อุปกรณ์ต่อโทรศัพท์อัตโนมัติ

โดย

นายคณาศักดิ์ สำนักโนน
นายจรัล บุญปี
นายสมชาย ทับทิม
นายสมนึก อมรศิริกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC TELEPHONE EXCHANGE

BY

MR. KANASAK SAMNANON

MR. JARAN BOONPEE

MR. SOMCHAI TUBTIM

MR. SOMNUK AMORNSIRIKUL

PROJECT REPORT SUBMITTED INPARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIRMENTS

FOR THE BACHELOR'S DEGREE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อุปกรณ์ต่อโทรศัพท์อัตโนมัติ
โดย	นายคณาศักดิ์ สำนักโนน นายจรัล บุญปี นายสมชาย ทับทิม นายสมนึก อมรศิริกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์กฤดากร กล่อมการ
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2536

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา-
อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

****

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

---------- อาจารย์ที่ปรึกษา
( )

---------- กรรมการ
( )

---------- กรรมการ
( )

---------- กรรมการ
( )

---------- กรรมการ
( )

---------- กรรมการ
( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อุปกรณ์ต่อโทรศัพท์อัตโนมัติ

โดย นายคณาศักดิ์ สำนักโนน
นายจรัล บุญปี
นายสมชาย ทับทิม
นายสมนึก อมรศิริกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์กฤดากร กล่อมการ

ปีการศึกษา 2536

บทคัดย่อ

ในปริญญานิพนธ์นี้กล่าวถึงการออกแบบ และการสร้างเครื่องระบบโทรศัพท์ต่อผ่านอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงาน เพื่อให้ทำหน้าที่แทนโอเปอร์เรเตอร์ เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้เรียกติดต่อได้โดยสะดวก และรวดเร็ว

ประโยชน์ที่ได้รับ สามารถติดต่อจากภายในเรียกออกภายนอกโดยไม่ผ่านโอเปอร์เรเตอร์ อาจจะเป็นสำนักงาน อพาร์ทเม้น แฟลต คอนโดมิเนียม หรือโรงแรมต่าง ๆ ตลอดจนสามารถบันทึกข้อมูลเวลาการใช้งานและเลขหมายต้นทาง,ปลายทาง เพื่อนำไปคิดค่าบริการได้อย่างถูกต้อง โดยการต่อเข้ากับเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC TELEPHONE EXCHANGE

BY Mr. KANASAK SAMNAKNON

Mr. JARAN BOONPEE

Mr. SOMCHAI TUBTIM

Mr. SOMNUK AMORNSIRIKUL

PROJECT REPORT ADVISOR Mr. KITDAKORN KLOMKARN

ACADEMIC YEAR 1993

ABSTRACT

This thesis descrited about design and construction Automatic Telephone Exchange by microprocessor control network that design for the connection the telephone from originate to destination with out the operator

The Automatic Telephone Exchange can operate in the mode extension to telephone or telephone to telephone. The single chip 8032 has been use for the CPU of this system , the operation status can be record such as timing data, originate line, destination line and line service charging by interface in the printer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประสบผลสำเร็จลงได้ ทางคณะผู้จัดทำได้รับคำแนะนำ และความอนุเคราะห์จากอาจารย์กฤดากร กล่อมการ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา รวมทั้งคณาจารย์ทุก ๆ ท่าน ในภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขด้วยดีตลอดมา จนประสบผลสำเร็จ ดังนั้น คณะผู้จัดทำขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

นายคณาศักดิ์ สำนักโนน
นายจรัล บุญปี
นายสมชาย ทับทิม
นายสมนึก อมรศิริกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 เครื่องโทรศัพท์ 1

1.1 บทนำ 1

1.2 โครงสร้าง 1

ส่วนรับส่งสัญญาณเสียงพูด 1

(1) ปากพูด 1

(2) หูฟัง 2

(3) วงจรรับสัญญาณเสียง 4

ส่วนที่ทำหน้าที่ส่งโค๊ดเลขหมายของผู้เรียก 11

(1) แบบ PULSE DIALING 11

(2) แบบ PUSH BUTTON 13

ส่วนที่รับสัญญาณเรียก 15

1.3 สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เช่าและเลขหมาย 17

1.3.1 สัญญาณที่รับส่งจากบ้านผู้เช่าไปยังชุมสาย 17

1.3.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย 17

บทที่ 2 หลักการทำงานเครื่องชุมสายโทรศัพท์ 19

2.1 บทนำ 19

2.2 ลักษณะของการต่อการเรียก 20

2.3 โครงสร้างของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ 21

2.3.1 ภาคตัวต่อ (SWITCHING PART) 23

2.3.2 ภาคควบคุม (CONTROL PART) 26

2.4 การเรียกภายในชุมสายเดียวกัน 27

2.4.1 การรับรู้การเรียก 27

2.4.2 การรับและวิเคราะห์เลขหมาย 29

2.4.3 การตรวจสภาพ B-SUB และการเลือกตัวต่อ 31

2.4.4 การต่อเส้นทางสนทนาและสัญญาณกระดิ่ง 31

2.4.5 การตอบรับการเรียกของ B-SUB 33

2.4.6 การเลิกสนทนา 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การเรียกออกไปยังชุมสายอื่น 35
2.5.1 การรับรู้การเรียก 35
2.5.2 การรับและวิเคราะห์เลขหมาย 35
2.5.3 การวิเคราะห์ทางออก 35
2.5.4 การวิเคราะห์อัตราคิดเงิน 36
2.5.5 การเลือกวงจรต่อออกและตัวต่อ 36
2.5.6 การต่อเส้นทางสนทนาและส่งสัญญาณเรียกชุมสาย 36
2.5.7 การส่งและรับข้อมูลระหว่างชุมสาย 37
2.5.8 การตอบรับการเรียกของ B-SUB 38
2.5.9 การเลิกสนทนา 39
2.6 การเรียกเข้ามาจากชุมสายอื่น 40
2.6.1 การรับรู้การเรียก 40
2.6.2 การรับและวิเคราะห์เลขหมาย 41
2.6.3 การตรวจสภาพ B-SUB และการเลือกตัวต่อ 41
2.6.4 การต่อเส้นทางสนทนาและส่งสัญญาณกระดิ่ง 41
2.6.5 การตอบรับการเรียกของ B-SUB 41
2.6.6 การเลิกสนทนา 42
2.7 การเรียกผ่านจากชุมสายหนึ่งไปยังอีกชุมสายหนึ่ง 43

บทที่ 3 สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย 45
3.1 บทนำ 45
3.2 สัญญาณพื้นฐานในการรับส่งระหว่างชุมสาย 45
3.2.1 ลำดับการส่งสัญญาณ 45
3.2.2 ความหมายของสัญญาณพื้นฐาน 47
3.2.3 สัญญาณ OPERATOR 49
3.2.4 สัญญาณตอบรับจากชุมสายปลายทาง 49
3.3 การแบ่งสัญญาณออกเป็น LINE SIGNAL และ REGISTER SIGNAL 50
3.3.1 สัญญาณที่ใช้ในช่วงการต่อการเรียก 51
3.3.2 สัญญาณที่สามารถส่งหรือรับตลอดช่วงเวลาที่ต่อโทรศัพท์ 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การส่งสัญญาณระหว่างชุมสาย 52
3.4.1 ONE WAY และ BOTH WAY TRUNK 52
3.4.2 การส่งสัญญาณในระบบ TRANSMISSION 52
3.4.3 PHYSICAL AND NONPHYSICAL CIRCUIT 54
3.4.4 ลักษณะการส่ง LINE SIGNAL 56
3.4.5 ตัวอย่างลำดับขั้นตอนในการส่งสัญญาณระหว่างชุมสายแบบที่ 1 .. 56
3.4.6 ตัวอย่างลำดับขั้นตอนในการส่งสัญญาณระหว่างชุมสายแบบที่ 2 .. 58
3.5 ชนิดของ TRAFFIC 62
3.6 การต่อ LINE SIGNALLING แบบต่าง ๆ 67
3.6.1 DC.LINE SIGNALLING (CONTINUOUS SIGNALLING) 67
3.6.2 DISCONTINUOUS LINE SIGNALLING 69
3.6.3 CONTINUOUS LINE SIGNALLING 71
3.7 สัญญาณที่ส่งเลขหมาย 76
3.7.1 กล่าวโดยทั่วไป 76
3.7.2 ข่าวสารที่ส่งในสัญญาณ REGISTER 79
(1) ข่าวสารที่ส่งในทิศทางตรง (FORWARD DIRECTION) ... 79
(2) ข่าวสารที่ส่งในทิศทางกลับ (BACKWARD DIRECTION) .. 79
3.7.3 หลักการรับส่งของสัญญาณ REGISTER 80
(1) ส่งแบบ LINK BY LINK 80
(2) ส่งแบบ END TO END 82
(3) ส่งแบบผสม 83
3.7.4 ข้อกำหนดของสัญญาณระบบ R_2 (CCITT R_2) 85
(1) กล่าวโดยทั่วไป 85
(2) การประกอบเป็น CODE ต่าง ๆ 86
(3) หลักการของ R_2 MFC 88
(4) ตัวอย่างการรส่ง REGISTER SIGNAL 94
(5) การเพิ่มจำนวนของสัญญาณ 94

บทที่ 4 การออกแบบอุปกรณ์ต่อโทรศัพท์อัตโนมัติ 96
4.1 บทนำ 96
4.2 ระบบของชุดควบคุมการทำงาน 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 รายละเอียดการทำงาน 97
4.3.1 FLOW CHART แสดงขั้นตอนการทำงาน 98
4.3.2 การรับสัญญาณเรียก (RINGING) 103
4.3.3 การตรวจสอบรหัสการขอใช้บริการ 104
4.3.4 การต่อให้บริการ 106
4.3.5 การตรวจสอบสัญญาณ BUSY 107
4.3.6 วิธีการขอบริการ REDIAL 108
4.3.7 วิธีการขอการต่อถ้า SUBSCRIBER BUSY 109
4.3.8 วิธีการขอบริการต่อเนื่อง 110
4.3.9 การใช้บริการ REDIAL และการส่ง 110
4.3.10 การนำเอาวงจร WATCH DOG มาใช้งาน 112
4.3.11 REAL TIME CLOCK 112
4.3.12 POWER SUPPLY 114
4.4 PROGRAM ของการทำงาน 116
4.4.1 MAIN PROGRAM 116
4.4.2 PROGRAM WATCH DOG 119
4.4.3 PROGRAM SIGNAL DECODE 120
4.4.4 PROGRAM SIGNAL BUSY 121
4.4.5 PROGRAM RTC 122
4.4.6 PROGRAM ANSWER SOUND 124
4.4.7 PROGRAM REDIAL 125
4.5 การนำผลงานไปพัฒนา 128

สรุปการออกแบบอุปกรณ์ต่อโทรศัพท์อัตโนมัติ 129

เอกสารอ้างอิง 130
ภาคผนวก 131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

เครื่องโทรศัพท์

1.1 บทนำ

เครื่องโทรศัพท์ (Telephone Set) จัดเป็นอุปกรณ์เครื่องปลายทางอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณเสียงพูด ระหว่างผู้เช่า (Subscriber) โดยทำหน้าที่แปลงพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้า ส่งไปในสาย หรือในทำนองกลับกัน ทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่มาตามสายกลับมาเป็นสัญญาณเสียงที่หูฟัง นอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ ต่อไปนี้

1.1.1 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น

1.1.2 ทำการส่งสัญญาณโค๊ตที่ใช้แทนเลขหมายของผู้ถูกเรียก (B Subscriber)

1.1.3 ทำหน้าที่รับสัญญาณโทน (Tone) ที่ตอบรับจากชุมสาย ตลอดจนรับสัญญาณเรียก (Ringing Tone)

1.1.4 ส่งสัญญาณยกเลิกการต่อเรียกไปยังชุมสาย

1.2 โครงสร้าง ส่วนประกอบหลักของเครื่องโทรศัพท์ แบ่งออกได้ 3 ส่วน ดังนี้

1.2.1 ส่วนที่รับส่งสัญญาณเสียงพูด (Speech Transmission)

1.2.2 ส่วนที่กำเนิดสัญญาณโค๊ตเลขหมายของผู้ถูกเรียก

1.2.3 ส่วนที่รับสัญญาณเรียกจากชุมสาย (กระดิ่ง Electronic Ringer)

ส่วนรับส่งสัญญาณเสียงพูด

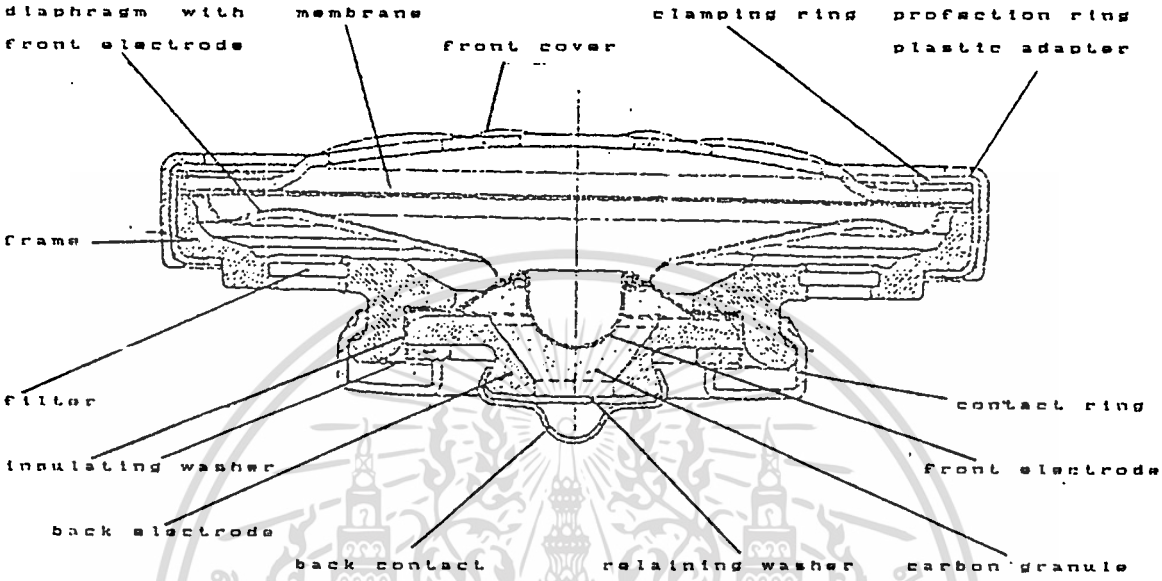
ส่วนนี้ประกอบด้วย ปากพูด (Transmitter) หูฟัง (Receiver) และวงจรรับส่ง (Transmission Circuit)

(1) ปากพูด มีอยู่ด้วยกันหลายแบบที่มีใช้อยู่เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่

ก. ปากพูดแบบใช้ถ่าน (Carbon Microphone) ดูรูปที่ 1.1 เป็นแบบที่ใช้มานานตั้งแต่เริ่มมีโทรศัพท์ การเปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าอาศัยการเปลี่ยนค่าความต้านทานของผงถ่าน ตามการอัด - คลายตัว เนื่องจากแผ่นไดอะแฟรม (diaphragm) ที่มากดผงถ่านตามพลังงานเสียง ข้อดีของปากพูดแบบนี้ ก็คือมีความคงทน และให้ประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการแปลงพลังงานสูง ทำให้ไม่ต้องใช้วงจรขยายสัญญาณช่วย แต่ข้อเสียคือ มีคุณสมบัติการทำงานแบบ NON LINEAR (สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จะไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัญญาณเสียง) ทำให้คุณภาพของเสียงไม่ดีเท่าที่ควร

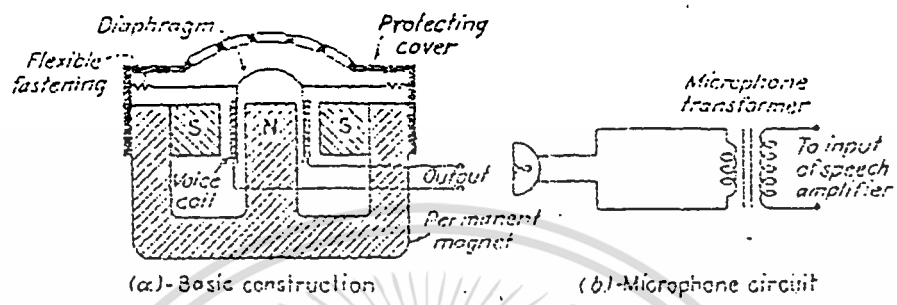


รูปที่ 1.1 ปากพูดแบบใช้ถ่าน

ข. ปากพูดแบบ Electromagnetic ใช้หลักการของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงในขดลวด ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าขึ้นในขดลวดนั้น ดังนั้นจะเห็นว่าส่วนประกอบที่สำคัญคือสนามแม่เหล็กและขดลวดแบบที่นิยมใช้คือแบบขดลวดเป็นตัวเคลื่อนที่เรียกชื่อว่า Electrodynamic ดังแสดงในรูปที่ 1.2 โครงสร้างประกอบด้วยแม่เหล็กถาวรขดลวดซึ่งต่อเชื่อมกับ Diaphragm สวมอยู่บนแกนเหล็ก เมื่อมีเสียงพูดขดลวดจะเคลื่อนที่ขึ้นลงตามแรงที่กระทำบน Diaphragm ทำให้สนามแม่เหล็กที่ผ่านขดลวดเปลี่ยนแปลง จึงเกิดกำลังงานไฟฟ้าขึ้น ข้อดีของปากพูดแบบนี้คือมีคุณสมบัติแบบ Linear ทำให้คุณภาพของสัญญาณเสียงดี แต่ประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานต่ำจึงต้องใช้วงจรขยายช่วย

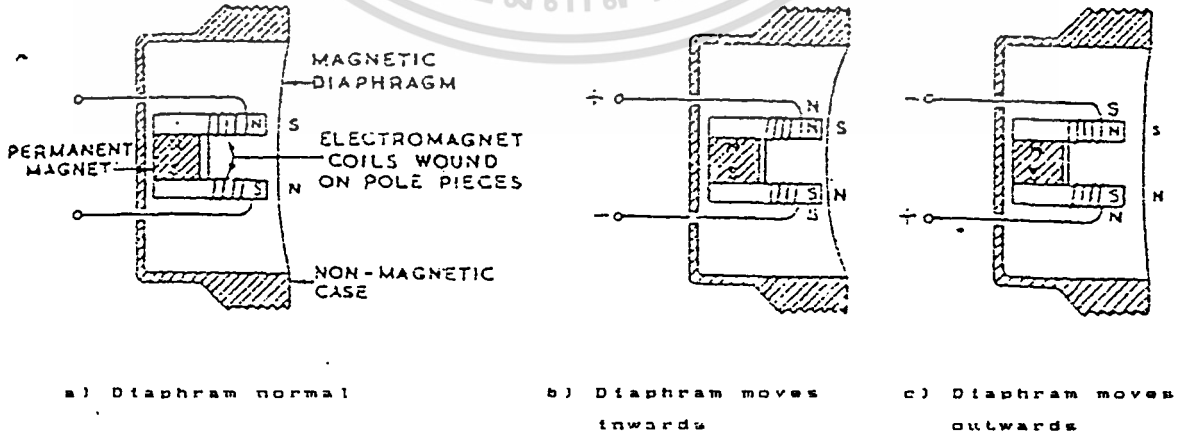
(2) หูฟัง (Receiver) แบบที่นิยมใช้คือ Electrodynamic โครงสร้างเหมือนกับปากพูดแบบ Dynamic ดังแสดงในรูปที่ 1.2 สามารถใช้แทนกันได้ โดยสัญญาณไฟฟ้าจะเข้าที่จุดทางออก (output) ของรูปที่ 1.2 ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายในขดลวด เป็นผลให้แรงดูด-แรงผลักกับแท่งแม่เหล็กถาวร ทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ นั่นคือแผ่นไดอะแฟรมเคลื่อนที่ ทำให้เกิดสัญญาณเสียงออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



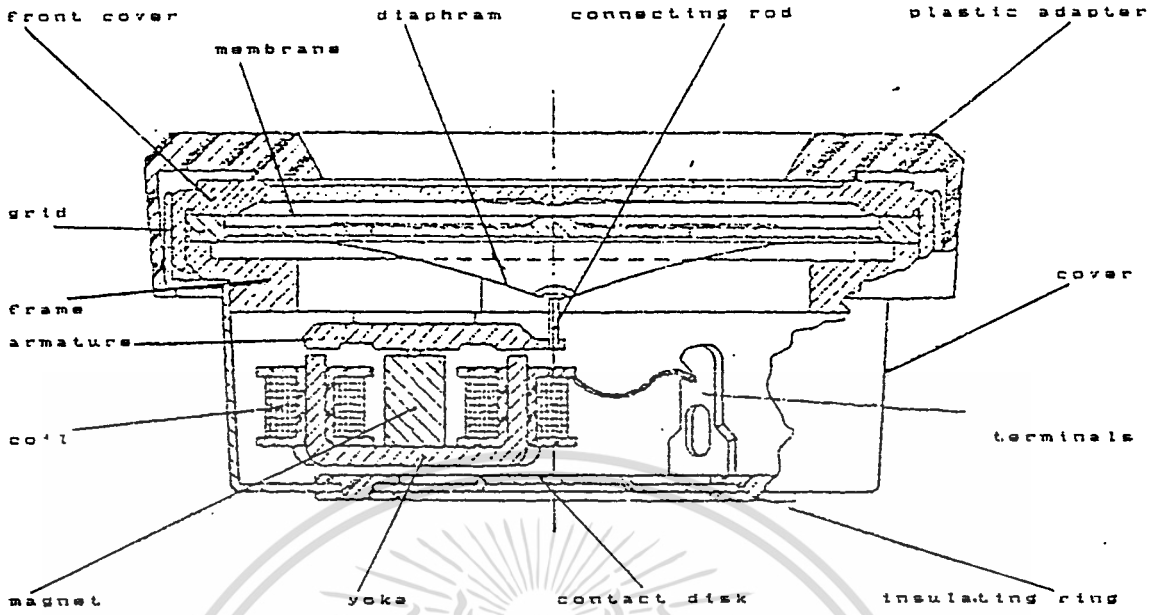
รูปที่ 1.2 ปากพูดแบบ Electrodynamic

หูฟังแบบ Electromagnetic แสดงในรูปที่ 1.3 และจะอาศัยแม่เหล็กเป็นตัวเคลื่อนที่แทน



รูปที่ 1.3 หูฟังชนิด Electromagnetic แบบ Magnetic Diaphragm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.4 หูฟังชนิด Electromagnetic แบบ Rocking Armature

(3) วงจรรับส่งสัญญาณเสียง (Speech Tranmission)

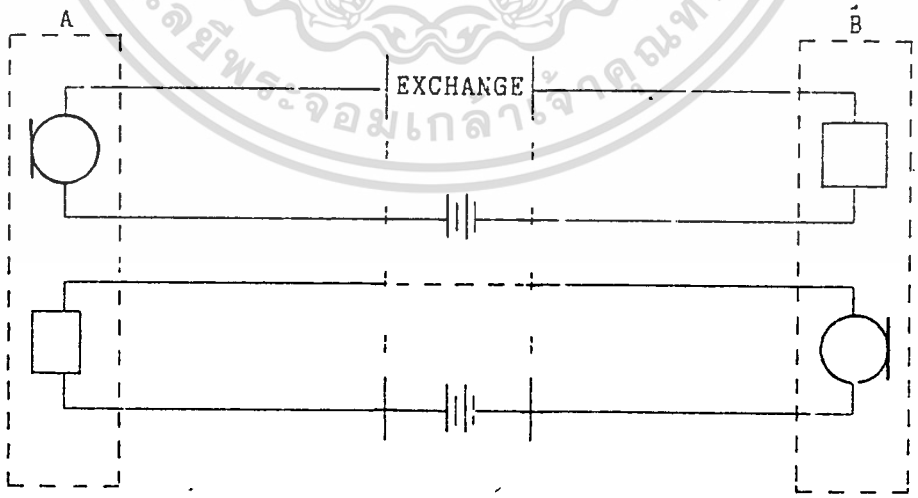
ก. แบบพื้นฐาน หน้าที่หลักของชุมสายโทรศัพท์ คือ การเชื่อมโยงสายระหว่างผู้เช่าฝ่ายเรียก (A subscriber) และผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก (B subscriber) พร้อมทั้งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องโทรศัพท์ทั้งสองเครื่อง วงจรแบบแรก แสดงในรูปที่ 5 จะเห็นว่าการทำงานไม่ยุ่งยาก เพราะเส้นทางการรับส่งแยกอิสระ แต่ข้อเสียก็คือใช้สายถึง 2 คู่ คือเป็น 2 เท่าของจำนวนคู่สายที่ใช้อยู่จริงในปัจจุบัน (ค่าใช้จ่ายในด้านค่าสายโทรศัพท์ที่ไปยังบ้านผู้เช่ามีราคาประมาณ 40 % ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดในเรื่องของโทรศัพท์)

ข. วงจรพื้นฐานแบบที่ 2 วงจรแสดงในรูปที่ 6 แบบนี้ให้ความประหยัดด้านสาย แต่มีข้อเสีย คือประสิทธิภาพของการรับส่งไม่ดี เพราะขณะที่พูดไปสัญญาณไฟฟ้าจะผ่านไปที่หูฟังของตัวเองอย่างเต็มที่ทำให้ได้ยินเสียงตัวเองดังมาก และยังผลให้พลังงานมราส่งออกไปลดลง เสียงที่เราได้ยินที่หูฟังขณะที่พูดไปเรียก Side Tone เสียง Side Tone นี้มีความสำคัญต่อการรับส่งมาก เพราะถ้ามีขนาดแรงเกินไป ผู้พูดจะพูดดังมากซึ่งอาจจะทำให้สัญญาณเพี้ยนหรือผู้รับได้ยินเสียงดังน่ารำคาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

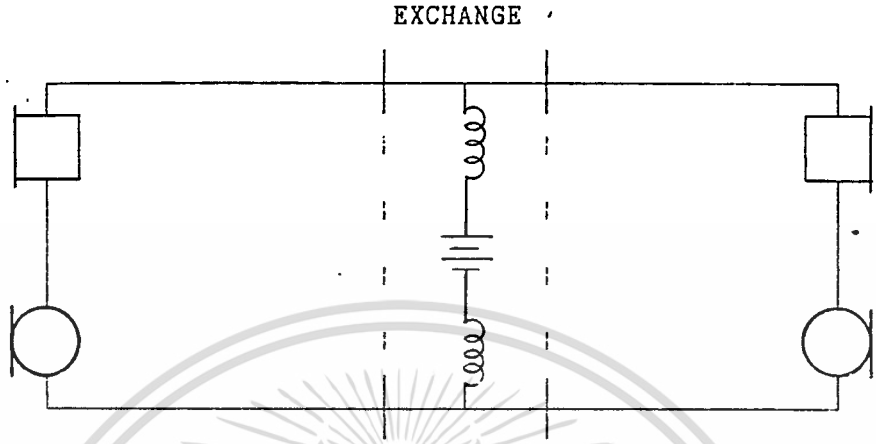
ค. วงจรใช้งานแบบ Induction Coil วงจรแสดงในรูปที่ 7 เป็นวงจรที่ใช้งานจริง วงจรใช้สายรับส่งเพียง 1 คู่ การลดทอน Side Tone และการเพิ่มประสิทธิภาพในการรับส่งสัญญาณอาศัยการทำงานของ Induction Coil ปากพูดที่ใช้เป็นแบบถ่าน ส่วนหูฟังเป็นแบบ Electromagnetic ในขณะที่พูดไป กระแสที่ผ่านไมโครโฟนจะไหลผ่านขดลวด A และ B ถ้า $Z_1 = Z_2$ กระแสที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสองจะเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กในแกนแม่เหล็กเป็นศูนย์จึงไม่มีแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำขึ้นในขด C หูฟังจึงไม่ได้ยินเสียงที่พูดไป (ในทางปฏิบัติจะยอมให้มี Side tone บ้าง เพื่อประโยชน์ดังได้กล่าวข้างต้น) ในขณะที่เป็นฝ่ายรับสัญญาณกระแสที่ไหลผ่านขดลวด A,B จะมีทิศทางเดียวกัน สนามแม่เหล็กที่เสริมกันทำให้เกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำไปขดลวด C ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงที่พูดมา วงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนจากการทำงานเป็น 2 สายมาเป็นแบบ 4 สาย มีชื่อเรียกว่าวงจร Hybrid ดังนั้น Induction Coil อาจเรียกอีกอย่างว่า Hybrid coil

Induction Coil นอกจากจะทำหน้าที่ลดขนาดของ Side Tone แล้วยังทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิด Impedance matching ระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับสายที่มาจากชุมสาย ทั้งนี้เพื่อให้กำลังงานที่ส่งออกไปหรือรับเข้ามามีค่าสูงสุด (สายโทรศัพท์จะมี Impedance เฉลี่ย 600 โอห์ม วงจรปากพูด-หูฟังถ้าไม่มี Induction Coil จะมีอิมพีแดนซ์ต่ำกว่ามาก

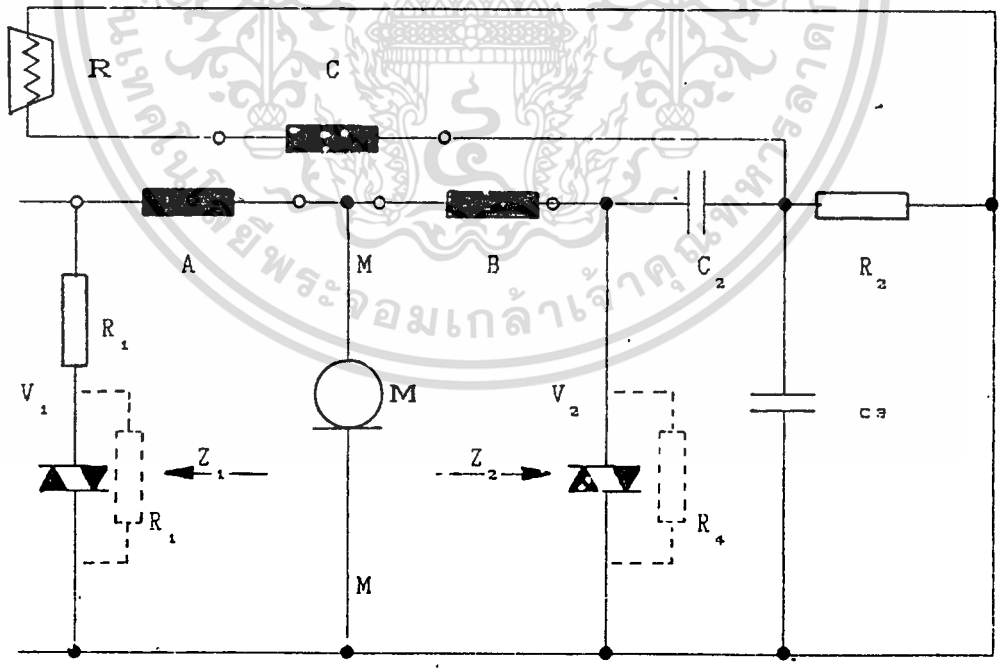


รูปที่ 1.5 วงจรรับส่งพื้นฐานแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.6 วงจรรับส่งพื้นฐานแบบที่ 2



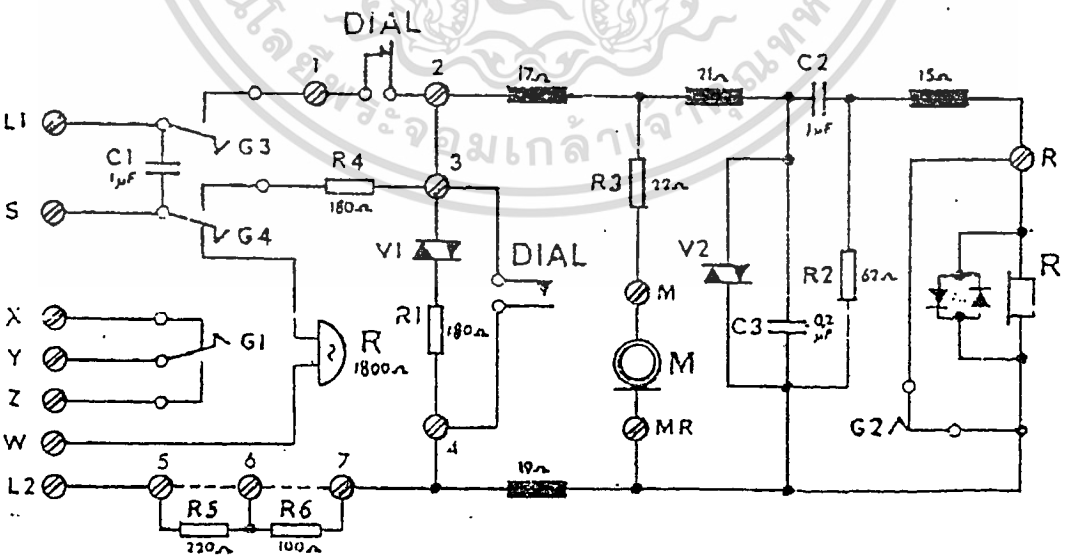
Hybrid arrangement circuit

รูปที่ 1.7 วงจรรัส่งแบบ Induction Coil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. วงจรปรับความดังเสียงอัตโนมัติ (Automatic Equalizer)

ในเครื่องโทรศัพท์รุ่นแรก ๆ เครื่องที่ติดตั้งใกล้ชุมสายจะมีความแรงของสัญญาณเสียงสูงกว่าเครื่องที่ติดตั้งห่างไกลชุมสาย ทั้งนี้เนื่องจากผลของความต้านทานภายในสายส่งซึ่งจะมีค่ามากขึ้นตามความยาว เป็นผลให้กำลังงานส่วนหนึ่งสูญเสียไปในสาย สายส่งยิ่งไกลการสูญเสียก็ยิ่งมีค่ามาก เพื่อให้คุณภาพของสัญญาณเสียงไม่ขึ้นกับระยะทางใกล้ไกลจากชุมสาย วงจรในรูปที่ 8 จึงเพิ่มวงจร Automatic Equalizer โดยการใส่ V_1 และV_2 ซึ่งเป็น Silicon Cabide varister ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น Nonlinear resistance โดยที่ค่าความต้านทานของมันจะลดลงเมื่อโวลเต็จที่ตกคร่อมตัวมันมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อเวลาเครื่องโทรศัพท์เครื่องนี้ติดตั้งใกล้ชุมสาย แรงดันที่ส่งมายังเครื่องโทรศัพท์จะมีค่าสูง V_1 และ V_2 จะลดค่าความต้านทานลง ทำให้แรงดันคร่อมปากพูดและหูฟังลดลง สัญญาณที่รับเข้ามาหรือส่งออกไปจึงไม่แรงเกินไป ในทำนองกลับกันเมื่อเครื่องโทรศัพท์อยู่ไกลจากชุมสาย ค่าความต้านทานของสายส่งจะทำให้แรงดันที่ส่งมายังเครื่องลดลง V_1 และ V_2 จะมีค่าความต้านทานสูงขึ้น จึงทำให้ผลของการโหลดวงจรจาก V_1 และ V_2 ลดลง ปากพูดหูฟัง จึงทำงานได้เต็มที่ (เครื่องโทรศัพท์ปัจจุบันออกแบบ ให้สามารถใช้งานได้ดีในช่วงการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานทางสาย ตั้งแต่ 0 ถึง 1500 โอห์ม)



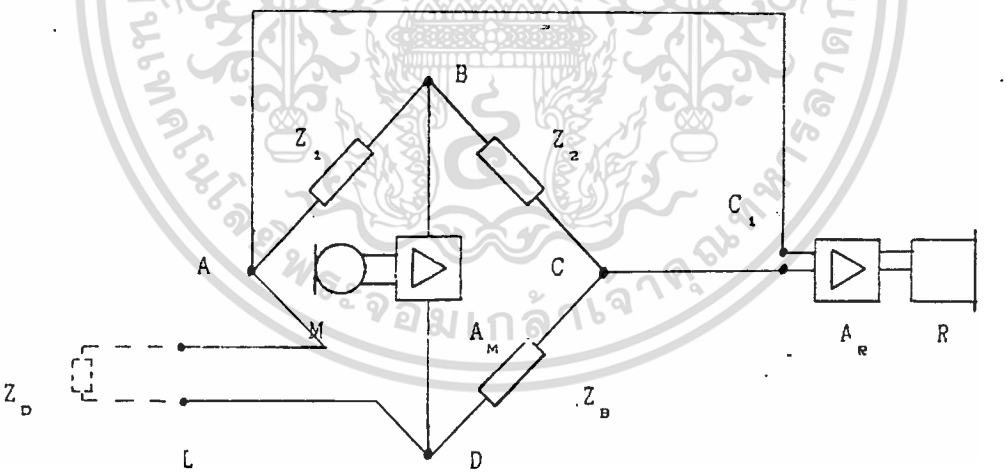
รูปที่ 1.8 วงจรที่ใช้งานในเครื่อง ITT รุ่น Face Standard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. วงจรรับส่งแบบอิเล็กโทรนิคส์ (Electronic speech circuit)

จากความก้าวหน้าในการทำวงจรรวม Integrated circuit (IC) ทำให้เครื่องโทรศัพท์รุ่นใหม่หันมาใช้วงจรรับส่งแบบอิเล็กโทรนิคส์แทน Induction coil เพราะมีคุณสมบัติที่ดีกว่าหลายประการ เช่น ขนาดเล็ก, น้ำหนักเบา และคุณภาพของการรับส่งดีกว่า วงจรพื้นฐานแสดงในรูปที่ 1.9 ซึ่งประกอบด้วยวงจร Hybrid (2/9 wires) และวงจรขยายสัญญาณ ปากพูด-หูฟัง ที่ใช้เป็นแบบ Electromagnetic หรือ Electrodynamic วงจรขยายสัญญาณจะอยู่ภายในตัวIC ส่วนวงจร Hybrid จะอาศัยอุปกรณ์เป็นตัว ๆ ที่ต่ออยู่ภายนอก ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการเปลี่ยนแปลงค่าอุปกรณ์เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานในแต่ละสถานที่ (ตามข้อกำหนดของแต่ละหน่วยงาน หรือประเทศที่ใช้)

การลดทอนขนาดของ Side Tone อาศัยหลักการของBalanced wheatstone bridge จากวงจรในรูปที่ 1.6 สายโทรศัพท์ต่อเข้าที่จุด AD Z_L เป็นค่าอิมพีแดนซ์ที่มองไปทางด้านสายโทรศัพท์แขนของวงจร bridge Z_1, Z_2 เป็นความต้านทานธรรมดา ส่วน Z_b เป็นวงจร RC ซึ่งเป็นแขนด้านที่ 4 ของ Bridge



รูปที่ 1.9 Electronic Speech Circuit

วงจรขยายไมโครโฟน ถูกต่ออยู่กับทะแยงมุมหนึ่งของ bbridge B-D และวงจรขยายปากพูดต่ออยู่กับอีกทะแยงมุมหนึ่ง คือ A-C จะเห็นได้ว่า ถ้า

$$Z_1/Z_2 = Z_L/Z_B$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

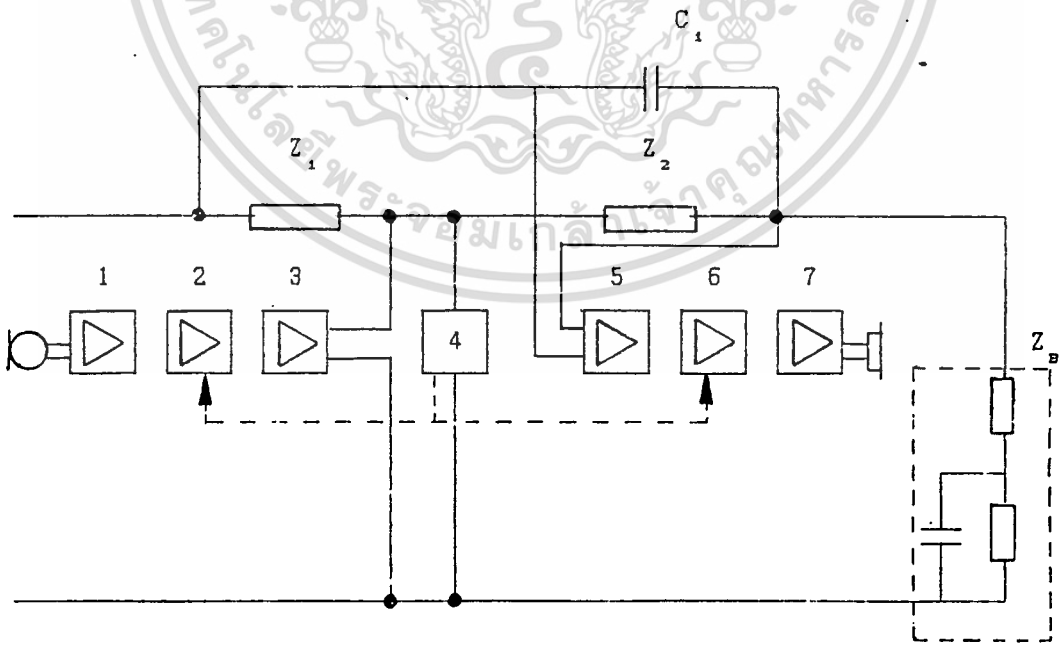
วงจร Bridge จะอยู่ในสภาพสมดุลย์ เวลาพูดออกไปจะมีแรงดันของสัญญาณคร่อมจุด แต่ที่จุด A-C จะมีค่าเป็นศูนย์ ทำให้ไม่มี Side tone ที่หูฟัง ส่วนในขณะที่รับสัญญาณเข้ามาจากสายโทรศัพท์เนื่องจากอิมพีแดนซ์ของ Z_1 และ Z_2 มีค่าสูง กำลังงานส่วนใหญ่จึงไปขยายโดยวงจรนยายหูฟัง ทำให้สามารถรับสัญญาณได้เป็นอย่างดี

วงจรรูปที่ 1.10 แสดง Block diagram แสดงการทำงานภายในตัว IC ซึ่งประกอบด้วยวงจรและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

Microphone input amplitier (1) เป็นวงจรขยายที่มีอัตราการขยายสูงและมี อิมพีแดนซ์ทางเข้า (Input impedance) เหมาะสมกับโครโฟนที่ใช้

Gain control amplifier (2) เป็นวงจรขยายสัญญาณที่ส่งมาจาก (1) ด้วยอัตราการขยายที่สามารถควบคุมได้จากวงจร

Microphone amplifier output stage (3) เป็นวงจรขยายภาคสุดท้ายซึ่งจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปออกที่สายโทรศัพท์ ค่าอิมพีแดนซ์ทางออก (output impedance) จะมีค่าเหมาะสมกับสายโทรศัพท์ คือมีค่าประมาณ 600 โอห์ม



รูปที่ 1.10 Block Diagram แสดงการทำงานของวงจรรับส่งเสียงพูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ 033380

วงจรควบคุมแรงไฟกระแสตรง DC Reguistor (4) ทำหน้าที่ควบคุมระดับแรงไฟกระแสตรงที่ตกคร่อมวงจร และหน้าที่จ่ายแรงดันคงที่ กระแสส่วนใหญ่ที่ไหลผ่านสายโทรศัพท์จะไหลผ่านวงจรนี้ สายโทรศัพท์จะถูกต่อกับวงจร Regulator โดยผ่าน Z_1 ดังนั้นแรงดันที่ตกคร่อมวงจรมีค่าสูงขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของกระแสในสายจึงทำให้ผ่านการทำงาน หรือที่เรียกว่า Dynamic operating mage ทั้งทางด้านส่งและรับมีค่าเพิ่มขึ้นของกระแสในสาย

ในชุด Regulater มีวงจรอันหนึ่งซึ่งจะส่งสัญญาณไปควบคุม Gain control amplifier ทั้งทางด้านส่ง (2) และทางด้านรับ (6) โดยวงจรนี้จะทำการตรวจปริมาณกระแสที่ไหลในสาย ถ้าปริมาณกระแสในสายมีค่าสูง อัตราการขยายสัญญาณจะถูกทำให้ลดลง ถ้ากระแสมีค่าต่ำ อัตราการการขยายจะถูกทำให้มีค่ามากขึ้นด้วย วิธีการนี้อัตราการขยายของวงจรเสียงพูดจึงมีการเปลี่ยนแปลงแบบเชิงเส้น(LINEAR) ในช่วงการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานของสายโทรศัพท์ในช่วง 0 โอห์ม จนถึงค่าประมาณ 800 โอห์ม

วงจรขยายสัญญาณทางเข้าด้านรับ (The receiver input amplifier 5) ทำการขยายสัญญาณที่ตกคร่อม Z_1 และ Z_2

วงจรขยายสัญญาณแบบควบคุมอัตราการขยาย (The gain control amplifier 6) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณภาครับที่ส่งมาจาก 5 โดยอัตราการขยายจะเปลี่ยนแปลงไปตามกระแสที่ไหลในสายโทรศัพท์ วงจรขยายแบบควบคุมอัตราการขยาย (7) มีการทำงานเช่นเดียวกันแต่เป็นของภาคส่ง

วงจรขยายสัญญาณด้านรับภาคทางออก (The receiver amplifier output stage 7) ได้รับการออกแบบเป็นพิเศษให้มีการประหยัดแรงไฟกระแสตรงที่ใช้ค่าของกระแสที่จ่ายให้กับภาคนี้จะไม่ขึ้นกับขนาดของสัญญาณทางออก ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการ Modulation ที่จะเกิดขึ้นกับแรงดันในสายโทรศัพท์ ส่วนค่าอิมพีแดนซ์ทางออกจะมีค่าเหมาะสมกับ Transdducer (หูฟัง) ที่ใช้

Hybrid resistor (Z_1 , Z_2) ประกอบเป็น Electronic Hybrid ในวงจรสัญญาณเสียงพูด

Bridge Balance (ZB) มีค่าประมาณ 7 เท่าของ Characteristic Impedance ของสายโทรศัพท์ (ZL) การทำเช่นนี้เป็นผลให้อิทธิพลของกระแสในสายต่อของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตอบสนองต่อความถี่ทางด้านส่งมีค่าลดลง

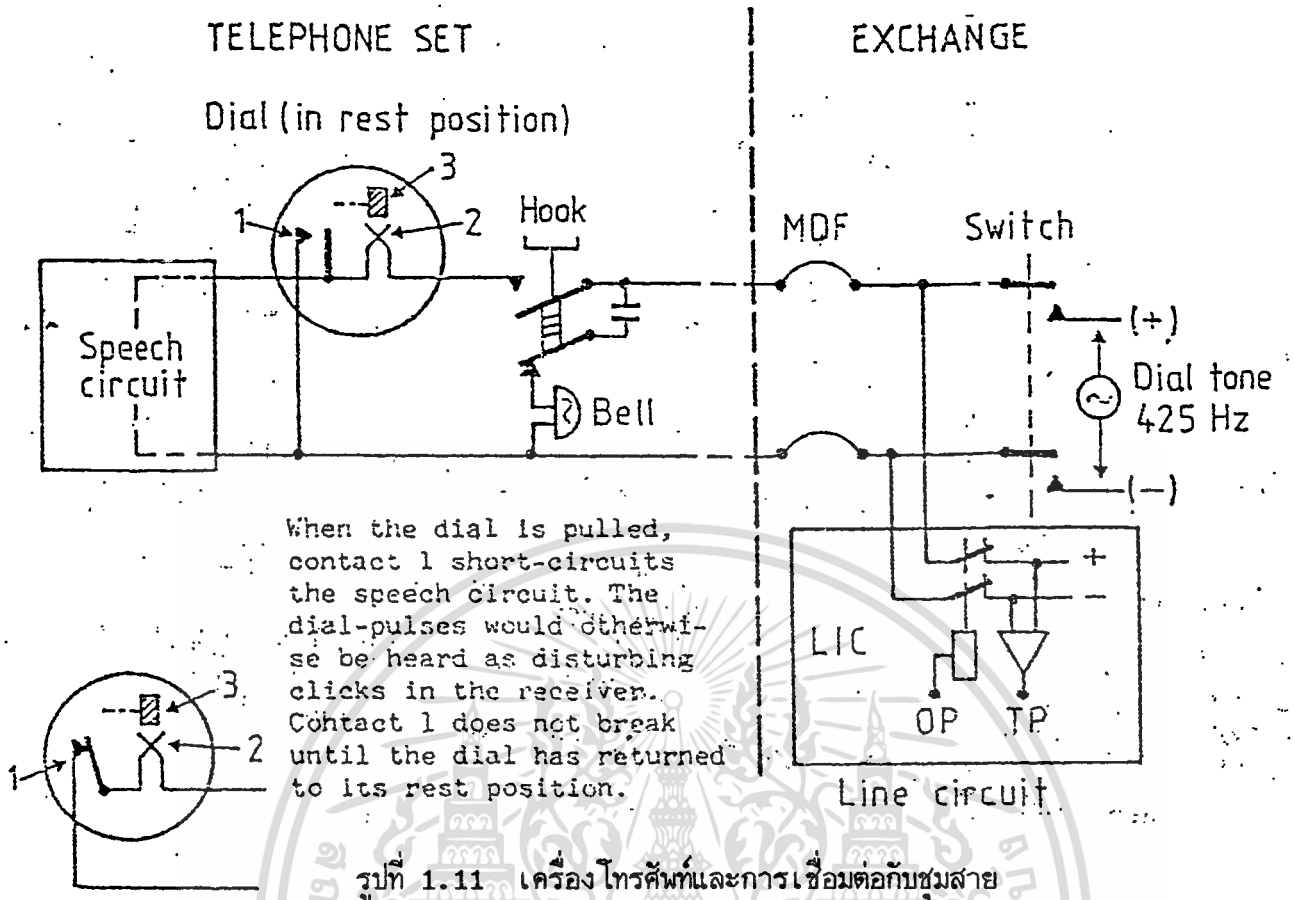
Frequency Correction Capacitor (CI) ถูกต่อคร่อมความต้านทาน Hybrid เพื่อทำให้การตอบสนองต่อความถี่ทางด้านรับมีค่าถูกต้อง

ส่วนที่ทำหน้าที่ส่งโค๊ดเลขหมายของผู้ถูกเรียก

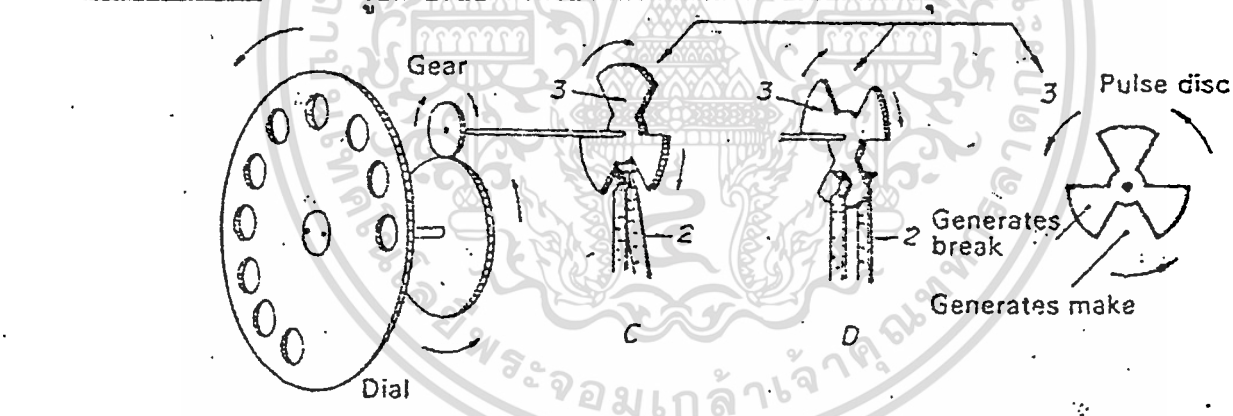
(1) แบบ pulse dialing เป็นวิธีการส่งโค๊ดของเลขหมายโดยวิธีการตัดต่อเส้นทางเดินของไฟกระแสตรงในสายชั่วขณะสั้น ๆ จากรูปที่ 1.11 ในการเรียกต่อออก (outgoingcall) ผู้เช่าฝ่ายเรียก (A Subscriber) จะทำการยกหูโทรศัพท์ Hook Switch จะทำการต่อวงจรเสียงพูด และวงจรหมุนเลขหมาย (Dial) เข้ากับสายโทรศัพท์ ชุมสายโทรศัพท์ (Exchange) จะรับรู้การเรียกจากการตรวจสอบกระแสที่ไหลในสาย เช่น ต้องมีค่ามากกว่า 10 mA ขึ้นไป (ค่าความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์ขณะยกหูต้องน้อยกว่า 375 โอห์ม ที่กระแส 20 mA ตามข้อกำหนดของฝ่ายวิศวกรรม ปี 2525) เมื่อชุมสายรับรู้การเรียก ชุมสายจะทำการเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะใช้รับสัญญาณ ตลอดจนอุปกรณ์ที่จะทำการต่อวงจร เมื่อทุกอย่างเรียบร้อย ชุมสายจะทำการส่งสัญญาณ Dial Tone สัญญาณให้หมุนเลขหมาย (สัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz Modulated ด้วยความถี่ 50 Hz) ส่งไปยังผู้เรียก เพื่อบอกให้ส่งเลขหมายของผู้ถูกเรียกได้ (B subscriber) เมื่อฝ่ายเรียกทำการหมุนหน้าสัมผัสที่ 1 จะต่อเพื่อตัดเสียง "คลิก" ที่หูฟัง (หน้าสัมผัสนี้จะต่อตลอดเวลาจนกว่า Dial จะหมุนกลับที่เดิม) เมื่อ Dial ถูกปล่อย pulse disc (3) จะเริ่มหมุนในขณะเริ่มหมุน หน้าสัมผัสที่ 2 จะต่อทำให้ขณะนี้กระแสในสายมีค่าสูงสุด ดูรูปที่ 1.12 ประกอบ เมื่อผู้หมุนปล่อยนิ้วแรง สปริงจะดึงหน้าปัดกลับและปีกของ pulse disc จะทำการตัดต่อหน้าสัมผัสที่ 2 จำนวนครั้งที่ตัดจะเท่ากับตัวเลขที่ทำการหมุน เช่น ทำการหมุนเลข 1 กระแสจะถูกตัด 1 ครั้ง ในรูปที่ 1.12 เป็นสัญญาณที่เกิดจากการหมุนเลข 2 (เลข 0 จะถูกตัด 10 ครั้ง) ค่าของ Pulse ratio (make / break) เท่ากับ 60 / 40 ส่วนอัตราการส่งเลขหมาย จะใช้ 10 หรือ 20 pps (pulse per sec)

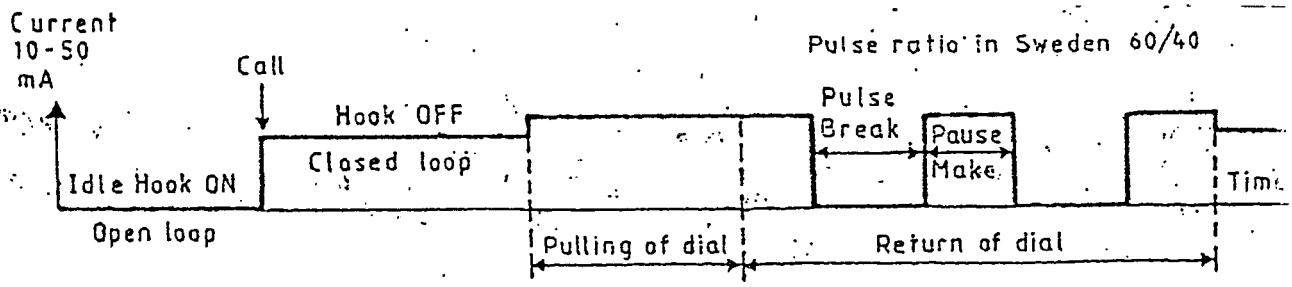
ข้อเสียของการส่งเลขหมายแบบนี้ ก็คือใช้เวลาในการส่งเลขหมายนาน ค่าเฉลี่ย 1.5 วินาที/เลขหมาย และยังต้องมีการปฏิบัติบำรุงรักษาเป็นระยะ เช่น การทำความสะอาดหน้าสัมผัส, การปรับเทียบอัตราความเร็วในการส่งเลขหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.11 เครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสาย





รูปที่ 1.12 การกำเนิดสัญญาณโค๊ดเลขหมายแบบ Dial Pulse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) แบบกดปุ่ม (push button)

สัญญาณโค๊ตเลขหมายของผู้ที่เรียก ถูกส่งในรูปสัญญาณ 2 ความถี่ หรือเรียกว่า DTMF (Dual Tone Multifrequency) ซึ่งให้ข้อดีในแง่ลดเวลาในการส่งเลขหมายลงเฉลี่ยแล้วจะเหลือเพียง 1.7 วินาที/เลขหมาย ความผิดพลาดของโค๊ตมีโอกาสน้อยมาก เพราะมีการตรวจสอบความถี่ 2 ชุดพร้อม ๆ กัน นอกจากนั้นยังสามารถให้จำนวนโค๊ตได้มาก เช่น เพิ่มโค๊ต * (star) และ # (square) ซึ่งใช้ในงานบริการพิเศษต่าง ๆ เช่น บริการเลขหมายย่อ , ความถี่ที่กำเนิดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มความถี่สูงตั้งแต่ความถี่ 1204 Hz เป็นต้นไป และกลุ่มความถี่ต่ำตั้งแต่ 942 Hz ลงมา ดังแสดงในตารางที่ 1.1 เมื่อปุ่มถูกกดหนึ่งปุ่มความถี่ 2 ความถี่จากกลุ่มความถี่สูงและกลุ่มความถี่ต่ำจะถูกส่งออกไปในสาย ค่าของความถี่ทั้งสองจะขึ้นอยู่กับปุ่มที่กด ตามรูปที่ 16 เช่น เมื่อทำการกดปุ่มหมายเลข 5 ความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz จะถูกส่งออกไปพร้อม ๆ กัน

วงจรที่กำเนิดสัญญาณ 2 ความถี่ แสดงในรูปที่ 1.13 วงจรออสซิลเลเตอร์เป็นแบบ LC มีอยู่ 2 ชุด วงจรปรับความถี่อิสระจากกัน ชุดหนึ่งกำเนิดความถี่สูง อีกชุดหนึ่งกำเนิดความถี่ต่ำ วงจรขยายเป็นแบบ Emitter follower วงจรป้อนกลับถูกต่อระหว่างขา Base และ Emitter ขดลวดของวงจร Tune จะเชื่อมโยงโดยการเหนี่ยวนำกับขดลวดในวงจรป้อนกลับ Turn Ratio ของขดลวดระหว่าง Emitter และ Base ต้องมีค่ามากกว่า 1 จึงต้องทำให้วงจรเกิดการออสซิลเลทได้ ปุ่มกดในรูปที่แสดงเพียงแถวเดียว

ที่ชุมสายโทรศัพท์ สัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาจะถูกแยกความถี่และส่งไปยังวงจรแปลงโค๊ต ให้กลับมาเป็นโค๊ตของเลขหมายที่ชุมสายเข้าใจ

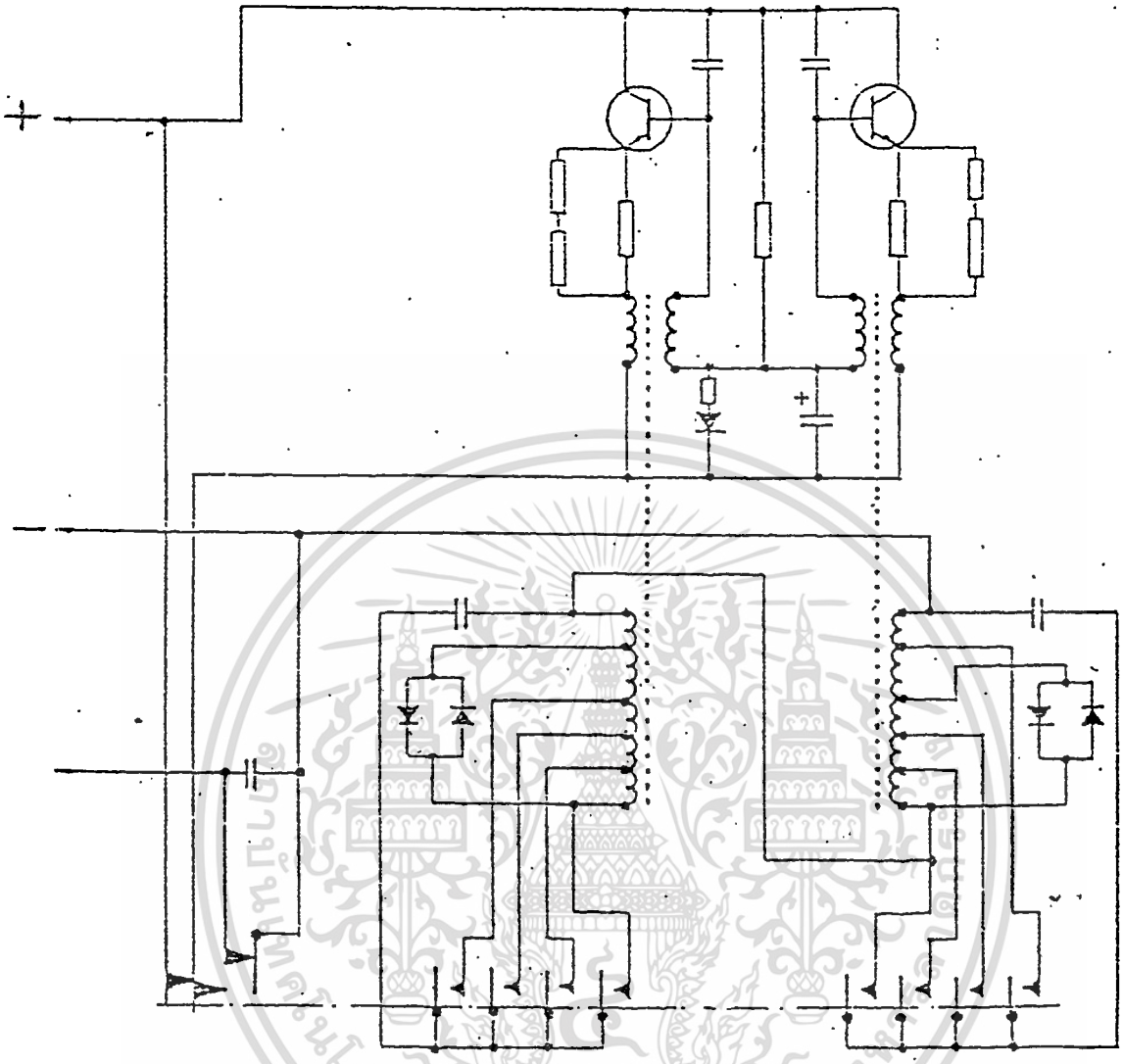
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ความถี่ DTMF กับปุ่มกด

Hz.	1209	1336	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

FREQUENCY Hz.		
BUTTON	GROUP 1	GROUP 2
1	697	1209
2	697	1336
3	697	1477
4	770	1209
5	770	1336
6	770	1477
7	852	1209
8	852	1336
9	852	1477
*	941	1209
0	941	1336
#	941	1477

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.13 วงจร LC Oscillator กำเนิดสัญญาณ DTMF

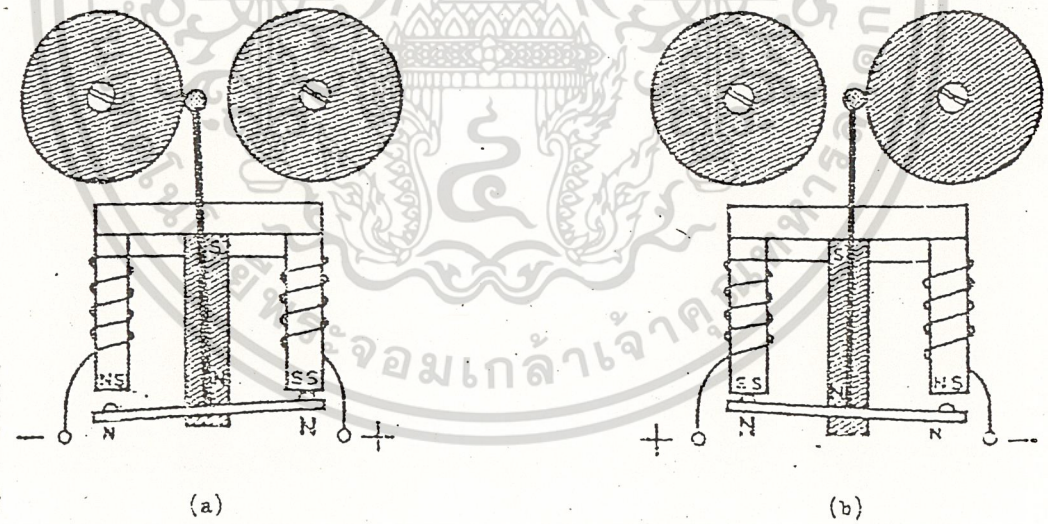
ส่วนที่รับสัญญาณเรียก

แบบกระดิ่ง จากรูปที่ 1.11 เมื่อผู้เช่าเป็นฝ่ายถูกเรียก (B subscriber) สัญญาณเรียก (Ringing Signal) จะถูกส่งออกมาจากชุมสาย เป็นแรงไฟ AC ความถี่ 25 Hz ค่าแรงดังอยู่ในช่วง 70 - 90 Vrms โดยรวมมากับไฟ DC 48 V. ในสภาพที่ผู้เช่าวางหูปกติ วงจรกระดิ่งจะถูกต่ออยู่กับสายโดยผ่าน Condenser ค่าประมาณ 1 uF ซึ่งจะทำหน้าที่กันไฟ DC ไม่ให้ผ่านวงจรกระดิ่ง แต่แรงไฟ AC จะผ่านไปยังขดลวดของกระดิ่งไฟฟ้าได้ วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของกระดิ่งไฟฟ้า แสดงในรูปที่ 1.14 สัญญาณกระดิ่งเป็นสัญญาณที่ส่งเป็นช่วง คือ จะส่งสัญญาณ 1 วินาที และหยุด 4 วินาที กระแสที่ไหลผ่านขดลวดจะทำให้สนามแม่เหล็กที่ขั้วมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับทิศทางกระแส, ขั้ว S ของแกนและขั้ว N ของ Armature เกิดจากการเหนี่ยวนำของแท่งแม่เหล็กถาวรที่อยู่ตรงกลาง ในรูป (a) ทิศทางกระแสทำให้ขั้วทางด้านขวามีความเป็นขั้วมากขึ้น ส่วนด้านซ้ายจะมีกำลังอ่อนลง (Armature) จึงถูกดึงมาตีกระดิ่งทางด้านซ้าย เมื่อกระแสกลับทิศทาง (Armature) ก็จะโยกไปตีในทิศตรงกันข้าม ดังรูป (b)

เมื่อผู้เช่าทำการยกหูรับ Hook Switch จะทำการต่อวงจรเสียงพูดเข้ากับสายวงจรเสียงพูด มีค่าความต้านทานทาง DC ต่ำ กระแสที่ไหลในสายจะทำให้ชุมสายทราบว่าผู้เช่ายกหู วงจรส่งสัญญาณกระดิ่งจะถูกตัดออก และชุมสายจะทำการต่อเส้นทางเสียงพูดไปยังผู้เรียกให้พูดคุยกันได้



รูปที่ 1.14 การทำงานของกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงไฟ AC 25 Hz ของสัญญาณเรียกจะถูกนำมาแปลงให้เป็นแรงไฟกระแสตรงพร้อมทั้งลดขนาดของแรงดันลง โดย Zener diode (G2) แรงไฟ DC นี้จ่ายให้กับ IC กำเนิดความถี่ 2 ความถี่ ซึ่งจะส่งสลับกันด้วยความถี่ประมาณ 10 Hz สัญญาณ 2 ความถี่นี้จะป้อนไปยังตัว Transducer ซึ่งในรูปใช้ Piezo Ceramia เสียงที่ได้จะได้ยินเป็นเสียงรัวของ 2 ความถี่ สวิทช์ S_1 ในรูปเป็นสวิทช์เลื่อนปรับเสียง

1.3 สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เช่าและชุมสาย (Subscriber Signalling)

1.3.1 สัญญาณที่ส่งจากบ้านผู้เช่าไปยังชุมสาย

(1) ON HOOK หมายถึงสภาพผู้เช่าวางหู หรือสภาพว่าง (Idle) ลักษณะของวงจรจะเป็น Open Loop High Impedance

(2) OFF HOOK หมายถึงสภาพผู้เช่ายกหู สายจะมีสภาพ Closed Loop low Impedance

(3) Dialling หมายถึงผู้เช่าทำการหมุนเลขหมาย เครื่องแบบ Rotary dial สัญญาณจะเป็นแบบ pulsing ค่า Impedance จะสูง, ต่ำ สลับกัน ตามโค๊ตที่หมุน ในเครื่องแบบกดปุ่ม จะมีสัญญาณ DTMF ส่งออกไป

1.3.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

(1) Dialling Tone เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าขณะนี้อุปกรณ์ที่ชุมสายพร้อมที่จะรับโค๊ตการหมุนเลขหมายจากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายได้ สัญญาณ Dial Tone นี้ เป็นสัญญาณต่อเนื่อง ความถี่ 425 Hz Modulated ด้วย 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินโทนนี้เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์เพื่อทำการเรียก

(2) Busy Tone เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ไม่ว่าง เช่นถ้าผู้เช่ายกหูแล้วได้ยินเสียงนี้ (แทนที่จะได้ยิน Dial Tone แสดงว่าอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนเลขหมายไปแล้วแสดงว่าผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก (B subscriber) ไม่ว่างหรืออุปกรณ์สำหรับต่อออกไปยังชุมสายอื่นไม่ว่าง ในกรณีที่ผู้ถูกเรียกอยู่ต่างชุมสาย สัญญาณที่ส่งเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วง ๆ ส่ง 0.3 วินาที หยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz sine wave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) Ringing Tone เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินหลังจากหมุนเลขหมายครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่า การต่อกระทำได้สำเร็จ ขณะนี้ชุมสายได้ส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังผู้ถูกเรียก สัญญาณใช้ความถี่ 425 Hz Sine wave โดยจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

(4) Ringing Signal หรือสัญญาณเรียก เป็นสัญญาณที่ส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก ซึ่งจะได้ยินเป็นเสียงกระดิ่ง หรือโทน ขึ้นอยู่กับวงจรที่ใช้สัญญาณเป็น Sine wave 25 Hz ค่าแรงต้น 70-90 Vrms ช่วงการส่งเช่นเดียวกับ Ring Tone คือส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

(5) สัญญาณโทนอื่น ๆ และเสียงตอบจากเครื่องบันทึกเสียง (Anouncement machine) สัญญาณโทนอื่น ๆ เช่น NU Tone (Number Unobteinable Tone) บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนมาไม่มีใช้งานอยู่ สัญญาณตอบจากเครื่องบันทึกบอกให้ทราบว่าเลขหมายนี้ได้เปลี่ยนไปแล้ว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการทำงานเครื่องชุมสายโทรศัพท์

2.1 บทนำ

การทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ มีจุดประสงค์เพื่อต่อการเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ที่ยกหูโทรศัพท์ (Handset) ซึ่งตามชื่อทางโทรศัพท์เรียกว่า " ผู้เรียก หรือ ฝ่ายเรียก" มาจากคำในภาษาอังกฤษว่า "Calling Subscriber หรือ A-Sub." ไปยังเครื่องโทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่งซึ่งเรียกว่า " ผู้ถูกเรียกหรือฝ่ายถูกเรียก " (Called Subscriber หรือ B-Sub.) เมื่อทั้งสองฝ่ายสามารถสนทนากันได้เรียกว่า " ต่อครบวงจรสนทนา " (Through Connection) ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อ B-Sub. ยกหูโทรศัพท์รับการเรียก (Answer) การคิดเงินค่าบริการ (Charging) จะกระทำในขณะนี้ ถ้าผู้ถูกเรียกไม่ตอบรับก็จะไม่คิดค่าบริการ ผู้เรียกและผู้ถูกเรียกอาจอยู่ภายในชุมสายเดียวกันหรือคนละชุมสายต้นสังกัดของผู้เรียกจะรับทราบความต้องการ และทำการต่อให้ ในกรณีผู้ถูกเรียกอยู่ในชุมสายเดียวกัน แต่ถ้าอยู่คนละชุมสายก็จะทำการเรียกไปยังชุมสายนั้น ๆ และส่งข้อมูลความต้องการไปให้ (ซึ่งก็คือเลขหมายของผู้ถูกเรียก) ชุมสายที่ผู้ถูกเรียกสังกัดอยู่ก็จะทำการให้ โดยชุมสายของผู้ถูกเรียกจะส่งสัญญาณกระดิ่ง (Ringing) ไปยังเครื่องผู้ถูกเรียก และสัญญาณเรียก (Ring Tone) ไปยังเครื่องผู้เรียก ชุมสายที่ผู้ถูกเรียกสังกัดเราเรียกว่า " ชุมสายปลายทาง " และชุมสายของผู้เรียกก็คือ " ชุมสายต้นทาง " ในขณะที่สัญญาณเรียกและกระดิ่งกำลังดำเนินอยู่นั้นชุมสายปลายทางจะทำการเฝ้าสังเกต (Supervision) อยู่ตลอดเวลาว่าเมื่อใดผู้ถูกเรียกจะตอบรับการเรียกนี้ ภายในเวลาประมาณ 72 - 90 วินาที ถ้าผู้ถูกเรียกไม่ตอบรับการเรียกครั้งนี้ก็จะถูกยกเลิกไป โดยชุมสายปลายทางจะตัดสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณเรียกและส่งสัญญาณการยกเลิกการต่อ (Clear Back) มาบอกชุมสายต้นทางซึ่งจะตัดอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการเรียกครั้งนี้และส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปให้ผู้เรียก ถ้าผู้ถูกเรียกยกหูก่อนครบเวลา ชุมสายปลายทางจะส่งสัญญาณตอบรับ (Answer) มายังชุมสายต้นทาง ชุมสายต้นทางจะทำการคิดค่าบริการในการเรียกนี้กับผู้เรียก ในขณะที่ทั้งคู่สนทนากันอยู่นั้น ชุมสายต้นทางจะคอยเฝ้าสังเกตการวางหูของผู้เรียกและชุมสายปลายทางจะคอยเฝ้าสังเกตการวางหูของผู้ถูกเรียก กรณีที่ผู้เรียกวางหูก่อนชุมสายต้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะตัดวงจรต่าง ๆ ที่ใช้งานอยู่ในขณะนั้นทันทีพร้อมกับส่งสัญญาณยกเลิกการเรียก (Clear Forward) ไปบอกชุมสายปลายทาง ซึ่งก็จะตัดวงจรต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ออกและส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปยังผู้ถูกเรียก ส่วนกรณีผู้ถูกเรียกวางหูก่อนนั้นวิธีการที่ซับซ้อนกว่าเล็กน้อย คือชุมสายปลายทางจะทำเพียงแต่ส่งสัญญาณยกเลิกการต่อ (Clear Back) มาบอกชุมสายต้นทาง ณ ที่ชุมสายต้นทางจะทำการจัดเวลาประมาณ 72 - 90 วินาที ก่อนจะครบช่วงเวลานี้ยังยอมให้ผู้ถูกเรียกเปลี่ยนใจยกหูขึ้นมาสนทนาต่อได้ แต่ถ้าหมดเวลาแล้วจะทำการตัดวงจรที่ทำงานอยู่ออกหมดพร้อมกับส่งสัญญาณยกเลิกการเรียกไปยังชุมสายปลายทาง ซึ่งก็จะตัดวงจรต่าง ๆ ออก สำหรับการเรียกภายในชุมสายเดียวกันไม่ต้องมีการส่งสัญญาณต่าง ๆ เพราะภาคควบคุมมีข้อมูลต่าง ๆ อยู่ในตัวเองแล้ว

จากที่กล่าวมานั้นเป็นหลักการของเครื่องชุมสายโทรศัพท์โดยทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นชุมสายประเภทใดทั้งชุมสายระบบ CROSSBAR หรือ ระบบ SPC สิ่งที่น่าสังเกตอย่างหนึ่งก็คือการทำงานของเครื่องชุมสายที่กล่าวมานั้นเป็นการต่อการสนทนาระหว่างผู้ใช้ซึ่งสัญญาณที่ถูกต่อผ่านอุปกรณ์ตัวต่อนั้นก็คือ เสียงพูด (VOICE) ที่อยู่ในรูปแบบอนาล็อก โดยชุมสาย CROSSBAR สามารถต่อผ่านได้ แต่สำหรับชุมสาย SPC นั้น ต้องทำการเปลี่ยนเป็นรูปแบบดิจิตอลก่อนจึงต่อผ่านได้ การติดต่อสื่อสารในปัจจุบันนี้ไม่ได้กระทำกันเฉพาะการสนทนาเท่านั้น ยังมีการสื่อสารในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การส่งโทรสาร (FAX.) , การสื่อสารข้อมูล (DATA) , VIDEO TEXT BANKING ฯลฯ การสื่อสารต่าง ๆ เหล่านี้จะกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่และลงทุนต่ำนั้น ก็จำเป็นที่จะต้องทำการต่อผ่านเครื่องชุมสายโทรศัพท์แต่สัญญาณของข้อมูลเหล่านี้เป็นรูปแบบดิจิตอล ดังนั้นชุมสาย CROSSBAR จึงไม่สามารถให้บริการกับการสื่อสารดังกล่าวได้ คงมีแต่ชุมสาย SPC เท่านั้นที่จะทำการติดต่อสื่อสารเหล่านั้นได้ ในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา, อังกฤษ, สวีเดน, ญี่ปุ่น และสิงคโปร์ ได้ใช้เครื่องชุมสายของโครงข่ายประเภทต่าง ๆ นี้มีชื่อว่า "ISDN" (INTEGATED SERVICE DIGITAL NETWORK)

2.2 ลักษณะของการต่อการเรียก

การต่อการเรียกของเครื่องชุมสายโทรศัพท์นั้น จะจำแนกออกได้เป็น 4 ลักษณะด้วยกัน คือ

1. การเรียกภายในชุมสายเดียวกัน (INTEROFFICE หรือ INTERNAL CALL)
2. การเรียกออกไปยังชุมสายอื่น (OUTGOING CALL)
3. การเรียกเข้ามาจากชุมสายอื่น (INCOMING CALL)
4. การเรียกผ่านจากชุมสายหนึ่งไปยังอีกชุมสายหนึ่ง (TRANSIT CALL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมสายท้องถิ่น (LOCAL EXCHANGE) จะมีการเรียกทั้ง 4 ลักษณะอยู่ในตัวเอง กล่าวคือ เมื่อ A-SUB. อยู่ในชุมสายทำการเรียกไปหา B-SUB. ในชุมสายเดียวกันเป็น " การเรียกภายในชุมสายเดียวกัน" เมื่อ A-SUB ทำการเรียกไปหา B-SUB ที่อยู่ชุมสายอื่น เป็น "การเรียกออกไปยังชุมสายอื่น" เมื่อ A-SUB อยู่ที่ชุมสายอื่นเรียกเข้ามาหา B-SUB ในชุมสาย เป็น การเรียกเข้ามาจากชุมสายอื่น เมื่อ A-SUB จากชุมสายอื่นเรียกเข้ามาเพื่อขอให้ทำการต่อออกไปยัง B-SUB ที่อยู่อีกชุมสายหนึ่งเป็น"การเรียกผ่านจากชุมสายหนึ่งไปยังอีกชุมสายหนึ่ง" การเรียกทั้ง 4 ลักษณะนี้จะดำเนินการอยู่ตลอดเวลาที่มีการเรียกเกิดขึ้นในชุมสายที่อยู่ในโครงข่าย (NETWORK) รูปใยแมลงมุม (MESH SHAPE) สำหรับโครงข่ายรูปดาว (STAR SHAPE) นั้น จะไม่มี "การเรียกผ่าน ๆ"เกิดขึ้นที่ชุมสายท้องถิ่น

ชุมสายต่อผ่าน (TRANDEM EXCHANGE) จะมีการเรียกเฉพาะ"การเรียกผ่าน ๆ"ของชุมสายที่อยู่ในท้องถิ่นเพียงอย่างเดียว

ชุมสายต่อทางไกล (TRANSIT EXCHANGE) จะมี"การเรียกผ่าน ๆ" จากชุมสายที่อยู่ในท้องถิ่นต่าง ๆ เพื่อออกไปยังต่างจังหวัด

2.3 โครงสร้างของเครื่องชุมสายโทรศัพท์

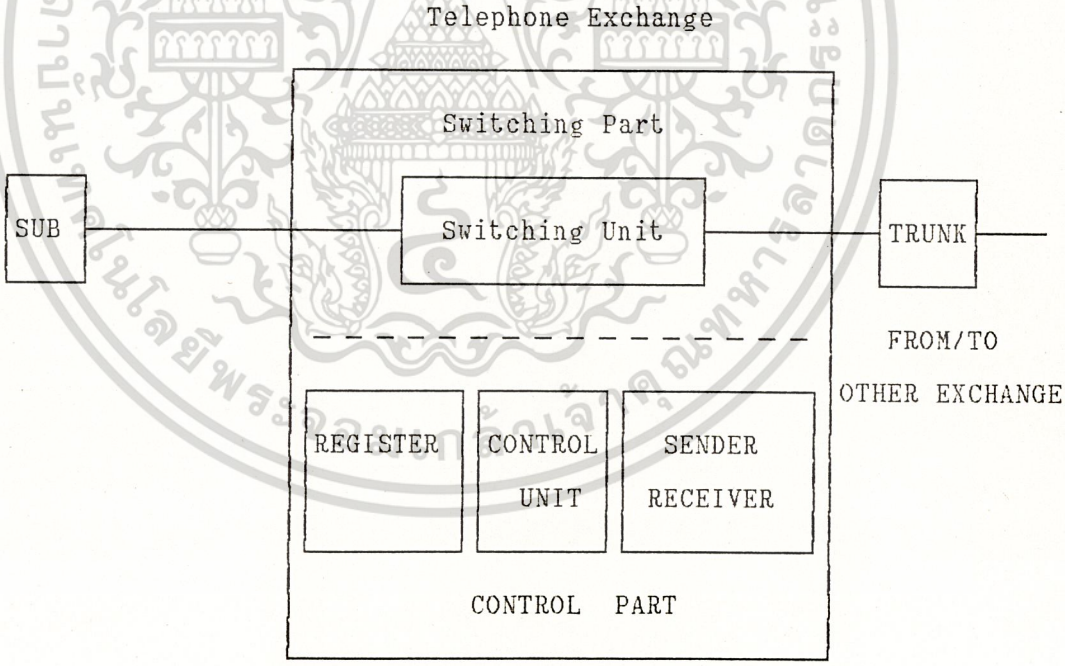
ชุมสายโทรศัพท์มีความหมายรวมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ร่วมกันในการทำหน้าที่ต่อการเรียก นับตั้งแต่ M.D.F. (Main Distribution Frame) ตัวเครื่องชุมสายโทรศัพท์, Air Condition, Power Supply, Standby Engine ฯลฯ ในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงเฉพาะตัวเครื่องชุมสายโทรศัพท์เท่านั้น

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ไม่ว่าจะเป็นระบบ Manual, Step By Step, Crossbar หรือ SPC จะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนภาคตัวต่อ (Switching Part) และส่วนภาคควบคุม (Control Part) ภาคตัวต่อมีหน้าที่หลักคือ การต่อการเรียกจาก A-Sub ไปยัง B-Sub ในการเรียกทั้งสี่ลักษณะภาคควบคุมมีหน้าที่ควบคุม และดำเนินการเพื่อต่อการเรียกต่าง ๆ เหล่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปลี่ยนเทียบภาคควบคุมและภาคตัวต่อของเครื่องชุมสาย แต่ละระบบ

ระบบเครื่องชุมสาย	ภาคตัวต่อ	ภาคควบคุม
Manual	ตู้ Switchboard	Operator
Step by Step	Rotary Switch	Hard-wired Logic และ Direct Control
Crossbar	Crossbar Switch	Hard-wired Logic
SPC (ANALOG)	Reed Relay	Stored Program Control, SPC
SPC (DIGITAL)	Tine Divition Switch	Stored Program Control, SPC



REGISTER (R) = INCOMING SIGNALLING

CONTROL UNIT (C) = PROCESSING

SENDER/RECEIVER (M) = OUTGOING SIGNALLING

รูปที่ 2.1 โครงสร้างของเครื่องชุมสายโทรศัพท์

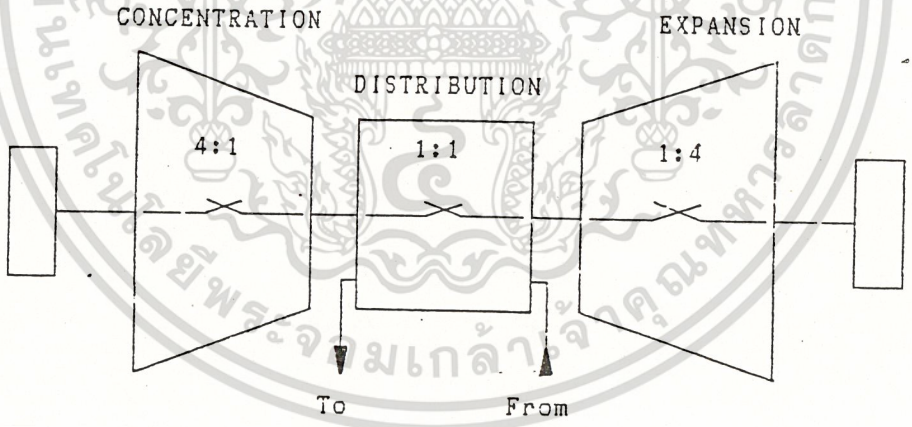
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ภาคตัวต่อ (SWITCHING PART)

เนื่องจากในปัจจุบันองค์การโทรศัพท์ ๆ มีเครื่องชุมสายอยู่สองระบบ คือ CROSSBAR กับ SPC ดังนั้นจึงจะขอกล่าวถึงเฉพาะสองระบบนี้เท่านั้น

ภาคตัวต่อของระบบ CROSSBAR และ SPC มีหลักการเดียวกัน คือ ประกอบด้วยภาคตัวต่อย่อย 3 ภาค ดังนี้

ภาคที่หนึ่ง ได้แก่ CONCENTRATION STAGE
ภาคที่สอง ได้แก่ DISTRIBUTION STAGE
ภาคที่สาม ได้แก่ EXPANSION STAGE



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของภาคตัวต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONCENTRATION STAGE เป็นภาคตัวต่อที่ทำหน้าที่ลดจำนวนตัวต่อเส้นทางการสนทนา (SPEECH PATH) จากคู่สายที่ต่ออยู่ทางด้านขาเข้า (INLET) ให้สามารถต่อออกไปทางด้านขาออก (OUTLET) ได้เพียงจำนวนหนึ่งเท่านั้น ทั้งนี้จะใช้อัตราส่วนของการลด (CONCENTRATION RATIO) 2:1 , 3:1 และ 4:1 ทั้งนี้จะขึ้นกับความคับคั่งของการเรียกในช่วงเวลาที่มีการใช้โทรศัพท์กันมากที่สุด โดยทั่วไปแล้วจะเป็น 4:1 ซึ่งหมายความว่า เครื่องโทรศัพท์ 4 เครื่องจะถูกต่อให้ได้เพียงเครื่องใดเครื่องหนึ่งเท่านั้นในช่วงเวลาดังกล่าว ถ้าเครื่องชุมสายมีจำนวนโทรศัพท์ 40,000 เครื่อง จะได้รับการต่อให้เพียง 10,000 เครื่องพร้อมกัน ทั้งนี้จุดมุ่งหมายของภาคนี้ก็เพื่อเป็นการประหยัดการสร้างภาคตัวต่อ คือไม่จำเป็นต้องมีจำนวนตัวต่อเท่ากับจำนวนเครื่องโทรศัพท์ที่ทางด้านขาเข้าหรือจำนวนทั้งหมดในชุมสาย

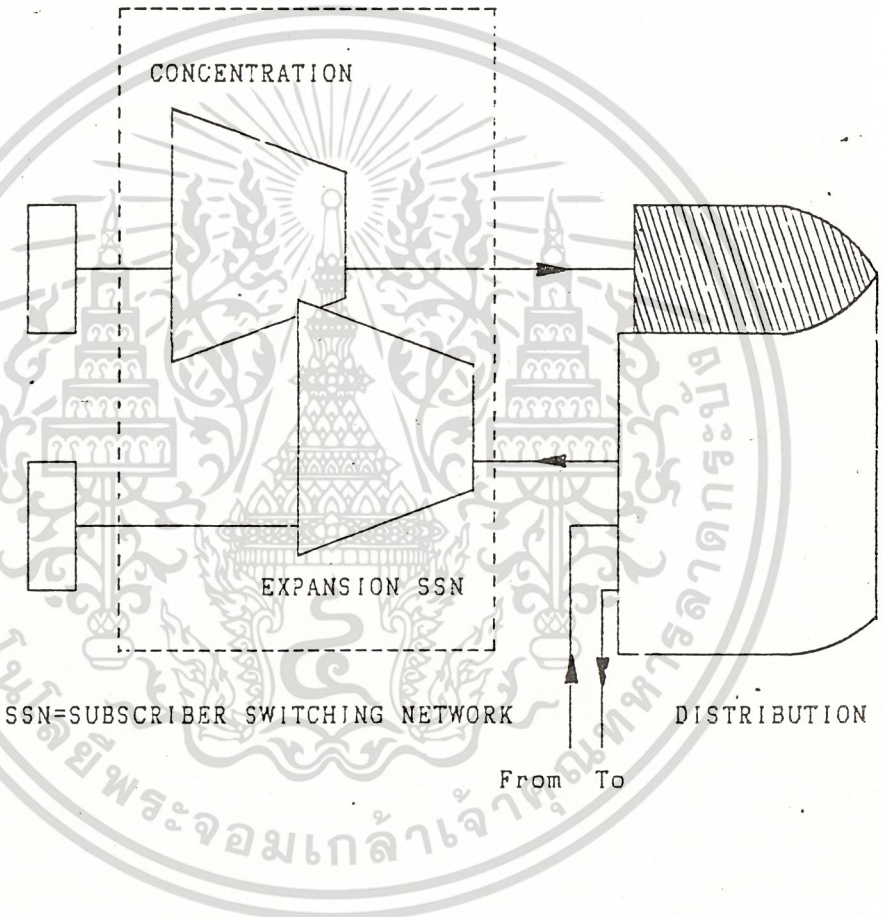
DISTRIBUTION STAGE เป็นภาคตัวต่อที่ทำหน้าที่เพื่อต่อเส้นทางการสนทนาแจกจ่ายไปยังวงจรต่าง ๆ ตามลักษณะของการเรียกทั้งสี่แบบ คือ การเรียกภายใน ก็จะต่อแจกจ่ายไปยังกลุ่มของเครื่องโทรศัพท์ตามที่ต้องการ การเรียกออก ก็จะต่อแจกจ่ายไปยังทางออก (ROUTE) ต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกันระหว่างชุมสาย การเรียกเข้า ๆ จะต่อแจกจ่ายเข้าไปยังกลุ่มเครื่องโทรศัพท์ตามต้องการ การเรียกผ่าน ๆ จะต่อแจกจ่ายไปยังทางออกต่าง ๆ ตามต้องการ อัตราส่วนของภาคนี้จะเป็น 1:1 คือ อุปกรณ์ตัวต่อจะมีจำนวนเท่ากับวงจรด้านเข้าเพื่อต่อออกไปยังวงจรด้านออกที่เท่ากัน

EXPANSION STAGE เป็นภาคตัวต่อที่ทำหน้าที่ต่อโดยขยายเส้นทางการสนทนาออกไปยังเครื่องโทรศัพท์ที่อยู่ด้านขาออก (B-SUB) ให้เท่ากับจำนวนเครื่องโทรศัพท์ทั้งหมดในชุมสายซึ่งพิจารณาดูจะเห็นว่าเป็นขบวนการที่ตรงกันข้ามกับภาค CONCENTRATION ดังนั้น จึงมีอัตราส่วนการขยายออกเป็น 1:4

ในทางปฏิบัติเราสามารถที่จะรวมภาค (CONCENTRATION) และ ภาค EXPANSION โดยการพับกลับเข้าหากันมารวมเป็นภาคเดียวกันโดยมีสองทิศทาง คือ ขาไปและขากลับ ขาไปคือการพูดส่งจาก A-sub ผ่านตัวต่อในภาค CONCENTRATION ถูกบีบด้วยอัตราส่วน 4:1 เข้าไปผ่านการต่อด้วยอัตราส่วน 1:1 ของภาค DISTRIBUTION ออกมาวกกลับทำการต่อในภาค EXPANSION ด้วยอัตราส่วน 1:4 มารับที่หูฟังของ B-sub ในทางตรงกันข้าม ถ้า B-sub เป็นผู้พูด ก็จะเป็นลักษณะที่สวนทางกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเนื่องจากทั้งสองภาคนี้เป็นภาคที่เชื่อมโดยตรงกับเครื่องโทรศัพท์ จึงเรียกชื่อใหม่ว่า "SUBSCRIBER SWITCHING NETWORK" (SSN) ส่วนภาค DISTRIBUTION ทำหน้าที่เสมือนการจัดกลุ่มการต่อ จึงเรียกว่า "GROUP SWITCHING NETWORK" (GSN)



รูปที่ 2.3 แสดงถึงการรวมภาค CONCERTRATION และภาค EXPANSION เข้าด้วยกันเป็นภาค SUBSCRIBER SWITCHING NETWORK (SSN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ภาคควบคุม (CONTROL PART)

ภาคควบคุมของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ออกแบบโดยยึดถือหลักการในการสั่งงานของสมองของ OPERATOR ในเครื่องชุมสายระบบ MANUAL เป็นต้นแบบตั้งแต่การคอยสังเกตว่ามีเครื่องโทรศัพท์เรียกเข้ามาหรือไม่ การวิเคราะห์ตำแหน่งของเครื่องที่เรียก การรับทราบข้อมูลของเลขหมาย B-sub การทดสอบว่าสภาพของ B-sub ว่าว่างหรือไม่ การตรวจสอบว่ามีตัวต่อว่างหรือไม่และการออกคำสั่งให้มือของ OPERATOR ต่อเส้นทางสนทนา เป็นต้น

การทำงานต่าง ๆ ดังได้ยกตัวอย่างมานี้ เป็นงานหลักของภาคควบคุมของชุมสายทุกระบบ เพียงแต่วิธีการควบคุมที่ใช้ในแต่ละระบบนั้นแตกต่างกัน วิธีการควบคุมดังกล่าวแบ่งออกได้เป็น 4 วิธี คือ

1. OPERATOR CONTROL
2. DIRECT CONTROL
3. COMMON CONTROL
4. STORED PROGRAM CONTROL

OPERATOR CONTROL คือการควบคุมการต่อการเรียกโดย OPERATOR ใช้กับเครื่องชุมสายระบบ MANUAL

DIRECT CONTROL คือการควบคุมการต่อโดยตรงจากการหมุนเลขหมาย ใช้กับชุมสาย STEP BY STEP

COMMON CONTROL คือการควบคุมการต่อโดย HARD-WIRED logic ที่มีการใช้ RELAY กับ CONTACTS ทำงานต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ใช้กับเครื่องชุมสาย CROSSBAR

STORED PROGRAM CONTROL(SPC) คือการควบคุมการต่อโดยคอมพิวเตอร์ซึ่งทำงานตามโปรแกรมที่บรรจุไว้ในหน่วยความจำ (MEMORY) ใช้กับเครื่องชุมสาย SPC

หมายเหตุ : หลักการทำงานของทั้งภาคตัวต่อ และภาคควบคุมที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นหลักการมาตรฐานหนึ่งเดียวที่ใช้กับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ทุกระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การเรียกภายในชุมสายเดียวกัน (INTRAOFFICE CALL)

การเรียกภายในชุมสายเดียวกันแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้ 6 ขั้นตอน คือ

1. การรับรู้การเรียก (CALL DETECTION)
2. การรับและวิเคราะห์เลขหมาย (DIGIT RECEPTION AND ANALYSIS)
3. การตรวจสภาพ B-sub และ การเลือกตัวต่อ (SET UP AND RINGING
4. การต่อเส้นทางสนทนาและการส่งสัญญาณกระดิ่ง (SET UP AND RINGING)
5. การตอบรับการเรียกของ B-sub (B-ANSWER)
6. การเลิกสนทนา (CLEARING AND DISCONNECTION)

2.4.1 การรับรู้การเรียก

ณ ชุมสายท้องถิ่นทุก ๆ ระบบจะมีอุปกรณ์ประจำเครื่องโทรศัพท์ (LINE CIRCUIT หรือ LC) ต่ออยู่กับคู่สายที่มาจากเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่องทุก ๆ เครื่อง หน้าที่หลักของ LC ก็คือทำหน้าที่เฝ้าคอยรับรู้สภาพการยกหูหรือการวางหูของเครื่องโทรศัพท์และจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรปากพูดและหูฟัง การยกหูหรือการวางหูจะมีสัญญาณอันหนึ่งที่เรียกว่า "SUBSCRIBER LINE SIGNAL" ชนิดที่ส่งจากเครื่องโทรศัพท์มายังเครื่องชุมสาย ภาคควบคุมจะคอยเฝ้าสังเกต (SUPERVISION) อยู่ตลอดเวลาที่ LC ของทุก ๆ เครื่อง ในทันทีที่พบว่าเครื่องใดยกหูก็จะดำเนินการกับเครื่องนั้น ๆ การที่จะตรวจพบว่าเครื่องใดยกหูของภาคควบคุมนั้น เรียกว่า "INCOMING SIGNAL" ส่วนการที่ภาคควบคุมดำเนินการกับการเรียกนั้น ๆ เรียกว่า "PROCESSING" การดำเนินการจะกระทำต่อไปนี้คือ

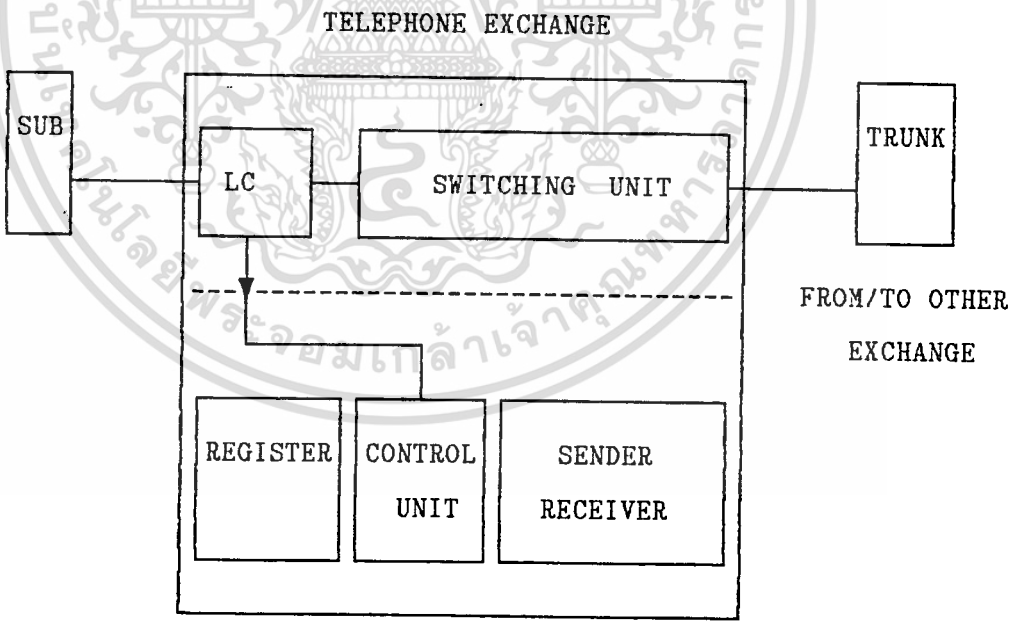
- ทำการวิเคราะห์ว่า LC นั้น ๆ เป็นเลขหมายอะไรและอยู่ที่ตำแหน่ง (ADDRESS) ใดในภาคตัวต่อ SSN
- ทำการวิเคราะห์ว่า เลขหมายนี้มีชนิดของผู้เช่า (CATEGORY) อะไร เป็นเครื่องที่ใช้ทำการเรียกได้หรือไม่
- ทำการทดสอบว่ามีตัวต่อว่างหรือไม่ (เนื่องจากภาค SSN มีบการต่อลงเป็น 4:1)
- ทำการเลือกตัวต่อที่ว่างไว้เพียงหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับระบบ SPC

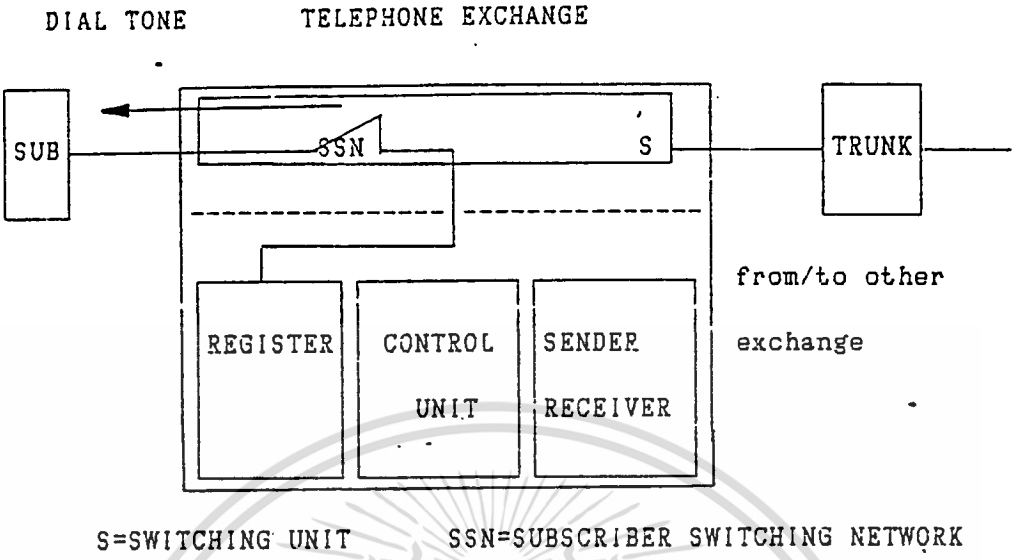
- ทำการตรวจสอบว่าเครื่องโทรศัพท์เป็นแบบกดปุ่มหรือหมุน ถ้าเป็นแบบกดปุ่ม ก็จะต้องทดสอบและเลือกอุปกรณ์รับความถี่ (จากปุ่มที่กด) ที่วางไว้หนึ่งตัว
- ทำการเตรียมพร้อมหน่วยบันทึกข้อมูล (REGISTER) ที่อยู่ในภาคควบคุม (กรณีที่มีหน่วยบันทึกข้อมูลหลายชุด ก็จะทำการเลือกที่ว่างไว้เพียงชุดเดียว)
- ทำการต่อเครื่องที่เรียกจาก LC ผ่าน SSN เข้ากับหน่วยบันทึกข้อมูล (สำหรับระบบ SPC จะต่อ LC ผ่าน SSN เข้ากับอุปกรณ์รับเลขหมายจากการกดปุ่ม)
- ทำการส่งสัญญาณที่หมุนได้ (DIAL TONE) ไปยังเครื่องโทรศัพท์

หมายเหตุ : ในกรณีที่ไม่สามารถทำการต่อให้ได้ เช่น เครื่องโทรศัพท์ถูกกัน (BARRED) ไม่ให้เรียกออก อุปกรณ์ต่าง ๆ หรือตัวต่อไม่ว่าง ก็จะทำการส่งสัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) ไปยังเครื่องโทรศัพท์นั้น ๆ



รูปที่ 2.4 การตรวจพบการเรียก (CALL DETECTION)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

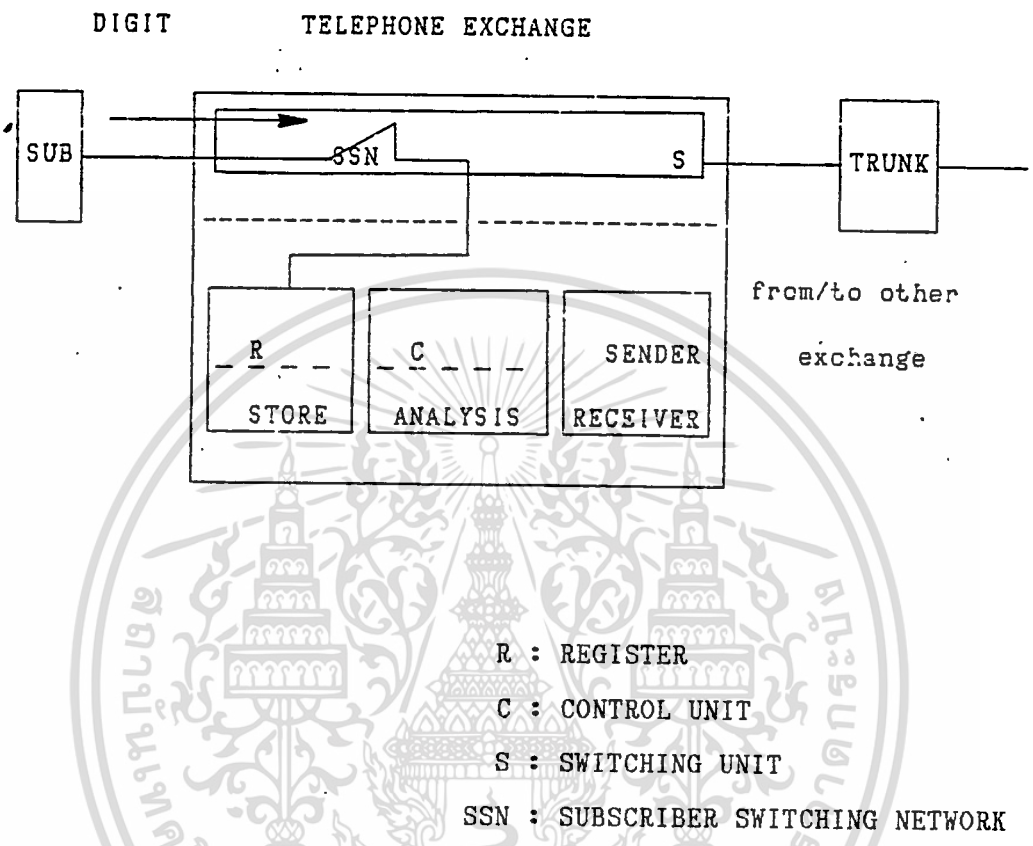


รูปที่ 2.5 การส่งสัญญาณหมุนไปยังเครื่องโทรศัพท์

2.4.2 การรับและวิเคราะห์เลขหมาย

เมื่อ A-sub ได้รับสัญญาณหมุน ก็จะเริ่มต้นลงเลขหมายของ B-sub โดยการหมุนหรือ กดปุ่มเลขหมายก็แล้วแต่ชนิดของเครื่องโทรศัพท์นั้น ๆ มายังเครื่องชุมสายผ่านตัวต่อที่ SSN เข้าเก็บในหน่วยบันทึกข้อมูล และพร้อมกันนั้นก็นำไปทำการวิเคราะห์ว่าเลขหมายตัวแรกนี้เป็นข้อมูลเพียงพอหรือไม่ที่จะแสดงให้รู้ว่าการเรียกครั้งนี้เป็นการเรียกลักษณะใด และพร้อม ๆ กับที่ได้รับเลขหมายตัวแรกเข้ามา ภาคควบคุมจะตัดสัญญาณหมุนออกเพื่อเป็นการแสดงการได้รับเลขหมายตัวแรกแล้ว ถ้าผลลัพธ์ของการวิเคราะห์แสดงว่าข้อมูลที่ได้รับนั้นยังไม่เพียงพอ ก็จะต้องรอเลขหมายตัวต่อไปจาก A-sub การรอนี้อาจกระทำได้สองวิธีคือ วิธีที่หนึ่งเงียบอยู่เฉย ๆ และวิธีที่สองส่งข้อความไปบอกหน่วยบันทึกข้อมูลว่าต้องการเลขหมายตัวต่อไป ในทันทีที่หน่วยบันทึกข้อมูลได้รับเลขหมายตัวต่อไป ก็จะส่งมาทำการวิเคราะห์อีก สำหรับการเรียกในลักษณะที่เป็นการเรียกภายในชุมสายเดียวกัน การวิเคราะห์จะกระทำเพียง 2 หรือ 3 หลักก็จะรู้ ทั้งนี้เพราะว่าชุมสายในภูมิภาคจะใช้รหัสสองหลักและในนครหลวงจะใช้รหัสสามหลัก เป็นรหัสประจำชุมสาย แต่ถ้าต้องการวิเคราะห์กรุ๊ปพันด้วยก็จะต้องการอีกหนึ่งหลัก เมื่อหน่วยบันทึกข้อมูลรู้ว่าการวิเคราะห์ได้รับเลขหมายพอแล้ว ดังนั้นเมื่อ A-sub ทำการส่งเลขหมายตัวที่เหลือมาจนครบก็จะทำการเก็บเอาไว้เพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การรับและวิเคราะห์เลขหมาย

การรับเลขหมายเข้ามายังหน่วยบันทึกข้อมูลเป็น INCOMING SIGNAL และการวิเคราะห์ก็คือ PROCESSING นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การตรวจสภาพ B-sub และการเลือกตัวต่อ

เป็นการดำเนินการหลังจากที่ได้รับเลขหมายของ B-sub มาเก็บครบหมดทุกหลักแล้วดังนี้

- ทำการวิเคราะห์ชนิดของ B-sub ว่าอนุญาตให้เรียกได้หรือไม่
- ทำการตรวจสภาพในขณะนั้นว่า B-sub ว่างอยู่หรือไม่ ถ้าว่างก็กำหนดเป็นไม่ว่างไว้เลย
- ทำการวิเคราะห์หาว่า B-sub อยู่ตำแหน่งใดใน SSN
- ทำการทดสอบเพื่อหาและเลือกตัวต่อที่ว่างใน GSN และจองเอาไว้ (Reserve)
- ทำการทดสอบและเลือกตัวต่อที่ว่างใน SSN ที่ประกอบด้วยตำแหน่งที่ B-sub สังกัดอยู่

หมายเหตุ : ในกรณีที่ B-sub ห้ามเรียกเข้าหรือไม่ว่างตลอดจนตัวต่อไม่ว่างจะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปให้

2.4.4 การต่อเส้นทางสนทนา และส่งสัญญาณกระดิ่ง

เป็นการดำเนินการภายหลังจากที่ได้ทำการตรวจสอบและจองตัวต่อไว้แล้วดังนี้

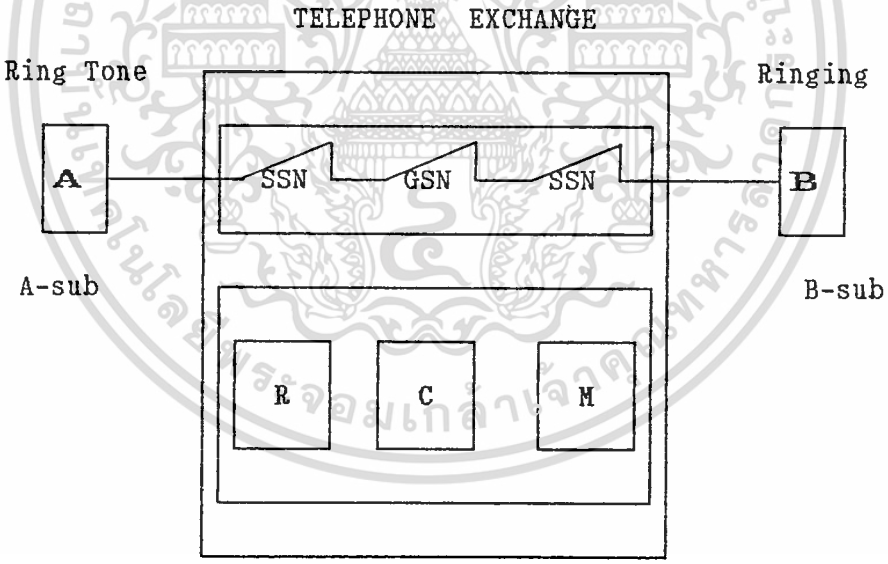
- ทำการต่อเส้นทางสนทนาโดยตัวต่อใน GSN ที่จองเอาไว้
- ทำการต่อเส้นทางสนทนาโดยตัวต่อใน SSN ผ่านทาง LC ไปยัง A-sub
- เตรียมต่อเส้นทางสนทนาโดยตัวต่อใน SSN ไปยัง LC ของ B-sub แต่ยังไม่ต่อถึง B-sub เพื่อยังคงแยกเส้นทางสนทนาระหว่าง A-sub และ B-sub ทั้งนี้เพื่อจุดประสงค์สองประการ คือ

  1. ป้องกันไม่ให้สัญญาณกระดิ่งที่จะส่งไปให้ B-sub ไปรบกวน A-sub
  2. ในกรณีที่ B-sub ไม่ตอบรับการเรียกจะได้ไม่ต่อเส้นทางสนทนาให้ครบและ A-sub ก็ไม่ต้องจ่ายเงินค่าบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เตรียมการคิดเงินค่าบริการ (Charging) ตามกรรมวิธีและอัตราการคิดเงินในการเรียกภายในชุมสายเดียวกัน
- ทำการส่งสัญญาณเรียก (Ring Tone) ไปยัง A-sub
- ทำการส่งสัญญาณกระดิ่ง (Ring Signal) ไปยัง B-sub

หมายเหตุ : ในขณะทำการเรียกอยู่นี้หน่วยบันทึกข้อมูลก็หมดหน้าที่แล้ว ก่อนเลิกทำงานจะโอนความรับผิดชอบไปให้หน่วยสังเกตการณ์ (Supervisor) ทำหน้าที่คอยตรวจสอบการยกเลิกการเรียกกลางคันของ A-sub ก่อนหมดเวลาการส่งสัญญาณกระดิ่งภายในเวลา 70-90 วินาที ถ้า B-sub ไม่ตอบรับ ภาคควบคุมจะตัดตัวต่อต่าง ๆ ทั้งใน SSN และ GSN ออกหมด และจะส่งสัญญาณไม่ว่างไปให้ A-sub



รูปที่ 2.7 การต่อเส้นทางสนทนาและการส่งสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 การตอบรับการเรียกของ B-sub

ในขณะที่สัญญาณกระดิ่งดังเรียกอยู่นั้น เมื่อ B-sub ยกหูตอบรับภาคควบคุมจะดำเนินการ ดังนี้

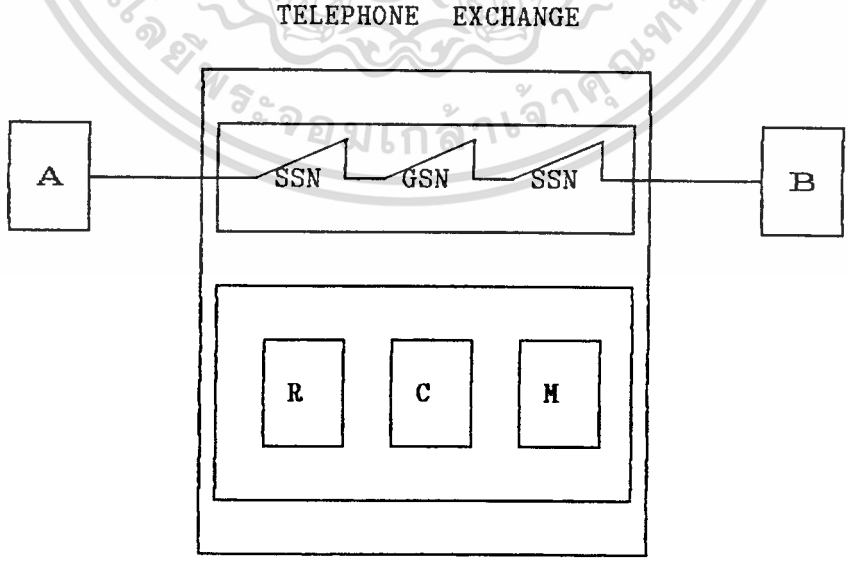
- ทำการตัดสัญญาณเรียกออกจากด้าน A-sub
- ทำการตัดสัญญาณกระดิ่งออกจาก B-sub
- ทำการต่อเส้นทางสนทนาถึงกันระหว่าง A-sub และ B-sub
- ทำการคิดเงินโดยการเลื่อนมิเตอร์ (Step Meter) ของ A-sub
- ทำการคอยเฝ้าสังเกตการวางหูเลิกการสนทนาของฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งอยู่ตลอดเวลา

2.4.6 การเลิกสนทนา

การเลิกการสนทนาอาจจำแนกออกได้เป็นสองลักษณะคือ

ก. A-sub วางหูก่อน (Calling Clear First)

ข. B-sub วางหูก่อน (Calling Clear First)



รูปที่ 2.8 การตอบรับการเรียกของ B-sub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A-sub วางหูก่อน

การวางหูก่อนของ A-sub นั้นถือว่าผู้ที่เป็นฝ่ายที่มีธุรกิจและทำการเรียกหมดความต้องการสนทนาแล้ว ภาคควบคุมจะดำเนินการ ดังนี้

- ทำการตัดตัวต่อทั้งในภาค SSN และภาค GSN ออก
- ทำการส่งสัญญาณไม่ว่างไปยัง B-sub เพื่อแจ้งให้รู้ว่า A-sub วางหูไปแล้ว

หมายเหตุ : ถ้า B-sub ไม่วางหูภายใน 45 วินาที ภาคควบคุมก็จะตัดสัญญาณไม่ว่างออก และ B-sub จะเงียบจนกว่าจะวางหู และยกขึ้นใหม่จึงจะได้รับสัญญาณหมุน สภาพที่ทางสายเงียบไปนั้นเรียกว่า "LINE LOCK-OUT"

B-sub วางหูก่อน

การวางหูก่อนของ B-sub นั้นเพื่อเป็นการให้โอกาส A-sub ซึ่งเป็นผู้เรียกได้ตัดสินใจการเลิกสนทนานี้ ภาคควบคุมจึงดำเนินการ ดังนี้

- ทำการจับเวลาการวางหูประมาณ 90 วินาที (Time Supervision) โดยที่ B-sub จะยกหูขึ้นมาสนทนาต่อได้
- ทำการตัดตัวต่อทั้งในภาค GSN และ SSN ออก เมื่อหมดเวลา 90 วินาที ทำการส่งสัญญาณไม่ว่างไปให้กับA-sub เพื่อแจ้งว่า B-sub วางหูเลิกสนทนาแล้ว

หมายเหตุ : ถ้าภายใน 45 วินาที A-sub ยังไม่วางหูก็จะได้สภาวะ Line Lock out เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การเรียกออกไปยังชุมสายอื่น (OUTGOING CALL)

การเรียกออกไปยังชุมสายอื่น แบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้ 9 ขั้นตอน คือ

1. การรับรู้การเรียก (Call Detection)
2. การรับและวิเคราะห์เลขหมาย (Digital Reception And Analysis)
3. การวิเคราะห์ทางออก (Route Analysis)
4. การวิเคราะห์อัตราคิดเงิน (Charging Analysis)
5. การเลือกวงจรต่อออก (Outgoing Trunk หรือ OGT) และตัวต่อ (Seizure OGT And Path Selection)
6. การต่อเส้นทางสนทนาและส่งสัญญาณเรียกชุมสาย (Set Up And Send Seizure Signal)
7. การส่งและรับข้อมูลระหว่างชุมสาย (Transmission Of B-Number And control Information)
8. การตอบรับการเรียกของ B-sub (B-Answer)
9. การเลิกสนทนา (Clearing And Disconnection)

2.5.1 การรับรู้การเรียก (ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.4.1)

2.5.2 การรับและวิเคราะห์เลขหมาย (ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.4.2)

2.5.3 การวิเคราะห์ทางออก

เมื่อผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เลขหมายปรากฏว่าเป็นการเรียกออกไปยังชุมสายอื่น ภาคควบคุมจะดำเนินการต่อไป ดังนี้

- ทำการวิเคราะห์ว่าชุมสายที่จะเรียกไปนั้นจะใช้ทางออก(Route) เส้นทางใด
- ทำการวิเคราะห์ว่าในทางออกนั้นๆ มีทางออกอื่นๆ (Alternative Route) หรือไม่
- ทำการวิเคราะห์ว่าจะใช้ Line Signal ประเภทใดในทางออกนั้น ๆ
- ทำการวิเคราะห์ว่า สัญญาณที่จะส่งเลขหมายของ B-sub (Register Signalling) เป็นอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 การวิเคราะห์อัตราคิดเงิน

ภาคควบคุมจะทำการวิเคราะห์อัตราคิดเงินตาม Traffic Rate ที่ได้กำหนดไว้ และทำการเก็บเอาไว้ในหน่วยบันทึกข้อมูล

2.5.5 การเลือกวงจรต่อออกและตัวต่อ

การดำเนินการหลังจากที่รู้แล้วว่าจะใช้ทางออกใด มีดังนี้

- ทำการเลือกวงจรทางออกที่ว่างไว้หนึ่งวงจร
- ทำการวิเคราะห์ว่าวงจรที่ถูกเลือกไว้นั้นอยู่ที่ GSN ตำแหน่งใด

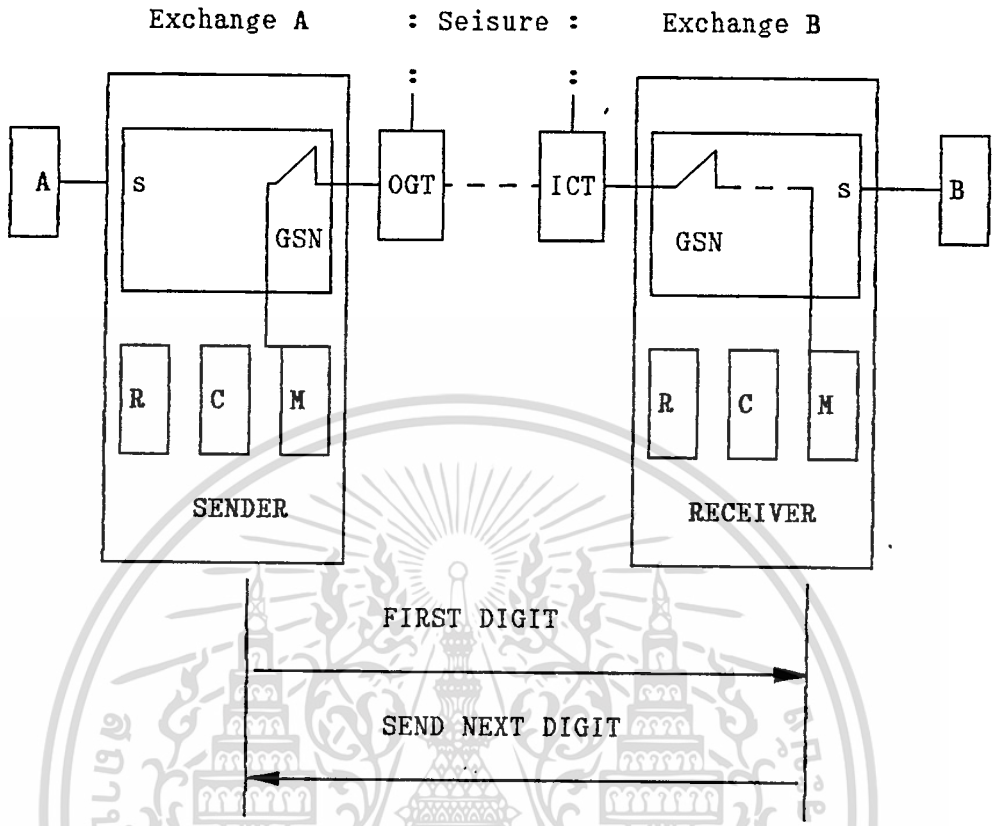
- ทำการเลือกอุปกรณ์ส่งรับสัญญาณ MFC (Code Sender หรือ MFC Sender)
- ทำการวิเคราะห์ว่าอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ MFC ตำแหน่งใด
- ทำการเลือกตัวต่อที่ว่างใน GSN

2.5.6 การต่อเส้นทางสนทนาและส่งสัญญาณเรียกชุมสาย

ภาคควบคุมจะดำเนินการ ดังนี้

- ทำการต่อเส้นทางส่งสัญญาณระหว่าง วงจรต่อออกกับอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ
- ทำการส่งสัญญาณเรียกชุทสาย (Seizure Signal) ไปยังชุมสายทางด้านรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงเส้นทางการรับส่งสัญญาณ MFC

2.5.7 การส่งและรับข้อมูลระหว่างชุมสาย

ข้อมูลที่ส่ง คือ เลขหมายของ B-sub ส่วนข้อมูลที่รับ คือ สัญญาณที่ใช้ควบคุมการส่งข้อมูล ตลอดจนข้อมูลเพื่อแจ้งสภาพของ B-sub และสภาวะการต่อของชุมสายปลายทาง (Terminating Exchange) ซึ่งรายละเอียดนั้นจะได้กล่าวไว้ในเรื่อง "Signalling" การส่งรับข้อมูลก็คือ Outgoing Signal ที่ส่งออกจากภาคควบคุมไปยังชุมสายปลายทาง ภาคควบคุมจะดำเนินการ ดังนี้

- ทำการส่งเลขหมายตัวแรกที่เก็บไว้ในหน่วยบันทึกข้อมูลจาก MFC Sender ผ่านเส้นทางสนทนาออกวงจรต่อออกไปยังชุมสายปลายทาง

(หมายเหตุ : การส่งเลขหมายจะกระทำทันทีภายหลังที่ส่งสัญญาณเรียกชุมสายไปแล้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หยุดส่งเลขหมายในทันทีที่ได้รับสัญญาณควบคุมตอบกลับมา ทำให้ชุมสายปลายทางหยุดส่งสัญญาณควบคุม
- ทำการวิเคราะห์ว่าสัญญาณควบคุมนั้นสั่งให้ทำอะไร (กรณีนี้ก็คือ ขอให้ส่งเลขหมายหลักต่อไป)
- ทำการส่งเลขหมายหลักต่อไปตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วทีละหลัก จนกว่าสัญญาณควบคุมจะสั่งเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างอื่น
- ทำการส่งชนิดของ A-sub เมื่อได้รับคำสั่งจากสัญญาณควบคุม
- ทำการวิเคราะห์สัญญาณควบคุมสุดท้าย (End Of Selection) ที่แจ้งสภาพ B-sub หรือสภาวะของการต่อที่ชุมสายปลายทาง

กรณีที่ได้รับแจ้งว่า B-sub ว่าง และทำการต่อให้เรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการต่อเส้นทางสนทนาจาก LC ผ่าน SSN , GSN และวงจร OGT ส่วนเส้นทางสนทนาระหว่างวงจร OGT และ MFC Sender จะถูกตัดออก และภาคควบคุมจะเตรียมอุปกรณ์การคิดเงินเพื่อคิดเงินตามอัตราที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วต่อไป

2.5.8 การตอบรับการเรียกของ B-sub

ในขณะที่เรียก B-sub อยู่นั้น ชุมสายปลายทางจะส่งสัญญาณเรียก (Ring Tone) มายัง A-sub และส่งสัญญาณกระดิ่งไปยัง B-sub ภาคควบคุมของชุมสายปลายทางจะคอยเฝ้าสังเกตการยกหูของ B-sub อยู่ตลอดเวลา ในทันทีที่ B-sub ตอบรับ ชุมสายปลายทางจะส่งสัญญาณตอบรับ (ANSWER SIGNAL) จากอุปกรณ์ต่อเข้า (INCOMING TRUNK) ที่ใช้งานอยู่ ในขณะนั้น มายังอุปกรณ์ต่อออก (OUTGOING TRUNK) ของชุมสายต้นทางที่ต่อกันอยู่ ดังนั้น ภาคควบคุมของชุมสายต้นทางจะดำเนินการ ดังนี้

- ทำการคิดเงินกับ A-sub ตามอัตราค่าบริการที่ได้เตรียมไว้แล้ว
- คอยสังเกตการวางหูของ A-sub

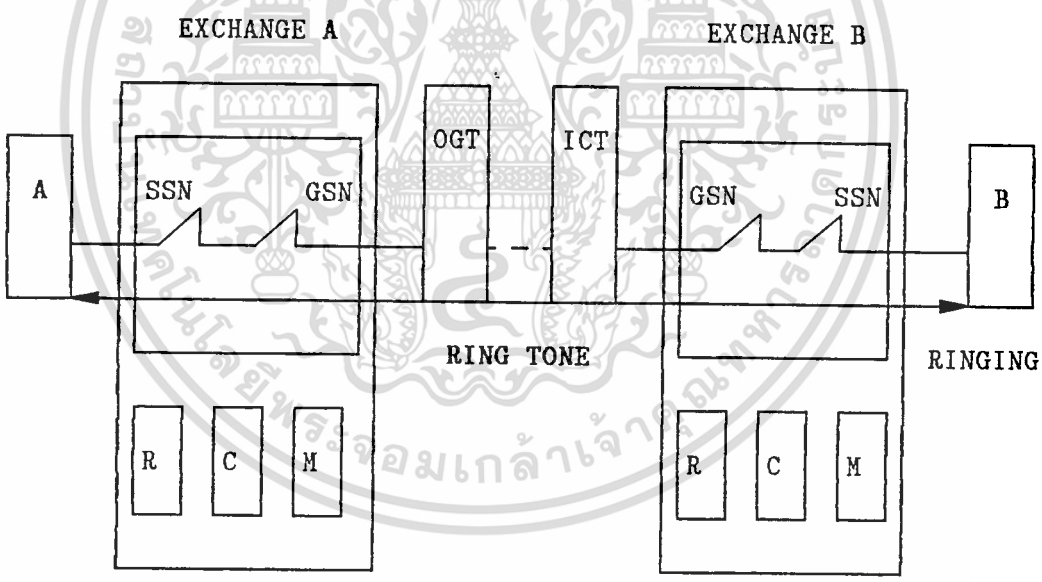
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.9 การเลิกสนทนา

การเลิกสนทนาจะดำเนินการโดยภาคควบคุมในทันทีที่ตรวจพบว่า A-sub วางหู หรือได้รับสัญญาณเลิกการสนทนาจากชุมสายปลายทาง (CLEAR BACK) ดังนี้

- ทำการตัดตัวต่อในภาค SSN และ GSN ออก

หมายเหตุ : ในกรณีที่ได้รับสัญญาณ CLEAR BACK ภาคควบคุมจะส่งสัญญาณไม่ว่างไปให้ A-sub ด้วย



รูปที่ 2.10 เส้นทางส่งสัญญาณเรียกและสัญญาณกระดิ่งระหว่างชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การเรียกเข้ามาจากชุมสายอื่น

การเรียกเข้ามาจากชุมสายอื่นนั้น ภาคควบคุมจะดำเนินการเหมือนกับการทำงานในลักษณะของการเรียกภายในชุมสายเดียวกัน ส่วนที่ต่างกันก็คือ การรับรู้การเรียกการตอบรับการเรียก และการเลิกสนทนา

การเรียกเข้ามาจากชุมสายอื่น แบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การรับรู้การเรียก (Call Detection)
2. การรับและวิเคราะห์เลขหมาย (Digit Reception And Analysis)
3. การตรวจสภาพ B-sub และการเลือกการต่อ (Seizure B-sub And Path Selection)
4. การต่อเส้นทางสนทนาและการส่งสัญญาณกระดิ่ง (Setup And Ringing)
5. การตอบรับการเรียกของ B-sub (B-ANSWER)
6. การเลิกสนทนา (Clearing And Disconnection)

2.6.1 การรับรู้การเรียก

ภาคควบคุมจะทำการเฝ้าสังเกตที่วงจรต่อเข้าอยู่ตลอดเวลาว่ามีสัญญาณเรียกระหว่างชุมสายเข้ามาหรือไม่ ในทันทีที่ตรวจพบก็จะดำเนินการดังนี้

- ทำการวิเคราะห์วงจรต่อเข้าอื่น ๆ ว่าอยู่ใน ROUTE อะไรและตำแหน่งใดในภาคตัวต่อ GSN
- ทำการวิเคราะห์ว่า ROUTE นี้มีการรับส่งสัญญาณข้อมูลระบบใด(โครงข่ายขององค์การโทรศัพท์ ใช้กับระบบ MFC)
- ทำการเลือกอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ MFC(CODE RECEIVER หรือ MFC RECEIVER)
- ทำการวิเคราะห์อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ MFC นั้นอยู่ในตำแหน่งใด
- ทำการเลือกตัวต่อที่ว่างใน GSN
- ทำการเตรียมพร้อมหน่วยบันทึกข้อมูล
- ทำการต่อเส้นทางรับสัญญาณระหว่างวงจรต่อเข้ากับอุปกรณ์รับส่ง MFC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การรับและวิเคราะห์เลขหมาย

เมื่อชุมสายต้นทางส่งเลขหมายเข้ามาก็จะทำการรับและวิเคราะห์ ดังที่อธิบายไว้ในข้อ 2.4.2

2.6.3 การตรวจสอบสภาพ B-sub และการเลือกตัวต่อ ดังรายละเอียดในหัวข้อ 2.4.3

หมายเหตุ : เมื่อได้รับเลขหมายครบแล้ว จะส่งสัญญาณควบคุมไปขอให้จัดส่งชนิดของ A-sub มาให้ เพื่อมาประกอบการวิเคราะห์ว่าอนุญาตให้ทำการเรียกเข้า B-sub เครื่องนี้ หรือไม่ และภายหลังที่ทำการต่อเส้นทางสนทนาแล้วก็จะส่งสภาพของ B-sub ไปให้ชุมสายต้นทางโดยสัญญาณควบคุมอันสุดท้าย (END OF SELECTION)

2.6.4 การต่อเส้นทางสนทนา และส่งสัญญาณกระดิ่ง

ตามที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.4.4 ยกเว้นไม่ต้องเตรียมการคิดเงิน เนื่องจากชุมสายต้นทางเป็นผู้กระทำการคิดเงินที่ A-sub

2.6.5 การตอบรับการเรียกของ B-sub

ทันทีที่ตรวจพบว่า B-sub ยกหูตอบรับการเรียก ภาคควบคุมจะดำเนินการ ดังนี้

- ทำการตัดสัญญาณเรียกและส่งสัญญาณกระดิ่งออก
- ทำการต่อเส้นทางสนทนาระหว่าง A-sub และ B-sub
- ทำการส่งสัญญาณตอบรับระหว่างชุมสาย (ANSWER SIGNAL) จากวงจรต่อเข้าไปยังวงจรต่อออกของชุมสายต้นทาง
- ทำการเฝ้าสังเกตการวางหูเลิกสนทนาของ B-sub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 การเลิกสนทนา

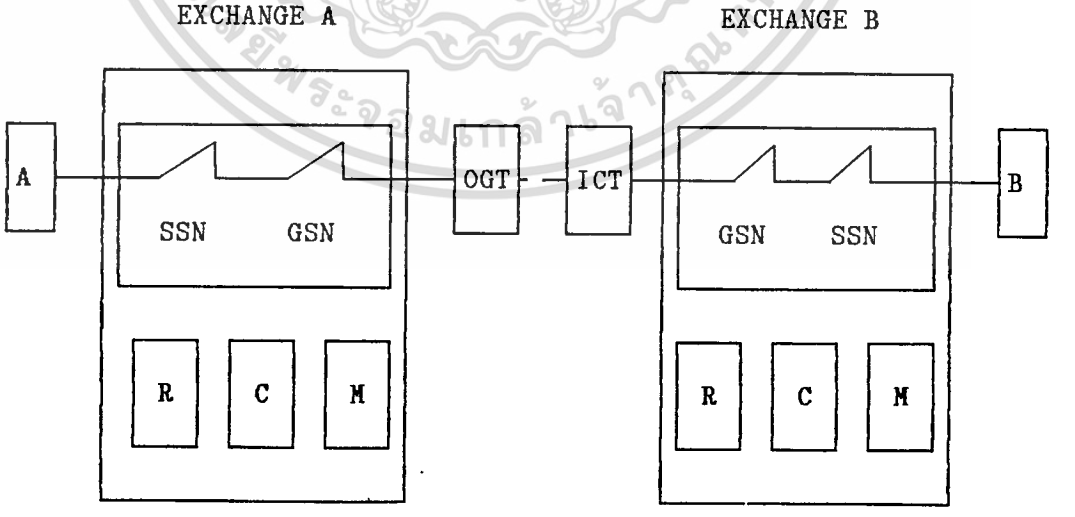
การเลิกสนทนาของการเรียกเข้ามีอยู่สองลักษณะคือ A-sub วางหูก่อน และ B-sub วางหูก่อน

A-sub วางหูก่อน

กรณีนี้จะมีการส่งสัญญาณเลิกสนทนาจาก A-sub (CLEAR FORWARD) มายังอุปกรณ์ต่อเข้า ทำให้ภาคควบคุมดำเนินการตัดตัวต่อในภาค SSN และ GSN ออกทันที และส่งสัญญาณไม่ว่างไปให้ B-sub

B-sub วางหูก่อน

- ชุมสายปลายทางจะทำการส่งสัญญาณเลิกสนทนาจาก B-sub (CLEAR BACK) ไปยังชุมสายต้นทาง
- ชุมสายต้นทางจะทำการจับเวลา 90 วินาที ถ้ายังไม่หมดเวลา B-sub จะยกหูขึ้นมาสนทนาต่อไป
- เมื่อหมดเวลาแล้วชุมสายต้นทางจะตัดตัวต่อของภาคต่าง ๆ ออกหมด
- ชุมสาย B ก็จะตัดอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยตามชุมสายต้นทาง



รูปที่ 2.11 เส้นทางสนทนา A-sub กับ B-sub สำหรับการเรียกออก ฯ และการเรียกเข้า ฯ ระหว่างชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การเรียกผ่านจากชุมสายหนึ่งไปยังอีกชุมสายหนึ่ง

สำหรับการเรียกผ่านนี้ภาคควบคุมจะดำเนินการเหมือนการเข้ามาจากชุมสายอื่นรวมกับการเรียกออกไปยังชุมสายหนึ่ง ต่างกันตรงที่ไม่ต้องดำเนินการเรียกไปยัง B-sub

การเรียกผ่านจากชุมสายหนึ่งไปยังอีกชุมสายหนึ่ง แบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้ 5 ขั้นตอน คือ

ก. การรับรู้การเรียก (CALL DETECTION)
ข. การรับและวิเคราะห์เลขหมาย (DIGIT RECEPTION AND ANALYSIS)
ค. การวิเคราะห์ทางออก (ROUTE ANALYSIS)
ง. การเลือกวงจรต่อออกและตัวต่อ (SEIZURE OGT AND PATH SELECTION)
จ. การต่อเส้นทางสนทนาและสนทนาพร้อมกับส่งสัญญาณเรียกชุมสาย (SETUP AND SEND SEIZURE SIGNAL)

2.7.1 การรับรู้การเรียก ดังที่ได้อธิบายในหัวข้อ 2.6.1

2.7.2 การรับและวิเคราะห์เลขหมาย ดังที่อธิบายในหัวข้อ 2.4.2

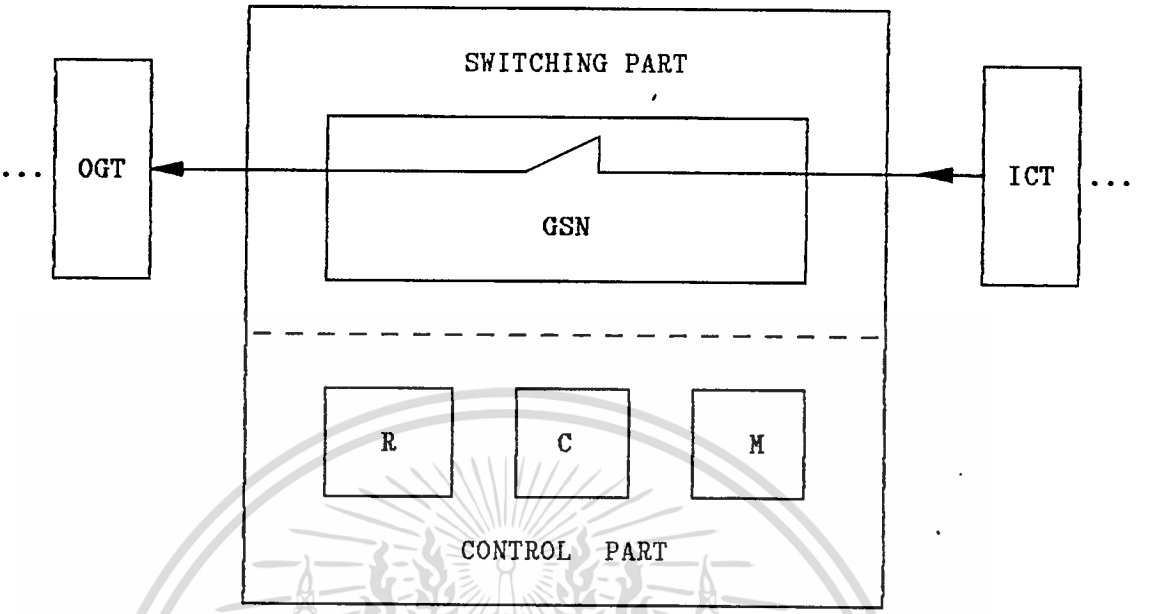
2.7.3 การวิเคราะห์ทางออก ดังที่อธิบายในหัวข้อ 2.5.3

2.7.4 การเลือกวงจรต่อออกและตัวต่อ ดังรายละเอียดในหัวข้อ 2.5.5

2.7.5 การต่อเส้นทางสนทนาและส่งสัญญาณเรียกชุมสาย ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.5.6

สำหรับการเรียกผ่านนี้ในการตอบรับการเรียก และการเลิกสนทนาจะเป็นตัวคอยถ่ายทอด LINE SIGNAL ต่าง ๆ จากชุมสายต้นทางไปยังชุมสายปลายทางหรือในทิศทางกลับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การเรียกผ่านจากชุมสายหนึ่งไปอีกชุมสายหนึ่ง

หลักการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ไม่ว่าจะเป็นระบบใด ๆ ก็ตามจะมีการดำเนินการดังที่ได้อธิบายมาแล้วนี้ทั้งนั้น จะแตกต่างกันบ้างก็เฉพาะในรายละเอียดบางอย่างเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย
(INTER EXCHANGE SIGNALLING)

3.1 บทนำ

ในการติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสายในระยะแรก ๆ อาศัยโอเปอเรเตอร์เป็นผู้ทำการส่งสัญญาณให้ สัญญาณที่ส่งจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ สัญญาณที่บอกสภาพการจับใช้งานของสาย (Line Signalling) กับสัญญาณที่บอกเลขหมายของผู้ถูกเรียก (Register Signalling) โอเปอเรเตอร์บอกการจับใช้งานของสายโดยการต่อวงจรไฟฟ้า และส่งเลขหมายโดยใช้เสียงพูดโต้ตอบกัน ในปัจจุบันชุมสายโทรศัพท์เป็นระบบอัตโนมัติ ผู้เช่าสามารถติดต่อกันโดยตรง ลักษณะของสัญญาณที่ใช้ก็ยังคงแบ่งเป็น 2 ลักษณะเหมือนเดิมเพียงแต่ขณะนี้ตัวชุมสายจะเป็นผู้ทำการส่งสัญญาณต่าง ๆ แทน

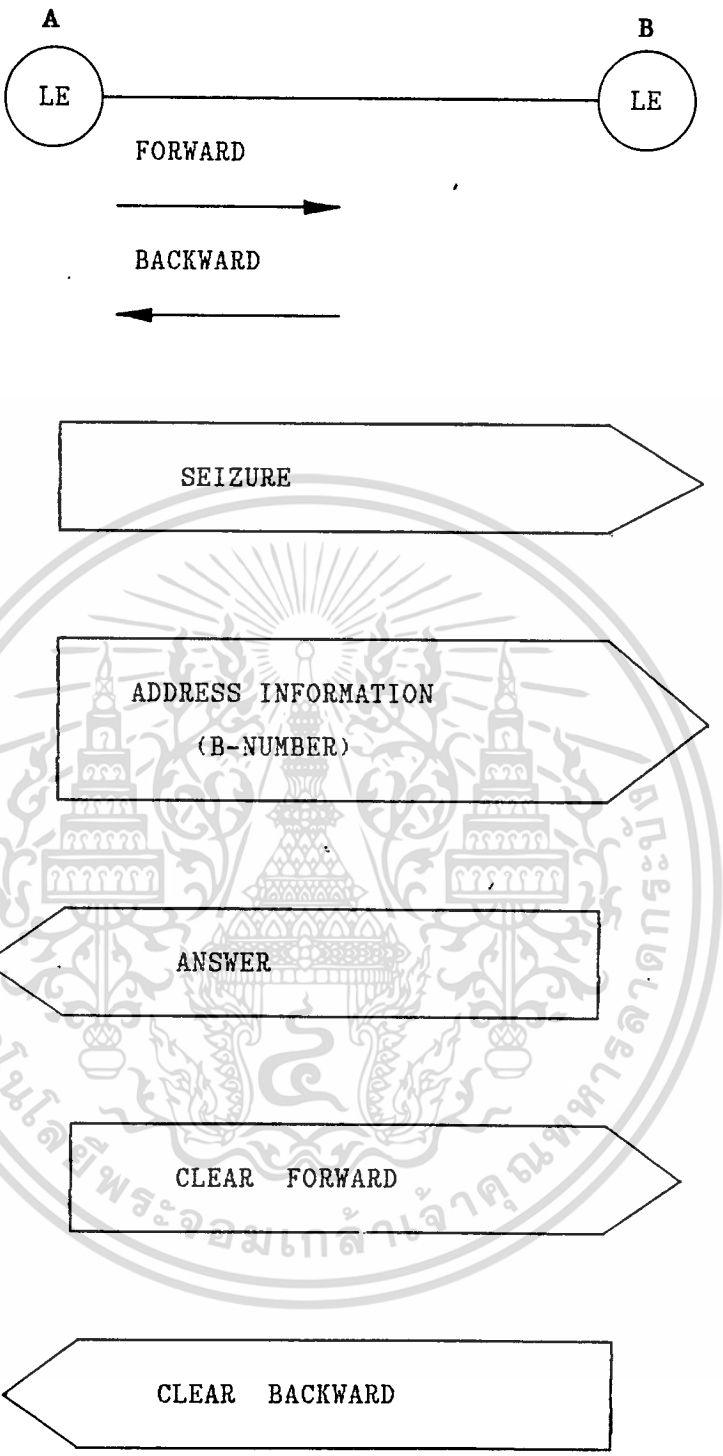
3.2 สัญญาณพื้นฐานในการรับส่งระหว่างชุมสายกับชุมสาย

3.2.1 ลำดับการส่งสัญญาณ

เมื่อมีการเรียกต่อโทรศัพท์จากผู้เช่า A ไปยังผู้เช่า B ที่อยู่ต่างชุมสายสัญญาณที่จำเป็นในการส่ง แสดงในรูปที่ 3.1 ทิศทางการส่งจะมี 2 ทาง คือ ส่งไปตามทิศทางการเรียก (ในกรณีนี้จาก A ไปยัง B) เรียกสัญญาณ Forward (ส่งไปข้างหน้า) และสัญญาณ Backward (ส่งกลับ)

ข่าวสารที่ใช้ในการติดต่อระหว่างชุมสายถูกแทนด้วยสัญญาณต่าง ๆ โดยสัญญาณจะถูกโค๊ต (Code) ในลักษณะต่าง ๆ กัน โดยขึ้นอยู่กับระบบการรับส่งที่ใช้ (เช่น PCM , FDM 2 Wire Lines) แต่ความหมายของสัญญาณยังคงเหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 สัญญาณพื้นฐานที่ส่งระหว่างชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ความหมายของสัญญาณพื้นฐาน

Seizure (สัญญาณจับวงจร) เป็นสัญญาณที่บอกให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายนี้ถูกใช้งาน ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่รับเลขหมายของผู้เรียกที่จะส่งมา (ดูหัวข้อ Channel Asscіated Stgnalling MFC) สัญญาณจะใช้ชั่วขณะที่เริ่มต่อเท่านั้น

ในการส่งบางระบบ เช่น PCM สัญญาณนี้จะถูกตอบกลับด้วยสัญญาณตอบรับการจับ (Seizure Acknowledgement Signall)

Address Information เป็นสัญญาณบอกเลขหมายหรือประเภทของผู้เช่า สัญญาณนี้จัดอยู่ในประเภท Register Signalling

Answer Signal (สัญญาณตอบรับ) สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝาย B ยกหูรับ หน้าที่หลักของสัญญาณนี้ คือ

- เริ่มต้นการคิดเงิน
- ส่งสัญญาณคิดเงิน (สำหรับเครื่องโทรศัพท์แบบหยอดเหรียญ)
- ตัดวงจรการจับเวลาการใช้อุปกรณ์ (Time Supervision Equipment)

Clear Forward (สัญญาณยกเลิกการต่อตรง) จะถูกส่งเมื่อฝาย A วางหู (หรือเมื่อชุมสายได้รับสัญญาณ Forced Release Signal) ผลของสัญญาณนี้ จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่าง ๆ

Clear-Back (สัญญาณยกเลิกการต่อกลับ) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝาย B วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทางเริ่มต้นการจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 90-120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการต่อพร้อมกับส่งสัญญาณ Clear Forward ออกไป เพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน

สัญญาณทั้ง 5 แบบที่กล่าวข้างต้น เป็นสัญญาณพื้นฐานที่ใช้ในการติดต่อของเครือข่ายทั่ว ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Seizure (เป็นสัญญาณจับวงจร)
- Address Information (สัญญาณบอกเลขหมายหรือประเภทของผู้เช่า)
- Answer (สัญญาณตอบรับ)
- Clear Forward (สัญญาณยกเลิกการต่อตรง)
- Clear Back (สัญญาณยกเลิกการต่อกลับ)

สัญญาณทั้ง 5 แบบ ยกเว้น Address Information เป็นสัญญาณประเภท Line Signalling

เพื่อให้มีดความสามารถในการติดต่อระหว่างชุมสายมีมากขึ้น สัญญาณรับส่งระหว่างชุมสายจะมีเพิ่มขึ้นดังนี้

Charging Pulse Metering Signal สัญญาณมิเตอร์เป็นสัญญาณที่ส่งไปถึงชุมสายต้นทาง เพื่อให้ทำการคิดเงินของผู้เช่าฝาย A โดยการทำให้มิเตอร์คิดเงินเลื่อนขึ้นตามจำนวน Pulse ที่ส่งมา ระบบนี้ใช้ในกรณีที่ชุมสายต้นทางเป็นแบบ SPC สัญญาณนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ เพราะชุมสายสามารถคิดเงินได้เอง

A-Number สัญญาณเลขหมาย A ใช้ส่งเลขหมายของผู้เรียกเพื่อประโยชน์ในการคิดเงินแบบ TOLL TICKETING สัญญาณนี้ถูกส่งไปยังชุมสายที่ทำหน้าที่บันทึกการคิดเงิน

A-Category สัญญาณบอกประเภทผู้เช่า A (Operater, Coin box..) ส่งไปยังชุมสายที่ทำหน้าที่คิดเงิน เพื่อให้ชุมสายนั้นกำหนดชนิดของการคิดเงินได้

หมายเหตุ : สัญญาณ A No และ A Category เป็น Register Signal อย่างหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 สัญญาณ Operator

ในชุมสายอัตโนมัติ ยังคงมี Operator ประจำอยู่ โดย Operator จะช่วยทำให้การต่อทางไกลมีความสะดวกมากขึ้น เช่น ให้บริการในการจองเวลาพูด การโทรที่ระบุผู้รับปลายทาง การบอกราคาค่าบริการเป็นต้นในการติดต่อไปยังผู้เช่า Operator จะอาศัยสัญญาณต่าง ๆ เหล่านี้

Trunk Offering สัญญาณขอต่อ Trunk (Trunk Offering) เป็นสัญญาณที่ทำให้ OPERATOR สามารถต่อเข้าไปยังผู้เช่าที่กำลังใช้โทรศัพท์อยู่ได้ ทำให้ Operator สามารถพูดกับผู้เช่าฝาย B ได้ เพื่อบอกว่าขณะนี้มีผู้เช่าต้องการจะเรียกเข้ามา

Cancelling Signal สัญญาณยกเลิก เป็นสัญญาณยกเลิกการขอต่อ Trunk แต่ผู้เช่าที่เรียกมายังคงต่อกับ Operator อยู่

Re-Ringing เป็นสัญญาณเรียกที่ Operator ส่งไปเพื่อให้ผู้เช่าฝาย B ที่เลิกสนทนาและวางหูแล้วได้รับสัญญาณกระดิ่ง (ก่อนที่จะส่งสัญญาณนี้ Operator ต้องได้รับสัญญาณ False Answer ก่อน)

False Answer เป็นสัญญาณที่ส่งกลับมายังชุมสายที่มี Operator หลังจากที่ผู้เช่าฝาย B วางหู โดยก่อนหน้านี้ Operator ต้องทำ Trunk Offering ก่อน เมื่อ Operator ทราบว่า B วางหูแล้วจะทำการส่ง Re-Ringing

3.2.4 สัญญาณตอบกลับจากชุมสายปลายทางอื่น

End of Selection สัญญาณสิ้นสุดการเลือก จัดอยู่ใน Register Signal สัญญาณนี้ได้แก่

- สภาพของผู้เช่าฝายถูกเรียก (B) ว่าว่างหรือไม่ว่าง
- ข้อมูลการคิดเงิน (คิดเงินหรือไม่คิด)
- สัญญาณบอกสภาพว่าวงจรถูกจับใช้งานหมดแล้ว (Congestion)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลเกี่ยวกับการตัดวงจร (เช่น บอกให้ทราบว่าการยกเลิกการต่อให้กระทำเมื่อผู้เช่าที่ถือหูคนสุดท้ายวางหู (Last Party Release) เช่น ใช้ในกรณีของการตามหาการเรียกแบบชู่กรรโชก (Malicious Call Tracing) นอกจากนั้นยังมีสัญญาณที่ส่งจากปลายทาง เพื่อบอกสภาพต่าง ๆ ของวงจรเสียงพูด

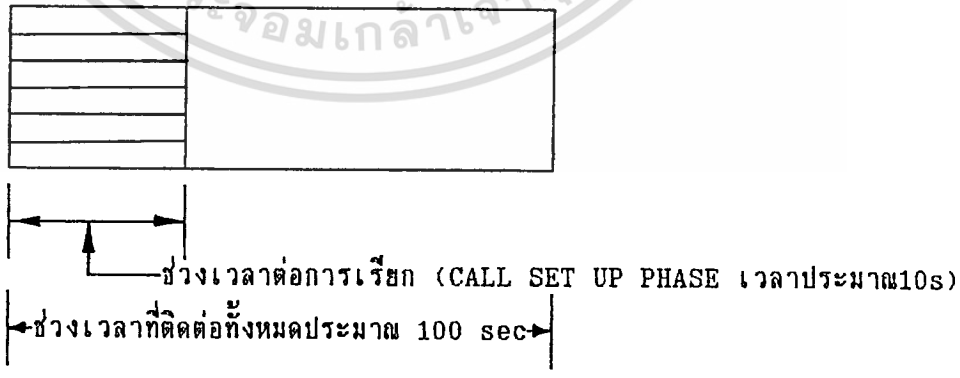
Seizure Acknowledgement สัญญาณตอบรับการจับวงจรมีใช้เฉพาะในระบบการรับส่งแบบ PCM

Blocking สัญญาณหยุดการใช้งานส่งไปบอกชุมสายต้นทางว่าวงจรนี้ทางด้านปลายทาง (Incoming Side) หยุดการใช้งานอยู่ (เช่น อาจจะเสีย) ห้ามจับวงจรนี้ในการเรียกครั้งต่อไป

Release Guard เป็นสัญญาณที่ตอบรับสัญญาณ Clear Forward เพื่อบอกให้วงจรทางต้นทางทราบว่าการยกเลิกวงจรต่อทางด้านปลายทางเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว วงจรพร้อมที่จะถูกใช้งานในการเรียกครั้งต่อไป

3.3 การแบ่งสัญญาณออกเป็น Line Signals และ Register Signals

สัญญาณต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ถูกใช้งานช่วงเวลาต่าง ๆ กัน สัญญาณบางอันใช้ชั่วขณะเวลาสั้น ๆ ในการติดต่อ สัญญาณอีกประเภทถูกใช้ตลอดช่วงที่มีการติดต่อพูดคุยกัน รูปที่ 3.2 แสดงเวลาที่ใช้ในการติดต่อโทรศัพท์โดยเฉลี่ย



รูปที่ 3.2 เวลาที่ใช้ในการติดต่อโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 สัญญาณที่ใช้ในช่วงการต่อการเรียก (CALL SET UP PHASE) ได้แก่

- สัญญาณบอกเลขหมายของผู้ถูกเรียก ADDRESS INFORMATION
- สัญญาณบอกเลขหมายของผู้เรียก (A NUMBER) *
- สัญญาณบอกประเภทผู้เช่าฝ่าย A
- สัญญาณสิ้นสุดการเลือก (END OF SELECTION SIGNAL)
- สัญญาณส่งอัตราการคิดเงิน (TARIFF INFORMATION) **

สัญญาณที่กล่าวข้างต้นนี้ เรียก REGISTER SIGNALS

* ถูกใช้ในกรณีคิดเงินแบบ TOLL TICKETING

** ใช้ในกรณีที่เป็นการเรียกทางไกลระหว่างประเทศ

จะเห็นได้ว่า REGISTER SIGNALS จะใช้รับส่งในช่วงสั้น ๆ ในช่วงต่อการเรียก อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณนี้จะทำงานเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ ดังนั้นจึงสามารถใช้อุปกรณ์แบบใช้งานร่วมกันได้ (COMMON EQUIPMENT)

ในการส่งสัญญาณนี้จะใช้อุปกรณ์ CODE SENDER / CODE RECEIVER เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่ง REGISTER SIGNALLING แบบ MULTI FREQUENCY CODE (MFC)

3.3.2 สัญญาณที่สามารถส่งหรือรับตลอดช่วงเวลาที่ต่อโทรศัพท์อยู่ สัญญาณเหล่านี้ได้แก่

- สัญญาณ SEIZURE (สัญญาณจับวงจร) และ SEIZURE ACKNOWLEDGEMENT
- สัญญาณ ANSWER (ตอบรับ)
- สัญญาณ CLEAR FORWARD/BACK WARD (สัญญาณยกเลิกการต่อตรง/กลับ)
- สัญญาณมิเตอร์ (METERING SIGNAL)
- สัญญาณ OPERATOR SIGNALS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณดังกล่าวนี้ เรียก LINE SIGNALS อุปกรณ์ที่ใช้ส่งสัญญาณจะต้องถูกใช้ตลอดเวลาในการต่อโทรศัพท์ ดังนั้นส่วนที่ส่งสัญญาณจึงถูกบรรจุรวมอยู่ในวงจร TRUNK (INCOMING และ OUTGOING TRUNK) ซึ่งลักษณะการส่งของสัญญาณถูกจัดให้เหมาะสมกับชนิดของการรับส่งที่ใช้ (TRANSMISSION SYSTEM)'

3.4 การส่งสัญญาณระหว่างชุมสาย

3.4.1 ONE WAY และ BOTH WAY TRUNKS

ONE WAY TRUNK หมายถึงวงจรที่มีการรับส่งสัญญาณในทิศทางของทราฟฟิคอันใดอันหนึ่งเท่านั้น เช่น วงจร OUTGOING TRUNK (OT) ใช้ในการเรียกออกไปจากชุมสายนี้ วงจรนี้จะส่งสัญญาณ Line Signal ได้ในทิศทาง Forward เท่านั้น หรือ วงจร Incoming Trunk เป็นวงจรเรียกเข้าสัญญาณที่ส่งออกจาก Trunk นี้จะเป็นแบบ Backward Signal

ส่วน BOTH WAY TRUNKS วงจรแบบนี้จะทำงานได้ทั้ง 2 แบบ คือ ในจังหวะที่ถูกใช้เป็นวงจรเรียกออก จะทำหน้าที่เป็น OUTGOING ส่วนในจังหวะที่ถูกเรียกเข้าจะทำหน้าที่เป็น INCOMING ดังนั้น BOTH WAY TRUNKS ซึ่งสามารถส่ง LINE SIGNAL ได้ทั้ง 2 ทิศทาง TRUNKS แบบนี้ให้ประสิทธิภาพในการใช้งานสูง (ค่า TRAFFIC ต่อวงจรมีค่าสูง) แต่ไม่สามารถกำหนด TRAFFIC ที่แน่นอน ในทิศทางหนึ่ง ๆ ได้

3.4.2 การส่งสัญญาณในระบบ TRANSMISSION ต่าง ๆ

ในการติดต่อระหว่างชุมสาย จะอาศัยวงจรอยู่ 3 ลักษณะ ดังนี้ ในชุมสายระบบ X BAR ถ้าระยะทางระหว่างชุมสายไม่ไกลนักก็จะใช้ระบบสาย 2 เส้น ถ้าระยะทางระหว่างชุมสายมีระยะทางไกล สัญญาณต้องส่งผ่านศูนย์โทรคมนาคมก่อน ระบบนี้ใช้สาย 4 เส้น และถ้าชุมสายเป็นระบบ DIGITAL การรับส่งจะอาศัย PCM ดังนั้นสัญญาณ LINE SIGNAL ที่ใช้ภายในประเทศจึงแบ่งได้ 3 แบบ ดังนี้

1. D.C LOOP LINE SIGNALLING ใช้กับระบบการรับส่งแบบ 2 สาย
2. DISCONTINUOUS E & M LINE SIGNALLING ใช้กับระบบ 4 สาย และมีสายสัญญาณเพิ่มอีก 2 สาย (สาย E และ สาย M)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. DIGITAL LINE SIGNALLING ใช้กับระบบรับส่งแบบ PCM ส่วนสัญญาณ REGISTER มีระบบเดียว คือ MFC

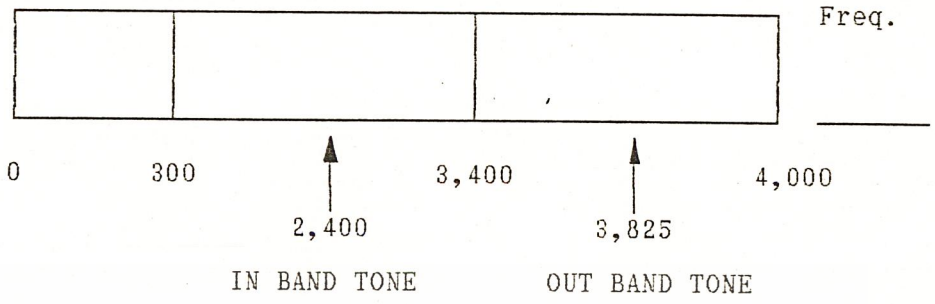
ระบบรับส่งที่กล่าวมาข้างต้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ ระบบ DIGITAL และระบบ ANALOG ในระบบ DIGITAL ใช้ PCM 30/32 สัญญาณ LINE SIGNAL จะถูกส่งใน TIME SLOT ที่ 16 ส่วนสัญญาณ REGISTER ถูกส่งในช่องสัญญาณเสียงที่ถูกจับใช้งาน (ใช้ระบบ MFC)

ในระบบ ANALOG แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบ 2 สาย และ 4 สาย

แบบ 2 สาย จะใช้ติดต่อระหว่างชุมสายในระยะทางใกล้ ๆ โดยไม่ต้องผ่านศูนย์โทรคมนาคม การส่งสัญญาณ LINE SIGNALS จะใช้ DC LOOP โดยอาศัยการเปลี่ยนค่าความต้านทาน (สูงหรือต่ำ) ภายในสายตลอดจนการกลับขั้วของแรงไฟเป็นตัวโค๊ตสัญญาณ ส่วน REGISTER ส่งเข้ามาในสาย ในรูปของ MFC

แบบ 4 สาย ใช้ในการติดต่อระหว่างชุมสายที่อยู่ไกล โดยผ่านศูนย์โทรคมนาคม (ซึ่งเป็นวงจรแบบ 4 สาย) LINE SIGNAL จะถูกส่งไปในสายแยกต่างหาก 2 สาย เรียกสาย E (EAR) และสาย M (MOUTH) การโค๊ตสัญญาณอาศัยป้อนไฟ (ไฟ +) ให้กับสายด้วยช่วงเวลา 2 ค่า (สั้นหรือยาว) ส่วนสัญญาณ REGISTER จะส่งแบบ MFC โดยส่งไปในสายที่ใช้ส่งสัญญาณเสียงพูด (2 สายทางด้านส่ง และ 2 สาย ทางด้านรับ) ดังนั้นระบบนี้อาจเรียกอีกอย่างว่า 4 WIRES EM สัญญาณที่ส่งต่อจากศูนย์โทรคมนาคมหนึ่งไปยังอีกศูนย์ ฯ หนึ่ง อาจใช้วิธีการของ FDM (FREQUENCY DIVISION MULTIPLEX) หรือ TDM ก็ได้ ในกรณีของ FDM สัญญาณ LINE SIGNAL จะถูกส่งเข้าไปในระบบ โดยใช้ความถี่ที่อยู่ในหรือนอกย่านความถี่เสียงพูด ดังแสดงในรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 สัญญาณ LINE ที่ส่งในรูปของ TONE ใน/นอก ย่านความถี่เสียงพูด

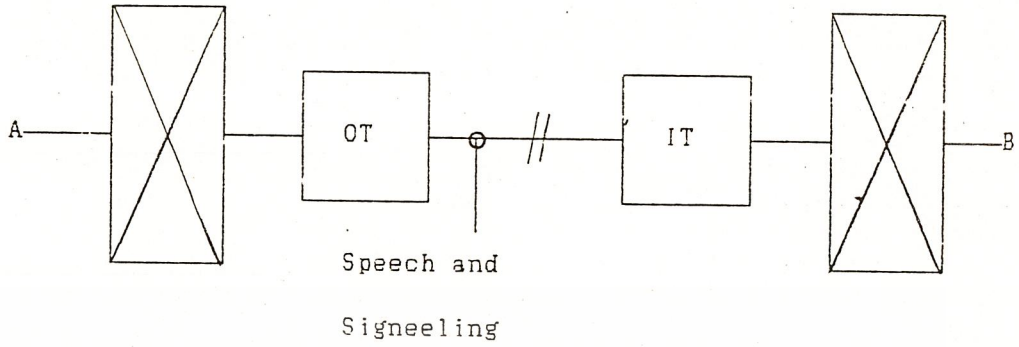
3.4.3 PHYSICAL/NONPHYSICAL CIRCUIT

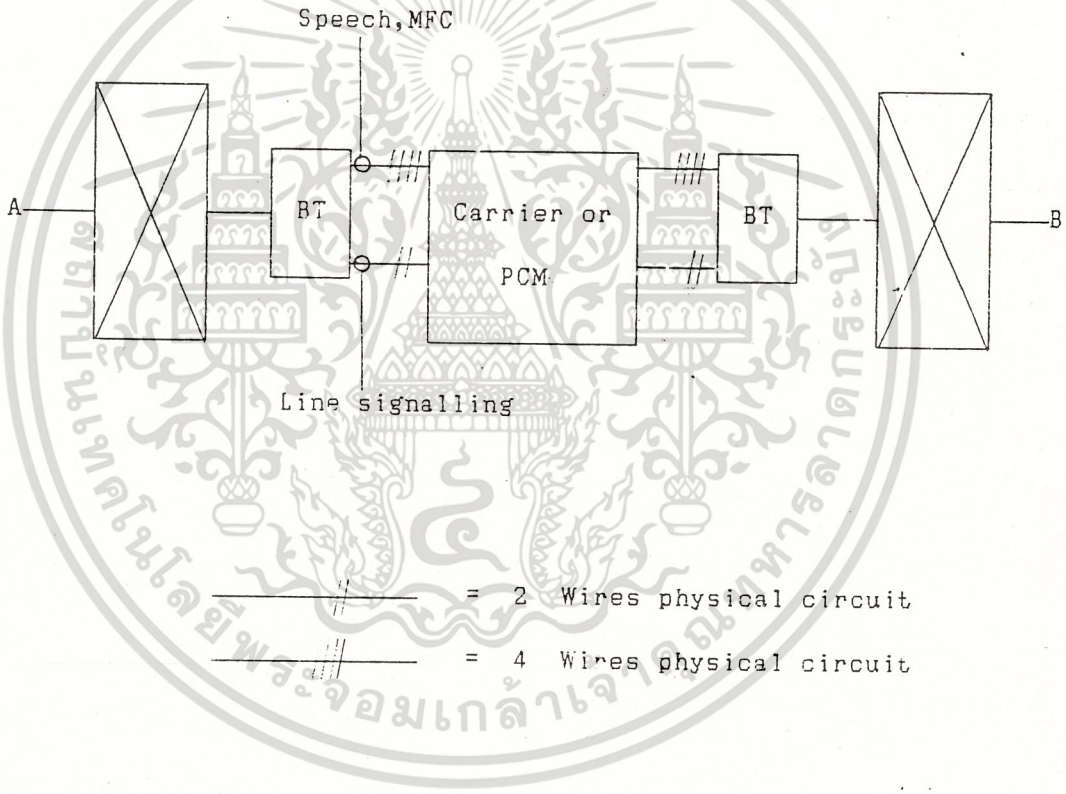
วงจร PHYSICAL หมายถึงวงจรที่ความถี่ของสัญญาณเสียงไม่มีการเปลี่ยนรูปไป วงจรพวกนี้ได้แก่วงจรแบบ 2 สาย

วงจร NONPHYSICAL แบบนี้ความถี่ของสัญญาณเสียงถูกเปลี่ยนไป เช่น เปลี่ยนให้มีความถี่สูงกว่าเดิม (FDM) หรือเปลี่ยนรูปเป็นสัญญาณ DIGITAL PCM

หมายเหตุ : วงจรแบบ 4 สาย ช่วงที่เป็น NONPHYSICAL จะอยู่ในส่วนของการใช้ CARRIER หรือ PCM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 3.4 วงจรแบบ 2 สาย และ แบบ 4 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ลักษณะการส่ง LINE SIGNAL

เมื่อแบ่งตามลักษณะการส่งของสัญญาณ LINE SIGNAL แบ่งออกได้ 3 ลักษณะ คือ แบ่งต่อเนื่อง แบบไม่ต่อเนื่อง และ แบบกึ่งต่อเนื่อง

(1) แบบต่อเนื่อง (CONTINUOUS) สัญญาณจะถูกส่งไปในลักษณะการเปลี่ยนสภาวะ (STATE) จากสภาวะอันหนึ่งไปอีกอันหนึ่ง และคงที่อยู่อย่างนั้นจนกว่าจะมีการเปลี่ยนสัญญาณไป เช่น สัญญาณ SEIZURE ในระบบ D.C. LOOP LINE SIGNALLING จะแทนด้วยการเปลี่ยนสภาพจากวงจรที่มีความต้านทานสูง (HIGH OHM) ไปเป็นวงจรความต้านทานต่ำ (LOW OHM) และจะคงสภาพอยู่เช่นนี้จนกว่าจะส่งสัญญาณอื่นต่อไป

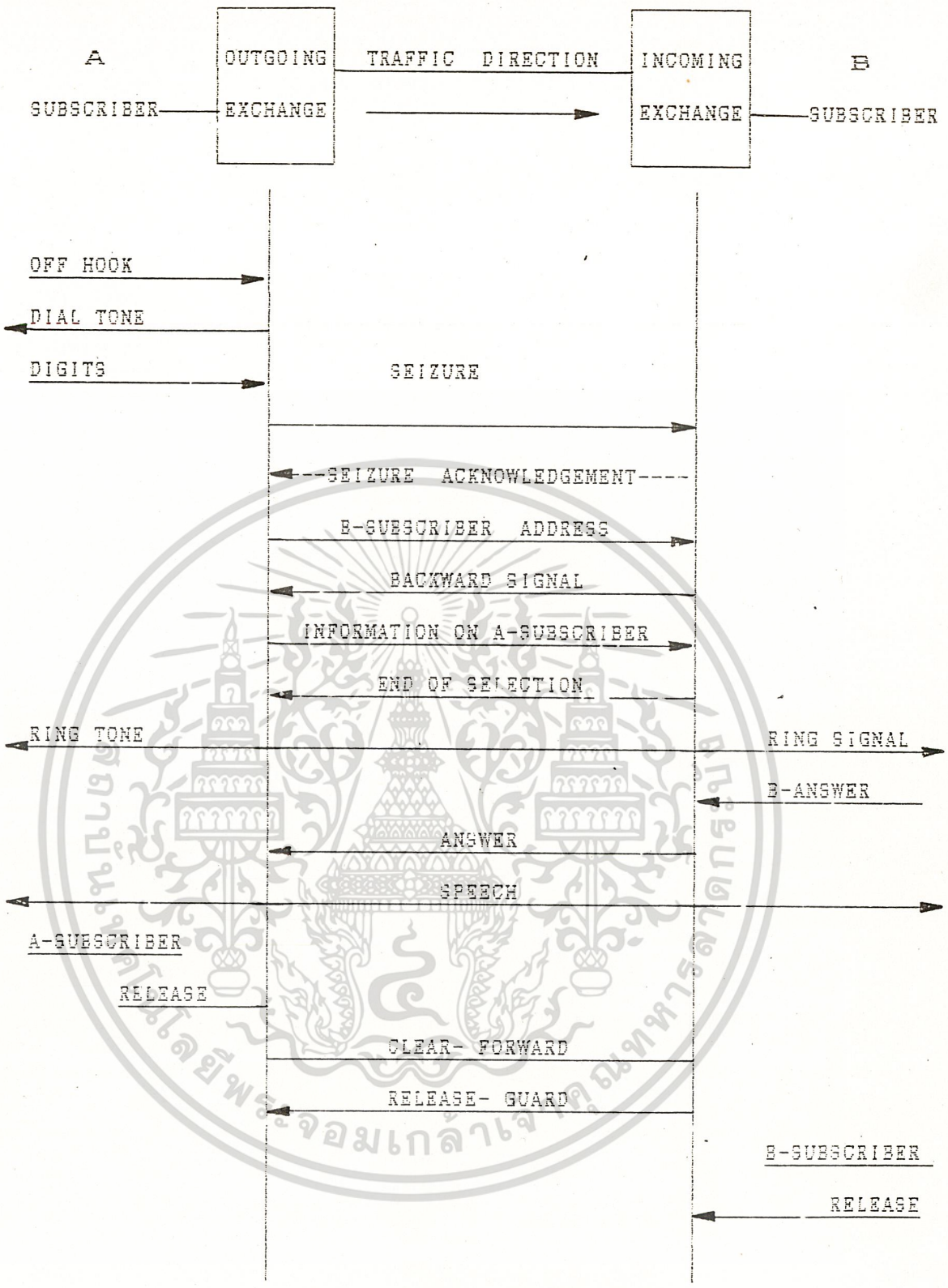
(2) แบบไม่ต่อเนื่อง (DISCONTINUOUS) หรือแบบ PULSED สัญญาณจะถูกแทนด้วยการเปลี่ยนสภาวะ (STATE) ในช่วงขณะเวลาที่แน่นอนอันหนึ่ง (เช่น 100 หรือ 150 MILLISECOND)

(3) แบบกึ่งต่อเนื่อง (DISCONTINUOUS) แบบนี้สัญญาณ LINE SIGNAL พื้นฐานจะส่งแบบต่อเนื่อง ส่วนสัญญาณพิเศษบางอัน เช่น สัญญาณมิเตอร์ จะส่งแบบ PULSED เป็นต้น (METERING PULSED) DIGITAL LINE SIGNALLING จัดอยู่ในประเภทนี้

4.4.5 ตัวอย่างลำดับขั้นตอนในการส่งสัญญาณระหว่างชุมสาย แบบที่ 1

ในรูปที่ 3.5 จะแสดงขั้นตอนการส่งสัญญาณ ถ้าสัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย (SUBSCRIBER LINE SIGNALLING) และสัญญาณที่ส่งระหว่างชุมสาย (INTER EXCHANGE SIGNALLING)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการส่งสัญญาณแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้เช่าฝาย A ยกหู สัญญาณเรียก (OFF-HOOK) ถูกส่งไปยังชุมสาย จากชุมสายสัญญาณ DIAL TONE ถูกส่งกลับมาเพื่อบอกว่าชุมสายพร้อมที่จะทำการต่อ (SET UP) ผู้เช่าจะทำการส่งเลขหมายของเบอร์ผู้เช่า B (DIGIT) เมื่อชุมสายวิเคราะห์เลขหมายครบแล้ว ชุมสายจะทำการต่อเส้นทางการสนทนาไปยังจุดที่ต้องการ สำหรับในกรณีนี้ผู้ถูกเรียกอยู่ต่างชุมสาย วงจรเรียกออกอันหนึ่ง (OUTGOING TRUNK CIRCUIT) จะถูกจับ และถูกสั่งให้ส่งสัญญาณจับวงจร (SEIZURE) ออกไปในชุมสาย TRUNK ชุมสายปลายทางจะส่งสัญญาณตอบรับ (SEIZURE ACKNOWLEDGEMENT) ต่อจากนั้นชุมสายต้นทางจะส่งเลขหมายของผู้เช่า B (B-SUBSCRIBER ADDRESS) ช่วงการส่งตอนนี้จะเป็น REGISTER SIGNAL การรับส่งจะกระทำจนกระทั่งชุมสายต้นทางได้สัญญาณสิ้นสุดการเลือก END OF SELECTION (บอกสภาพของผู้เช่าฝายถูกเรียก) ในกรณีนี้ผู้เช่าฝาย B มีสภาพว่าง สัญญาณ RINGING และ PING TONE จะถูกส่งจากชุมสายปลายทางไปยังผู้เช่า B และ A ตามลำดับ เมื่อ B ยกหู สัญญาณ B-ANSWER ถูกส่งไปยังชุมสาย สัญญาณกระดิ่งและ TONE จะถูกตัด สัญญาณ ANSWER หรือสัญญาณตอบรับจะส่งไปยังชุมสายต้นทาง การคิดเงินจะเริ่มขึ้นเมื่อผู้เช่าทั้งสองทำการสนทนากัน

เมื่อเลิกสนทนา ฝาย A วางหูก่อนสัญญาณวางหู (ON HOOK) ถูกส่งไปยังชุมสาย ทำให้อุปกรณ์ใช้ต่อเส้นทางสนทนาถูกตัดออก สัญญาณยกเลิกการต่อตรง (CLEAR FORWARD) ถูกส่งออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางตัดอุปกรณ์ให้ออกเช่นกัน หลังจากที่ชุมสายปลายทางทำการตัดเรียบร้อยแล้ว จำทำการส่ง RELEASE GUARD เพื่อบอกให้ต้นทางทราบว่าการตัดอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำเรียบร้อยแล้ว พร้อมที่จะรับการเรียกครั้งต่อไปใหม่ได้อีก

3.4.6 ตัวอย่างลำดับขั้นตอนการส่งสัญญาณระหว่างชุมสายแบบที่ 2

ในรูปที่ 3.6 แสดงลำดับการส่งสัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายโดยสัญญาณ REGISTER ที่ใช้เป็นแบบ MFC การเรียกกระทำจากชุมสาย A (Local Exchange) ไปยังชุมสาย B โดยผ่านชุมสายต่อผ่าน ZC (Zone Center) หรือเรียกอีกอย่างว่า Primary Center จะสังเกตุเห็นว่า Line Signal จะมีการส่งแบบจุดต่อจุด (Line by link or point to point) เช่นสัญญาณจับวงจร (Seizure) จากชุมสายที่ A อยู่ จะถูกส่งมายังชุมสาย ZC ก่อน หลังจากนั้น ZC จะทำการสร้างสัญญาณ SeiZure ขึ้นใหม่ ส่งไปยังชุมสายที่ B อยู่ ส่วนสัญญาณ Register อาจจะส่งในลักษณะเดียวกันกับ Line Signal หรือจะส่งแบบ End to End ก็ได้ โดยชุมสาย ZC จะต่อผ่าน Through Connect ให้กับชุมสายท้องถิ่นทั้ง 2

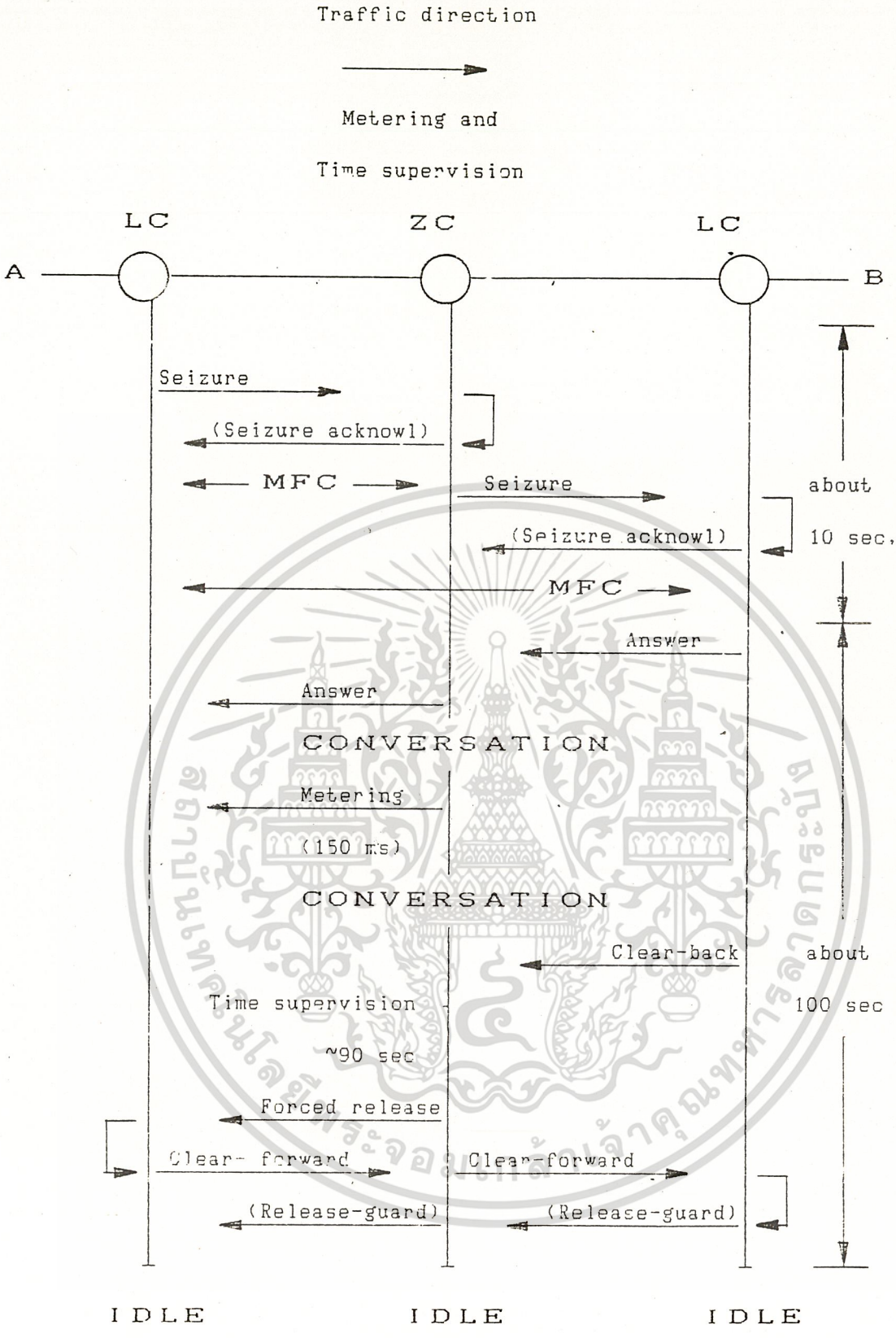
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งสัญญาณโต้ตอบกันโดยตรง (โดยที่ ZC จะรับเลขหมายจำนวนหนึ่งมาวิเคราะห์ เมื่อทราบว่าชุมสาย B อยู่ที่ใดก็จะทำการต่อตรงให้เลขหมายที่เหลือ ชุมสาย A จะส่งไปยังชุมสาย Bเอง)

สัญญาณในวงเล็บ เช่น Seizure Acknowledgement มีส่งเฉพาะในบางระบบ เช่น PCM โดยทั่วไปแล้ว ถ้าสัญญาณ Register Signal เป็นแบบ MFC สัญญาณนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ส่วนสัญญาณ Release guard ยังใช้กับชุมสายแบบ X barเพื่อทำให้วงจร Outgoing เลิกจับใช้งานหลังจากที่วงจรด้าน INCOMING เลิกทำงานแล้วเท่านั้น

ระบบทางยกเลิกการต่อมีด้วยกันหลายแบบ แต่ใช้ในองค์การโทรศัพท์ ฯ เป็นแบบ A Party Release นั่นคือการยกเลิกการต่อจะกระทำทันทีที่ผู้เช่าวางหู ในระบบนี้ถ้าฝ่ายถูกเรียกวางหูก่อน วงจรจะยังไม่ถูกยกเลิกทันที การยกเลิกจะเริ่มกระทำเมื่อผ่านพ้นเวลาอันหนึ่งไป เช่น 90 วินาที (Time Supervision)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 สัญญาณรับส่งระหว่างชุมสาย แบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้เช่า A ยกหูทำการหมุนเลขหมายของผู้เช่า B ชุมสายท้องถิ่น A วิเคราะห์เลขหมาย แล้วทราบว่าการเรียกครั้งนี้เป็นการเรียกออกไปยังผู้เช่าซึ่งอยู่ต่างชุมสาย อุปกรณ์เรียกออก (Outgoing Trunk) จะถูกจับพร้อมกับส่งสัญญาณ Seisure ไปให้ แล้วตามด้วยสัญญาณเลขหมายของ B โดยการส่งแบบ MFC ชุมสาย ZC เมื่อได้รับเลขหมาย (2-3 ตัว) ก็ทำการวิเคราห์ได้ว่า การเรียกต้องการต่อไปยังชุมสาย B อุปกรณ์ Outgoing Trunk ถูกจับ และสัญญาณ Seizure ถูกส่งไปยังชุมสาย B พร้อมกับต่อวงจรให้กับชุมสาย A กับ B ต่อกันโดยตรง (Trough Connection) หลังจากนั้นชุมสาย A จะส่งเลขหมายจนครบทุกตัว เมื่อชุมสาย B ทำการวิเคราะห์แล้วทราบว่าเป็นการเรียกของผู้เช่าของชุมสายตัวเองก็จะทำการจับวงจรผู้เช่า B พร้อมทั้งส่งสัญญาณเรียกไปให้ (สัญญาณกระดิ่งไปยังผู้เช่า B สัญญาณ Ringing Tone ไปยังผู้เช่า A) เมื่อผู้เช่า B ยกหูรับ ชุมสาย B จะส่งสัญญาณ Answer ส่งออกไปยัง ZC ชุมสายนี้จะกำเนิดสัญญาณ Answer ส่งออกไปยังชุมสาย A อีกที หลังจากนั้นวงจรคิดเงินเริ่มทำงานผู้เช่าจะสนทนากัน ในกรณีนี้ชุมสาย ZC มีหน้าที่เป็นตัวกำหนดการคิดเงิน สัญญาณ Metering จะถูกส่งไป Step Meter ที่ชุมสาย A เป็นระยะ (Step ขึ้น 1 ครั้งต่อ 1 Pulse ของสัญญาณ)

เมื่อสิ้นสุดการสนทนา สมมุติว่า ฝ่าย B วางหูก่อน สัญญาณ Clear Back ถูกส่งออกไปยัง ZC ชุมสาย ZC จะเริ่มทำการจับเวลา (Time Supervision) เมื่อเวลาผ่านพ้นไป เช่น 90 วินาที (โดยที่ Aยังไม่วางหูก่อน) ชุมสาย ZC จะส่งสัญญาณบังคับให้เลิก (Force Release) ไปยังชุมสาย A เมื่อชุมสาย A ได้รับก็จะส่งสัญญาณ Clear Forward กลับมา ชุมสาย ZC ก็จะส่ง Clear Forward ไปยังชุมสาย B อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อเส้นทางการสนทนาของ B ถูกยกเลิกหมด และถ้าในกรณีที่การสิ้นสุดการสนทนาเกิดจาก A วางหูก่อน ในกรณีนี้สัญญาณ Clear Forward ถูกส่งไปทันทีโดยไม่มีการจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ชนิดของทราฟฟิค (TRAFFIC TYPES)

ชุมสายทุกชุมสายไม่จำเป็นต้องรับส่งสัญญาณทุกสัญญาณเหมือนกันหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าชุมสายนั้นอยู่ตรงส่วนใดของเครือข่าย (Network) ดังนั้นเพื่อให้สามารถกำหนดว่า ชุมสายใดจะรับส่งสัญญาณอะไรบ้าง จะแบ่งทราฟฟิคออกเป็น 3 แบบ คือ

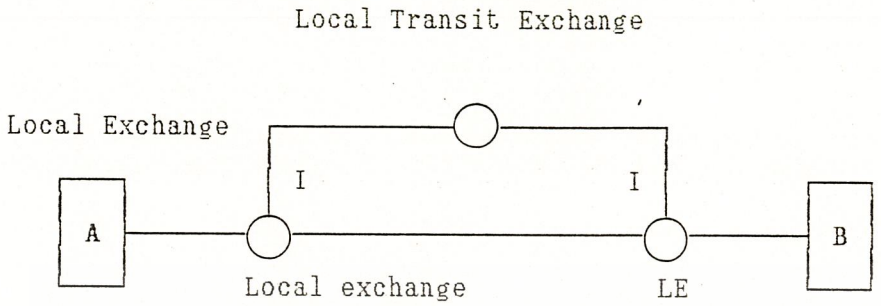
ทราฟฟิค ชนิดที่ 1 เป็นทราฟฟิคหลังจุดคิดเงิน (Charging Point) ดังนั้นในช่วงนี้จึงไม่มีการส่ง Metering Pulses

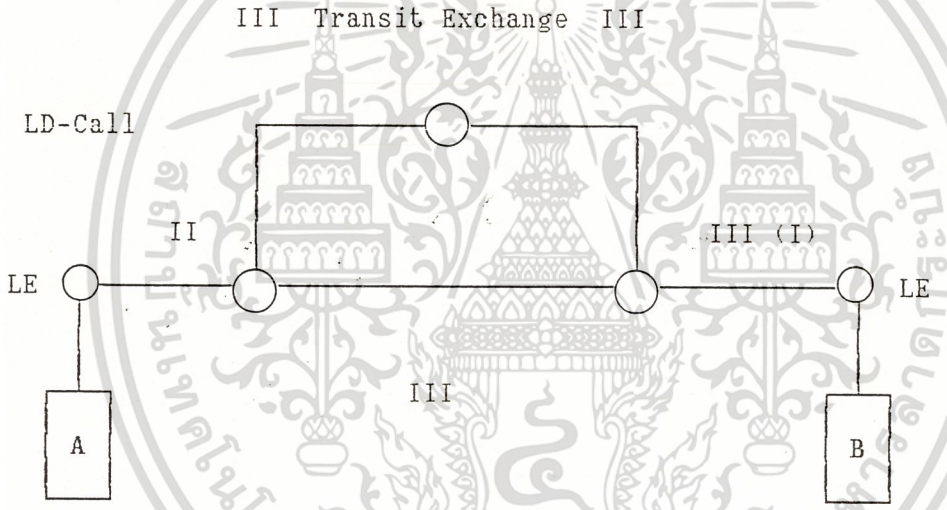
ทราฟฟิค ชนิดที่ 2 เป็นทราฟฟิคก่อนจุดคิดเงิน มีการส่ง Metering Pulses และสัญญาณ Forced Release

ทราฟฟิค ชนิดที่ 3 เป็นทราฟฟิคหลังจุดคิดเงิน ไม่มีการส่ง Metering Pulses แต่สามารถที่จะส่งสัญญาณ Operator ได้

จากรูปที่ 3.7 แสดงให้เห็นว่า ทราฟฟิคชนิดที่ 1 เป็นทราฟฟิคของการเรียกภายในท้องถิ่น (Local Call) ส่วนชนิดที่ 2 และ 3 เป็นทราฟฟิคของการเรียกทางไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

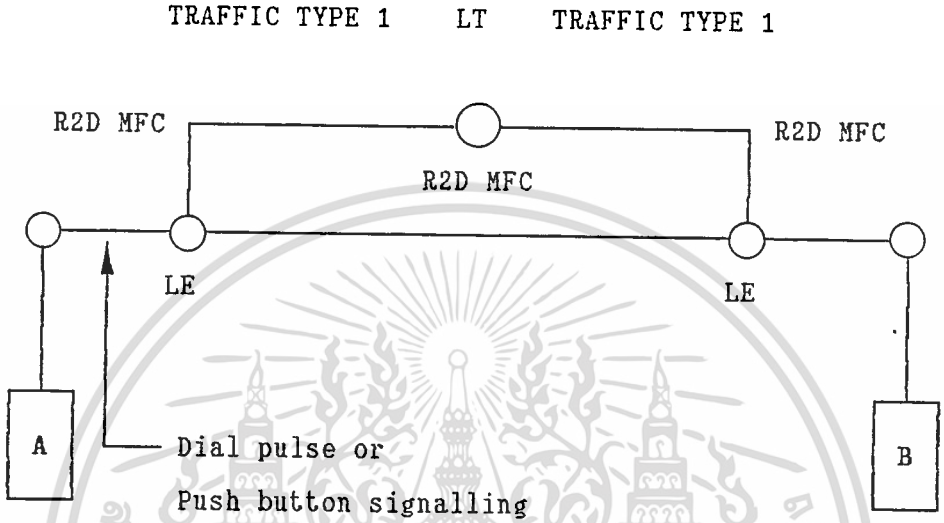




รูปที่ 3.7 ชนิดของทราฟฟิค

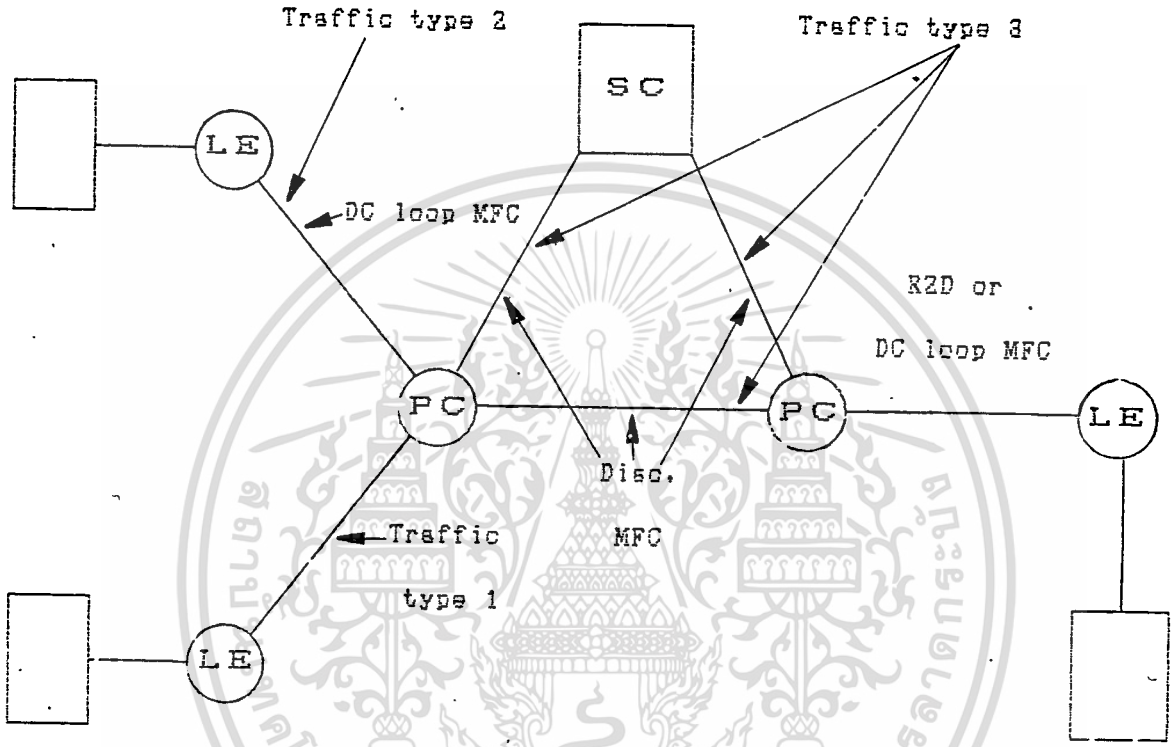
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแผนการจัด Signalling



รูปที่ 3.8 แผนการจัด Signalling ของการเรียกท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แผนการจัด Signalling ของการเรียกทางไกล

LE : ชุมสายท้องถิ่น (Local Exchange)

LT : ชุมสายแทนเดม (Local Tandem Exchange)

PC : Primary Center (Toll,Transit Exchange or Zone Centre)

SC : Secondary Centre (Transit Exchange or Toll Centre)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงสัญญาณที่ใช้ในทราฟฟิคแบบต่าง ๆ

Signal Traffic type	I	II	III	Notes
Seisure →	X	X	X	
Seisure acknowledgement ←	X	X	X	Signal not used in all systems
Answer ←	X	X	X	
Clear-back ←	X		X	
Clear forward →	X	X	X	
Release guard ←	X	X	X	Signal not used in all systems
Blocking ←	X	X	X	
Metering ←		X		
Forsed release ←		X		
Operater signal →		X	X	
False answer ←			X	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.1 จะสังเกตุเห็นว่า ทราฟฟิคชนิดที่ 1 สามารถใช้ได้กับการเรียกภายในประเทศ และการเรียกต่างประเทศ ส่วนทราฟฟิคชนิดที่ 2, 3 ใช้ภายในประเทศอย่างเดียว

ข้อดีของการแบ่งทราฟฟิคออกเป็น 3 ชนิด คือ การทำให้สามารถลดจำนวนสัญญาณที่ส่ง โดยจำนวนของสัญญาณขึ้นอยู่กับที่ที่สัญญาณนั้นถูกส่ง และชนิดของทราฟฟิคที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่าง เช่น วงจรต่อออก (Outgoing Line) ที่ต่อไปยังจุดคิดเงินจะสามารถรับสัญญาณ Metering Pulses แต่จะไม่สามารถรับสัญญาณ Operator ได้ ดังนั้นในการวางแผนระบบ Signalling จำเป็นต้องกำหนด Diagram การส่งสัญญาณต่าง ๆ ของทราฟฟิคแต่ละชนิด

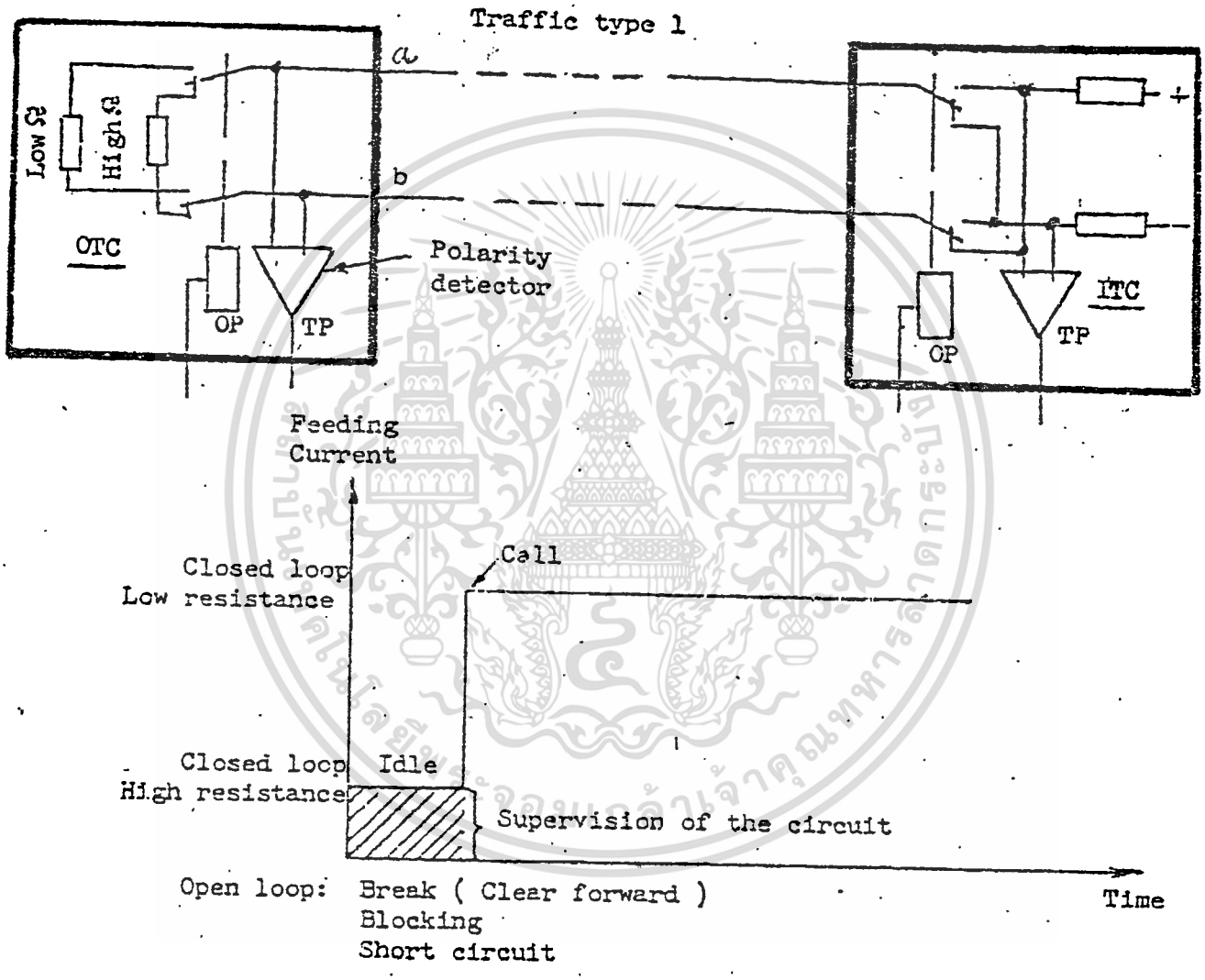
3.6 รายละเอียดของการส่ง Line Signalling แบบต่าง ๆ

3.6.1 DC Line Signalling (Continuous Signalling)

สัญญาณระบบนี้ใช้ติดต่อระหว่างชุมสายท้องถิ่นที่มีระยะทางไม่ไกลนัก ระบบการรับส่งสัญญาณเป็นแบบ Analog 2 Wires เช่น ระหว่างชุมสาย X bar สำหรับชุมสายดิจิตอล ก็สามารถรับส่งสัญญาณแบบนี้ได้โดยใช้วงจร Outgoing Trunk (OTC) และ Incoming Trunk (ITC) หลักการส่งของสัญญาณอาศัยการเปลี่ยนค่ากระแสไฟตรงที่ไหลในสาย (มาก/น้อย) และทิศทางของกระแสเป็นตัวโค๊ตสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC Line signalling (continuous signalling)



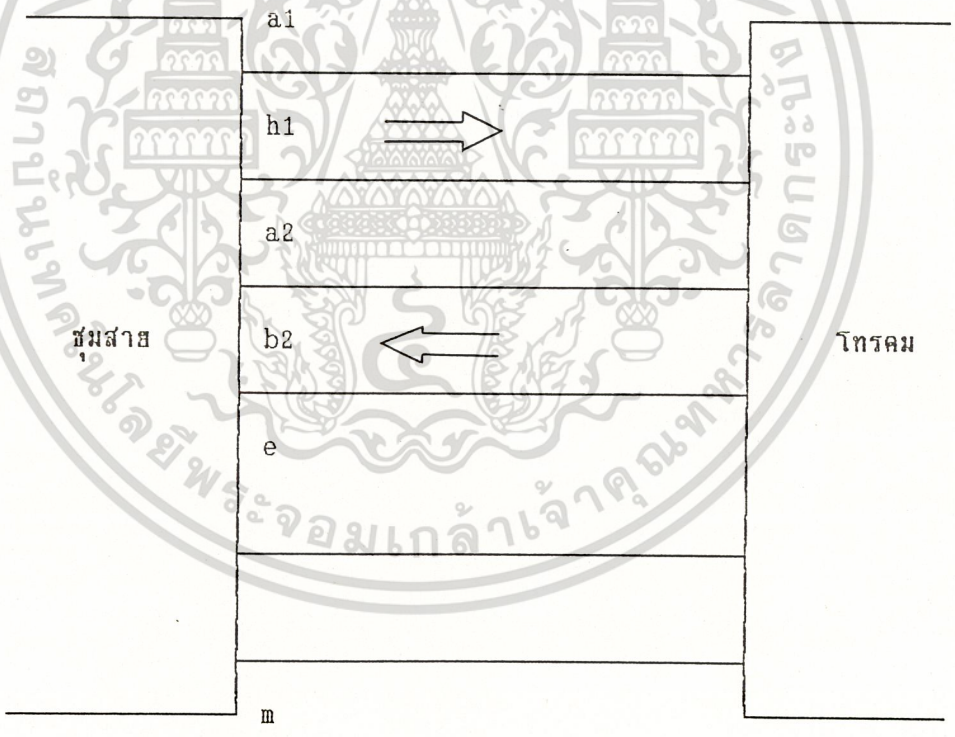
รูปที่ 3.10 DC Line Signalling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 Discontinuous Line Signalling

Line Signalling แบบนี้สัญญาณจะมีลักษณะส่งเป็นช่วง ๆ (Pulses) สัญญาณนี้จะใช้กับวงจรทางไกลที่ส่งผ่านศูนย์โทรคมนาคม ซึ่งจะส่งต่อออกไปโดยใช้ FDM หรือ PCM ในระบบ FDM หรือ Carrier Frequency สัญญาณจะถูกส่งในรูปของ Tones ซึ่งมีความถี่อยู่ในย่านหรือนอกย่านเสียงพูด (2400 Hz หรือ 3825 Hz)

สัญญาณแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ สัญญาณสั้น (Short = 150 ms) และสัญญาณยาว (Long = 600 ms) สัญญาณจะถูกส่งผ่านสายที่แยกออกต่างหากจากสัญญาณเสียง คือ ใช้สาย E (EAR) และ สาย M (MOUTH) ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 Line Signal ส่งผ่านสาย E & M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงโค๊ดของ Discontinuous Line Signalling

Line Signal	Duration (ms ± 20%)	Direction
Seisure	150	Forward
Answer	150	Backward
Metering	150	Backward
Clear back	600	Backward
Forced Release	600	Backward
Clear forward	600	Forward
Release guard	600	Backward
Operation's Signal	150	Forward
Blocking	Continuous	Backward

จากตารางที่ 3.2 จะเห็นว่าความหมายของสัญญาณจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในการส่ง Pulses (Short/Long) และทิศทางในการส่ง เช่น Pulse 150 ms ในทิศทาง Forward จะหมายถึง Seizure แต่ถ้าส่งในทิศทาง Backward จะเป็นสัญญาณ Answer นอกจากนั้นความหมายของสัญญาณยังขึ้นอยู่กับลำดับของสัญญาณที่ส่งก่อนหน้านี้ เช่น 150 ms Pulse ในทิศทาง Backward ถ้าส่งหลังสัญญาณ Answer จะมีความหมายเป็นสัญญาณ Metering pulse เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 Continuous Line Signalling

สัญญาณระบบนี้ใช้กับวงจรทางไกลทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ ซึ่งจะตรงกับระบบ R2 ของ CCITT การส่งสัญญาณสามารถกระทำได้ทั้งแบบ Analog และ digital สำหรับ R2 ที่ใช้ในประเทศจะเป็นแบบ DIGITAL (PCM) โดยสัญญาณจะถูกส่งใน Time Slot ที่ 16 สัญญาณจะแทนด้วย 2 Bits (อาจใช้ได้ถึง 4 Bits) ดังแสดงในตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 Signalling Code For Digital Line Signalling

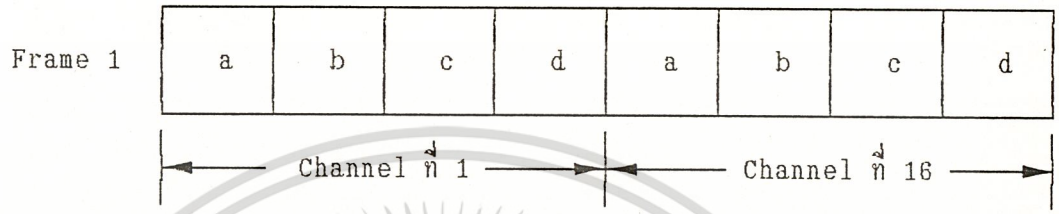
Signal		Code		Direction
No.	Name	$_{af}$ Forward $_{bf}$	$_{ab}$ backward $_{bb}$	
1	Idle	1 0	1 0	
2	Seizure	0 0	1 0	Forward
3	Seizure - acknowledgement	0 0	1 1	Backward
4	Answer	0 0	0 1	Backward
5	Metering	0 0	0 1	
			1 1(150 ms)	
			0 1	
6	Clear-back	0 0	1 1	Backward
7	Forced release	0 0	0 0	Backward
8	Clear-forward	1 0	0 1	forward
			1 1	
9	Release-guard	1 0	1 0	Backward
10	Blocking	1 0	1 1	Backward
11	Operator signal	0 0		Forward
		1 0(150 ms)		
		0 0		

af, bf = Signalling channels in forward direction

ab, bb = Signalling channels in backward direction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน 1 Time Slot ของ PCM จะมีจำนวน bit อยู่ 8 Bits Time slot ที่ 16 จะถูกกำหนดให้ส่งสัญญาณได้ 2 วงจร วงจรละ 4 bits ยกตัวอย่างเช่น ใน Frame ที่ 1 ใช้ส่ง Signalling ของช่องสัญญาณเสียง Channel ที่ 1 และ 16 ดังรูปข้างล่าง



แต่ละ bit เรียก Signalling Channels ซึ่งอาจใช้เพียง 1 หรือ 2 แบบ ที่เราใช้อยู่คือ 2 Signalling Channels โดยใช้ bit a และ bit b ส่วน bit ที่ไม่ใช้จะมีค่าคงที่ คือ bit c = 0 bit d = 1

จากตารางโค๊ตของสัญญาณ 2 bits ที่ใช้ในแต่ละทิศทางถูกกำหนดซึ่งเป็น $^{a}_{f}$ และ $^{b}_{f}$ (สำหรับการส่งในทิศทาง Traffic , f= forward) และ $^{a}_{b}$, $^{b}_{b}$ สำหรับ Backward

$^{a}_{f}$ Channel จะแสดงสภาพของวงจรต่อออก เช่น สภาพถูกจับ , ว่าง (ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงสภาพการวางหู , ยกหูของผู้เช่า)

$^{b}_{f}$ Channel บอกให้ทราบถึงเหตุเสียที่เกิดขึ้นทางด้านวงจรต่อออกของอุปกรณ์

ตัวอย่าง ถ้าวงจรต่อออกมีสภาพว่าง แต่มีเหตุเสียเกิดขึ้นในอุปกรณ์ส่งสัญญาณโค๊ตที่ส่งออกไป คือ $^{a}_{f}$ = 1 , และ $^{b}_{f}$ = 1

$^{a}_{b}$ Channel บอกให้ทราบถึงสภาพวางหู , ยกหูของผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก (B) เช่น ว่าง , ยกหู หรือ วางหู

$^{b}_{b}$ Channel บอกให้ทราบถึงสภาวะของวงจรต่อเข้าว่าว่าง (Idle) ถูกจับใช้งาน (Seized) หรือห้ามจับใช้งาน (Blocked)

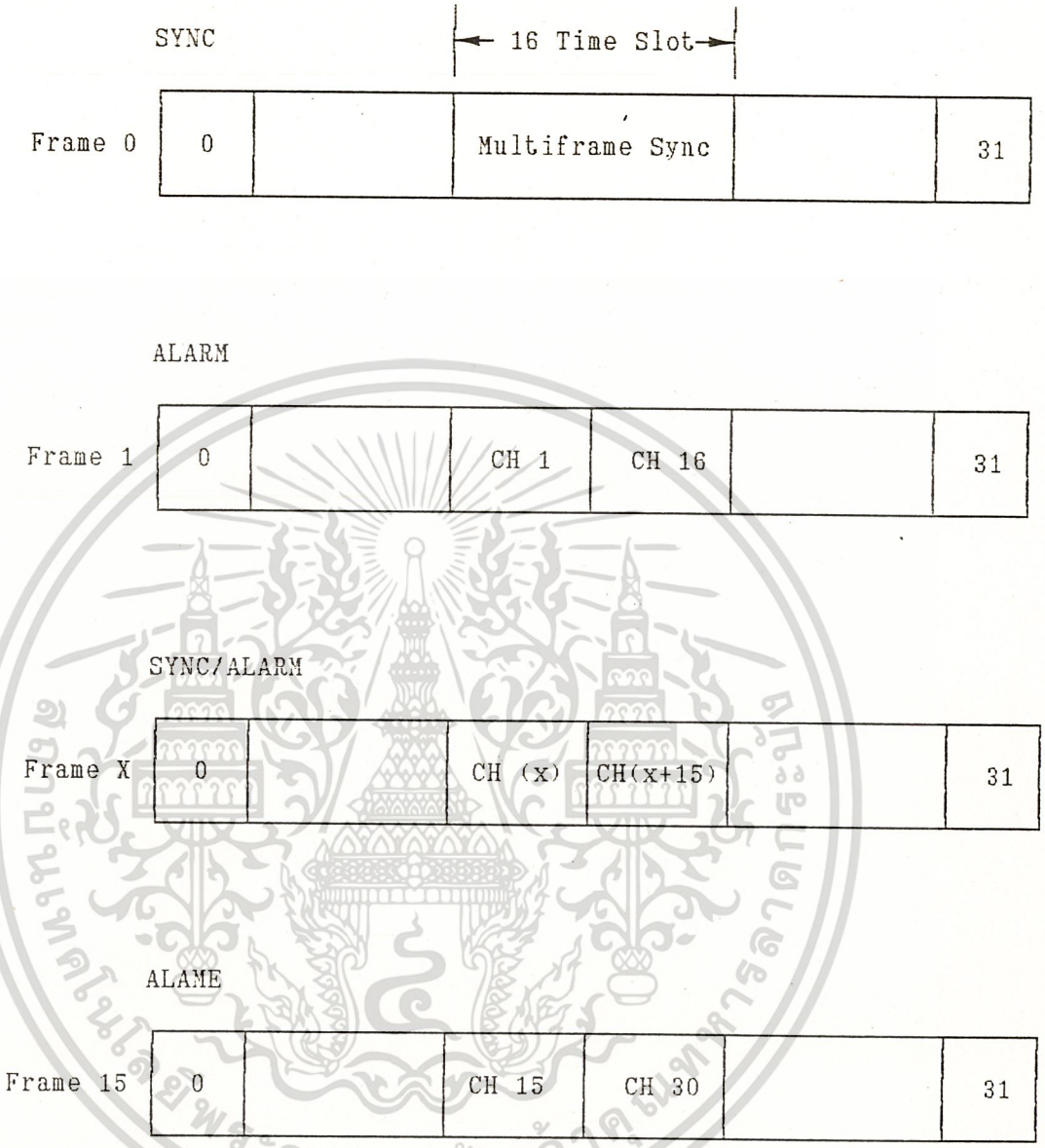
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดเรียก Signalling ของ Channel ต่าง ๆ ในการส่งแบบ Channel Associated แสดงในรูปที่ 3.11

ระบบ PCM ที่ใช้งานอยู่ คือ ระบบ 30/32 โดยใน 1 Frame จะแบ่งออกเป็น 32 Time Slot (TS) TS ที่ 0 ใช้ส่งสัญญาณ Frame Alignment Signal หรือ Sync ใน Frame คู่และใช้ส่ง Alarm ใน Frame คี่ ส่วน TS ที่ 16 จะใช้ส่ง Signalling ส่วนอีก 30 TS (1-15, 17-31) จะใช้ส่งสัญญาณเสียง (Telephone Channel) ในระบบ Channel Associated TS ที่ 16 จะถูกแบ่งให้ส่งสัญญาณ (Signalling) ของ 2 Telephone Channel ตามรูปที่ 3.11 ดังนั้น (Frame 1-15) ส่วน Frame 0 จะใช้ส่ง Multiframe Synce ใน TS 16 1 ชุดของการส่งสัญญาณจะประกอบด้วย 16 Frame เรียกชื่อว่า Multiframe

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



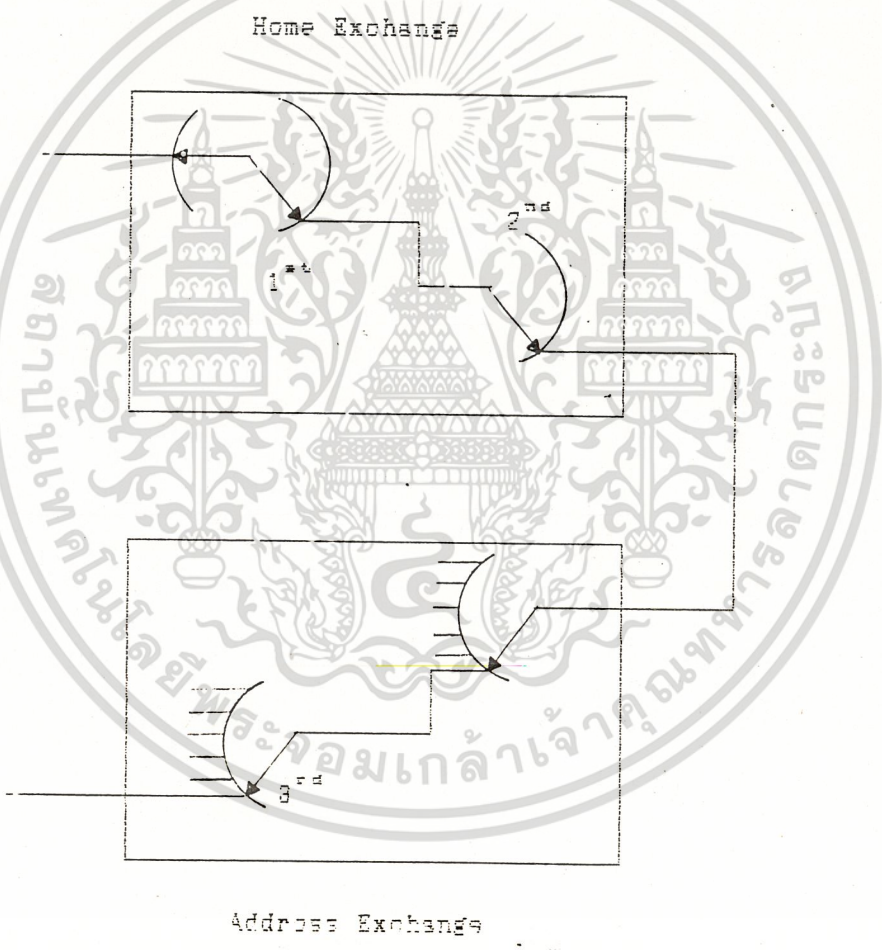
รูปที่ 3.12 การส่ง Line Signalling ใน Time Slot 15
แบบ Channel Associated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 สัญญาณที่ส่งเลขหมาย (Register Signalling)

3.7.1 กล่าวโดยทั่วไป

ในระยะแรกของชุมสายอัตโนมัติ (ชุมสายแบบ Step by Step) การส่งเลขหมายปลายทางถูกส่งตรงจากการหมุนของผู้เช่า สัญญาณเป็นแบบ Decadic ดังแสดงในรูปที่ 3.13

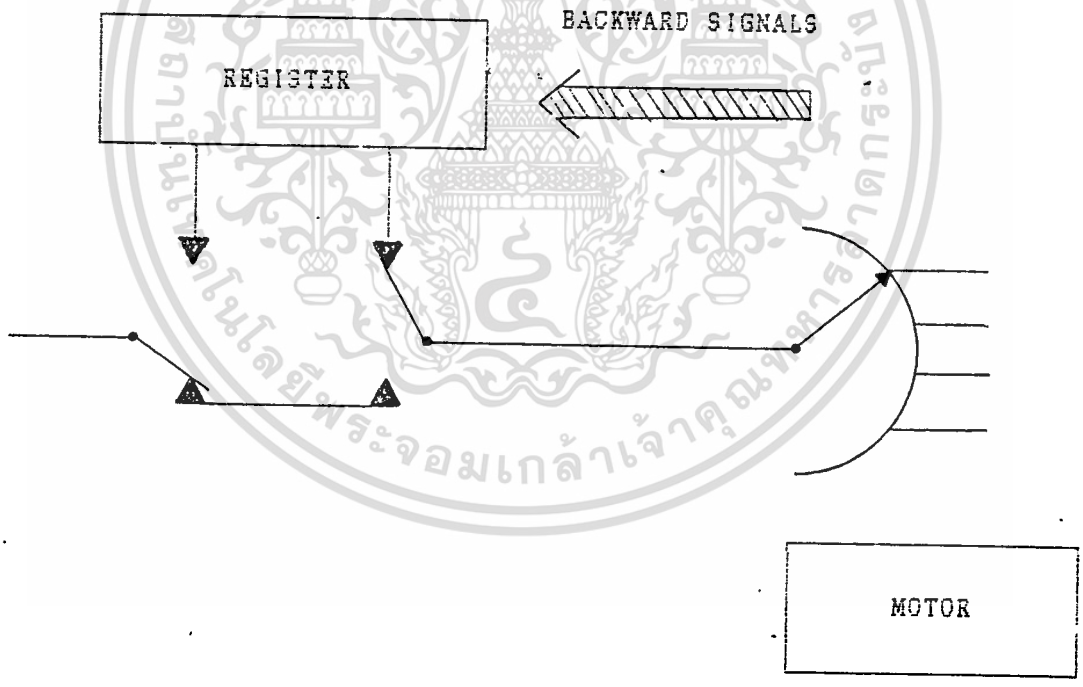


รูปที่ 3.13 การส่งสัญญาณ Register ในชุมสาย Step by Step

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

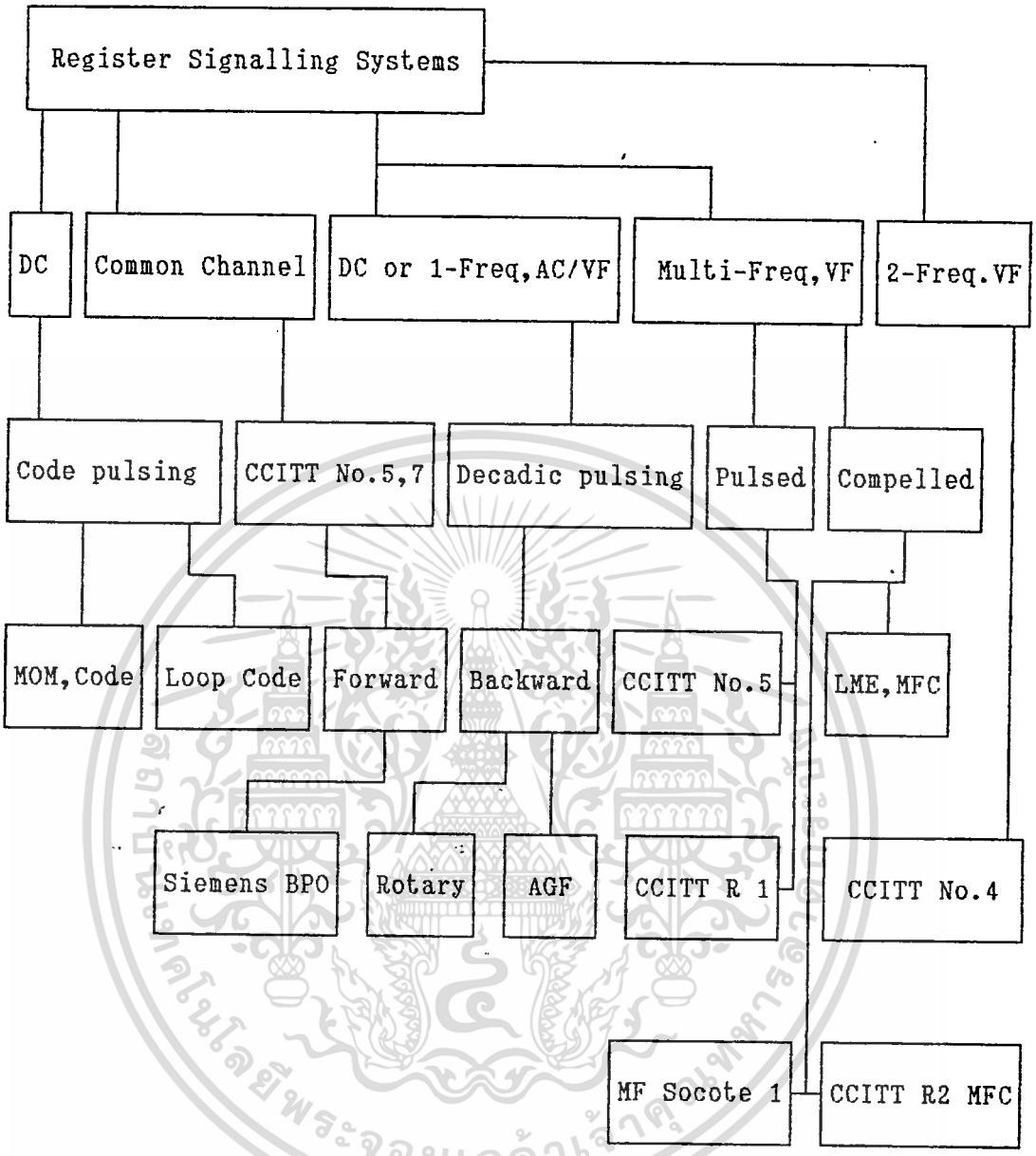
ต่อมามีการพัฒนาโดยการเพิ่มอุปกรณ์เก็บเลขหมายที่หมุนจากผู้เช่าก่อน แล้วจึงทำการส่งจากตัวเก็บเลขหมายนั้นอีกที อุปกรณ์ที่เก็บชื่อว่า Register ดังแสดงในรูปที่ 3.14 อุปกรณ์การเลือกถูกควบคุมโดยใช้มอเตอร์ทั้งสองแบบที่กล่าวข้างต้น มีขีดความสามารถในการส่งสัญญาณจำกัด คือ ส่งได้เพียงสัญญาณบอกที่หมายของผู้ถูกเรียกเท่านั้น นอกจากนั้นทางด้านปลายทางไม่สามารถส่งสัญญาณ Backward ได้ (ยกเว้นสัญญาณ Buzzer Tone)

เพื่อให้ขีดความสามารถในการส่งสัญญาณมีมากขึ้น ตลอดจนความรวดเร็วและความแน่นอนในการส่ง Register Signal จะส่งในรูปของ Code ระบบที่ใช้ในปัจจุบัน คือ MFC (Multifrequency code compelled) ระบบ Register Signalling ดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การส่งสัญญาณ Register ชุมสายชนิด ARF (Motor Driven)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 การพัฒนาการของ Register Signalling (จากซ้ายไปขวา)

หมายเหตุ : CCITT R1 (Regional 1) เป็นระบบ Signalling ที่ใช้ในอเมริกาเหนือ
CCITT R2 (Regional 2) เป็นระบบ Signalling ที่ใช้ในยุโรปเป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 ข่าวสารที่ส่งในสัญญาณ Register

ข่าวสารที่ส่ง แบ่งออกเป็น 2 ทิศทาง คือ ทิศทางตรง (Forward Direction) และทิศทางกลับ (Backward Direction)

(1) ข่าวสารที่ส่งในทิศทางตรง (Forward Direction) ได้แก่

ก. Address Information

สัญญาณนี้จะส่งเลขหมายของผู้ถูกเรียก (B Subscriber) หรือส่วนหนึ่งของเลขหมายนั้น ในบางกรณีเลขหมายเหล่านั้นอาจถูกเปลี่ยนเป็นเลขหมายอื่น หรืออาจจะเป็นรหัส Route พิเศษ (Special Routing Code) เช่น เมื่อหมุนเลขหมายเพื่อต่อทางไกลต่างประเทศ (International Pretix)

ข. ประเภทผู้เช่าฝ่ายเรียก (A-Subscriber Identity) เป็นข่าวสารที่บอกข้อมูลเกี่ยวกับผู้เช่าฝ่ายเรียกว่าเป็นผู้เช่าประเภทใด เช่น ผู้เช่าธรรมดา,STD Coin box เป็นต้น

ค. End of Selection ใช้ในกรณีที่มีการส่ง A-Number และชุมสายที่รับไม่รู้ความยาวของจำนวนเลขหมายนี้ สัญญาณ End of Selection จะถูกส่งไปด้วย เพื่อบอกว่าสิ้นสุดตัวเลขแล้ว

(2) ข่าวสารในทิศทางกลับ (Backward Direction) ได้แก่

ก. สัญญาณควบคุม (Control Signals) ใช้ส่งเพื่อบอกให้ Register ต้นทางทราบว่า จะต้องส่งสัญญาณอะไรต่อไป

ข. ข่าวสารที่บอกให้ทราบว่า การต่อกระทำได้ไม่สำเร็จ เช่น กรณี Route เต็มในชุมสายต่อผ่าน หรือวงจรภายในไม่ว่าง หรืออาจส่งในกรณีที่มีเหตุเสียเกิดขึ้นในชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

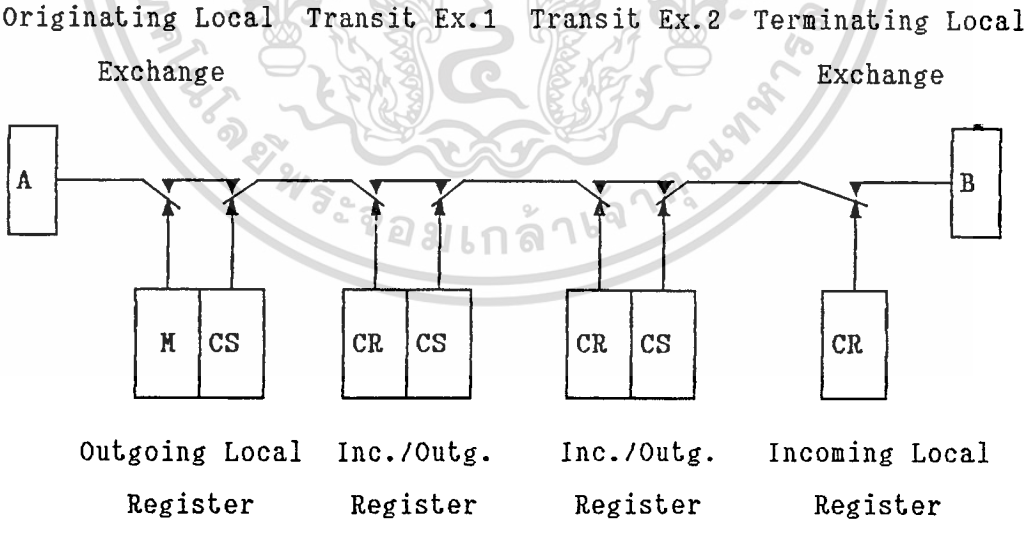
ค. สัญญาณสิ้นสุดการเลือก (End of Selection Signal) ถูกส่งจากชุมสายปลายทาง หลังจากได้รับข่าวสารที่จำเป็นใช้ในการต่อครบแล้ว สัญญาณนี้จะทำให้ Register ทางด้านชุมสายต้นทาง (Outgoing) ถูกตัดออกและเส้นทางเสียงพูดถูกต่อถึงกัน สัญญาณนี้จะบอกสภาพของผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกด้วย

ง. สัญญาณบอกสภาพของผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก ตามปกติจะเป็นสัญญาณสุดท้าย และทั่วไปจะเป็นสัญญาณสิ้นสุด (ในข้อ ค.)

3.7.3 หลักการรับส่งของสัญญาณ Register

ในการต่อการเรียกที่ต้องผ่านชุมสายหลายชุมสาย การส่งสัญญาณ Register จัดแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

(1) ส่งแบบ Link by Link

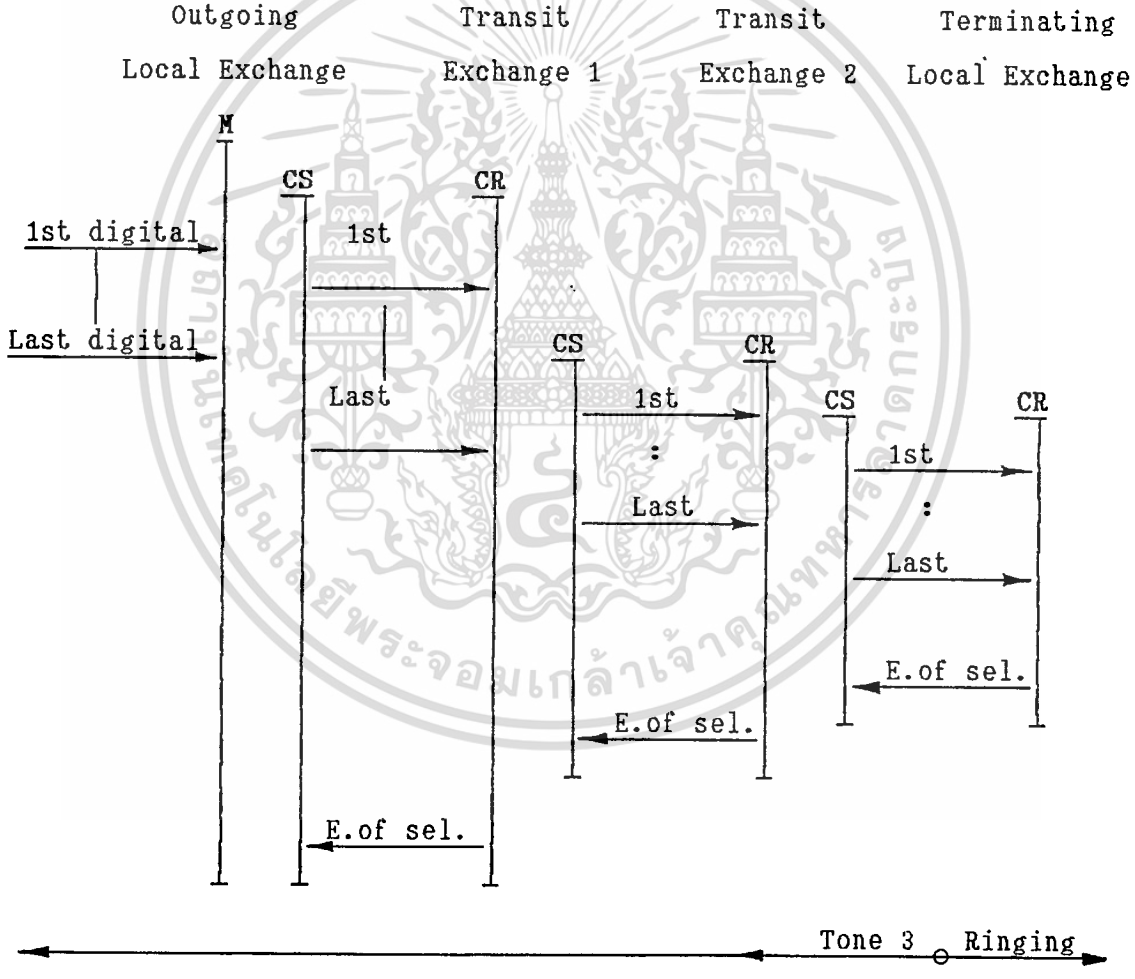


รูปที่ 3.16 การส่งแบบ Link by Link

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเลขหมายที่รับมาจากผู้เรียกจะถูกเก็บใน Register ของชุมสาย (M) หลังจากนี้สัญญาณที่เก็บใน Register จะถูกส่งไปยังชุมสายถัดไป โดยอาศัยตัวส่ง Code, Code Sender (CS) ชุมสายถัดไปจะรับสัญญาณด้วยตัวรับ Code Receiver (CR) และแปลงเป็นเลขหมายไปเก็บใน Register ของชุมสาย หลังจากนั้น CS ของชุมสายต่อผ่านที่ 1 นี้จะส่งสัญญาณไปยังชุมสายต่อผ่านที่ 2 โดยอาศัยข้อมูลที่เก็บใน Register ของตัวมันเอง การส่งจะทำเป็นช่วง ๆ แบบนี้จนถึงชุมสายปลายทาง

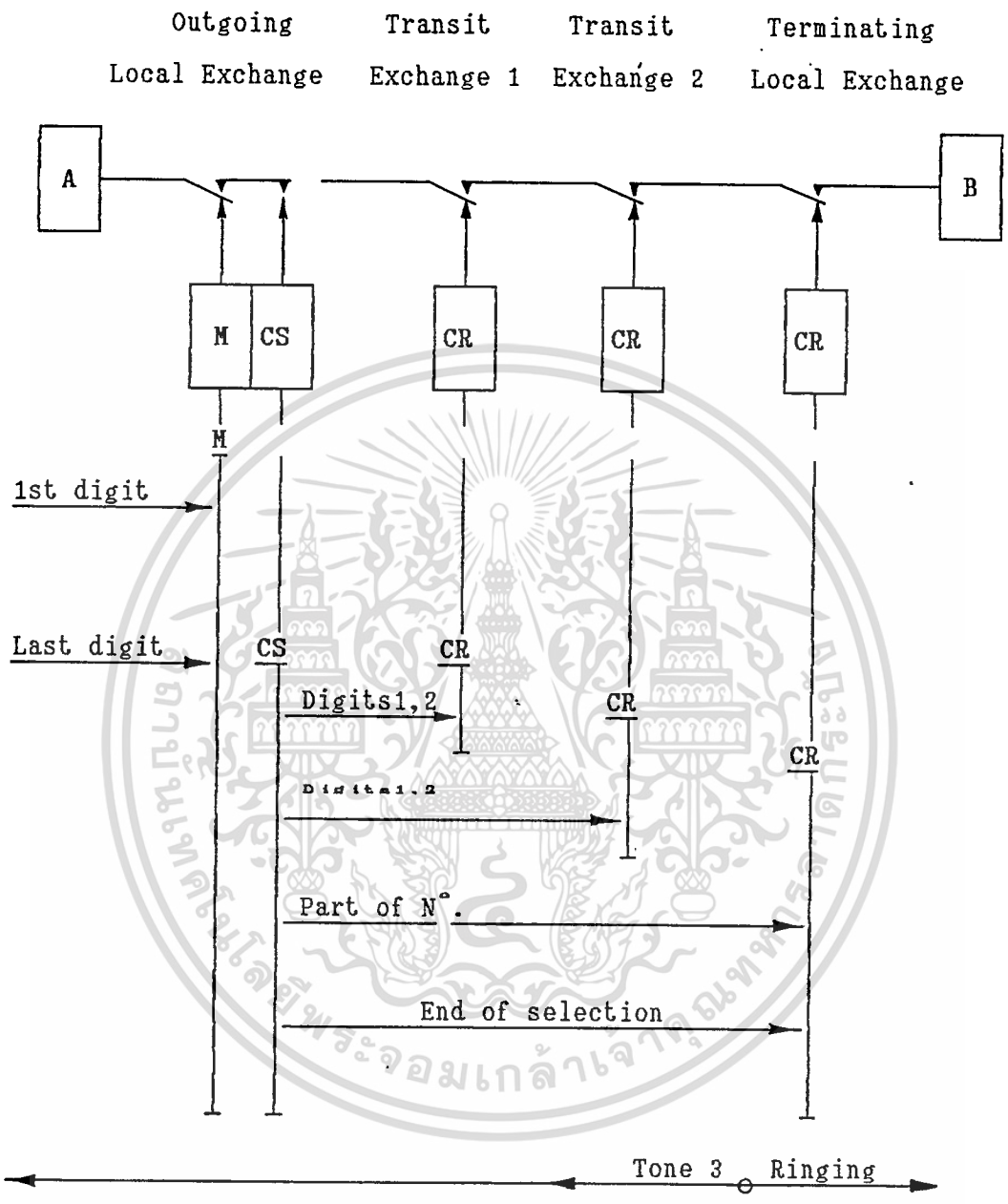
การส่งสัญญาณแบบนี้ สัญญาณต่อผ่านจะสร้างสัญญาณขึ้นมาใหม่ จึงเหมาะที่จะใช้ในกรณีที่ชุมสายถัดไปมีระบบ Signalling ที่ต่างกันไป ลำดับขั้นตอนการส่งสัญญาณแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ลำดับการส่งสัญญาณแบบ Link by Link

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ส่งแบบ END TO END



รูปที่ 3.18 END TO END SIGNALLING

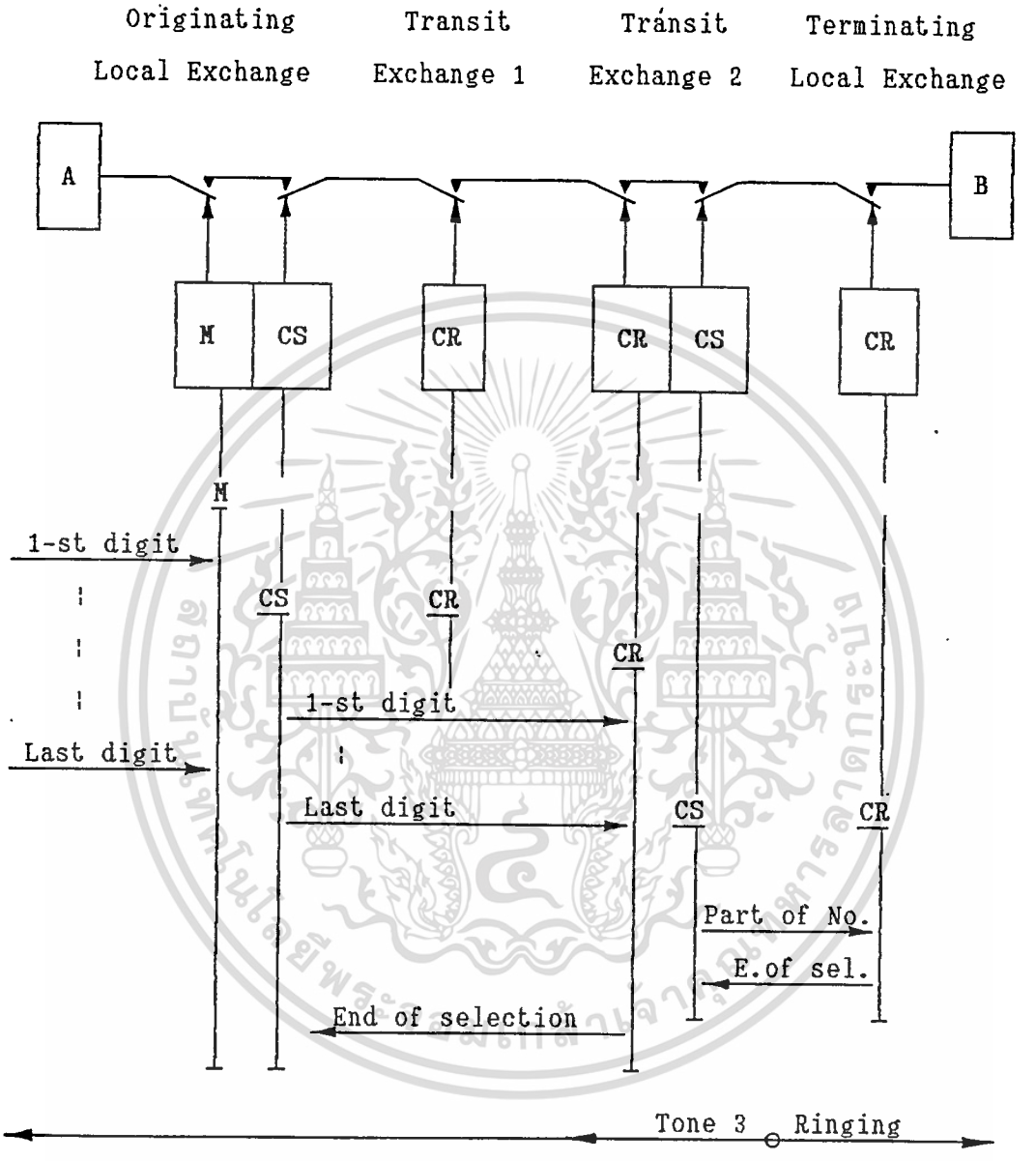
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบนี้ CS ของชุมสายต้นทางจะส่งเลขหมายจำนวนหนึ่งไปยังชุมสายต่อผ่านที่ 1 ที่พอเพียงที่จะทำให้ชุมสายนี้เลือกเส้นทางออกไปยังชุมสายถัดไปได้ หลังจากนั้น CR ของชุมสายต่อผ่านที่ 1 จะถูกตัดออก พร้อมกับตัวสวิทช์ของชุมสายจะทำการต่อผ่านให้ (Through Connect) หลังจากนั้น CS ของชุมสายต้นทางจะส่งเลขหมายตรงไปยังชุมสายต่อผ่านที่ 2 จนกระทั่ง CR ของชุมสายที่ 2 ตัดออก และสวิทช์ของชุมสายทำการต่อผ่านให้ CS ของชุมสายต้นทางจะส่งเลขหมายที่จำเป็นตรงไปยัง CR ของชุมสายปลายทาง

ในการส่งแบบ End to End สัญญาณจะถูกส่งผ่านหลายช่วง โดยอาศัยการต่อตรงโดยชุมสายต่อผ่าน การส่งแบบนี้อุปกรณ์ CR ของชุมสายต่อผ่านจะถูกจัดใช้งานในช่วงสั้น ๆ ส่วนอุปกรณ์ CS ไม่ถูกจับใช้งาน ดังนั้นจึงทำให้ประหยัดอุปกรณ์ลงได้ ระบบนี้มีข้อจำกัดตรงที่ Signalling ที่ใช้ต้องเป็นระบบเดียวกันตลอดทุกช่วง และอุปกรณ์รับส่งสัญญาณจะต้องมีความสามารถในการรับส่งเป็นอย่างดี เพราะระยะทางที่สัญญาณที่ติดต่อไกลการลดทอนของสัญญาณมีค่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) แบบผสม (Mixed Signalling)



รูปที่ 3.19 Mixed Signalling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบางกรณีการส่งจะเป็นแบบผสมระหว่าง Link by Link และ End to End จากรูปที่ 3.19 จะเห็นว่า End to End จะถูกใช้จากชุมสายต้นกำเนิดกับชุมสายต่อผ่านที่ 2 และสัญญาณช่วงต่อไปจะเป็นแบบ Link by Link

3.7.4 ข้อกำหนดของสัญญาณระบบ R 2 (CCITT R 2)

(1) กล่าวโดยทั่วไป

ระบบ Register Signalling ที่ใช้อยู่ในองค์การ ฯ เราจะคล้ายคลึงกับระบบ CCITT R 2 ระบบนี้เป็นแบบ Compelled Multifrequency Signalling (MFC) สัญญาณมีการส่งแบบต่อเนื่องจากทั้งสองทิศทาง (Forward, Backward) สัญญาณทั้งสองทิศทางสามารถส่งพร้อม ๆ กันได้ และมีการบังคับซึ่งกันและกัน

สัญญาณในทิศทางตรง (Forward) เรียกอีกอย่างว่า สัญญาณตัวเลข เนื่องจากข่าวสารส่วนใหญ่เป็นตัวเลขที่ส่งไป

สัญญาณในทิศทางกลับ (Backward) ถูกเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าสัญญาณควบคุม เพราะทำหน้าที่ควบคุมการส่งสัญญาณ (ด้าน Forward) นอกจากนั้นสัญญาณนี้ยังใช้ส่งข่าวสารในทิศทางกลับด้วย

สัญญาณในทิศทางตรง ถูกส่งจากตัวส่ง Code (Code Sender :CS) อุปกรณ์ CS นี้ยังประกอบด้วยภาครับ ซึ่งใช้รับสัญญาณ Backward

ที่ชุมสายปลายทาง (Incoming) สัญญาณ Forward ถูกรับโดยตัวรับโค๊ด CR (Code Receiver)อุปกรณ์ CR นี้ยังประกอบด้วยภาคส่งสัญญาณ Backward ตอบกลับไปยังชุมสายต้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) การประกอบเป็นโค๊ตต่าง ๆ

ในทิศทางการส่งตรง (Forward) สัญญาณโค๊ตอันหนึ่งประกอบด้วยความถี่ 2 ความถี่ จากความถี่ทั้งหมด 6 ความถี่ ซึ่งได้แก่ 1380,1500,1740,1850 และ 1980 Hz. ส่วนในทิศทางกลับ (Backward) ก็ทำการส่งเช่นกัน โดยประกอบด้วย 2 ความถี่ จาก 6 ความถี่ ซึ่งได้แก่ 1140, 1020, 780, 660, และ 540 Hz. (สำหรับเมืองไทยใช้เพียง 4 ความถี่ ความถี่ที่ไม่ได้ใช้ คือ 660 และ 540 Hz.) ในตารางที่ 3.4 แสดงการประกอบของ Multifrequency Code R 2

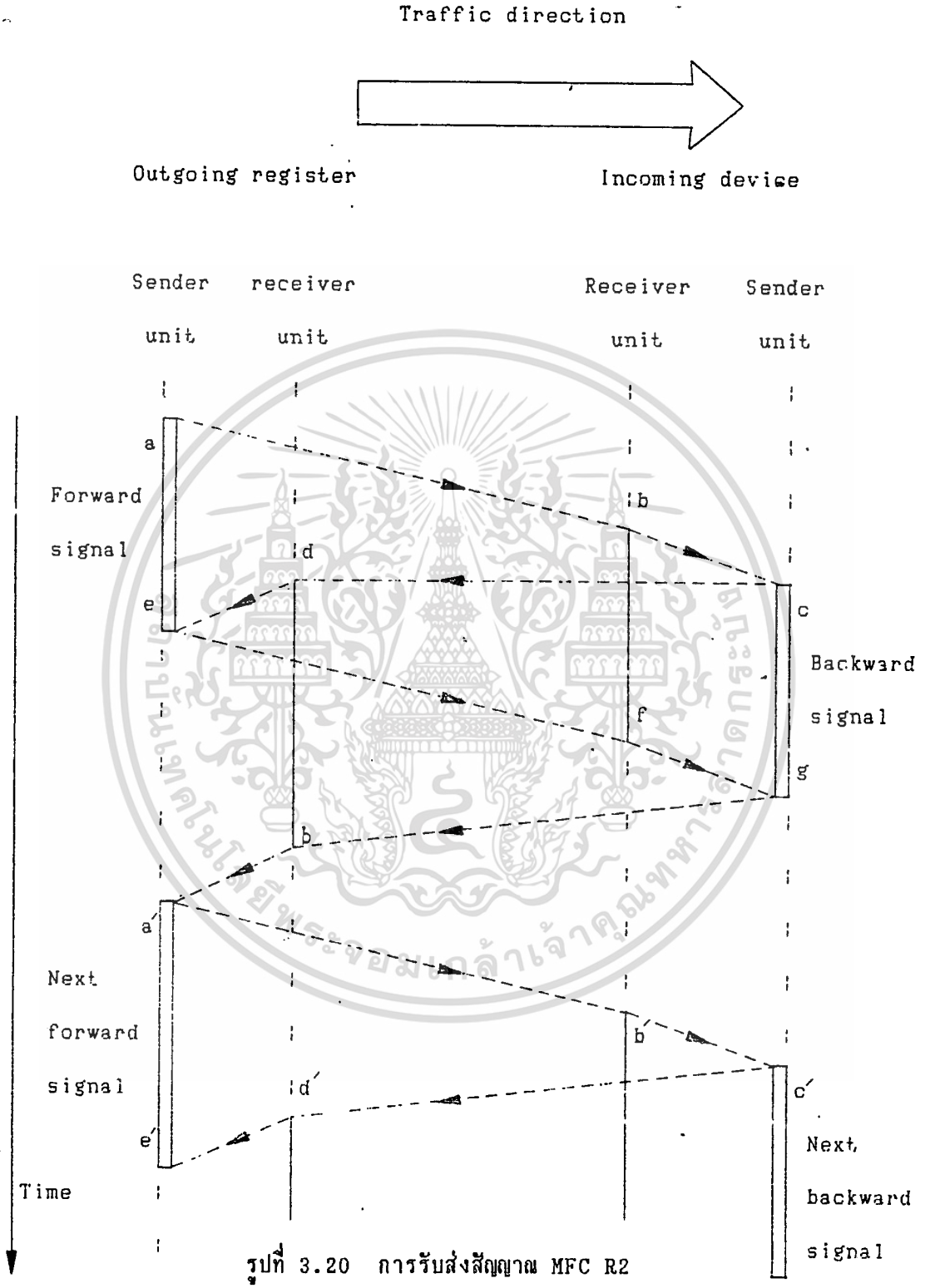
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 Composition of the multifrequency code R2

No	Signals: Numerical value = X+Y	Frequencies (Hz.): 1300	1500	1620	1740	1860	1980	Forward direction
		1140	1020	900	780	660	540	Backward direction
		f_0	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	Index (X)
		0	1	2	4	7	11	Weight (Y)
1	0+1	X	Y					
2	0+2	X		Y				
3	1+2		X	Y				
4	0+4	X			Y			
5	1+4		X		Y			
6	2+4			X	Y			
7	0+7	X				Y		
9	1+7		X			Y		
9	2+7			X		Y		
10	3+7				X	Y		
11	0+11	X					Y	
12	1+11		X				Y	
13	2+11			X			Y	
14	3+11				X		Y	
15	4+11					X	Y	
		First frequency (index)					Second frequency (weight)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) หลักการของ R2 MFC



รูปที่ 3.20 การรับส่งสัญญาณ MFC R2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการรับส่งสัญญาณ MFC ตามรูปที่ 20 มีดังนี้

a. อุปกรณ์ส่งโค๊ดทางด้าน Outgoing (CS) เริ่มส่งสัญญาณ Forward Code อย่างต่อเนื่องออกมา

b. อุปกรณ์รับโค๊ดทางด้าน Incoming (CR) ได้รับความถี่ทั้ง 2 ความถี่ที่ส่งมาจาก CS (สัญญาณ Forward)

c. อุปกรณ์ CR เริ่มทำการส่งสัญญาณ Backward แบบต่อเนื่องออกไป

d. อุปกรณ์ CS ได้รับสัญญาณ 2 ความถี่ จากสัญญาณ Backward

e. อุปกรณ์ CS ทำการหยุดส่งสัญญาณ Forward

f. อุปกรณ์ CS ตรวจจับได้ว่าสัญญาณ Forward ทั้ง 2 ความถี่หยุดส่งไปแล้ว

g. อุปกรณ์ CS ทำการหยุดส่งสัญญาณ Backward

h. อุปกรณ์ CS รับรู้การหยุดส่งของสัญญาณ Backward ทั้ง 2 ความถี่
อุปกรณ์ CS จัดเตรียมสัญญาณ Forward ที่จะส่งใหม่ต่อไป (ในกรณีที่มีสัญญาณจะส่งต่อไป)

หลักการทำงานดังกล่าวข้างต้นให้ประโยชน์ ดังนี้

สัญญาณ Forward (จาก CS) สัญญาณแรกจะสามารถส่งได้ทันทีที่วงจรต่อออก (Outgoing Line) ถูกจับโดยไม่จำเป็นต้องรอสัญญาณตอบรับจากชุมสายปลายทางว่าอุปกรณ์รับโค๊ต (CR) พร้อมที่จะรับสัญญาณหรือไม่ (ไม่จำเป็นต้องมีการส่งสัญญาณ Seizer Acknowledgement) สัญญาณ Forward จะส่งต่อเนื่องจนกว่าจะได้รับสัญญาณตอบรับจาก CR

ในการส่งสัญญาณผ่านชุมสายต่อผ่าน (Transit) ซึ่งใช้ระบบ End to End Signalling ชุมสายต่อผ่านจะใช้ CR เพียงอย่างเดียว เมื่อชุมสาย Transit รับเลขหมายพอที่จะเลือกวงจรต่อออกได้แล้ว ตัวสวิทช์ของชุมสายจะทำการต่อผ่าน Through Connect สัญญาณต่อไปจากชุมสายต้นทาง (สัญญาณสุดท้ายที่ชุมสาย Transit รับ) จะถูกส่งตรงไปยังชุมสายปลายทาง และรอการตอบรับโดยตรงจาก CR ของชุมสายปลายทาง (CR ของชุมสาย Transit ไม่ต้องตอบรับสัญญาณนี้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการส่งแบบ Compelled Signalling หมายถึง สัญญาณที่ส่งจากด้าน A จะต้องได้รับการตอบรับจากสัญญาณควบคุม (Control Signal) จากทางด้าน B ก่อนที่สัญญาณต่อไปจากด้าน A จะสามารถส่งต่อไปได้ (มีการยกเว้นบางกรณี)

ตารางที่ 3.5 และ 3.6 แสดงความหมายของสัญญาณโค๊ดต่าง ๆ ที่ใช้ในประเทศไทย (R2 Modified)

หมายเหตุ : ตารางที่ 3.5

On recept of the B-3 signal , the orginating register reroutes the call to the terminating area interception center using forward signal 11 of group 1 followed by the called number.

Immediate Charge Information, means that A-party requests long distance telephone call charge immediately after the call is finished.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 Register Signalling Forward Signals

ความหมายของสัญญาณในทิศทาง Forward

Signal NO.	Group 1	Group 2
1.	Digit 1	Operator
2.	Digit 2	Ordinary Subscriber
3.	Digit 3	Coin box unit free
4.	Digit 4	Reserve for multi coin box
5.	Digit 5	STD coin box
6.	Digit 6	Test Equipment
7.	Digit 7	Line test desk
8.	Digit 8	Intercepted Operator
9.	Digit 9	Reserve for data transmission
10.	Digit 0	Immediate charge information service
11.	Access to interception center	Subscriber with private meter
12.	Spare	Spare
13.	Access to maintenance equipment	Spare
14.	Spare	Spare
15.	a) End of A-nomber b) Number not available	NO.information about the A-party's category

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 Register Signalling Backward Signals

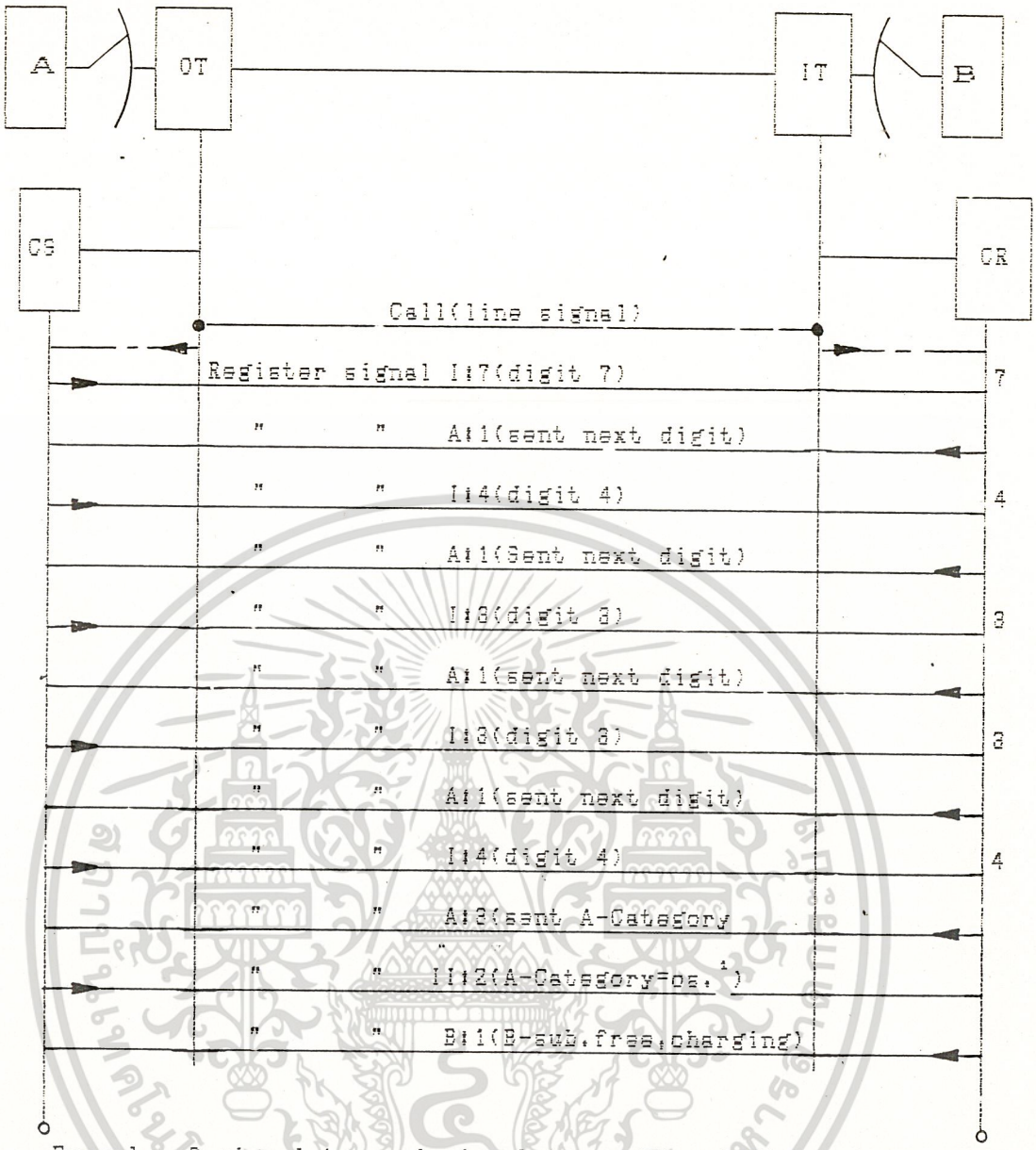
ความหมายของสัญญาณในทิศทาง Backward

Signal NO.	Group A	Group B	Group C
1.	Send next digit of called number	Called subscriber's free with metering	Send next digit of caller's number
2.	Send first digit of called number	Called subscriber's line busy	Send first digit of called number
3.	Send nature of caller and change to group B signals	Called subscriber's line intercepted	Spare
4.	Congestion	Congestion	Congestion
5.	Spare	Called subscriber's line free with out metering	Send next digit (n+1) of called number (1),(2)
6.	Send nature of caller and change to group C signals	Last party release	Spare

(1) Return to A-signals after C2 and C5

(2) n is the digit being sent when the identifigation started.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Example of signal transmission between CS and CR for the establishment of a speech connection.B-number (74334) A-category(subscriber),and state of B-subscriber's line (free,A-subscriber charged).

● = device connected in IT = relay set for incoming call

○ = device connected out CS = code sender

OT = relay set for outing call CR = code receiver

NOTE 1=ordinary subscriber

รูปที่ 3.21 การส่งสัญญาณ MFC ในการเรียกท้องถิ่น (R2 Modified)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ตัวอย่างการส่ง Register Signal

รูปที่ 3.21 แสดงลำดับการรับส่ง Register Signalling ในการเรียกภายในท้องถิ่น (Local Call) เลขหมายปลายทาง (B-NO.) คือ 587-4334 (การรับส่ง Register Signal จะรับส่งเพียง 5 digit เท่านั้น คือ 7-4334) ถูกส่งจาก CS ไปยัง CR ผู้เรียก (A-sub) เป็นผู้เช่าธรรมดา และผู้ถูกเรียกว่าง

เมื่อวงจรต่อออก (OT) ส่งสัญญาณรับ (Seizure)ไปยังชุมสายปลายทางแล้ว CS จะเริ่มส่งสัญญาณหมายเลข 7 ของกลุ่ม 1 (เลข 7) ของชุมสายปลายทางจะตอบรับด้วยสัญญาณจาก Group A หมายเลข 1 ซึ่งหมายถึงให้ส่งหมายเลขถัดไป การรับส่งเช่นนี้จะทำจนส่งครบเลขหมายทั้ง 5 ตัว เมื่อชุมสายปลายทางได้รับเลขหมายสุดท้ายแล้ว (เลข 4) CR ก็จะส่งสัญญาณ A3 (สัญญาณหมายเลข 3 ของ Group A) ซึ่งบอกให้ชุมสายต้นทางส่งประเภทของผู้เช่าฝ่าย A และยังบอกให้ทราบอีกว่าสัญญาณที่จะตอบรับครั้งต่อไปจะเป็นสัญญาณจาก Group B เมื่อได้รับข้อมูลของประเภทผู้เช่า CS จะส่งสัญญาณจาก Group II เป็นสัญญาณหมายเลข 2 (II 2) ซึ่งหมายถึงผู้เช่าธรรมดา และ CR ตอบกลับมาด้วย B1 หมายถึงฝ่ายถูกเรียกว่าง และให้คิดเงิน

(5) การเพิ่มจำนวนของสัญญาณ

จากการที่เราใช้ความถี่ในการส่ง Code เพียง 6 ความถี่ (ด้าน Forward) และ 4 ความถี่ (ด้าน Backward) ทำให้จำนวนสัญญาณที่ส่งได้สูงสุดเท่ากับ 15 และ 6 สัญญาณตามลำดับ เพื่อเป็นการเพิ่มจำนวนสัญญาณที่ส่ง (โดยไม่ต้องเพิ่มจำนวนความถี่) สัญญาณจะถูกแบ่งออกเป็น Group ความหมายของสัญญาณจะขึ้นอยู่กับ Group ที่สัญญาณนั้นอยู่ ทางด้าน Forward แบ่งออกเป็น 2 Group คือ Group I และ Group II ส่วนสัญญาณ Backward แบ่งออกเป็น 3 Group คือ Group A, Group B, Group C (ดูตามตารางที่ 3.5 และ 3.6)

การเริ่มส่งสัญญาณจะเริ่มส่งจากสัญญาณ Group I ก่อน โดย CS และตอบกลับมาจาก CR ด้วยสัญญาณ Group A สัญญาณจะส่งโค๊ตโต้ตอบกันในลักษณะนี้จนกว่าหมายเลขของ Group ถูกเปลี่ยนโดยสัญญาณ Backward ซึ่งบอกให้เปลี่ยนสัญญาณที่ทำให้เกิดการเปลี่ยน Group ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ Backward ที่ถามประเภทของผู้เช่าฝ่ายเรียก และให้เปลี่ยนการรับของ CS (ในการรับสัญญาณต่อไป) เป็นการรับสัญญาณจาก Group A เมื่อ CS ได้รับ A3 CS จะทำการส่งสัญญาณประเภทของผู้เช่า โดยใช้ความหมายตาม Group II หลังจากที่ CR ส่งสัญญาณ A3 แล้ว CR จะเปลี่ยนการรับเป็นการรับสัญญาณจาก Group II และการส่งครั้งต่อไปจะใช้สัญญาณ Group B

สัญญาณ Backward ที่ถามประเภทของผู้เช่าฝ่ายเรียก และให้เปลี่ยนการรับของ CS เป็นการรับสัญญาณจาก Group C CS จะทำการส่งด้วยสัญญาณ Group II ซึ่ง CR จะเปลี่ยนการรับเป็น Group II พร้อมทั้งตอบกลับด้วยสัญญาณ Group C

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบอุปกรณ์ต่อโทรศัพท์อัตโนมัติ

4.1 บทนำ

ในส่วนของ Projeect 2 ได้ดำเนินการศึกษาและออกแบบเพิ่มเติมจาก Project 1 ที่ได้ออกแบบให้สามารถทำงานภายใต้ข้อกำหนด ดังนี้

- ถอดรหัสการของใช้บริการ
- สัญญาณเตือน

โดยภายใต้เงื่อนไขทั้งสองนี้ เป็นเพียงการกำหนดให้มีความเป็นไปได้ทั้งในด้านการออกแบบวงจร และ Solfware Program การดำเนินการใน Project 1 ได้สำเร็จตามข้อกำหนดที่ได้วางไว้

ในส่วนของ Project 2 ที่ต่อเนื่องมาจาก Project 1 นั้น ได้เพิ่มเติมข้อกำหนดเพื่อที่จะทำให้การทำงานได้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ดังนี้

- กดรหัสการขอใช้บริการ 3 Digit
- บันทึกรหัสของผู้ขอใช้บริการ และเลขหมายที่ใช้
- บันทึกเวลาเริ่มต้น และสิ้นสุดเมื่อมีการใช้บริการ
- ให้บริการเลขหมาย Redial
- ให้ทำการพิมพ์ข้อมูลที่มีผู้ใช้บริการ
- ให้บริการต่อถ้า Subscriber Busy
- ให้บริการต่อเนื่องหลังจากที่ได้ใช้บริการแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ระบบชุดควบคุมการทำงาน

ชุดควบคุมการทำงานของระบบใช้ CPU 8032 เป็น Micro control ในการออกแบบได้ใช้ชุดสสำเร็จชื่อว่า Ant-32 ของบริษัท ศิลารีเสิร์ช โดยสามารถใช้คำสั่งทั้ง Basic และ Assembly แต่ในการออกแบบนี้ใช้คำสั่ง Basic

การใช้ Port ของ Ant-32 เพื่อควบคุมการทำงานของวงจร มีดังนี้

USER 1

Port A ใช้ PA 0 ถึง PA 3 ควบคุม Signal Output Relay
Port B ใช้ PB 0 ถึง PB 6 ตรวจสอบสัญญาณ Input
Port C ใช้ PB 0 ถึง PB 3 ควบคุมการ Redial

USER 2

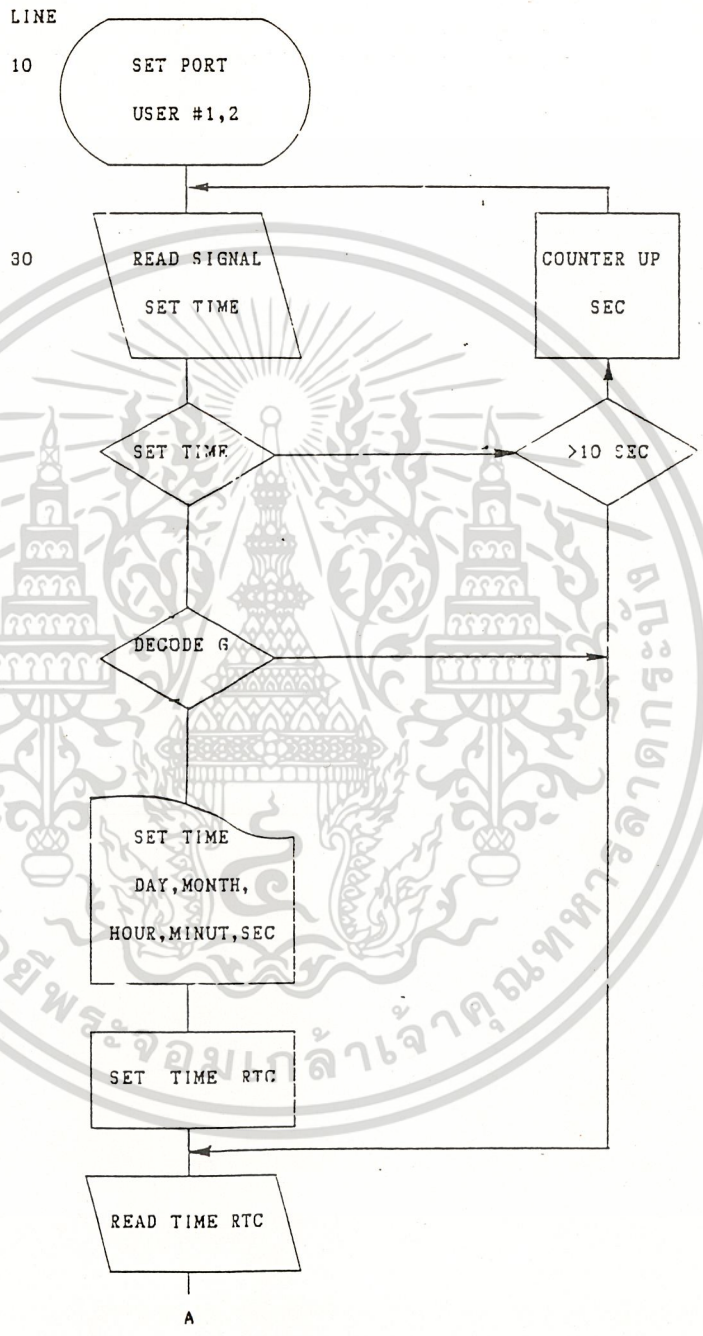
Port A ใช้ PA 0 ถึง PA 7 ควบคุมการ Write RCT
Port B ใช้ PB 0 ถึง PB 7 ควบคุมการ Read RTC
Port C ใช้ PC 0 ควบคุม Watch dog

4.3 รายละเอียดการทำงาน

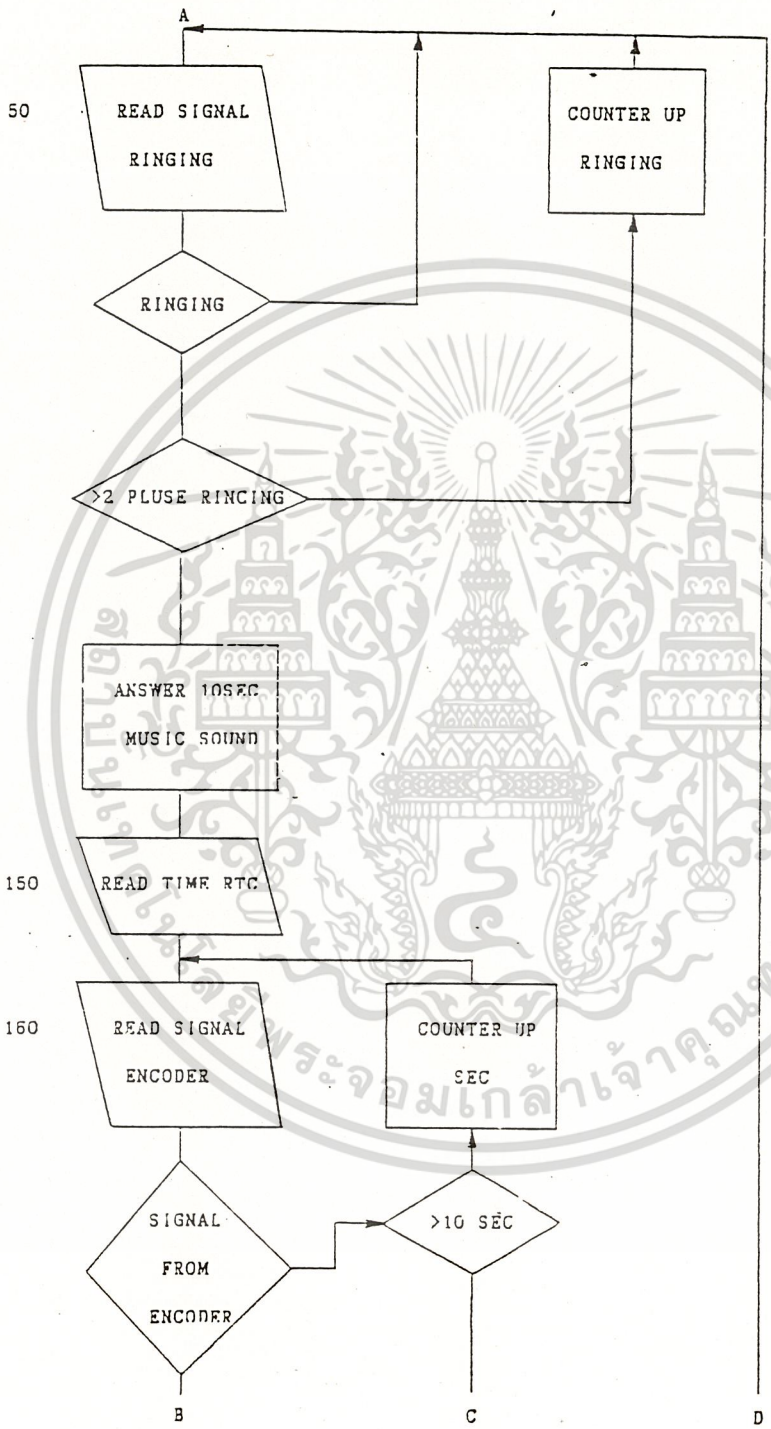
การทำงานของวงจรต่อโทรศัพท์อัตโนมัติ ที่ได้ดำเนินการออกแบบไว้ พร้อมทั้ง Solfware นั้นมีรายละเอียดลำดับขั้นตอนที่แยกเป็นส่วน ๆ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

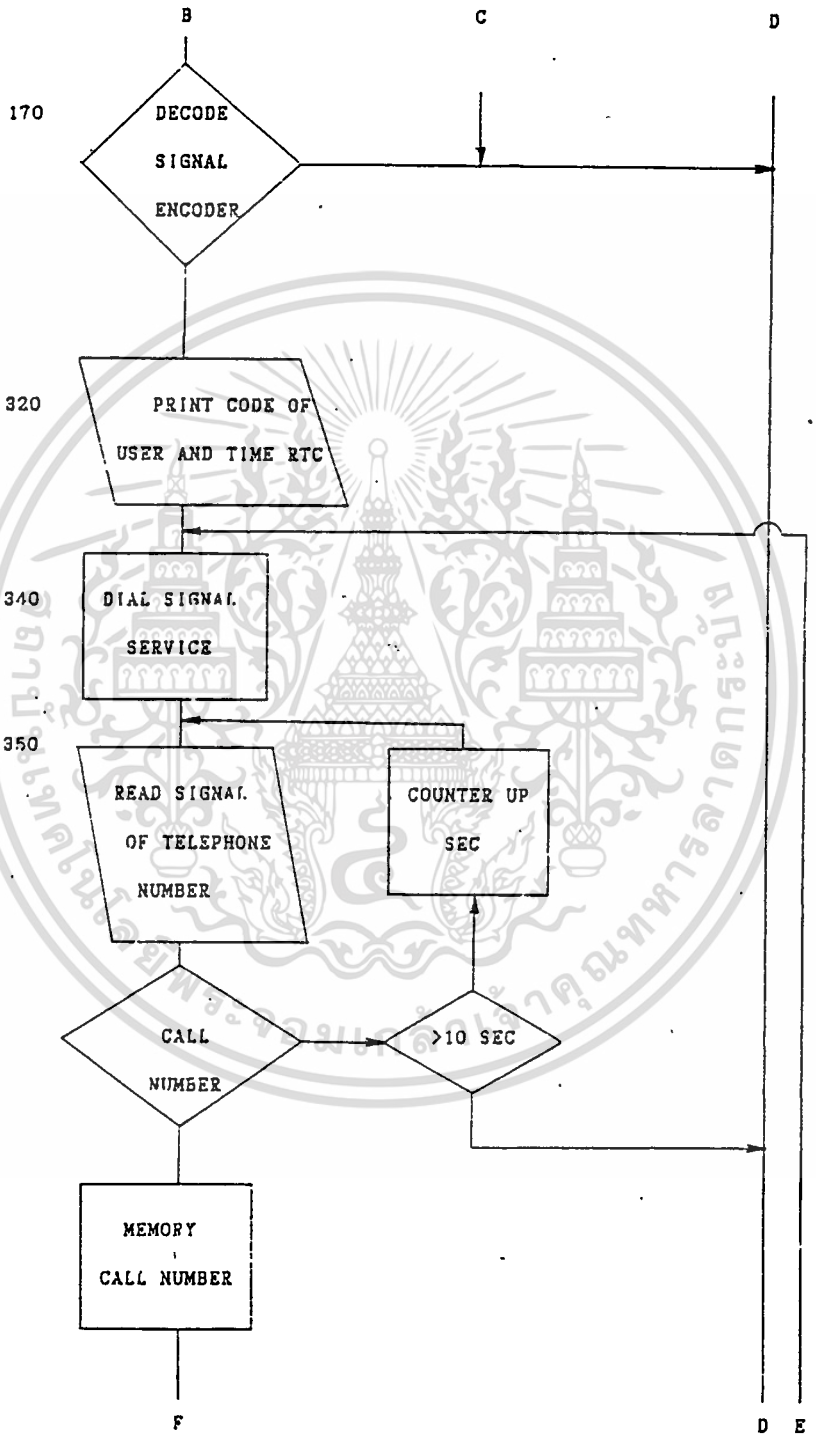
4.3.1 Flow Chart แสดงขั้นตอนการทำงาน



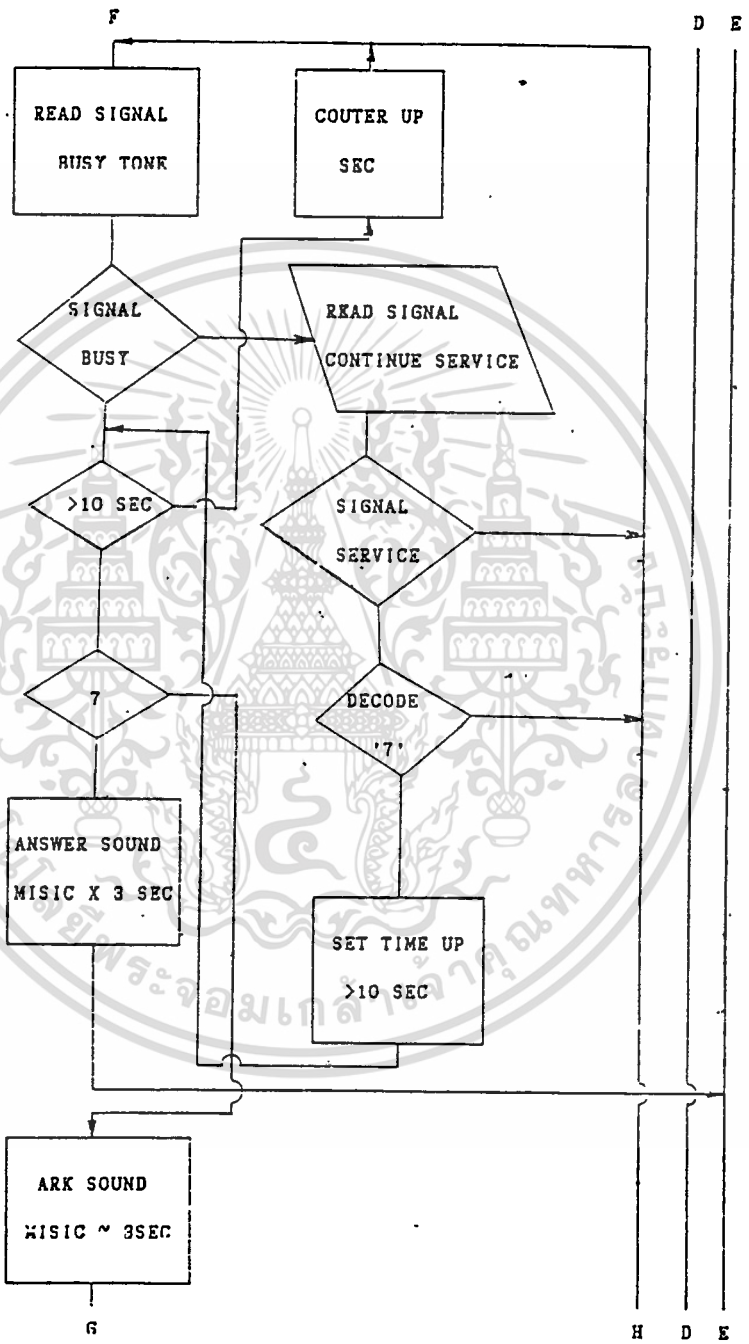
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



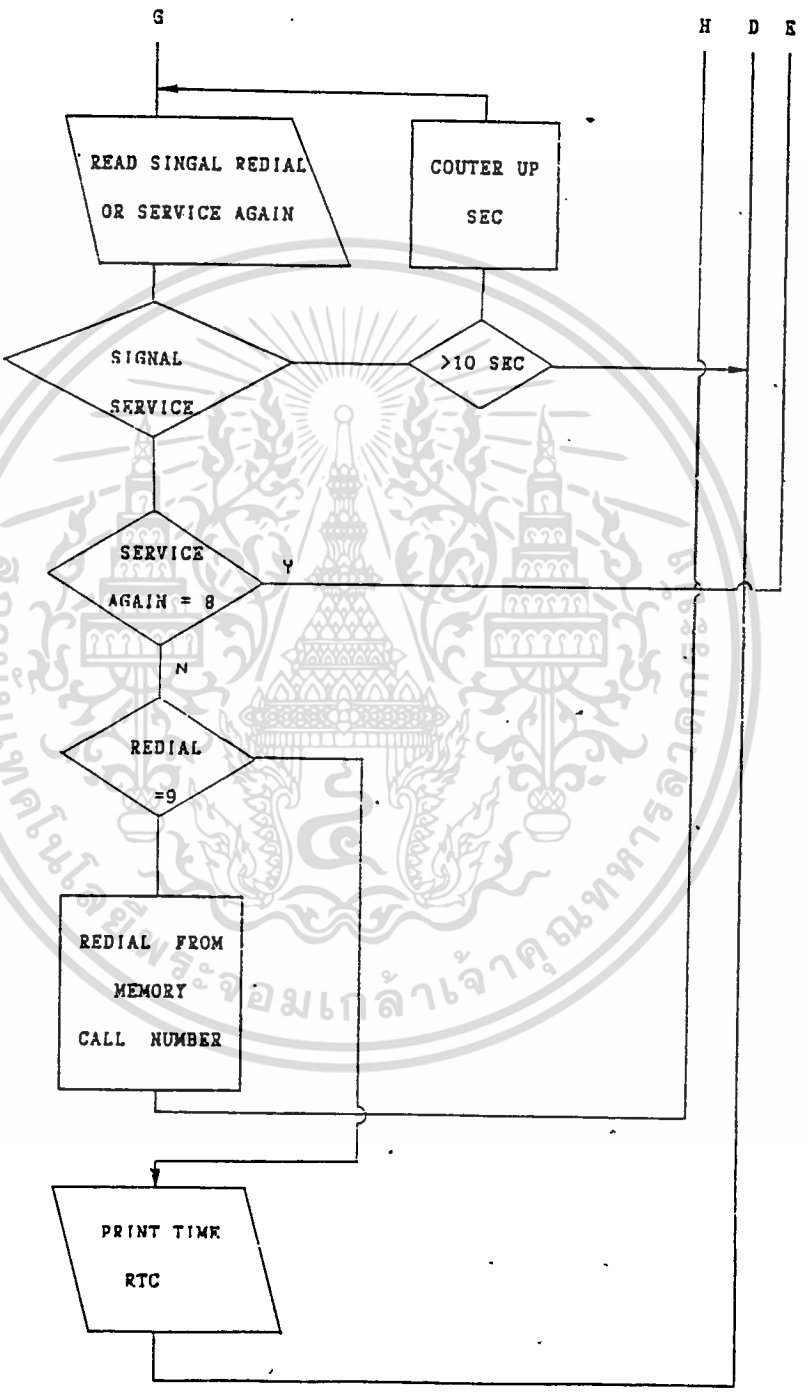
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

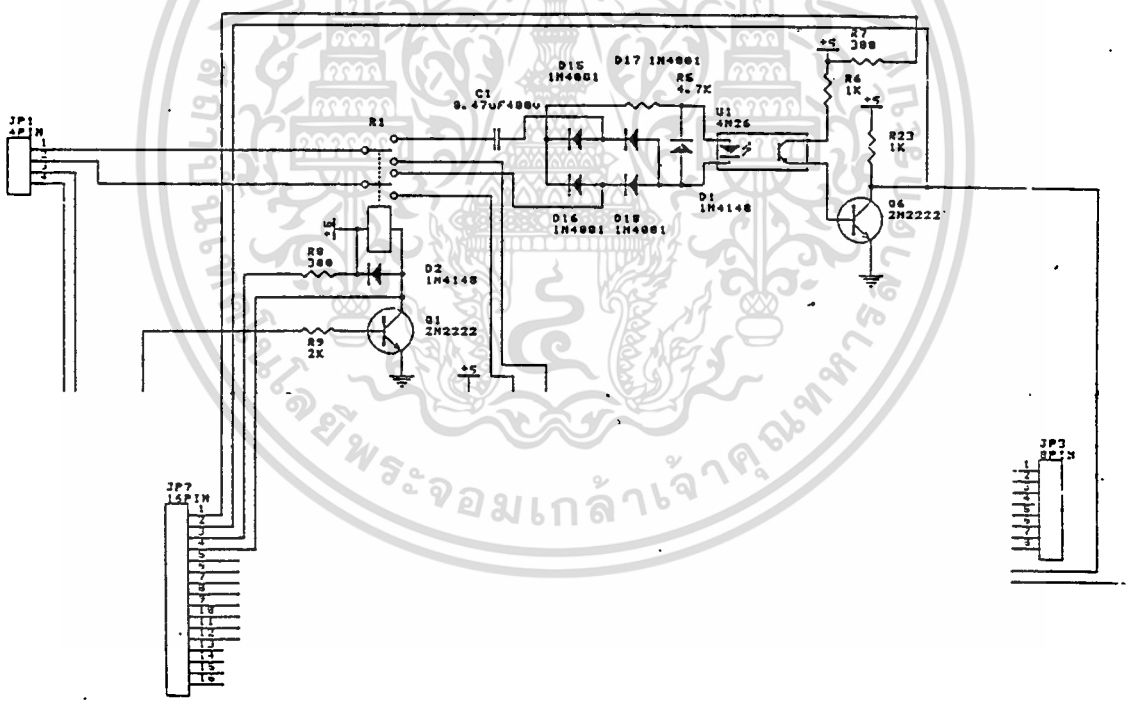


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การรับสัญญาณเรียก (Ringing)

หลักการทำงาน

เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามา หน่วยควบคุมจะรับรู้ถึงการเริ่มต้นการใช้บริการ โดยจะกำหนดให้ตอบรับด้วยการกำหนดสัญญาณ Ringing กี่ครั้งก็ได้ในที่นี้กำหนดไว้ 1 ครั้ง จึงส่งสัญญาณบอกให้ผู้ใช้บริการรับทราบ เพื่อที่จะให้ส่งรหัสของผู้ขอใช้บริการ



รูปที่ 4.1 วงจรรับสัญญาณเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจร

JP1-1,2 ต่อเข้ากับ Telephone line โดยในขณะที่มีสัญญาณเรียกเข้าจะเป็นสัญญาณ AC (70-80 V.) ดังนั้นจึงต้องทำการแปลงสัญญาณ AC เป็น DC ด้วย Rectifier Bridge แล้วจึงนำสัญญาณนี้ต่อเข้ากับ CPU ณ JP3-6 เพื่อให้ CPU รับรู้ถึงการเริ่มต้นการทำงาน และเมื่อ CPU รับรู้แล้วจะตอบรับ การเริ่มการให้บริการด้วยการส่งสัญญาณผ่านมาทาง JP4-1 โดย Relay Switch 1 ทำงาน การทำงานจะดำเนินในลำดับขั้น ต่อไปนี้

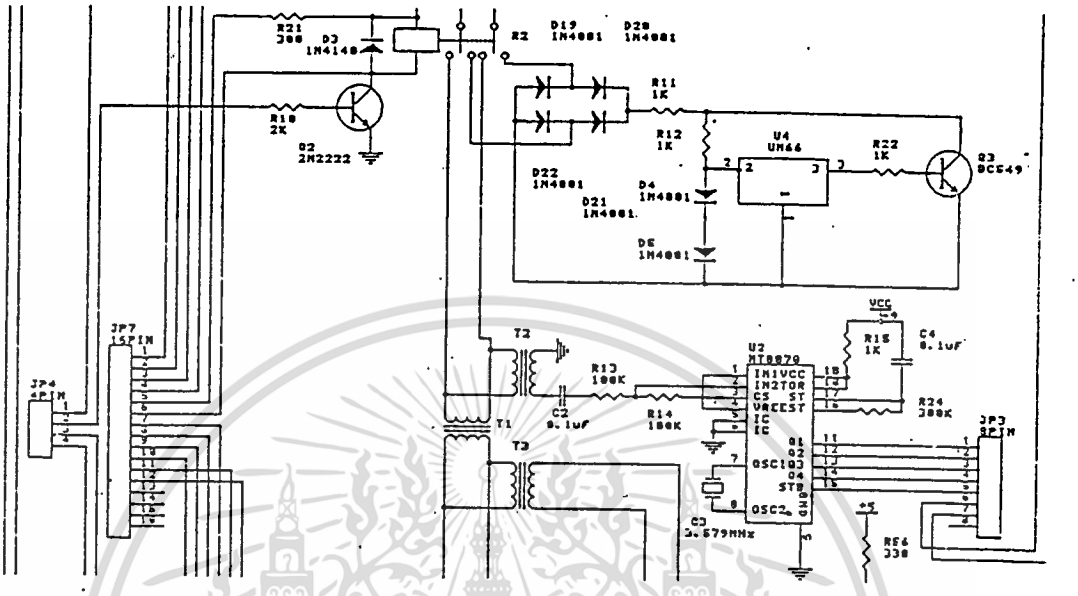
สัญญาณการตอบรับของ CPU ใช้ 4N26 ในขณะที่สัญญาณเรียกเข้ามานั้น CPU รับรู้ ณ ที่ JP3-6 จะแสดงให้เห็นได้โดย LED 1 (J7-1,2) และตอบรับด้วยสัญญาณการเริ่มการใช้บริการที่ JP4-1 แสดงโดย LED 2 (JP7-3,4)

4.3.3 การตรวจสอบรหัสการขอใช้บริการ

หลักการทำงาน

หลังจากที่ CPU ตอบรับด้วยคำสั่งสัญญาณให้ผู้ขอใช้บริการรับทราบพร้อมกับ SW 1 ทำงานแล้วนั้น ผู้ขอใช้บริการต้องส่งรหัสของผู้ใช้เอง โดยจะเป็นเลข 3 Digit การส่งรหัสส่งทีละ Digit ในแต่ละ Digit CPU จะตอบรับด้วยสัญญาณทุกครั้ง เพื่อเป็นการแจ้งให้ทราบว่า CPU จะยกเลิกการให้บริการทันที พร้อมทั้ง Reset ระบบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 วงจรตรวจสอบรหัสการขอใช้บริการ

การทำงานของวงจร

เมื่อ Relay SW 1 ทำงาน (LED 2 ติด) ผู้ใช้บริการจะได้รับเสียงสัญญาณ (ในที่นี้กำหนดให้เป็นเสียงเพลงช่วงระยะเวลาหนึ่ง) จาก IC UM66 โดยผ่านทางวงจร Bridge เมื่อหมดเสียงสัญญาณ Relay SW 2 จะทำงานโดยคำสั่งจาก CPU ทาง JP4-2 ที่จะเป็นการบอกถึงขั้นตอนในการให้ส่งรหัสก่อนที่จะเริ่มใช้บริการ โดยรหัสที่ผู้ขอใช้บริการส่งมานั้นจะผ่านมาทาง Matching Impeedance T2 ก่อนที่จะผ่านไปยัง IC MT 8870 ที่ทำหน้าที่ Decode จากสัญญาณความถี่เป็น Binary โดย ณ JP3-5 จะเป็นตำแหน่งที่บอกให้กับ CPU เริ่มรับรหัสและที่ JP3-1~4 เป็นตำแหน่งของการส่งผ่านรหัสที่เป็น Binary เข้าไปยัง CPU เพื่อทำการตรวจสอบรหัสทั้ง 3 รหัส โดยรหัสแต่ละตัวที่ส่งมานั้นถ้าถูกต้อง CPU จะส่งสัญญาณตอบรับให้ผู้ใช้บริการทราบด้วยสัญญาณเสียง แต่ถ้ารหัสไม่ถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็นรหัสหนึ่งรหัสใดแล้ว CPU จะทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

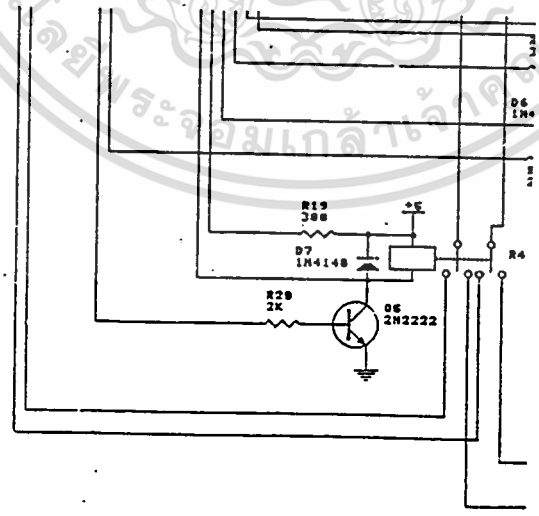
ยกเลิกการขอใช้บริการทันที โดยผู้ใช้บริการจะไม่ได้รับเสียงสัญญาณตอบรับ ความไม่ถูกต้องของรหัสนั้น ๆ

ในการส่งรหัสแต่ละครั้งถ้ารหัสไม่ถูกต้องผู้ใช้บริการจะได้ยินเสียงสัญญาณการตอบรับโดยใช้ LED 3 (JP7-5,6) เป็นตัวแสดง และจะกระพริบถ้าในขณะติดให้ส่งรหัส และดับจะเป็นการส่งเสียงสัญญาณ

4.3.4 การต่อให้บริการ

หลักการทำงาน

หลังจากที่ CPU รับรหัสทั้ง 3 และทำการตรวจสอบแล้วว่าถูกต้อง การให้บริการจึงเริ่มขึ้น โดยผู้ขอใช้บริการจะได้รับสัญญาณ Dial Tone โดยสัญญาณ Dial Tone นี้จะเหมือนกันกับสัญญาณ Dial Tone ที่ยกหูโทรศัพท์ขึ้นมา เพื่อเป็นการบอกให้ทราบถึงสภาพความพร้อมในการให้ส่งเลขหมายที่ต้องการ ดังนั้นผู้ขอใช้บริการจึงเริ่มส่งเลขหมายที่ต้องการ แต่ถ้ายังไม่เริ่มส่งเลขหมายตัวแรกเป็นเวลา 10 วินาที การใช้บริการจะถูกยกเลิกทันที



รูปที่ 4.3 วงจรการต่อให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจร

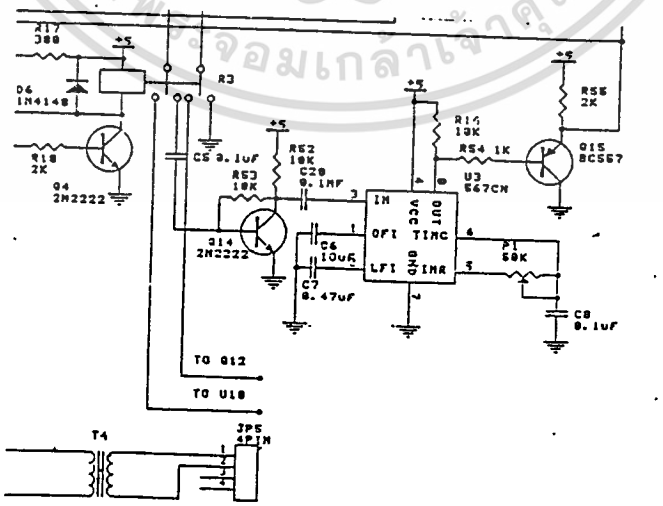
เมื่อ Relay SW 2 ทำงานหลังจาก CPU ได้รับรหัสครบและถูกต้องแล้ว CPU จะส่งสัญญาณผ่านมาทาง JP4-4 ให้ Relay SW 4 ทำงานพร้อมกับแสดงให้เห็นว่า Relay SW 4 ทำงานด้วย LED 5 (JP7-9,10) เมื่อ Relay SW 4 ทำงาน ผู้ขอใช้บริการจะได้รับสัญญาณ Dial Tone ทาง Jp1-3,4 โดยสัญญาณนี้จะเป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้ใช้บริการเริ่มทำการส่งหมายเลขตามที่ต้องการได้

ในขณะที่ CPU ส่งสัญญาณให้ Relay SW 4 ทำงานนั้น CPU จะเริ่มจับเวลาทันที โดยถ้าไม่มีการส่งเลขหมายในช่วงเวลา 10 วินาที แล้ว CPU จะทำการสั่งให้ยกเลิกการขอใช้บริการทันที

4.3.5 การตรวจสอบสัญญาณ Busy (ของเลขหมายที่ผู้ขอใช้บริการต้องการ)

หลักการทำงาน

เมื่อผู้ขอใช้บริการได้ส่งเลขหมายตามที่ต้องการแล้ว แต่ทางเครื่องรับของเลขหมายที่เรียกนั้น กำลังใช้งานอยู่ ผู้ขอใช้บริการจะได้รับสัญญาณ Busy ทันที โดยทาง CPU จะคอยตรวจสอบสัญญาณนี้อยู่ตลอดเวลา



รูปที่ 4.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณ Busy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจร

ใช้ IC 567 CN เป็น Tone Decoder เฉพาะสัญญาณ Busy เท่านั้น โดยจะต่ออยู่กับ Line ผ่านทาง Matching Impedance T3 ตลอดเวลา ต่อเมื่อใน Line มีสัญญาณ Busy Ic 567 CN จะส่งสัญญาณให้กับ CPU ทาง JP3-7 และ CPU จะรอสัญญาณการทำงานต่อไปจากผู้ขอใช้บริการ

4.3.6 วิธีการใช้บริการ Redial

หลักการทำงาน

เมื่อผู้ขอใช้บริการได้รับสัญญาณ Busy Tone จากทางเลขหมายที่ผู้ขอใช้บริการต้องการ ถ้าผู้ขอใช้บริการมีความประสงค์จะเรียกเลขหมายนี้อีก ผู้ขอใช้บริการสามารถให้อุปกรณ์นี้ทำการ Redial ให้เอง โดยอัตโนมัติด้วยการกดรหัสเลข 9 หลังจากที่สัญญาณ Busy สิ้นสุดลง ในขณะที่สิ้นสุดสัญญาณ Busy นี้ จะมีเสียงสัญญาณบอกเพื่อรอรับรหัสการขอ Redial โดยใน Line จะไม่มีเสียงสัญญาณใด ๆ แล้วจึงกดเลข 9 อุปกรณ์จะทำการ Redial เลขหมายเดิมที่ผู้ขอใช้บริการต้องการ แต่ถ้าหลังจากที่ได้รับสัญญาณ Busy และมีสัญญาณบอกแล้วในช่วงเวลา 10 วินาที ยังไม่ปรากฏการได้รับสัญญาณให้ Redial อุปกรณ์จะทำการยกเลิกการใช้บริการทันที โดยผู้ขอใช้บริการจะไม่ได้รับการตอบสนองใด ๆ อีกจากอุปกรณ์

การขอบริการ Redial นี้กระทำได้ต่อเมื่อผู้ขอใช้บริการได้รับการให้บริการจากอุปกรณ์แล้ว และได้ทำการส่งหมายเลขที่ต้องการไปแล้ว แต่ไม่ได้รับการตอบสนอง และมีความประสงค์ที่จะติดต่อไปยังเลขหมายเดิมที่ได้กดเลขหมายไปแล้วเท่านั้น จึงขอใช้บริการ Redial ได้

วงจรจะเป็นไปตามหัวข้อที่ 4.3.3 และ 4.3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจร

หลังจากที่ CPU รับรู้สัญญาณ Busy ที่ JP3-7 โดยผ่าน IC 567 CN แล้ว CPU จะให้เวลาสำหรับการขอบริการให้ทำการ Redial ในช่วงเวลา 10 วินาที หลังจากที่สิ้นสุดสัญญาณ Busy ตามด้วยสัญญาณเตือน ถ้า CPU ได้รับสัญญาณให้ทำการ Redial โดยที่ผู้ขอใช้บริการกดเลข 9 แล้ว สัญญาณจะผ่านทาง JP3-5 ที่ผ่านมาจาก IC 8870 (รูปวงจรในหัวข้อที่ 4.3.3) ในช่วงขณะที่ก่อน CPU จะส่งสัญญาณให้ Relay SW 3 ทำงานนี้ Relay SW 4 (รูปวงจรในหัวข้อที่ 4.3.2) จะทำการเปิดวงจร คือ Release ตัวเอง และทำงาน (ปิดวงจร) อีกครั้งพร้อมกับ Relay SW 3

เลขหมายที่จะทำการ Redial นั้น จะถูกเก็บไว้ใน CPU แล้วตั้งแต่ผู้ขอใช้บริการได้ส่งหมายเลขตามที่ต้องการ โดยการเก็บหมายเลขจะเก็บพร้อมกับการเริ่มส่งเลขหมายตามที่ผู้ขอใช้บริการต้องการ ซึ่งได้อธิบายไว้แล้วในหัวข้อที่ 4.3.4

การ Redial เลขหมายนั้น สัญญาณจะถูกส่งทาง Q12 และ U18 (รูปวงจรในหัวข้อที่ 4.3.5) ส่วนวงจรการส่งเลขหมาย Redial จะได้อธิบายในหัวข้อต่อไปนี้

การขอบริการ Reedial นั้นสามารถกระทำซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้งได้โดยไม่ได้กำหนดจำนวนของการขอบริการ Redial

4.3.7 วิธีการขอบริการต่อถ้า Subscriber Busy

ในกรณีที่ได้ Redial แล้วหรือเป็นการใช้บริการเรียกครั้งแรก ปรากฏว่าไม่ว่าง จะได้รับสัญญาณ Busy ผู้ขอใช้บริการสามารถขอบริการหมายเลขใหม่ได้ โดยการกดเลข 8 หลังจากที่สัญญาณ Busy สิ้นสุดลงพร้อมกับมีสัญญาณบอกเพื่อขอการใช้บริการต่อ หลังจากนั้นแล้วผู้ขอใช้บริการจะได้รับสัญญาณ Dial Tone ซึ่งผู้ขอใช้บริการสามารถส่งเลขหมายใหม่ได้ และเลขหมายใหม่ที่ส่งไปนี้จะถูกนำไปเก็บไว้ใน CPU เพื่อให้บริการ Redial เมื่อผู้ขอใช้บริการร้องขอมาได้อีก

การทำงานของวงจร จะเหมือนกับการขอใช้บริการ Redialในหัวข้อที่ 4.3.6 ต่างกันเพียงการรับรหัส และแปลงรหัสจาก CPU เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.8 วิธีการขอบริการต่อเนื่อง

เป็นการให้บริการเมื่อผู้ขอใช้บริการได้รับการบริการไปแล้ว และยังมีความต้องการที่จะใช้บริการอีก โดยไม่ต้องทำการเรียกกลับมายังอุปกรณ์อีกครั้ง (ไม่มีการวางหู) กล่าวคือเมื่อผู้ใช้บริการได้ติดต่อไปยังเลขหมายที่ต้องการได้แล้วและสิ้นสุดการสนทนาผู้ใช้บริการสามารถใช้บริการต่อเนื่องได้โดยกดเลข 7 หลังจากกดเลข 7 แล้ว ผู้ขอใช้บริการจะได้รับสัญญาณ Dial Tone จากอุปกรณ์ทันที และผู้ใช้บริการสามารถส่งหมายเลขใหม่ที่ต้องการได้ ซึ่งหลังจากการใช้บริการนี้แล้ว ปรากฏว่าได้รับสัญญาณ Busy ผู้ขอใช้บริการสามารถขอใช้บริการ Redial ตามหัวข้อ 4.3.6 และ หรือขอบริการต่อถ้า Subscriber Busy ตามหัวข้อ 4.3.7 ได้

ข้อควรระวังสำหรับการใช้บริการนี้ คือ ในระหว่างการสนทนาถ้าฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งกดเลข 7 แล้ว ผู้ขอใช้บริการจะได้สัญญาณ Dial Tone ทันที ส่วนอีกฝ่ายจะได้รับสัญญาณ Busy Tone ทันทีเช่นกัน ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการตัดวงจรที่ได้ต่อไว้แล้วออกทันทีนั่นเอง

การทำงานของวงจรจะเหมือนกับการขอใช้บริการ Redial ในหัวข้อที่ 4.3.6 ต่างกันเพียงการรับรหัสและแปลงรหัสจาก CPU และเปลี่ยนการจับสัญญาณ Busy ใน Line เป็นการจับสัญญาณของเลข 7 แทน

4.3.9 การใช้บริการ Redial และการส่ง

หลักการทำงาน

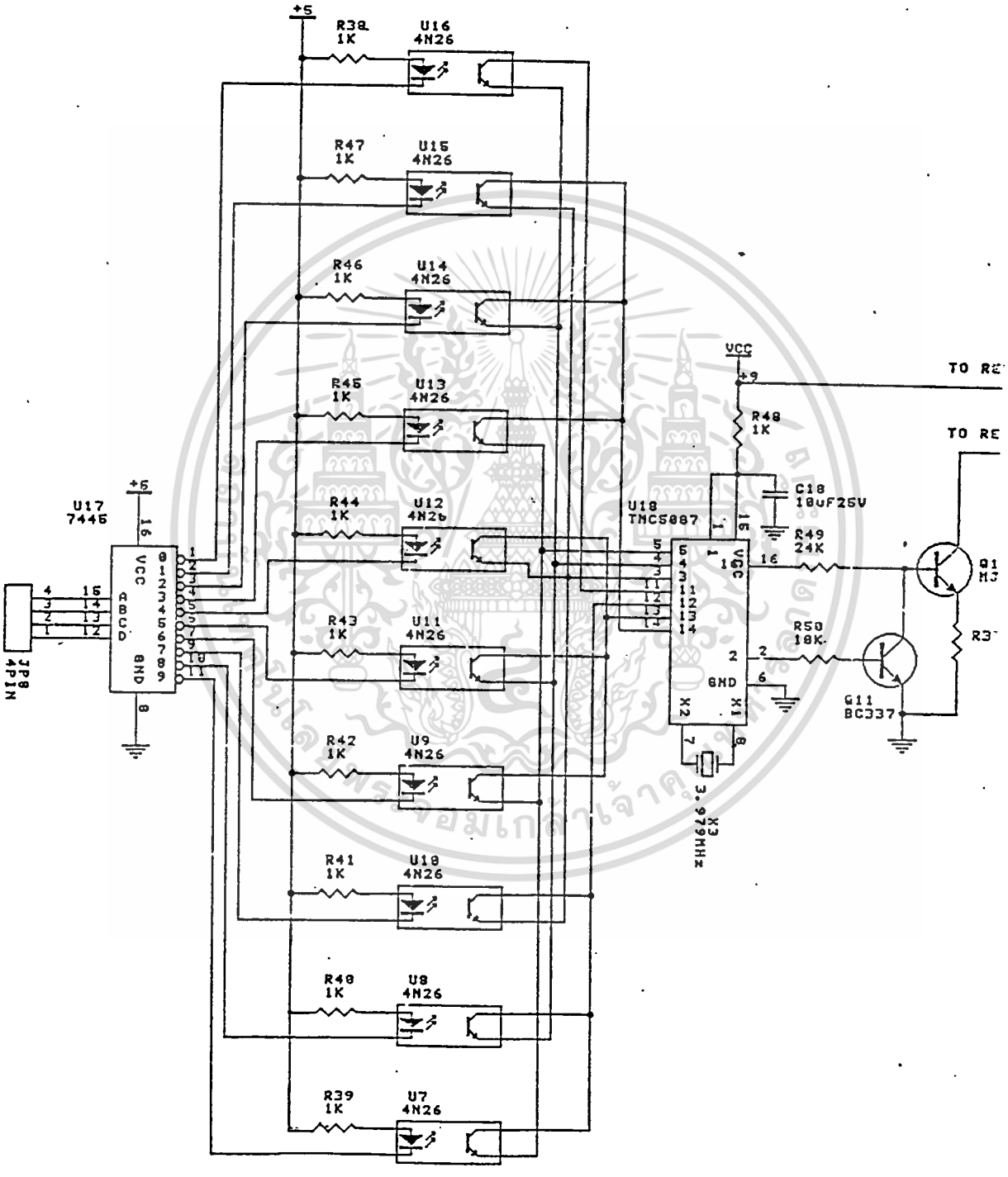
วงจรการส่ง Redial จะทำงานเมื่อมีการร้องขอจากผู้ขอใช้บริการเท่านั้น โดยเลขหมาย Redial จะถูกเก็บไว้ใน CPU และจะถูกส่งออกจาก CPU โดยผ่านวงจรการส่ง Redial ออกไปยัง Line

การทำงานของวงจร

CPU จะส่ง Code ผ่านมาทาง Port Redial โดยกำหนดให้เป็น JP8-1 ถึง 4 เข้ามายัง IC 7445 ที่เป็นตัวแปลงสัญญาณ Binary เป็น Decimal ออกไปยัง IC 4N26 โดยทำหน้าที่เป็นตัว Opto รับรหัสที่เป็นตัวเลข IC 4N26 นี้จะมีจำนวนเท่ากับตัวเลขที่มีอยู่ คือ 10 ตัว (0 ถึง 9) โดย CPU ส่งรหัส Binary ผ่าน IC 7445 ทำการแปลงเป็นเลข Decimal อะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IC 4N26 ประจำเลขนั้นจะทำงาน และส่งผลออกมาในรูปของ Row และ Collum มาให้กับ IC 5087 ทำการถอดรหัสจาก Row และ Collum เป็นสัญญาณ Tone ออกไปยัง Q12 และU18 ผ่าน Matching Impedance T3 และผ่าน Contact Relay SW 4 ไปยัง Line



รูปที่ 4.5 วงจร REDIAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.10 Watch Dog

หลักการทำงาน

ใช้เป็นตัวสร้าง Pulse เพื่อ Reset CPU ในกรณีที่เกิดการ Hang และในกรณีที่ Power Supply ไม่จ่ายไฟให้ (ไฟฟ้าดับ)

หน้าที่การทำงานของ Watch Dog กับวงจร

ในช่วงที่มี Power Supply จะมี Pulse จาก CPU ส่งมาที่J4-2 ให้กับวงจร Watch Dog ซึ่งในช่วงนี้ Watch Dog จะรับPulse ที่มาจาก CPU ตัวมันเองจึงยังไม่ให้กำเนิด Pulse

ในช่วงที่ไม่มี Power Supply CPU จะหยุดการทำงาน ดังนั้น CPU จึงไม่มี Pulse จ่ายให้กับ Watch Dog และ Watch Dog ก็จะยังไม่ทำงาน รอจนกระทั่งมี Power Supply มาให้กับตัว CPU และ Watch Dog แต่ CPU จะยังไม่สามารถทำงานได้ต้องอาศัยการ Reset ตัวมันเองอยู่ ดังนั้น CPU จึงยังไม่สร้าง Pulse มาให้กับ Watch Dog ในช่วงเวลานี้เองที่ Watch Dog จะสร้าง Pulse ออกมาที่ J4-3 เพื่อ Reset CPU ต่อเมื่อ CPU ได้รับการ Reset แล้วจึงทำงานได้ตามปกติ และจะส่ง Pulse มาที่ J4-2 ซึ่งต่อเข้ากับ Watch Dog เมื่อ Watch Dog ได้รับ Pulse เข้ามาตัวมันเองจึงหยุดการสร้าง Pulse มาเป็นรับ Pulse

อีกกรณีที่ Watch Dog จะทำงาน คือ กรณีที่เกิดอาการ Hang กับ CPU ซึ่งเมื่อเป็นเช่นนี้ CPU จะหยุดการทำงาน ดังนั้นจึงไม่มี Pulse จ่ายให้กับ Watch Dog (J4-2) เมื่อไม่มี Pulse จ่ายให้กับ Watch Dog แล้ว ตัวมันจะสร้าง Pulse ออกมาเพื่อ Reset CPU ให้เริ่มทำงานใหม่

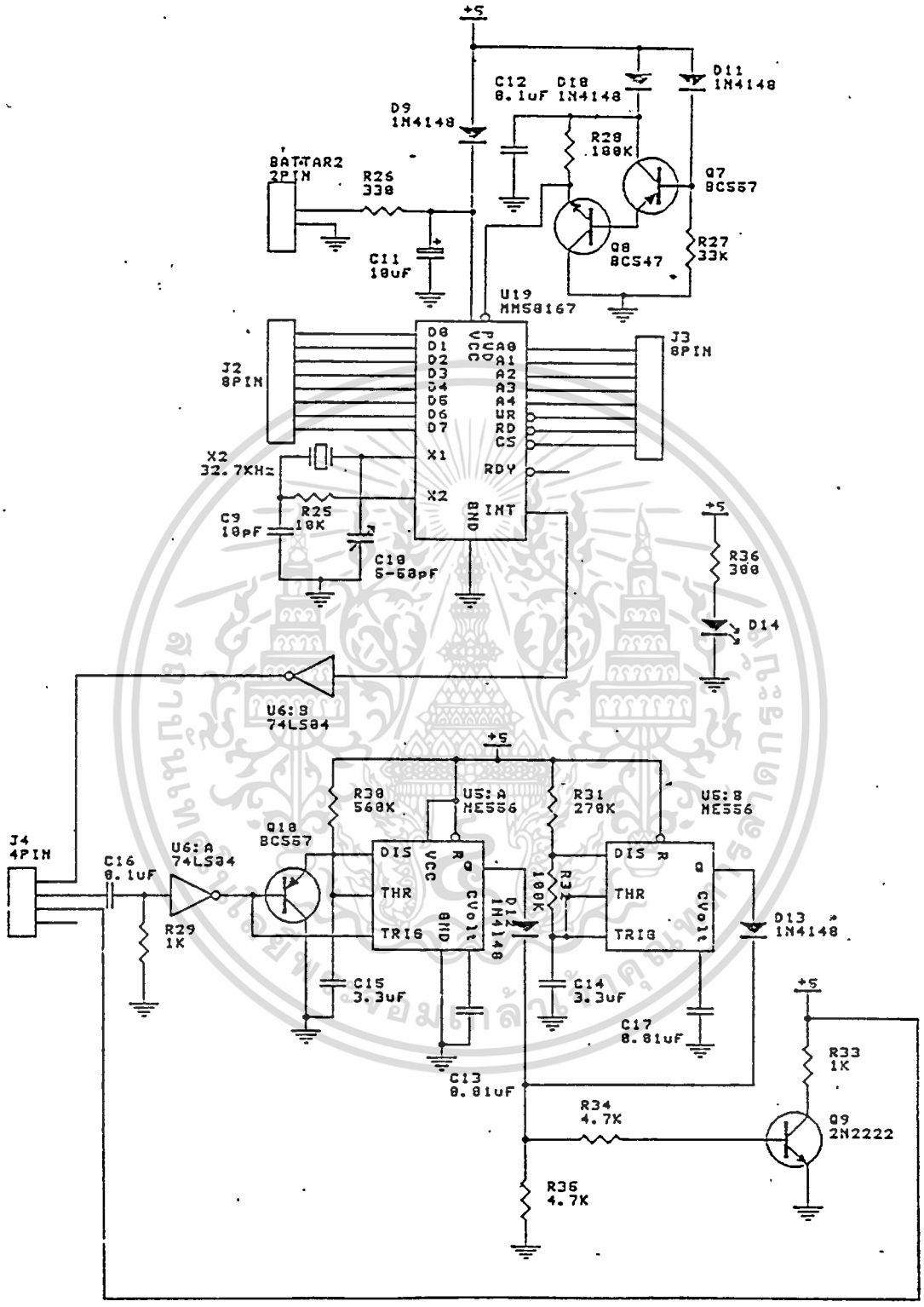
รูปวงจร Watch Dog แสดงดังรูปที่ 4.6

4.3.11 Real Time Clock (RTC)

เป็นตัวสร้างเวลาโดยใช้ IC MM 58167 เป็น RTCและใช้ Power Supply แยกจาก Power Supply ที่จ่ายให้วงจร

รูปวงจร RTC แสดงดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

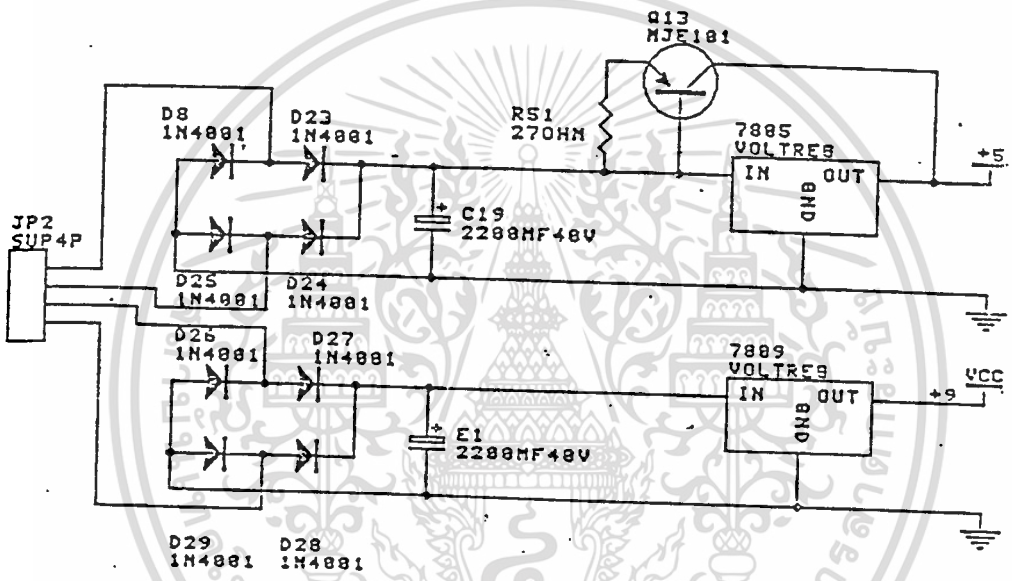


รูปที่ 4.6 วงจร Watch Dog และ RTC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

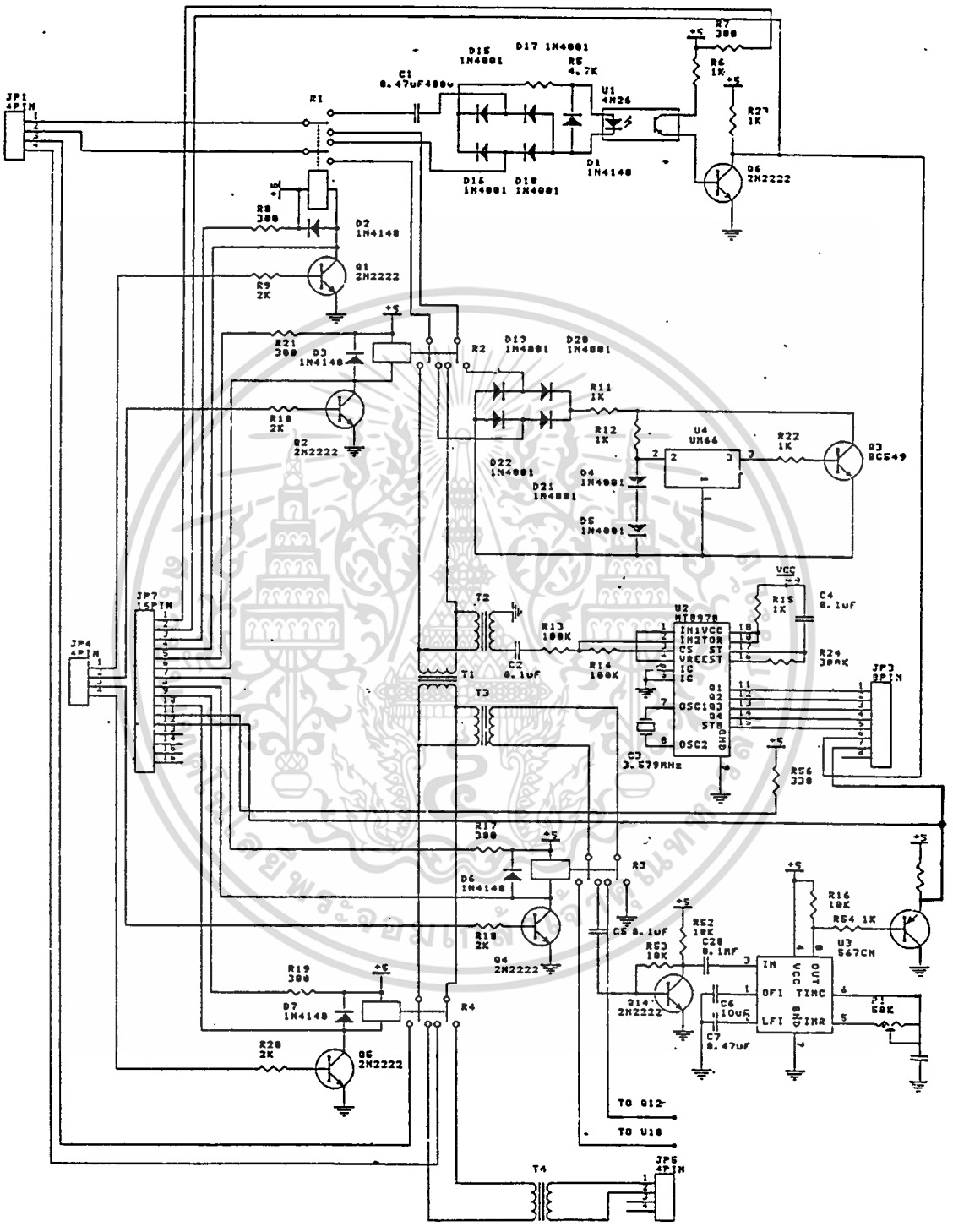
4.3.12 Power Supply

Power Supply ที่ใช้กับวงจรเป็น DC 5 Volt และ 9 Volt โดยใช้วงจร Bridge Rectifier แปลงจาก AC เป็น DC ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 วงจร Power Supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 วงจรรวมของรูปที่ 1,2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 PROGRAM ของการทำงาน

4.4.1 MAIN PROGRAM

```
10  A=OF800H:OF801H:PC=DF02H:OF803H
20  XBY(CT)=82H : C=0
30  GOSUB 1500
40  GOSUB 1000
50  XBY(PA)=0
60  C=C+1
70  GOSUB 1000 H
80  A=XBY(PB)
90  A=A.AND.10H
100 IF A=10H THEN GO TO 50
110 IF C>390 THEN GOTO 120 ELSE 70
120 GOSUB 1900
130 GOSUB 1000
140 XBY(PA)=3:GOSUB 1620
150 GOSUB 1300
160 IF B=1 THEN GOTO 180
170 IF B=3 THEN GOTO 180 ELSE 40
180 M=B
190 GOSUB 1950
200 XBY(PA)=3
210 GOSUB 1000 : GOSUB 1300
220 IF B=8 THEN GOTO 240
230 IF B=9 THEN GOTO 240 ELSE 40
240 N=B
250 GOSUB 1950
260 XBY(PA)=3
270 GOSUB 1000 : GOSUB 1300
280 IF B=4 THEN GOTO 310
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
290  IF B=5 THEN GOTO 310
300  IF B=6 THEN GOTO 310 ELSE 40
310  PRINT.M,N,B
320  GOSUB 1950 : GOSUB 1620
330  XBY(PA)=11          1011
340  C=0
350  GOSUB 1300 : X=3
360  GOSUB 1300 : R=B
370  GOSUB 1300 : S=B
380  GOSUB 1300 : T=B
390  GOSUB 1300 : U=B
400  GOSUB 1300 : V=B
410  GOSUB 1300 : W=B
420  IF Q=0 THEN GOTO 430 ELSE 460
430  GOSUB 1300 : X=B
440  GOSUB 1300 : Y=B
450  GOSUB 1000
460  PRINT.Q,R,S,T,U,V,W,X,Y
470  GOSUB 1400
480  IF B=7 THEN GOTO 600 ELSE 490
490  GOSUB 1950
500  XBY(PA)=3
510  GOSUB 1300
520  IF B=8 THEN GOTO 330
530  IF B=9 THEN GOTO 540 ELSE 590
540  XBY(PA)=15
550  C=C-1
560  GOSUB 2000
570  XBY(PA)=11
580  GOTO 470
590  GOSUB 1620
600  GOTO 30
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
610  G=0 : XBY(PA)=1
620  G=G+1 : GOSUB 1000
630  IF G>13 THEN GOTO 620 ELSE 640
640  GOTO 330
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 PROGRAM WATCH DOC

```
1000  XBY(PTC) = 1
1010  FOR I = 1 TO 10 : NEXT I
1020  XBY(PTC) = 0
1030  FOR I = 1 TO 10 : NEXT I
1040  RETURN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 PROGRAM SIGNAL DECODE

```
1300 J=0
1310 J=J+1
1315 GOSUB 1000
1320 A=XBY(PB)
1330  A=A.AND.20H
1340 IF A=20H THEN GOTO 1360
1350 IF J>179 THEN GOTO 1354 ELSE 1310
1354 GOSUB 1620
1356 GOTO 50
1360 B=XBY(PB) : C=C+1
1370 A.AND.20H
1380 B=B.AND.0FH
1385 IF B=10 THEN GOTO 1390 ELSE 1395
1390 B=0
1395 RETURN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 PROGRAM SIGNAL BUSY

```
1400 D=0
1410 D=D+1
1420 GOSUB 1000 : F=XBY(PB)
1430 F=F.AND.40H
1440 IF F=40H THEN GOTO 1470
1450 IF D>13 THEN GOTO 1460 ELSE 1410
1460 RETURN
1470 A=XBY(PB)
1475 A=A.AND.20H
1480 IF A=20H THEN GOTO 1485 ELSE 1420
1485 B=XBY(PB) : B=B.AND.0FH : GOSUB 1000
1490 IF B=7 THEN GOTO 1492 ELSE 1420
1492 D=99
1495 GOTO 1450
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 PROGRAM RTC

```
1500 PTA=0FC00H 8 PTB=0FP01H : PTC : 0FC03H
1505 PTC=0FC02H
1510 XBY(PCT)=80H
1530 XBY(PC)=13
1533 XBY(PA)=8
1535 GOSUB 1300
1538 IF B=9 THEN GOTO 1540 ELSE 1620
1540 INPUT "FORMAT TIME = DD,MN,HH,MM,SS" D,E,C,B,A
1550 XBY(PTA)=2408XBY(PTA)=112 : XBY(PTA)=48
1560 XBY(PTA)=226 : XBY(PTB)=A : XBY(PTA)=98
1570 XBY(PTA)=66 : XBY(PTA)=98
1580 XBY(PTA)=227 : XBY(PTB)=B : XBY(PTA)=99
1590 XBY(PTA)=67 : XBY(PTA)=99
1600 XBY(PTA)=228 : XBY(PTB)=C : XBY(PTA)=100
1610 XBY(PTA)=68 : XBY(PTA)=100
1613 XBY(PTA)=230 : XBY(PTB)=D : XBY(PTA)=102 : XBY(PTA)70 :
     XBY(PTA)=102
1616 XBY(PTA)=231 : XBY(PTB)=E : XBY(PTA)=103 : XBY(PTA)71 :
     XBY(PTA)=103
1620 XBY(PTA)=241 : XBY(PTB)=4 : XBY(PTA)=113
1630 XBY(PTA)=81 : XBY(PTB)=113 : XBY(PTA)=241
1640 XBY(PTA)=82H
1670 XBY(PTA)=226 : XBY(PTB)=98 : XBY(PTA)=34 : A:XBY(PTB)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1680 XBY(PTA)=227 : XBY(PTB)=99 : XBY(PTA)=35 : B:XBY(PTB)
1690 XBY(PTA)=228 : XBY(PTB)=100 : XBY(PTA)=36 : C:XBY(PTB)
1692 XBY(PTA)=230 : XBY(PTB)=102 : XBY(PTA)=38 : D:XBY(PTB)
1694 XBY(PTA)=231 : XBY(PTB)=103 : XBY(PTA)=39 : E:XBY(PTB)
1700 XBY(PTA)=48
1710 PHO.D.E.TAB(13)C,B,A : XBY(PTA)=241
1715 C=0
1720 RETURN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.6 PROGRAM ANSWER SOUND

```
1900 G=0 : XBY(PTA)=1
1910 G=G+1 : GOSUB 1000
1920 IF G>9 THEN GOTO 1930 ELSE 1910
1930 RETURN
1950 G=0 : XBY(PA)=1
1960 G=G+1 : GOSUB 1000
1970 IF G>1 THEN GOTO 1980 ELSE 1960
1980 RETURN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.7 PROGRAM REDIAL

```
2000 XBY(PC)=0 : GOSUB 2100
2010 XBY(PC)=R : GOSUB 2100
2020 XBY(PC)=S : GOSUB 2100
2030 XBY(PC)=T : GOSUB 2100
2040 XBY(PC)=U : GOSUB 2100
2050 XBY(PC)=V : GOSUB 2100
2060 XBY(PC)=W : GOSUB 2100
2065 IF C>8 THEN GOTO 2075
2070 RETURN
2075 XBY(PC)=X : GOSUB 2100
2080 XBY(PC)=Y : GOSUB 2100
2090 RETURN
2100 A=0
2110 DO
2120 A=A+1
2130 XBY(PC)=13 : A=0
2150 DO
2160 A=A+1
2165 GOSUB 1000
2170 UNTIL A=9
2180 RETURN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1

แสดงตำแหน่ง Connector ระหว่าง วงจรกับ CPU และ Function การทำงาน

ตำแหน่ง Terminal	ตำแหน่ง Pin	FUNCTIVE การทำงาน	ตำแหน่ง Board CPU USER	PIV	PORT
JP 1	1~2	Telephone Line I/P	-	-	-
	3~4	Telephone Line O/P	-	-	-
JP 2	1~2	Power Supply I/P 5V	-	-	-
	3~4	Power Supply I/P 9V	-	-	-
JP 3	1~4	รับรหัสของผู้ขอใช้บริการ	1	5~8	PB0~3
	5	สัญญาณจาก STB ให้ CPU รับรหัสและตรวจสอบความถูกต้อง	1	10	PB5
	6	รับสัญญาณ Ringig	1	9	PB4
	7	ตรวจสอบ Line Busy	1	11	PB6
JP 4	1	สัญญาณเตือนให้ผู้ใช้บริการส่งรหัส	1	1	PA0
	2	การทำ Decode	1	2	PA2
	3	การทำ Redial	1	3	PA3
	4	ส่งสัญญาณ Dial Tone	-	-	-
JP 5	1~2	เสียงพูดการให้บริการต่าง ๆ			
J 2	1~8	Control Read RTC	2	5~12	PB0~7
J 3	1~8	Control Write RTC	2	1~4, 23~26	PA0~7
J 4	2	Input watch day	2	0	PC0
	3	Output watch dog Reset CPU	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2

แสดงตำแหน่ง Connector กับ LED และ Function การทำงาน

ตำแหน่ง Terminal	LED no.	Function
JP7-1~2	1	รับสัญญาณ Ringing
-3~4	2	รับสัญญาณเพื่อให้ส่งรหัสของผู้ใช้บริการ
-5~6	3	รับรหัสผู้ขอใช้บริการ
-7~8	4	Redial
-9~10	6	ส่งสัญญาณ Dial Tone
-11~12	5	Busy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การนำผลงานไปพัฒนา

จากการออกแบบอุปกรณ์ต่อโทรศัพท์อัตโนมัตินี้, ยังสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อที่จะได้นำไปใช้กับงานจริงได้กว้างขวางกว่านี้ โดยขอบเขตการออกแบบนั้นจำกัดอยู่ที่การเรียกเข้าและเรียกออกใช้ได้เพียงเข้าหนึ่งคู่สาย และออกหนึ่งคู่สาย

ข้อจำกัดนี้สามารถนำไปพัฒนาเพื่อเพิ่มจำนวนคู่สายในการเรียกเข้าและเรียกออก ซึ่งในการพัฒนานี้จะเป็นไปทางด้าน Hard Ware มากกว่า

ส่วนเงื่อนไขการบริการต่างๆ ที่กำหนดนั้น ยังมีอีกมากมายสุดแท้แต่ความต้องการในการอำนวยความสะดวกให้กับผู้ขอใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปการออกแบบอุปกรณ์ต่อโทรศัพท์อัตโนมัติ

จากการออกแบบวงจร Hard Ware และ Software นั้น ผลที่ได้ถือว่าเป็นที่น่าพอใจ ถึงแม้ว่าจะพบกับอุปสรรค์บ้าง และในบางครั้งได้มองข้ามความสำคัญของบางสิ่งบางอย่างที่ถือว่าไม่น่าจะมีผลต่อวงจรการออกแบบไปบ้าง แต่สิ่งนี้ได้สร้างความยุ่งยากให้พอสมควร

การใช้งานของอุปกรณ์ต่อโทรศัพท์อัตโนมัติ พอที่จะสรุปการให้บริการได้ 3 แบบ ดังนี้

1. กดรหัสเลข 9 เป็นการขอบริการ Redial
2. กดรหัสเลข 8 เป็นการบริการเลขหมายใหม่ รหัสเลข 8 และ 9 นี้ใช้ในกรณีมีเสียงสัญญาณแจ้งให้ขอใช้บริการต่อโดยเสียงสัญญาณนี้จะได้หลังจากได้รับสัญญาณ Busy Tone
3. กดรหัสเลข 7 เป็นการขอบริการเลขหมายใหม่ ใช้ในกรณีที่มีการตอบรับ และสิ้นสุดการสนทนาแล้ว แต่ต้องใช้บริการเลขหมายใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

(1) หนังสือ GENERAL DESCRIPTION C400 CROSSBAR SWITCHING SYSTEM , NEC ศูนย์ฝึกโทรคมนาคม องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย พ.ศ.2532

(2) นิตยสาร SEMICONDUCTOR ELECTRONICS ฉบับที่ 91 มีนาคม-เมษายน 2533

(3) คู่มือ IC MICROPROCESSOR DATA BOOK MCS-51, MICROCONTROLLERS INTEL ศูนย์ฝึกโทรคมนาคม องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย พ.ศ.2532

(4) คู่มือ MCS,BASIC-52,USER'S MANNUAL,INTEL ศูนย์ฝึกโทรคมนาคม องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย พ.ศ.2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของ MCS Basic-52

MCS BASIC-52 คือตัวแปลภาษาเบสิคใน 8052AH BASIC มีระบบการจัดการติดต่อกับเทอมินอลในตัว เพื่อสะดวกในการเขียน แก้ไข และทดสอบโปรแกรมภาษาเบสิค โปรแกรมที่เขียน สามารถเก็บลงใน EPROM ที่ต่อภายนอก และนำโปรแกรมที่เก็บไว้ใน EPROM ภายนอกมาทำงานได้ ระบบ REAL TIME CLOCK และการอินเตอร์รัพต์สามารถรับรู้และควบคุมด้วยโปรแกรมเบสิค มีคำสั่งสำหรับการติดต่อกับรีจิสเตอร์ หน่วยความจำภายใน ภายนอก และพอร์ต ด้วยภาษาเบสิค

MCS BASIC-52 ใช้สำหรับการเขียน และพัฒนาโปรแกรม เพื่องานควบคุมระบบอัตโนมัติ ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ง่ายขึ้น และใช้เวลาน้อยลง เพราะการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี้ บางครั้งยาก และน่าเบื่อ เช่น โปรแกรมที่ต้องมีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ การสร้างฐานข้อมูลของเครื่องบันทึกข้อมูล การเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับการติดต่อกับจอภาพและคีย์บอร์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการแสดงผล และรับคำสั่ง ให้กับชุดฮาร์ดแวร์ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้จะง่ายขึ้นทันที ถ้าเขียนด้วยภาษาเบสิค

เป็นที่แน่นอนว่า โปรแกรมภาษาแอสเซมบลี้ ย่อมทำงานได้เร็วกว่าโปรแกรมภาษาเบสิค MCS BASIC-52 จึงให้ผู้ใช้ติดต่อกับภาษาแอสเซมบลี้ได้ ทำให้งานบางอย่างที่โปรแกรมเบสิคทำไม่ทัน เช่น การสแกนภาคแสดงผล 7 เซคเม้นต์แบบมัลติเพล็กซ์ ซึ่งต้องใช้ความเร็วในการสแกนสูง ก็สามารถเขียนเป็นโปรแกรมย่อยภาษาแอสเซมบลี้ และเรียกใช้จากโปรแกรมเบสิค ด้วยคำสั่ง CALL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของ MCS BASIC-52

MCS BASIC-52 เป็นตัวแปลภาษาเบสิค ที่มีคำสั่งและฟังก์ชั่นพื้นฐานคล้ายภาษาเบสิคทั่วไป แต่ MCS BASIC-52 ได้เพิ่มคำสั่งเพื่อความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมควบคุมระบบ เช่น

- สามารถโปรแกรม EPROM ได้ โดยคำสั่ง "PROC" จะนำโปรแกรมเบสิคที่ใช้อยู่ขณะนั้น บันทึกลงใน EPROM ในลักษณะของ FILE
- สามารถเรียกโปรแกรมเบสิคที่เก็บไว้ใน EPROM ออกมาทำงานได้ โดยคำสั่ง "ROM"
- สามารถย้ายโปรแกรมเบสิคที่อยู่ใน EPROM มาไว้ใน RAM ด้วยคำสั่ง "XFER"
- สามารถเรียกโปรแกรมย่อย ภาษาแอสเซมบลี้ โดยใช้คำสั่ง "CALL"
- โปรแกรมย่อยภาษาแอสเซมบลี้ สามารถเรียกใช้ฟังก์ชั่นภาษาเบสิคได้
- มีคำสั่งควบคุม TIMER/COUNTER ที่อยู่ในตัว ด้วยคำสั่ง "TIMER0, TIMER 1, TIMER2, TCON, TMOF" เป็นต้น
- มีระบบ REAL TIME CLOCK ที่เที่ยงตรง ควบคุมด้วยคำสั่ง "CLOCK0, CLOCK1, TIMER"
- สามารถรับรู้และควบคุมการอินเตอร์รัพท์ ด้วยคำสั่ง "ONEX1, RET1, CLEAR1, IDLE" เป็นต้น
- สามารถอ่านและเขียนค่าพอร์ตในตัวได้ ด้วยคำสั่ง "PORT1"
- สามารถอ่านและเขียนค่าพอร์ตภายนอก (EXTERNAL PORT) ด้วยคำสั่ง "EBY()"
- มีคำสั่งควบคุมพอร์ตอนุกรมในตัว เช่นคำสั่ง "BAUD,RCAP2"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถติดต่อกับหน่วยความจำภายในและภายนอกด้วยคำสั่ง :"CBY(), DBY(),XBY()"
- มีคำสั่งควบคุมการลูป "DO WHILE,DO UNTIL"
- มีฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์

การใช้งาน MCS BASIC-52 บนบอร์ด ANT-32 สามารถใช้งานได้ทุกคำสั่งยกเว้นคำสั่ง PGM, PROG, FPROG ซึ่งเป็นคำสั่งสำหรับการโปรแกรม EPROM สาเหตุที่ใช้คำสั่งเหล่านี้ไม่ได้เนื่องจาก วงจรฮาร์ดแวร์ของ ANT-32 ไม่ได้จัดไว้สำหรับการโปรแกรม EPROM

เพื่อทดแทนคำสั่งเกี่ยวกับการโปรแกรม EPROM เหล่านี้ ANT-32 MON BASIC MONITOR จึงได้เพิ่มคำสั่งเกี่ยวกับการโปรแกรม EEPROM เช่นคำสั่ง EPROG และได้เพิ่มความสามารถในการ UPLOAD และ DOWNLOAD โปรแกรมเบสิคและข้อมูลระหว่าง ANT-32 กับเครื่องคอมเตอร์ PC โดยรายละเอียดของชุดคำสั่งพิเศษที่เพิ่มเติมนี้อยู่ในหัวข้อ "ANT-32MON BASIC MONITOR" (MCS BASIC-52 USER'S MANUAL)

ANT-32MON BASIC MONITOR

ANT-32MON คือโปรแกรมมอนิเตอร์ สำหรับบอร์ด ANT-32 โดยมีตัวแปลภาษาเบสิก (BASIC INTERPRETER) MCS BASIC-52 รวมอยู่ด้วย และได้เพิ่มชุดคำสั่งพิเศษสำหรับเพิ่มความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรม เช่นการ DOWNLOAD, UPLOAD ระหว่างคอมพิวเตอร์ PC กับ ANT-32 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดคำสั่งพิเศษ และวิธีใช้ มีรายละเอียดดังนี้

XDOWN (OFFSET)

สำหรับการ DOWN LOAD ข้อมูลในลักษณะ INTER-HEX FILE ลงใน RAM ทั้งนี้เพื่อให้ใช้โหลดส่วนที่เป็นข้อมูล หรือส่วนที่แปลมาจาก COMPILER ตัวอื่น ๆ ได้ คำสั่งนี้จะรับข้อมูล และบรรจุลงในหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) ตามค่า ADDRESS ที่อยู่ใน FILE เมื่อใช้คำสั่งนี้ ANT6-32 จะรอรับข้อมูลทางสาย RS232 ให้ผู้ใช้ส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ไปยัง AN6T-32 โดยใช้คำสั่ง SE ในโปรแกรม XTALK ได้ทันที ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
>XDOWN              (กดคีย์ ENTER)
Wait for DOWNLOAD Intel Hex file.......
```

จากนั้นกด Ctrl-A เพื่อเข้า Command Mode ของโปรแกรม XTALK แล้วใช้คำสั่ง SE เพื่อส่งข้อมูลโดยที่ ANT-32 จะรอรับ HEX FILE จากเครื่องคอมพิวเตอร์ PC และเมื่อรับจนจบไฟล์แล้วข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน หน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) ตามตำแหน่งที่ระบุใน HEX FILE นั้น

ถ้าต้องการให้ข้อมูลเก็บที่แอสเตรสอื่น ที่ไม่ตรงกับค่าแอดเตรสที่ระบุใน hex file นั้น ให้ใช้คำสั่ง XDOWN โดยระบุค่า OFFSET วิธีการคำนวณค่า OFFSET มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OFFSET = แอดเตรสเริ่มต้นที่ต้องการ LOAD-แอดเตรส เริ่มต้นของ HEX FILE เช่นที่ HEX FILE ระบุแอดเตรสเริ่มต้นเป็น 2000H และผู้ใช้ต้องการ DOWNLOAD ข้อมูลมาเก็บไว้ที่ ANT-32 โดยมีแอดเตรสเริ่มต้นเป็น 8000H จะคำนวณค่า OFFSET ดังนี้

OFFSET = 8000H - 2000H = 6000H

```
> XDOWN 6000          (กดคีย์ Enter)
Wait for DOWNLOAD Intel HEX FILE.......
```

XUP Start, end

สำหรับการ UPLOAD ข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) ขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ในลักษณะของ INTEL-HEX FILE โดยผู้ใช้ต้องระบุแอดเตรสเริ่มต้น และแอดเตรสสุดท้ายที่ต้องการ UPLOAD ดังนี้

Start = แอดเตรสเริ่มต้น

End = แอดเตรสสุดท้าย + 1

เช่นถ้าต้องการ ส่งข้อมูลขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC โดยแอดเตรสเริ่มต้นที่ต้องการส่งเป็น 1000H และแอดเตรสสุดท้ายที่ต้องการส่งเป็น 103AH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Start = 1000H

end = 103AH + 1 = 103BH

```
>XUP  1000, 103B
Wait 10 Second for UPLOAD Intel Hex file.......
```

ANT-32 จะรอเป็นเวลา 10 วินาที ก่อนที่จะส่งข้อมูลขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ขณะที่ ANT-32 รอนั้นให้กด CTRL-A เพื่อเข้า COMMAND NODE ของโปรแกรม XTALK แล้วใช้คำสั่ง CA ON เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ PC เตรียมตัวรับข้อมูลเก็บเข้า BUFFER

เมื่อ ANT-32 รอจนครบ 10 วินาที จะส่งข้อมูลขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ทันที เมื่อส่งเรียบร้อยแล้ว ANT-32 จะหยุดคอยเพื่อใช้ ใช้คำสั่ง CA OFF เป็นการบอกให้ XTALK จบการรับข้อมูลเพื่อเก็บเข้า BUFFER จากนั้นอยู่ที่ผู้ใช้ว่าต้องการนำข้อมูลที่เก็บไว้ใน BUFFER ของ XTALK บันทึกลงใน DISK หรือไม่ ถ้าบันทึกให้ผู้ใช้ตั้งชื่อไฟล์ โดยมีนามสกุลเป็น .HEX เช่น TEST .HEX เป็นต้น

BUP (1-6)

สำหรับการ UPLOAD โปรแกรมภาษาเบสิค ที่อยู่ในหน่วยความจำขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ในลักษณะของ INTEL HEX FILE โดยมีหลักการเช่นเดียวกับคำสั่ง XUP เพียงแต่จะทำการคำนวณแอดเดรสเริ่มต้น และสุดท้ายให้โดยอัตโนมัติ แต่ถ้าขณะที่ใช้คำสั่ง BUP โดยไม่มีโปรแกรมภาษาเบสิค อยู่ในหน่วยความจำ คำสั่งนี้จะถูกยกเลิกโดยอัตโนมัติเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
>BUP                    (กดคีย์ Enter)
Wait 10 second for UPLOAD Intel Hex file.....
```

ANT-32 จะรอเป็นเวลา 10 วินาที เช่นเดียวกับคำสั่ง XUP จากนั้นให้ดำเนินการตามวิธีเดียวกันกับการใช้คำสั่ง XUP แตกต่างกันที่การตั้งนามสกุลไฟล์ ควรเป็น

โปรแกรมแบสิคที่ถูก UPLOAD ขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ด้วยคำสั่ง BUP นี้สามารถนำกลับมาใช้งานบน ANT-32 โดยใช้คำสั่ง XDOWN โดยไม่ต้องระบุค่า OFFSET

ถ้าต้องการนำโปรแกรมเบสิค ที่อยู่ในหน่วยความจำ นำไปโปรแกรมลงบน EPROM เพื่อการเก็บข้อมูลแบบถาวร และทำการ AUTO START มีวิธีการดังต่อไปนี้

1. UPLOAD โปรแกรมเบสิค ขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ก่อน โดยใช้คำสั่ง BUP และระบุหมายเลข 1 ถึง 6 ด้วย ซึ่งคำสั่ง BUP1-6 จะกำหนดแอดเดรสเริ่มต้น ของ INTEL HEX FILE เป็น 0000H เสมอ เพื่อสะดวกในการที่ผู้ใช้จะนำ HEX FILE นี้ไปโปรแกรมลงบน EPROM โดย BUP1-6 จะมีหน้าที่แตกต่างกันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BUP1 = UPLOAD FILE + PROG1 COMMAND

BUP2 = UPLOAD FILE + PROG2 COMMAND

BUP3 = UPLOAD FILE + PROG3 COMMAND

BUP4 = UPLOAD FILE + PROG4 COMMAND

BUP5 = UPLOAD FILE + PROG5 COMMAND

BUP6 = UPLOAD FILE + PROG6 COMMAND

โดยที่ PROG1-PROG6 เป็นคำสั่งของ BASIC เพื่อทำการ AUTO START โปรแกรมเบสิค

2. นำ INTEL HEX FILE ที่ได้จากการ UPLOAD โดยใช้คำสั่ง BUP 1-6 ไปแปลเป็นอ๊อบเจ็คไฟล์ (.OBJ) แล้วนำไปโปรแกรมลงบน EPROM โดยเครื่องโปรแกรม EPROM ทั่วไป

3. นำ EPROM มาใส่ที่ตำแหน่ง U4 ของ ANT-32 แล้วทำการ RESET ถ้าทุกอย่างเรียบร้อย ANT-32 จะ AUTO START ตามคำสั่ง PROG1-6 ที่เลือกทันที

ตัวอย่างการใช้งาน

```
>BUP2              (กดคีย์ Enter)
Basic upload with PROG 2 command
Wait 10 second for UPLOAD intel Hex-file .....
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DUMP (Start)

สำหรับการดูข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORT) โดยมีแอดเตรสที่เรียกดูได้ระหว่าง 0000H - FFFFH

>DUMP 1000

จะเป็นการเรียกดูข้อมูลในหน่วยนความจำข้อมูล ตั้งแต่แอดเตรส 1000H เป็นต้นไป

EPROG

สำหรับการนำไฟล์โปรแกรมภาษาเบสิคที่อยู่ในหน่วยความจำ โปรแกรมลงบน EEPROM เบอร์ 2864 โดยมีการทำงานเสมือนคำสั่ง PROG ของ BASIC - 52

EPROG1

โปรแกรม EEPROM # 2864 ด้วยข้อมูลเสมือนคำสั่ง PROG 1 ของ BASIC-52

EPROG2

โปรแกรม EEPROM # 2864 ด้วยข้อมูลเสมือนคำสั่ง PROG 2 ของ BASIC-52

EPROG3

โปรแกรม EEPROM # 2864 ด้วยข้อมูลเสมือนคำสั่ง PROG 3 ของ BASIC-52

EPROG4

โปรแกรม EEPROM # 2864 ด้วยข้อมูลเสมือนคำสั่ง PROG 4 ของ BASIC-52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EPROG5

โปรแกรม EEPROM # 2864 ด้วยข้อมูลเสมือนคำสั่ง PROG 5 ของ BASIC-52

EPROG6

โปรแกรม EEPROM # 2864 ด้วยข้อมูลเสมือนคำสั่ง PROG 6 ของ BASIC-52

EBLANK

สำหรับล้างข้อมูล EEPROM # 2864

DIR

สำหรับการเรียกดูชื่อและจำนวนไฟล์ที่อยู่ใน E.ROM

```
>DIR
< ROM NO.>      < *** FILE NAME *** >
01              USERPORT
02              KMIT
03              MM58167
04              - NO NAME -
05              TESTPORT
>READY
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อไฟล์ที่คำสั่ง DIR อ่านได้นั้น ทำได้โดยการ ระบุชื่อไฟล์ไว้ที่บรรทัดแรกของโปรแกรม ด้วยคำสั่ง REM เช่น

```
10 REM KMIT
20 FOR I = TO 10
30 PRINT "IET RESEARCH"
40 NEXT I
50 END
```

ในที่นี้ บรรทัดที่ 10 จะเป็นการตั้งชื่อไฟล์ เมื่อนำไฟล์นี้ไปโปรแกรมลงบน EPROM หรือ EEPROM แล้วนำมาใส่ที่ซ็อคเก็ต U4 จะสามารถใช้คำสั่ง DIR เรียกดูชื่อไฟล์ได้

การใช้งานโปรแกรม XTALK

โปรแกรม XTALK คือโปรแกรมสำหรับการสื่อสารทั่วไป โดยในที่นี้จะใช้สื่อสารในแบบ LOCAL ซึ่งเป็นการสื่อสารโดยผ่านสาย RS232 โปรแกรมนี้มีรายละเอียดค่อนข้างมาก โดยพอจะสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. โปรแกรมในแผ่น DISK จะ AUTOEXEC เรียบร้อยแล้ว โดยเป็นการใช้งานตามการกำหนดคือ BAUD RATE = 9600, STOP BIT = 1, PARITY = NONE , DATA = 8, PORT = COM1, CWAIT = DELAY 2, LOCAL COMMUNICATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้งานมีโหมดต่าง ๆ คือ

- โหมดการสื่อสาร โดยจะอยู่ในขบวนการรับและส่งข้อมูลทางสาย และที่บรรทัดล่างสุดจะแสดงสถานะบางอย่าง พร้อมทั้งแสดงคำสั่ง (^A) ในการเปลี่ยนโหมดด้วย

- โหมด COMMAND จะเป็นการรับคำสั่งต่าง ๆ ของ ETALK ในจุดนี้จะขอดูตัวแปรต่าง ๆ ของการสื่อสรรได้ด้วยคำสั่ง ^F คำสั่งทั้งหมดของ XTALK จะดูได้ด้วยคำสั่ง HE (HELP) ในโหมดนี้สิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏบนจอจะเกิดขึ้นจาก XTALK เอง ไม่ใช่สิ่งที่มาจากการสื่อสาร โดยจะกลับไปโหมดการสื่อสารได้ด้วยการกด ENTER หรือคำสั่ง GO LOCAL

3. การใช้คำสั่ง CA (CATURE) เพื่อการเก็บสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏบนจอลงใน FILE จะทำได้โดยใช้ CA และตามด้วยชื่อ FILE หลังจากนั้นสิ่งที่เกิดขึ้นบนจอทุกอย่าง (ที่มาจากการสื่อสาร) จะถูกเก็บลงใน FILE และผู้ใช้จะสิ้นสุดขบวนการได้ด้วยคำสั่ง CA OFF กรณีนี้จะใช้สำหรับการเก็บโปรแกรมภาษา BASIC-52 ในแบบ TEXT FILE ได้หรือใช้ร่วมกับคำสั่งของ NIC-52MON เพื่อการ UP LOAD ข้อมูลต่าง ๆ จาก NIC-52

4. คำสั่ง SE (SEND) ใช้สำหรับการส่งข้อมูลจาก FILE ออกทางสาย ซึ่งเป็นขบวนการ DOWN LOAD จากเครื่อง PC ไปยัง NIC-52 โดยใช้งานร่วมกับคำสั่งใน NIC-52MON การใช้คำสั่ง SE และ CA จะช่วยให้การใช้งานของผู้ใช้สะดวกมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถจะทำการ UP และ DOWN LOAD ข้อมูลไปมาทำให้การเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลต่าง ๆ กระทำอยู่บนเครื่อง PC ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANT-32 กับภาษาเบสิค

การพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาเบสิค มีขั้นตอนต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

1. ต่อสาย RS232 ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ PC กับ ANT-32 ให้เรียบร้อย
2. เรียกใช้โปรแกรม ANT32.BAT ซึ่งอยู่ในแผ่นดิสค์ "ANT-32 UTILITY"

A>ANT32 (กดคีย์ Enter)

เครื่องจะเข้าโปรแกรม CRPSSTALK และอยู่ในสภาวะที่พร้อมจะทำการสื่อสารโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ PC จะทำหน้าที่เสมือนเป็นจอภาพ และคีย์บอร์ด ของ ANT-32

3. เปิดเครื่อง ANT-32 และกด SPACE ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ PC, ANT-32 จะทำการคำนวณ ค่าอัตราการรับส่งข้อมูล ให้โดยอัตโนมัติ และถ้าระบบเรียบร้อยดี จะมีข้อความต่อไปนี้ ปรากฏบนจอภาพ

```
* MCS-51 (tm) BASIC V1.1 *
READY
>
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากนั้นท่านสามารถเขียนคำสั่ง หรือโปรแกรมภาษาเบสิค เพื่อสั่งงาน ANT-32

```
>10 FOR I = 1 TO 5                    (กดคีย์ Enter)
>20 PRINT I                           (กดคีย์ Enter)
>30 NEXT I                            (กดคีย์ Enter)
```

ทดลองใช้คำสั่ง LIST เพื่อเรียกดูโปรแกรม

```
>LIST                                 (กดคีย์ Enter)
10 FOR I = 1 TO 5
20 PRINT I
30 NEXT I
READY
>
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองใช้คำสั่ง RUN เพื่อให้โปรแกรมที่เขียนไว้ข้างต้นทำงาน

```
>RUN                                    (กดคีย์ Enter)
1
2
3
4
5
READY
>
```

5. โปรแกรมภาษาเบสิคจะสามารถนำไปเก็บไว้ในดิสค์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ได้โดยใช้คำสั่ง BUP และสามารถโหลดโปรแกรมเบสิคคืนมาได้โดยใช้คำสั่ง XDOWN รายละเอียดการใช้งานสองคำสั่งนี้ อยู่ในหัวข้อ ANT-32MON BSIC MONITOR

6. เมื่อพัฒนาโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ANT-32 สามารถทำการ RUN โปรแกรมที่อยู่ใน ROM (U4 socket) ตำแหน่งไฟล์ ROM1 แบบ AUTO START โดยไม่ต้องอาศัยการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ด้วยการใช้คำสั่ง BUP1-6 รายละเอียดการใช้งานใช้งานสองคำสั่งนี้ อ่านได้ในหัวข้อ ANT-32 BASIC MONITOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANT-32 กับ ภาษาเบสิค + แอสเซมบลี้

การพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาเบสิค ร่วมกับ ภาษาแอสเซมบลี้ สรุปหลักการได้ดังนี้

1. ให้โปรแกรมเบสิคเป็นโปรแกรมหลัก และโปรแกรมแอสเซมบลี้ให้เป็นโปรแกรมย่อย โดยโปรแกรมเบสิคสามารถเรียกให้โปรแกรมแอสเซมบลี้ทำงาน ด้วยคำสั่ง CALL ของภาษาเบสิคเช่น CALL 9000H โปรแกรมเบสิคจะเรียกโปรแกรมแอสเซมบลี้ที่ตำแหน่งแอดเดรส 9000H ให้ทำงาน

2. การเขียนโปรแกรมแอสเซมบลี้ให้ใช้โปรแกรมเอดิเตอร์ทั่วไป หรือใช้โปรแกรม ED.COM ที่มีอยู่ในดิสค์ ANT-32 UTILITY และจุดเริ่มต้นของโปรแกรม (origin) ควรอยู่ที่แอดเดรส 9000H ขึ้นไป

3. โปรแกรมแอสเซมบลี้ที่เขียนเสร็จแล้ว นำมาแปลเป็นอ็อบเจ็คโค้ดโดยใช้โปรแกรมตัวแปลภาษาแอสเซมบลี้ 8051 ทั่วไป หรือใช้โปรแกรม SXA51.EXE ที่มีอยู่ในดิสค์ ANT-32 UTILITY โดยไฟล์ที่แปลได้จะอยู่ในลักษณะของ INTEL HEX FILE

4. ทำการ DOWN LOAD ไฟล์โปรแกรมแอสเซมบลี้ที่แปลแล้ว เข้ามาในหน่วยความจำข้อมูลของ ANT-32 ด้วยคำสั่ง XDOWN และโปรแกรมแอสเซมบลี้นี้จะทำงาน เมื่อมีการใช้คำสั่ง CALL ของโปรแกรมภาษาเบสิค

5. การเขียนโปรแกรมแอสเซมบลี้ เพื่อใช้ร่วมกับโปรแกรมภาษาเบสิค มีข้อควรรู้และควรระวัง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. เบสิค ใช้รีจิสเตอร์แบงค์ 0,1,2 ผู้ใช้ห้ามเปลี่ยนแปลงค่าในรีจิสเตอร์เหล่านี้ นอกจากในขณะที่เรียกใช้ฟังก์ชั่นเบสิค จะใช้รีจิสเตอร์แบงค์ 0 เป็นตัวส่งผ่านค่าได้

ข. รีจิสเตอร์แบงค์ 3 สามารถนำมาใช้ได้ เบสิคจะใช้รีจิสเตอร์แบงค์ 3 นี้ขณะที่ทำงานตามคำสั่ง PGM เท่านั้น

ค. Acc , DPTR สามารถนำมาใช้ได้ แต่ต้องนึกเสมอว่า โปรแกรมเบสิคสามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้

6. การส่งผ่านค่าตัวแปรกระทำได้ ระหว่างโปรแกรมเบสิคกับแอสเซมบลี้ โดยผ่านทาง ARGUMENT STACK

7. โปรแกรมแอสเซมบลี้สามารถเรียกใช้ฟังก์ชั่งเบสิคได้ โดยมีหลักการดังนี้

ก. ฟังชั่นเบสิค จะมีหมายเลขประจำฟังก์ชั่นนั้น ๆ เรียกว่า OPBYTE

ข. เมื่อต้องการเรียกใช้ฟังก์ชั่นเบสิค ให้เลือกใช้รรีจิสเตอร์แบงค์ 0 ก่อน จากนั้นให้ค่า OPBYTE ของฟังก์ชั่นเบสิคที่ต้องการไว้ที่ Acc แล้ว CALL 30H

ค. ผลลัพธ์จากการเรียกใช้ ฟังชั่นเบสิคจะเก็บใน รีจิสเตอร์แบงค์ 0 เสมอ และในบางฟังก์ชั่น จะเก็บผลลัพธ์ไว้ที่ ARGUMENT STACK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANT-32 กับ ภาษาแอสเซมบลี้

การพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี้ มีหลักการดังนี้

1. การเขียนโปรแกรมแอสเซมบลี้ให้ใช้โปรแกรมเอดิเตอร์ทั่วไป หรือใช้โปรแกรม ED.COM ที่มีอยู่ในดิสค์ ANT-32 UTILITY และจุดเริ่มต้นของโปรแกรม (origin) ต้องอยู่ที่แอดเดรส 0000H

2. โปรแกรมแอสเซมบลี้ที่เขียนเสร็จแล้ว นำมาแปลเป็นอ็อบเจ็คโค้ด โดยใช้โปรแกรมตัวแปลภาษาแอสเซมบลี้ 8051 ทั่วไป หรือใช้โปรแกรม SXA51.EXE ที่มีอยู่ในดิสค์ ANT-32 UTILITY โดยไฟล์ที่แปลได้จะอยู่ในลักษณะของ INTEL HEX FILE

3. ไฟล์โปรแกรมที่แปลเรียบร้อยแล้ว สามารถส่งไปยังบอร์ด ANT-32 ได้ โดยใช้บอร์ด EE-232 (EPROM EMULATOR) โดยซ๊อกเก็ตของ EE-232 เสียบอยู่ที่บอร์ด ANT-32 แทนที่ ROM ANT-32MON แล้วทำการส่งไฟล์ จากเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ไปที่ EE-232 โดยผ่านทางพอร์ต RS232

4. กดสวิทช์รีเซ้ทบนบอร์ด ANT-32 ถ้าโปรแกรมแอสเซมบลี้ ANT-32 จะทำงานตามที่โปรแกรมไว้ทันที

นอกจากวิธีที่กล่าวมาแล้วนั้น ยังสามารถใช้ ANT-32MON BASIC MONITOR ช่วยในการพัฒนา โดยมีหลักการดังนี้

1. โปรแกรมแอสเซมบลี้ที่เขียนให้มีจุดเริ่มต้น (origin) ตั้งแต่แอดเดรส 8000H ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้คำสั่ง XDOWN ทำการ DOWN LOAD ไฟล์โปรแกรมแอสเซมบลี้ที่แปลแล้วที่อยู่ในลักษณะ INTEL HEX FIL4E ลงมาที่หน่วยนความจำของ ANT-32

3. เมื่อต้องการทดสอบโปรแกรม ให้ใช้คำสั่ง CALL ของเบสิค เรียกโปรแกรมแอสเซมบลี้ให้ทำงาน

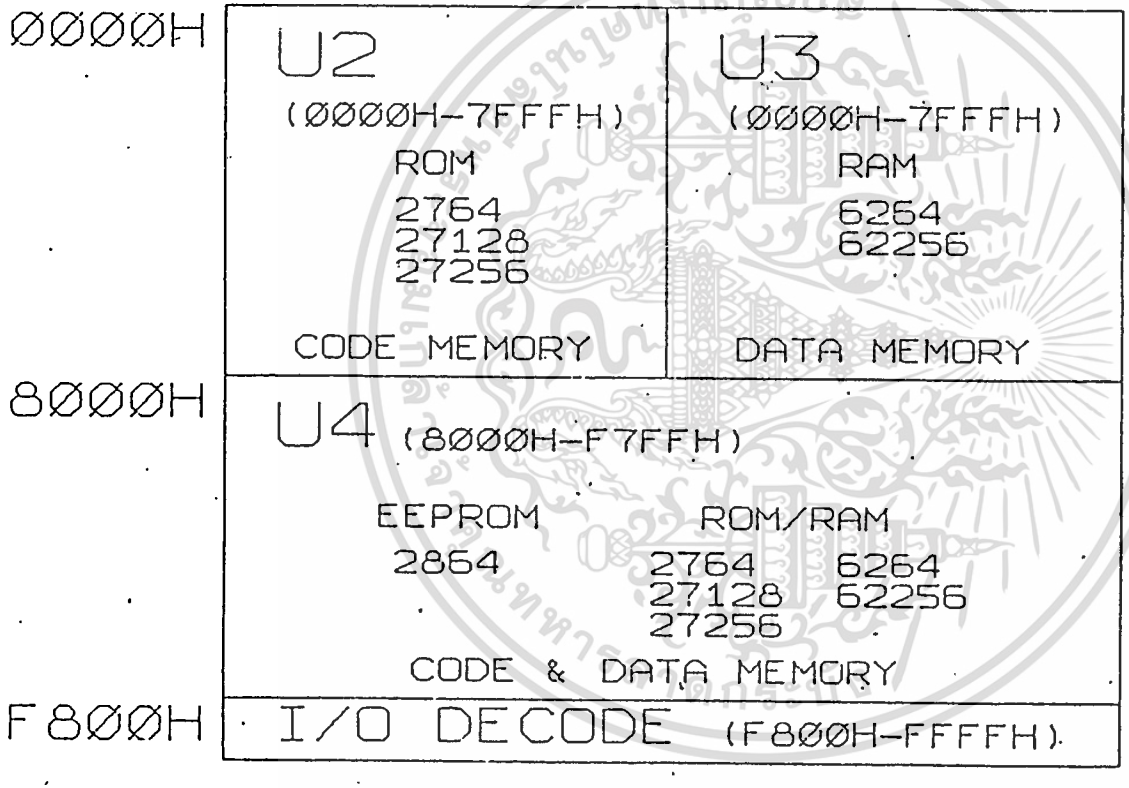
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งพิเศษ

XDOWN(OFFSET)	- Download Intel Hex file
XUP START,END	- Upload Intel Hexa file
BUP	- Upload current basic file
BUP1	- Upload current basic file with PROG1 and prepare file for use to program EPROM
BUP2	- Upload current basic file with PROG2 and prepare file for use to program EPROM
BUP3	- Upload current basic file with PROG3 and prepare fire for use to program EPROM
BUP4	- Up load current basic file with PROG4 and prepare fire for use to program EPROM
BUP5	- Up load current basic file with PROG5 and prepare fire for use to program EPROM
BUP6	- UP load current basic fire with PROG6 and prepare fire for use to program EPROM
DUMP(START)	- Display data memory
EPROG	- Program EEPROM #2864 with current basic file
EPROG1	- Program EEPROM #2864 with PROG1 command
EPROG2	- Program EEPROM #2864 with PROG2 command
EPROG3	- Program EEPROM #2864 with PROG3 command
EPROG4	- Program EEPROM #2864 with PROG4 command
EPROG5	- Program EEPROM #2864 with PROG5 command
EPROG6	- Program EEPROM #2864 with PROG6 command
EBLANK	- Erase EEPROM#2864
DIR	- Directory files in EPROM at U4 socket

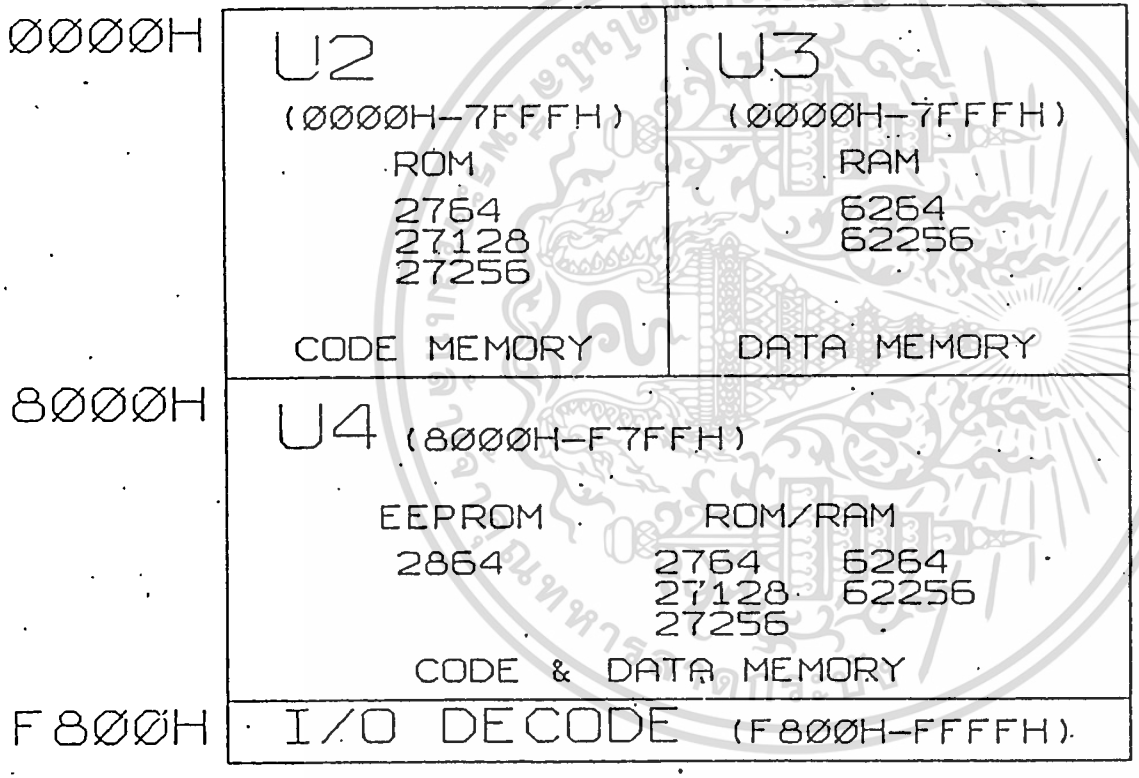
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANT-32
MEMORY MAP

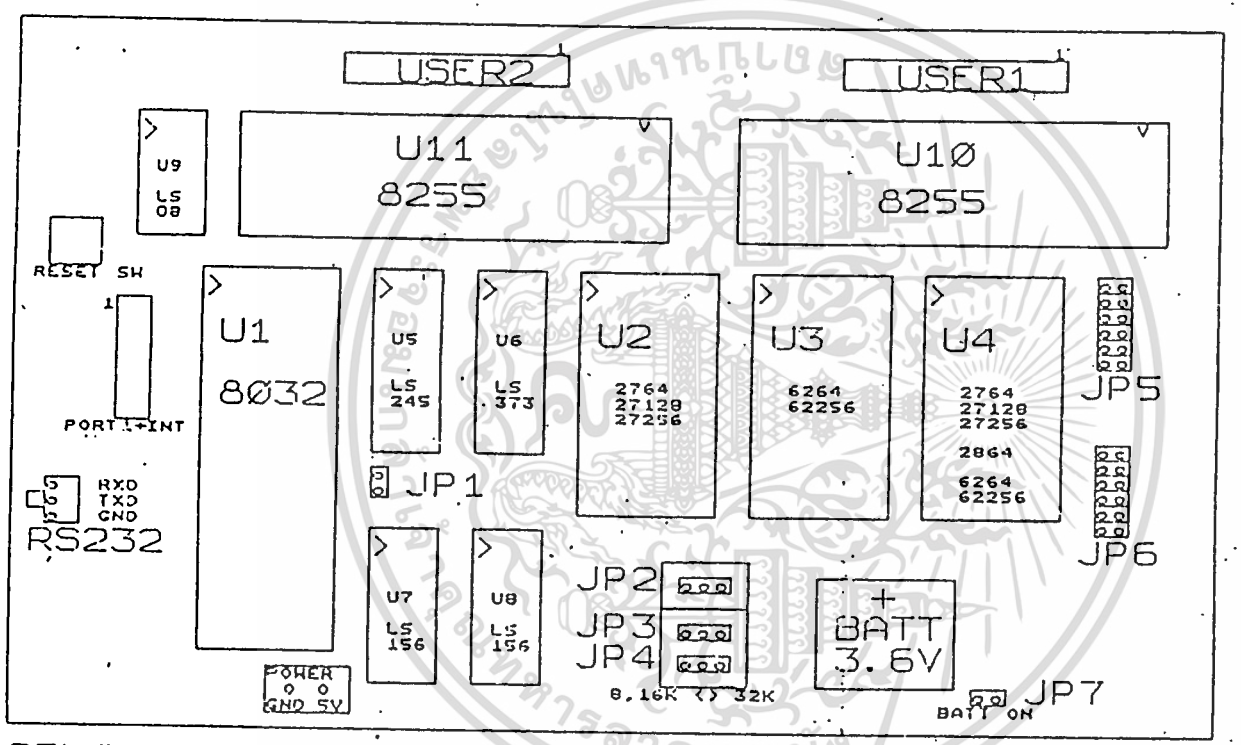


ANT-32 MEMORY MAP		
Size: A	Document Number: SILA RESEARCH CO.,LTD.	REV: 001
Date: July 10, 1990	Sheet: 1 of 1	

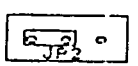
ANT-32
MEMORY MAP



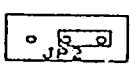
ANT-32 MEMORY MAP		
Size: A	Document Number: SILA RESEARCH CO.,LTD.	REV: 001
Date: June 10, 1990	Sheet: 1 of 1	



SELECT U2 BY JP2

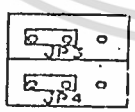


2764/128 (8,16K)

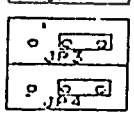


27256 (32K)

SELECT U3 BY JP3,JP4



6264 (8K)

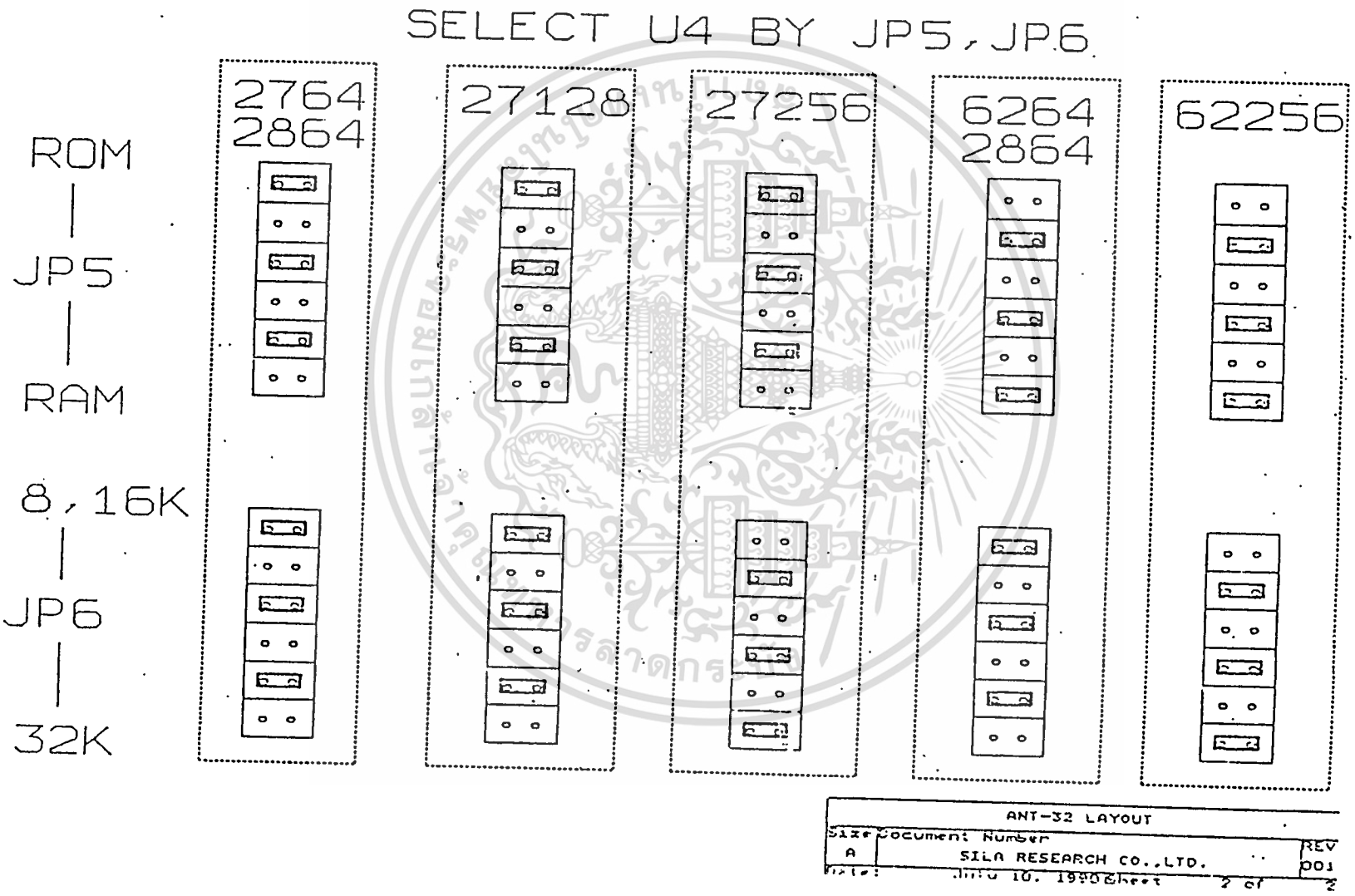


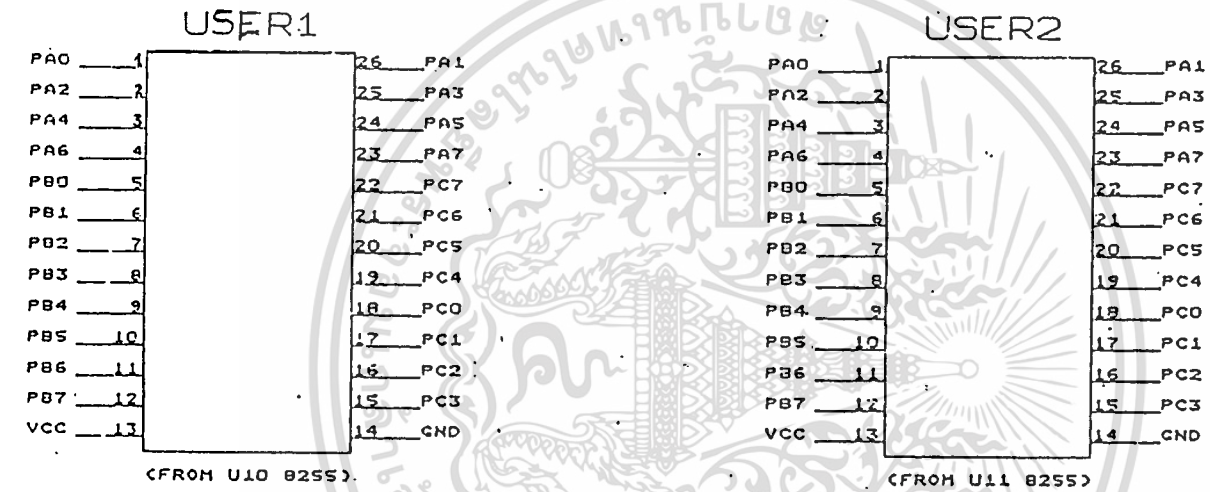
62256 (32K)

SELECT U4 BY JP5,JP6

SEE NEXT PAGE

ANT-32 LAYOUT		
Size A	Document Number SILA RESEARCH CO.,LTD.	REV 001
Date:	Sheet 1 of 2	


SELECT U4 BY JP5,JP6
ROM
JP5
RAM
8,16K
JP6
32K
2764
2864
27128
27256
6264
2864
62256
ANT-32 LAYOUT
Size
A
Document Number
SILA RESEARCH CO.,LTD.
REV
001
Date: มีนาคม 10, 1990 Sheet 2 of 2

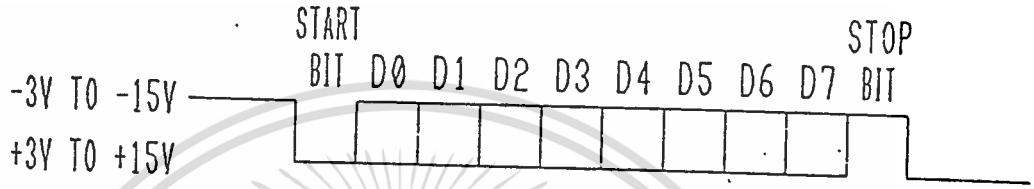


ANT-32

60 BIT I/O PORT PINOUT

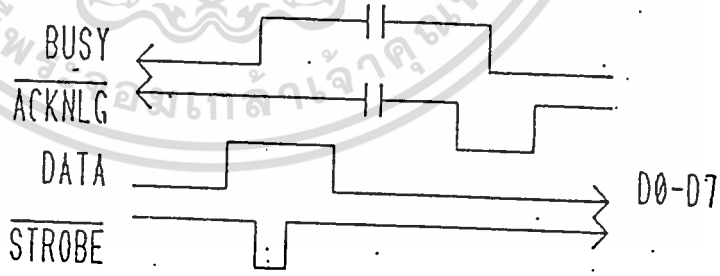
ANT-32 CONNECTOR PINOUT		
Size	Document Number	REV
A	SILA RESEARCH CO.,LTD.	001
Date:	Oct. 10, 1990 Sheet 1 of 1	

RS232 SIGNAL



BAUD RATE = 1200, 2400, 4800, 9600
DATA = 8 BIT
STOP BIT = 1 BIT
PARITY BIT = NONE

PARALLEL SIGNAL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

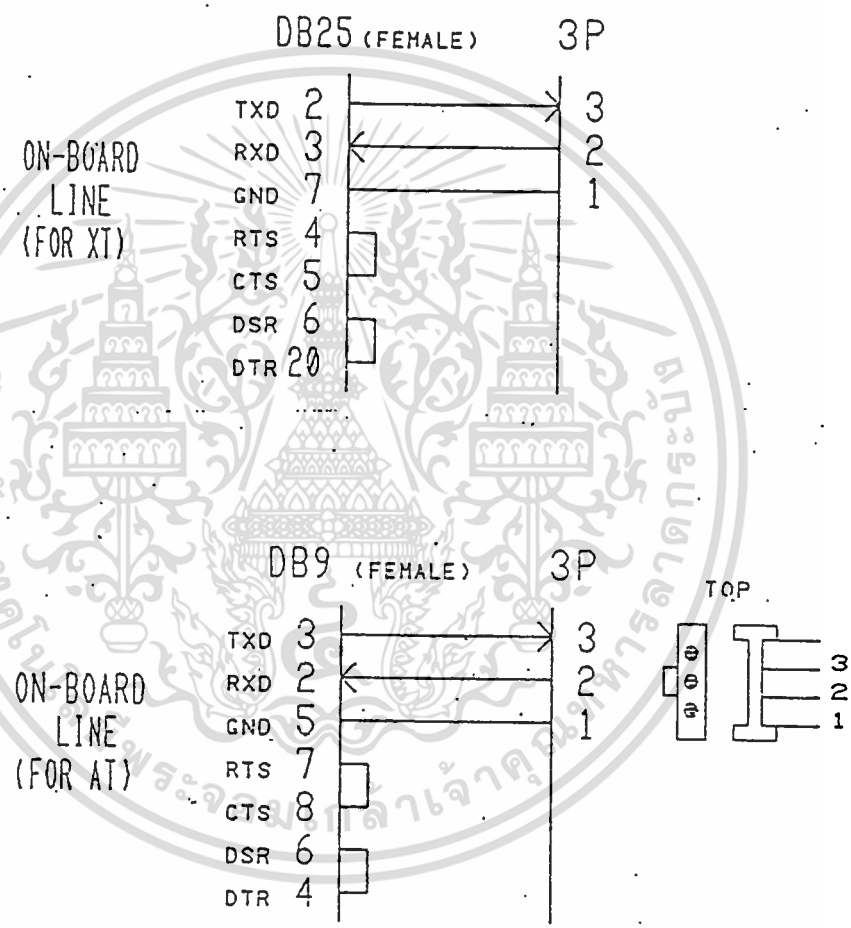
8255 MODE Ø SUMMARY

CONTROL CODE IN MODE Ø

PORT A	PORT B	PORT CØ-C3	PORT C4-C7	CODE(HEX)
O	O	O	O	8Ø
O	O	O	I	88
O	O	I	O	81
O	O	I	I	89
O	I	O	O	82
O	I	O	I	8A
O	I	I	O	83
O	I	I	I	8B
I	O	O	O	9Ø
I	O	O	I	98
I	O	I	O	91
I	O	I	I	99
I	I	O	O	92
I	I	O	I	9A
I	I	I	O	93
I	I	I	I	9B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

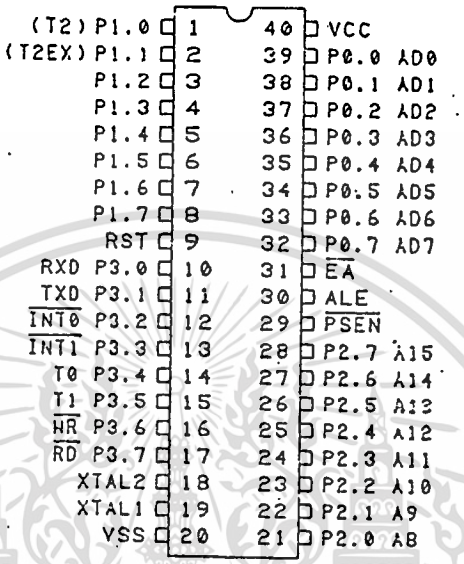
การต่อสาย RS232



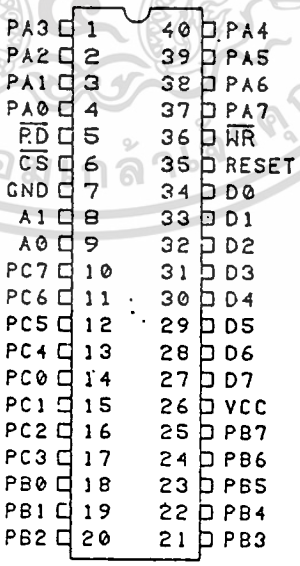
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN CONFIGURATION

8031(32)



8255



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

MM58167A
Microprocessor Real Time Clock

General Description

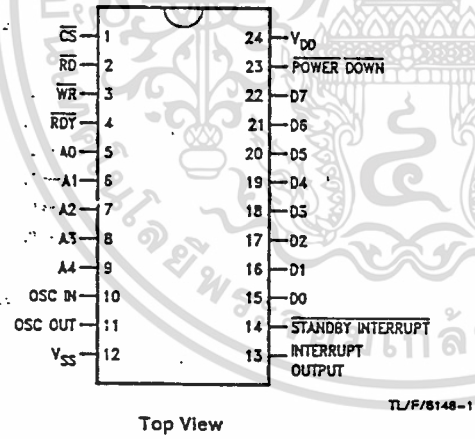
The MM58167A is a low threshold metal gate CMOS circuit that functions as a real time clock in bus oriented microprocessor systems. The device includes an addressable real time counter, 56 bits of RAM, and two interrupt outputs. A $\overline{\text{POWER DOWN}}$ input allows the chip to be disabled from the rest of the system for standby low power operation. The time base is a 32.768 Hz crystal oscillator.

Features

- Microprocessor compatible (8-bit data bus)
- Milliseconds through month counters
- 56 bits of RAM with comparator to compare the real time counter to the RAM data
- 2 INTERRUPT OUTPUTS with 8 possible interrupt signals
- $\overline{\text{POWER DOWN}}$ input that disables all inputs and outputs except for one of the interrupts
- Status bit to indicate rollover during a read
- 32.768 Hz crystal oscillator
- Four-year calendar (no leap year)
- 24-hour clock

Connection Diagrams

Dual-In-Line Package

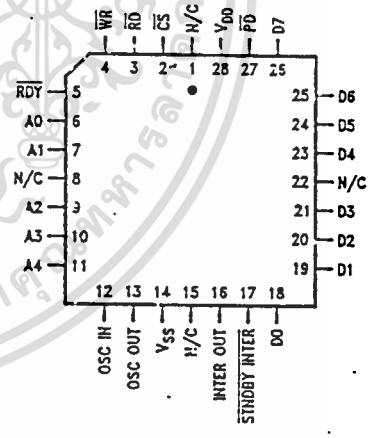


TL/F/6148–1

Top View

Order Number MM58167AN
See NS Package Number N24A

PCC Package



TL/F/6148–2

Top View

Order Number MM58167AV
See NS Package Number V28A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Voltage at All Pins	V_{SS} − 0.3V to V_{DD} + 0.3V
Operating Temperature	0°C to 70°C
Storage Temperature	−65°C to +150°C
$V_{DD}-V_{SS}$	6.0V
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	300°C

ESD rating is to be determined.

Electrical Characteristics V_{SS} = 0V, 0°C ≤ T_A ≤ 70°C

Parameter	Conditions	Min	Max	Units
Supply Voltage				
V_{DD}	Outputs Enabled	4.5	5.5	V
V_{DD}	$\overline{\text{POWER DOWN}}$ Mode	2.2	5.5	V
Supply Current				
I_{DD}, Dynamic	Outputs TRI-STATE® f_{IN} = 32.768 kHz, V_{DD} = 5.5V $V_{IH} \geq V_{DD} - 0.3V$ $V_{IL} \leq V_{SS} + 0.3V$		20	µA
I_{DD}, Dynamic	Outputs TRI-STATE f_{IN} = 32.768 kHz, V_{DD} = 5.5V V_{IH} = 2.0V, V_{IL} = 0.8V		5	mA
Input Voltage				
Logical Low		0.0	0.8	V
Logical high		2.0	V_{DD}	V
Input Leakage Current	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$	−1	1	µA
Output Impedance	I/O and INTERRUPT OUT			
Logical Low	V_{DD} = 4.5V, I_{OL} = 1.6 mA		0.4	V
Logical High	V_{DD} = 4.5V, I_{OH} = −400 µA	2.4		V
	I_{OH} = −10 µA	0.8 V_{DD}		V
TRI-STATE	$V_{SS} \leq V_{OUT} \leq V_{DD}$	−1	1	µA
Output Impedance	$\overline{\text{RDY}}$ and $\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$ (Open Drain Devices)			
Logical Low, Sink	V_{DD} = 4.5V, I_{OL} = 1.6 mA		0.4	V
Logical High, Leakage	$V_{OUT} \leq V_{DD}$		10	µA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

Real Time Counter

The real time counter is divided into 4-bit digits with 2 digits being accessed during any read or write cycle. Each digit represents a BCD number and is defined in Table I. Any unused bits are held at a logical zero during a read and ignored during a write. An unused bit is any bit not necessary to provide a full BCD number. For example tens of hours cannot legally exceed the number 2, thus only 2 bits are necessary to define the tens of hours. The other 2 bits in the tens of hours digit are unused. The unused bits are designated in Table I as dashes.

The addressable portion of the counter is from milliseconds to months. The counter itself is a ripple counter. The ripple delay is less than 60 µs above 4.5V and 300 µs at 2.2V.

RAM

56 bits of RAM are contained on-chip. These can be used for any necessary power down storage or as an alarm latch for comparison to the real time counter. The data in the RAM can be compared to the real time counter on a digit basis. The only digits that are not compared are the unit ten thousandths of seconds and tens of days of the week (these are unused in the real time counter). If the two most significant bits of any RAM digit are ones, then this RAM location will always compare. The rule of thumb for an "alarm" interrupt is: All nibbles of higher order than specified are set to C hex (always compare). All nibbles lower than specified are set to "zero". As an example, if an alarm is to occur everyday at 10:15 a.m., configure the bits in RAM as shown in Table II.

The RAM is formatted the same as the real time counter, 4 bits per digit, 14 digits, however there are no unused bits.

The unused bits in the real time counter will compare only to zeros in the RAM.

An address map is shown in Table III.

Interrupts and Comparator

There are two interrupt outputs. The first is the INTERRUPT OUTPUT (a true high signal). This output can be programmed to provide 8 different output signals. They are: 10 Hz, once per second, once per minute, once per hour, once a day, once a week, once a month, and when a RAM/real time counter comparison occurs. To enable the output a one is written into the interrupt control register at the bit location corresponding to the desired output frequency (*Figure 7*). Once one or more bits have been set in the interrupt control register, the corresponding counter's rollover to its reset state will clock the interrupt status register and cause the interrupt output to go high. To reset the interrupt and to identify which frequency caused the interrupt, the interrupt status register is read. Reading this register places the contents of the status register on the data bus. The interrupting frequency will be identified by a one in the respective bit position. Removing the read will reset the interrupt.

The second interrupt is the $\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$ (open drain output, active low). This interrupt occurs when enabled and when a RAM/real time counter comparison occurs. The $\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$ is enabled by writing a one on the D0 line at address 16_H or disabled by writing a zero on the D0 line. This interrupt is not triggered by the edge of the compare signal, but rather by the level. Thus if the compare is enabled when the $\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$ is enabled, the interrupt will turn on immediately.

TABLE I. Real Time Counter Format

Counter Addressed		Units				Max BCD Code	Tens				Max BCD Code
		D0	D1	D2	D3		D4	D5	D6	D7	
Milliseconds	(00_H)	—	—	—	—	0	D4	D5	D6	D7	9
Hundredths and Tenths Sec	(01_H)	D0	D1	D2	D3	9	D4	D5	D6	D7	9
Seconds	(02_H)	D0	D1	D2	D3	9	D4	D5	D6	—	5
Minutes	(03_H)	D0	D1	D2	D3	9	D4	D5	D6	—	5
Hours	(04_H)	D0	D1	D2	D3	9	D4	D5	—	—	2
Day of the Week	(05_H)	D0	D1	D2	—	7	—	—	—	—	0
Day of the Month	(06_H)	D0	D1	D2	D3	9	D4	D5	—	—	3
Month	(07_H)	D0	D1	D2	D3	9	D4	—	—	—	1

(—) indicates unused bits

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

TABLE II. Clock RAM Bit Map for Alarm Interrupt Everyday at 10:15 a.m.

Function	Address					Data							
						HI Nibble				Lo Nibble			
	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Milliseconds	0	1	0	0	0	0	0	0	0	No RAM Exists			
Hundredths and Tenths of Seconds	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Seconds	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minutes	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1
Hours	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Day of Week	0	1	1	0	1	No RAM Exists				1	1	X	X
Day of Month	0	1	1	1	0	1	1	X	X	1	1	X	X
Months	0	1	1	1	1	1	1	X	X	1	1	X	X

TABLE III. Address Codes and Function

A4	A3	A2	A1	A0	Function
0	0	0	0	0	Counter—Milliseconds
0	0	0	0	1	Counter—Hundredths and Tenths of Seconds
0	0	0	1	0	Counter—Seconds
0	0	0	1	1	Counter—Minutes
0	0	1	0	0	Counter—Hours
0	0	1	0	1	Counter—Day of Week
0	0	1	1	0	Counter—Day of Month
0	0	1	1	1	Counter—Month
0	1	0	0	0	RAM—Milliseconds
0	1	0	0	1	RAM—Hundredths and Tenths of Seconds
0	1	0	1	0	RAM—Seconds
0	1	0	1	1	RAM—Minutes
0	1	1	0	0	RAM—Hours
0	1	1	0	1	RAM—Day of Week
0	1	1	1	0	RAM—Day of Month
0	1	1	1	1	RAM—Months
1	0	0	0	0	Interrupt Status Register
1	0	0	0	1	Interrupt Control Register
1	0	0	1	0	Counters Reset
1	0	0	1	1	RAM Reset
1	0	1	0	0	Status Bit
1	0	1	0	1	GO Comand
1	0	1	1	0	$\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$
1	1	1	1	1	Test Mode

All others unused

The comparator is a cascaded exclusive NOR. Its output is latched 61 μs after the rising edge of the 1 kHz clock signal (input to the milliseconds counter). This allows the counter to ripple through before looking at the comparator. For operation at less than 4.5V, the thousandths of seconds counter should not be included in a compare because of the possibility of having a ripple delay greater than 61 μs. (For output timing see Interrupt Timing.)

Power Down Mode

The $\overline{\text{POWER DOWN}}$ input is essentially a second chip select. It disables all inputs and outputs except for the $\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$. When this input is at a logical zero, the device will not respond to any external signals. It will, however, maintain timekeeping and turn on the $\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$ if programmed to do so. (The programming must be done before the $\overline{\text{POWER DOWN}}$ input goes to a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

logical zero.) When switching V_{DD} to the standby or power down mode, the $\overline{\text{POWER DOWN}}$ input should go to a logical zero at least 1 μs before V_{DD} is switched. When switching V_{DD} all other inputs must remain between V_{SS} − 0.3V and V_{DD} + 0.3V. When restoring V_{DD} to the normal operating mode, it is necessary to insure that all other inputs are at valid levels before switching the $\overline{\text{POWER DOWN}}$ input back to a logical one. These precautions are necessary to insure that no data is lost or altered when changing to or from the power down mode.

Counter and RAM Resets; GO Command

The counters and RAM can be reset by writing all 1's (FF) at address 12_H or 13_H respectively.

A write pulse at address 15_H will reset the thousandths, hundredths, tenths, units, and tens of seconds counters. This GO command is used for precise starting of the clock. The data on the data bus is ignored during the write. If the seconds counter is at a value greater than 39 when the GO is issued, the minute counter will increment; otherwise the minute counter is unaffected. This command is not necessary to start the clock, but merely a convenient way to start precisely at a given minute.

Status Bit

The status bit is provided to inform the user that the clock is in the process of rolling over when a counter is read. The status bit is set if this 1 kHz clock occurs during or after any counter read. This tells the user that the clock is rippling through the real time counter. Because the clock is rippling, invalid data may be read from the counter. If the status bit is set following a counter read, the counter should be reread.

The status bit appears on D0 when address 14_H is read. All the other data lines will zero. The bit is set when a logical one appears. This bit should be read every time a counter read or after a series of counter reads are done. The trailing edge of the read at address 14_H will reset the status bit.

Using the Rollover Status Bit

If a single read of any clock counter is made, it should be followed by reading the rollover status bit.

Example: Read months, then read rollover status.

If a sequential read of the clock counters is made, then the rollover status bit should be read after the last counter is read.

Example: Read hours, minutes, seconds, then read the rollover status.

Oscillator

The oscillator used in the standard Pierce parallel resonant oscillator. Externally, 2 capacitors, a 20 MΩ resistor and the crystal are required. The 20 MΩ resistor is connected between OSC IN and OSC OUT to bias the internal inverter in the linear region. For micropower crystals a resistor in series with the oscillator output may be necessary to insure the crystal is not overdriven. This resistor should be approximately 200 kΩ. The capacitor values should be typically 20 pF–25 pF. The crystal frequency is 32,768 Hz.

The oscillator input can be externally driven, if desired. In this case the oscillator output should be left floating and the oscillator input levels should be within 0.3V of the supplies.

A ground line or ground plane between pins 9 and 10 may be necessary to reduce interference of the oscillator by the A4 address.

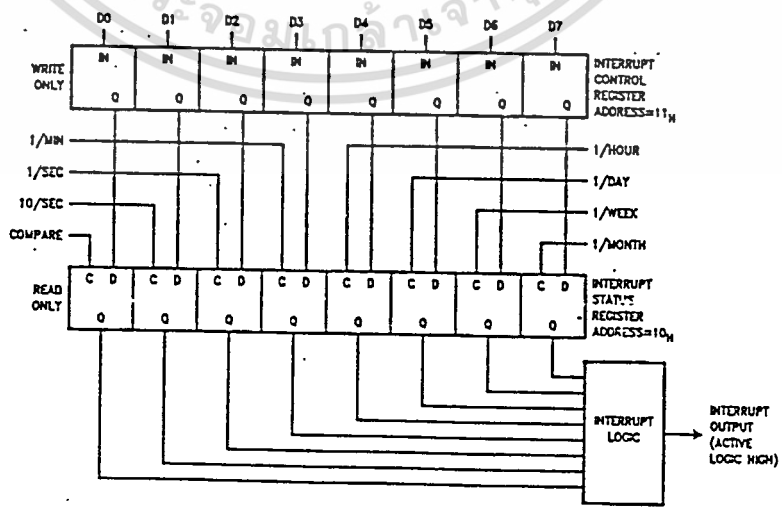
Control Lines

The $\overline{\text{READ}}$, $\overline{\text{WRITE}}$, AND $\overline{\text{CHIP SELECT}}$ signals are active low inputs. The $\overline{\text{READY}}$ signal is an open drain output. At the start of each read or write cycle the $\overline{\text{READY}}$ line (open drain) will pull low and will remain low until valid data from a chip read appears on the bus or data on the bus is latched in during a write. $\overline{\text{READ}}$ and $\overline{\text{WRITE}}$ must be accompanied by a $\overline{\text{CHIP SELECT}}$ (see *Figures 3* and *4* for read and write cycle timing).

During a read or write, address bits must not change while chip select and control strobes are low.

Test Mode

The test mode is for production testing. It allows the counters to count at a higher than normal rate. In this mode the 32.768 kHz oscillator input is connected directly to the ten thousandths of seconds counter. The chip select and write lines must be low and the address must be held at $1F_H$.



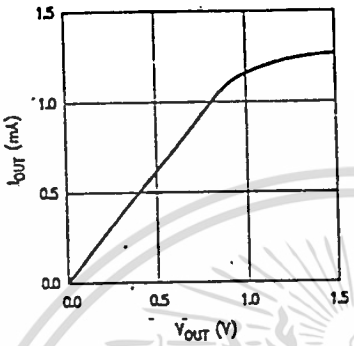
TL/F/6148–3

FIGURE 1. Interrupt Register Format

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

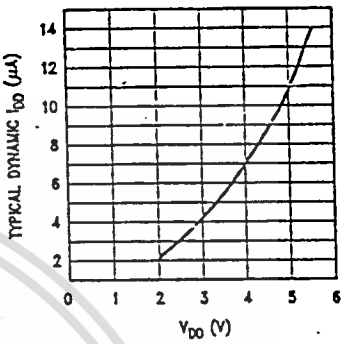
Functional Description (Continued)

Standby Interrupt Typical Characteristics



TL/F/6148–4

Typical Supply Current vs Supply Voltage during Power Down



TL/F/6148–5

FIGURE 2

Interrupt Timing $0°C \le T_A \le 70°C$, $4.5V \le V_{DD} \le 5.5V$, $V_{SS} = 0V$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
t_{INTON}	Status Register Clock to INTERRUPT OUTPUT (Pin 13) High (Note 1)		5	μs
t_{SBYON}	Compare Valid to $\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$ (Pin 14) Low (Note 1)		5	μs
t_{INTOFF}	Trailing Edge of Status Register Read to INTERRUPT OUTPUT Low		5	μs
t_{SBYOFF}	Trailing Edge of Write Cycle (D0 = 0; Address = 16_H) to $\overline{\text{STANDBY INTERRUPT}}$ Off (High Impedance State)		5	μs

Note 1: The status register clocks are: the corresponding counter's rollover to its reset state or the compare becoming valid. The compare becomes valid 61 μs after the 1/10,000 of a second counter is clocked, if the real time counter data matches the RAM data.

Read Cycle Timing $0°C \le T_A \le 70°C$, $4.5V \le V_{DD} \le 5.5V$, $V_{SS} = 0V$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
t_{AR}	Address Bus Valid to Read Strobe (Note 3)	100		ns
t_{CSR}	Chip Select to Read Strobe (Note 2)	0		ns
t_{RRY}	Read Strobe to Ready Strobe		150	ns
t_{RYD}	Ready Strobe to Data Valid		800	ns
t_{AD}	Address Bus Valid to Data Valid		1050	ns
t_{RH}	Data Hold Time from Trailing Edge of Read Strobe	0		ns
t_{HZ}	Trailing Edge of Read Strobe to TRI-STATE Mode		250	ns
t_{RYH}	Read Hold Time after Ready Strobe	0		ns
t_{RA}	Address Bus Hold Time from Trailing Edge of Read Strobe	50		ns
t_{RYDV}	Rising Edge of Ready to Data Valid		100	ns

Note 2: When reading, a deselect time of 500 ns minimum must occur between counter reads. Deselect is $\overline{CS}$ = 1 or (WR) = ($\overline{RD}$) = 1.

Note 3: If t_{AR} = 0 and Chip Select, Address Valid or Read are coincident then they must exist for 1050 ns.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Write Cycle Timing $0°C \le T_A \le 70°C$, $4.5V \le V_{DD} \le 5.5V$, $V_{SS} = 0V$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
t_{AW}	Address Valid to Write Strobe	100		ns
t_{CSW}	Chip Select to Write Strobe	0		ns
t_{DW}	Data Valid before Write Strobe	100		ns
t_{WRY}	Write Strobe to Ready Strobe		150	ns
t_{RY}	Ready Strobe Width		800	ns
t_{RYH}	Write Hold Time after Ready Strobe	0		ns
t_{WD}	Data Hold Time after Write Strobe	110		ns
t_{WA}	Address Hold Time after Write Strobe	50		ns

Note 4: If data changes while $\overline{CS}$ and $\overline{WR}$ are low, then they must remain coincident for 1050 ns after the data change to ensure a valid write. Data bus loading is 100 pF. Ready output loading is 50 pF and 3 kΩ pull-up.

Input and output AC timing levels:
Logical one = 2.0V
Logical zero = 0.8V

Read and Write Cycle Timing Diagrams

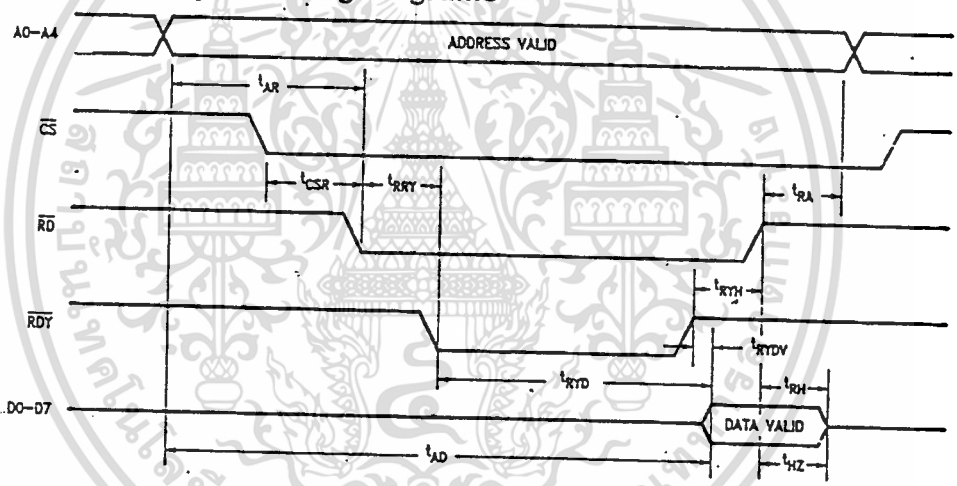


FIGURE 3. Read Cycle Timing

TL/F/6148–6

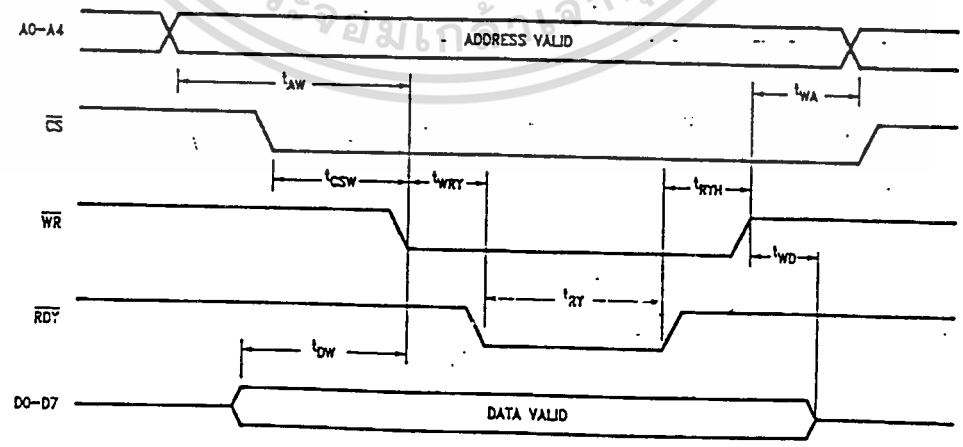
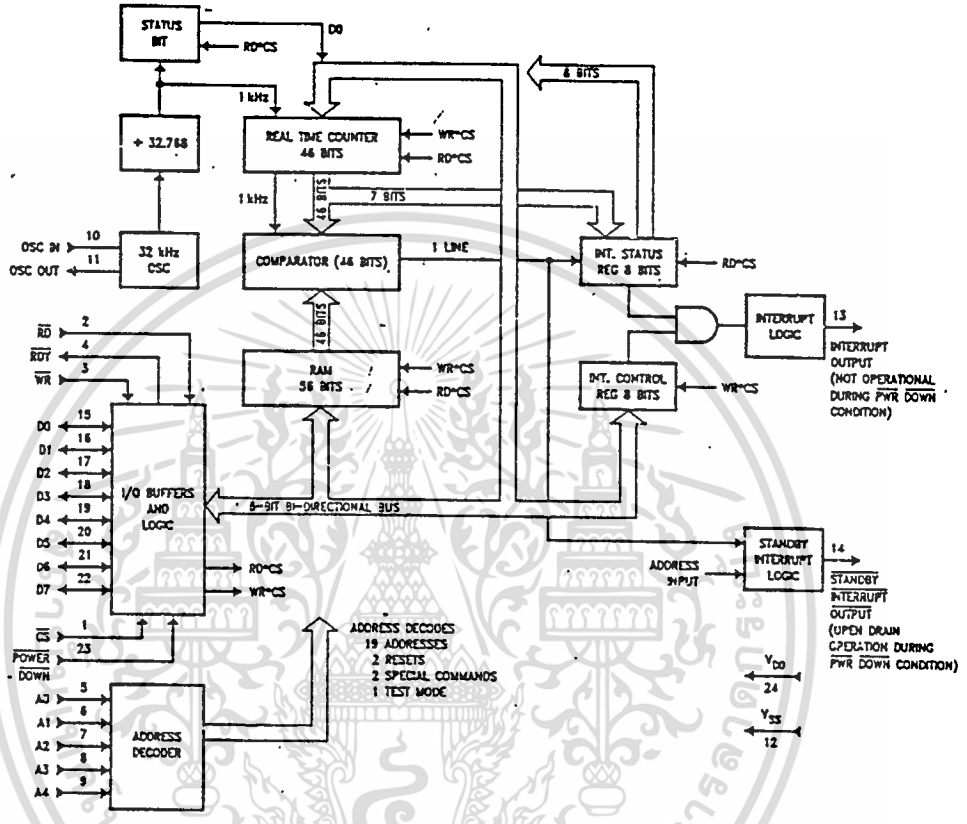


FIGURE 4. Write Cycle Timing

TL/F/6148–7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

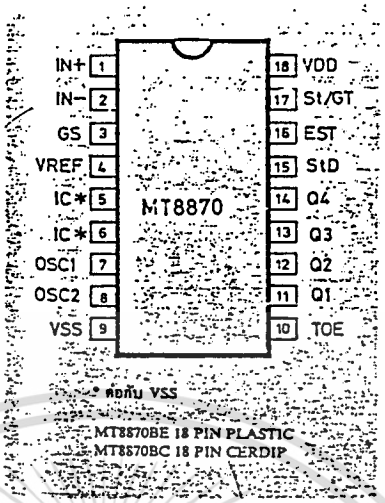
Block Diagram



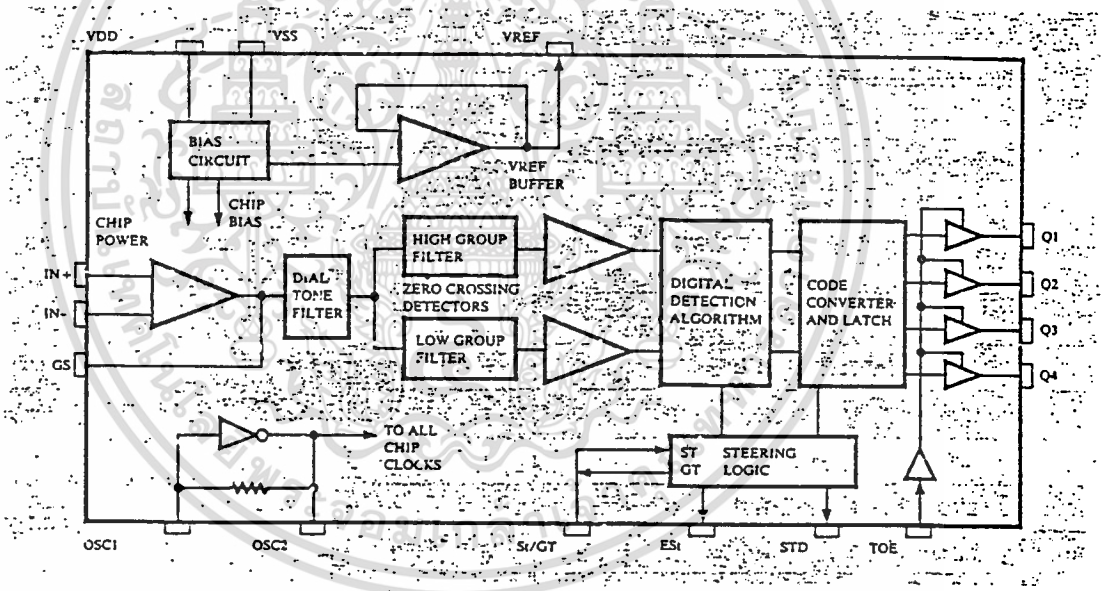
TL/F/6148–10

FIGURE 7

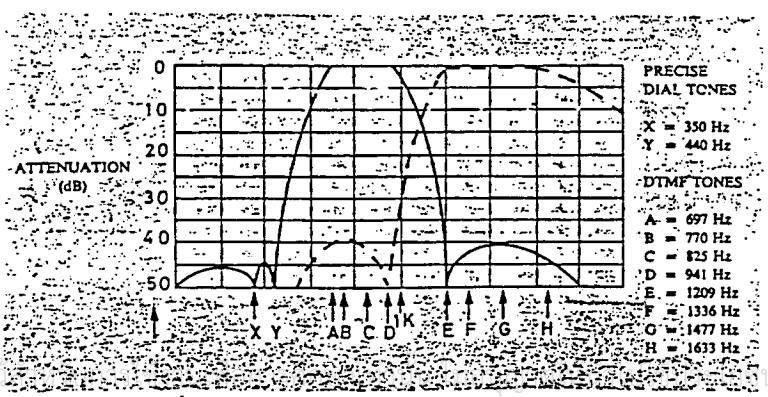
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870



รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

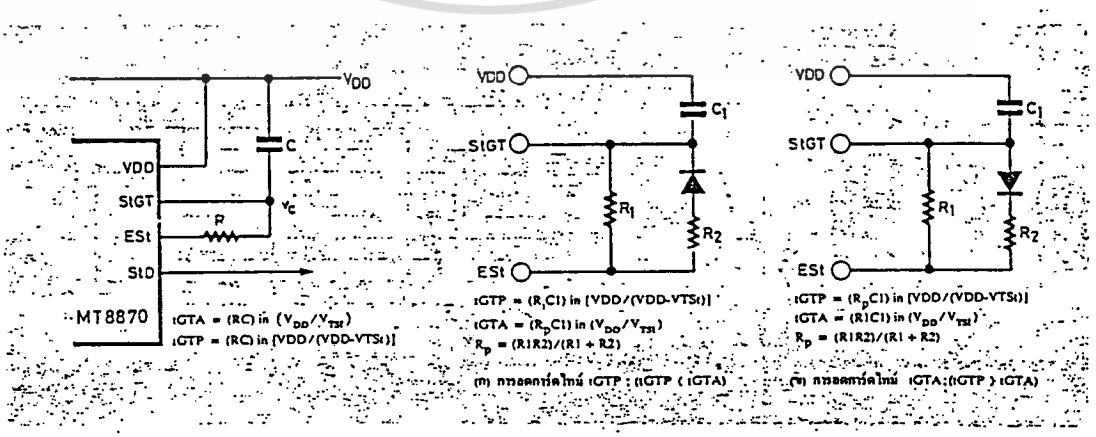


รูปที่ 3 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ [illegible] ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

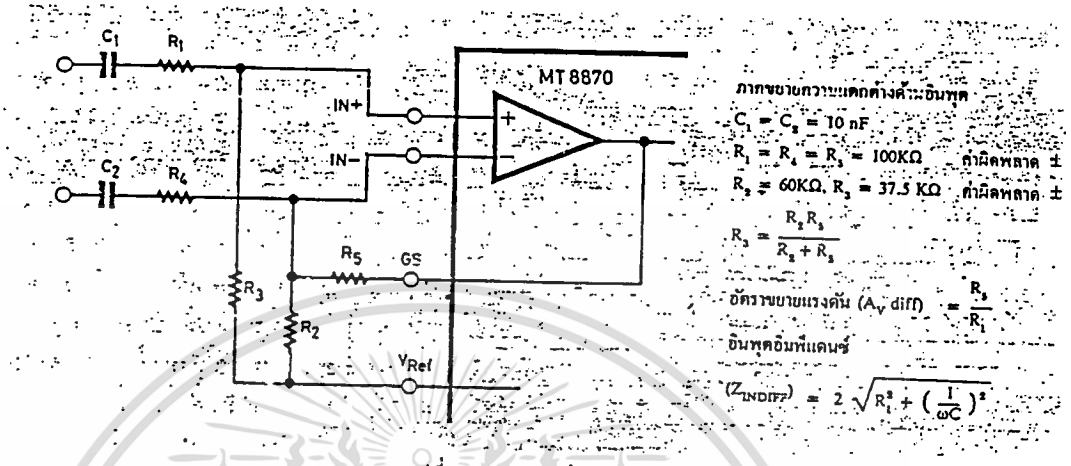
F_{LOW}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

รูปที่ 4 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

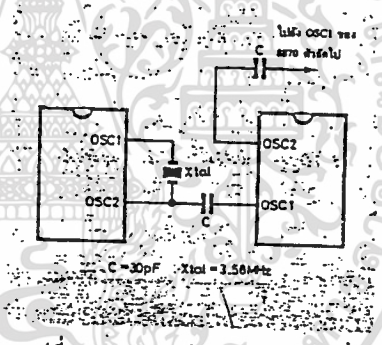


รูปที่ 5 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ (gard time) พร้อมวิธีคำนวณ

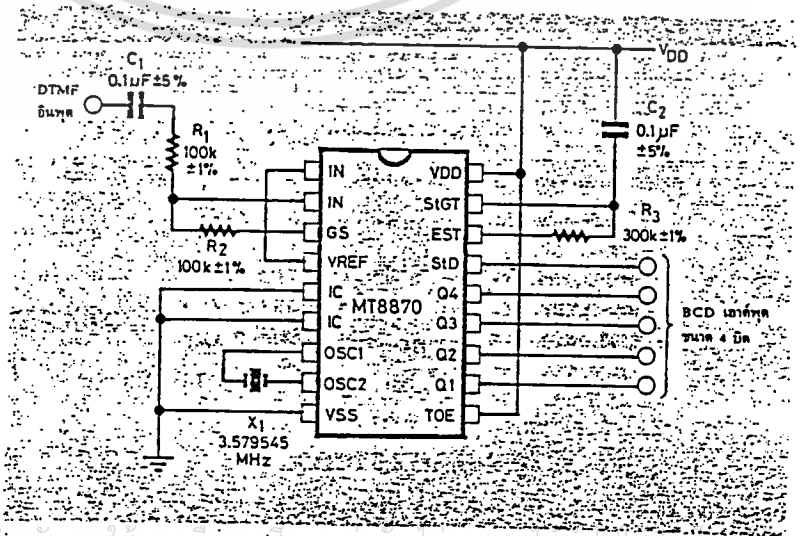
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุต

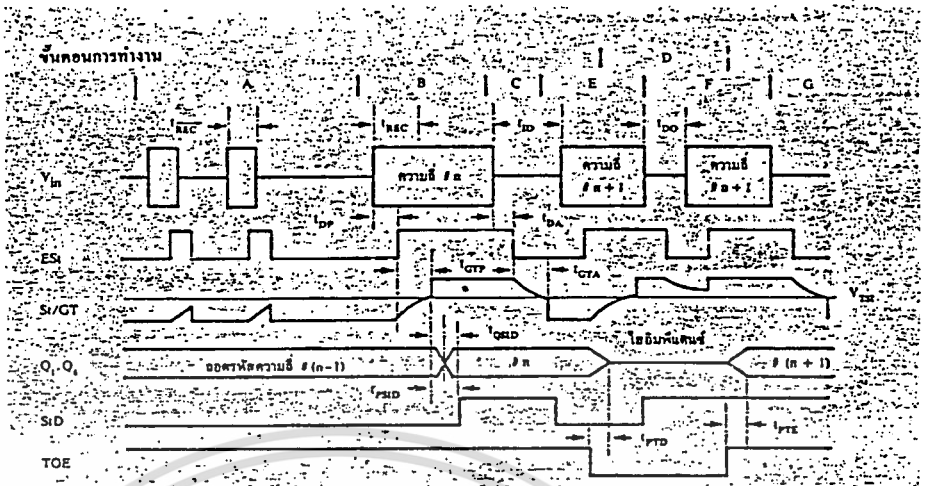


รูปที่ 7 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่



รูปที่ 8 แสดงวงจรใช้งานเบื้องต้นของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อธิบายขั้นตอนการทำงาน

A - ตรวจพบความถี่เข้ามา แต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง เอาต์พุตไม่เปลี่ยน

B - ความถี่ # n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัส และแลตช์ไว้ที่เอาต์พุต

C - จบความถี่ # n ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตยังคงแลตช์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

D - เอาต์พุตเปลี่ยนเป็นไฮอิมพีแดนซ์

E - ความถี่ # n + 1 ถูกตรวจพบ คาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์ไว้

F - ความถี่ # n + 1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาต์พุตยังคงแลตช์อยู่

G - จบความถี่ # n + 1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตยังแลตช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

อธิบายคำศัพท์

V_{in} - สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา

ESt - Early Sterring output ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง

St/GT - Steering input/Guard Time output สำหรับต่อกับ RC ภายนอก

Q_1-Q_4 - เอาต์พุต BCD ขนาด 4 บิต

StD - Delayed Steering output ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไป มีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ

TOE - Tone Output Enable (input) ใช้ควบคุม Q_1-Q_4 ให้เป็นไฮอิมพีแดนซ์

t_{REC} - คาบเวลานานสุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง

t_{REC} - คาบเวลาสั้นสุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง

t_{ID} - เวลาสั้นสุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ

t_{DO} - เวลานานสุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง

t_{DP} - เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

t_{DA} - เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

t_{GTP} - การ์ดไทม์ของการปรากฏความถี่ DTMF

t_{GTA} - การ์ดไทม์ของการหายไปของความถี่ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา

รูปที่ 9 แสดงแผนภูมิเวลา (timing diagram) ของ MT8870

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

6-Pin DIP Optoisolators
Transistor Output

4N25
4N25A
4N26
4N27
4N28

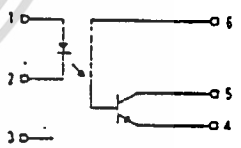
6-PIN DIP
OPTOISOLATORS
TRANSISTOR OUTPUT

These devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Convenient Plastic Dual-in-Line Package
- Most Economical Optoisolator
- High Input-Output Isolation Guaranteed — 7500 Volts Peak
- Meets or Exceeds All JEDEC Registered Specifications
- UL Recognized, File Number E54915
- VDE approved per standard 0883/6.80 (Certificate number 41853), with additional approval to DIN IEC380/VDE0806, IEC435/VDE0805, IEC65/VDE0860, VDE110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204 VDE0113, VDE0160, VDE0832, VDE0833, etc.
- Special lead form available (add suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883/6.80 requirement for 8 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.

CASE 730A-02
PLASTIC

SCHEMATIC



1. LED ANODE
2. LED CATHODE
3. N.C.
4. EMITTER
5. COLLECTOR
6. BASE

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V_R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
LED Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Output Detector	P_D	120	mW
Derate above 25°C		1.41	mW/°C
OUTPUT TRANSISTOR			
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	30	Volts
Emitter-Collector Voltage	V_{ECO}	7	Volts
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I_C	150	mA
Detector Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Input LED	P_D	150	mW
Derate above 25°C		1.76	mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Device Power Dissipation @ T_A = 25°C	P_D	250	mW
Derate above 25°C		2.94	mW/°C
Ambient Operating Temperature Range	T_A	−55 to +100	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−55 to +150	°C
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	T_{sol}	260	°C

(1) Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

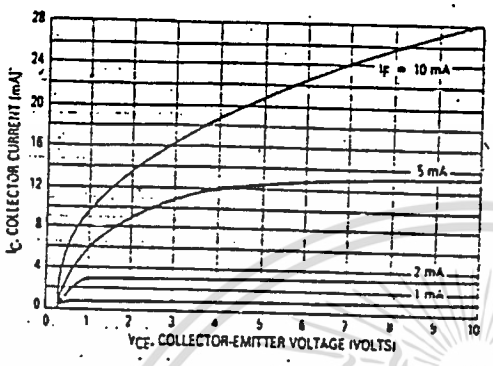


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

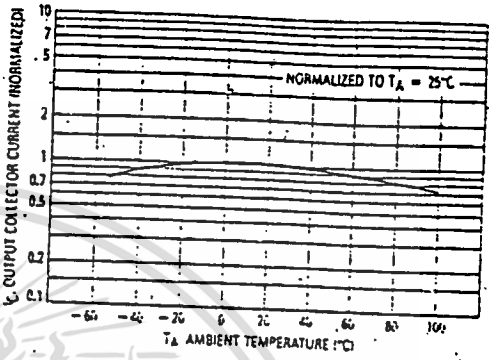


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

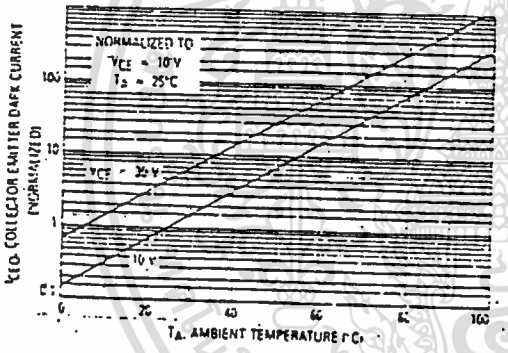


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

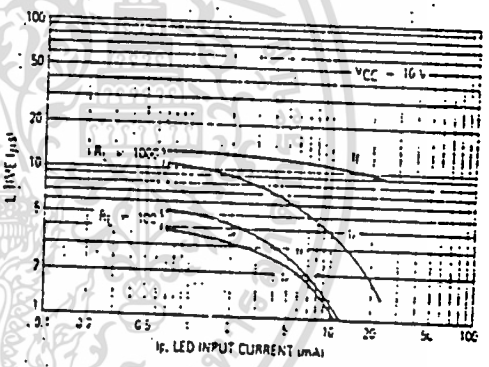


Figure 6. Rise and Fall Times

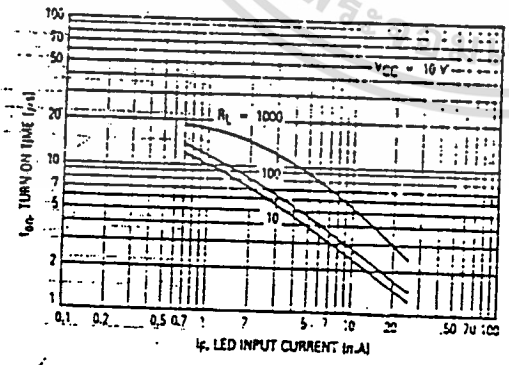


Figure 7. Turn-On Switching Times

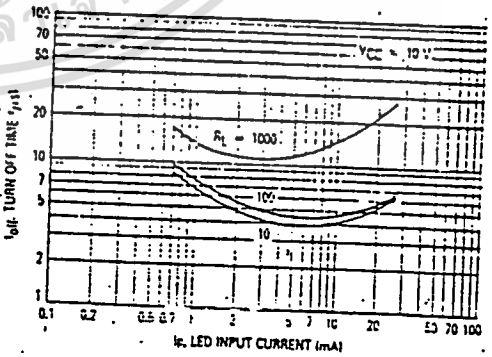


Figure 8. Turn-Off Switching Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED						
Forward Voltage (I_F = 10 mA)	T_A = 25°C	V_F	—	1.15	1.5	Volts
	T_A = −55°C		—	1.3	—	
	T_A = 100°C		—	1.05	—	
Reverse Leakage Current (V_R = 3 V)		I_R	—	—	100	μA
Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)		C_J	—	18	—	pF
OUTPUT TRANSISTOR						
Collector-Emitter Dark Current (V_{CE} = 10 V, T_A = 25°C)	4N25,25A,26,27	I_{CEO}	—	1	50	nA
	4N28		—	1	100	
(V_{CE} = 10 V, T_A = 100°C)	All Devices	I_{CEO}	—	1	—	μA
Collector-Base Dark Current (V_{CB} = 10 V)		I_{CBO}	—	0.2	—	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I_C = 1 mA)		$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	Volts
Collector-Base Breakdown Voltage (I_C = 100 μA)		$V_{(BR)CBO}$	70	100	—	Volts
Emitter-Collector Breakdown Voltage (I_E = 100 μA)		$V_{(BR)ECO}$	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain (I_C = 2 mA, V_{CE} = 5 V)		h_{FE}	—	500	—	—
Collector-Emitter Capacitance (f = 1 MHz, V_{CE} = 0)		C_{CE}	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{CB} = 0)		C_{CB}	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{EB} = 0)		C_{EB}	—	9	—	pF
COUPLED						
Output Collector Current (I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V)	4N25,25A,26	I_C	2	7	—	mA
	4N27,28		1	5	—	
Collector-Emitter Saturation Voltage (I_C = 2 mA, I_F = 50 mA)		$V_{CE(sat)}$	—	0.15	0.5	Volts
Turn-On Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_{on}	—	2.8	—	μs
Turn-Off Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_{off}	—	4.5	—	μs
Rise Time (I_C = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_r	—	1.2	—	μs
Fall Time (I_C = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_f	—	1.3	—	μs
Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec)		V_{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance (V = 500 V)		R_{ISO}	10^{11}	—	—	Ω
Isolation Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)		C_{ISO}	—	0.2	—	pF

TYPICAL CHARACTERISTICS

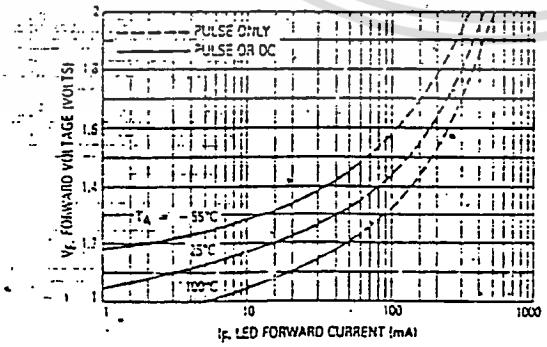


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

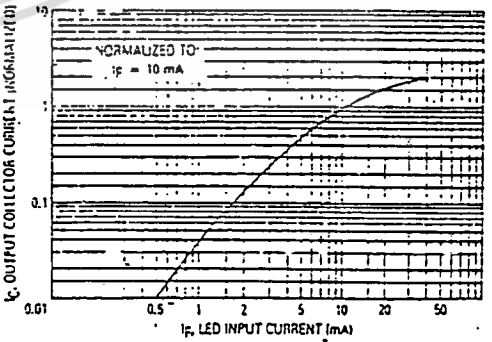


Figure 2. Output Current versus Input Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

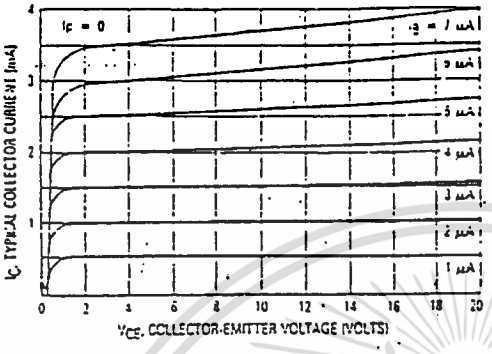


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

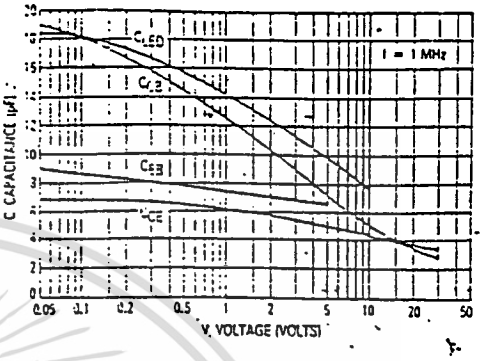


Figure 10. Capacitances versus Voltage

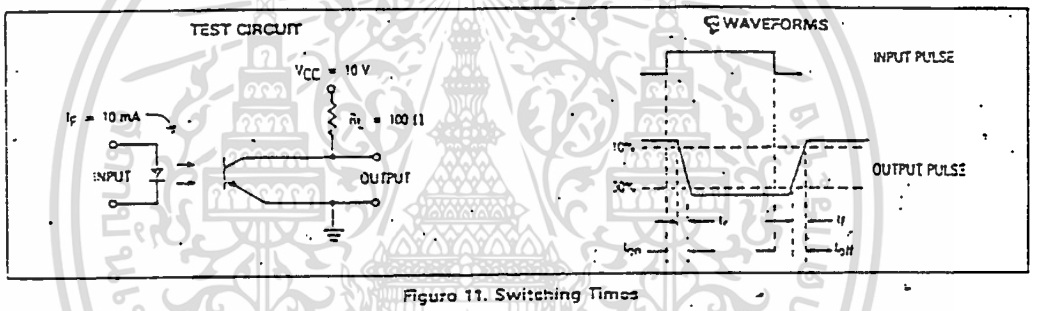
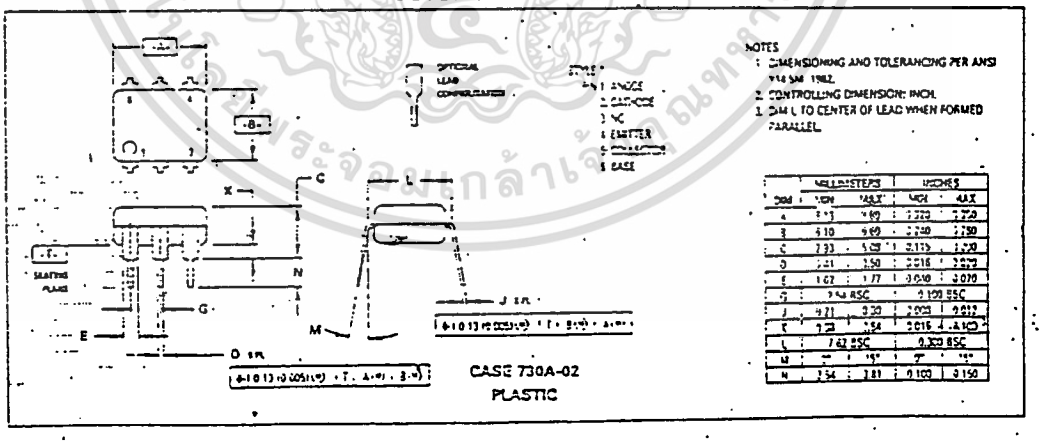


Figure 11. Switching Times

OUTLINE DIMENSIONS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้