1474    753225  2607            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1477    A832    2608            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1479    E6      2609            MOV     A,@R0
147A    90E000  2610            MOV     DPTR,#PORTA1
147D    F0      2611            MOVX    @DPTR,A
147E    00      2612            NOP
147F    22      2613            RET
                2614
1480            2615    OUT_L2J1:
1480    C228    2616            CLR     _MR1
1482    C229    2617            CLR     _AE1
1484    C22A    2618            CLR     _MR2
1486    C22B    2619            CLR     _AE2
1488    C22C    2620            CLR     _MR3
148A    C22D    2621            CLR     _AE3
148C    C22E    2622            CLR     _MR4
148E    C22F    2623            CLR     _AE4
```

```
1490    121FCB    2624                LCALL DELAY_2mS
1493    753225    2625                MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1496    A832      2626                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1498    E6        2627                MOV   A,@R0
1499    90E000    2628                MOV   DPTR,#PORTA1
149C    F0        2629                MOVX  @DPTR,A
149D    121FCB    2630                LCALL DELAY_2mS
14A0    C230      2631                CLR   _A0A
14A2    D231      2632                SETB  _A1A
14A4    C232      2633                CLR   _A2A
14A6    C233      2634                CLR   _D0A
14A8    D234      2635                SETB  _D1A
14AA    C235      2636                CLR   _D2A
14AC    C236      2637                CLR   _D3A
14AE    C237      2638                CLR   _NCA
14B0    121FCB    2639                LCALL DELAY_2mS
14B3    753227    2640                MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
14B6    A832      2641                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
14B8    E6        2642                MOV   A,@R0
14B9    90C000    2643                MOV   DPTR,#PORTA2
14BC    F0        2644                MOVX  @DPTR,A
14BD    121FCB    2645                LCALL DELAY_2mS
14C0    C228      2646                CLR   _MR1
14C2    D229      2647                SETB  _AE1
14C4    C22A      2648                CLR   _MR2
14C6    D22B      2649                SETB  _AE2
14C8    C22C      2650                CLR   _MR3
14CA    C22D      2651                CLR   _AE3
14CC    C22E      2652                CLR   _MR4
14CE    C22F      2653                CLR   _AE4
14D0    121FCB    2654                LCALL DELAY_2mS
```



```
14D3    753225    2655                MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
14D6    A832      2656                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
14D8    E6        2657                MOV   A,@R0
14D9    90E000    2658                MOV   DPTR,#PORTA1
14DC    F0        2659                MOVX  @DPTR,A
14DD    00        2660                NOP
14DE    22        2661                RET
                  2662
14DF              2663    OUT_L2J2:
14DF    C228      2664                CLR   _MR1
14E1    C229      2665                CLR   _AE1
14E3    C22A      2666                CLR   _MR2
14E5    C22B      2667                CLR   _AE2
14E7    C22C      2668                CLR   _MR3
14E9    C22D      2669                CLR   _AE3
14EB    C22E      2670                CLR   _MR4
14ED    C22F      2671                CLR   _AE4
14EF    121FCB    2672                LCALL DELAY_2mS
14F2    753225    2673                MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
14F5    A832      2674                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
14F7    E6        2675                MOV   A,@R0
```

```
14F8    90E000  2676            MOV   DPTR,#PORTA1
14FB    F0      2677            MOVX  @DPTR,A
14FC    121FCB  2678            LCALL DELAY_2mS
14FF    C230    2679            CLR   _A0A
1501    D231    2680            SETB  _A1A
1503    C232    2681            CLR   _A2A
1505    C233    2682            CLR   _D0A
1507    C234    2683            CLR   _D1A
1509    D235    2684            SETB  _D2A
150B    C236    2685            CLR   _D3A
150D    C237    2686            CLR   _NCA
150F    121FCB  2687            LCALL DELAY_2mS
1512    753227  2688            MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
1515    A832    2689            MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1517    E6      2690            MOV   A,@R0
1518    90C000  2691            MOV   DPTR,#PORTA2
151B    F0      2692            MOVX  @DPTR,A
151C    121FCB  2693            LCALL DELAY_2mS
151F    C228    2694            CLR   _MR1
1521    D229    2695            SETB  _AE1
1523    C22A    2696            CLR   _MR2
1525    D22B    2697            SETB  _AE2
1527    C22C    2698            CLR   _MR3
1529    C22D    2699            CLR   _AE3
152B    C22E    2700            CLR   _MR4
152D    C22F    2701            CLR   _AE4
152F    121FCB  2702            LCALL DELAY_2mS
1532    753225  2703            MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1535    A832    2704            MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1537    E6      2705            MOV   A,@R0
1538    90E000  2706            MOV   DPTR,#PORTA1
153B    F0      2707            MOVX  @DPTR,A
153C    00      2708            NOP
153D    22      2709            RET
                2710
153E            2711    OUT_L2J3:
153E    C228    2712            CLR   _MR1
1540    C229    2713            CLR   _AE1
```



```
1542    C22A    2714            CLR   _MR2
1544    C22B    2715            CLR   _AE2
1546    C22C    2716            CLR   _MR3
1548    C22D    2717            CLR   _AE3
154A    C22E    2718            CLR   _MR4
154C    C22F    2719            CLR   _AE4
154E    121FCB  2720            LCALL DELAY_2mS
1551    753225  2721            MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1554    A832    2722            MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1556    E6      2723            MOV   A,@R0
1557    90E000  2724            MOV   DPTR,#PORTA1
155A    F0      2725            MOVX  @DPTR,A
155B    121FCB  2726            LCALL DELAY_2mS
155E    C230    2727            CLR   _A0A
```

```
1560    D231    2728            SETB    _A1A
1562    C232    2729            CLR     _A2A
1564    C233    2730            CLR     _D0A
1566    C234    2731            CLR     _D1A
1568    C235    2732            CLR     _D2A
156A    D236    2733            SETB    _D3A
156C    C237    2734            CLR     _NCA
156E    121FCB  2735            LCALL   DELAY_2mS
1571    753227  2736            MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
1574    A832    2737            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1576    E6      2738            MOV     A,@R0
1577    90C000  2739            MOV     DPTR,#PORTA2
157A    F0      2740            MOVX    @DPTR,A
157B    121FCB  2741            LCALL   DELAY_2mS
157E    C228    2742            CLR     _MR1
1580    D229    2743            SETB    _AE1
1582    C22A    2744            CLR     _MR2
1584    D22B    2745            SETB    _AE2
1586    C22C    2746            CLR     _MR3
1588    C22D    2747            CLR     _AE3
158A    C22E    2748            CLR     _MR4
158C    C22F    2749            CLR     _AE4
158E    121FCB  2750            LCALL   DELAY_2mS
1591    753225  2751            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1594    A832    2752            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1596    E6      2753            MOV     A,@R0
1597    90E000  2754            MOV     DPTR,#PORTA1
159A    F0      2755            MOVX    @DPTR,A
159B    00      2756            NOP
159C    22      2757            RET
                2758
                2759
                2760
                2761    ; LINE OUT = L3
159D            2762    OUT_L3J0:
159D    C228    2763            CLR     _MR1
159F    C229    2764            CLR     _AE1
15A1    C22A    2765            CLR     _MR2
15A3    C22B    2766            CLR     _AE2
15A5    C22C    2767            CLR     _MR3
15A7    C22D    2768            CLR     _AE3
15A9    C22E    2769            CLR     _MR4
15AB    C22F    2770            CLR     _AE4
15AD    121FCB  2771            LCALL   DELAY_2mS
15B0    753225  2772            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
```



```
15B3    A832    2773            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
15B5    E6      2774            MOV     A,@R0
15B6    90E000  2775            MOV     DPTR,#PORTA1
15B9    F0      2776            MOVX    @DPTR,A
15BA    121FCB  2777            LCALL   DELAY_2mS
15BD    D230    2778            SETB    _A0A
15BF    D231    2779            SETB    _A1A
```

```
15C1  C232    2780          CLR   _A2A
15C3  D233    2781          SETB  _D0A
15C5  C234    2782          CLR   _D1A
15C7  C235    2783          CLR   _D2A
15C9  C236    2784          CLR   _D3A
15CB  C237    2785          CLR   _NCA
15CD  121FCB  2786          LCALL DELAY_2mS
15D0  753227  2787          MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
15D3  A832    2788          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
15D5  E6      2789          MOV   A,@R0
15D6  90C000  2790          MOV   DPTR,#PORTA2
15D9  F0      2791          MOVX  @DPTR,A
15DA  121FCB  2792          LCALL DELAY_2mS
15DD  C228    2793          CLR   _MR1
15DF  D229    2794          SETB  _AE1
15E1  C22A    2795          CLR   _MR2
15E3  D22B    2796          SETB  _AE2
15E5  C22C    2797          CLR   _MR3
15E7  C22D    2798          CLR   _AE3
15E9  C22E    2799          CLR   _MR4
15EB  C22F    2800          CLR   _AE4
15ED  121FCB  2801          LCALL DELAY_2mS
15F0  753225  2802          MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
15F3  A832    2803          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
15F5  E6      2804          MOV   A,@R0
15F6  90E000  2805          MOV   DPTR,#PORTA1
15F9  F0      2806          MOVX  @DPTR,A
15FA  00      2807          NOP
15FB  22      2808          RET
              2809
15FC          2810  OUT_L3J1:
15FC  C228    2811          CLR   _MR1
15FE  C229    2812          CLR   _AE1
1600  C22A    2813          CLR   _MR2
1602  C22B    2814          CLR   _AE2
1604  C22C    2815          CLR   _MR3
1606  C22D    2816          CLR   _AE3
1608  C22E    2817          CLR   _MR4
160A  C22F    2818          CLR   _AE4
160C  121FCB  2819          LCALL DELAY_2mS
160F  753225  2820          MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1612  A832    2821          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1614  E6      2822          MOV   A,@R0
1615  90E000  2823          MOV   DPTR,#PORTA1
1618  F0      2824          MOVX  @DPTR,A
1619  121FCB  2825          LCALL DELAY_2mS
161C  D230    2826          SETB  _A0A
161E  D231    2827          SETB  _A1A
1620  C232    2828          CLR   _A2A
1622  C233    2829          CLR   _D0A
1624  D234    2830          SETB  _D1A
1626  C235    2831          CLR   _D2A
```

```
1628  C236    2832                CLR   _D3A
162A  C237    2833                CLR   _NCA
162C  121FCB  2834                LCALL DELAY_2mS
162F  753227  2835                MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
1632  A832    2836                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1634  E6      2837                MOV   A,@R0
1635  90C000  2838                MOV   DPTR,#PORTA2
1638  F0      2839                MOVX  @DPTR,A
1639  121FCB  2840                LCALL DELAY_2mS
163C  C228    2841                CLR   _MR1
163E  D229    2842                SETB  _AE1
1640  C22A    2843                CLR   _MR2
1642  D22B    2844                SETB  _AE2
1644  C22C    2845                CLR   _MR3
1646  C22D    2846                CLR   _AE3
1648  C22E    2847                CLR   _MR4
164A  C22F    2848                CLR   _AE4
164C  121FCB  2849                LCALL DELAY_2mS
164F  753225  2850                MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1652  A832    2851                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1654  E6      2852                MOV   A,@R0
1655  90E000  2853                MOV   DPTR,#PORTA1
1658  F0      2854                MOVX  @DPTR,A
1659  00      2855                NOP
165A  22      2856                RET
              2857
165B          2858  OUT_L3J2:
165B  C228    2859                CLR   _MR1
165D  C229    2860                CLR   _AE1
165F  C22A    2861                CLR   _MR2
1661  C22B    2862                CLR   _AE2
1663  C22C    2863                CLR   _MR3
1665  C22D    2864                CLR   _AE3
1667  C22E    2865                CLR   _MR4
1669  C22F    2866                CLR   _AE4
166B  121FCB  2867                LCALL DELAY_2mS
166E  753225  2868                MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1671  A832    2869                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1673  E6      2870                MOV   A,@R0
1674  90E000  2871                MOV   DPTR,#PORTA1
1677  F0      2872                MOVX  @DPTR,A
1678  121FCB  2873                LCALL DELAY_2mS
167B  D230    2874                SETB  _A0A
167D  D231    2875                SETB  _A1A
167F  C232    2876                CLR   _A2A
1681  C233    2877                CLR   _D0A
1683  C234    2878                CLR   _D1A
1685  D235    2879                SETB  _D2A
1687  C236    2880                CLR   _D3A
1689  C237    2881                CLR   _NCA
168B  121FCB  2882                LCALL DELAY_2mS
168E  753227  2883                MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
1691  A832    2884                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1693  E6      2885                MOV   A,@R0
1694  90C000  2886                MOV   DPTR,#PORTA2
1697  F0      2887                MOVX  @DPTR,A
```

```
1698    121FCB    2888                LCALL DELAY_2mS
169B    C228      2889                CLR   _MR1
169D    D229      2890                SETB  _AE1
```



```
169F    C22A      2891                CLR   _MR2
16A1    D22B      2892                SETB  _AE2
16A3    C22C      2893                CLR   _MR3
16A5    C22D      2894                CLR   _AE3
16A7    C22E      2895                CLR   _MR4
16A9    C22F      2896                CLR   _AE4
16AB    121FCB    2897                LCALL DELAY_2mS
16AE    753225    2898                MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
16B1    A832      2899                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
16B3    E6        2900                MOV   A,@R0
16B4    90E000    2901                MOV   DPTR,#PORTA1
16B7    F0        2902                MOVX  @DPTR,A
16B8    00        2903                NOP
16B9    22        2904                RET
                  2905
16BA              2906    OUT_L3J3:
16BA    C228      2907                CLR   _MR1
16BC    C229      2908                CLR   _AE1
16BE    C22A      2909                CLR   _MR2
16C0    C22B      2910                CLR   _AE2
16C2    C22C      2911                CLR   _MR3
16C4    C22D      2912                CLR   _AE3
16C6    C22E      2913                CLR   _MR4
16C8    C22F      2914                CLR   _AE4
16CA    121FCB    2915                LCALL DELAY_2mS
16CD    753225    2916                MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
16D0    A832      2917                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
16D2    E6        2918                MOV   A,@R0
16D3    90E000    2919                MOV   DPTR,#PORTA1
16D6    F0        2920                MOVX  @DPTR,A
16D7    121FCB    2921                LCALL DELAY_2mS
16DA    D230      2922                SETB  _A0A
16DC    D231      2923                SETB  _A1A
16DE    C232      2924                CLR   _A2A
16E0    C233      2925                CLR   _D0A
16E2    C234      2926                CLR   _D1A
16E4    C235      2927                CLR   _D2A
16E6    D236      2928                SETB  _D3A
16E8    C237      2929                CLR   _NCA
16EA    121FCB    2930                LCALL DELAY_2mS
16ED    753227    2931                MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
16F0    A832      2932                MOV   R0,INDEXW_CNT_B
16F2    E6        2933                MOV   A,@R0
16F3    90C000    2934                MOV   DPTR,#PORTA2
16F6    F0        2935                MOVX  @DPTR,A
16F7    121FCB    2936                LCALL DELAY_2mS
16FA    C228      2937                CLR   _MR1
16FC    D229      2938                SETB  _AE1
16FE    C22A      2939                CLR   _MR2
```

```
1700    D22B    2940        SETB    _AE2
1702    C22C    2941        CLR     _MR3
1704    C22D    2942        CLR     _AE3
1706    C22E    2943        CLR     _MR4
1708    C22F    2944        CLR     _AE4
170A    121FCB  2945        LCALL   DELAY_2mS
170D    753225  2946        MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1710    A832    2947        MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1712    E6      2948        MOV     A,@R0
1713    90E000  2949        MOV     DPTR,#PORTA1
```



```
1716    F0      2950        MOVX    @DPTR,A
1717    00      2951        NOP
1718    22      2952        RET
                2953
                2954
                2955
                2956    ; LINE OUT = L4
1719            2957    OUT_L4J0:
1719    C228    2958        CLR     _MR1
171B    C229    2959        CLR     _AE1
171D    C22A    2960        CLR     _MR2
171F    C22B    2961        CLR     _AE2
1721    C22C    2962        CLR     _MR3
1723    C22D    2963        CLR     _AE3
1725    C22E    2964        CLR     _MR4
1727    C22F    2965        CLR     _AE4
1729    121FCB  2966        LCALL   DELAY_2mS
172C    753225  2967        MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
172F    A832    2968        MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1731    E6      2969        MOV     A,@R0
1732    90E000  2970        MOV     DPTR,#PORTA1
1735    F0      2971        MOVX    @DPTR,A
1736    121FCB  2972        LCALL   DELAY_2mS
1739    C230    2973        CLR     _A0A
173B    C231    2974        CLR     _A1A
173D    D232    2975        SETB    _A2A
173F    D233    2976        SETB    _D0A
1741    C234    2977        CLR     _D1A
1743    C235    2978        CLR     _D2A
1745    C236    2979        CLR     _D3A
1747    C237    2980        CLR     _NCA
1749    121FCB  2981        LCALL   DELAY_2mS
174C    753227  2982        MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
174F    A832    2983        MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1751    E6      2984        MOV     A,@R0
1752    90C000  2985        MOV     DPTR,#PORTA2
1755    F0      2986        MOVX    @DPTR,A
1756    121FCB  2987        LCALL   DELAY_2mS
1759    C228    2988        CLR     _MR1
175B    D229    2989        SETB    _AE1
175D    C22A    2990        CLR     _MR2
175F    D22B    2991        SETB    _AE2
```

```
1761    C22C    2992                    CLR     _MR3
1763    C22D    2993                    CLR     _AE3
1765    C22E    2994                    CLR     _MR4
1767    C22F    2995                    CLR     _AE4
1769    121FCB  2996                    LCALL   DELAY_2mS
176C    753225  2997                    MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
176F    A832    2998                    MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1771    E6      2999                    MOV     A,@R0
1772    90E000  3000                    MOV     DPTR,#PORTA1
1775    F0      3001                    MOVX    @DPTR,A
1776    00      3002                    NOP
1777    22      3003                    RET
                3004
1778            3005    OUT_L4J1:
1778    C228    3006                    CLR     _MR1
177A    C229    3007                    CLR     _AE1
177C    C22A    3008                    CLR     _MR2
```



```
177E    C22B    3009                    CLR     _AE2
1780    C22C    3010                    CLR     _MR3
1782    C22D    3011                    CLR     _AE3
1784    C22E    3012                    CLR     _MR4
1786    C22F    3013                    CLR     _AE4
1788    121FCB  3014                    LCALL   DELAY_2mS
178B    753225  3015                    MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
178E    A832    3016                    MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1790    E6      3017                    MOV     A,@R0
1791    90E000  3018                    MOV     DPTR,#PORTA1
1794    F0      3019                    MOVX    @DPTR,A
1795    121FCB  3020                    LCALL   DELAY_2mS
1798    C230    3021                    CLR     _A0A
179A    C231    3022                    CLR     _A1A
179C    D232    3023                    SETB    _A2A
179E    C233    3024                    CLR     _D0A
17A0    D234    3025                    SETB    _D1A
17A2    C235    3026                    CLR     _D2A
17A4    C236    3027                    CLR     _D3A
17A6    C237    3028                    CLR     _NCA
17A8    121FCB  3029                    LCALL   DELAY_2mS
17AB    753227  3030                    MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
17AE    A832    3031                    MOV     R0,INDEXW_CNT_B
17B0    E6      3032                    MOV     A,@R0
17B1    90C000  3033                    MOV     DPTR,#PORTA2
17B4    F0      3034                    MOVX    @DPTR,A
17B5    121FCB  3035                    LCALL   DELAY_2mS
17B8    C228    3036                    CLR     _MR1
17BA    D229    3037                    SETB    _AE1
17BC    C22A    3038                    CLR     _MR2
17BE    D22B    3039                    SETB    _AE2
17C0    C22C    3040                    CLR     _MR3
17C2    C22D    3041                    CLR     _AE3
17C4    C22E    3042                    CLR     _MR4
17C6    C22F    3043                    CLR     _AE4
```

```
17C8    121FCB  3044                    LCALL DELAY_2mS
17CB    753225  3045                    MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
17CE    A832    3046                    MOV   R0,INDEXW_CNT_B
17D0    E6      3047                    MOV   A,@R0
17D1    90E000  3048                    MOV   DPTR,#PORTA1
17D4    F0      3049                    MOVX  @DPTR,A
17D5    00      3050                    NOP
17D6    22      3051                    RET
                3052
17D7            3053            OUT_L4J2:
17D7    C228    3054                    CLR   _MR1
17D9    C229    3055                    CLR   _AE1
17DB    C22A    3056                    CLR   _MR2
17DD    C22B    3057                    CLR   _AE2
17DF    C22C    3058                    CLR   _MR3
17E1    C22D    3059                    CLR   _AE3
17E3    C22E    3060                    CLR   _MR4
17E5    C22F    3061                    CLR   _AE4
17E7    121FCB  3062                    LCALL DELAY_2mS
17EA    753225  3063                    MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
17ED    A832    3064                    MOV   R0,INDEXW_CNT_B
17EF    E6      3065                    MOV   A,@R0
17F0    90E000  3066                    MOV   DPTR,#PORTA1
17F3    F0      3067                    MOVX  @DPTR,A
```



```
17F4    121FCB  3068                    LCALL DELAY_2mS
17F7    C230    3069                    CLR   _A0A
17F9    C231    3070                    CLR   _A1A
17FB    D232    3071                    SETB  _A2A
17FD    C233    3072                    CLR   _D0A
17FF    C234    3073                    CLR   _D1A
1801    D235    3074                    SETB  _D2A
1803    C236    3075                    CLR   _D3A
1805    C237    3076                    CLR   _NCA
1807    121FCB  3077                    LCALL DELAY_2mS
180A    753227  3078                    MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
180D    A832    3079                    MOV   R0,INDEXW_CNT_B
180F    E6      3080                    MOV   A,@R0
1810    90C000  3081                    MOV   DPTR,#PORTA2
1813    F0      3082                    MOVX  @DPTR,A
1814    121FCB  3083                    LCALL DELAY_2mS
1817    C228    3084                    CLR   _MR1
1819    D229    3085                    SETB  _AE1
181B    C22A    3086                    CLR   _MR2
181D    D22B    3087                    SETB  _AE2
181F    C22C    3088                    CLR   _MR3
1821    C22D    3089                    CLR   _AE3
1823    C22E    3090                    CLR   _MR4
1825    C22F    3091                    CLR   _AE4
1827    121FCB  3092                    LCALL DELAY_2mS
182A    753225  3093                    MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
182D    A832    3094                    MOV   R0,INDEXW_CNT_B
182F    E6      3095                    MOV   A,@R0
```

```
1830  90E000  3096                  MOV   DPTR,#PORTA1
1833  F0      3097                  MOVX  @DPTR,A
1834  00      3098                  NOP
1835  22      3099                  RET
              3100
1836          3101          OUT_L4J3:
1836  C228    3102                  CLR   _MR1
1838  C229    3103                  CLR   _AE1
183A  C22A    3104                  CLR   _MR2
183C  C22B    3105                  CLR   _AE2
183E  C22C    3106                  CLR   _MR3
1840  C22D    3107                  CLR   _AE3
1842  C22E    3108                  CLR   _MR4
1844  C22F    3109                  CLR   _AE4
1846  121FCB  3110                  LCALL DELAY_2mS
1849  753225  3111                  MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
184C  A832    3112                  MOV   R0,INDEXW_CNT_B
184E  E6      3113                  MOV   A,@R0
184F  90E000  3114                  MOV   DPTR,#PORTA1
1852  F0      3115                  MOVX  @DPTR,A
1853  121FCB  3116                  LCALL DELAY_2mS
1856  C230    3117                  CLR   _A0A
1858  C231    3118                  CLR   _A1A
185A  D232    3119                  SETB  _A2A
185C  C233    3120                  CLR   _D0A
185E  C234    3121                  CLR   _D1A
1860  C235    3122                  CLR   _D2A
1862  D236    3123                  SETB  _D3A
1864  C237    3124                  CLR   _NCA
1866  121FCB  3125                  LCALL DELAY_2mS
1869  753227  3126                  MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
```



```
186C  A832    3127                  MOV   R0,INDEXW_CNT_B
186E  E6      3128                  MOV   A,@R0
186F  90C000  3129                  MOV   DPTR,#PORTA2
1872  F0      3130                  MOVX  @DPTR,A
1873  121FCB  3131                  LCALL DELAY_2mS
1876  C228    3132                  CLR   _MR1
1878  D229    3133                  SETB  _AE1
187A  C22A    3134                  CLR   _MR2
187C  D22B    3135                  SETB  _AE2
187E  C22C    3136                  CLR   _MR3
1880  C22D    3137                  CLR   _AE3
1882  C22E    3138                  CLR   _MR4
1884  C22F    3139                  CLR   _AE4
1886  121FCB  3140                  LCALL DELAY_2mS
1889  753225  3141                  MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
188C  A832    3142                  MOV   R0,INDEXW_CNT_B
188E  E6      3143                  MOV   A,@R0
188F  90E000  3144                  MOV   DPTR,#PORTA1
1892  F0      3145                  MOVX  @DPTR,A
1893  00      3146                  NOP
1894  22      3147                  RET
```

```
                        3148
                        3149
                        3150
                        3151    ; LINE OUT = L5
1895                    3152    OUT_L5J0:
1895    C228            3153            CLR     _MR1
1897    C229            3154            CLR     _AE1
1899    C22A            3155            CLR     _MR2
189B    C22B            3156            CLR     _AE2
189D    C22C            3157            CLR     _MR3
189F    C22D            3158            CLR     _AE3
18A1    C22E            3159            CLR     _MR4
18A3    C22F            3160            CLR     _AE4
18A5    121FCB          3161            LCALL   DELAY_2mS
18A8    753225          3162            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
18AB    A832            3163            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
18AD    E6              3164            MOV     A,@R0
18AE    90E000          3165            MOV     DPTR,#PORTA1
18B1    F0              3166            MOVX    @DPTR,A
18B2    121FCB          3167            LCALL   DELAY_2mS
18B5    D230            3168            SETB    _A0A
18B7    C231            3169            CLR     _A1A
18B9    D232            3170            SETB    _A2A
18BB    D233            3171            SETB    _D0A
18BD    C234            3172            CLR     _D1A
18BF    C235            3173            CLR     _D2A
18C1    C236            3174            CLR     _D3A
18C3    C237            3175            CLR     _NCA
18C5    121FCB          3176            LCALL   DELAY_2mS
18C8    753227          3177            MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
18CB    A832            3178            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
18CD    E6              3179            MOV     A,@R0
18CE    90C000          3180            MOV     DPTR,#PORTA2
18D1    F0              3181            MOVX    @DPTR,A
18D2    121FCB          3182            LCALL   DELAY_2mS
18D5    C228            3183            CLR     _MR1
18D7    D229            3184            SETB    _AE1
18D9    C22A            3185            CLR     _MR2
```



```
18DB    D22B            3186            SETB    _AE2
18DD    C22C            3187            CLR     _MR3
18DF    C22D            3188            CLR     _AE3
18E1    C22E            3189            CLR     _MR4
18E3    C22F            3190            CLR     _AE4
18E5    121FCB          3191            LCALL   DELAY_2mS
18E8    753225          3192            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
18EB    A832            3193            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
18ED    E6              3194            MOV     A,@R0
18EE    90E000          3195            MOV     DPTR,#PORTA1
18F1    F0              3196            MOVX    @DPTR,A
18F2    00              3197            NOP
18F3    22              3198            RET
                        3199
```

```
18F4                    3200    OUT_L5J1:
18F4    C228            3201            CLR     _MR1
18F6    C229            3202            CLR     _AE1
18F8    C22A            3203            CLR     _MR2
18FA    C22B            3204            CLR     _AE2
18FC    C22C            3205            CLR     _MR3
18FE    C22D            3206            CLR     _AE3
1900    C22E            3207            CLR     _MR4
1902    C22F            3208            CLR     _AE4
1904    121FCB          3209            LCALL   DELAY_2mS
1907    753225          3210            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
190A    A832            3211            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
190C    E6              3212            MOV     A,@R0
190D    90E000          3213            MOV     DPTR,#PORTA1
1910    F0              3214            MOVX    @DPTR,A
1911    121FCB          3215            LCALL   DELAY_2mS
1914    D230            3216            SETB    _A0A
1916    C231            3217            CLR     _A1A
1918    D232            3218            SETB    _A2A
191A    C233            3219            CLR     _D0A
191C    D234            3220            SETB    _D1A
191E    C235            3221            CLR     _D2A
1920    C236            3222            CLR     _D3A
1922    C237            3223            CLR     _NCA
1924    121FCB          3224            LCALL   DELAY_2mS
1927    753227          3225            MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
192A    A832            3226            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
192C    E6              3227            MOV     A,@R0
192D    90C000          3228            MOV     DPTR,#PORTA2
1930    F0              3229            MOVX    @DPTR,A
1931    121FCB          3230            LCALL   DELAY_2mS
1934    C228            3231            CLR     _MR1
1936    D229            3232            SETB    _AE1
1938    C22A            3233            CLR     _MR2
193A    D22B            3234            SETB    _AE2
193C    C22C            3235            CLR     _MR3
193E    C22D            3236            CLR     _AE3
1940    C22E            3237            CLR     _MR4
1942    C22F            3238            CLR     _AE4
1944    121FCB          3239            LCALL   DELAY_2mS
1947    753225          3240            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
194A    A832            3241            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
194C    E6              3242            MOV     A,@R0
194D    90E000          3243            MOV     DPTR,#PORTA1
1950    F0              3244            MOVX    @DPTR,A
```



```
1951    00              3245            NOP
1952    22              3246            RET
                        3247
1953                    3248    OUT_L5J2:
1953    C228            3249            CLR     _MR1
1955    C229            3250            CLR     _AE1
1957    C22A            3251            CLR     _MR2
```

```
1959    C22B    3252
195B    C22C    3253
195D    C22D    3254
195F    C22E    3255
1961    C22F    3256
1963    121FCB  3257
1966    753225  3258
1969    A832    3259
196B    E6      3260
196C    90E000  3261
196F    F0      3262
1970    121FCB  3263
1973    D230    3264
1975    C231    3265
1977    D232    3266
1979    C233    3267
197B    C234    3268
197D    D235    3269
197F    C236    3270
1981    C237    3271
1983    121FCB  3272
1986    753227  3273
1989    A832    3274
198B    E6      3275
198C    90C000  3276
198F    F0      3277
1990    121FCB  3278
1993    C228    3279
1995    D229    3280
1997    C22A    3281
1999    D22B    3282
199B    C22C    3283
199D    C22D    3284
199F    C22E    3285
19A1    C22F    3286
19A3    121FCB  3287
19A6    753225  3288
19A9    A832    3289
19AB    E6      3290
19AC    90E000  3291
19AF    F0      3292
19B0    00      3293
19B1    22      3294
                3295
19B2            3296        OUT_L5J3:
19B2    C228    3297            CLR     _AE2
19B4    C229    3298            CLR     _MR3
19B6    C22A    3299            CLR     _AE3
19B8    C22B    3300            CLR     _MR4
19BA    C22C    3301            CLR     _AE4
19BC    C22D    3302            LCALL   DELAY_2mS
19BE    C22E    3303            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
                                MOV     R0,INDEXW_CNT_B
                                MOV     A,@R0
                                MOV     DPTR,#PORTA1
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   DELAY_2mS
                                SETB    _A0A
                                CLR     _A1A
                                SETB    _A2A
                                CLR     _D0A
                                CLR     _D1A
                                SETB    _D2A
                                CLR     _D3A
                                CLR     _NCA
                                LCALL   DELAY_2mS
                                MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
                                MOV     R0,INDEXW_CNT_B
                                MOV     A,@R0
                                MOV     DPTR,#PORTA2
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   DELAY_2mS
                                CLR     _MR1
                                SETB    _AE1
                                CLR     _MR2
                                SETB    _AE2
                                CLR     _MR3
                                CLR     _AE3
                                CLR     _MR4
                                CLR     _AE4
                                LCALL   DELAY_2mS
                                MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
                                MOV     R0,INDEXW_CNT_B
                                MOV     A,@R0
                                MOV     DPTR,#PORTA1
                                MOVX    @DPTR,A
                                NOP
                                RET


                                CLR     _MR1
                                CLR     _AE1
                                CLR     _MR2
                                CLR     _AE2
                                CLR     _MR3
                                CLR     _AE3
                                CLR     _MR4
```

```
19C0    C22F    3304            CLR     _AE4
19C2    121FCB  3305            LCALL DELAY_2mS
19C5    753225  3306            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
19C8    A832    3307            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
19CA    E6      3308            MOV     A,@R0
19CB    90E000  3309            MOV     DPTR,#PORTA1
19CE    F0      3310            MOVX @DPTR,A
19CF    121FCB  3311            LCALL DELAY_2mS
19D2    D230    3312            SETB    _A0A
19D4    C231    3313            CLR     _A1A
19D6    D232    3314            SETB    _A2A
19D8    C233    3315            CLR     _D0A
19DA    C234    3316            CLR     _D1A
19DC    C235    3317            CLR     _D2A
19DE    D236    3318            SETB    _D3A
19E0    C237    3319            CLR     _NCA
19E2    121FCB  3320            LCALL DELAY_2mS
19E5    753227  3321            MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
19E8    A832    3322            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
19EA    E6      3323            MOV     A,@R0
19EB    90C000  3324            MOV     DPTR,#PORTA2
19EE    F0      3325            MOVX @DPTR,A
19EF    121FCB  3326            LCALL DELAY_2mS
19F2    C228    3327            CLR     _MR1
19F4    D229    3328            SETB    _AE1
19F6    C22A    3329            CLR     _MR2
19F8    D22B    3330            SETB    _AE2
19FA    C22C    3331            CLR     _MR3
19FC    C22D    3332            CLR     _AE3
19FE    C22E    3333            CLR     _MR4
1A00    C22F    3334            CLR     _AE4
1A02    121FCB  3335            LCALL DELAY_2mS
1A05    753225  3336            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1A08    A832    3337            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1A0A    E6      3338            MOV     A,@R0
1A0B    90E000  3339            MOV     DPTR,#PORTA1
1A0E    F0      3340            MOVX @DPTR,A
1A0F    00      3341            NOP
1A10    22      3342            RET
                3343
                3344
                3345
                3346    ; LINE OUT = L6
1A11            3347    OUT_L6J0:
1A11    C228    3348            CLR     _MR1
1A13    C229    3349            CLR     _AE1
1A15    C22A    3350            CLR     _MR2
1A17    C22B    3351            CLR     _AE2
1A19    C22C    3352            CLR     _MR3
1A1B    C22D    3353            CLR     _AE3
1A1D    C22E    3354            CLR     _MR4
1A1F    C22F    3355            CLR     _AE4
1A21    121FCB  3356            LCALL DELAY_2mS
1A24    753225  3357            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1A27    A832    3358            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1A29    E6      3359            MOV     A,@R0
```

```
1A2A    90E000    3360          MOV   DPTR,#PORTA1
1A2D    F0        3361          MOVX  @DPTR,A
1A2E    121FCB    3362          LCALL DELAY_2mS
```



```
1A31    C230      3363          CLR   _A0A
1A33    D231      3364          SETB  _A1A
1A35    D232      3365          SETB  _A2A
1A37    D233      3366          SETB  _D0A
1A39    C234      3367          CLR   _D1A
1A3B    C235      3368          CLR   _D2A
1A3D    C236      3369          CLR   _D3A
1A3F    C237      3370          CLR   _NCA
1A41    121FCB    3371          LCALL DELAY_2mS
1A44    753227    3372          MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
1A47    A832      3373          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1A49    E6        3374          MOV   A,@R0
1A4A    90C000    3375          MOV   DPTR,#PORTA2
1A4D    F0        3376          MOVX  @DPTR,A
1A4E    121FCB    3377          LCALL DELAY_2mS
1A51    C228      3378          CLR   _MR1
1A53    D229      3379          SETB  _AE1
1A55    C22A      3380          CLR   _MR2
1A57    D22B      3381          SETB  _AE2
1A59    C22C      3382          CLR   _MR3
1A5B    C22D      3383          CLR   _AE3
1A5D    C22E      3384          CLR   _MR4
1A5F    C22F      3385          CLR   _AE4
1A61    121FCB    3386          LCALL DELAY_2mS
1A64    753225    3387          MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1A67    A832      3388          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1A69    E6        3389          MOV   A,@R0
1A6A    90E000    3390          MOV   DPTR,#PORTA1
1A6D    F0        3391          MOVX  @DPTR,A
1A6E    00        3392          NOP
1A6F    22        3393          RET
                  3394
1A70              3395  OUT_L6J1:
1A70    C228      3396          CLR   _MR1
1A72    C229      3397          CLR   _AE1
1A74    C22A      3398          CLR   _MR2
1A76    C22B      3399          CLR   _AE2
1A78    C22C      3400          CLR   _MR3
1A7A    C22D      3401          CLR   _AE3
1A7C    C22E      3402          CLR   _MR4
1A7E    C22F      3403          CLR   _AE4
1A80    121FCB    3404          LCALL DELAY_2mS
1A83    753225    3405          MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1A86    A832      3406          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1A88    E6        3407          MOV   A,@R0
1A89    90E000    3408          MOV   DPTR,#PORTA1
1A8C    F0        3409          MOVX  @DPTR,A
1A8D    121FCB    3410          LCALL DELAY_2mS
1A90    C230      3411          CLR   _A0A
```

```
1A92    D231    3412            SETB    _A1A
1A94    D232    3413            SETB    _A2A
1A96    C233    3414            CLR     _D0A
1A98    D234    3415            SETB    _D1A
1A9A    C235    3416            CLR     _D2A
1A9C    C236    3417            CLR     _D3A
1A9E    C237    3418            CLR     _NCA
1AA0    121FCB  3419            LCALL   DELAY_2mS
1AA3    753227  3420            MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
1AA6    A832    3421            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
```



```
1AA8    E6      3422            MOV     A,@R0
1AA9    90C000  3423            MOV     DPTR,#PORTA2
1AAC    F0      3424            MOVX    @DPTR,A
1AAD    121FCB  3425            LCALL   DELAY_2mS
1AB0    C228    3426            CLR     _MR1
1AB2    D229    3427            SETB    _AE1
1AB4    C22A    3428            CLR     _MR2
1AB6    D22B    3429            SETB    _AE2
1AB8    C22C    3430            CLR     _MR3
1ABA    C22D    3431            CLR     _AE3
1ABC    C22E    3432            CLR     _MR4
1ABE    C22F    3433            CLR     _AE4
1AC0    121FCB  3434            LCALL   DELAY_2mS
1AC3    753225  3435            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1AC6    A832    3436            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1AC8    E6      3437            MOV     A,@R0
1AC9    90E000  3438            MOV     DPTR,#PORTA1
1ACC    F0      3439            MOVX    @DPTR,A
1ACD    00      3440            NOP
1ACE    22      3441            RET
                3442
1ACF            3443    OUT_L6J2:
1ACF    C228    3444            CLR     _MR1
1AD1    C229    3445            CLR     _AE1
1AD3    C22A    3446            CLR     _MR2
1AD5    C22B    3447            CLR     _AE2
1AD7    C22C    3448            CLR     _MR3
1AD9    C22D    3449            CLR     _AE3
1ADB    C22E    3450            CLR     _MR4
1ADD    C22F    3451            CLR     _AE4
1ADF    121FCB  3452            LCALL   DELAY_2mS
1AE2    753225  3453            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1AE5    A832    3454            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1AE7    E6      3455            MOV     A,@R0
1AE8    90E000  3456            MOV     DPTR,#PORTA1
1AEB    F0      3457            MOVX    @DPTR,A
1AEC    121FCB  3458            LCALL   DELAY_2mS
1AEF    C230    3459            CLR     _A0A
1AF1    D231    3460            SETB    _A1A
1AF3    D232    3461            SETB    _A2A
1AF5    C233    3462            CLR     _D0A
1AF7    C234    3463            CLR     _D1A
```

```
1AF9    D235    3464            SETB    _D2A
1AFB    C236    3465            CLR     _D3A
1AFD    C237    3466            CLR     _NCA
1AFF    121FCB  3467            LCALL   DELAY_2mS
1B02    753227  3468            MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
1B05    A832    3469            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1B07    E6      3470            MOV     A,@R0
1B08    90C000  3471            MOV     DPTR,#PORTA2
1B0B    F0      3472            MOVX    @DPTR,A
1B0C    121FCB  3473            LCALL   DELAY_2mS
1B0F    C228    3474            CLR     _MR1
1B11    D229    3475            SETB    _AE1
1B13    C22A    3476            CLR     _MR2
1B15    D22B    3477            SETB    _AE2
1B17    C22C    3478            CLR     _MR3
1B19    C22D    3479            CLR     _AE3
1B1B    C22E    3480            CLR     _MR4
```



```
1B1D    C22F    3481            CLR     _AE4
1B1F    121FCB  3482            LCALL   DELAY_2mS
1B22    753225  3483            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1B25    A832    3484            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1B27    E6      3485            MOV     A,@R0
1B28    90E000  3486            MOV     DPTR,#PORTA1
1B2B    F0      3487            MOVX    @DPTR,A
1B2C    00      3488            NOP
1B2D    22      3489            RET
                3490
1B2E            3491    OUT_L6J3:
1B2E    C228    3492            CLR     _MR1
1B30    C229    3493            CLR     _AE1
1B32    C22A    3494            CLR     _MR2
1B34    C22B    3495            CLR     _AE2
1B36    C22C    3496            CLR     _MR3
1B38    C22D    3497            CLR     _AE3
1B3A    C22E    3498            CLR     _MR4
1B3C    C22F    3499            CLR     _AE4
1B3E    121FCB  3500            LCALL   DELAY_2mS
1B41    753225  3501            MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1B44    A832    3502            MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1B46    E6      3503            MOV     A,@R0
1B47    90E000  3504            MOV     DPTR,#PORTA1
1B4A    F0      3505            MOVX    @DPTR,A
1B4B    121FCB  3506            LCALL   DELAY_2mS
1B4E    C230    3507            CLR     _A0A
1B50    D231    3508            SETB    _A1A
1B52    D232    3509            SETB    _A2A
1B54    C233    3510            CLR     _D0A
1B56    C234    3511            CLR     _D1A
1B58    C235    3512            CLR     _D2A
1B5A    D236    3513            SETB    _D3A
1B5C    C237    3514            CLR     _NCA
1B5E    121FCB  3515            LCALL   DELAY_2mS
```

```
1B61    753227    3516          MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
1B64    A832      3517          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1B66    E6        3518          MOV   A,@R0
1B67    90C000    3519          MOV   DPTR,#PORTA2
1B6A    F0        3520          MOVX  @DPTR,A
1B6B    121FCB    3521          LCALL DELAY_2mS
1B6E    C228      3522          CLR   _MR1
1B70    D229      3523          SETB  _AE1
1B72    C22A      3524          CLR   _MR2
1B74    D22B      3525          SETB  _AE2
1B76    C22C      3526          CLR   _MR3
1B78    C22D      3527          CLR   _AE3
1B7A    C22E      3528          CLR   _MR4
1B7C    C22F      3529          CLR   _AE4
1B7E    121FCB    3530          LCALL DELAY_2mS
1B81    753225    3531          MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1B84    A832      3532          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1B86    E6        3533          MOV   A,@R0
1B87    90E000    3534          MOV   DPTR,#PORTA1
1B8A    F0        3535          MOVX  @DPTR,A
1B8B    00        3536          NOP
1B8C    22        3537          RET
                  3538
                  3539
```



```
                  3540
                  3541    ; LINE OUT = L7
1B8D              3542    OUT_L7J0:
1B8D    C228      3543          CLR   _MR1
1B8F    C229      3544          CLR   _AE1
1B91    C22A      3545          CLR   _MR2
1B93    C22B      3546          CLR   _AE2
1B95    C22C      3547          CLR   _MR3
1B97    C22D      3548          CLR   _AE3
1B99    C22E      3549          CLR   _MR4
1B9B    C22F      3550          CLR   _AE4
1B9D    121FCB    3551          LCALL DELAY_2mS
1BA0    753225    3552          MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1BA3    A832      3553          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1BA5    E6        3554          MOV   A,@R0
1BA6    90E000    3555          MOV   DPTR,#PORTA1
1BA9    F0        3556          MOVX  @DPTR,A
1BAA    121FCB    3557          LCALL DELAY_2mS
1BAD    D230      3558          SETB  _A0A
1BAF    D231      3559          SETB  _A1A
1BB1    D232      3560          SETB  _A2A
1BB3    D233      3561          SETB  _D0A
1BB5    C234      3562          CLR   _D1A
1BB7    C235      3563          CLR   _D2A
1BB9    C236      3564          CLR   _D3A
1BBB    C237      3565          CLR   _NCA
1BBD    121FCB    3566          LCALL DELAY_2mS
1BC0    753227    3567          MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
```

```
1BC3    A832      3568          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1BC5    E6        3569          MOV   A,@R0
1BC6    90C000    3570          MOV   DPTR,#PORTA2
1BC9    F0        3571          MOVX  @DPTR,A
1BCA    121FCB    3572          LCALL DELAY_2mS
1BCD    C228      3573          CLR   _MR1
1BCF    D229      3574          SETB  _AE1
1BD1    C22A      3575          CLR   _MR2
1BD3    D22B      3576          SETB  _AE2
1BD5    C22C      3577          CLR   _MR3
1BD7    C22D      3578          CLR   _AE3
1BD9    C22E      3579          CLR   _MR4
1BDB    C22F      3580          CLR   _AE4
1BDD    121FCB    3581          LCALL DELAY_2mS
1BE0    753225    3582          MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1BE3    A832      3583          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1BE5    E6        3584          MOV   A,@R0
1BE6    90E000    3585          MOV   DPTR,#PORTA1
1BE9    F0        3586          MOVX  @DPTR,A
1BEA    00        3587          NOP
1BEB    22        3588          RET
                  3589
1BEC              3590  OUT_L7J1:
1BEC    C228      3591          CLR   _MR1
1BEE    C229      3592          CLR   _AE1
1BF0    C22A      3593          CLR   _MR2
1BF2    C22B      3594          CLR   _AE2
1BF4    C22C      3595          CLR   _MR3
1BF6    C22D      3596          CLR   _AE3
1BF8    C22E      3597          CLR   _MR4
1BFA    C22F      3598          CLR   _AE4
```



```
1BFC    121FCB    3599          LCALL DELAY_2mS
1BFF    753225    3600          MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1C02    A832      3601          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1C04    E6        3602          MOV   A,@R0
1C05    90E000    3603          MOV   DPTR,#PORTA1
1C08    F0        3604          MOVX  @DPTR,A
1C09    121FCB    3605          LCALL DELAY_2mS
1C0C    D230      3606          SETB  _A0A
1C0E    D231      3607          SETB  _A1A
1C10    D232      3608          SETB  _A2A
1C12    C233      3609          CLR   _D0A
1C14    D234      3610          SETB  _D1A
1C16    C235      3611          CLR   _D2A
1C18    C236      3612          CLR   _D3A
1C1A    C237      3613          CLR   _NCA
1C1C    121FCB    3614          LCALL DELAY_2mS
1C1F    753227    3615          MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
1C22    A832      3616          MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1C24    E6        3617          MOV   A,@R0
1C25    90C000    3618          MOV   DPTR,#PORTA2
1C28    F0        3619          MOVX  @DPTR,A
```

```
1C29    121FCB  3620                    LCALL DELAY_2mS
1C2C    C228    3621                    CLR   _MR1
1C2E    D229    3622                    SETB  _AE1
1C30    C22A    3623                    CLR   _MR2
1C32    D22B    3624                    SETB  _AE2
1C34    C22C    3625                    CLR   _MR3
1C36    C22D    3626                    CLR   _AE3
1C38    C22E    3627                    CLR   _MR4
1C3A    C22F    3628                    CLR   _AE4
1C3C    121FCB  3629                    LCALL DELAY_2mS
1C3F    753225  3630                    MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1C42    A832    3631                    MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1C44    E6      3632                    MOV   A,@R0
1C45    90E000  3633                    MOV   DPTR,#PORTA1
1C48    F0      3634                    MOVX  @DPTR,A
1C49    00      3635                    NOP
1C4A    22      3636                    RET
                3637
1C4B            3638    OUT_L7J2:
1C4B    C228    3639                    CLR   _MR1
1C4D    C229    3640                    CLR   _AE1
1C4F    C22A    3641                    CLR   _MR2
1C51    C22B    3642                    CLR   _AE2
1C53    C22C    3643                    CLR   _MR3
1C55    C22D    3644                    CLR   _AE3
1C57    C22E    3645                    CLR   _MR4
1C59    C22F    3646                    CLR   _AE4
1C5B    121FCB  3647                    LCALL DELAY_2mS
1C5E    753225  3648                    MOV   INDEXW_CNT_B,#025H
1C61    A832    3649                    MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1C63    E6      3650                    MOV   A,@R0
1C64    90E000  3651                    MOV   DPTR,#PORTA1
1C67    F0      3652                    MOVX  @DPTR,A
1C68    121FCB  3653                    LCALL DELAY_2mS
1C6B    D230    3654                    SETB  _A0A
1C6D    D231    3655                    SETB  _A1A
1C6F    D232    3656                    SETB  _A2A
1C71    C233    3657                    CLR   _D0A
```



```
1C73    C234    3658                    CLR   _D1A
1C75    D235    3659                    SETB  _D2A
1C77    C236    3660                    CLR   _D3A
1C79    C237    3661                    CLR   _NCA
1C7B    121FCB  3662                    LCALL DELAY_2mS
1C7E    753227  3663                    MOV   INDEXW_CNT_B,#027H
1C81    A832    3664                    MOV   R0,INDEXW_CNT_B
1C83    E6      3665                    MOV   A,@R0
1C84    90C000  3666                    MOV   DPTR,#PORTA2
1C87    F0      3667                    MOVX  @DPTR,A
1C88    121FCB  3668                    LCALL DELAY_2mS
1C8B    C228    3669                    CLR   _MR1
1C8D    D229    3670                    SETB  _AE1
1C8F    C22A    3671                    CLR   _MR2
```

```
1C91    D22B    3672                    SETB    _AE2
1C93    C22C    3673                    CLR     _MR3
1C95    C22D    3674                    CLR     _AE3
1C97    C22E    3675                    CLR     _MR4
1C99    C22F    3676                    CLR     _AE4
1C9B    121FCB  3677                    LCALL DELAY_2mS
1C9E    753225  3678                    MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1CA1    A832    3679                    MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1CA3    E6      3680                    MOV     A,@R0
1CA4    90E000  3681                    MOV     DPTR,#PORTA1
1CA7    F0      3682                    MOVX    @DPTR,A
1CA8    00      3683                    NOP
1CA9    22      3684                    RET
                3685
1CAA            3686    OUT_L7J3:
1CAA    C228    3687                    CLR     _MR1
1CAC    C229    3688                    CLR     _AE1
1CAE    C22A    3689                    CLR     _MR2
1CB0    C22B    3690                    CLR     _AE2
1CB2    C22C    3691                    CLR     _MR3
1CB4    C22D    3692                    CLR     _AE3
1CB6    C22E    3693                    CLR     _MR4
1CB8    C22F    3694                    CLR     _AE4
1CBA    121FCB  3695                    LCALL DELAY_2mS
1CBD    753225  3696                    MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1CC0    A832    3697                    MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1CC2    E6      3698                    MOV     A,@R0
1CC3    90E000  3699                    MOV     DPTR,#PORTA1
1CC6    F0      3700                    MOVX    @DPTR,A
1CC7    121FCB  3701                    LCALL DELAY_2mS
1CCA    D230    3702                    SETB    _A0A
1CCC    D231    3703                    SETB    _A1A
1CCE    D232    3704                    SETB    _A2A
1CD0    C233    3705                    CLR     _D0A
1CD2    C234    3706                    CLR     _D1A
1CD4    C235    3707                    CLR     _D2A
1CD6    D236    3708                    SETB    _D3A
1CD8    C237    3709                    CLR     _NCA
1CDA    121FCB  3710                    LCALL DELAY_2mS
1CDD    753227  3711                    MOV     INDEXW_CNT_B,#027H
1CE0    A832    3712                    MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1CE2    E6      3713                    MOV     A,@R0
1CE3    90C000  3714                    MOV     DPTR,#PORTA2
1CE6    F0      3715                    MOVX    @DPTR,A
1CE7    121FCB  3716                    LCALL DELAY_2mS
```



```
1CEA    C228    3717                    CLR     _MR1
1CEC    D229    3718                    SETB    _AE1
1CEE    C22A    3719                    CLR     _MR2
1CF0    D22B    3720                    SETB    _AE2
1CF2    C22C    3721                    CLR     _MR3
1CF4    C22D    3722                    CLR     _AE3
1CF6    C22E    3723                    CLR     _MR4
```

```
1CF8    C22F    3724                    CLR     _AE4
1CFA    121FCB  3725                    LCALL   DELAY_2mS
1CFD    753225  3726                    MOV     INDEXW_CNT_B,#025H
1D00    A832    3727                    MOV     R0,INDEXW_CNT_B
1D02    E6      3728                    MOV     A,@R0
1D03    90E000  3729                    MOV     DPTR,#PORTA1
1D06    F0      3730                    MOVX    @DPTR,A
1D07    00      3731                    NOP
1D08    22      3732                    RET
                3733
                3734
                3735
                3736    ;***************************************************
                3737    ;*********** SUBROUTINE CHECK RING *************
                3738    ;***************************************************
                3739
1D09            3740            FGSK:
1D09    C0D0    3741                    PUSH    PSW
1D0B    C0E0    3742                    PUSH    ACC
1D0D    C083    3743                    PUSH    DPH
1D0F    C082    3744                    PUSH    DPL
1D11    121D1D  3745                    LCALL   CHK_RING_IN
1D14    D082    3746                    POP     DPL
1D16    D083    3747                    POP     DPH
1D18    D0E0    3748                    POP     ACC
1D1A    D0D0    3749                    POP     PSW
1D1C    32      3750                    RETI
                3751
                3752
                3753
                3754    ;***************************************************
                3755    ;**** SUBROUTINE CHECK RING INPUT CHANNEL *****
                3756    ;***************************************************
                3757
1D1D            3758            CHK_RING_IN:
1D1D    C2A8    3759                    CLR     EX0
1D1F    C2AF    3760                    CLR     EA
1D21    0535    3761                    INC     COUNT_RING
1D23    E535    3762                    MOV     A,COUNT_RING        ;
1D25    B40649  3763                    CJNE    A,#06H,_YY          ;
1D28    90E002  3764                    MOV     DPTR,#PORTC1
1D2B    E0      3765                    MOVX    A,@DPTR
1D2C    540F    3766                    ANL     A,#0FH
1D2E    753501  3767                    MOV     COUNT_RING,#01H
1D31    B40E0C  3768                    CJNE    A,#00001110B,BN_1
1D34    753601  3769                    MOV     RING_IN,#01H
1D37    121D76  3770                    LCALL   OFF_HOOK1
1D3A    A1AA    3771                    AJMP    SCH_IDLOC
1D3C    C1BA    3772            PPRTH1: AJMP    SCH_RTH
1D3E    A171    3773            QRTH1:  AJMP    _YY
1D40    B40D0C  3774            BN_1:   CJNE    A,#00001101B,BN_2
1D43    753602  3775                    MOV     RING_IN,#02H
```

```
1D46    121D83    3776                    LCALL OFF_HOOK2
1D49    A1AA      3777                    AJMP  SCH_IDLOC
1D4B    C1BA      3778    PPRTH2:         AJMP  SCH_RTH
1D4D    A171      3779    QRTH2:          AJMP  _YY
1D4F    B40B0C    3780    BN_2:           CJNE  A,#00001011B,BN_3
1D52    753603    3781                    MOV   RING_IN,#03H
1D55    121D90    3782                    LCALL OFF_HOOK3
1D58    A1AA      3783                    AJMP  SCH_IDLOC
1D5A    C1BA      3784    PPRTH3:         AJMP  SCH_RTH
1D5C    A171      3785    QRTH3:          AJMP  _YY
1D5E    B4070D    3786    BN_3:           CJNE  A,#00000111B,BN_4
1D61    753604    3787                    MOV   RING_IN,#04H
1D64    121D9D    3788                    LCALL OFF_HOOK4
1D67    A1AA      3789                    AJMP  SCH_IDLOC
1D69    C1BA      3790    PPRTH4:         AJMP  SCH_RTH
1D6B    021D71    3791    QRTH4:          JMP   _YY
1D6E    021D71    3792    BN_4:           JMP   _YY
1D71    D2AF      3793    _YY:            SETB  EA
1D73    D2A8      3794                    SETB  EX0
1D75    22        3795                    RET
                  3796
                  3797
                  3798
                  3799  ;*************************************************
                  3800  ;******** SUBROUTINE COMMAND HOOK OFF #1 ******
                  3801  ;*************************************************
                  3802
1D76              3803        OFF_HOOK1:
1D76    D200      3804                    SETB  HOOK_SW1
1D78    753320    3805                    MOV   INDEXW_HK,#020H
1D7B    A833      3806                    MOV   R0,INDEXW_HK
1D7D    E6        3807                    MOV   A,@R0
1D7E    90E002    3808                    MOV   DPTR,#PORTC1
1D81    F0        3809                    MOVX  @DPTR,A
1D82    22        3810                    RET
                  3811
                  3812
                  3813
                  3814  ;*************************************************
                  3815  ;****** SUBROUTINE COMMAND HOOK OFF #2 ********
                  3816  ;*************************************************
                  3817
1D83              3818        OFF_HOOK2:
1D83    D201      3819                    SETB  HOOK_SW2
1D85    753320    3820                    MOV   INDEXW_HK,#020H
1D88    A833      3821                    MOV   R0,INDEXW_HK
1D8A    E6        3822                    MOV   A,@R0
1D8B    90E002    3823                    MOV   DPTR,#PORTC1
1D8E    F0        3824                    MOVX  @DPTR,A
1D8F    22        3825                    RET
                  3826
                  3827
                  3828
                  3829  ;*************************************************
                  3830  ;******* SUBROUTINE COMMAND HOOK OFF #3 *******
                  3831  ;*************************************************
```

```
                        3832
1D90                    3833            OFF_HOOK3:
1D90    D202            3834                            SETB    HOOK_SW3
```



```
1D92    753320          3835                            MOV     INDEXW_HK,#020H
1D95    A833            3836                            MOV     R0,INDEXW_HK
1D97    E6              3837                            MOV     A,@R0
1D98    90E002          3838                            MOV     DPTR,#PORTC1
1D9B    F0              3839                            MOVX    @DPTR,A
1D9C    22              3840                            RET
                        3841
                        3842
                        3843
                        3844    ;*************************************************
                        3845    ;****** SUBROUTINE COMMAND HOOK OFF #4 ********
                        3846    ;*************************************************
                        3847
1D9D                    3848            OFF_HOOK4:
1D9D    D203            3849                            SETB    HOOK_SW4
1D9F    753320          3850                            MOV     INDEXW_HK,#020H
1DA2    A833            3851                            MOV     R0,INDEXW_HK
1DA4    E6              3852                            MOV     A,@R0
1DA5    90E002          3853                            MOV     DPTR,#PORTC1
1DA8    F0              3854                            MOVX    @DPTR,A
1DA9    22              3855                            RET
                        3856
                        3857
                        3858
                        3859    ;*************************************************
                        3860    ;***** SUBROUTINE SELECT PATH OF ID NUMBER *****
                        3861    ;*************************************************
                        3862
1DAA                    3863            SCH_IDLOC:
1DAA    901DB0          3864                            MOV     DPTR,#TSCH_ID
1DAD    E536            3865                            MOV     A,RING_IN
1DAF    73              3866                            JMP     @A+DPTR
                        3867
1DB0    A1BA            3868            TSCH_ID:        AJMP    CHK_ID0LOC      ;< ID = 0 >
1DB2    A1BA            3869                            AJMP    CHK_ID1LOC      ;< ID = 1 >
1DB4    A1C7            3870                            AJMP    CHK_ID2LOC      ;< ID = 2 >
1DB6    A1D4            3871                            AJMP    CHK_ID3LOC      ;< ID = 4 >
1DB8    A1E1            3872                            AJMP    CHK_ID4LOC      ;< ID = 8 >
                        3873
                        3874
                        3875
                        3876    ;*************************************************
                        3877    ;******* SUBROUTINE SEARCH FOR ID NUMBER *******
                        3878    ;*************************************************
                        3879
1DBA                    3880            CHK_ID0LOC:
                        3881
                        3882
                        3883    ;*************************************************
```

```
                        3884  ;****** SUBROUTINE SEARCH FOR ID NUMBER #1 ******
                        3885  ;************************************************
                        3886
1DBA                    3887        CHK_ID1LOC:
1DBA    752D01          3888                    MOV   INDEXR_BUF_C,#01H
1DBD    121DEE          3889        BNG1:       LCALL READ_BUF_C
1DC0    121DFD          3890                    LCALL CHK_ID1
1DC3    052D            3891                    INC   INDEXR_BUF_C
1DC5    A1BD            3892                    AJMP  BNG1
                        3893
```



```
                        3894
                        3895  ;************************************************
                        3896  ;****** SUBROUTINE SEARCH FOR ID NUMBER #2 ******
                        3897  ;************************************************
                        3898
1DC7                    3899        CHK_ID2LOC:
1DC7    752D01          3900                    MOV   INDEXR_BUF_C,#01H
1DCA    121DEE          3901        BNG2:       LCALL READ_BUF_C
1DCD    121E0C          3902                    LCALL CHK_ID2
1DD0    052D            3903                    INC   INDEXR_BUF_C
1DD2    A1CA            3904                    AJMP  BNG2
                        3905
                        3906
                        3907  ;************************************************
                        3908  ;****** SUBROUTINE SEARCH FOR ID NUMBER #3 ******
                        3909  ;************************************************
                        3910
1DD4                    3911        CHK_ID3LOC:
1DD4    752D01          3912                    MOV   INDEXR_BUF_C,#01H
1DD7    121DEE          3913        BNG3:       LCALL READ_BUF_C
1DDA    121E1B          3914                    LCALL CHK_ID3
1DDD    052D            3915                    INC   INDEXR_BUF_C
1DDF    A1D7            3916                    AJMP  BNG3
                        3917
                        3918
                        3919  ;************************************************
                        3920  ;****** SUBROUTINE SEARCH FOR ID NUMBER #4 ******
                        3921  ;************************************************
                        3922
1DE1                    3923        CHK_ID4LOC:
1DE1    752D01          3924                    MOV   INDEXR_BUF_C,#01H
1DE4    121DEE          3925        BNG4:       LCALL READ_BUF_C
1DE7    121E2A          3926                    LCALL CHK_ID4
1DEA    052D            3927                    INC   INDEXR_BUF_C
1DEC    A1E4            3928                    AJMP  BNG4
                        3929
                        3930
                        3931  ;************************************************
                        3932  ;***** SUBROUTINE READ DATA FROM BUFFER C *****
                        3933  ;************************************************
                        3934
1DEE                    3935        READ_BUF_C:
```

```
1DEE    E52D        3936                    MOV   A,INDEXR_BUF_C
1DF0    B40003      3937                    CJNE  A,#0FFH+1,H1
1DF3    752D01      3938                    MOV   INDEXR_BUF_C,#01H
1DF6    A92D        3939          H1:       MOV   R1,INDEXR_BUF_C
1DF8    75A032      3940                    MOV   P2,#032H
1DFB    E3          3941                    MOVX  A,@R1
1DFC    22          3942                    RET
                    3943
                    3944
                    3945
                    3946    ;*************************************************
                    3947    ;******** SUBROUTINE CHECK ID NUMBER #1 *********
                    3948    ;*************************************************
                    3949
1DFD                3950          CHK_ID1:
1DFD    C2E0        3951                    CLR   ACC.0
1DFF    C2E1        3952                    CLR   ACC.1
```



```
1E01    C2E2        3953                    CLR   ACC.2
1E03    C2E3        3954                    CLR   ACC.3
1E05    B41003      3955                    CJNE  A,#00010000B,QID1
1E08    121E39      3956                    LCALL CHK_LOC
1E0B    22          3957          QID1:     RET
                    3958
                    3959
                    3960    ;*************************************************
                    3961    ;******** SUBROUTINE CHECK ID NUMBER #2 *********
                    3962    ;*************************************************
                    3963
1E0C                3964          CHK_ID2:
1E0C    C2E0        3965                    CLR   ACC.0
1E0E    C2E1        3966                    CLR   ACC.1
1E10    C2E2        3967                    CLR   ACC.2
1E12    C2E3        3968                    CLR   ACC.3
1E14    B42003      3969                    CJNE  A,#00100000B,QID2
1E17    121E39      3970                    LCALL CHK_LOC
1E1A    22          3971          QID2:     RET
                    3972
                    3973
                    3974    ;*************************************************
                    3975    ;******** SUBROUTINE CHECK ID NUMBER #3 *********
                    3976    ;*************************************************
                    3977
1E1B                3978          CHK_ID3:
1E1B    C2E0        3979                    CLR   ACC.0
1E1D    C2E1        3980                    CLR   ACC.1
1E1F    C2E2        3981                    CLR   ACC.2
1E21    C2E3        3982                    CLR   ACC.3
1E23    B44003      3983                    CJNE  A,#01000000B,QID3
1E26    121E39      3984                    LCALL CHK_LOC
1E29    22          3985          QID3:     RET
                    3986
                    3987
```

```
                        3988  ;*************************************************
                        3989  ;******** SUBROUTINE CHECK ID NUMBER #4 *********
                        3990  ;*************************************************
                        3991
1E2A                    3992        CHK_ID4:
1E2A    C2E0            3993                    CLR     ACC.0
1E2C    C2E1            3994                    CLR     ACC.1
1E2E    C2E2            3995                    CLR     ACC.2
1E30    C2E3            3996                    CLR     ACC.3
1E32    B48003          3997                    CJNE    A,#10000000B,QID4
1E35    121E39          3998                    LCALL CHK_LOC
1E38    22              3999        QID4:       RET
                        4000
                        4001
                        4002
                        4003  ;*************************************************
                        4004  ;*** SUBROUTINE CHECK LOCATION FOR ID NUMBER *
                        4005  ;*************************************************
                        4006
1E39                    4007        CHK_LOC:
1E39    A92D            4008                    MOV     R1,INDEXR_BUF_C
1E3B    75A032          4009                    MOV     P2,#032H
1E3E    F3              4010                    MOVX    @R1,A
1E3F    C2E4            4011                    CLR     ACC.4
```



```
1E41    C2E5            4012                    CLR     ACC.5
1E43    C2E6            4013                    CLR     ACC.6
1E45    C2E7            4014                    CLR     ACC.7
1E47    B40108          4015                    CJNE    A,#00000001B,GHM1
1E4A    753C01          4016                    MOV     MAIN_LOC,#01H
1E4D    121E73          4017                    LCALL CLEAR_BUF_C
1E50    A13C            4018                    AJMP    PPRTH1
1E52    B40208          4019        GHM1:       CJNE    A,#00000010B,GHM2
1E55    753C02          4020                    MOV     MAIN_LOC,#02H
1E58    121E73          4021                    LCALL CLEAR_BUF_C
1E5B    A14B            4022                    AJMP    PPRTH2
1E5D    B40408          4023        GHM2:       CJNE    A,#00000100B,GHM3
1E60    753C03          4024                    MOV     MAIN_LOC,#03H
1E63    121E73          4025                    LCALL CLEAR_BUF_C
1E66    A15A            4026                    AJMP    PPRTH3
1E68    B40806          4027        GHM3:       CJNE    A,#00001000B,GHM4
1E6B    753C04          4028                    MOV     MAIN_LOC,#04H
1E6E    121E73          4029                    LCALL CLEAR_BUF_C
1E71    A169            4030        GHM4:       AJMP    PPRTH4
                        4031
                        4032
                        4033
                        4034  ;*************************************************
                        4035  ;********** SUBROUTINE CLEAR BUFFER C ************
                        4036  ;*************************************************
                        4037
1E73                    4038        CLEAR_BUF_C:
1E73    A92D            4039                    MOV     R1,INDEXR_BUF_C
```

```
1E75    75A032    4040                    MOV   P2,#032H
1E78    7400      4041                    MOV   A,#00H
1E7A    F3        4042                    MOVX  @R1,A
1E7B    22        4043                    RET
                  4044
                  4045
                  4046
                  4047  ;*************************************************
                  4048  ;*** COMPARE DATA FROM BUFFER A,B  WRITE TO C **
                  4049  ;*************************************************
                  4050
                  4051  ; < XXXX XXXX >
                  4052  ; < ID   BS >
                  4053
                  4054  ;*************************************************
                  4055  ;***** SUBROUTINE COMP. DATA A,B WRITE TO  C *****
                  4056  ;*************************************************
                  4057
1E7C              4058        COMP_AB_WRI_C:
1E7C    121E88    4059                    LCALL READ_BUF_A
1E7F    121E9C    4060                    LCALL READ_BUF_B
1E82    121EB0    4061                    LCALL SUM_AB
1E85    052B      4062                    INC   INDEXR_BUF_AB
1E87    22        4063                    RET
                  4064
                  4065
                  4066
                  4067  ;*************************************************
                  4068  ;****** SUBROUTINE READ DATA FROM BUFFER A ****
                  4069  ;*************************************************
                  4070
```



```
1E88              4071        READ_BUF_A:
1E88    A92B      4072                    MOV   R1,INDEXR_BUF_AB
1E8A    75A030    4073                    MOV   P2,#030H
1E8D    E3        4074                    MOVX  A,@R1
1E8E    C2E0      4075                    CLR   ACC.0
1E90    C2E1      4076                    CLR   ACC.1
1E92    C2E2      4077                    CLR   ACC.2
1E94    C2E3      4078                    CLR   ACC.3
1E96    F537      4079                    MOV   ID,A
1E98    7400      4080                    MOV   A,#00H      ;CLEAR BUF
1E9A    F3        4081                    MOVX  @R1,A       ;
1E9B    22        4082                    RET
                  4083
                  4084
                  4085
                  4086  ;*************************************************
                  4087  ;****** SUBROUTINE READ DATA FROM BUFFER B ****
                  4088  ;*************************************************
                  4089
1E9C              4090        READ_BUF_B:
1E9C    A92B      4091                    MOV   R1,INDEXR_BUF_AB
```

```
1E9E    75A031      4092                    MOV   P2,#031H
1EA1    E3          4093                    MOVX  A,@R1
1EA2    C2E4        4094                    CLR   ACC.4
1EA4    C2E5        4095                    CLR   ACC.5
1EA6    C2E6        4096                    CLR   ACC.6
1EA8    C2E7        4097                    CLR   ACC.7
1EAA    F538        4098                    MOV   DTI,A
1EAC    7400        4099                    MOV   A,#00H
1EAE    F3          4100                    MOVX  @R1,A
1EAF    22          4101                    RET
                    4102
                    4103
                    4104
                    4105  ;*************************************************
                    4106  ;*** SUBROUTINE WRITE MAIN DATA TO BUFFER C ****
                    4107  ;*************************************************
                    4108
1EB0                4109        SUM_AB:
1EB0    E537        4110                    MOV   A,ID
1EB2    4538        4111                    ORL   A,DTI
1EB4    F539        4112                    MOV   MAIN_DATA,A
1EB6    12051F      4113                    LCALL WRI_BUF_C
1EB9    22          4114                    RET
                    4115
                    4116
                    4117
                    4118  ;*************************************************
                    4119  ;**** SUBROUTINE SELECT PTH FOR SEARCHING LOC **
                    4120  ;*************************************************
                    4121
1EBA                4122        SCH_RTH:
1EBA    901EC0      4123                    MOV   DPTR,#TCH_RTH
1EBD    E53C        4124                    MOV   A,MAIN_LOC
1EBF    73          4125                    JMP   @A+DPTR
                    4126
1EC0    C1CA        4127        TCH_RTH:    AJMP  CRE_LOC0    ;< LOC = 0 >
1EC2    C1CA        4128                    AJMP  CRE_LOC1    ;< LOC = 1 >
1EC4    C1F6        4129                    AJMP  CRE_LOC2    ;< LOC = 2 >
```



```
1EC6    E122        4130                    AJMP  CRE_LOC3    ;< LOC = 4 >
1EC8    E14E        4131                    AJMP  CRE_LOC4    ;< LOC = 8 >
                    4132
                    4133
                    4134  ;       HOOK_STS      = 0 : ON
                    4135  ;                     = 1 : OFF
                    4136
                    4137
                    4138  ;*************************************************
                    4139  ;********** SUBROUTINE CREATE ROUTE #0 **********
                    4140  ;*************************************************
                    4141
1ECA                4142        CRE_LOC0:
                    4143
```

```
                        4144
                        4145  ;*************************************************
                        4146  ;********** SUBROUTINE CREATE ROUTE #1 ***********
                        4147  ;*************************************************
                        4148
  1ECA                  4149        CRE_LOC1:
  1ECA      121F7A      4150                  LCALL CHK_HOOK_SW_STS     ;
CHECK LINE 1 IN USED ?
  1ECD      2008FD      4151                  JB    HOOK_STS1,$         ;
WAIT FOR HOOK ON
  1ED0      120549      4152                  LCALL IN_L0J0
  1ED3      121129      4153                  LCALL OUT_L0J0
  1ED6      D210        4154                  SETB  SE_RNG1
  1ED8      121F94      4155                  LCALL SE_RING
  1EDB      121F7A      4156                  LCALL CHK_HOOK_SW_STS
  1EDE      3008FD      4157                  JNB   HOOK_STS1,$
  1EE1      C210        4158                  CLR   SE_RNG1
  1EE3      121F94      4159                  LCALL SE_RING
  1EE6      D220        4160                  SETB  RLY_LINE_I1
  1EE8      D224        4161                  SETB  RLY_LINE_O1
  1EEA      121F89      4162                  LCALL AWORP
  1EED      2008FD      4163                  JB    HOOK_STS1,$
  1EF0      C220        4164                  CLR   RLY_LINE_I1
  1EF2      C224        4165                  CLR   RLY_LINE_O1         ;
  1EF4      A13E        4166                  AJMP  QRTH1
                        4167
                        4168
                        4169  ;*************************************************
                        4170  ;********* SUBROUTINE CREATE ROUTE #2 ************
                        4171  ;*************************************************
                        4172
  1EF6                  4173        CRE_LOC2:
  1EF6      121F7A      4174                  LCALL CHK_HOOK_SW_STS
  1EF9      2009FD      4175                  JB    HOOK_STS2,$
  1EFC      1208A0      4176                  LCALL IN_L2J1
  1EFF      121480      4177                  LCALL OUT_L2J1
  1F02      D211        4178                  SETB  SE_RNG2
  1F04      121F94      4179                  LCALL SE_RING
  1F07      121F7A      4180                  LCALL CHK_HOOK_SW_STS
  1F0A      3009FD      4181                  JNB   HOOK_STS2,$
  1F0D      C211        4182                  CLR   SE_RNG2
  1F0F      121F94      4183                  LCALL SE_RING
  1F12      D221        4184                  SETB  RLY_LINE_I2
  1F14      D225        4185                  SETB  RLY_LINE_O2
  1F16      121F89      4186                  LCALL AWORP
  1F19      2009FD      4187                  JB    HOOK_STS2,$
  1F1C      C221        4188                  CLR   RLY_LINE_I2
```



```
  1F1E      C225        4189                  CLR   RLY_LINE_O2
  1F20      A14D        4190                  AJMP  QRTH2
                        4191
                        4192
                        4193  ;*************************************************
```

```
                                4194  ;********** SUBROUTINE CREATE ROUTE #3 **********
                                4195  ;***************************************************
                                4196
1F22                            4197        CRE_LOC3:
1F22    121F7A                  4198                    LCALL CHK_HOOK_SW_STS
1F25    200AFD                  4199                    JB    HOOK_STS3,$
1F28    120BF7                  4200                    LCALL IN_L4J2
1F2B    1217D7                  4201                    LCALL OUT_L4J2
1F2E    D212                    4202                    SETB  SE_RNG3
1F30    121F94                  4203                    LCALL SE_RING
1F33    121F7A                  4204                    LCALL CHK_HOOK_SW_STS
1F36    300AFD                  4205                    JNB   HOOK_STS3,$
1F39    C211                    4206                    CLR   SE_RNG2
1F3B    121F94                  4207                    LCALL SE_RING
1F3E    D222                    4208                    SETB  RLY_LINE_I3
1F40    D226                    4209                    SETB  RLY_LINE_O3
1F42    121F89                  4210                    LCALL AWORP
1F45    200AFD                  4211                    JB    HOOK_STS3,$
1F48    C222                    4212                    CLR   RLY_LINE_I3
1F4A    C226                    4213                    CLR   RLY_LINE_O3
1F4C    A15C                    4214                    AJMP  QRTH3
                                4215
                                4216
                                4217  ;***************************************************
                                4218  ;********* SUBROUTINE CREATE ROUTE #4 ************
                                4219  ;***************************************************
                                4220
1F4E                            4221        CRE_LOC4:
1F4E    121F7A                  4222                    LCALL CHK_HOOK_SW_STS
1F51    200BFD                  4223                    JB    HOOK_STS4,$
1F54    120F4E                  4224                    LCALL IN_L6J3
1F57    121B2E                  4225                    LCALL OUT_L6J3
1F5A    D213                    4226                    SETB  SE_RNG4
1F5C    121F94                  4227                    LCALL SE_RING
1F5F    121F7A                  4228                    LCALL CHK_HOOK_SW_STS
1F62    300BFD                  4229                    JNB   HOOK_STS4,$
1F65    C211                    4230                    CLR   SE_RNG2          ;
1F67    121F94                  4231                    LCALL SE_RING          ;
1F6A    D223                    4232                    SETB  RLY_LINE_I4
1F6C    D227                    4233                    SETB  RLY_LINE_O4
1F6E    121F89                  4234                    LCALL AWORP            ;
1F71    200BFD                  4235                    JB    HOOK_STS4,$
1F74    C223                    4236                    CLR   RLY_LINE_I4
1F76    C227                    4237                    CLR   RLY_LINE_O4      ;
1F78    A16B                    4238                    AJMP  QRTH4
                                4239
                                4240
                                4241
                                4242  ;***************************************************
                                4243  ;*** SUBROUTINE CHECK STATUS OF HOOK SWITCH ***
                                4244  ;***************************************************
                                4245
1F7A                            4246        CHK_HOOK_SW_STS:
1F7A    90A000                  4247                    MOV   DPTR,#PORTA3
```

MT8804.ASM

```
1F7D  E0      4248                    MOVX  A,@DPTR
1F7E  C2E4    4249                    CLR   ACC.4
1F80  C2E5    4250                    CLR   ACC.5
1F82  C2E6    4251                    CLR   ACC.6
1F84  C2E7    4252                    CLR   ACC.7
1F86  F521    4253                    MOV   021H,A
1F88  22      4254                    RET
              4255
              4256
              4257
              4258  ;*************************************************
              4259  ;********** SUBROUTINE CHANGE ROUTING **********
              4260  ;*************************************************
              4261
1F89          4262        AWORP:
1F89  753424  4263                    MOV   INDEXW_CRSPT,#024H
1F8C  A834    4264                    MOV   R0,INDEXW_CRSPT
1F8E  E6      4265                    MOV   A,@R0
1F8F  90E001  4266                    MOV   DPTR,#PORTB1
1F92  E0      4267                    MOVX  A,@DPTR
1F93  22      4268                    RET
              4269
              4270
              4271
              4272  ;*************************************************
              4273  ;******** SUBROUTINE SEND RINGGING SIGNAL *******
              4274  ;*************************************************
              4275
1F94          4276        SE_RING:
1F94  752F22  4277                    MOV   INDEXR_SRNG,#022H
1F97  A92F    4278                    MOV   R1,INDEXR_SRNG
1F99  E7      4279                    MOV   A,@R1
1F9A  90A001  4280                    MOV   DPTR,#PORTB3
1F9D  F0      4281                    MOVX  @DPTR,A
1F9E  22      4282                    RET
              4283
              4284
              4285
              4286  ;*************************************************
              4287  ;************ SUBROUTINE DELAY TIME **************
              4288  ;*************************************************
              4289
1F9F  7F32    4290        DELAY_0:    MOV   R7,#50
1FA1  DFFE    4291                    DJNZ  R7,$
1FA3  22      4292                    RET
              4293
1FA4  7FFF    4294        DELAY:      MOV   R7,#0FFH
1FA6  7EFF    4295        G2:         MOV   R6,#0FFH
1FA8  DEFE    4296        G1:         DJNZ  R6,G1
1FAA  DFFA    4297                    DJNZ  R7,G2
1FAC  22      4298                    RET
              4299
1FAD  7D05    4300        DELAY_1:    MOV   R5,#05H
1FAF  121FA4  4301                    LCALL DELAY
```

```
1FB2    DDFE    4302    G3:         DJNZ    R5,G3
1FB4    22      4303                RET
                4304
1FB5    7D64    4305    DELAY_2:    MOV     R5,#TIME
1FB7    D28C    4306    JI:         SETB    TR0
```



```
1FB9    308DFD  4307                JNB     TF0,$
1FBC    C28C    4308                CLR     TR0
1FBE    C28D    4309                CLR     TF0
1FC0    DDF5    4310                DJNZ    R5,JI
1FC2    22      4311                RET
                4312
1FC3            4313    DELAY_1mS:
1FC3    7FE6    4314                MOV     R7,#230
1FC5    00      4315    YY:         NOP
1FC6    00      4316                NOP
1FC7    00      4317                NOP
1FC8    DFFB    4318                DJNZ    R7,YY
1FCA    22      4319                RET
                4320
1FCB            4321    DELAY_2mS:
1FCB    F1C3    4322                CALL    DELAY_1mS
1FCD    F1C3    4323                CALL    DELAY_1mS
1FCF    22      4324                RET
```

8051 Cross-Assembler (1.3) (C) 1987, 1989 Binary Technology
MT8804.ASM

aworp = 1F89
bng1 = 1DBD
chk_adds_buf_b = 050A
chk_hook_sw_sts = 1F7A
chk_id2loc = 1DC7
chk_loc = 1E39
count_time = 2710
cre_loc1 = 1ECA
delay = 1FA4
delay_2ms = 1FCB
g2 = 1FA6
ghm3 = 1E68
hook_sts3 = 000A
hook_sw4 = 0003
in_l0j1 = 05A8
in_l1j2 = 0783
in_l2j3 = 095E
in_l4j0 = 0B39
in_l5j1 = 0D14
in_l6j2 = 0EEF
in_l7j3 = 10CA
indexr_buf_c = 002D
indexw_cnt_a = 0031
ini_buf_a = 045D
ini_org_path = 039A
line1_ring = 0040
loop5 = 0488
nc = 0044
out_l0j0 = 1129
out_l1j1 = 1304
out_l2j2 = 14DF
out_l3j3 = 16BA
out_l5j0 = 1895
out_l6j1 = 1A70
bn_1 = 1D40
bng2 = 1DCA
chk_adds_buf_c = 0538
chk_id0loc = 1DBA
chk_id3 = 1E1B
chk_ring_in = 1D1D
cpnt1 = E003
cre_loc2 = 1EF6
delay_0 = 1F9F
dti = 0038
g3 = 1FB2
ghm4 = 1E71
hook_sts4 = 000B
id = 0037
in_l0j2 = 0607
in_l1j3 = 07E2
in_l3j0 = 09BD
in_l4j1 = 0B98
in_l5j2 = 0D73
in_l6j3 = 0F4E
inc_ads_a = 04CF
indexr_scan_in = 002E
indexw_cnt_b = 0032
ini_buf_b = 047D
ji = 1FB7
line2_ring = 0041
loop6 = 04A8
off_hook1 = 1D76
out_l0j1 = 1188
out_l1j2 = 1363
out_l2j3 = 153E
out_l4j0 = 1719
out_l5j1 = 18F4
out_l6j2 = 1ACF
bn_2 = 1D4F
bng3 = 1DD7
chk_buf_a = 04C8
chk_id1 = 1DFD
chk_id3loc = 1DD4
clear_buf_c = 1E73
cpnt2 = C003
cre_loc3 = 1F22
delay_1 = 1FAD
dti_num = 0029
gh1 = 0327
h1 = 1DF6
hook_sw1 = 0000
ii = 0332
in_l0j3 = 0666
in_l2j0 = 0841
in_l3j1 = 0A1C
in_l4j2 = 0BF7
in_l5j3 = 0DD2
in_l7j0 = 0FAD
inc_ads_b = 04FD
indexr_srng = 002F
indexw_crspt = 0034
ini_buf_c = 049D
ki1 = 0472
line3_ring = 0042
main = 0200
off_hook2 = 1D83
out_l0j2 = 11E7
out_l1j3 = 13C2
out_l3j0 = 159D
out_l4j1 = 1778
out_l5j2 = 1953
out_l6j3 = 1B2E
bn_3 = 1D5E
bng4 = 1DE4
chk_data_buf_b = 04F6
chk_id1loc = 1DBA
chk_id4 = 1E2A
comp_ab_wri_c = 1E7C
cpnt3 = A003
cre_loc4 = 1F4E
delay_1ms = 1FC3
fgsk = 1D09
ghm1 = 1E52
hook_sts1 = 0008
hook_sw2 = 0001
iii = 0338
in_l1j0 = 06C5
in_l2j1 = 08A0
in_l3j2 = 0A7B
in_l4j3 = 0C56
in_l6j0 = 0E31
in_l7j1 = 100C
inc_ads_c = 052B
indexw_buf_ab = 002A
indexw_hk = 0033
ini_buffer = 03D3
ki2 = 0492
line4_ring = 0043
main_data = 0039
off_hook3 = 1D90
out_l0j3 = 1246
out_l2j0 = 1421
out_l3j1 = 15FC
out_l4j2 = 17D7
out_l5j3 = 19B2
out_l7j0 = 1B8D
bn_4 = 1D6E
chk_adds_buf_a = 04DC
chk_data_buf_c = 0524
chk_id2 = 1E0C
chk_id4loc = 1DE1
count_ring = 0035
cre_loc0 = 1ECA
data_temp = 003B
delay_2 = 1FB5
g1 = 1FA8
ghm2 = 1E5D
hook_sts2 = 0009
hook_sw3 = 0002
in_l0j0 = 0549
in_l1j1 = 0724
in_l2j2 = 08FF
in_l3j3 = 0ADA
in_l5j0 = 0CB5
in_l6j1 = 0E90
in_l7j2 = 106B
indexr_buf_ab = 002B
indexw_buf_c = 002C
indexw_ini = 0030
ini_crspnt = 0339
ki3 = 04B2
loop4 = 0468
main_loc = 003C
off_hook4 = 1D9D
out_l1j0 = 12A5
out_l2j1 = 1480
out_l3j2 = 165B
out_l4j3 = 1836
out_l6j0 = 1A11
out_l7j1 = 1BEC

out_l7j2 = 1C4B
portb1 = E001
portc3 = A002
qa1 = 04E8
qid3 = 1E29
qrth3 = 1D5C
read_buf_a = 1E88
rly_line_i2 = 0021
rly_line_o3 = 0026
scn1 = 0252
scn_b = 0047
se_rng3 = 0012
stc_01 = 051F
tsch_id = 1DB0
yy = 1FC5
_a2a = 0032
_ae4 = 002F
_d2a = 0035
_mr2 = 002A
_yy = 1D71

out_l7j3 = 1CAA
portb2 = C001
pprth1 = 1D3C
qb1 = 0516
qid4 = 1E38
qrth4 = 1D6B
read_buf_b = 1E9C
rly_line_i3 = 0022
rly_line_o4 = 0027
scn2 = 0279
scni = 023C
se_rng4 = 0013
sum_ab = 1EB0
tt = 0335
_a0a = 0030
_a2b = 003A
_d0a = 0033
_d2b = 003D
_mr3 = 002C

porta1 = E000
portb3 = A001
pprth2 = 1D4B
qc1 = 0544
qini = 04BD
qwria = 04ED
read_buf_c = 1DEE
rly_line_i4 = 0023
scan_data_input = 023C
scn3 = 02B2
se_ring = 1F94
sta_01 = 04C1
tch_rth = 1EC0
wri_buf_a = 04C1
_a0b = 0038
_ae1 = 0029
_d0b = 003B
_d3a = 0036
_mr4 = 002E

porta2 = C000
portc1 = E002
pprth3 = 1D5A
qid1 = 1E0B
qrth1 = 1D3E
qwrib = 051B
ring_in = 0036
rly_line_o1 = 0024
sch_idloc = 1DAA
scn4 = 02EB
se_rng1 = 0010
stb_01 = 04F1
time = 0064
wri_buf_b = 04F1
_a1a = 0031
_ae2 = 002B
_d1a = 0034
_d3b = 003E
_nca = 0037

porta3 = A000
portc2 = C002
pprth4 = 1D69
qid2 = 1E1A
qrth2 = 1D4D
qwric = 0545
rly_line_i1 = 0020
rly_line_o2 = 0025
sch_rth = 1EBA
scn_a = 0046
se_rng2 = 0011
stb_g = 0045
time1 = 003A
wri_buf_c = 051F
_a1b = 0039
_ae3 = 002D
_d1b = 003C
_mr1 = 0028
_ncb = 003F

ภาคผนวก (ค)
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้รับการตีพิมพ์

การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39

The 39th Kasetsart University Annual Conference

สาขาวิศวกรรมศาสตร์

(Subject : Engineering)

5-7 กุมภาพันธ์ 2544

5-7 February 2001

โดย

by

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ Kasetsart University

ร่วมกับ

Co-operate with

กระทรวงศึกษาธิการ Ministry of Education

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ Ministry of Agriculture and Cooperatives

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

Ministry of Science, Technology and Environment

ทบวงมหาวิทยาลัย Ministry of University Affairs

ISBN 974-553-928-7

สาขาวิศวกรรมศาสตร์

โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอคทีฟการ์ด

Active Card Access Telephone

บุญฤทธิ์ พงษ์ประเสริฐ มนูญ สุขเกษม และ ถวิล พึ่งมา

Boonyarit Pongprasert, Manoon Sukkasem, and Tawil Paungma

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอผลงานวิจัยและพัฒนาโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอคทีฟการ์ด (Active Card Access Telephone) หลักการสำคัญคือบัตรอิเล็กทรอนิกส์ใช้คลื่นวิทยุ (Wireless Active Card) ภายในบรรจุระหัสประจำตัวสำหรับผู้ใช้แต่ละคน ไปถอดระหัสเก็บไว้ที่ส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ของระบบ หากมีการเรียกจากภายนอกเข้ามาจะทำการตรวจสอบว่าต้องการติดต่อกับปลายทางเลขหมายใดจาก นั้นส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่ระบุ หากไม่มีการรับสายภายในเวลาที่กำหนด (Hook Off) จะทำการเริ่มค้นหาตำแหน่งของผู้พกบัตรอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ เมื่อพบแล้วจะส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่อยู่ใกล้กับผู้ใช้มากที่สุดบัตรอิเล็กทรอนิกส์ใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์#AT89C2051 เป็นตัวควบคุมการทำงานและทำหน้าที่สร้างระหัส ก่อนส่งไปยังภาคส่งซึ่งเป็นแบบ FSK (Frequency Shift Keying) Transmitter ภาครับใช้ไอซีเบอร์ #AN6161 ทำหน้าที่ดีมอดดูเลทสัญญาณคลื่นพาห์ ไอซีเบอร์ #AN1551 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของภาครับ ส่วนประมวลผลกลางของระบบใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ #AT89C55 ไอซีเบอร์ #MT8804 เป็นวงจรสวิทช์แมททริกทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณเสียงและข้อมูล ระหว่างผู้เรียก (Calling party) และผู้ถูกเรียก (Called party) การออกแบบเป็นลักษณะโมดูลเพื่อง่ายต่อการติดตั้งเข้ากับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange) ที่มีอยู่ ทำให้ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องพกเครื่องโทรติดตัวไว้ตลอดเวลาและที่สำคัญคือผู้ใช้สามารถรับสายหรือโทรออกได้จากเครื่องโทรศัพท์ทุกๆ จุดภายในอาคาร

ABSTRACT

This paper purposes the research and development of Active Card Access Telephone. Principle is the Wireless Active Card which contains code for individual user send in radio frequency waveform to decode and stored at main central processing unit. When occur a incoming call from outside the CPU (central processing unit) will check what is the destination number then send to subscriber the ringing signal. If have no reply (off hook) CPU will search for the new location when was found CPU will reactivate send to subscriber the ringing signal which is located closely user. For the electronic card employed IC Microcontroller #AT89C2051 function as operation controll, generate a specific code then send to the FSK transmitter. For the receiver used IC#AN6161 work as carrier demodulate, IC#AN1551 is operation control of the receiver. Central Processing Unit used IC Microcontroller #89C55, IC#MT8804 is matrix switch circuit to establish the communications routing between calling and called party. The Designing focus on particular module in order to easy installation with exiting PABX (Private Automatic Branch Exchange) which are caused by user not only not necessary to carry telephone every time but can answer the call any location as well.

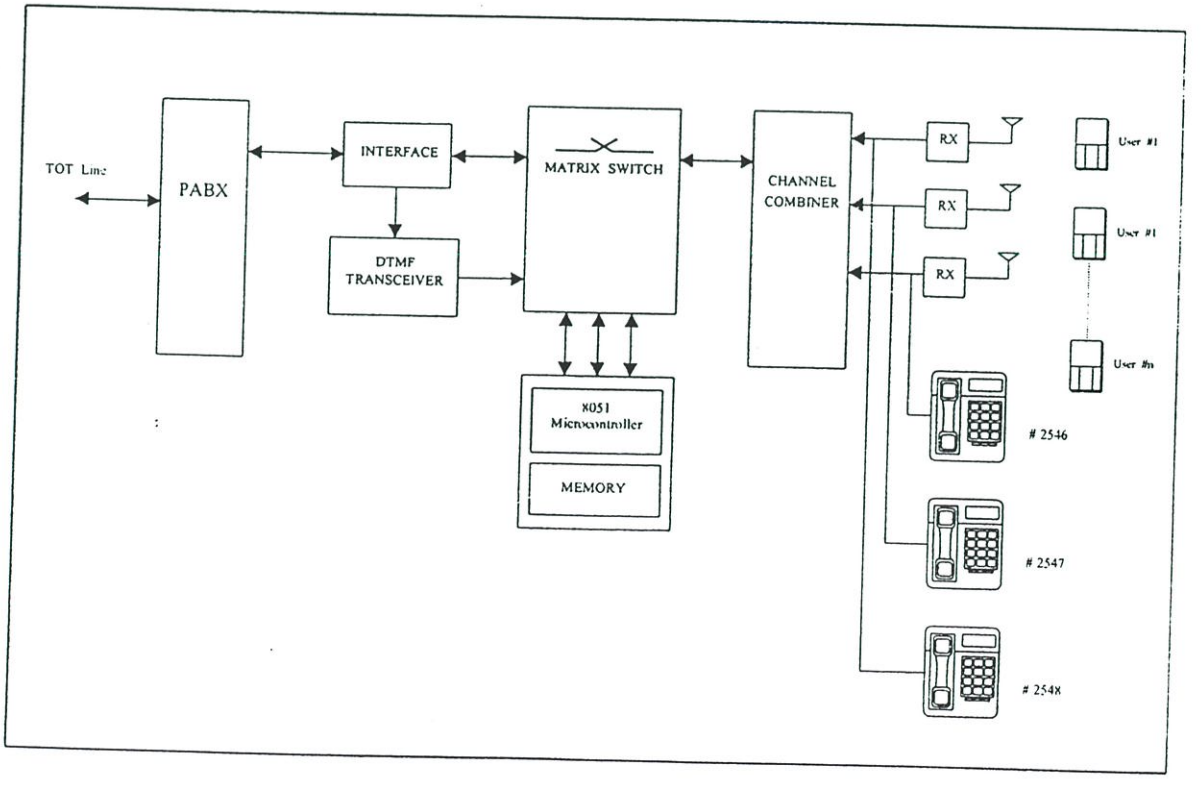
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิจัยการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ 10520 ประเทศไทย

คำนำ

ในปัจจุบันการพัฒนาการสื่อสารทางด้านโทรศัพท์เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วจากโทรศัพท์ที่ใช้สายตามบ้านจนกระทั่งเป็นโทรศัพท์ไร้สายและโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบต่างๆ เช่น NMT470 AMPS800 NMT900 GSM900 PCN1800 และ PDC1500เทคโนโลยีเหล่านี้เข้ามามีบทบาทกับการใช้งานในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น จนกลายเป็นเทคโนโลยีที่เรียกกันว่าPersonal Communication หรือ "การสื่อสารส่วนบุคคลนั่นเอง ในประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตอุปกรณ์การสื่อสารเหล่านี้ เพื่อใช้งานได้เพียงระดับหนึ่งเท่านั้น เช่น การสร้างเครื่องโทรศัพท์, ตู้สาขาโทรศัพท์ (PABX), เครื่องโทรศัพท์ไร้สายเป็นต้น การที่จะผลิตเครื่องในระดับเทคโนโลยีสูง ๆ เช่นเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่สามารถกระทำได้เนื่องจากเทคโนโลยีเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เมื่อผลิตออกมาก็จะล้าสมัยทันที ดังนั้นทีมวิจัยและพัฒนาจึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาเทคโนโลยีแบบใหม่ที่ใช้ประโยชน์และสามารถพัฒนา

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทั่วไปของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอคทีฟการ์ด

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ย่านความถี่วิทยุ	46 – 49 MHz.
ภาครับ	แบบแปลงความถี่ให้เป็นความถี่ปานกลาง
ภาคความถี่ปานกลาง	ใช้ความถี่ 455 KHz.
ความไว	1.8 ไมโครโวลท์
วิธีการติดต่อ	แบบทิศทางเดียว (Simplex)
การผสมคลื่น	ผสมสัญญาณทางด้านความถี่ (FM)
อัตราการเบี่ยงเบน	15 KHz.
กำลังส่ง	น้อยกว่า 100 mW.



รูปที่ 1 บล็อคไดอะแกรมของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอคทีฟการ์ด

ประเทศได้โดยยังไม่มีผู้ใดผลิตออกมาในปัจจุบันนี้ โดยความคิดเหล่านี้ เกิดขึ้นเนื่องจากประสบการณ์ในการวิจัยทางด้านโทรศัพท์เป็นเวลานานทำให้ทราบถึงความต้องการในการใช้โทรศัพท์ว่า ต้องการใช้โทรศัพท์ได้ทุกที่ ไม่ว่าจะเป็นที่อยู่อาศัยหรือสถานที่ทำงาน โดยไม่ต้องฝากข้อความหรือพกโทรศัพท์ติดตัวไป ซึ่งตามแนวความคิดนี้จะใช้วิธีพกการ์ดที่มีระหัสประจำตัวไว้ในกระเป๋าเสื้อเมื่อเข้าไปอยู่ในห้องใด การ์ดก็จะส่งระหัสประจำตัวนี้เข้าไปเก็บไว้ที่โทรศัพท์ในห้องนั้น ถ้าย้ายไปห้องใหม่ ระหัสก็จะเก็บไว้ในห้องใหม่โดยยกเลิกระหัสเดิมที่ห้องเก่าเสีย เมื่อมีผู้เรียกเข้ามายังระหัสประจำตัวโทรศัพท์ในห้องนั้นก็จะแจ้งให้ชุมสายได้รับรู้และส่งเสียงกระดิ่งเรียกมายังเครื่องนั้น ๆ ผลจากการวิจัยครั้งนี้จะสามารถสร้างระบบโทรศัพท์ใหม่นี้ใช้ในประเทศ เพื่อลดการนำเข้าของโทรศัพท์ต่างประเทศบางส่วน เช่น โทรศัพท์ไร้สาย หรือเพจเจอร์ระยะใกล้เพื่อประหยัดเงินตราต่างประเทศ

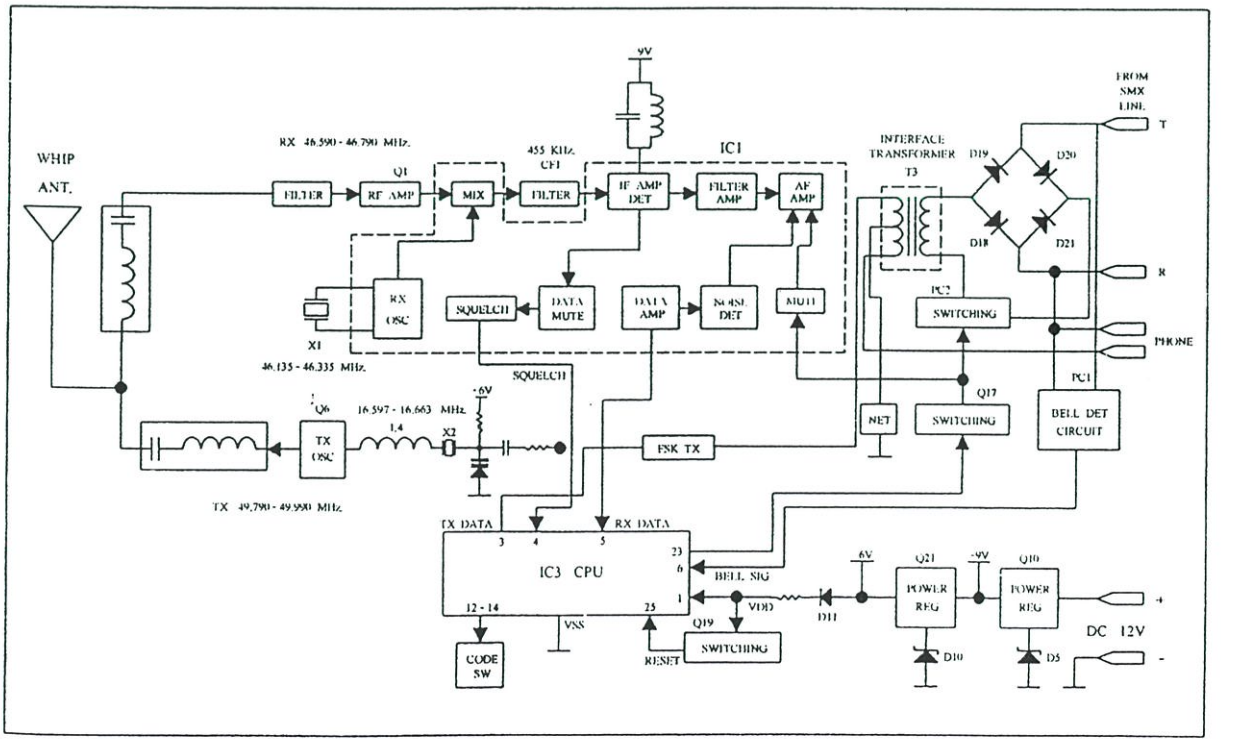
2. หลักการออกแบบ

แนวคิดในการออกแบบคือเน้นการออกแบบ ให้เป็นลักษณะโมดูลเพื่อง่ายต่อการเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ที่มีอยู่ ซึ่งเป็นแบบ 2 คู่สายนอก 8 คู่สายภายใน ส่วนเชื่อมต่อด้วยคลื่นวิทยุถูกต่อพ่วงอยู่กับเครื่องโทรศัพท์ปลายทางดังรูปที่ 1 ระหัสของผู้ใช้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณอะนาล็อคส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์ไปเก็บไว้ที่ส่วนประมวลผลกลางเพื่อใช้เป็นข้อมูลระบุตำแหน่งของผู้พกการ์ด

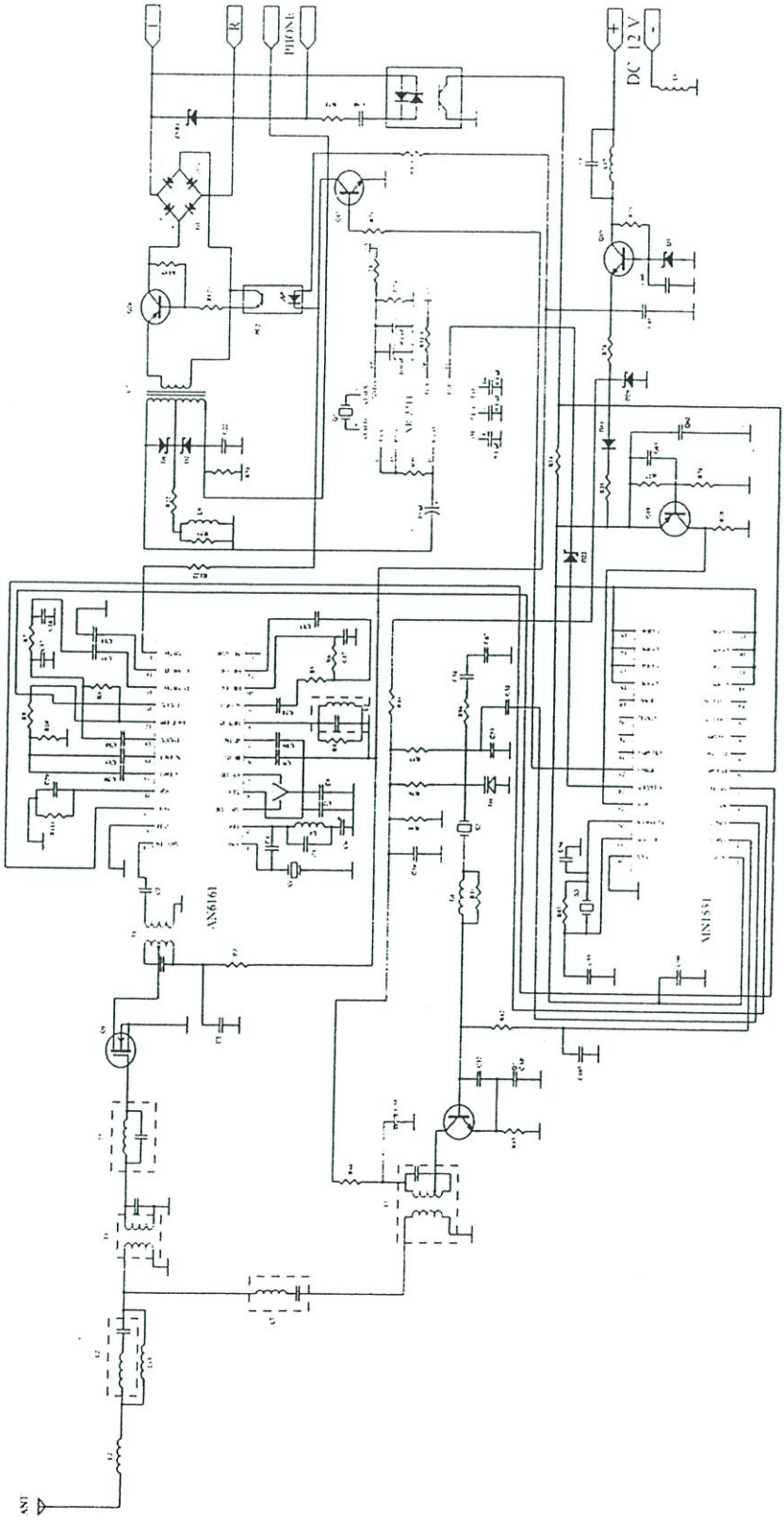
3. การออกแบบและการทำงานของวงจร [3,4]

3.1 วงจรส่วนแอคทีฟการ์ด

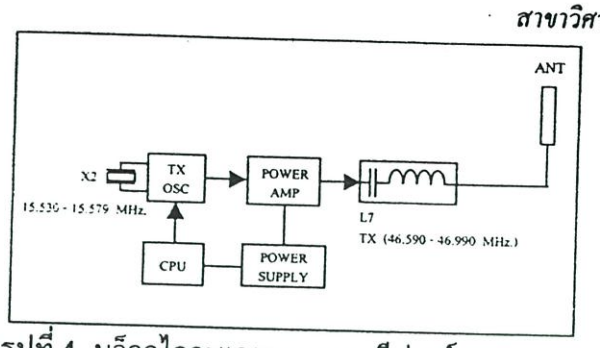
การออกแบบใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT9C2051 เป็นตัวสร้างระหัสขนาด 8 บิท จากนั้นป้อนเข้าสู่ภาคผสมสัญญาณ ซึ่งจะกำเนิดความถี่ในช่วง



รูปที่ 2 บล็อคไดอะแกรมของส่วนเชื่อมต่อด้วยคลื่นวิทยุ



รูปที่ 3 แสดงวงจรส่วนเชื่อมต่อด้วยคลื่นวิทยุ



รูปที่ 4 บล็อคไดอะแกรมของแอคทีฟการ์ด

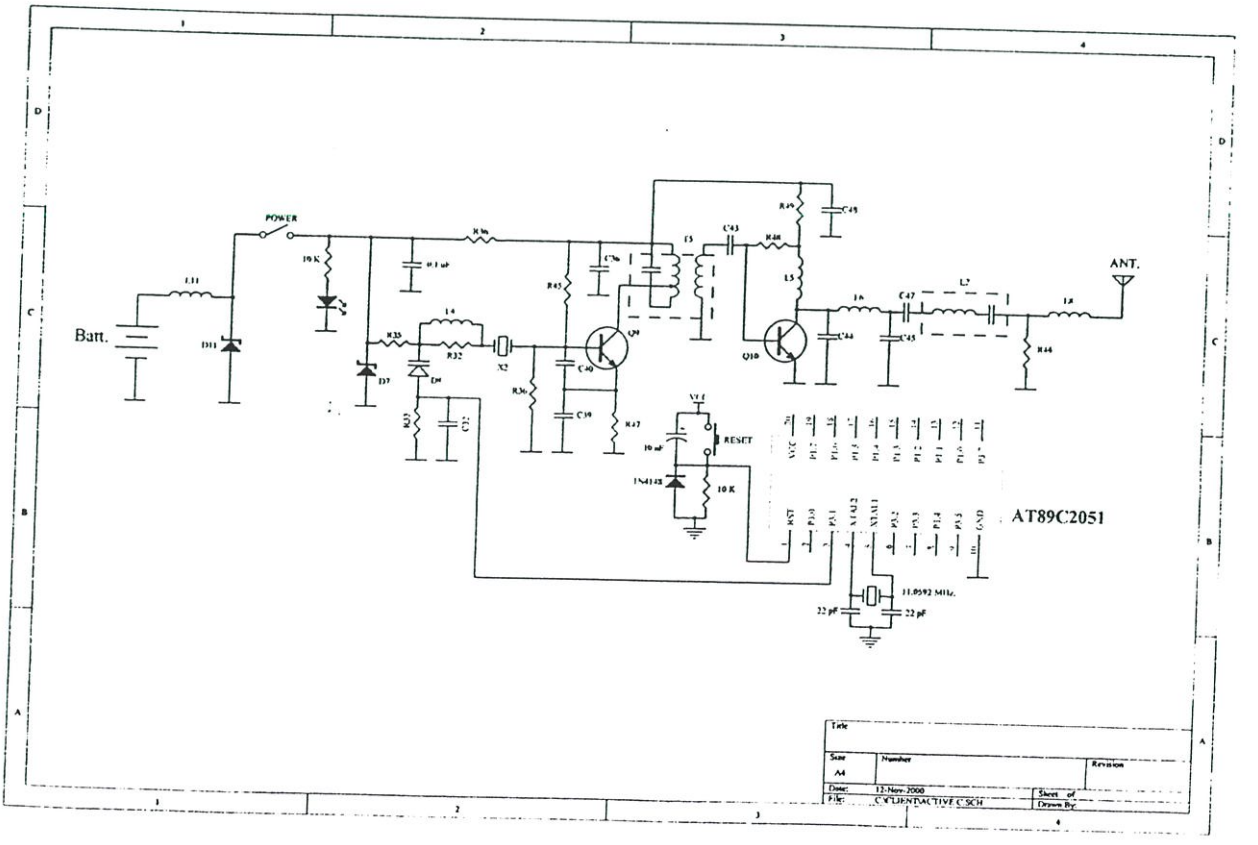
49.670 – 49.990 MHz. ข้อมูลขนาด 8 บิท จะถูกแปลงเป็นสัญญาณอนาล็อกจากนั้นป้อนเข้าสู่ภาคขยายสัญญาณอาร์เอฟเพื่อทำให้สัญญาณมีความแรงเพียงพอ

3.2 ส่วนวงจรเชื่อมต่อด้วยคลื่นวิทยุ

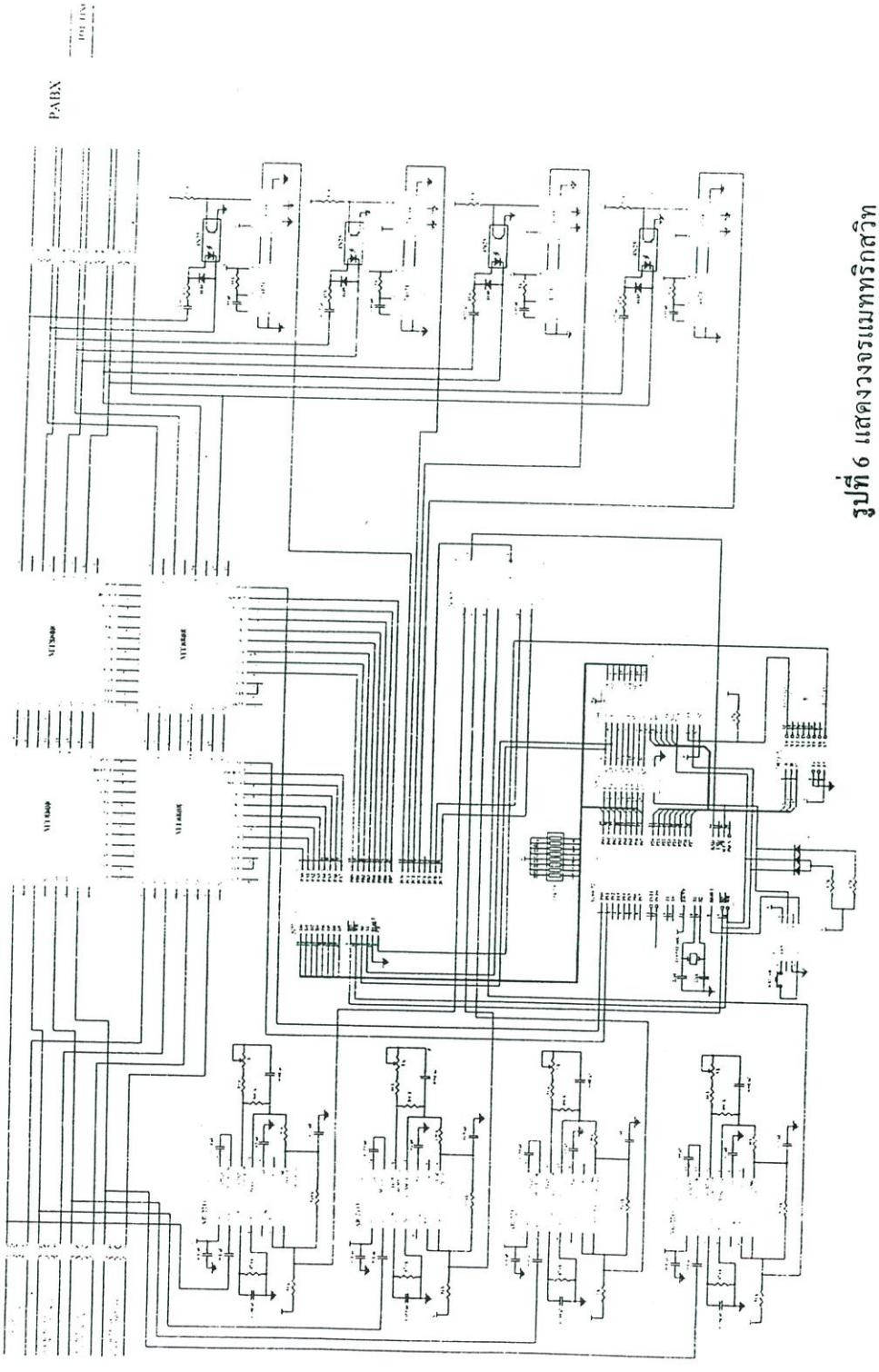
โครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2 วงจรในส่วนนี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณคลื่นวิทยุที่ถูกส่งมาจากแอคทีฟการ์ดแล้วทำการดีมอดูเลทโดยใช้ไอซีเบอร์ AN6161 ซึ่งภายในตัวไอซีนี้จะประกอบไปด้วยวงจรผลิตความถี่ วงจรผสมความถี่ วงจรขยายความถี่กลาง และวงจรขยายเสียงได้เอ้าท์พุทออกมาส่งไปยัง CPU ซึ่งใช้ไอซีเบอร์ MN1551 ควบคุมการรับส่งสัญญาณควบคุมและถอดระหัสข้อมูลที่ส่งมากับสัญญาณคลื่นวิทยุ ข้อมูลที่ได้ส่งผ่านไปยังอินพุทของไอซีเบอร์ XR-2211 เพื่อแปลงสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อก จากนั้นสัญญาณเจะถูกป้อนเข้าสู่อินพุทของวงจรอินเตอร์เฟสทรานฟอร์เมอร์ผ่านคู่สายโทรศัพท์ไปยังวงจรแมททริกสวิทช์

3.3 วงจรแมททริกสวิทช์

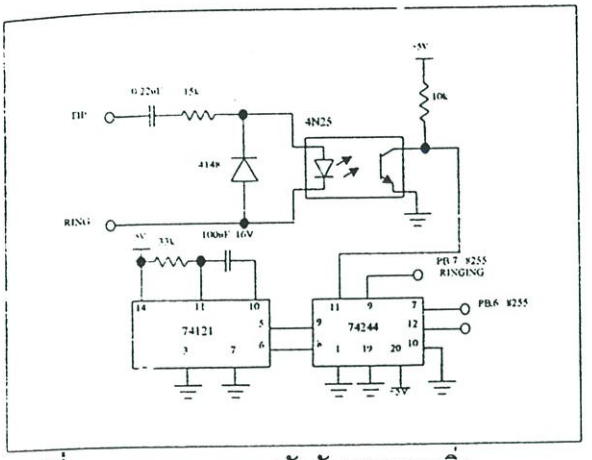
ทำหน้าที่สร้างเส้นทางการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ PABX (Private Automatic Branch Exchange) และส่วนเชื่อมต่อด้วยคลื่นวิทยุเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังทำหน้าที่สลับเส้นทางการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้ด้วยกันเองอีกด้วย วงจรดังแสดงในรูปที่ 6 โดยใช้ไอซีเบอร์ MT8804 เป็นวงจรแมททริกสวิทช์ควบคุมการทำงานโดยไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C55 สัญญาณอนาล็อกที่ส่งมาจะถูกแปลงเป็น



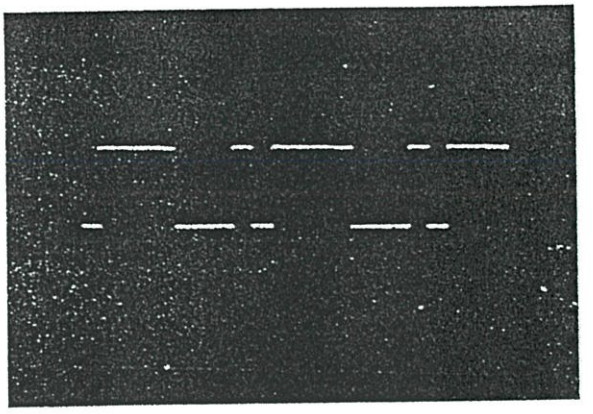
รูปที่ 5 วงจรของแอคทีฟการ์ด



รูปที่ 6 แสดงวงจรแบทริกสวิท



รูปที่ 7 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง



รูปที่ 8 แสดงระหัสสัญญาณข้อมูลประจำแอคทีฟการ์ด

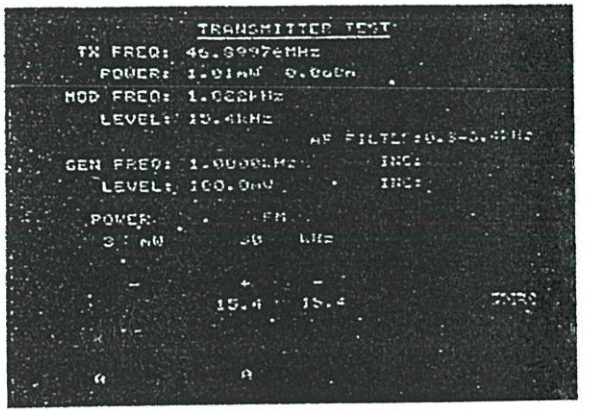
สัญญาณข้อมูลขนาด 8 บิท โดยใช้ไอซีเบอร์ XR-2211 ทำให้ได้เป็นระหัสของผู้ใช้เก็บไว้ที่หน่วยความจำต่อไป

3.4 ส่วนควบคุมและประมวลผล

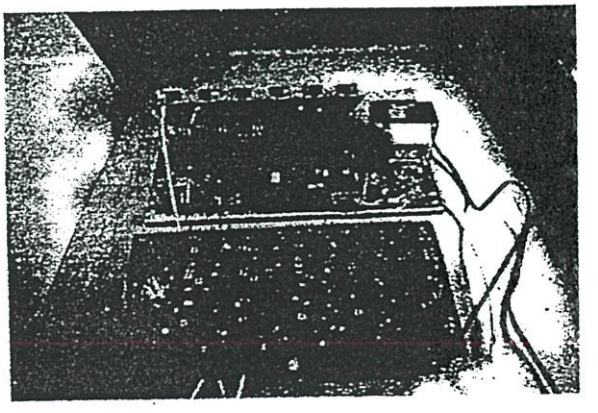
ส่วนควบคุมและประมวลผ ทำหน้าที่ควบคุมส่วนต่าง ๆ ให้ทำงานตามลำดับขั้น ในรูปที่ 6 จะใช้ IC ตระกูล MCS-51 เบอร์ 89C55 ต่อร่วมกับ I/O พอร์ท 8255 โดยมี IC#74138 เป็นไอซีที่ใช้ กำหนดพอร์ทที่CPU ต้องการติดต่อ ส่วนโปรแกรมการทำงานของ CPU จะถูกเก็บไว้ใน EPROM ภายในของตัว CPU ดังวงจรที่แสดงไว้ในรูปที่ 6

3.5 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณกระดิ่งเพื่อส่งให้ส่วนประมวลผลกลางของระบบทราบว่าเมื่อใดมีการโทรศัพท์เข้ามา โดยวงจรจะประกอบด้วย IC#4N25 เป็นไอซีที่เชื่อมโยงทางแสงทำการเปลี่ยนสัญญาณกระดิ่งซึ่งเป็นสัญญาณไฟกระแสสลับขนาด 100 โวลท์ 20 Hz. ออกมาเป็นพัลซ์ที่มีขนาด 5 โวลท์ ส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์ IC#74244 เพื่อปรับระดับสัญญาณให้ความเที่ยงตรง โดยเทียบกับวงจรโมโนสเตเบิ้ลที่ความถี่ 20 Hz. จาก IC#74121 และส่งให้ CPU ผ่านอินพุทพอร์ทของ 8255 ดังวงจรที่แสดงไว้ในรูปที่ 7



รูปที่ 9 แสดงสัญญาณที่วัดได้จากเครื่อง Radio Test Set



รูปที่ 10 แสดงเครื่องต้นแบบของโทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอคทีฟการ์ด

สรุป

จากการทดลอง โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอคทีฟการ์ดสามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากการใช้โทรศัพท์ภายใต้ระบบเครื่องชุมสายปลายทางอัตโนมัติในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ได้อยู่ประจำที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทาง ซึ่งอาจทำให้พลาดการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์ หากแต่โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอคทีฟการ์ดจะสามารถค้นหาตำแหน่งของผู้ใช้ได้โดยอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้เดินไปอยู่ ณ จุดอื่นๆ ภายในอาคารโดยอาศัยการส่งสัญญาณจากแอคทีฟการ์ด ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้โทรศัพท์ได้ทุกบริเวณภายในอาคารไม่ว่าจะเป็นการรับสายเรียกหรือการโทรเรียกผู้อื่น

เอกสารอ้างอิง

พิเชษฐ์ ม่วงนวล สุพจน์ องค์สรณะคมกุล ถวิล พึ่งมา และ มนูญ สุขเกษม "อิเล็คทรอนิกส์โอเปอร์เรเตอร์สำหรับชุมสายปลายทางอัตโนมัติ" การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 17 พ.ศ. 2537

ณัฏฐ์กมล นาเมือง พิเชษฐ์ ม่วงนวล ถวิล พึ่งมา และ มนูญ สุขเกษม "การพัฒนาเครื่องโทรศัพท์ต่อตรงโดยไม่ผ่านโอเปอร์เรเตอร์" การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 18 พ.ศ. 2538

J.L. Fike and G.E.Friend, "Understanding Telephone Electronic" HOWARD W. SAMS & COMPANY, 1989.

รศ.ถวิล พึ่งมา, "การออกแบบวงจรทางโทรคมนาคม", ตำราชุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง, พ.ศ. 2535

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน นายบุญฤทธิ์ พงษ์ประเสริฐ

Mr.Boonyarit Pongprasert

การศึกษา อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน บริษัท โบแม็ก อุตสาหกรรม จำกัด
ออกแบบและติดตั้งเครื่องตรวจจับ (Monitoring Machine) การทำงานของเครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรม ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
บริษัท เดลต้าอิเล็คทรอนิคส์ จำกัด (มหาชน) SENIOR ENGINEER
บริษัท อัลคาเทลเทเลคอม (ประเทศไทย) จำกัด PROJECT ENGINEER
บริษัท อัลคาเทลเทเลคอม (ประเทศไทย) จำกัด SWITCHING TEST ENGINEER
บริษัท ทอมสันเทเลวิชั่น (ประเทศไทย) จำกัด TEST ENGINEER

ผลงานวิจัยและบทความที่ได้รับการตีพิมพ์

1. **Boonyarit Pongprasert,** Manoon Sukkasem and Tawil Paungma "1.9 GHz. Indoor Model Prediction for Personal Communication Telephone (PCT) System," TJMW '99, September 21-22, 1999, Pattaya, Thailand.
2. **บุญฤทธิ์ พงษ์ประเสริฐ** มนูญ สุขเกษม และ ถวิล พึ่งมา "โทรศัพท์เข้าถึงข้อมูลจากแอกทีฟการ์ด" การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 5-7 กุมภาพันธ์ 2544
3. วรวิทย์ อ่องวงศ์วัฒนา **บุญฤทธิ์ พงษ์ประเสริฐ** ถวิล พึ่งมา "การแฮนด์ออฟแบบนิวรอลเน็ตเวิร์คโดยใช้ความแรงสัญญาณที่รับได้ และความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิค" การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 25 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 21-22 กันยายน 2545 หาดใหญ่ จ.สงขลา