# เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ

(AUTOMATIC TELEPHONE USING RECORDER)


จัดทำโดย...

| | | |
|---|---|---|
| นายประดิษย์ | พึ่งเงิน | 34.132155 |
| นายนิรันดร์ | อินทวงษ์ | 34.132152 |
| นายธรงค์ | ศาปู่ | 34.132148 |


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032717

# เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ

(AUTOMATIC TELEPHONE USING RECORDER)


จัดทำโดย...

| | | |
|---|---|---|
| นายประดิษฐ์ | พึ่งเงิน | 34.132155 |
| นายนิรันดร์ | ยินทวงษ์ | 34.132152 |
| นายธรงค์ | ศาสตร์ | 34.132148 |

อาจารย์ที่ปรึกษา...

อาจารย์ จักรี ทีฆภาคย์วิศิษฏ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032717

# AUTOMATIC TELEPHONE USING RECORDER


REPRESENTED BY...

| | | |
|---|---|---|
| MR.PRADON | PHUENG-NGOEN | 34.132155 |
| MR.NIRUN | INTHAWONG | 34.132152 |
| MR.NARONG | KHAMPHOO | 34.132148 |

PROJECT ADVISER...

MR.CHAKREE TEEKAPAKVISIT


THE PROJECT IS IN PARTIAL FULL FILLMENT OF THE COMPULSION

FOR THE BACHELOR OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY IN TELECOMMUNICATIONS

MAJOR TELECOMMUNICATIONS

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ACADEMIC YEAR 1992


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ : เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ

รายชื่อผู้จัดทำ : นายประดุษย์ พึ่งเงิน 34.132155

นายนิรันดร์ อินทวงษ์ 34.132152

นายมรรค์ คาฬู 34.132148

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ สักรี ทีฆภาคย์วิศิษฏ์

หลักสูตรการศึกษา : อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา : 2535

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(-----)

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(-----)

..... กรรมการ

(-----)

..... กรรมการ

(-----)

..... กรรมการ

(-----)

ลิขสิทธิ์ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ


รายชื่อผู้จัดทำ นายประดุลย์ พึ่งเงิน 34.132155

นายนิรันดร์ อินทวงษ์ 34.132152

นายณรงค์ คาญู 34.132148

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ สักรี ทีฆภาคย์วิศิษฏ์

ภาควิชา เทคนิคคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2535



**บทคัดย่อ**

ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการนำไมโครคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้งานกับระบบโทรศัพท์ เพื่อบันทึกการใช้งานโทรศัพท์ โดยบันทึกจากสภาวะต่างๆ เช่น สภาวะที่ยกหูโทรศัพท์ สภาวะที่มีการสนทนา สภาวะที่มีการเรียกเข้าเป็นต้น ในการบันทึกข้อมูล จะบันทึกในรูปของ เวลา วัน เดือน ปี ที่ใช้งานการใช้งานโทรศัพท์ทุกๆครั้ง จะบันทึกเก็บไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูล (FLOPPY DISK หรือ HARD DISK) ของคอมพิวเตอร์ สามารถเรียกดูข้อมูลที่บันทึกไว้ได้ตลอดเวลา ทางคอมมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ หรือพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ก็ได้พร้อมทั้งมีกราฟสถิติแสดงการใช้งาน บนจอคอมพิวเตอร์จะมีคำอธิบายการใช้งาน (HELP)และแสดงการกดคีย์เลือกรายการ (MENU) เป็นภาษาไทย ช่วยให้สะดวกต่อผู้ใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THESIS TITLE AUTOMATIC TELEPHONE USING RECORDER

THESIS EDITOR MR.PRADON PHUENG-NGOEN 34.132155

MR.NIRUN INTHAWONG 34.132152

MR.NARONG KHAMPHOO 34.132148

PROJECT ADVISOR MR.CHAKREE TEEKAPAKVISIT

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

ACADEMIC YEAR 1992

## ABSTRACT

The presentation of this project is an application of micro-computer with telephone system for record of telephone using , for example, record state of Hook-On switch , stsate of calling , state of conversation. Data recording operation will record to time, day, month, year. Using in telephone every time must be necessity have data record at floppy disc or hard disc of computer. Other ability, it can display data at monitoror, printer, display the statistic graph. For easy to using, It have Thai menu and help that explain system using in Thai. That one convenience of user.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นผลจากการทดลองค้นคว้า ที่ได้จากการทำโครงงานปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้เคยขอคำแนะนำจาก อาจารย์ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์ หัวหน้าภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม ช่วยให้ได้ความกระจ่าง ในเรื่องที่ยังสงสัยในการทำปริญญานิพนธ์หลายอย่าง และทุกครั้งที่มีข้อขัดข้องในวิชาการ เรื่องเกี่ยวกับทางด้านการทำงาน ก็ได้คำแนะนำจากอาจารย์กฤดากร กล่อมการ อาจารย์ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม ผู้มีที่ช่วยให้แนวทาง และให้ความรู้สึกมั่นใจที่พยายามทำงานให้ได้ดีที่สุด ซึ่งมีวิธีการสอน โดยวิธีที่ไม่เหมือนใครทำให้ได้ข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ ต่อข้อบกพร่องของงานที่ทำ และได้ขอความรู้ จากผู้ที่มีความรู้ และมีประสบการณ์โดยตรง ในเรื่องของงานเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์ คือจากอาจารย์ฟิชญ์ บุญตรา ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ทำให้โครงงานที่ทำได้เห็นแนวทางที่จะปรับปรุงให้มีสมรรถนะการทำงานดีขึ้น ถึงระดับที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตาม จากการได้พบปัญหาหลายอย่างในด้านต่างๆ ในระหว่างการทำโครงงานปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้ ทำให้มองเห็นแนวทางที่น่าปรับปรุง ทั้งตนเองและการทำงาน ทั้งนี้เป็นเพราะเป็นความกรุณา ที่ได้รับการวิพากษ์วิจารณ์และจากอาจารย์ จักรี ทีฆภาคย์วิศิษฏ์ แห่งภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นผู้ที่สำคัญ ที่ทำให้มีโครงงานปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้ขึ้นมา เพราะท่านคือที่ปรึกษา ของโครงงานปริญญานิพนธ์ในเรื่องนี้ และยังเป็นผู้คอยจัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ให้อย่างพร้อมเพียง รวมไปถึงสถานที่ทำงานที่สามารถทำงานได้ตลอดเวลา โครงงานปริญญานิพนธ์นี้คงจะไม่สำเร็จไปได้ด้วยดีและทันเวลา ถ้าไม่ได้รับความช่วยเหลือหลายอย่าง จากคุณวุฒิ เลิศ รุ่งฉาย เพื่อนร่วมชั้นผู้มีน้ำใจต่อเพื่อนทุกคน

จากการที่ได้รับความเอื้อเฟื้อ ทั้งในหลักวิชาการและการทำงานอย่างดียิ่ง ทำให้คณะผู้จัดทำ มีกำลังใจและพยายามที่จะทำงาน ให้ผลงานออกมาอย่างดีที่สุด อย่างเต็มกำลังความสามารถ เพื่อตอบแทนในความกรุณา ของท่านอาจารย์และเพื่อนๆ ที่ได้เต็มใจให้คำแนะนำ ทั้งหลายอย่างจริงใจ


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


บทนำ _____ 1....2

บทที่ 1 แนวความคิดและหลักการทำงานเบื้องต้น _____ 3....21

1.1 ทฤษฎีการสื่อสารเบื้องต้น *3*

1.2 การทำงานของโทรศัพท์เบื้องต้น *7*

1.3 ระบบชุมสายโทรศัพท์ *10*

1.4 เลขหมายโทรศัพท์ *11*

1.5 หน้าปัดระบบ DTMF และระบบ pulse *12*

1.6 สัญญาณโทรศัพท์มาตรฐาน *15*

1.7 แรงดันบนคู่สายโทรศัพท์ในสภาวะต่างๆ *18*

1.8 เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ *19*

บทที่ 2 ส่วนของวงจรตรวจจับ (DETECTOR) _____ 22...32

2.1 วงจรตรวจจับการวางหูโทรศัพท์ (Hook-Off Detector) *24*

2.2 วงจรตรวจจับสัญญานกระดิ่ง (Ringing Detector) *24*

2.3 วงจรตรวจจับสัญญาน Touch Tone (DTMF Detector) *25*

2.4 วงจรตรวจจับการกลับขั้วของคู่สาย (Polarity Detector) *25*

บทที่ 3 การอินเตอร์เฟสเข้ากับคอมพิวเตอร์ _____ 33...45

3.1 AT สล็อต และ XT สล็อต *33*

3.2 การจัดระบบหน่วยความจำของ IBM PC/AT/XT *33*

3.3 รายละเอียดขาต่างๆของสล็อตขนาดสั้นที่เราจะนำมาใช้งาน *37*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 PROTOTYPE ADAPTER CARD 41
3.5 การใช้งาน 8255PIO 44

**บทที่ 4 โปรแกรมควบคุมเครื่อง** 46...51
4.1 บทนำ 46
4.2 การทำงานหลายๆอย่างของคอมพิวเตอร์ 46
4.3 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม 47
4.4 การทำงานเกี่ยวกับหน้าจอและคีย์บอร์ด 47
4.5 การเก็บข้อมูลและแสดงข้อมูลที่เก็บใน Disk 48
4.6 การเช็คสัญญาณโทรศัพท์จากดีเทคเตอร์และเก็บเวลา 49
4.7 การตรวจเงื่อนไข 49

**บทสรุป** 47...103
ผลงานที่ทำ 47
การแสดงผลของเครื่องบันทึกการใช้งานะทรศัพท์อัตโนมัติ 48
ปัญหาที่เกิด 58
รายละเอียดฟังก์ชั่นต่างๆ 59
การ Run และการ Link โปรแกรม 60
โปรแกรม P-AUX.C 61
โปรแกรม P-HELP.C 64
โปรแกรม P-MENU.C 70
โปรแกรม YAA-THAI.C 88
โปรแกรม P-WIN.C 94

**ภาคผนวก** 104..134
**APPENDIX A MT8870 Integrated DTMF Receiver** 106..115
คุณสมบัติของ MT8870 106
การนำ MT8870 ไปใช้งาน
โครงสร้างของ MT8870 107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชั่นการทำงานภายในของ MT8870 *108*
ภาคกรองสัญญาณความถี่ (filter section)
ภาคถอดรหัส (decoder circuit)
ภาคตรวจสอบสัญญาน (steering circuit) *109*
ภาคขยายสัญญานความแตกต่าง (differential input) *120*
ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator) *121*
เกี่ยวกับ DTMF *122*
MT8870 DATA SHEET *125*
**APPENDIX B 4N25 Optocoupler / Isolator**_____135...144
OPTOELECTRONICS : General Information *135*
4N25 DATA SHEET *141*
**APPENDIX C 8255PIO Input / Output Port**_____145...152
8255PIO DATA SHEET

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทนำ

"โทรศัพท์"นับว่าเป็นอุปกรณ์การสื่อสารโทรคมนาคม ที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่ง ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ยุคปัจจุบัน ช่วยให้มนุษย์ที่อยู่ต่างที่ต่างถิ่นกันได้ติดต่อพูดคุยสนทนากันเหมือนดั่งว่าได้นั่งคุยอยู่ใกล้ๆกัน ช่วยให้การติดต่อค้าขายดำเนินไปอย่างสะดวก ง่ายดายยิ่งขึ้น ช่วยแลกข้อมูลข่าวสารจากมุมโลกหนึ่ง ไปยังอีกมุมโลกหนึ่งอย่างฉับไวและทันการณ์ ด้วยเหตุที่ว่าโทรศัพท์ มีโครงข่ายกระจายเข้าไปทุกจุดที่สำคัญของโลกนี่เอง จึงไม่เป็นการเกินเหตุ และน่าพิจารณาที่มีผู้กล่าวว่าโทรศัพท์ช่วย"ย่อโลก"ให้เล็กลง

และเนื่องจากโทรศัพท์มีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของพลเมืองโลกดังกล่าว จึงมีการพัฒนาอุปกรณ์และระบบที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโทรศัพท์ มาอย่างต่อเนื่องยาวนาน ไม่ว่าจะเป็นระบบของเครือข่าย ชุมสาย ที่พัฒนาไปพร้อมๆกับเทคโนโลยียุค"ไฮเทค" และตัวโทรศัพท์เองก็ได้รับการพัฒนาให้ใช้งานได้สะดวกสบาย จนปัจจุบันถึงขั้นไม่ต้องถือหูโทรศัพท์ให้เมื่อยมือแล้ว หรือแม้แต่การหมุนเลขหมาย บางครั้งเพียงแค่กดปุ่มเดียวก็สามารถโทรๆออกได้แล้ว

*"เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์"* ก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการพัฒนาปรับปรุงระบบที่ใช้กับโทรศัพท์ เป็นการบันทึกจดจำการใช้งานของโทรศัพท์ อาจเป็นของบริษัท ห้างร้าน หรือหน่วย งานใดก็ได้ เครื่องจะทำการบันทึก เวลา วันเดือนปี ที่เราใช้งาน โดยจะเริ่มบันทึกทุกขั้นตอนที่ เราใช้โทรศัพท์ ไม่ว่าจะเป็นการเรียกสาย(โทรๆออก) หรือรับสาย(โทรๆเข้า) นับตั้งแต่เรายกหู จนกระทั่งเราวางหูโทรศัพท์จะบันทึกการใช้งานไว้ในรูปของเวลา หากเป็นการเรียกสายก็จะบันทึกเลขหมายที่เราติดต่อไว้ด้วย นอกจากจะสะดวก ในการนำมาประเมินค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือนแล้ว เรายังสามารถที่จะใช้เป็นบันทึกช่วยจำทวนความจำได้ด้วย ว่าเราเคยโทรศัพท์ติดต่อ ไปที่ใด หรือเป็นสถิติว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราเคยโทรศัพท์ ติดต่อที่นั้นๆบ่อยครั้งมากเพียงใด สถิติการใช้โทรศัพท์ว่า วันและเวลาใดที่ใช้โทรศัพท์มากและพิมพ์นามาเก็บไว้ เป็นลายลักษณ์อักษรได้ประเมินพฤติกรรมของการใช้โทรศัพท์เป็นประโยชน์ต่อการนามาพิจารณาคิดปรับปรุง หรือขยายระบบโทรศัพท์ นอกจากนี้แล้ว เมื่อเราดูผลจากการโทรฯเข้าบางครั้งทาให้เรารู้ได้ว่า มีคนมีธุระเร่งด่วนโทรศัพท์มาหา แต่ไม่มีคนรับสาย ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องตัดสินใจต่อไป

ในรายงานนี้ จะอธิบายแนวความคิด และหลักการทางาน การทาโครงงานปริญญานิพนธ์เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์ ที่ควบคุมการทางานโดยใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) เริ่มจากอธิบายระบบเบื้องต้น และสัญญาณต่างๆของโทรศัพท์ในบทที่ 1 แล้วจะอธิบายถึงการตรวจสอบ (detect)สัญญาณต่างๆบนสายโทรศัพท์ในบทที่ 2 และจะกล่าวถึงการ Interface กับคอมพิวเตอร์ในบทที่ 3 โดยการสร้าง Prototype Adapter Card เสียบกับ Slot บทที่ 4 เป็นเรื่องของโปรแกรมของเครื่อง ซึ่งเขียนโดยใช้ภาษาซี และในภาคผนวกซึ่งอยู่ท้ายสุดของเล่ม จะรวบรวมคุณสมบัติต่างๆของไอซี ที่ใช้ในโครงงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ และ ที่เป็นประโยชน์ ที่ได้รวบรวมค้นคว้ามาศึกษา และจัดเป็นแนวความคิดในการสร้างปริญญานิพนธ์เรื่องนี้ขึ้นมา

รายงานฉบับนี้ พยายามอธิบายเป็นขั้นเป็นตอน จากส่วนย่อยที่ละส่วน จนถึงการประกอบทุกๆส่วนเข้าด้วยกัน เพื่อง่ายต่อการศึกษาและค้นคว้าในทุกๆส่วน และหวังว่าจะช่วยสร้างความเข้าใจในหลักการทางานของ **"เครื่องบันทึกการใช้งานโทรศัพท์อัตโนมัติ"** ได้ดีพอสมควร

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## แนวความคิดและหลักการทำงานเบื้องต้น

### 1.1 ทฤษฎีการสื่อสารเบื้องต้น

นักสังคมวิทยากล่าว่า "มนุษย์เป็นสัตว์สังคม" ซึ่งหมายความว่า มนุษย์ต้องอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เป็นหมู่เป็นเหล่า ตั้งแต่ครอบครัว เผ่า ชุมชน หมู่บ้าน ตำบล ฯลฯ มนุษย์นั้นเป็นสมาชิก หรือเป็นส่วนย่อยของสังคม และเมื่อสมาชิกต้องการบอกกล่าวความต้องการของตนเอง หรือแลกเปลี่ยนชี้แจง เล่าความรู้สึกนึกคิดของตน ให้ผู้อื่นทราบ มนุษย์จึงต้องอาศัย *"การติดต่อสื่อสาร"*

การติดต่อสื่อสารนั้น ต้องมีการ*สื่อ* เพื่อส่ง*สาร*เข้าหากัน หรือกล่าวในทางกลับกันว่าต้องมีการส่ง*สาร* โดยผ่าน*สื่อ*

เราแบ่งการสื่อสารของมนุษย์เป็น 2 พวกใหญ่ๆ ตามลักษณะการส่งสาร คือ

1.วัจนภาษา (วัจน=วจี คือคำพูด) คือการติดต่อสื่อสารที่ต้องใช้คำพูดส่งสาร

2.อวัจนภาษาคือการติดต่อสื่อสารที่ไม่ต้องใช้คำพูด เช่น ภาษามือ ภาษาใบ้ ท่าทาง การแสดงออก (เช่น อาการต่างๆ ท่าทางของจราจร ละครใบ้ การร่ายรำ) สัญลักษณ์ที่ใช้บอกสถานที่ ป้ายสัญญาณและสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น

สรุปแล้ว การสื่อสาร (Communication) คือการส่งข้อความ หรือข้อมูลข่าวสาร จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1.<u>แหล่งกำเนิด</u> (SOURCE) แหล่งสร้าง หรือแหล่งกำเนิดข้อมูล เช่น คนคือแหล่งกำเนิดข้อมูลเมื่อคน 2 คนคุยกัน โดยกำเนิดจากหลอดเสียง

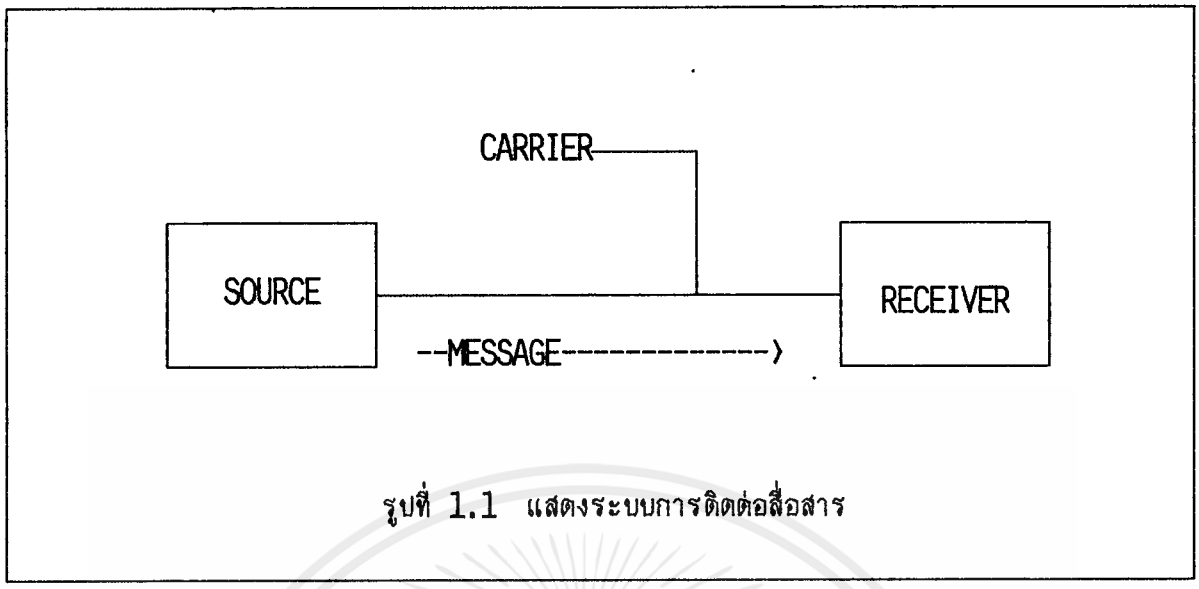
2.<u>ตัวกลางหรือสื่อ</u> (MEDIUM & CARRIER) พาหะนำข้อมูลส่งปลายทาง ถ้าเป็นการคุยกัน อากาศก็เป็นสื่อ เพราะเสียงคือการสั่นของอากาศ ถ้าเป็นโทรศัพท์ สายส่งก็เป็นตัวกลาง

3.<u>ข้อมูลหรือสารหรือข่าวสาร</u> (MESSAGE) สิ่งที่ต้องการส่งให้ผู้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ผู้รับ (RECIEVER) ผู้ที่รับข้อมูล เช่น เครื่องรับวิทยุ หรือถ้าคนคุยกันอีกคนหนึ่งจะเป็นผู้รับ

ระบบการติดต่อสื่อสารแสดงได้ดังรูปที่ 1.1




รูปที่ 1.1 แสดงระบบการติดต่อสื่อสาร

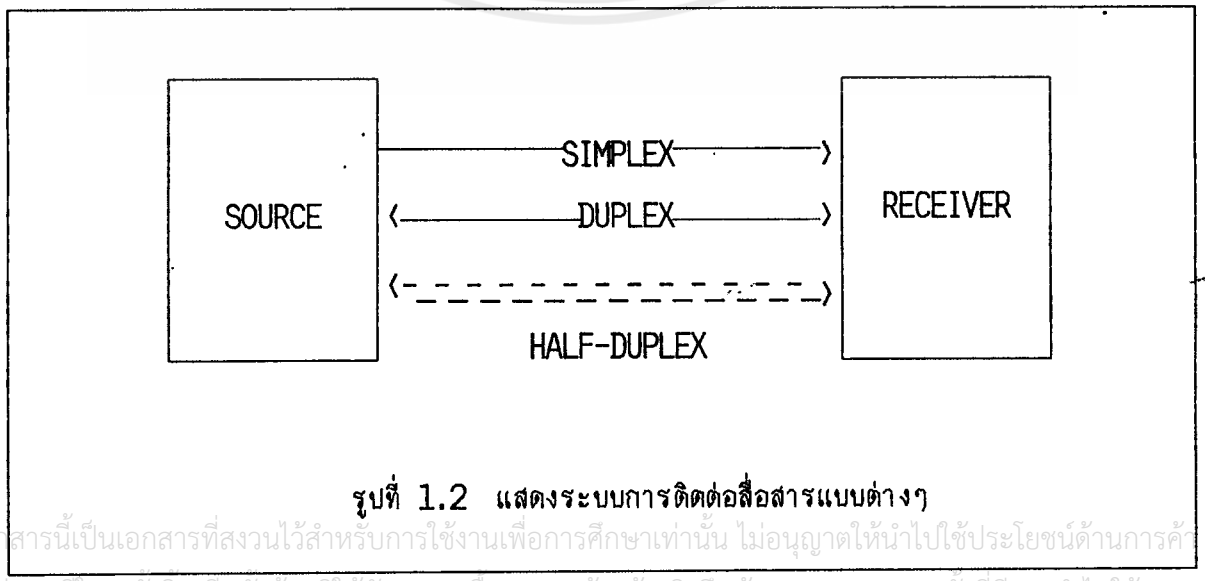
เมื่อมนุษย์ต่างสังคมรู้จักกันมากขึ้น และมนุษย์บางส่วนย้ายถิ่นไปไกล เมื่อต้องการสื่อสารกันก็ลำบาก จึงมีการติดต่อกันเป็นระบบติดต่อทางไกล ระยะแรกใช้สื่อกันเพียงผ่านระบบคมนาคมต่อมาพัฒนาขึ้น มาใช้ระบบไฟฟ้าและคลื่นวิทยุ เราเรียกว่าโทรคมนาคม คือ Tele (โทรแปลว่าไกล) + Communication (คมนาคม แปลว่าการติดต่อสื่อสาร) เช่น โทรศัพท์ โทรทัศน์วิทยุ โทรเลข ฯลฯ

การติดต่อสื่อสารข้อมูลต่างๆ แบ่งตามความสามารถในการส่งข้อมูลได้ 3 แบบ คือ

1.Simplex การติดต่อสื่อสารทิศทางเดียว ผู้รับไม่สามารถโต้ตอบได้ เช่น โทรทัศน์ วิทยุ

2.Half-duplex การติดต่อสื่อสารสองทิศทาง ที่ไม่สามารถโต้ตอบกันได้ในเวลาเดียวกัน ต้องรอให้อีกฝ่ายหนึ่งส่งข้อมูลจนหมดก่อน อีกฝ่ายจึงจะส่งตอบได้ เช่น วิทยุรับ-ส่ง

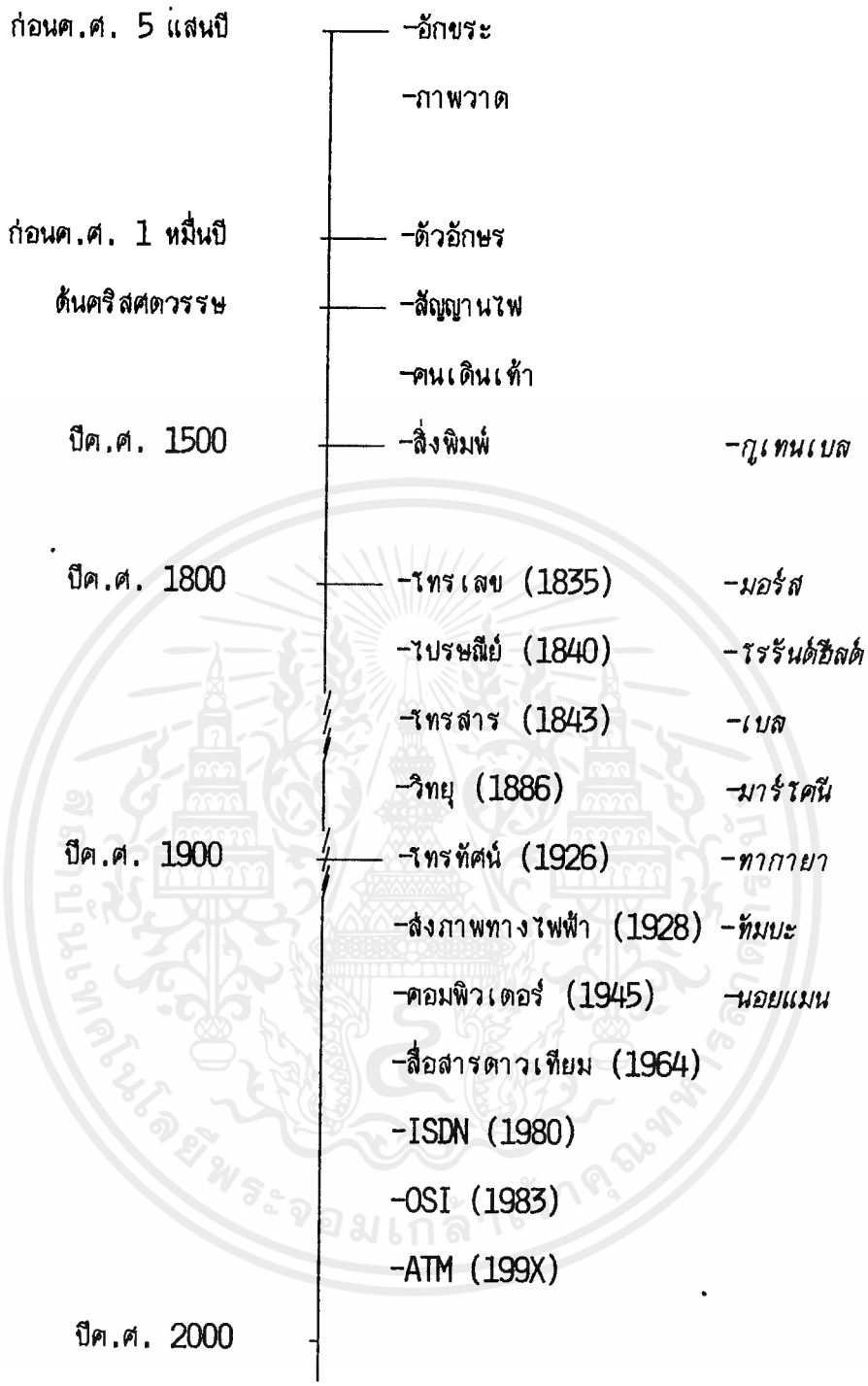
3.Duplex การติดต่อสื่อสารสองทิศทางที่สามารถโต้ตอบกันได้ในเวลาเดียวกันเช่น โทรศัพท์




รูปที่ 1.2 แสดงระบบการติดต่อสื่อสารแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***แผนผังสรุปประวัติของการสื่อสารข่าวสาร***



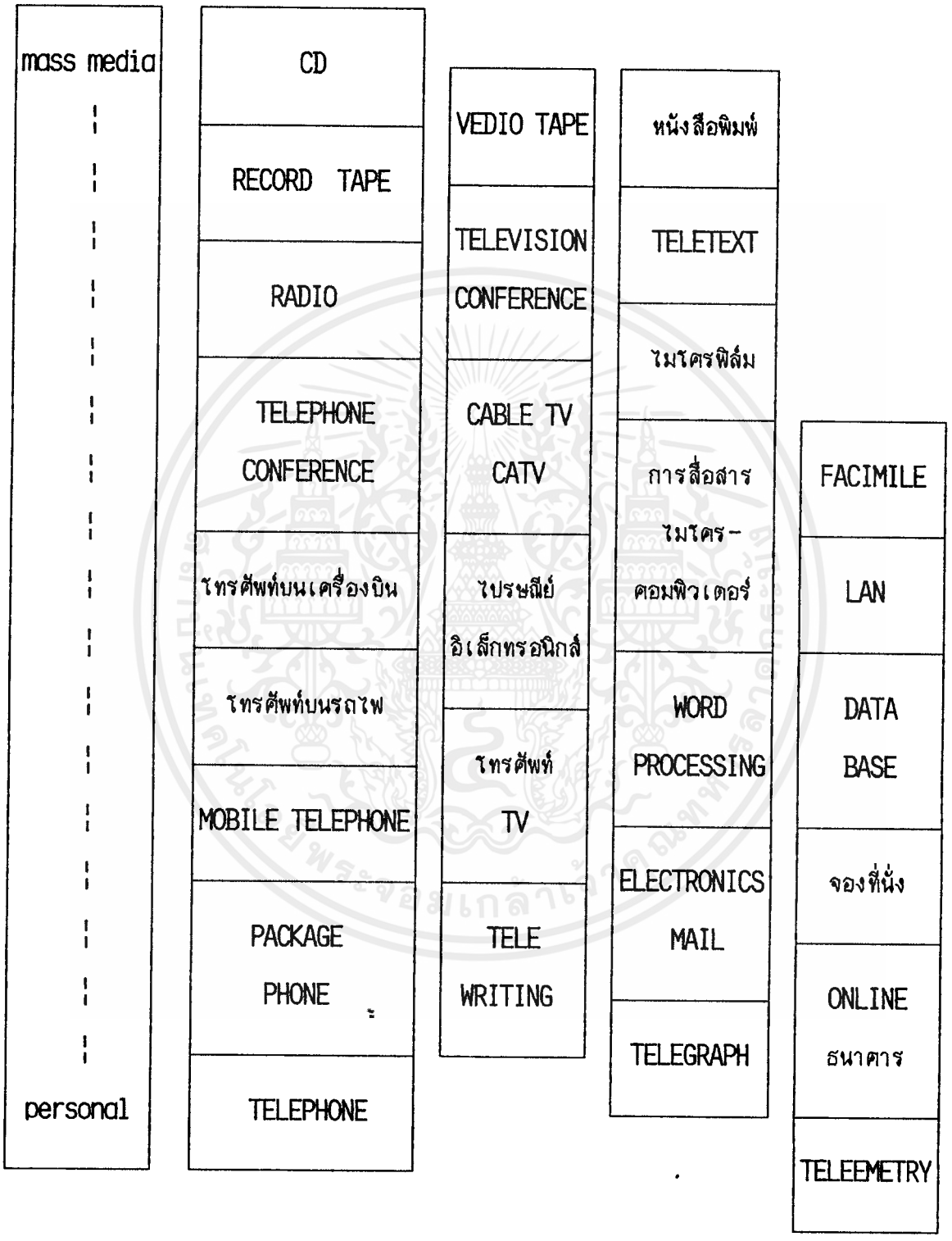

สำหรับโทรศัพท์นั้น Alexander Graham Bell เป็นผู้ประดิษฐ์คิดค้นขึ้น ในปีพ.ศ. 2419 หลักการทำงานของโทรศัพท์ อธิบายอย่างง่ายๆคือ สัญญาณเสียงจากคนพูด ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าโดยไมโครโฟนทางด้านหนึ่ง แล้วส่งไปตามสายส่ง(transmissionline) ทางด้านรับจะมี reciever coil แปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียง ทำให้เรารับเสียงพูดได้ เราต้องมีทั้งตัวรับและตัวส่ง จึงจะสามารถคุยโต้ตอบกันได้ จะอธิบายอีกครั้งหนึ่งในหัวข้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***แผนผังแสดงการพัฒนาการบริการการสื่อสาร***

ดูจากบนไปล่าง เรียงจากใช้งานในลักษณะ mass จนไปถึงใช้งานส่วนบุคคล

จากซ้ายไปขวา เรียงตามลักษณะของสื่อที่ใช้ในการส่งสาร

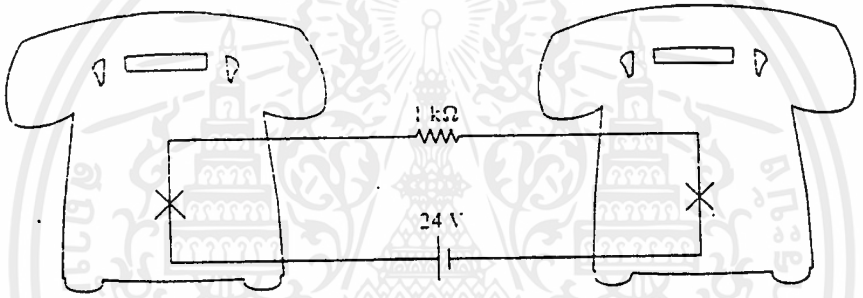



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 การทางานของโทรศัพท์เบื้องต้น

โทรศัพท์เป็นเครื่องมือทางไฟฟ้า ที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูลข่าวสาร ชุดโทรศัพท์ ประกอบด้วย ตัวส่ง ตัวรับ กระดิ่ง หน้าปัดหมุนหมายเลข และ switchhook

*ระบบจ่ายกาลังในโทรศัพท์* โทรศัพท์ทุกเครื่อง ใช้แรงดันในช่วง -42 ถึง -52 Vdc (typically -48V ) ในระยะแรกๆที่เริ่มมีโทรศัพท์ ใช้แรงดันจ่ายที่โทรศัพท์แต่ละเครื่องของ subscriber แต่ต่อมาพัฒนา ให้มีการจ่ายกาลังที่ Central Office (CE) Central Office นอกจากจะเป็นแหล่งจ่ายกาลังแล้ว ยังมีการจัดการในระบบการส่งสัญญาณต่างๆด้วย โดยมีอุปกรณ์สาหรับ Transmission , Signalling และ Switching รูปที่ 1.3 แสดง model ของ communication link เมื่อสมาชิก (subscriber) A ติดต่อกับสมาชิก B

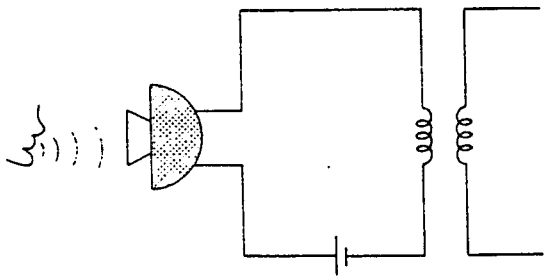



รูปที่ 1.3 แสดงการติดต่อระหว่างโทรศัพท์ 2 เครื่อง

*เครื่องส่งโทรศัพท์* เมื่อเครื่องโทรศัพท์ อยู่ในสภาวะ "off-hook" ไฟฟ้ากระแสตรง จาก Central Office จะไหลผ่านเครื่องรับ และเครื่องส่ง ของโทรศัพท์ทั้งสอง เครื่องส่ง จะประกอบด้วยแผ่นไดอะแฟรม ที่ยึดติดอยู่ระหว่างสารคาร์บอน เมื่อมีการพูด แรงดันของอากาศ จะไปสั่นสะเทือนแผ่นไดอะแฟรม คาร์บอนจะเปลี่ยนค่าความต้านทาน แปรไปตามค่าแรงอัดของโมเลกุลอากาศ ซึ่งเกิดจากเสียงพูดนั่นเอง เมื่อวงจรต่อดังรูป 1.4 จะทาให้สัญญาณที่ได้ จากขดทุติยภูมิของหม้อแปลง เป็นแรงดันไฟสลับตามคลื่นเสียง สรุปได้ว่า

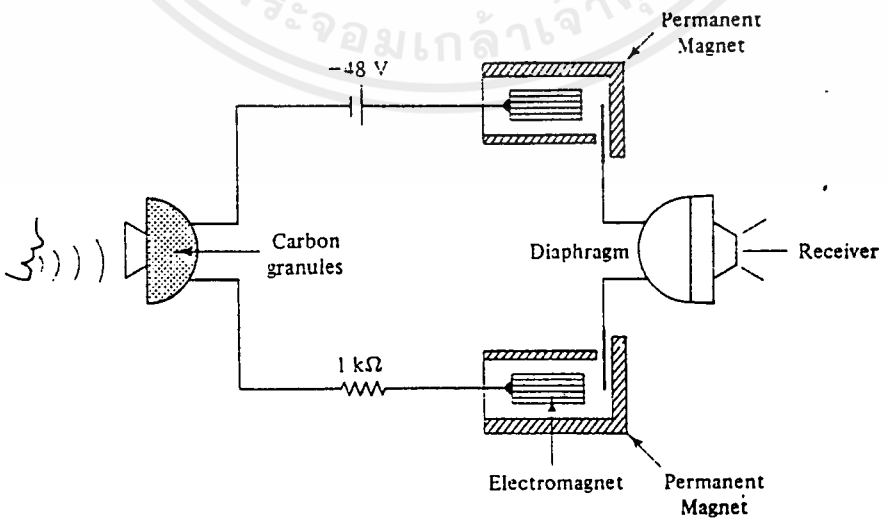
1. เสียงซึ่งเกิดจาก การสั่นสะเทือนของอากาศ ถูกเปลี่ยนไปเป็นการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้า
2. ข่าวสาร ข้อมูล ส่งไปในรูปของไฟ ac ที่ควบอยู่ บนแรงดันไฟ dc
3. กระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปมา จะแปรผันไปตามเสียงของผู้พูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.4 แสดงการทำงานของเครื่องส่งโทรศัพท์เบื้องต้น

*เครื่องรับโทรศัพท์* การทำงานของตัวรับโทรศัพท์ จะทำงานตรงข้ามกับตัวส่ง ภายในตัวรับจะมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะบางๆ ที่ยืดหยุ่นง่าย ซึ่งการเคลื่อนไหวจะควบคุมและขึ้นอยู่กับระหว่างแม่เหล็ก 2 ชนิด คือแม่เหล็กถาวร (permanent magnet) และแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnet) ซึ่งได้จากขดลวดพันรอบแกนเหล็กขึ้นเล็กๆ เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือน ซึ่งเป็นผลจากกระแสในสาย ที่มาจากเครื่องส่ง การสั่นสะเทือนนี้ ก็จะแปรตามไดอะแฟรมของเครื่องส่ง หรือตามเสียงของคนที่พูดนั่นเอง การสั่นสะเทือนของไดอะแฟรมของตัวรับ (receiver) นี้ จะทำให้เกิดเสียงพูดเหมือนตัวเครื่องส่ง จึงเกิดการติดต่อระหว่างผู้รับและผู้ส่งได้ นอกจากนี้ยังต้องมีตัวทำให้สัญญาณตัวส่ง และตัวรับส่งไปในสายเดียวกันได้ เราเรียกว่า hybrid ซึ่งมันจะทำหน้าที่เป็น balancing network ป้องกันสัญญาณย้อนกลับเข้าไปในตัวรับ ซึ่งจะเป็นผลไม่ให้เกิดเสียงสะท้อน (echo) ได้



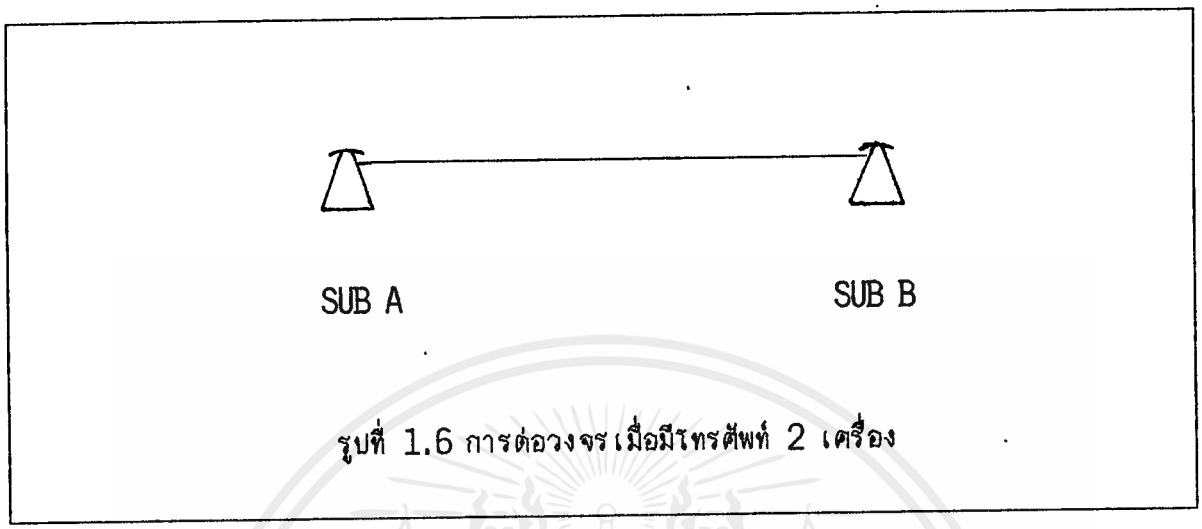

รูปที่ 1.5 แสดงวงจรโทรศัพท์อย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 ระบบชุมสายโทรศัพท์

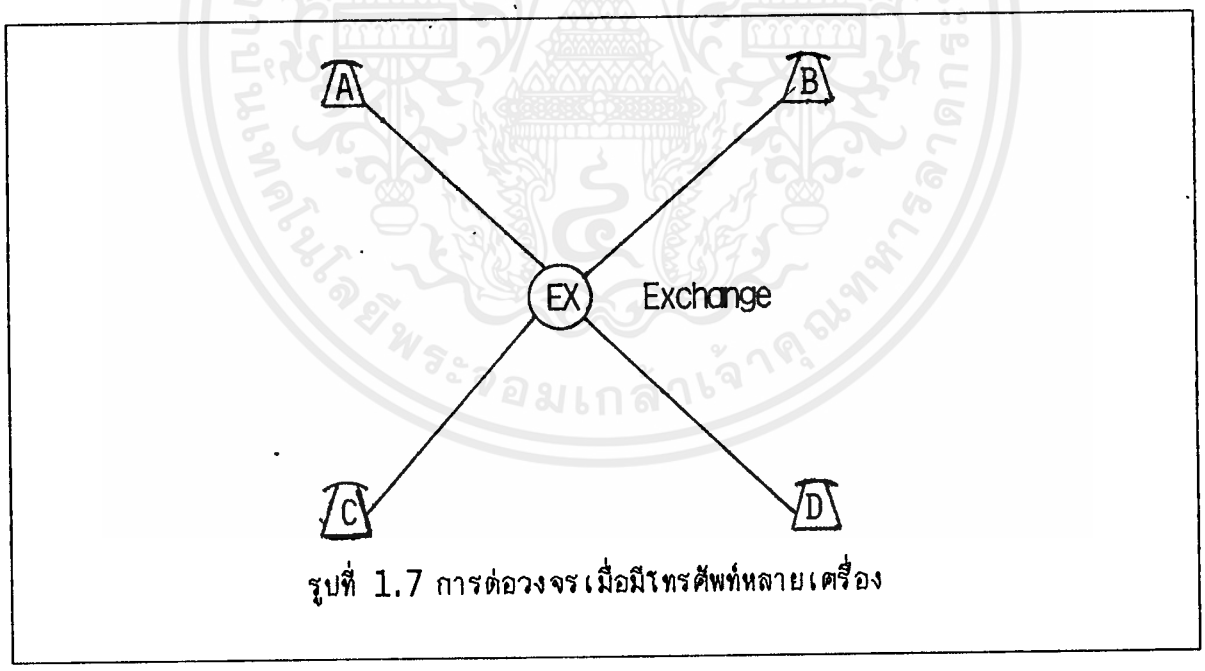
เหตุผลที่ต้องมีเลขหมายโทรศัพท์ และชุมสายโทรศัพท์ สามารถอธิบายได้ดังนี้

-เมื่อโทรศัพท์มี 2 เครื่อง เราสามารถต่อเพื่อใช้งานสนทนากัน 2 คนได้ดังรูป




รูปที่ 1.6 การต่อวงจรเมื่อมีโทรศัพท์ 2 เครื่อง

-เมื่อโทรศัพท์เพิ่มจำนวนมากขึ้น ต้องมีสวิทช์คอยตัด-ต่อวงจร ให้สนทนากันได้เป็นคู่ๆ เช่น จากรูปที่ 1.4 ขณะที่ A พูดกับ B C จะไม่สามารถติดต่อกับ D ได้




รูปที่ 1.7 การต่อวงจรเมื่อมีโทรศัพท์หลายเครื่อง

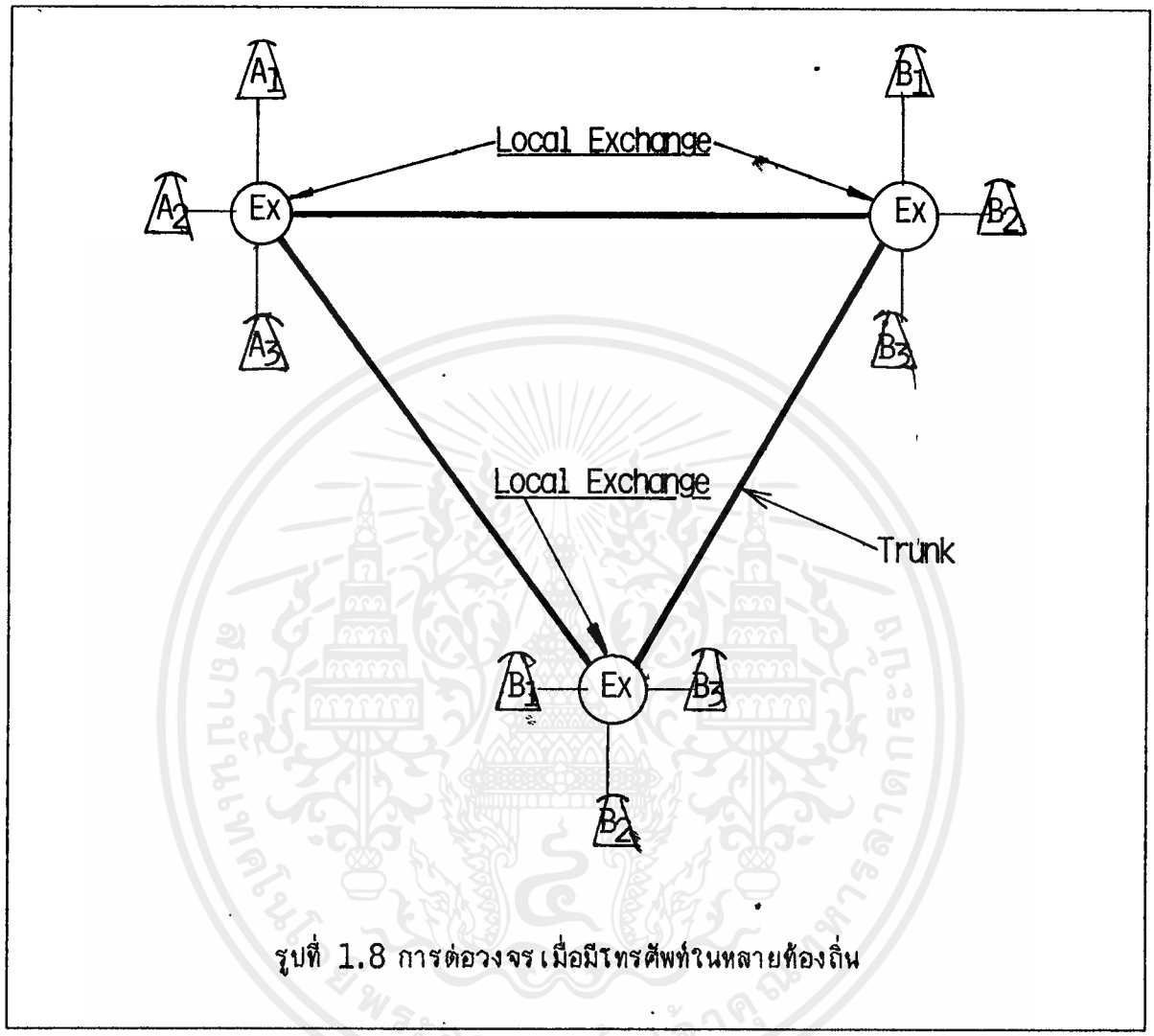
อุปกรณ์ที่คอยตัดต่อสัญญาน ให้สมาชิก (subscriber) ติดต่อกันได้ คือ ชุมสายโทรศัพท์ (Exchange) สมาชิกแต่ละเครื่องจะมีรหัสชื่อที่กำหนดเป็นชื่อเรียกของตนเอง เราใช้ตัวเลขเป็นรหัสนั้น เราเรียก "เลขหมาย" (Telephone Number) สมมติ A ต้องการติดต่อกับ B เครื่อง A จะส่งสัญญานที่ใช้แสดงถึงเลขหมายของ B พนักงานที่ชุมสาย หรือสวิทช์อัตโนมัติ จะรับรู้ความหมายของสัญญาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032717

นี้ จะส่งสัญญานกระดิ่งไปเรียก B เมื่อมีคนมารับสาย ที่ชุมสายจะต่อวงจรให้ A และ B สนทนากันได้ เพราะฉะนั้น เลขหมายคือชื่อเรียกเฉพาะของคู่สาย

-เมื่อมีการติดต่อกันในระยะไกลๆ เราสามารถนำชุมสายของแต่ละท้องถิ่น มาเชื่อมต่อกันได้ดังรูป




รูปที่ 1.8 การต่อวงจรเมื่อมีโทรศัพท์ในหลายท้องถิ่น

จะต้องมีการกำหนดรหัสของแต่ละชุมสายเพิ่มขึ้นมา และถ้ามีการเชื่อมโยงเครือข่ายกันในระดับภูมิภาคอีก (แบ่งระดับเป็น Trunk และ Toll Network) ก็ต้องมีรหัสเพิ่มขึ้นมาอีก คือรหัสทางไกล

## 1.3 เลขหมายโทรศัพท์

สำหรับเลขหมายโทรศัพท์ในประเทศไทย ใช้เลข 7 หลัก มีความหมาย และลักษณะการใช้งานดังนี้

-สามหลักหน้า เป็นตัวเลขของชุมสาย จะใช้ตัวเลขเพียง 2-9 ในหลักแรก และ 0-9 ในสองหลักต่อมา 2-9 เป็นตัวเลข 8 ตัว และ 0-9 เป็นตัวเลข 10 ตัว จึงมีชุมสายได้ 800 ชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ในแต่ละชุมสาย มีตัวเลข 0-9 เป็นตัวเลข 10 ตัว 4 หลัก จึงมีเลขหมายได้ 10,000 เลขหมาย

-เลข 0 ของหลักหน้า สำหรับนำไปใช้เป็นรหัสทางไกล

-เลข 1 ของหลักหน้า สำหรับไว้ใช้เป็นบริการต่างๆ เช่น

17 บริการรับแจ้งโทรศัพท์ขัดข้อง

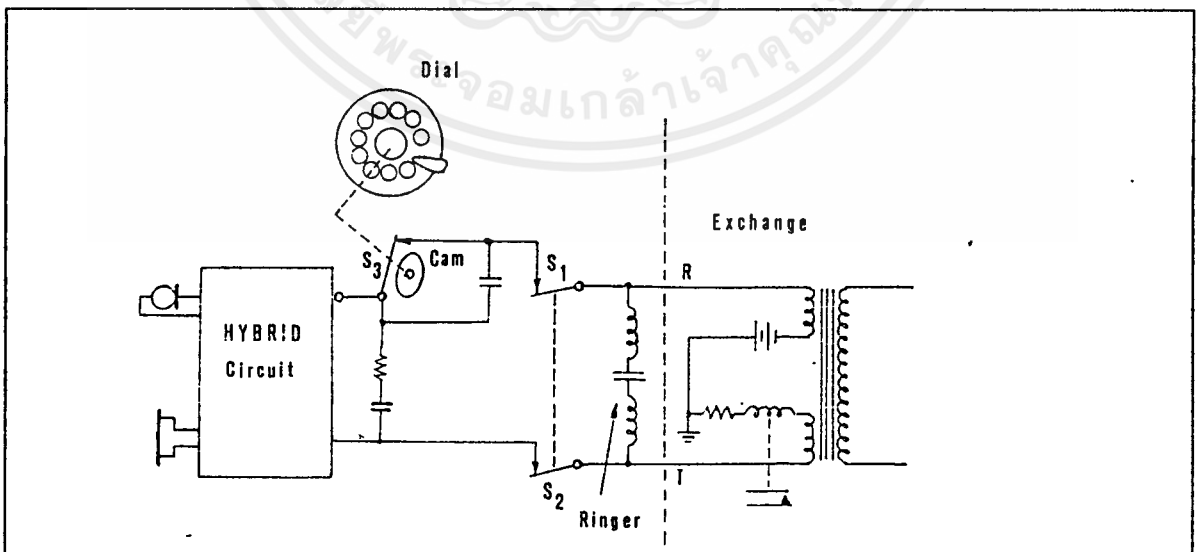
13 บริการสอบถามเลขหมาย

191 แจ้งเหตุด่วนเหตุร้าย

## 1.4 หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์ระบบ DTMF และ ระบบ pulse

ในการติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ ให้ทำการติดต่อกับสายปลายทางให้กับเรา เครื่องโทรศัพท์ของเรา ต้องทำให้ชุมสายรับรู้ว่า เราต้องการติดต่อกับโทรศัพท์เลขหมายใด โดยการส่งสัญญาณจากโทรศัพท์ของเรา ออกไปให้ชุมสาย ซึ่งเป็นที่ตกลงกันไว้ว่า ให้ตัวเลขหนึ่งแทนได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้าอย่างหนึ่ง (เรียกว่า Dial Signalling) เราต้องส่งสัญญาน จนครบเลขหมายทุกตัว สัญญานดังกล่าวนี้ตกลงกันเป็นมาตรฐานอยู่ 2 แบบ คือ แบบพัลซ์ หน้าปัดโทรศัพท์จะเป็นแบบหมุน (Rotary Dial) และแบบ 2 ความถี่เสียง (Touch Tone หรือ DTMF:Dual Tone Multi Freqency)

***หน้าปัดแบบหมุน*** รูปที่ 1.9 เมื่อเราหมุน Dial แล้วปล่อยมือ จะทำให้ Cam หรือลูกเบี้ยวหมุนส่งผลทำให้ $S_3$ เปิด-ปิดวงจรจำนวนครั้งเท่าหมายเลขที่หมุน จึงทำให้ได้กระแส Impulse กระแสหยุดไหลเมื่อ $S_3$ เปิดวงจร และกระแสจะไหลเมื่อ $S_3$ ปิดวงจร นั่นคือ เกิด Pulse

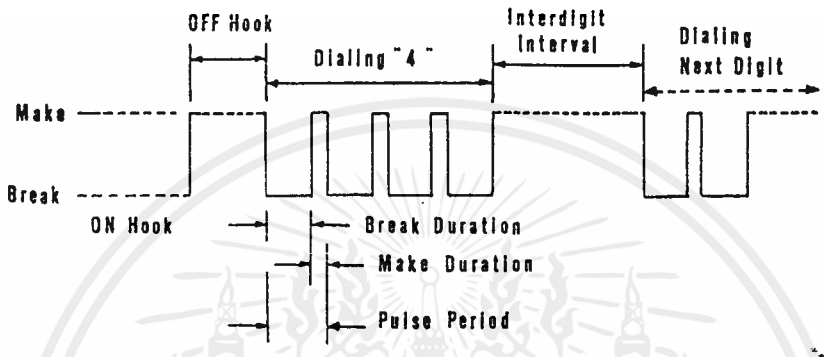



รูปที่ 1.9 หน้าปัดแบบหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วหน้าปัดต้องอยู่ในมาตรฐาน ประกอบด้วย ความเร็วของกระแส Impulse อัตราส่วนการตัด-ต่อ (Break-Make Ratio) ของ Contact และ ช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมาย (Interdigit Interval)

ปกติความเร็วของกระแส Impulse ใช้กันอยู่ 2 ค่า คือ 10 PPS และ20 PPS (PPS: Pulse Per Second) มาตรฐานในการตัด-ต่อ คือ 2:1




รูปที่ 1.10 หน้าปัดแบบหมุนเมื่อหมุนเลข 4

กรณีเมื่อ Pulse มีความเร็ว 10 PPS ทำให้ได้ค่า Pulse Period 100 mS นั่นคือ

-ช่วงเวลาการตัดวงจร = 100 mS x 2/3 = 66.66 mS

-ช่วงเวลาการต่อวงจร = 100 mS x 1/3 = 33.33 mS

ช่วงเวลาในการหยุดเลขหมายทั่วไปมีค่า 700 mS แต่อาจใช้ได้ในช่วง 600 mS 900 mS

***หน้าปัดแบบกดปุ่ม*** โดยทั่วไปมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 Rows และ 3 Columns แต่สามารถเพิ่มขึ้นได้ถึง 16 ปุ่ม โดยเพิ่ม Column ที่ 4 ขึ้นมาอีก แสดงไว้ดังรูปที่ 1.11

ความถี่ที่ใช้แต่ละ Row และ Column จะต่างความถี่กัน ทั้ง 4 Rows เรียกว่ากลุ่มความถี่ต่ำและ ทั้ง 3 หรือ 4 Columns เรียกว่ากลุ่มความถี่สูง เมื่อกดปุ่มจะมีความถี่ออกมา 2 ความถี่ เช่น เมื่อกดเลข 5 ได้ความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz เป็นต้น

ความผิดพลาดที่ยอมให้เกิดได้สำหรับการผลิตความถี่ 1.5 %

สำหรับการรับเลขหมาย 2.0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ DTMF ที่เรานำมาใช้ ที่ได้ลองค้นคว้าโดย Bell Telephone System เมื่อ ปี ค.ศ. 1950 ความถี่ต่างๆ ที่ใช้งานมีดังนี้

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | A | 697 | |
| | 4 | 5 | 6 | B | 770 | |
| | 7 | 8 | 9 | C | 852 | กลุ่มความถี่ต่ำ |
| | * | 0 | # | D | 941 | |
| กลุ่มความถี่สูง | 1209 | 1336 | 1477 | 1633 | ความถี่ (Hz) | |

รูปที่ 1.11 หน้าปัดแบบกดปุ่มและความถี่ที่ใช้

*ข้อเปรียบเทียบของระบบหมุน กับระบบกดปุ่ม*

-ระบบ pulse ใช้เวลาในการหมุนมาก และระยะเวลาการหมุนแต่ละหลัก (digit) ต้องห่างกันอย่างน้อย 0.5 วินาที เพื่อให้ปุ่มสายสามารถแยกแยะตัวเลขได้

ระบบ 10 pps แปลว่า ถ้า 1 pulse ต้องใช้เวลา 0.1 วินาที เช่นเลข 2 ใช้เวลา 0.2 s

ระบบ 20 pps แปลว่า ถ้า 1 pulse ต้องใช้เวลา 0.2 วินาที เช่นเลข 1 ใช้เวลา 0.2 s

-ระบบ toneใช้เวลาในการกดปุ่มน้อยกว่า ระยะเวลาการกดแต่ละหลัก (digit) จะใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 0.25 วินาที ระยะเวลาห่างกันแต่ละหลัก ต้องมากกว่า 0.25~0.5 วินาที

*ตัวอย่าง* ต้องการติดต่อ กับหมายเลข 784-3742 ต้องใช้เวลาอย่างน้อยเท่าไร ในระบบ 10 pps และระบบ DTMF

1.ใช้ pulse ระบบ 10 pps

เวลาที่ใช้ = เวลาของแต่ละ digit + ระยะห่างระหว่าง digit (ยังไม่คิดค่าขณะปล่อยมือ)

= (0.7+0.8+0.4+0.3+0.7+0.4+0.2)+(6x0.5) = 6.5 วินาที

2.ใช้ DTMF (Touch Tone)

เวลาที่ใช้ = เวลาของแต่ละ digit + ระยะห่างระหว่าง digit (ยังไม่คิดค่าขณะปล่อยมือ)

= (7 x 0.25)+(6 x 0.25) = 3.25 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

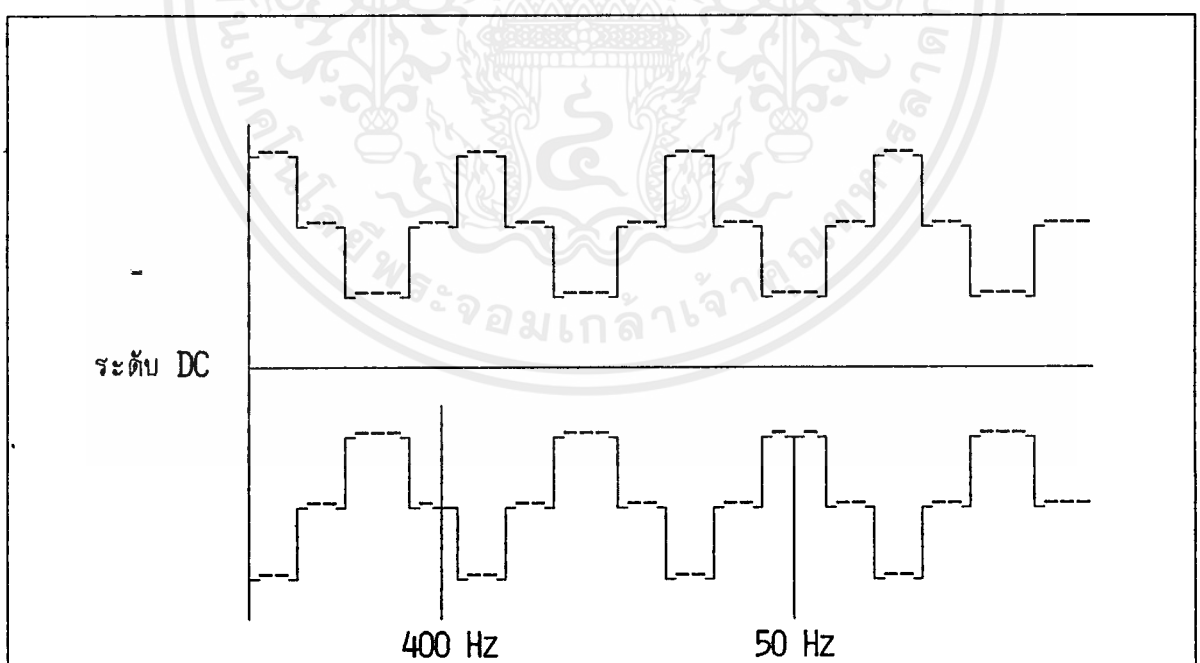
ถ้าลองสังเกตดูความถี่ที่ใช้ในระบบ DTMF จะเห็นว่าทุกความถี่อยู่ในย่านความถี่เสียง และเป็นความถี่ IN-BAND คือความถี่เสียงในย่านที่กำหนด ให้ใช้ในระบบโทรศัพท์ คือสามารถส่งไปตามสายโทรศัพท์ได้ดี โดยมีการสูญเสียน้อย คือในย่าน 300 Hz-3.4 kHz

นอกจากนี้ระบบ DTMF ยังสามารถนำไปใช้ในการควบคุมพิเศษต่างๆได้ เช่น ระบบการสั่งงานทางโทรศัพท์ ระบบส่งรหัสทางโทรศัพท์ ฯลฯ ในขณะที่ระบบ pulse ทำไม่ได้ ถ้าหมุนหน้าปัด เกิดการ break ของหน้าสัมผัสแล้ว ช่องสัญญาณที่ติดต่อจะขาดทันที

## 1.5 สัญญาณโทรศัพท์มาตรฐาน *(subscriber signalling)*

สัญญาณโทรศัพท์ ที่เกิดขึ้นกับเครื่องโทรศัพท์ในสภาวะต่างกัน จะมีลักษณะของสัญญาณแตกต่างกัน และเพื่อให้โทรศัพท์ทั่วไปสามารถใช้งานร่วมกันได้ จึงมีการจัดมาตรฐานขึ้น ให้โทรศัพท์ทั่วโลกใช้มาตรฐานเดียวกันหมด อาจเรียกได้ว่า subscriber signal คือเป็นสัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ จะแจ้งให้สมาชิกทราบว่า ควรจะปฏิบัติอย่างไร เมื่อได้ยินสัญญาณนั้น

โดยทั่วไปแบ่งลักษณะสัญญาณได้ดังต่อไปนี้

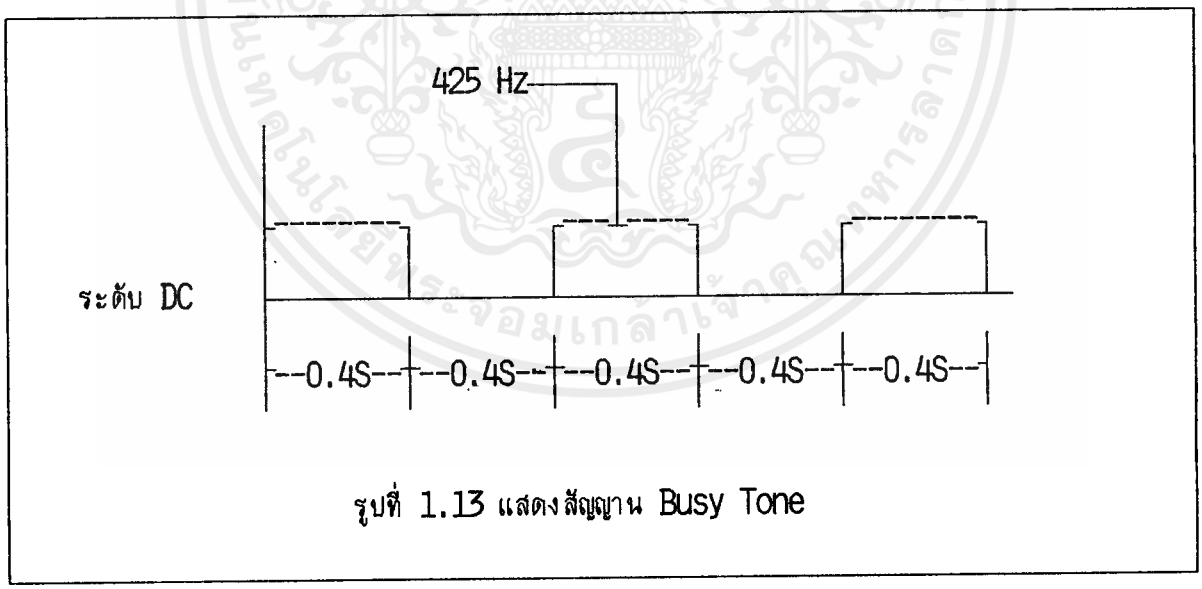



รูปที่ 1.12 แสดงสัญญาณ Dial Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*1.สัญญาณให้หมุน (DT:Dial Tone)* หรือสัญญาณแมวกรน CCITT กำหนดให้ลักษณะสัญญาณเป็นเสียงต่อเนื่องกัน (continuous) ความถี่ 400 ถึง 450 Hz ผสมกับความถี่ 50 Hz แบบ AM จะเป็นการบอกให้ผู้เรียก (calling) ทราบว่า ขณะนี้ชุมสายโทรศัพท์นั้น สามารถพร้อมที่จะรับรู้การ หมุนเลขหมาย เพื่อเรียกออกได้แล้ว สามารถเรียกสายติดต่อ ออกได้ เวลาที่ยกหูจนชุมสายส่ง dial toneให้เวลาน้อยกว่า 1 วินาที และชุมสายจะส่ง dial tone ให้เป็นเวลา 5 วินาที ถ้าเกินเวลานี้ line subscriber จะกลายเป็น line-lockout ลักษณะของสัญญาณมีดังรูปที่ 1.12 เพื่อปลด register และ code receiver ไปใช้งานกับ line subscriber รายอื่นต่อไป เพราะในแต่ละชุมสาย register และ code receiver มีจำนวนจำกัด ขณะนี้เราจึงไม่สามารถเรียกออกได้ ถ้าจะเรียกออกต้องวางหู (hook-on) และยกหู (hook-off) ก็จะได้ dial tone ใหม่

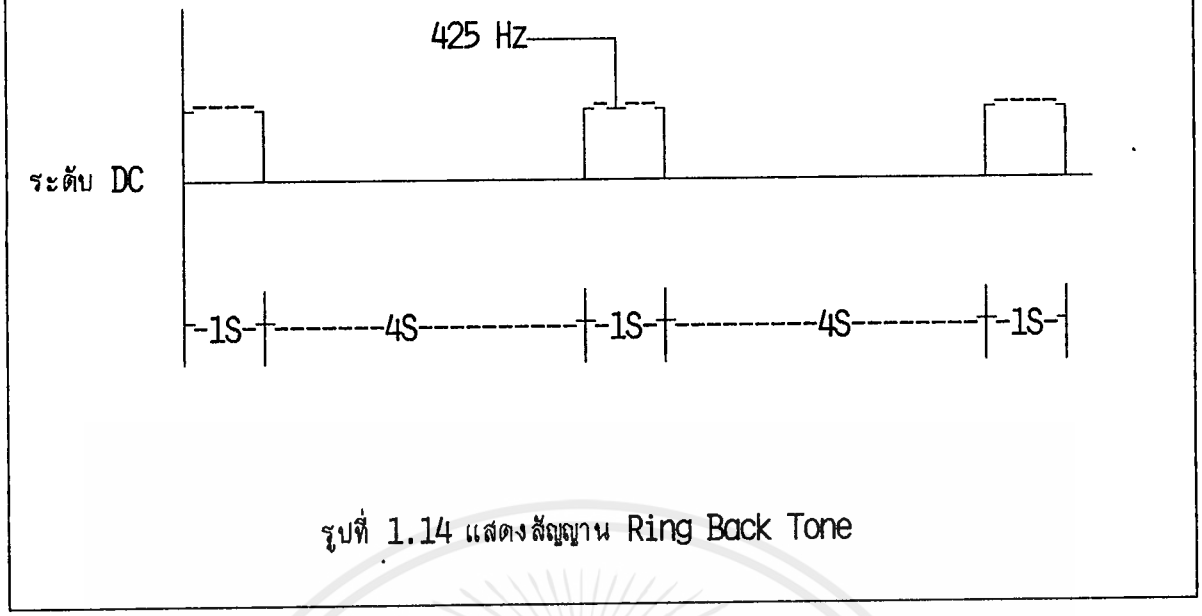
*2.สัญญาณไม่ว่าง (BT:Busy Tone)* ลักษณะของสัญญาณ จะดัง-หยุด-ดัง-หยุด เป็นช่วงๆ เพื่อบอกให้ทราบว่า เราไม่สามารถติดต่อกับปลายทาง ที่เราหมุนเลขหมายนั้นได้ อาจเป็น เพราะว่ากำลังสนทนาอยู่ หรือเกิดขัดข้องในการติดต่อ เราต้องวางหูก่อนแล้วยกใหม่ เมื่อได้ยิน Dial tone จึงค่อยลองโทรออกใหม่ ลักษณะของสัญญาณคือเป็นความถี่ 400 Hz (เหมือนกับ Dial Tone) แต่ดัง 0.4 วินาที หยุด 0.4 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 1.13




รูปที่ 1.13 แสดงสัญญาณ Busy Tone

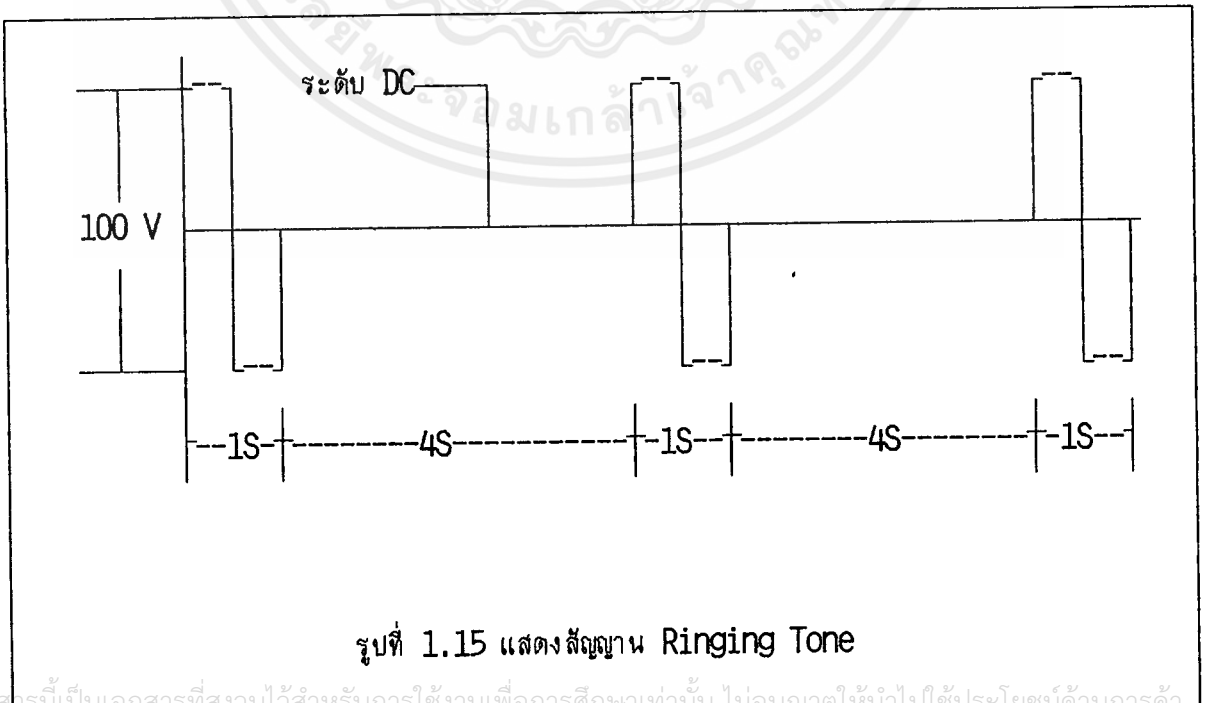
*3.สัญญาณเรียกกลับ (RBT:Ring Back Tone)* เมื่อเราทำการเรียกออกแล้ว ชุมสายได้ต่อสายให้เราเป็นผลสำเร็จ ชุมสายจะส่งสัญญาณไปเรียกทางผู้รับ (called) คือทำให้กริ่งโทรศัพท์ของผู้รับดังขึ้นพร้อมๆกันนั้น ทางด้านเราซึ่งเรียกออก จะมีสัญญาณเรียกกลับจังหวะพร้อมๆกับสัญญาณกระดิ่ง โดยเสียงนี้จะมีความถี่ 400 Hz ดังนาน 1 วินาที หยุดเงียบ 4 วินาที และชุมสายจะตัดเครื่องเป็น busy ถ้าภายใน 1.5 นาที ไม่มีคนรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 1.14 แสดงสัญญาน Ring Back Tone

4.***สัญญานกระดิ่ง*** *(RGT:Ringing Tone)* เป็นสัญญานไฟฟ้า ที่ขับให้กระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ดัง เพื่อให้ทราบว่ามีคนโทรศัพท์มาหา เนื่องจากเป็นสัญญานใช้ขับให้กระดิ่งดัง จึงต้องใช้แรงดันสูงพอสมควรคือ อยู่ในช่วง 90-150 Vpp (มักใช้ 100 V) ความถี่ประมาณ 20-60 Hz (มักใช้ 25 Hz หรือ 16 Hz, 100 Hzในบางประเทศ) จังหวะการดัง-หยุด จะพร้อมๆกับ Ring Back Tone ของผู้ที่โทรศัพท์เข้ามา คือดัง 1 วินาที หยุดเงียบ 4 วินาที สามารถพ่วงเครื่องโทรศัพท์ ให้ Ringing ทำงานได้ไม่เกิน 3 ตัว เมื่อรวมค่า C series bell 3 ตัวแล้วต้องไม่เกิน 2.6 uF ดังนั้นค่า C ในแต่ละเครื่องต้องมีค่าไม่เกิน 1 uF จะมี กริ๊งสั้นๆ (Ring trip) 150 ms ก่อนที่จะให้กระดิ่งทำงาน

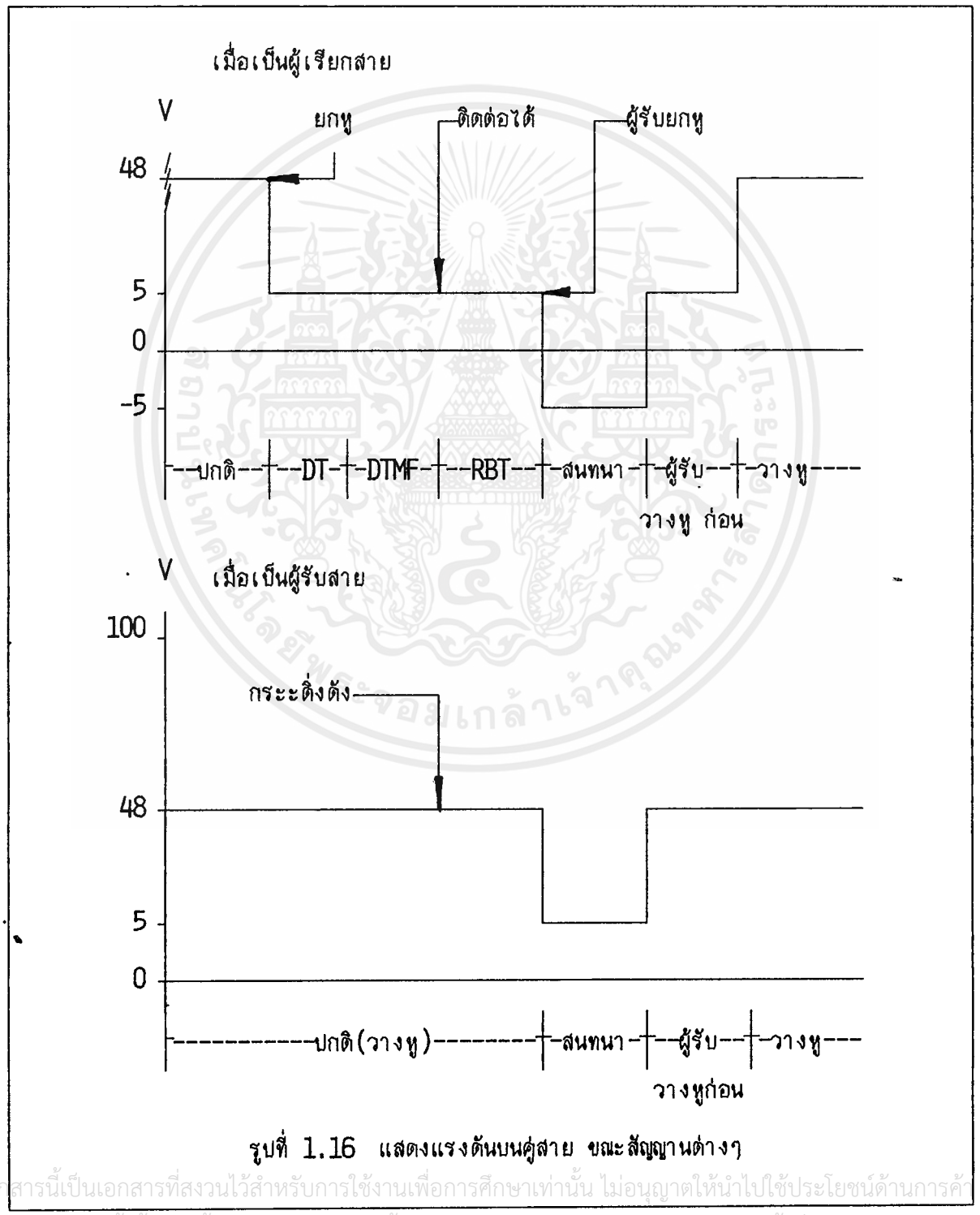



รูปที่ 1.15 แสดงสัญญาน Ringing Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 แรงดันบนคู่สายโทรศัพท์ในสภาวะต่างๆ

เมื่อเรารู้ลักษณะ ของสัญญาณของระบบโทรศัพท์แล้ว เราจำเป็นต้องรู้ขนาดของแรงดันบนสายโทรศัพท์ ในทุกๆสภาวะด้วย แล้วเราจะสามารถนำมาตรวจจับ ใช้ประโยชน์ ดัดแปลงประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ปัจจุบันมีผู้นำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย นอกจากทำ PABX แล้ว ยังมีอื่นๆอีก เช่น ระบบการเตือนภัยทางโทรศัพท์ ระบบแจ้งผลสอบทางโทรศัพท์ ระบบสั่งงานเครื่องใช้ไฟฟ้า และฟังเสียงที่บ้านผ่านคู่สายโทรศัพท์ เป็นต้น และในปริญญานิพนธ์นี้ เราจะนำความรู้เรื่องนี้ มาใช้สร้าง **"เครื่องบันทึกการใช้งานโทรศัพท์อัตโนมัติ"**




รูปที่ 1.16 แสดงแรงดันบนคู่สาย ขณะสัญญาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันต่างๆ เมื่อวัดคร่อมคู่สาย ปกติจะมีค่าดังต่อไปนี้

เมื่อวางหูโทรศัพท์ จะมีแรงดัน DC ประมาณ 48 V

เมื่อยกหูโทรศัพท์ จะมีแรงดัน DC ประมาณ 5-10 V ขณะสัญญาน DT,BT,RBT

90-150 V ขณะสัญญาน RGT

MAX LOOP RESISTANCE = ความต้านทานเครื่องโทรศัพท์ + ความต้านทานสายส่ง

มีค่าไม่เกิน 1800 โอห์ม

-ถ้าโทรศัพท์ติดต่อไม่ได้ สัญญานเป็น BT

-ถ้าโทรศัพท์ติดต่อได้ แต่ไม่มีผู้รับสาย เรายังถือหูอยู่ ประมาณ 90 วินาที สัญญาน RBT จะเงียบ เป็น BT มาแทน

-กรณีที่เราเรียกสายออก เมื่อการสนทนาสิ้นสุดลง ถ้าผู้รับวางหูก่อน ในบางชุมสายจะให้สัญญานเป็น BT หลังจากผู้รับวางหูลงไปแล้ว 10 นาที แต่ในบางชุมสายจะให้เงียบไปเฉยๆ

## 1.7 <u>เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์</u>

เมื่อเราเข้าใจ และรู้จักลักษณะของสัญญานของระบบโทรศัพท์ และบนสายโทรศัพท์ในทุกๆ สภาวะแล้วเราจะสามารถตรวจจับสัญญานเพื่อใช้ประโยชน์ ดัดแปลงประยุกต์ใช้งาน ได้อย่างมากมาย เราจะสร้างวงจรอะไรขึ้นมา เพื่อประกอบใช้งานกับโทรศัพท์ ก็ต้องตรวจจับสัญญานเหล่านี้ แล้วนำไปควบคุมระบบอื่นๆ ให้ทำงานตามที่ต้องการ

เช่นในการนำมาสร้างวงจรบันทึกการใช้งานโทรศัพท์นั้น อธิบายได้ดังรูปที่ 1.14

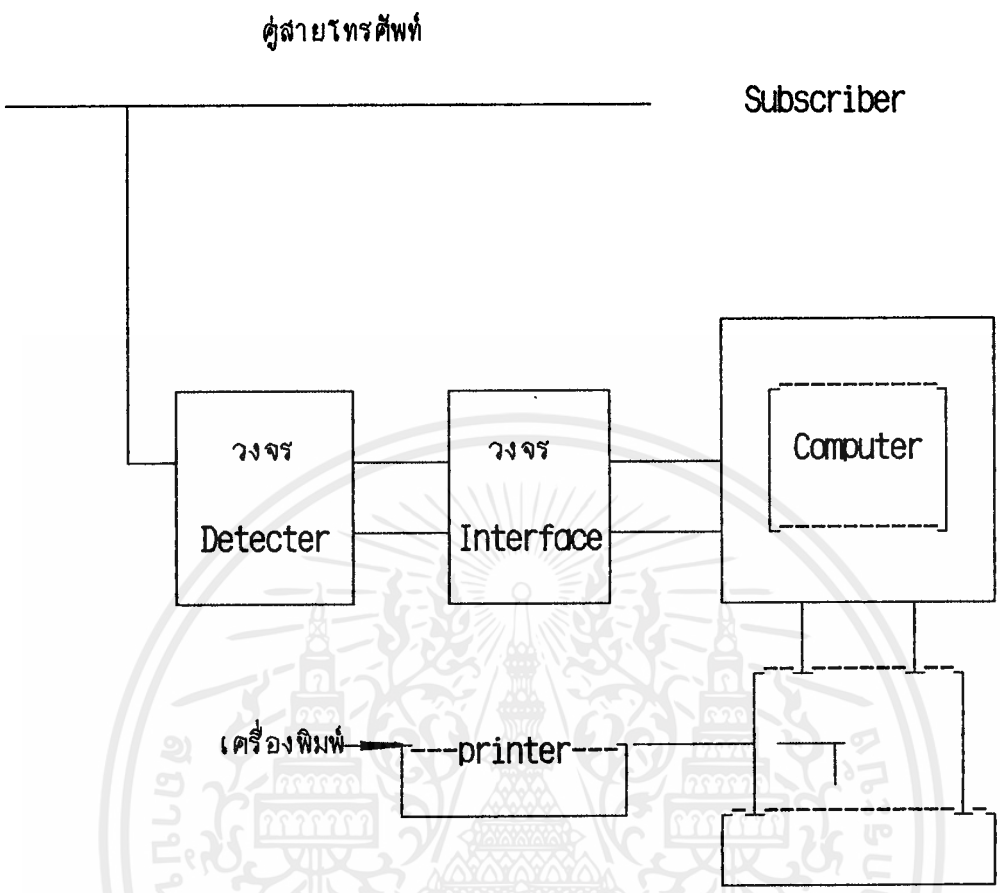
อธิบายการทำงานได้ โดยสรุปดังต่อไปนี้

1.วงจรตรวจจับสัญญาน (Detector) รับสัญญานมาจากคู่สาย ตรวจจับสัญญานต่างๆ แปลงให้อยู่ในรูปของดิจิตอล

2.วงจรอินเตอร์เฟส จะรับสัญญานที่ได้จากการแปลงในข้อแรกแล้ว เข้ามาเพื่อติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยจะรู้ว่าเมื่อใดสัญญานที่รับมา ควรส่งให้คอมพิวเตอร์ คือนอกจากจะส่งสัญญานเข้าคอมพิวเตอร์แล้ว ยังต้องรับสัญญานควบคุมจากคอมพิวเตอร์ด้วย

3.คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ประมวลผลจากคำสั่ง ตามที่เราเขียนโปรแกรมไว้ ในที่นี้เราจะให้มัน รับรู้สัญญานต่างๆ ของระบบโทรศัพท์ และให้บันทึกการใช้งานไว้ได้ในแผ่นดิสค์ หรือฮาร์ดดิสค์ และให้แสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์ได้ โดยที่ผู้ใช้งาน ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ หรือระบบโทรศัพท์ ก็สามารถที่จะอ่านแล้วเข้าใจได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 1.17 เครื่องบันทึกการใช้งานโทรศัพท์

จะอธิบายรายละเอียดของแต่ละส่วน ดังนี้คือ

ส่วนของวงจร Detector ในบทที่ 2

ส่วนของวงจร Interface ในบทที่ 3

ส่วน Software (โปรแกรม) ในบทที่ 4

งานที่ต้องเกี่ยวข้อง ในการออกแบบวงจรและการทดลอง เครื่องบันทึกการใช้งานโทรศัพท์ทั้งหมด แบ่งได้ดังต่อไปนี้

1.ส่วน Software (โปรแกรม) เขียนโดยใช้ภาษาซี แบ่งเป็น 2 ลักษณะตามหน้าที่ คือ

-โปรแกรมแสดงสถานะ (Status Program) ทำหน้าที่แสดงสภาวะการใช้งานต่างๆของเครื่อง และของโทรศัพท์ โดยจะแสดงออกบนจอคอมพิวเตอร์ ที่ทุกคนสามารถอ่านแล้วเข้าใจทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-โปรแกรมควบคุมระบบ (Control Program) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่อง โดยรับสัญญาณมา จากวงจร Detector ที่ผ่านวงจร Interface แล้ว เข้าทางสล็อต โปรแกมนี้จะรับรู้ และควบคุม ให้มีการบันทึกค่าต่างๆไว้ พร้อมทั้งสั่งให้เครื่องพิมพ์ทำงานได้ กรณีที่ต้องการเก็บบันทึกไว้บนกระดาษ

2.ส่วน Hardware ประกอบด้วย

-วงจรตรวจจับสัญญาน (Detecter) ตรวจจับสัญญานจากคู่สายโทรศัพท์ ให้ค่าออกมาในลักษณะของสัญญานดิจิตอล ให้คอมพิวเตอร์สามารถรับรู้ได้

-วงจร Interface เชื่อมต่อสัญญานที่ตรวจจับมาแล้ว เข้ากับคอมพิวเตอร์โดยทำในลักษณะการ์ดเสียบกับสล็อต วงจรประกอบด้วย ลอจิกเกตดีโค้ดเบอร์พอร์ต บัฟเฟอร์ และไอซี 8255 PIO

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

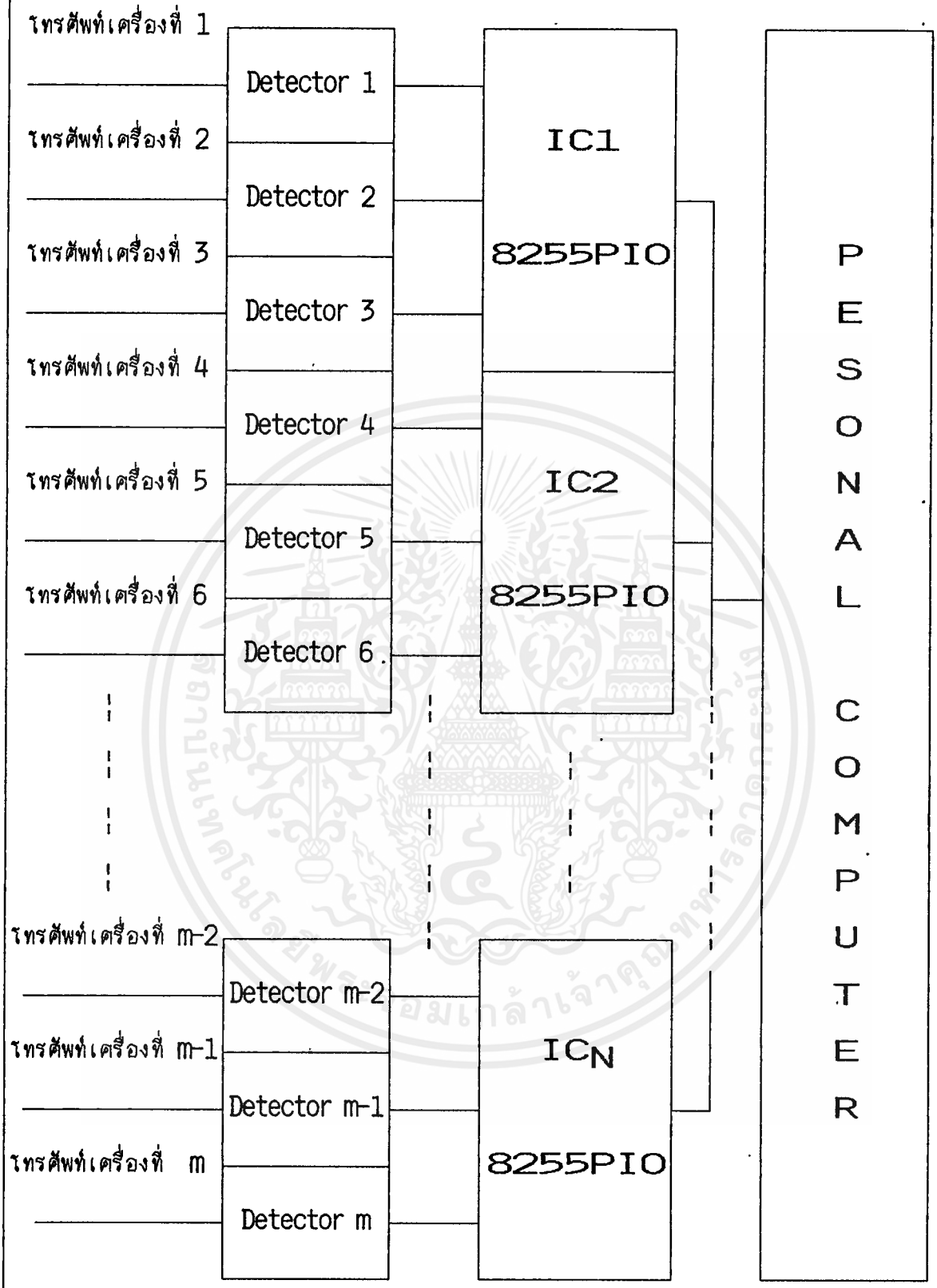
## ส่วนของวงจรตรวจจับ (DETECTOR)

ในส่วนนี้ จะเป็นตัว detect สัญญาณต่างๆ ของสภาวะการทำงานโทรศัพท์ เพื่อที่จะบันทึกการใช้งานของโทรศัพท์ เหตุที่เราต้องทำการ detect สัญญาณออกมา เพื่อให้สามารถ link กับคอมพิวเตอร์ได้ สภาวะที่เรานำมา detect คือ สภาวะการยกหูและวางหูโทรศัพท์ เรียกว่า Hook-off Detector สภาวะที่มีการกดปุ่มโทรศัพท์ เพื่อที่จะโทรๆออก เรียกว่า DTMF Detector สภาวะที่มีการเรียกเข้ามาวงจรตรวจจับคือ Ringing Detector เมื่อมีการติดต่อกันได้ จะเกิดการกลับขั้วกันของคู่สาย วงจรที่ตรวจจับสัญญาณนี้ เรียกว่า Reverse Line Detector หรือ Polarity Detector

ในการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์นั้น ใช้ 8255 ซึ่งเป็น I/O PORT ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 2.1 โดยอาศัยการตรวจจับสัญญาณต่างๆ ที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 1 มาผ่าน PORT และคอมพิวเตอร์ จะรับสัญญาณนี้ไปทำการประมวลผล เพื่อบันทึกต่อไป โดยคอมพิวเตอร์จะควบคุมการรับสัญญาน จาก port 8255 ผ่านทาง port ของคอมพิวเตอร์เอง

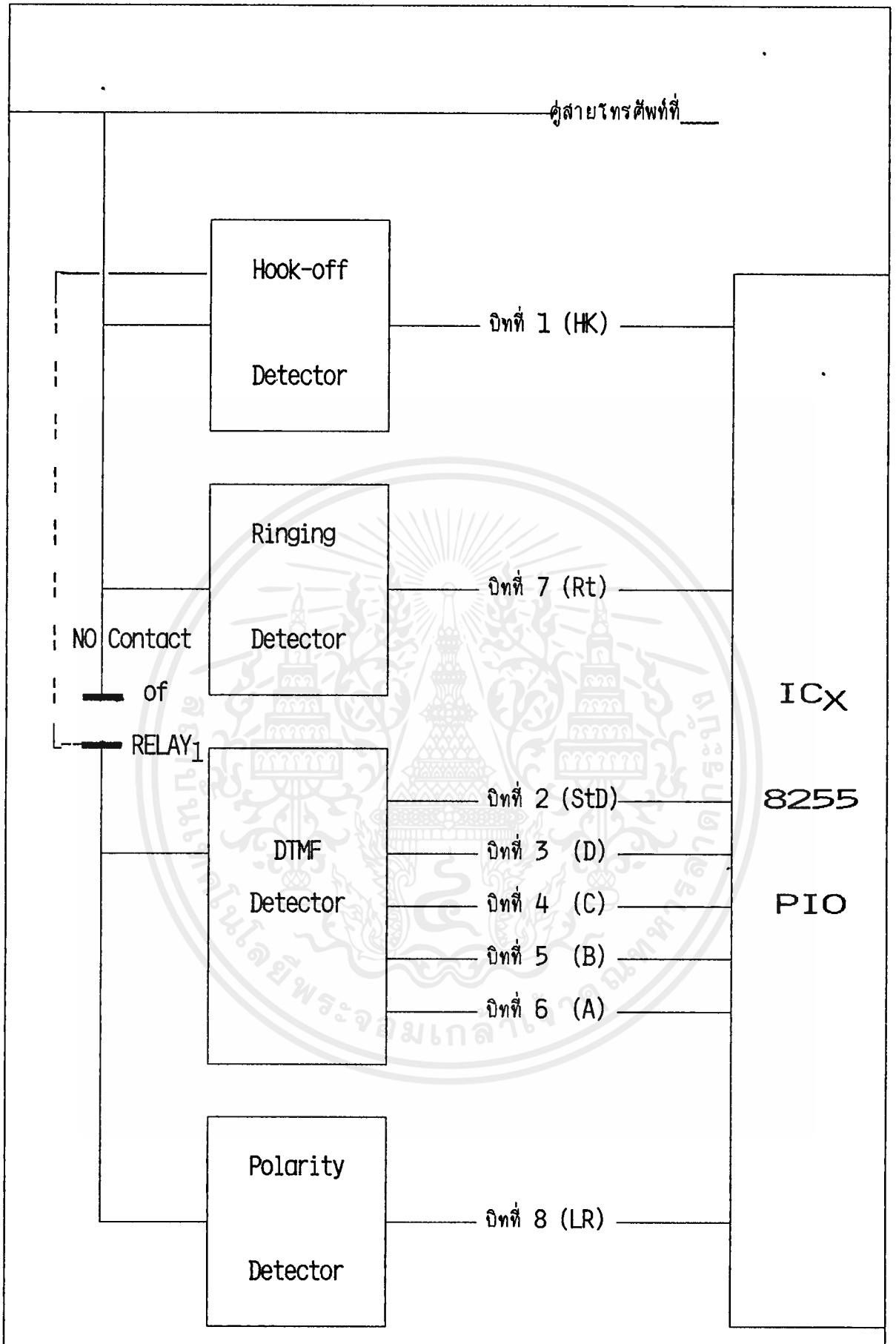
จากรูปที่ 2.1 จะเห็นว่าเราสามารถต่อเข้ากับโทรศัพท์ ได้พร้อมกันหลายๆคู่สาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า เราจะออกแบบให้โปรแกรมของเราทำงานอย่างไร และข้อจำกัด นอกจากอยู่ที่โปรแกรมแล้วยังขึ้นอยู่กับความเร็วของคอมพิวเตอร์ ในการประมวลผลด้วย ซึ่งจะอธิบายอีกครั้งในบทที่ 4 สำหรับในรูปที่ 2.1 นั้น โทรศัพท์แต่ละคู่สาย จะมี Detector ที่ทำการตรวจจับ (Detect) สภาวะต่างๆ ของสายโทรศัพท์คู่สายนั้นๆ สัญญาณที่ได้จะถูกเลือก โดยผ่าน port ซึ่งการเลือกจะควบคุมโดย นำสัญญานจากคอมพิวเตอร์ ว่าจะให้ 8255PIO ตัวใดทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.1 แสดงการต่อ Detector เข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.2 แบ่งการทำงานของ Detector ออกเป็น Block Diagram ตามหน้าที่การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานภายใน Detector แต่ละตัว ซึ่งเราสมมารถแบ่งออกเป็นวงจรตรวจจับสัญญาณต่างๆได้ ดังต่อไปนี้

-วงจรตรวจจับการวางหูโทรศัพท์ (Hook-off Detector)

-วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Detector)

-วงจรตรวจสอบการกลับขั้วของคู่สาย (Polarity Detector)

-วงจรตรวจจับสัญญาน Touch Tone หรือ DTMF (DTMF Detector)

**วงจรตรวจจับการวางหูโทรศัพท์ (Hook-off Detector)**

วงจรแสดงไว้ในรูปที่ 2.3

การทำงานของวงจรคือ เมื่อมีการวางหูปกติอยู่ $Q_1$ จะมีกระแสมาไบอัส เพราะแรงดันตกคร่อมสายโทรศัพท์จะสูง ทำให้ $RELAY_1$ ไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจาก $Q_2$ ได้รับการไบอัสกลับ

เมื่อมีการยกหูครั้งใด จะทำให้แรงดันตกคร่อมคู่สายตกลงทันที เป็นผลให้แรงดันที่ $ZD_1$ ต่ำลงมาก และกระแสไม่เพียงพอที่จะทำให้ $Q_1$ ทำงานได้ ดังนั้น $Q_2$ ก็จะทำงานทันที $RELAY_1$ ก็จะทำงานเช่นกัน ส่งผลให้หน้าสัมผัสปกติเปิด (NO) ปิดวงจร ทำให้วงจร DTMF Detector และ Polarity Detector สามารถตรวจจับสัญญานจากคู่สายได้

**วงจรตรวจจับสัญญานกระดิ่ง (Ringing Detector)**

วงจรแสดงไว้ในรูปที่ 2.4

เมื่อมีการเรียกสายเข้า สัญญานกระดิ่ง (Ringing tone) ซึ่งมีแรงดันสูง เมื่อผ่าน $R_5$ และ $ZD_2$ ยังมีแรงดันเพียงพอ ที่จะขับให้ไดโอดเปล่งแสง (LED) ภายใน $IC_1$ ทำงานได้ สัญญานกระดิ่งจะส่งเป็นความถี่เป็นช่วงๆ เมื่อมีสัญญานมาเป็นแรงดันสูงครั้งหนึ่ง จะทำให้ $IC_2$ ได้รับสัญญานกระตุ้นครั้งหนึ่ง ($IC_2$ เป็น Monostable Multivibrator) และจะหน่วงเวลาได้โดยเปลี่ยนค่า RC ในที่นี้เราใช้การปรับค่า $VR_1$ แทน การทำงานเช่นนี้เราจะได้สัญญานทางเอาต์พุทเป็นไปตาม Ringing Tone นั่นคือ ให้ `1' เป็นเวลา `4'วินาที และให้ `0' เป็น `1'เวลาวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

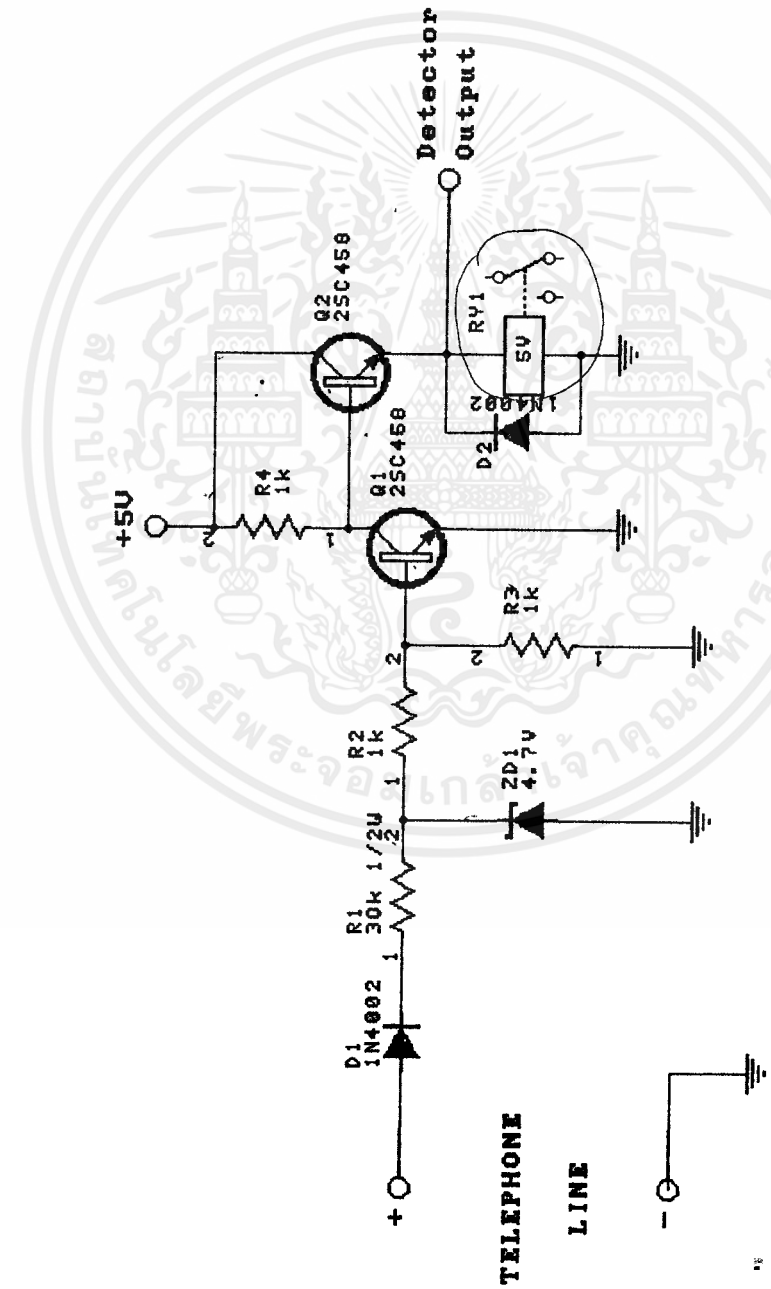



Figure 2.3

HOOK-OFF DETECTOR

| Title | HOOK-OFF DETECTOR CIRCUIT | | |
|---|---|---|---|
| Size A4 | Number PROJECT II | Revision J-Y-R | |
| Date: 10-MAR 1993 | Sheet 1 of 3 | | |
| File: A:\EXCELL1/2 | Drawn By: MR. RONG | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

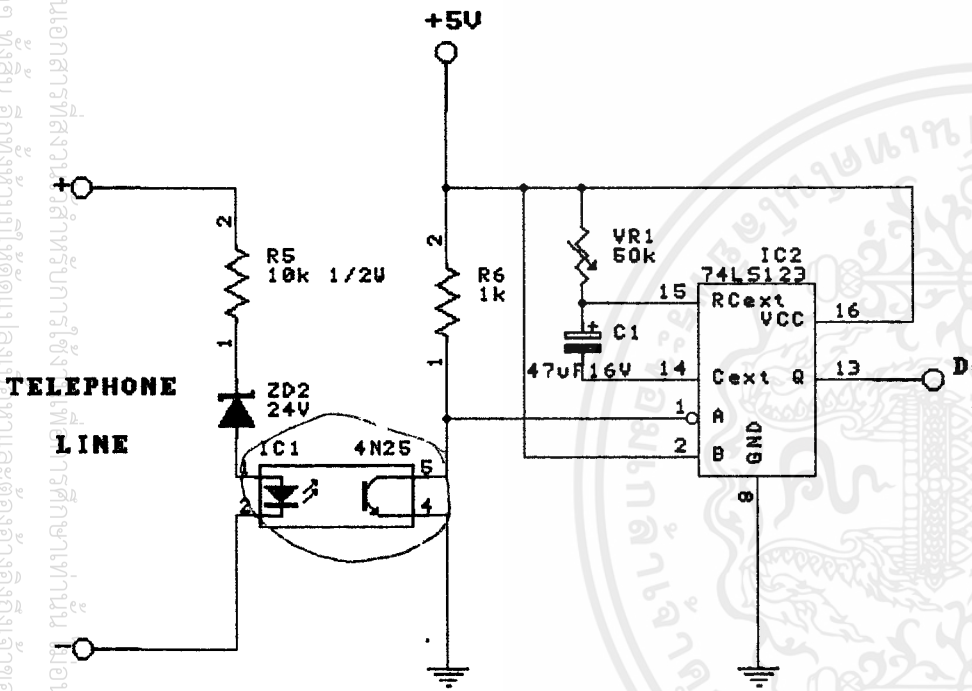



Figure 2.4
RINGING DETECTOR

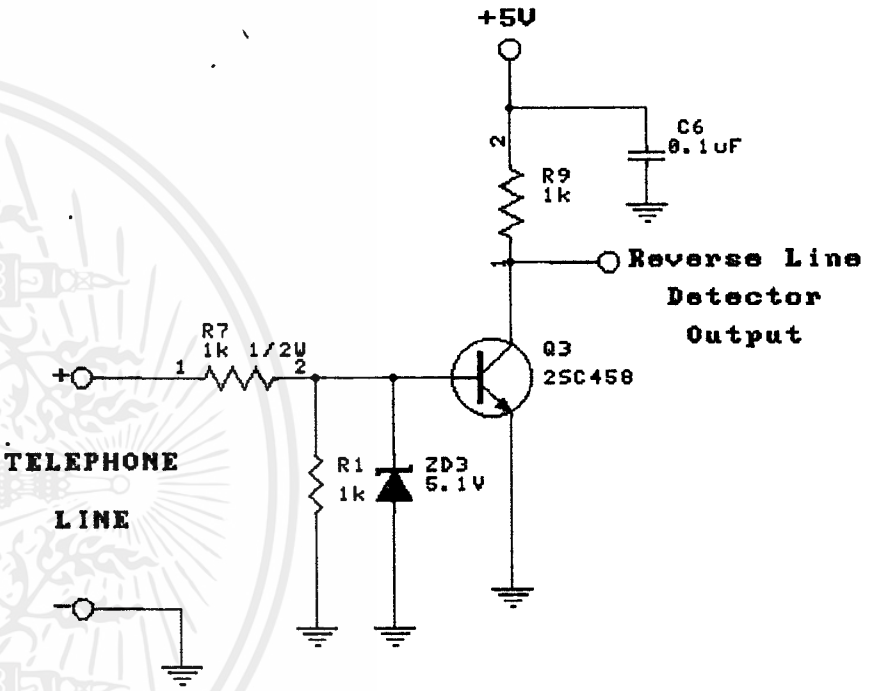



Figure 2.6
REVERSE LINE DECTECTOR

| | | |
|---|---|---|
| Title: RINGING & REVERSE LINE DETECTOR CCT | | |
| Size: A4 | Number: PROJECT II | Revision: J-Y-R |
| Date: 19-MAR 1993 | | Sheet 2 of 3 |
| File: A:\EXCELL2/2 | | Drawn By: MR.'RONG |

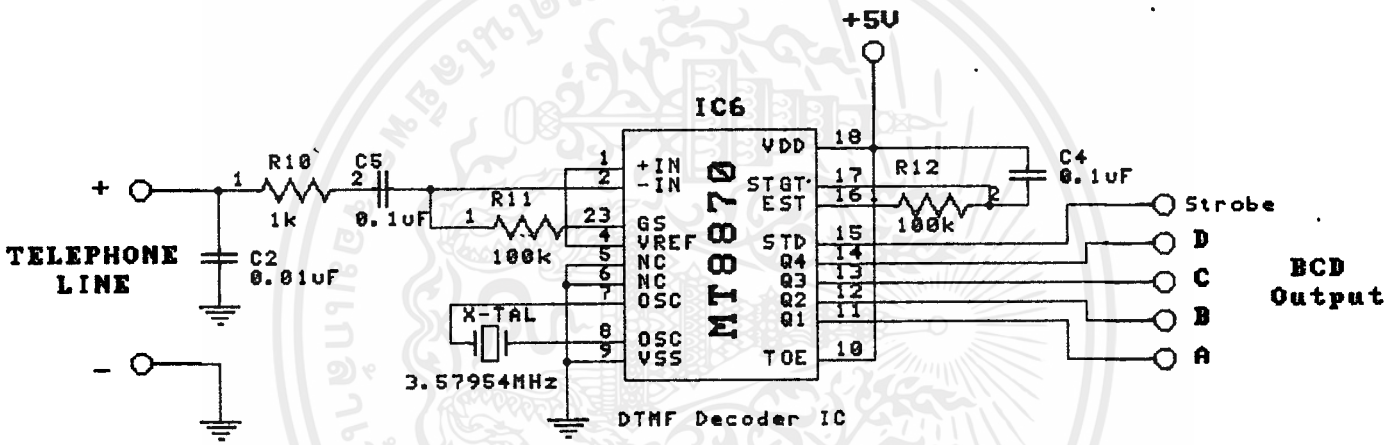



Figure 2.5

DTMF DETECTOR

| | | |
|---|---|---|
| Title: DTMF DETECTOR CIRCUIT | | |
| Size: A4 | Number: PROJECT II | Revision: Y-J-R |
| Date: 19-MAR 1993 | | Sheet 3 of 3 |
| File: A:\EXCELL3/2 | | Drawn By: MR. RONG |

## วงจรตรวจจับสัญญาน Touch Tone หรือ DTMF (DTMF Detector)

วงจรแสดงไว้ในรูปที่ 2.5

เมื่อเรายกหูโทรศัพท์ RELAY ของวงจร Hook-off Detector จะทำงาน หน้าสัมผัส NO ต่อวงจร สัญญานจากสายโทรศัพท์ เข้ามาทางอินพุทของวงจร DTMF Detector เมื่อเรากดปุ่มหมายเลขใดๆ บนโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ที่เอาต์พุท จะมีสัญญานออกเป็น BCD ส่วนขา Strobe หรือ StD จะเป็นตัวตรวจเช็คว่ามีการกดปุ่ม IC เบอร์นี้จะตรวจสอบสัญญานที่เป็น DTMF เท่านั้น ถ้าไม่ใช่จะไม่สนใจ เป็นไอซีสำเร็จรูปที่ออกแบบมาให้ใช้กับงานด้านนี้โดยเฉพาะ

ฟังก์ชั่นการทำงานโดยละเอียด ของไอซี MT8870 ดูได้จากภาคผนวก A (Appendix A)

## วงจรตรวจสอบการกลับขั้วของคู่สาย (Polarity Detector)

วงจรแสดงไว้ในรูปที่ 2.6

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ และสามารถติดต่อกันได้ จะมีการกลับขั้ว ของแรงดันบนคู่สาย นั่นคือจากลบเป็นบวก และจากบวกเป็นลบ ปกติเมื่อมีการยกหู ที่เอาต์พุท จะมีระดับลอจิกเป็น `1' และเมื่อมีการติดต่อกันได้ เมื่อเกิดการกลับขั้ว วงจรซึ่งประกอบด้วย ทรานซิสเตอร์ $Q_1$ และ $Q_2$ จะให้แรงดันเอาต์พุท จะมีระดับลอจิกเป็น `0'

*วงจรที่สมบูรณ์ เมื่อนำมาประกอบกันแสดงไว้ในรูปที่ 2.7*

*โทรศัพท์ลายแผ่นวงจรพิมพ์ (PC Board) และการวางอุปกรณ์ แสดงไว้ในรูปที่ 2.8 และรูปที่ 2.9 ตามลำดับ*

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

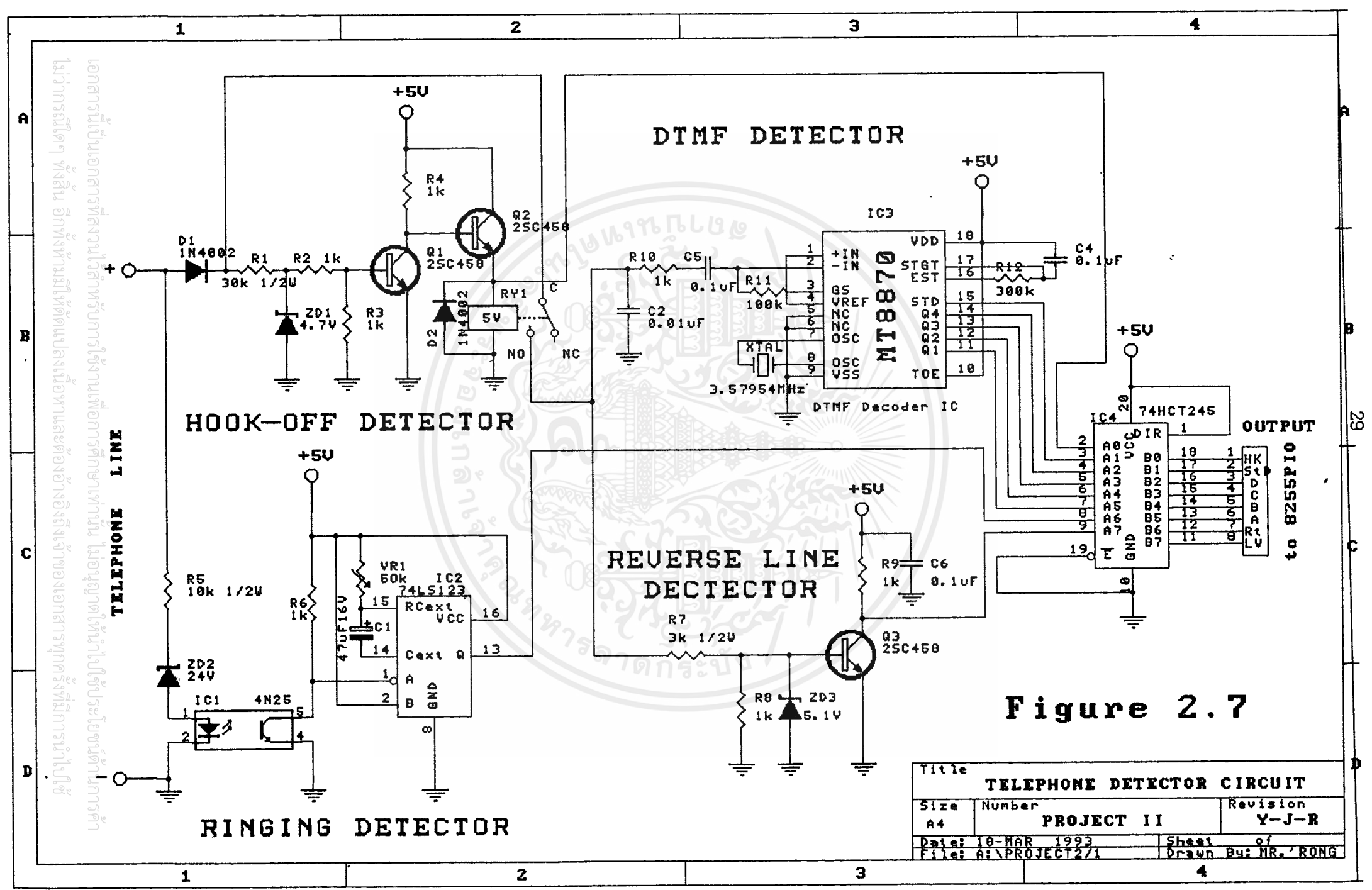
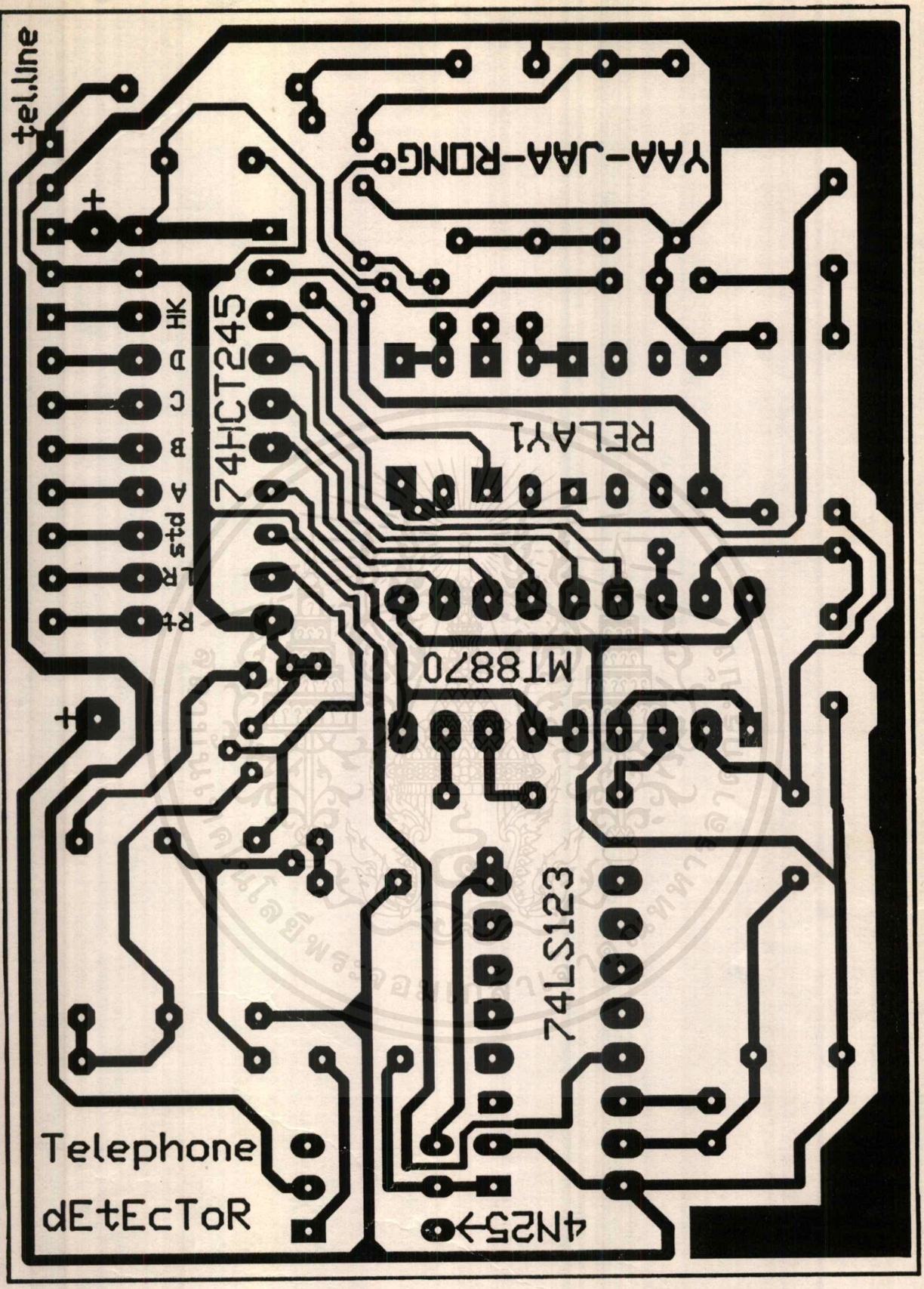


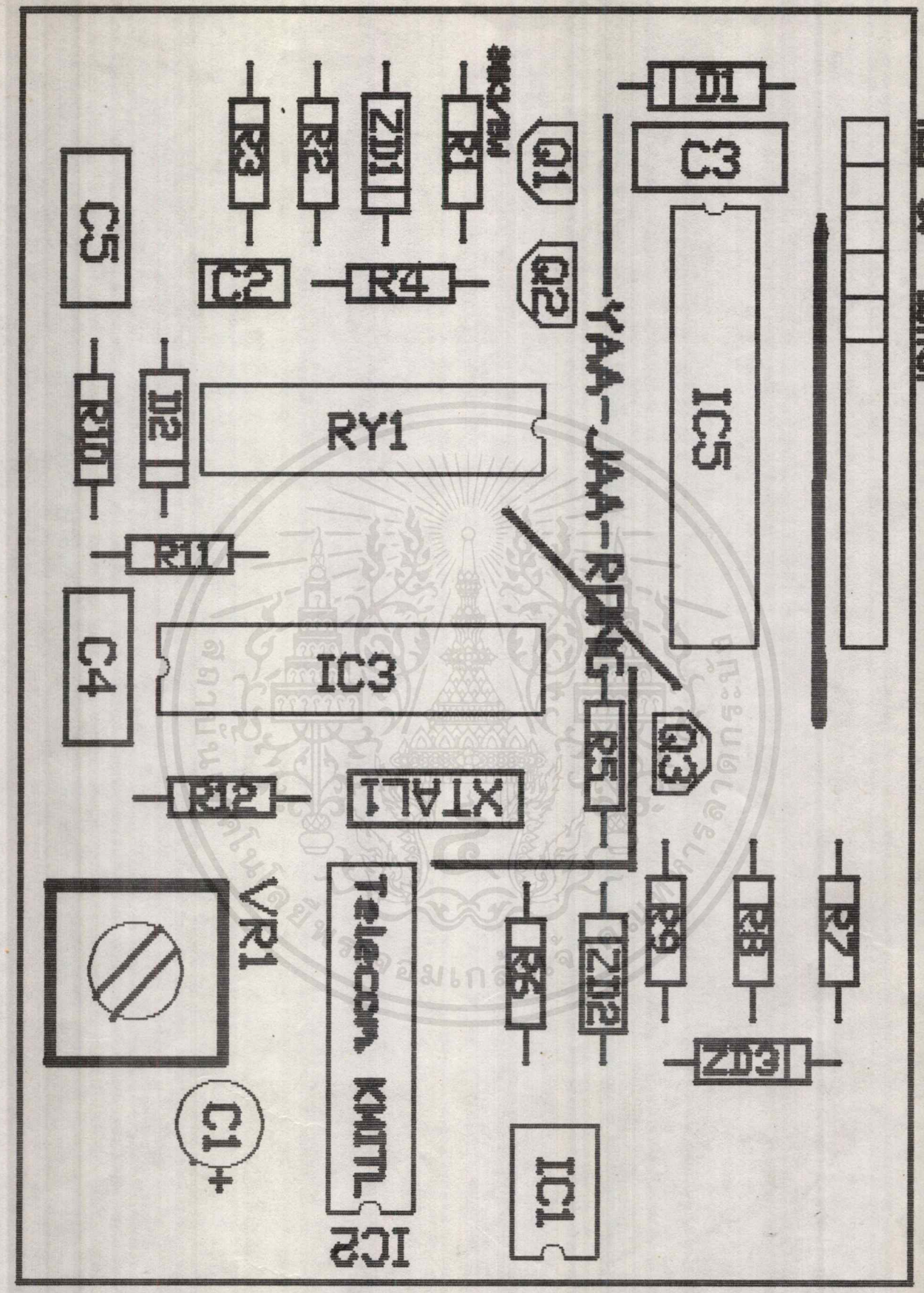

Figure 2.7

| | | |
|---|---|---|
| Title: TELEPHONE DETECTOR CIRCUIT | | |
| Size: A4 | Number: PROJECT II | Revision: Y-J-R |
| Date: 18-MAR 1993 | Sheet of | |
| File: A:\PROJECT2/1 | Drawn By: MR.'RONG | |




รูปที่ 2.8 สายแผ่นวงจรพิมพ์ด้านสายทองแดง ของวงจรตรวจจับสัญญาณจากสายโทรศัพท์
(ขยาย 3 เท่าของขนาดจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.8 ลายแผ่นวงจรพิมพ์ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับสัญญาณจากสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

## การอินเตอร์เฟสเข้ากับคอมพิวเตอร์

### 3.1 AT สล็อต และ XTสล็อต

คอมพิวเตอร์ IBM AT ใช้ CPU 80286 เป็น 16 บิทแท้

คอมพิวเตอร์ IBM XT ใช้ CPU 8088 เป็น 16 บิทเทียม

กล่าวคือ 8088 เป็น DATA BUS 8 บิท เมื่อประมวลผลขนาด 16 บิท จึงต้องจัดการเกี่ยวกับข้อมูลสองครั้ง ครั้งละ 8 บิท ดังนั้น รุ่น AT จึงทำงานเร็วกว่ารุ่น XT

บนเมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์รุ่น AT มีสล็อต 2 ชนิดคือชนิดสั้นและชนิดยาว ขาสัญญานและตำแหน่งขาสัญญาน บนสล็อตรุ่น AT เหมือนรุ่น XT เพียงแต่มีสัญญานที่เพิ่มมาจากรุ่น XT ประกอบด้วย

-ข้อมูลครึ่งบน 8 บิท

-address เพิ่มมาอีก 4 บิท

-ขาสัญญานควบคุมเพิ่มเติม

ดังนั้น การ์ดที่จะนำมาใช้กับสล็อตรุ่น XT สามารถนำมาใช้กับ รุ่น XT ได้ ถ้าหากเราไม่คำนึงถึงเรื่องความเร็ว คือมีตำแหน่งขาตรงกัน

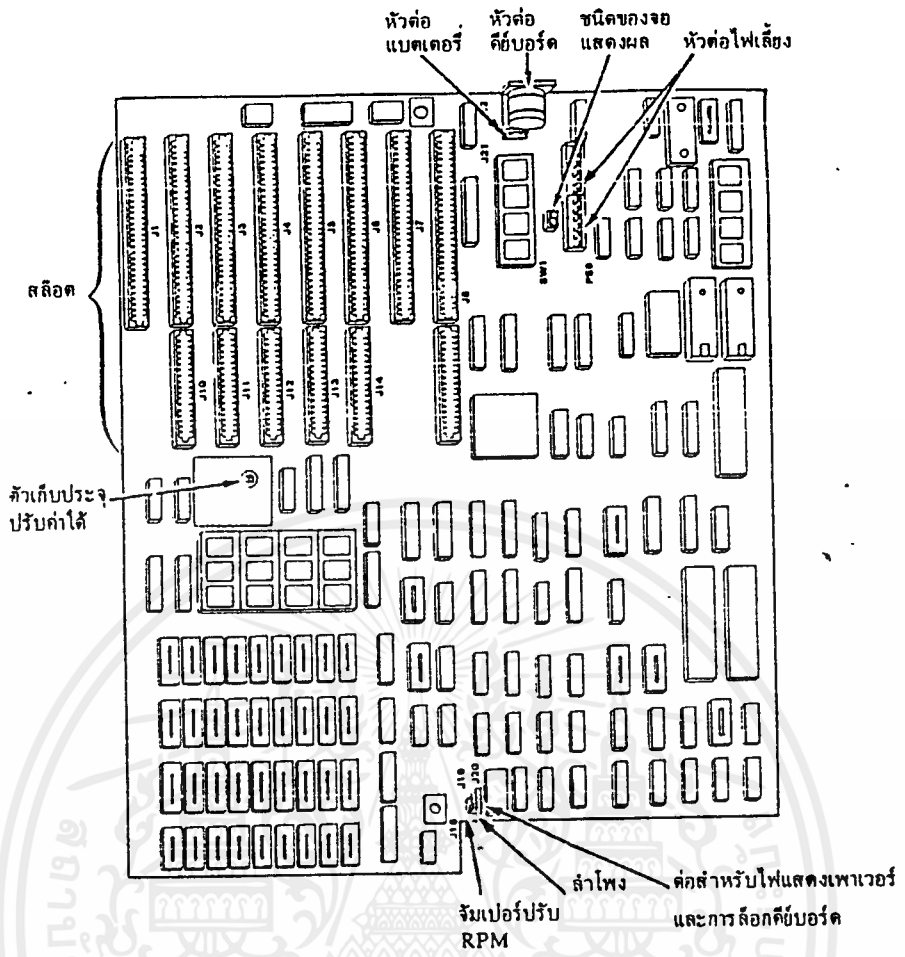
รูปที่ 3.1 แสดงเมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์รุ่น AT

รูปที่ 3.2 แสดงเมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์รุ่น XT

### 3.2 การจัดระบบหน่วยความจำของ IBM PC/AT/XT

การควบคุมอุปกรณ์ I/O ที่ต่ออยู่กับ IBM PC จะกระทำผ่านพอร์ต โดยอ้างถึงแอดเดรสของอุปกรณ์นั้นโดยตรง พอร์ตและหน่วยความจำจะแยกกันโดยเด็ดขาด สัญญานที่ใช้อินาเบิ้ล ในการอ่าน

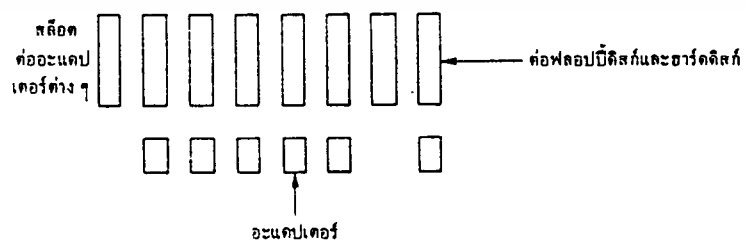
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เมนบอร์ด

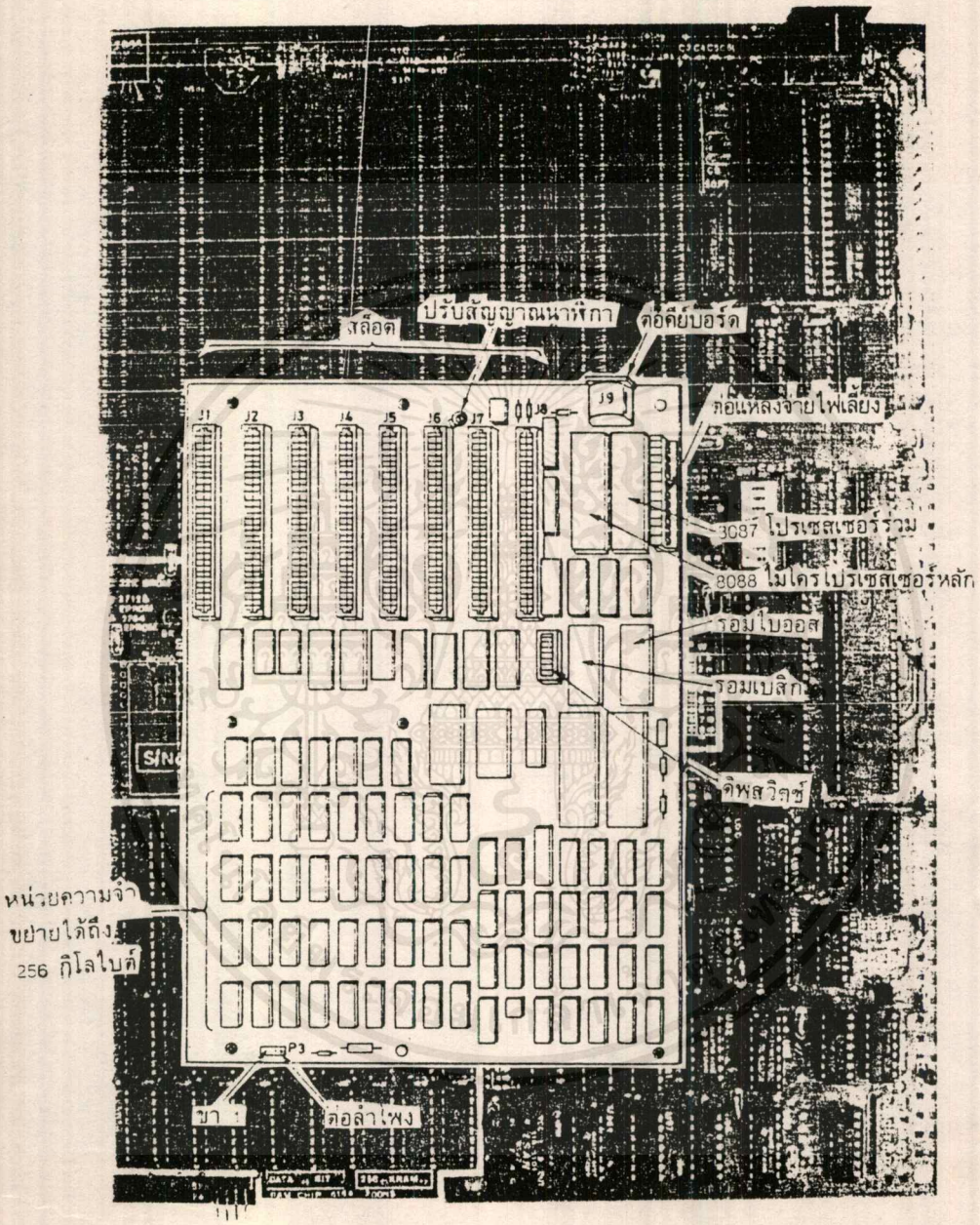
| | | |
|---|---|---|
| ไมโครโปรเซสเซอร์ 80286 | โปรเซสเซอร์คณิตศาสตร์ | วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา |
| วงจรจัดสัญญาณอินเตอร์รัพต์ 16 ระดับ | ROM | วงจรเชื่อมต่อลำโพง |
| วงจรดีเอ็มเอ 7 ช่อง | RAM | หน่วยควบคุมคีย์บอร์ด |
| CMOS | วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่เวลาจริง | ส่วนเชื่อมต่อแบตเตอรี่ |

เพาเวอร์ซัพพลาย
ลำโพง
แป้นพิมพ์
แบตเตอรี่




**รูปที่ 3.1 แสดงเมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์รุ่น AT**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.2 แสดงเมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์รุ่น XT**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงการใช้งานของ I/O พอร์ตของคอมพิวเตอร์ IBM

| Address | Description |
|---|---|
| 1F0-1F8 | FIXED DISK |
| 200-20F | GAME ADAPTER |
| 210-217 | EXPANSION UNIT |
| 278-27F | 2nd PARALLEL PRINTER PORT |
| 2B0-2DF | ALTERNATE EGA |
| 2E1 | GPIB (0) |
| 2E2-2E3 | DATA ACQUISITION |
| 300-31F | PROTOTYPE CARD |
| 320-32F | FIXED DISK |
| 378-36F | PC NETWORK |
| 380-37F | 1st PARALLEL PRINTER PORT |
| 380-38F | SDLC / 2nd BITSYNCHRONOUS |
| 390-393 | CLUSTER (0) |
| 3A0-3AF | 1st BITSYNCHRONOUS |
| 3B0-3BF | MONOCHROME DISPLAY/PRINTER |
| 3C0-3CF | EGA |
| 3D0-3DF | CGA |
| 3F0-3F7 | FLOPPY DISK |
| 3F8-3FF | 1st SERIAL PORT |

การอินเตอร์เฟสผ่านพอร์ท โดยใช้การ์ดที่สร้างเองนั้น ต้องใช้เบอร์พอร์ทที่ว่างไม่มีอุปกรณ์ต่ออยู่ หรือถ้าดูจากตาราง ควรใช้พอร์ทเบอร์ 300-31F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

| | | |
|---|---|---|
| Block C | C0000-CFFFF | BIOS extention (eg. EGA) |
| Block D | D0000-DFFFF | Other use |
| Block E | E0000-EFFFF | Other use |
| Block F | F0000-FFFFF | BIOS EPROM |

## 3.3 รายละเอียดขาต่างๆบนสล็อตขนาดสั้นที่เราจะนำมาใช้งาน

ข้อตกลง I , O และ I/O หมายถึงทิศทางขาสัญญาน เมื่อเทียบกับเมนบอร์ด

โดยที่ I หมายถึง ขาสัญญานอินพุท

O หมายถึง ขาสัญญานเอาท์พุท

I/O หมายถึง ขาสัญญานที่เป็นได้ทั้งอินพุท และเอาท์พุท

*I/O หมายถึง ขาสัญญานที่เป็นอินพุทในช่วงที่เกิดขบวนการ DMA แต่ในช่วงการทำงานปกติ จะเป็นเอาท์พุท

ขาสัญญานที่มีเครื่องหมายลบอยู่นำหน้า จะหมายถึง ขาสัญญานที่มีลอจิกแอคทีฟเป็น `0'

ขาสัญญานที่ไม่มี หรือมีเครื่องหมายบวกอยู่นำหน้า จะหมายถึงขาสัญญานที่มีลอจิกแอคทีฟเป็น `1'

**ระบบเพาเวอร์ซัพพลาย**

GND ขาสัญญานนี้ต่ออยู่กับระบบกราวด์ของระบบเรกกูเลเตอร์

+5V ขาสัญญานนี้ต่ออยู่กับระบบ DC เรกกูเลเตอร์ +5V

-5V ขาสัญญานนี้ต่ออยู่กับระบบ DC เรกกูเลเตอร์ -5V

+12V ขาสัญญานนี้ต่ออยู่กับระบบ DC เรกกูเลเตอร์ +12V

-12V ขาสัญญานนี้ต่ออยู่กับระบบ DC เรกกูเลเตอร์ -12V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ด้านบัดกรี | | | | | ด้านอุปกรณ์ |
|---|---|---|---|---|---|
| | GND | B1 | A1 | -I/O CH CK | |
| | +RESET DRV | B2 | A2 | +D7 | |
| | +5V | B3 | A3 | +D6 | |
| | +IRQ2 | B4 | A4 | +D5 | |
| | -5V | B5 | A5 | +D4 | |
| | +DRQ2 | B6 | A4 | +D3 | |
| | -12V | B7 | A7 | +D2 | |
| | RESERVED | B8 | A8 | +D1 | |
| | +12V | B9 | A9 | +D0 | |
| | GND | B10 | A10 | +I/O CH RDY | |
| | -MEMW | B11 | A11 | +AEN | |
| | -MEMR | B12 | A12 | +SA19 | |
| | -IOW | B13 | A13 | +SA18 | |
| | -IOR | B14 | A14 | +SA17 | |
| | -DACK3 | B15 | A15 | +SA16 | |
| | +DRQ3 | B16 | A16 | +SA15 | |
| | -DACK1 | B17 | A17 | +SA14 | |
| | +DRQ1 | B18 | A18 | +SA13 | |
| | -DACK0 | B19 | A19 | +SA12 | |
| | CLK | B20 | A20 | +SA11 | |
| | +IRQ7 | B21 | A21 | +SA10 | |
| | +IRQ6 | B22 | A22 | +SA9 | |
| | +IRQ5 | B23 | A23 | +SA8 | |
| | +IRQ4 | B24 | A24 | +SA7 | |
| | +IRQ3 | B25 | A25 | +SA6 | |
| | -DACK2 | B26 | A26 | +SA5 | |
| | +T/C | B27 | A27 | +SA4 | |
| | +BALE | B28 | A28 | +SA3 | |
| | +5V | B29 | A29 | +SA2 | |
| | OSC | B30 | A30 | +SA1 | |
| | GND | B31 | A31 | +SA0 | |

รูปที่ 3.3 ตำแหน่งสัญญาณบนสล็อต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แอดเดรสบัสและสัญญาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง**

SA0-SA19 I เป็นแอดเดรสบิทที่ 0 ถึง 19 โดยที่ SA0 มีนัยสำคัญต่ำที่สุด จะแอคทีฟ เมื่อขาสัญญาน BALE เป็น `1' และจะถูกแลทช์ไว้ตอนขอบขาลงของสัญญาน BALE แอดเดรสทั้ง 20 บิท นี้ สามารถอ้างหน่วยความจำได้ถึง 1 Mbyte

AEN (Address Enable) O ขาสัญญานนี้จะแอคทีฟ เมื่อตัวควบคุม DMA ได้ทำการควบคุมบัสต่างๆ ของระบบแล้ว การอ้างพอร์ตของอุปกรณ์ I/O จะต้องใช้สัญญานนี้ ในการตีโต้ดด้วย เพื่อไม่ให้เกิดการติดต่อระหว่างระบบ กับอุปกรณ์ I/O ตัวอื่น ยกเว้นตัวที่กำลังทำการ DMA อยู่

BALE (Address Latch Enable) O ขาสัญญาน BALE นี้ ใช้ในการแสดงการเริ่มต้นของขบวนการต่างๆ ที่มีการติดต่อกับหน่วยความจำ โดยจะแอคทีฟเมื่อค่าแอดเดรสที่ ซีพียูต้องการติดต่อด้วยอยู่บนแอดเดรสบัสเรียบร้อยแล้ว ในขบวนการ DMA สัญญานนี้จะมีสถานะเป็น `1' ตลอด

**สัญญานอินเตอร์รัพต์**

IRQ2-IRQ7 (Interrupt Request) I เป็นขาสัญญานขอขัดจังหวะ โดย IRQ2 มีลำดับความสำคัญมากสุด รองๆลงไปคือ IRQ3,4,5,6,7 ปกติสัญญานนี้จะมีสถานะเป็น `1' ถ้าต้องการอินเตอร์รัพท์ ให้ป้อนพัลซ์ลอจิก `1'ให้กับมัน โดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงคาบเวลา

-I/O CHCK (I/O Channel Check) I เป็นขาสัญญานที่บอกความผิดพลาดในการรับ-ส่งข้อมูล โดยตรวจสอบจากพาริตี้บิท ถ้าพาริตี้บิทที่อ่านจากหน่วยความจำ กับพาริตี้บิทที่สร้างขึ้น จากขบวนการรับ-ส่งข้อมูล มีค่าไม่เท่ากัน แสดงว่าเกิดการผิดพลาดในการรับส่งข้อมูล สัญญานนี้จะทำให้เกิดการอินเตอร์รัพท์ CPU แบบ NMI เพื่อบอกให้ CPU ทราบว่า เกิด Parity Error ขึ้น CPU จะแสดงข้อความบอกความผิดพลาดที่เกิดขึ้น และจะหยุดการทำงาน (Halt)

**สัญญานที่ใช้ในขบวนการ DMA**

DRQ1-DRQ3 (DMA Request) I ขาสัญญานใช้ในการขอทำขบวนการ DMA โดยที่ DRQ0 มีลำดับความสำคัญน้อยที่สุด และ DRQ3 มีลำดับความสำคัญมากที่สุด การขอทำ DMA ทำได้โดย ทำให้ขาสัญญานนี้ มีสถานะเป็น `1' แล้วรอจนกระทั่งได้รับการตอบสนองการทำ DMA จาก CPU โดยตรวจสอบสัญญาน DACK ที่ส่งออกมา

-DACK 0-3 (DMA Acknoledge) เป็นสัญญานตอบสนองการทำ DMA ของอุปกรณ์ I/O เพื่อให้อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

O I/O ทราบว่าการขอทำขบวนการ DMA นั้นได้รับการตอบสนองแล้ว เช่น มีการขอทำ DMA ผ่านทาง DRQ2 เมื่อ CPUรับรู้แล้ว จะให้สัญญาน DACK2 แอคทีฟ

T/C (Terminal Count) เป็นขาสัญญานที่บอกอุปกรณ์ I/O ที่ทำ DMA ให้ทราบว่าจำนวนข้อมูลที่รับส่ง ในขบวนการ DMA นี้ครบจำนวนแล้ว โดยจะส่งสัญญานนี้เป็นพัลซ์ให้กับอุปกรณ์ I/O

**สัญญานควบคุมต่างๆ**

-MEMR(*I/O) (Memory Read) ขาสัญญานนี้จะเป็นตัวบอกให้หน่วยความจำ ส่งข้อมูลออกมาที่ดาต้าบัส

-MEMW(*I/O) (Memory Write)ขาสัญญานนี้จะเป็นตัวบอกให้หน่วยความจำเก็บข้อมูลที่ออกมาดาต้าบัส

-IOR (*I/O) (I/O Read) ขาสัญญานนี้จะเป็นตัวบอกให้อุปกรณ์ I/O ส่งข้อมูลออกมาที่ดาต้าบัส

-IOW (*I/O) (I/O Write) ขาสัญญานนี้จะเป็นตัวบอกให้อุปกรณ์ I/O รับข้อมูลที่ส่งออกดาต้าบัส

RESET DRV (Reset Driver)เป็นขาสัญญานที่แอคทีฟตอนช่วงที่เราเริ่มจ่ายไฟให้กับระบบ เพื่อใช้ในการรีเซ็ต CPU และอุปกรณ์ต่างๆบนระบบคอมพิวเตอร์ รวมทั้งอุปกรณ์ I/O ด้วย

**สัญญานที่ใช้สร้าง Wait States**

I/O CHRDY (I/O Channel Ready)ขาสัญญานนี้จะถูกทำให้แอคทีฟโดยอุปกรณ์ I/O หรือหน่วยความจำที่ไม่สามารถทำงานได้ทันกับระบบ จึงหน่วงการทำงานให้ช้าลง โดยการเพิ่ม Wait States โดยการทำให้สัญญานนี้แอคทีฟ ในช่วงที่ I/O ได้รับสัญญาน จากการดีโค้ดแอดเดรส,สัญญาน-MEMR,สัญญาน -MRMW,สัญญาน -IOR,สัญญาน -IOW

CLK (System clock)สำหรับ XT ขาสัญญานนี้จะมีความถี่ประมาณ 4.77 MHz หรืออาจจะสูงกว่าก็ได้ สำหรับรุ่นใหม่ๆ และสำหรับ AT จะมีความถี่ประมาณ 6 MHz หรือในรุ่นใหม่ๆ อาจจะมีความถี่สูงถึง 15 MHZ โดยปกติขาสัญญานนี้ มีดิวตี้ไซเคิล 50% สำหรับ CPU 80286 ด้วยกำเนิดสัญญานนาฬิกา ที่ป้อนให้จะมีความถี่เป็น 2 เท่าของความถี่ที่ CPU ทำงาน แต่ขาสัญญานนี้ ก็ยังคงมีความถี่เป็น 2 เท่าของความถี่ CPU ทำงาน แต่ขาสัญญานนี้ก็จะยังคงมีความถี่ เท่ากับความถี่ที่ CPU ทำงานเสมอ

OSC (Oscillator) เป็นขาสัญญานที่มีความถี่สูงคือ 14.31818 MHz ความถี่ของสัญญานนี้จะคงที่เสมอ และจะไม่ซิงโครนัสกับสัญญานอื่นๆในระบบ ดังนั้นจึงไม่ควรนำสัญญานนี้ ไปใช้เป็นสัญญานตล็อกของอุปกรณ์ I/O ที่ต่ออยู่กับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.4 PROTOTYPE ADAPTER CARD

จากหัวข้อ 3.2 ดูตารางจะพบว่า การอ้างแอดเดรสที่ให้ใช้สำหรับพอร์ต คือจะอยู่ในช่วง 100-3FFH และพอร์ตที่กำหนดมาให้ใช้กับการ์ดที่เสียบลงบนสล็อต ที่เป็น Prototype Card ให้ใช้เบอร์ 300-31FH

จากวงจร ในรูปที่ 3.3 และ 3.4 อธิบายการทำงานในแต่ละส่วนได้ดังนี้

-ด้านซ้ายมือ ของรูปที่ 3.3 คือด้านที่จะเสียบกับสล็อตคอมพิวเตอร์ ของการ์ดที่เราสร้างขึ้น

-$IC_9$ เป็นบัฟเฟอร์ต่อขาอีนาเบิ้ลลงกราวด์ ดังนั้นจึง Active อยู่ตลอดเวลา

-$IC_3$ รับ data จาก slot ไปให้ ขา data ของ 8255PIO ($IC_4, IC_5, IC_6$)

-$IC_3, IC_9$ เป็นบัฟเฟอร์แบบ tristate ที่ทำงานได้สองทิศทางควบคุมทิศทางโดยลอจิกที่ขา 1 (DIR)

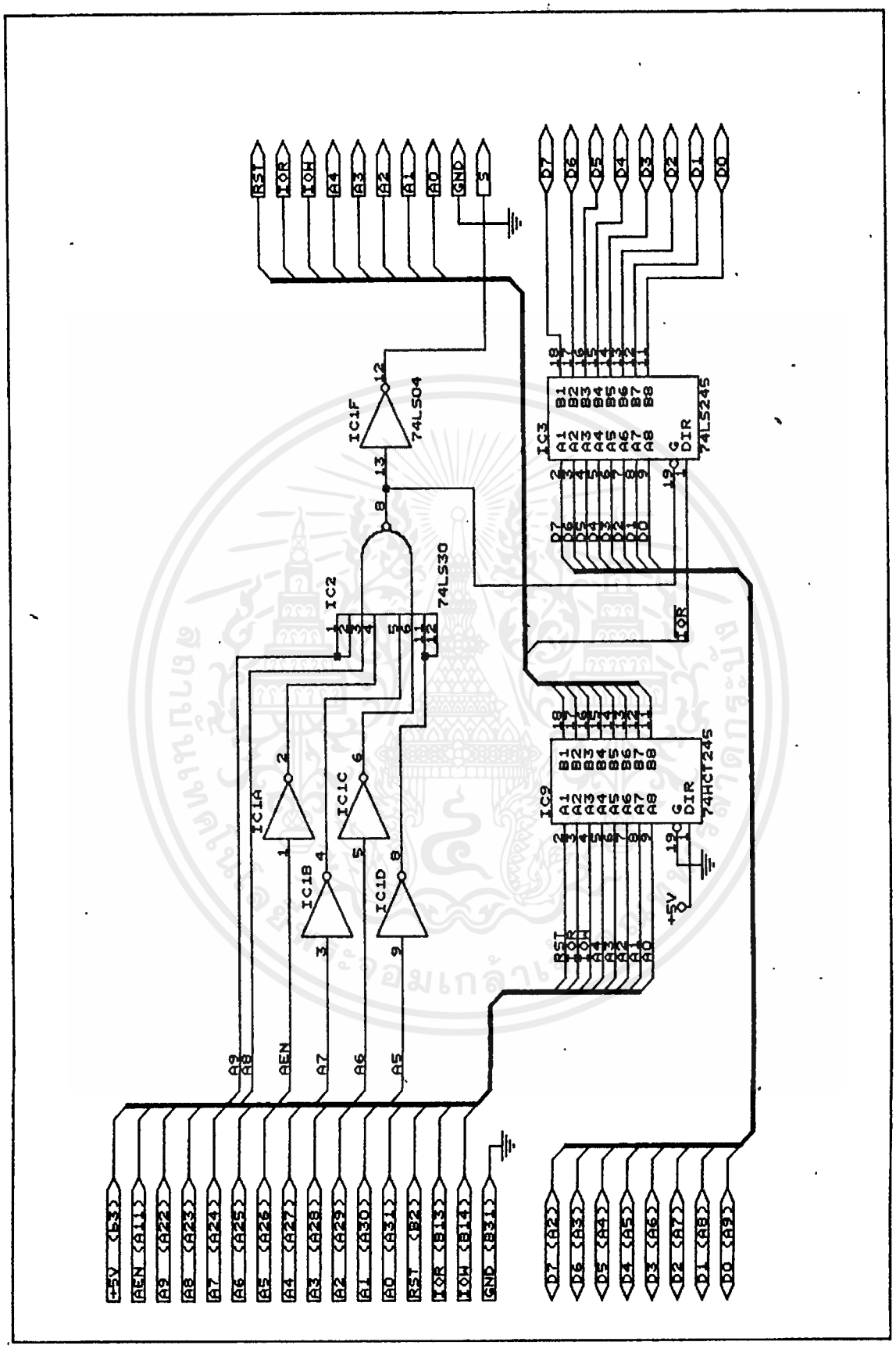
-IC NOT GATE และ NAND GATE ต่อเป็นวงจรถอดรหัสเบอร์พอร์ตให้ใช้ได้ตั้งแต่ 300-31FH ถ้าเป็นพอร์ตเบอร์อื่น ขา EN จะเป็น '1' ส่งผลให้ $IC_3$ (74LS245) หยุดทำงาน(ไม่มีการส่งข้อมูลใดๆ)

-OUTPUT ของรูปที่ 3.3 ต่อเข้ากับวงจรในรูปที่ 3.4 เพื่อเป็นประโยชน์ กรณีที่ต้องการเพิ่ม port จึงแยกแผ่นวงจรออกเป็น 2 แผ่น ซึ่งการขยายระบบเพียงแต่เพิ่ม IC 8255 เข้าไปอีกเท่านั้น และเอาขา OUTPUT 74LS138 ไปเข้าขา CS(Chip Select) ของ 8255 ตัวใหม่เท่านั้น ซึ่งต่อ 8255 ได้ทั้งหมด 7 ตัว หรือได้ port รวม 7 X 3 = 21 port

-ด้านบนขา output ของ port คือด้านที่จะนำสัญญาณที่ได้จากวงจร Detect ให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลต่างๆ จะต่อเข้าทางดิพสวิตช์ หรือใช้คอนเนคเตอร์

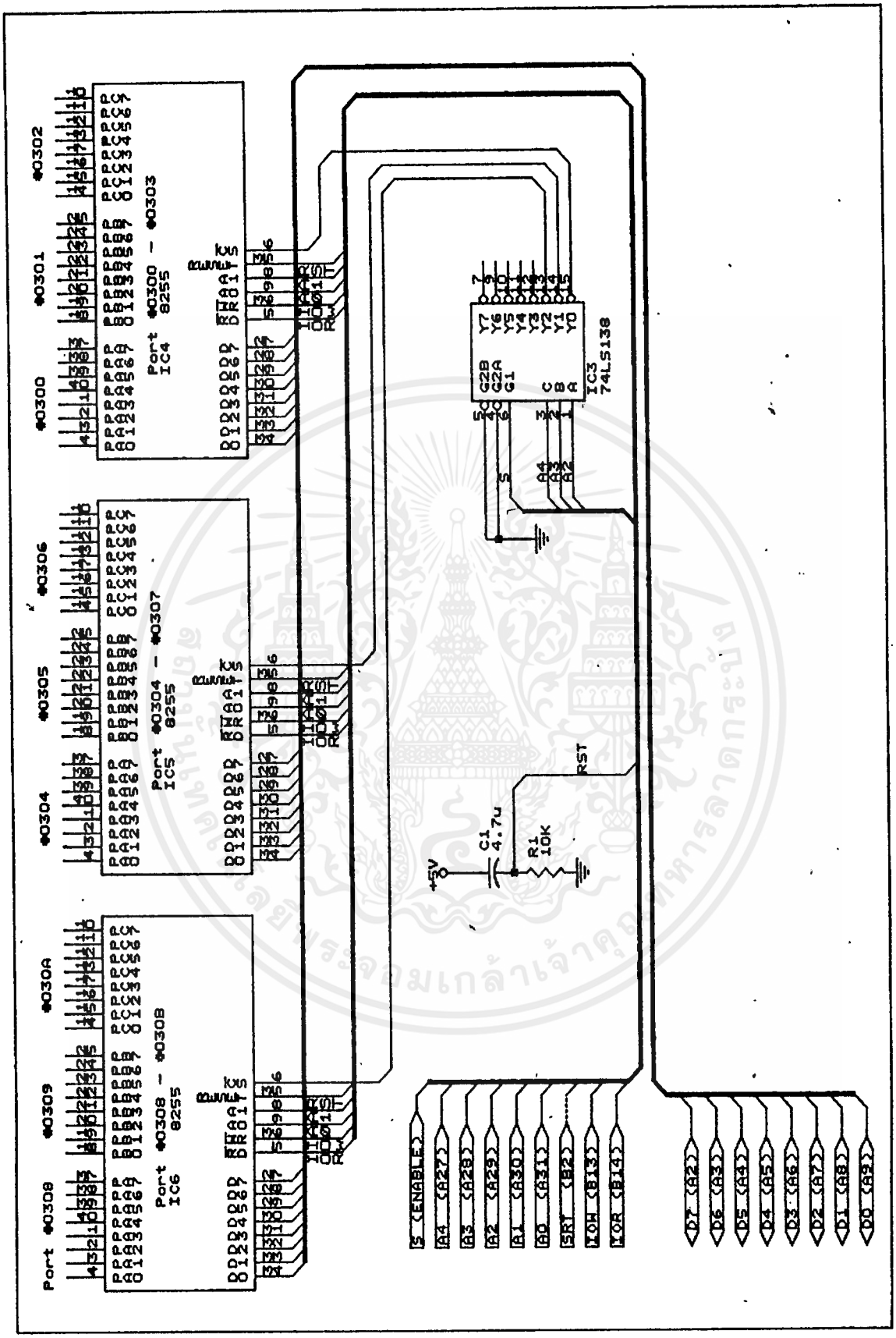
-8255PIO จะทำงานร่วมกับ 74LS138 รับสัญญาน address ของคอมพิวเตอร์ มาควบคุมการเลือกว่าจะให้ IC8255 ตัวใด และจะให้พอร์ต A,B หรือ C ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.3 วงจรถอดรหัสเบอร์พอร์ต สำหรับ 8255PIO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.4 วงจรการต่อพอร์ต 8255PIO เพื่อทำการ์ดอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.5 การใช้งาน 8255 PIO

เป็นพอร์ตอินพุท/เอาท์พุทแบบขนาน (Parallel Input/Output port) ทำงานได้ 3 โหมด ดังต่อไปนี้

โหมด 0 พอร์ตทุกตัวเป็นพอร์ตอินพุท/เอาท์พุทพื้นฐาน

โหมด 1 พอร์ต A และ B เป็น พอร์ตอินพุท/เอาท์พุท พอร์ต C เป็น handshake

เช่น A เป็น พอร์ตอินพุท C บน เป็น Acknowledge

B เป็น พอร์ตเอาท์พุท C ล่าง เป็น Strobe

โหมด 2 ทำได้เฉพาะพอร์ต A ให้เป็นพอร์ตอินพุท/เอาท์พุท เป็นบัสสองทิศทาง และมี handshake ทั้งคู่ (พอร์ต C เป็น handshake) เมื่อโปรแกรมพอร์ต A แล้ว พอร์ต B ทำงานอิสระ เป็น พอร์ตอินพุท/เอาท์พุท โหมด 1 หรือ โหมด 0 ก็ได้

สถานะขาต่างๆในการควบคุมการทำงาน

-ต้องการให้*อ่านข้อมูล* ขา RD ต้องเป็น `0'

-ต้องการให้*เขียนข้อมูล* ขา WR ต้องเป็น `0'

-ขณะ*ทำงาน* ขา CS ต้องเป็น `0'

-การ*รีเซ็ต* ขา RESET แอคทีฟที่ลอจิก `1'

-การ*เลือกเบอร์พอร์ต* ทำได้โดยควบคุมที่ขา $A_0$ และ $A_1$

00 เลือก พอร์ต A

01 เลือก พอร์ต B

10 เลือก พอร์ต B

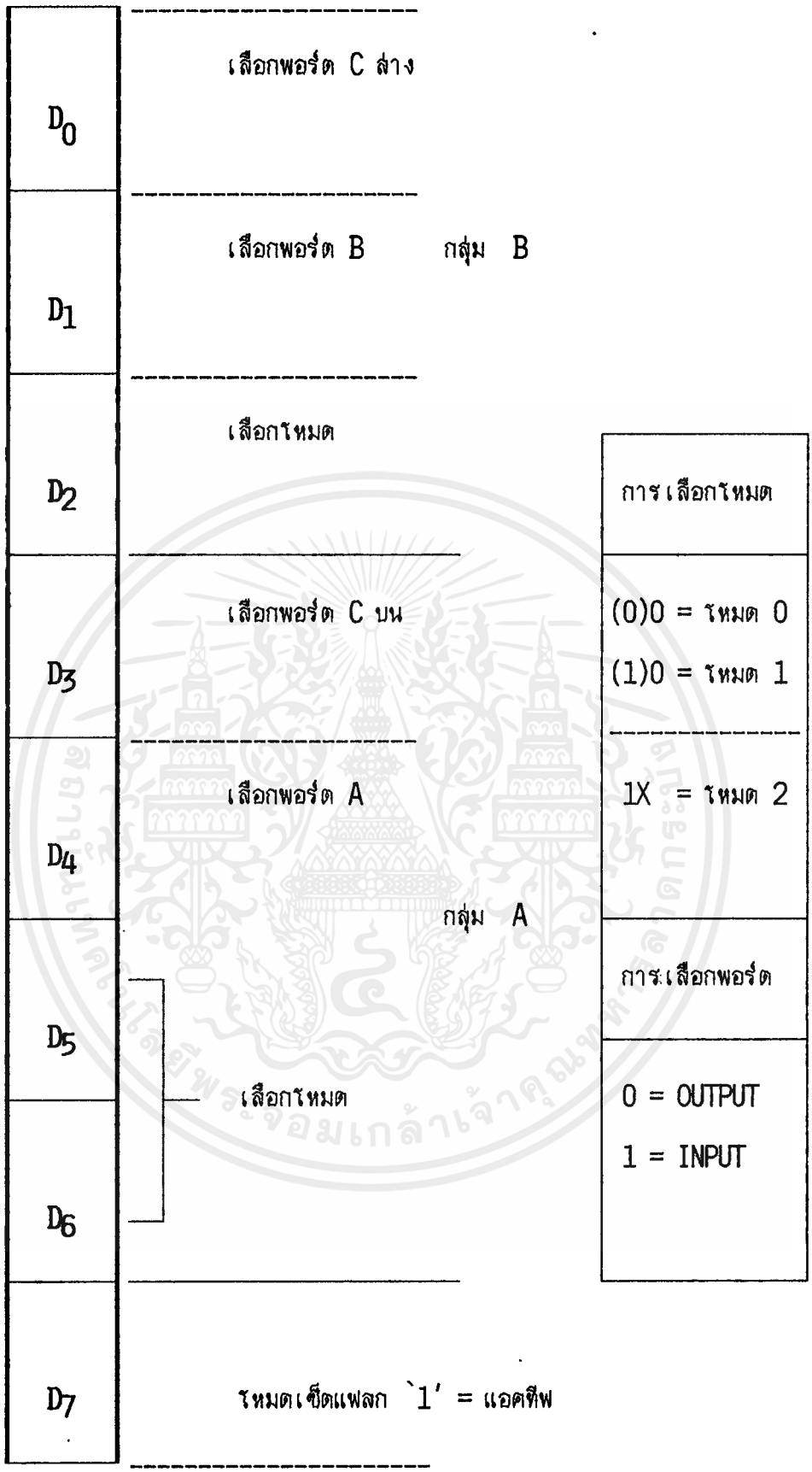
11 ให้เขียนรหัสควบคุม (มีความหมายเฉพาะขา WR แอคทีฟเท่านั้น)

*รายละเอียดอื่นๆของ 8255PIO ดูได้จาก ภาคผนวกท้ายเล่ม*

การเขียนรหัสควบคุม

จะต้องเขียนลงบนขา $D_0$-$D_7$ สั่งให้แต่ละพอร์ตทำงาน โดยแต่ละบิทมีความหมายดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

## โปรแกรมควบคุมเครื่อง

### 4.1 บทนำ

Software ที่ใช้ในการควบคุมเครื่องบันทึกการใช้งานโทรศัพท์อัตโนมัตินี้ ได้เขียนขึ้นโดยใช้ภาษาซีทั้งหมด ภายในโปรแกรม ได้เขียนเป็นฟังก์ชั่นย่อยๆไว้มาก เพื่อสะดวกแก่การเรียกใช้ในโปรแกรมหลัก และใช้เพียงคำสั่งพื้นฐานที่มีใน Library ของ Turbo C ทั้งหมด จึงง่ายแก่ผู้ที่สนใจจะศึกษาโปรแกรมนี้

จุดเด่นของโปรแกรมที่เขียนนี้ คือเป็นโปรแกรมแบบโพลลิ่งลูป กล่าวคือ คอมพิวเตอร์จะสามารถทำงานได้หลายๆงาน เกือบพร้อมๆกันทีเดียว เช่น การกระทำเกี่ยวกับจอภาพ การกระทำเกี่ยวกับคีย์บอร์ด การกระทำเกี่ยวกับ port ที่ควบคุมเครื่องดีเทคสัญญาณโทรศัพท์ ฯลฯ จากหลักการนี้ เราจึงสามารถ ตรวจเช็คคู่สายโทรศัพท์ได้ทีละมากๆ อย่างเป็นอิสระต่อกัน

ในโปรแกรม ได้เขียน Menu หรือหน้าต่างการใช้งานเครื่องนี้เป็นภาษาไทย เพื่อความสะดวกในการใช้งาน รวมทั้งยังมี Help ในทุกรายการ เพื่อผู้ที่ไม่มีความรู้ก็สามารถใช้งานเครื่องนี้ได้

### 4.2 การทำงานหลายๆอย่าง ของคอมพิวเตอร์

ปกติ คอมพิวเตอร์จะทำงานเป็นลำดับ หรือทำเพียงทีละคำสั่ง ตามโปรแกรมเท่านั้น ดังนั้นการที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำงานพร้อมๆกันหลายๆงาน จึงเป็นเรื่องยากมาก เราจึงทำได้เพียงให้คอมพิวเตอร์ ทำงานในเวลาที่ใกล้เคียงกันมาก จนเกือบจะเป็นเวลาเดียวกัน เช่น ทำงานเพียงงานละ 1 ms ในเวลา 1 วินาที คอมพิวเตอร์จะสามารถทำงานได้ถึงพันอย่าง ปกติจะมีวิธีเขียนโปรแกรมได้ 3 วิธี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*1. Polling Loop*

*2. Interrupt*

*3. Mail Box*

ซึ่งในแต่ละวิธี ก็มีข้อดีข้อเสียต่างกัน จะไม่ขอกล่าวถึงในรายละเอียด แต่ในงานของเราใช้วิธี Polling Loop ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายแต่จะเสียเวลามากกว่าวิธีอื่นๆ

## 4.3 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมนี้ ได้แบ่งเป็น 3 งานหลักๆที่ต้องทำ คือ

1. การกระทำหน้าจอ และคีย์บอร์ด
2. การเก็บข้อมูล และแสดงข้อมูล ที่เก็บใน Disk
3. การเข็ดสัญญานโทรศัพท์ จากดีเทคเตอร์ และเก็บเวลา

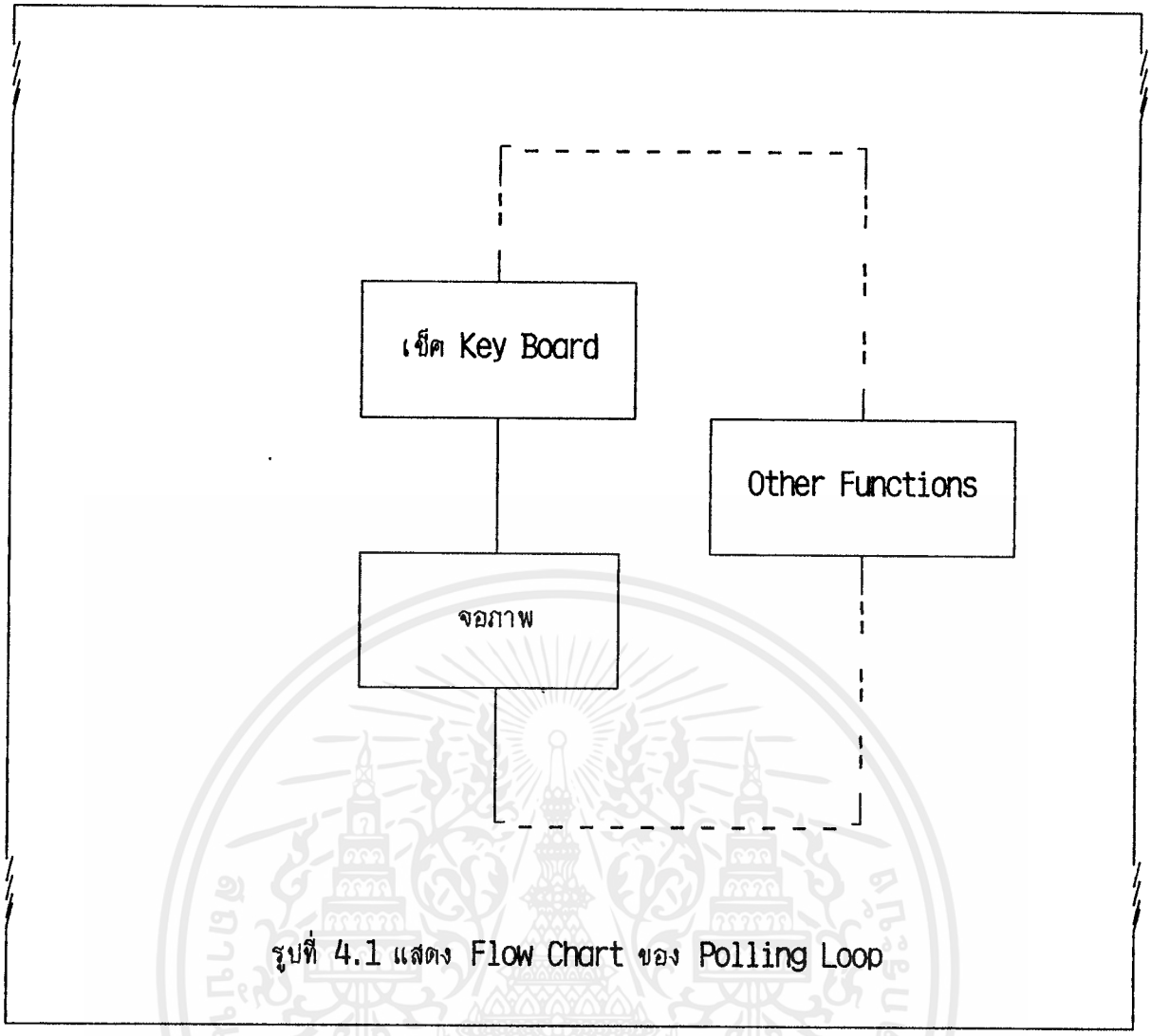
*โดยแต่ละส่วน มีหลักการทำงาน ดังที่จะได้อธิบายในหัวข้อต่อไป*

## 4.4 การทำงานเกี่ยวกับหน้าจอ และคีย์บอร์ด

การแสดงข้อมูลต่างๆบนจอภาพ จะเขียนโปรแกรมใน Mode Graphics ทั้งหมด ข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นตัวเลข หรือตัวอักษรใดๆ จะเป็นข้อมูลที่ต้องดัดแปลงเป็น Graphics ก่อนทั้งสิ้น ดังนั้น สิ่งที่เห็นบนจอภาพ จึงเป็นเพียงสิ่งที่หลอกตาเท่านั้น โดยภาพบนจอจะเปลี่ยนแปลงเรื่อยๆ ตามฟังก์ชั่นการทำงานในลักษณะต่างๆ เช่น การกดคีย์ F10 , F1 , Arrow Keys ฯลฯ ส่วนในด้านเกี่ยวกับ Keyboards โปรแกรมจะเข็ดคีย์โดยตลอด ไม่ว่าจะมีการกดคีย์หรือไม่ การมีการกดคีย์พิเศษต่างๆ ตรงกับหน้าที่ในโปรแกรม0 ก็จะมีผลให้โปรแกรมไปทำงานตามตัวเลือกนั้นๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงจอภาพ และการกระทำอื่นๆ เช่น อ่านข้อมูล พิมพ์ข้อมูล ฯลฯ

และเนื่องจากโปรแกรม เป็น Polling Loop จึงทำให้เป็นโปรแกรมที่ยาวมากกว่าปกติ โดยมี Flow Chart ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.1 แสดง Flow Chart ของ Polling Loop

## 4.5 การเก็บข้อมูล และแสดงข้อมูล ที่เก็บใน Disk

การเก็บข้อมูลลง Disk จะเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ หลังจากที่มีการใช้โทรศัพท์ทุกครั้ง โดยจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่ใช้โทรศัพท์ และหมายเลขโทรศัพท์ที่ทำการโทรๆออก การเก็บข้อมูลจะเก็บในลักษณะ Text File ข้อมูลจะเก็บเรียงกันไป โดยข้อมูลใหม่จะต่อท้ายข้อมูลเก่า จนกว่าจะสิ้นเดือน เมื่อขึ้นเดือนใหม่ ข้อมูลจะเก็บใน File ใหม่ทันที เมื่อครบ 1 ปี ข้อมูลใหม่จะมาทับข้อมูลเก่าหมด ฉะนั้น เราจึงสามารถดูข้อมูลได้ ไม่เกิน 1 ปี โดยข้อมูลจะแยกเก็บเป็นเดือนๆไป แยกของแต่ละคู่สาย โดยการเก็บข้อมูลแบบนี้ เพื่อเป็นการไม่เปลืองเนื้อที่ Disk เก็บข้อมูลมากเกินไป

สำหรับการขอดูข้อมูลนั้น การขอดูข้อมูลที่จอภาพ จะต้องนำข้อมูลที่แผ่น Disk ในลักษณะ Text File มาแปลงเป็น Graphics แสดงที่จอภาพ ส่วนการแสดงข้อมูลพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ ก็จะเป็น Text Mode ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.6 การเช็คสัญญาณโทรศัพท์ จากดีเทคเตอร์ และเก็บเวลา

สัญญาณต่างๆจากโทรศัพท์ จะผ่านวงจร Detector แปลงให้เป็นดิจิตอล ป้อนให้ I/O Port 8255 แล้ว Interface กับคอมพิวเตอร์ การตรวจสถานะจากพอร์ท 8 บิท จะทำให้ทราบว่าขณะนั้นโทรศัพท์ทำงานอะไรอยู่ เช่น มีการโทรๆออก การรับสาย ฯลฯ โดยสัญญาณที่ดีเทคมีดังนี้

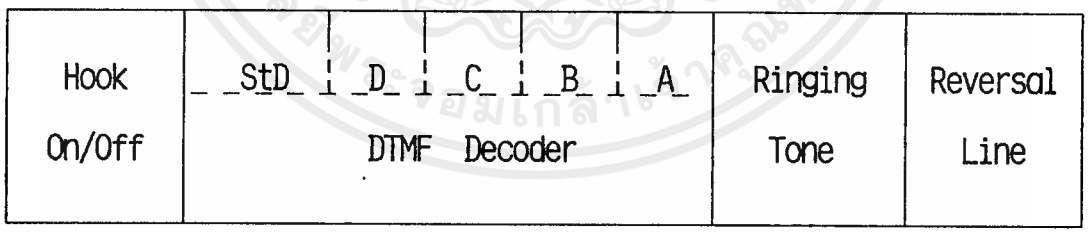
1.สัญญาณ DTMF 5 บิท ได้แก่ บิทที่บอกว่าผู้ใช้โทรศัพท์ กดหมายเลขอะไร เช่น เมื่อกดเลข 9 จะได้สัญญาณออกมา 4 บิทคือ `1001' และบิทที่ 5 คือสัญญาณ StD ซึ่งเป็นสัญญาณที่บอกว่าขณะนั้นมีการกดโทรศัพท์อยู่

2.สัญญาณ Hook ON/OFF ซึ่งมีขนาด 1 บิท คือ จะเป็น `0' หรือ `1' เมื่อมีการยกหรือวางหูโทรศัพท์

3.สัญญาณ Ringing Tone มีขนาด 1 บิท คือ จะเป็น `0' หรือ `1' เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งดังขึ้น

4.สัญญาณ Reversal Line มีขนาด 1 บิท คือ จะเป็น `0' หรือ `1' เมื่อโทรออกแล้ว ผู้รับสายยกหูโทรศัพท์ขึ้น

การเรียงสัญญาณ 8 บิท กับ 8255 จะเรียงดังรูปที่ 4-2




รูปที่ 4.2 แสดงการเรียงบิทต่างๆ ที่ได้จาก 8255 PIO ที่ใช้

## 4.7 การตรวจเงื่อนไข

*-กรณีโทรๆออก* เช็ค Hook On/Off ถ้าเป็น `1' เช็ค DTMF และรอเช็ค Reversal Line ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

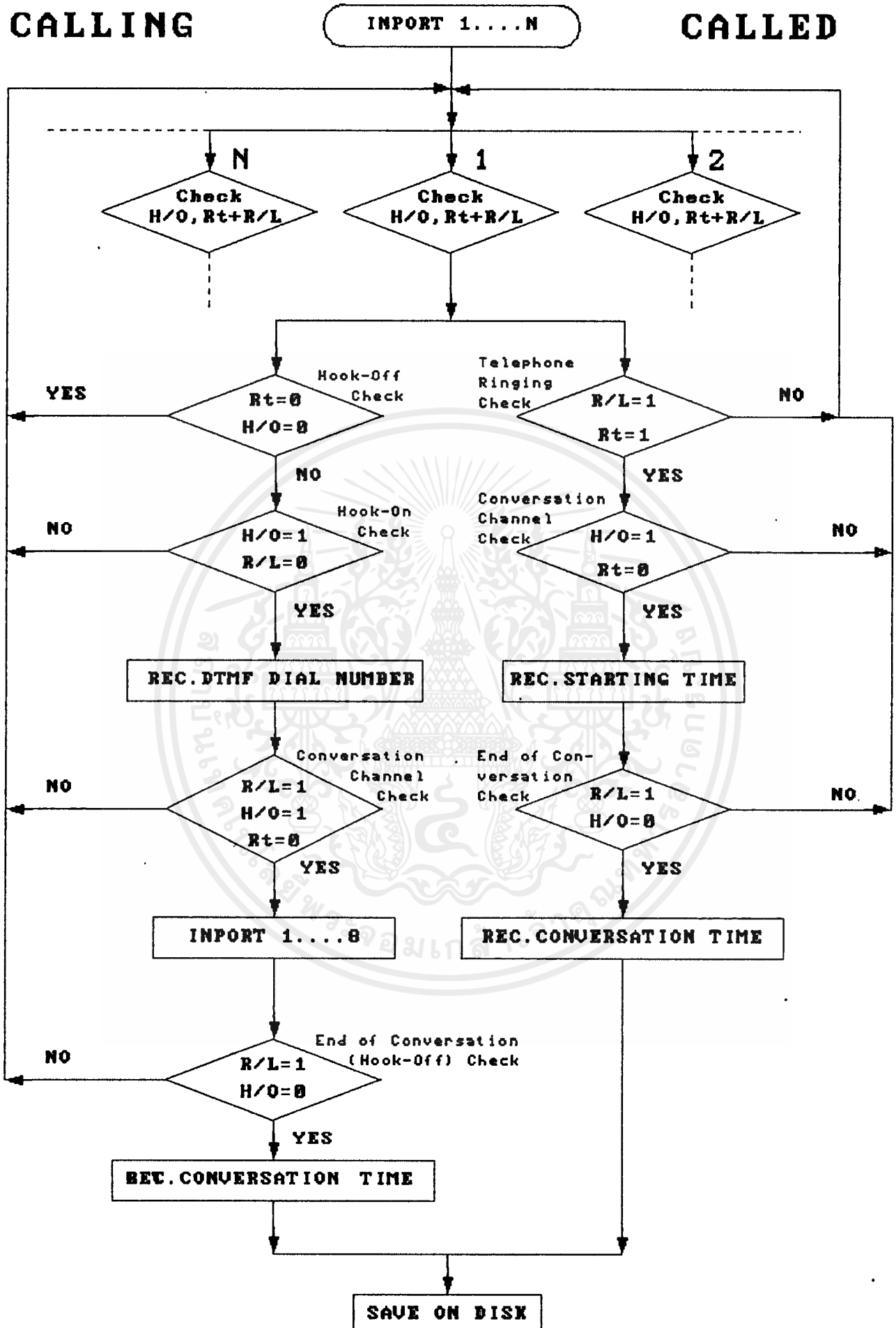



Fig. 4.3

Flowchart of Telephone Using Recorder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น `1' แสดงว่า การติดต่อสมบูรณ์ เก็บเวลาเริ่มต้น หลังจากนั้น รอจนกว่า Reversal Line เป็น `0' แสดงว่าจบการสนทนา เก็บค่าเวลาต่างๆ รวมทั้ง DTMF ลงบน Disk จบการโทรฯออก

*-กรณีโทรฯเข้า (รับสาย)* เช็ค Ringing Tone ถ้าเป็น `1' แสดงว่ามีการโทรฯเข้า เช็ค Hook on ถ้าเป็น`1' แสดงว่า มีการยกรับ เก็บเวลาเริ่มต้น หลังจากนั้น เช็ค Hook Off ถ้าเป็น `0' แสดงว่าจบการรับสาย เก็บบันทึกค่าเวลาต่างๆ ลงบน Disk จบการโทรฯเข้า(รับสาย)

*-การเก็บวัน-เวลา* จะเก็บจาก BIOS โดยตรง ฉะนั้น ก่อนการเรียกโปรแกรม จะต้องเซ็ท วัน-เดือน-ปี และเวลาใน DOS ก่อน เพื่อจะได้เวลาที่ไม่ผิดพลาด

*Flow Chart ของการทางานทั้งหมดที่กล่าวมา แสดงไว้ ดังรูปที่ 4.3*

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทสรุป

## ผลงานที่ทำ

-เกี่ยวกับ Software ได้เขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา C (โดยใช้ TURBO C) และแบ่งโปรแกรมออกไปเป็นโปรแกรมย่อย ตามหน้าที่การรับผิดชอบได้แก่ โปรแกรมเมนู โปรแกรมสำหรับ Help โปรแกรมสำหรับการแสดงผลที่หน้าจอ (สร้างหน้าต่างบนจอ) โปรแกรมพิมพ์ข้อมูล ออกทางเครื่องพิมพ์ โปรแกรมสำหรับบันทึกข้อมูล ลงบนแผ่นดิสก์ โปรแกรมแสดงข้อความภาษาไทย โปรแกรมตรวจเช็คการกดคีย์บอร์ด และนอกจากนี้ โปรแกรมย่อยทั้งหมดจะทำงานร่วมกับโปรแกรมหลัก ซึ่งได้รวบรวมไว้ในบทสรุปนี้แล้ว

-การพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ จะพิมพ์ออกโดยมีโปรแกรมย่อยอยู่โปรแกรมหนึ่ง สั่งให้เครื่องพิมพ์ทำงาน ซึ่งเราสามารถกำหนดได้ว่า จะให้พิมพ์ออกมาในรูปแบบไหน ตัวอักษรลักษณะอย่างไร ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ ได้ออกแบบในลักษณะง่ายๆ คือรายงานผลเรียงตามการโทรฯเข้า และโทรฯออก ตามตัวอย่างที่ให้มานี้ เป็นตัวอย่างสมมติ เพื่อแสดงรูปแบบการพิมพ์เท่านั้น

-การแสดงผลออกทางหน้าจอ เนื่องจากเครื่องบันทึกการใช้งานโทรศัพท์อัตโนมัตินี้ ต้องการให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกจากการใช้งานมากที่สุด การแสดงผลออกทางหน้าจอจึงออกแบบให้มี MENU และ HELP ตลอดการทำงาน โดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านระบบโทรศัพท์ หรือระบบคอมพิวเตอร์ ก็สามารถใช้งานได้โดยง่าย หรือแม้แต่ผู้ที่มีความรู้เรื่องนี้อยู่แล้ว ก็สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกรวดเร็วที่สุด การใช้งานสามารถใช้วิธีการเลือกผ่าน MENU ต่างๆ ตามรูปที่แสดงผลออกทางหน้าจอ ที่รวบรวมไว้แล้วในบทนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TELEPHONE NO. 453-3456 date 20/3/1993 time 23:55:4

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 2/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 2/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 5/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 5/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 6/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 7/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5251032 |
| 7/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 9/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 9/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 10/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 10/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 11/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 11/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 11/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5251032 |
| 11/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 12/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 12/2/1992 | rx | 13:01 | 13:09 | |
| 12/2/1992 | Tx | 13:30 | 14:45 | 5310321 |
| 12/2/1992 | rx | 16:00 | 16:19 | |
| 12/2/1992 | Tx | 22:30 | 22:45 | 5310321 |
| 13/2/1992 | rx | 10:00 | 10:09 | |
| 13/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 13/2/1992 | rx | 13:04 | 13:09 | |
| 14/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 15/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 15/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 16/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 16/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 16/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 17/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 18/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 18/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 20/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 20/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 21/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 21/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 21/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 22/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 22/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 22/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 23/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 23/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 24/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 24/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 25/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 25/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 26/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5310321 |
| 26/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 27/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5251032 |
| 27/2/1992 | rx | 12:00 | 12:09 | |
| 28/2/1992 | Tx | 12:30 | 12:45 | 5851824f |

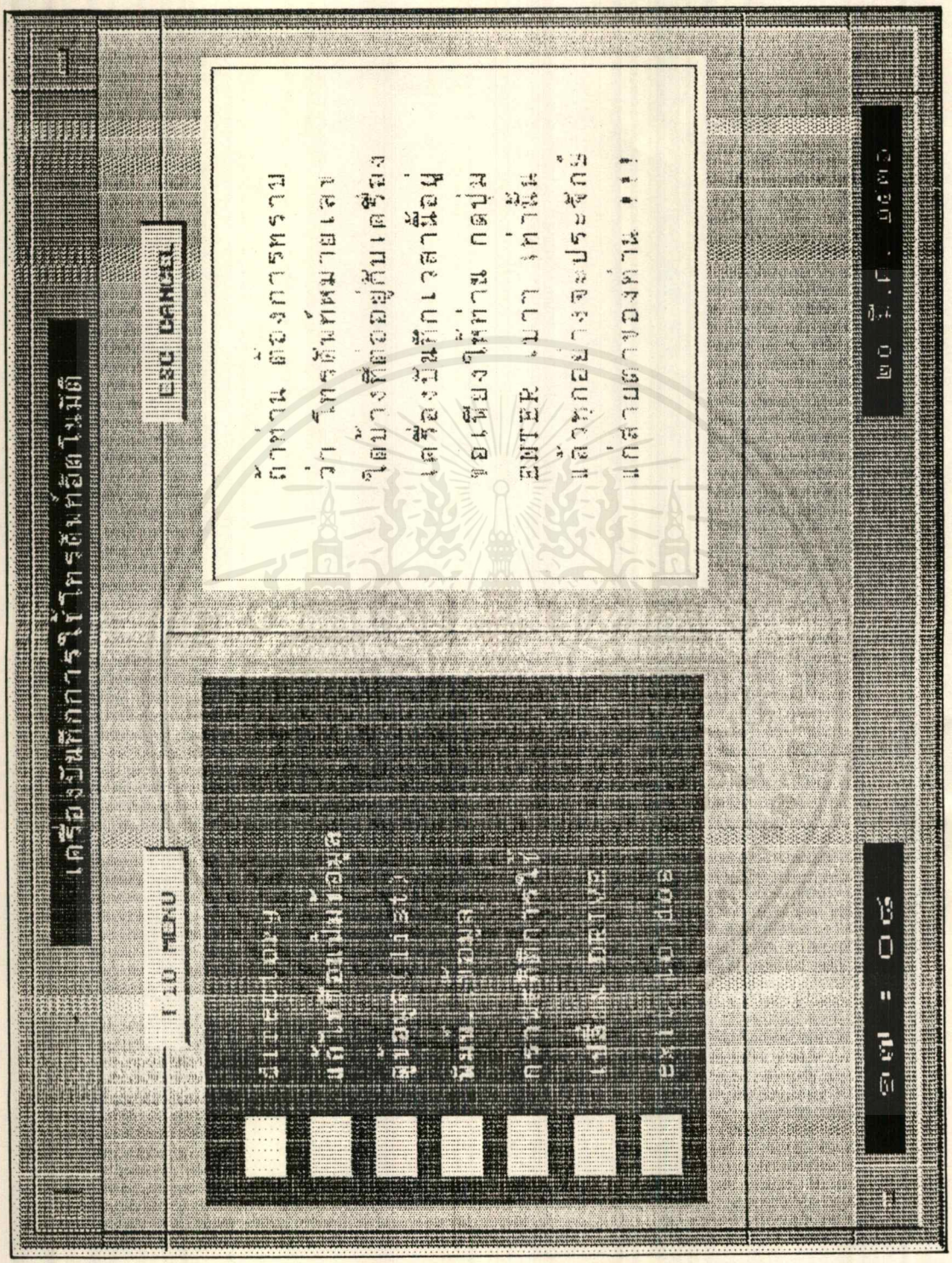
**รูปแบบของการพิมพ์เท่านั้นอย่างสมมติ Tx คือหมายถึงโทรออก rx คือหมายถึงโทรเข้า**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*หน้าจอแสดงครั้งแรก เมื่อ Run โปรแกรมแล้ว ถ้ากด F10 หน้าต่างด้านซ้ายจะเปิดออก*

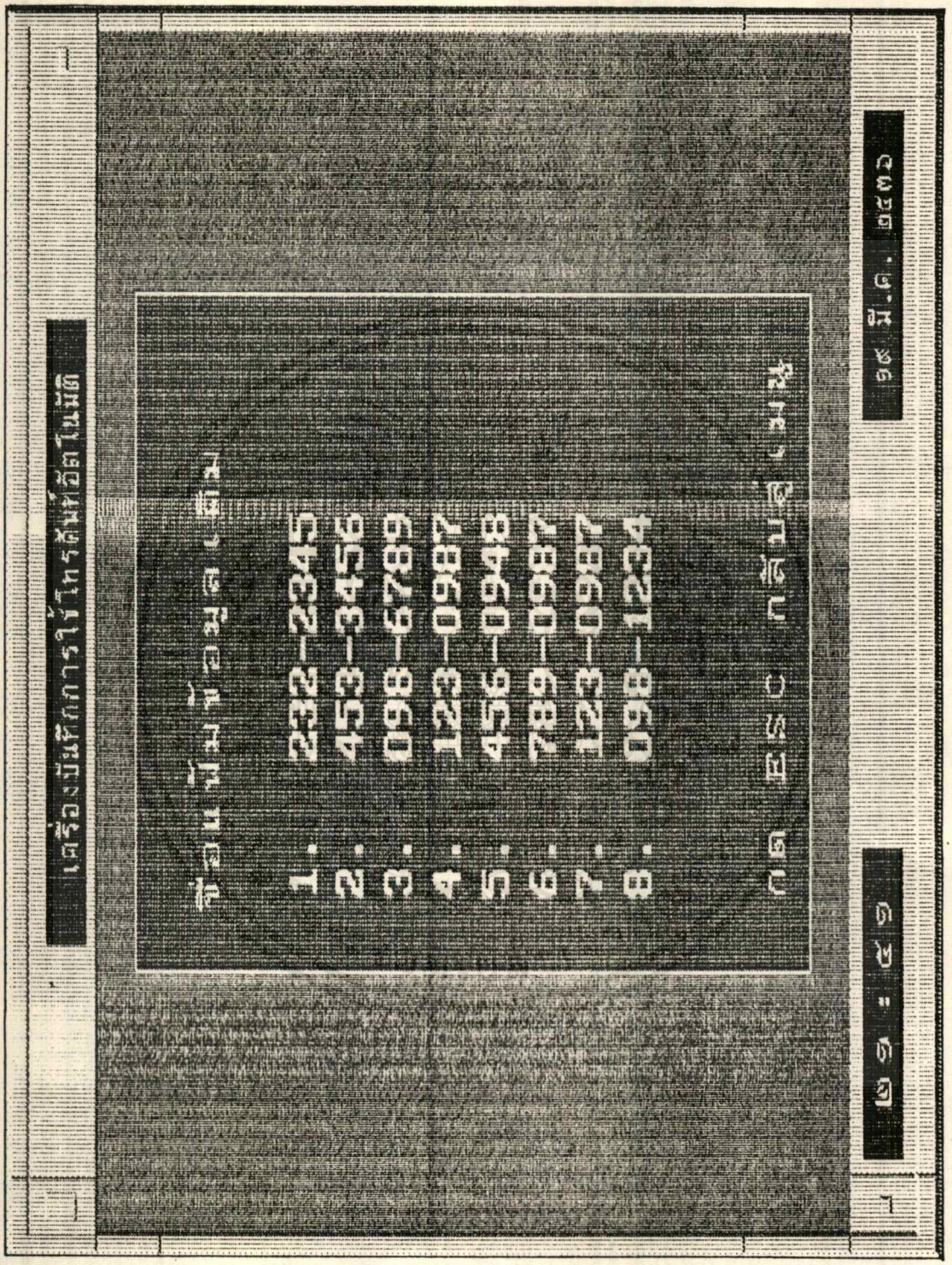
*ด้านล่างเป็นการแสดงวันที่-เวลาไทย*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



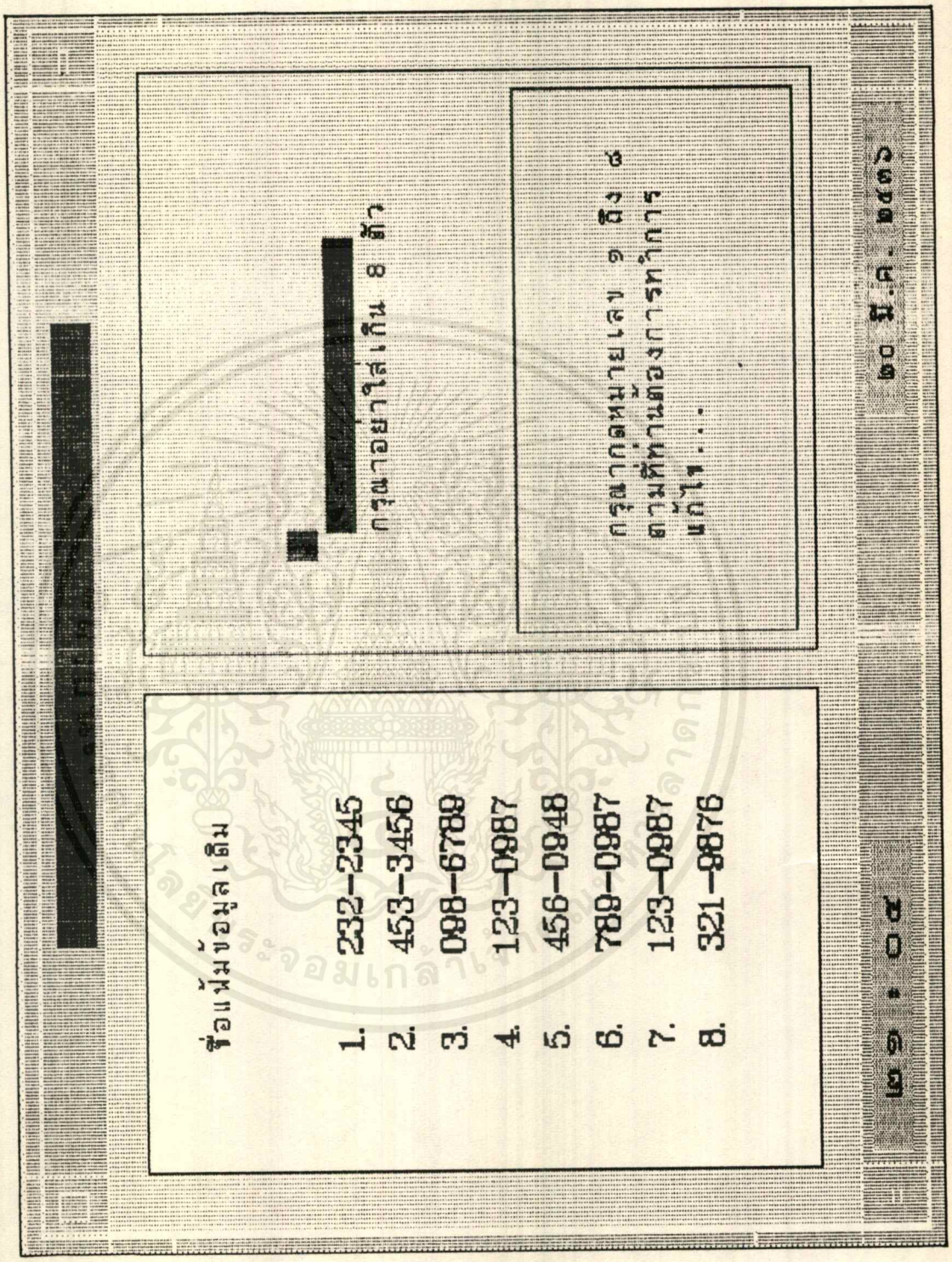

*หน้าจอ หลังจากการกด* **F10** *แล้ว เราจะเลือกรายการต่างๆได้ โดยผ่านเมนูหลัก และจะมี* **HELP** *ปรากฏบนจอด้านขวา ถ้าต้องการยกเลิกกด* **Esc**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เมื่อเลือกรายการแรก โดยผ่านเมนู Directory จะแสดงหมายเลขโทรศัพท์ทั้ง 8 เลขหมาย ที่เครื่องเราต่ออยู่ เพื่อบันทึก (เครื่อง Spare ไว้ 8 เลขหมาย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




*เมื่อเลือกรายการโดยผ่านเมนู* **แก้ไขชื่อแฟ้มข้อมูล** *จะแสดงหมายเลขโทรศัพท์ทั้ง 8 เลขหมาย ที่เครื่องเราต่ออยู่ และสามารถแก้ไขเลขหมายได้ทั้งหมด โดยจะต้องไม่ใส่เลขหมายเกิน 8 ตัว*

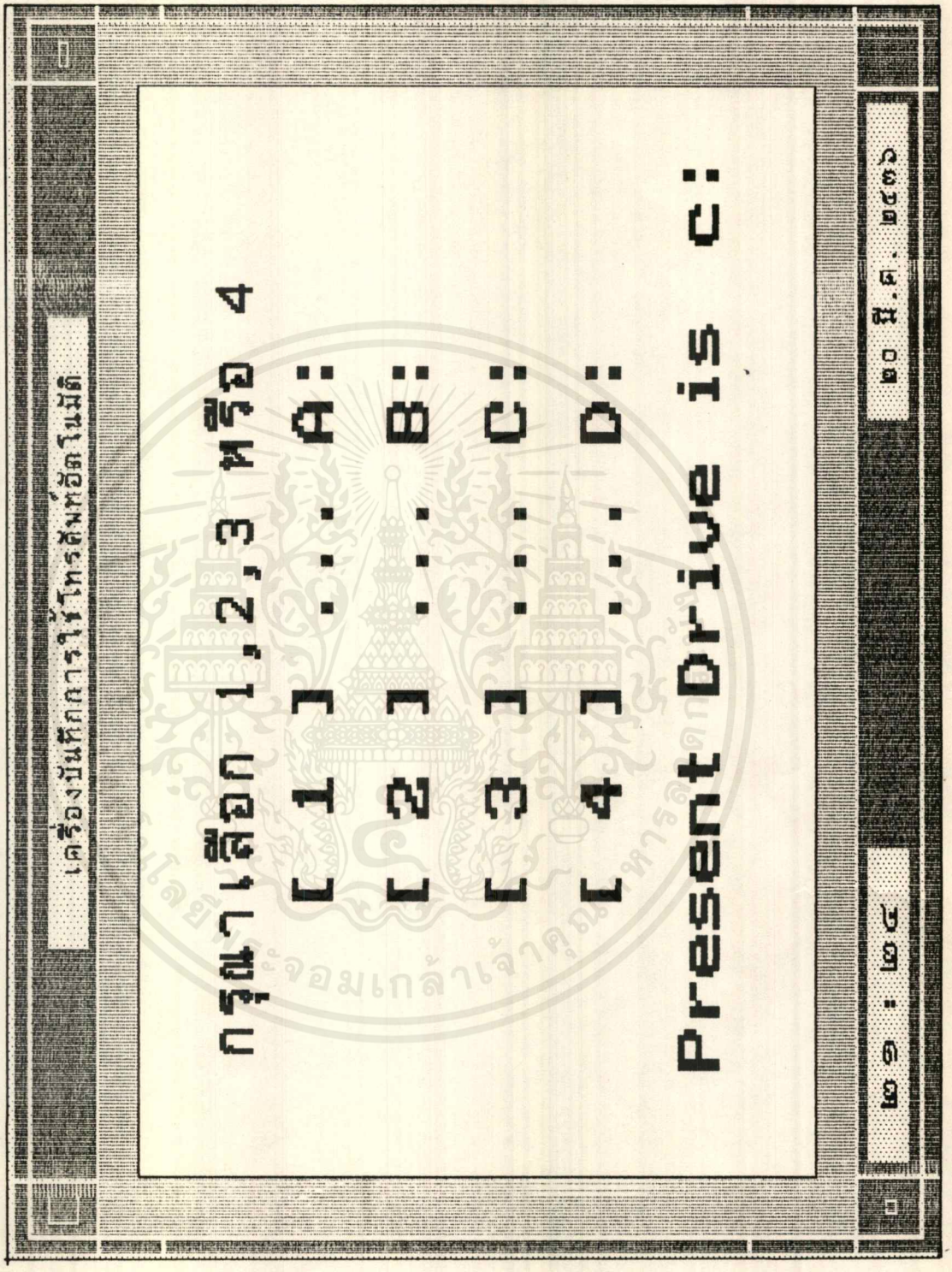
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกรายการโดยผ่านเมนู **พิมพ์..ข้อมูล** จะแสดงรูปแบบการพิมพ์ โดย-การเลือกพิมพ์เลขหมายใดก็ได้ ที่เครื่องเราต่ออยู่ จะพิมพ์หมายเลข วัน-เดือน-ปี และเวลาที่พิมพ์ และเรียงรายการที่บันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกรายการโดยผ่านเมนู **ดูข้อมูล** (List) จะแสดงหมายเลขโทรศัพท์ทั้ง 8 เลขหมาย ที่เครื่องเราต่ออยู่ ต้องเลือกหมายเลข 1-8 และผ่านเมนูย่อยในการเลือกดูแยกกันแต่ละเดือน

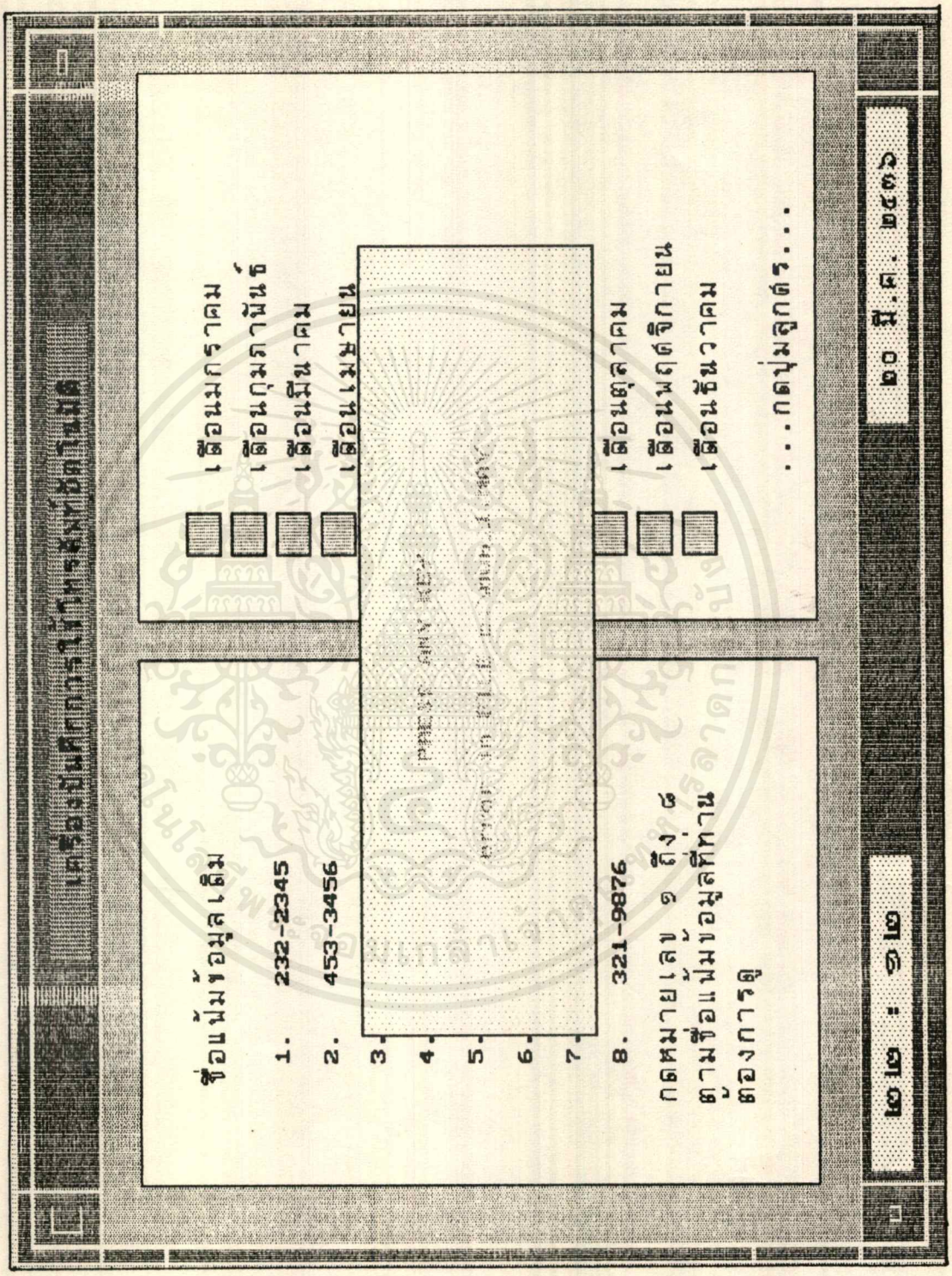
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




*เมื่อเลือกรายการโดยผ่านเมนู* **เปลี่ยน** DRIVE *จะแสดงรายการย่อยให้เลือกบนจอ*

*โดยเลือกช่องเก็บแฟ้มข้อมูล ที่ต้องการให้ข้อมูลเราบันทึกไว้*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

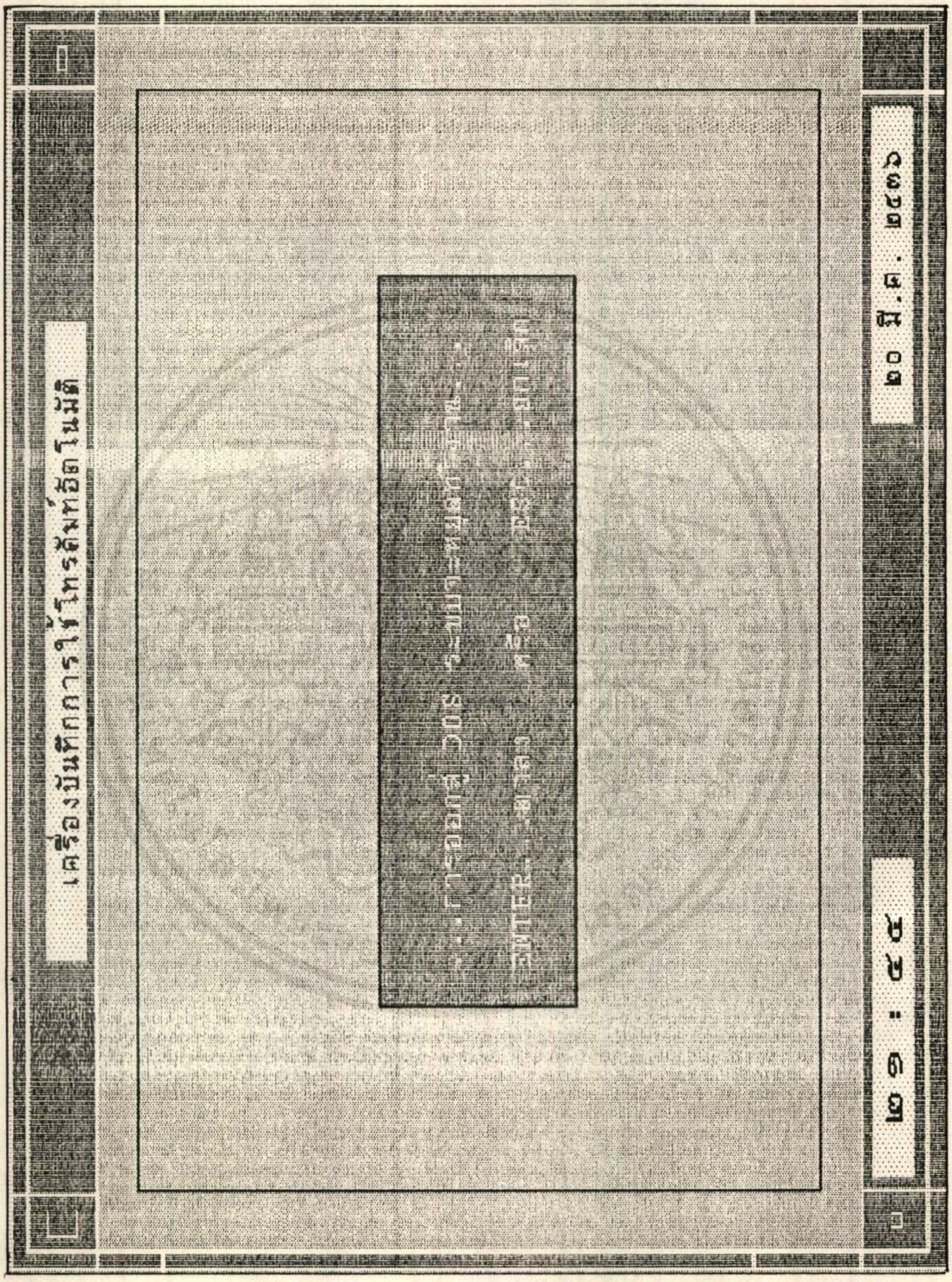



*เมื่อเกิดการผิดพลาด เครื่องจะแสดง error ที่หน้าจอ*

*ต้องกดปุ่มใดๆเพื่อทำงานต่อ*

*เช่น ข้อมูลเดือนธันวาคมยังไม่มีบันทึกแต่เรียกดู จะ error เป็นต้น*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เมื่อเลือกรายการโดยผ่านเมนู exit to dos หมายถึงการยกเลิกการทำงานของเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์ ทั้งระบบ โปรแกรมจะหยุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำปริญญานิพนธ์เรื่องนี้ ได้พบปัญหาที่เกิดขึ้นหลายอย่าง ซึ่งได้จากการทดลองและพยายามแก้ไขครั้งแล้วครั้งเล่า ซึ่งพอจะรวบรวมปัญหาต่างๆได้ดังต่อไปนี้

-เรื่องคู่สายโทรศัพท์ มีปัญหาเรื่องคู่สายของ PABX ไม่ได้มาตรฐาน มีสัญญาณรบกวนมาก แรงดัน และลักษณะสัญญาณต่างๆไม่ได้มาตรฐานเช่นกัน PAPX ต่างรุ่นหรือต่างบริษัทผู้ผลิต ก็มีลักษณะต่างกันแล้ว ทำให้เกิดความสับสนในการเลือกใช้ตามระบบมาตรฐาน หรือตามที่ทดลองได้ ดังนั้น จึงตัดสินใจทดลองใช้กับคู่สายของขององค์การโทรศัพท์ ซึ่งได้ทดลองที่พระจอมเกล้าฯ ศูนย์บางเขน

-โครงงานปริญญานิพนธ์นี้ มีข้อจำกัดอยู่เรื่องของระบบ คือสามารถบันทึกได้เฉพาะสัญญาน DIAL ที่เป็น DTMF เท่านั้น ไม่สามารถรับระบบ DIAL PULSE ได้ จึงมีปัญหาเรื่องคู่สายขณะทดลองจริง เพราะคู่สายที่มีอยู่เป็นระบบ PULSE จึงได้ทดลองสัญญาน DTMF กับ PABX และประสบปัญหาเรื่องความไม่แน่นอน ในการ Detect สัญญาน เนื่องจากได้ออกแบบวงจรให้ใช้กับแรงดันประมาณ 10V ขณะยกหูตามมาตรฐาน เพราะในการ Detect สัญญาน IC MT8870 นั้น ต้องการความเที่ยงตรง ในการเปรียบเทียบของวงจรขยายความแตกต่างทางอินพุท (Differential Input) (รายละเอียดของไอซี ดูได้จากภาคผนวก A )

-จากการขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้งในและนอกองค์การโทรศัพท์ (ได้ปรึกษากับอาจารย์ที่สอนวิชาวิศวกรรมโทรศัพท์ และรุ่นพี่ที่องค์การโทรศัพท์) ท่านได้แนะนำให้ใช้ระบบ Reverse Line เพื่อความแน่นอนในการเก็บเวลา เพราะระบบนี้ มีใช้ทั้งในระบบชุมสายแบบ Cross Bar และ SPC ซึ่งปกติ มีไว้สำหรับการคิดเงินขององค์การโทรศัพท์

-เนื่องจากปริญญานิพนธ์นี้ ต้องใช้การอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ โดยใช้การ์ดสล็อต ซึ่งอยู่ข้างในเครื่องคอมพิวเตอร์ เวลาทดลองจึงจำเป็นต้องเปิดฝาเครื่องทุกครั้ง จึงเป็นปัญหาในการหาเครื่องใช้ทดลอง เนื่องจากมีความเสี่ยงสูง

-เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ใช้ความถี่สัญญานนาฬิกาสูง (60 MHz) ทำให้หาอุปกรณ์ที่ใช้กับความเร็วสูงได้ยาก เช่น ไอซีถอดรหัสหมายเลขพอร์ต จากการทดลองมีปัญหาเมื่อใช้ไอซี TTL ธรรมดา และตระกูล LS ต้องใช้ตระกูล HCT และไอซี 8255PIO ที่หาซื้อได้มักมีคุณภาพต่ำ ไม่ทนทาน จึงทำให้เสียบ่อยๆ หรือจะทำงานผิดพลาดเมื่อเกิดความร้อน เพราะว่าโครงงานนี้ ในการใช้งานสภาพตามความเป็นจริง ต้องเปิดทิ้งไว้ตลอด 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายละเอียดโปรแกรมและการใช้งานฟังก์ชั่นต่างๆ

***ชื่อโปรแกรมที่ใช้***

1.P-MAIN.C เป็นโปรแกรมหลักที่ใช้เรียกโปรแกรมย่อยอื่นๆ ประกอบด้วยฟังก์ชั่น

-main() เป็นฟังก์ชั่นหลัก

2.P-WIN.C ทำหน้าที่เขียนรูปหน้าจอประกอบด้วยฟังก์ชั่น

-image_screen() เขียนรูปเมนูหน้าจอ

-door_close() ส่วนประกอบภายใน Main Menu

-door_open() ส่วนประกอบภายใน Main Menu

-thai_clock() แสดงวันและเวลาเป็นภาษาไทย

-thai_date() แสดงวันและเวลาเป็นภาษาไทย

3.P-AUX.C ทำหน้าที่ทั่วๆไปประกอบด้วย

-inkey() ทำหน้าที่ตรวจว่ามีการกดคีย์บอร์ดหรือไม่ ถ้ามีจะส่งรหัสคีย์กลับไป ถ้าไม่มีส่ง NULL

-gprintf() ใช้พิมพ์ค่าตัวเลขออกหน้าจอในโหมดกราฟฟิก

-check_key จะตรวจสถานะ ถ้าผู้ใช้กด Key ใด และยังมีผลต่อสถานะในโปรแกรมด้วย เช่น ถ้าอยู่ใน Main Menu กับ Submenu การกด Enter จะมีผลต่อสถานะของโปรแกรมต่างกัน

4.P-HELP.C เป็นโปรแกรมอธิบายการใช้เครื่อง ภายในมีฟังก์ชั่น

-help() มีคำอธิบายหลายส่วนอยู่ภายใน แต่จะแสดงส่วนที่โปรแกรมหลักเรียกใช้

5.P-MENU.C ภายในมีการทำงานที่ซับซ้อน จะมีทั้งส่วนแสดงผลหน้าจอ และส่วนอ่านเขียนข้อมูลจาก Disk รวมทั้งส่วนที่พิมพ์ข้อมูลทางเครื่องพิมพ์ ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-sub_menu() ┐
-menu() ┘ แสดงเมนูและการทำงานตามเมนูที่ผู้ใช้เลือก เช่น ให้แสดงผลหน้าจอ Submenu ก็จะอ่านข้อมูล จาก Disk มาแสดงหน้าจอ เป็นต้น

-read_menu() อ่านข้อมูลที่เก็บใน Disk ซึ่งเป็นชื่อของหมายเลขรหัสคีย์

-read_drive() อ่านข้อมูลที่เก็บใน Disk ซึ่งเป็น drive ที่ต้องการให้เอาท์พุท Save ที่ Drive นั้นๆ เช่น ต้องการให้เก็บข้อมูลที่ Drive A เป็นต้น

6.P_THAI.C เป็นโปรแกรมแสดงข้อความภาษาไทยออกทางจอภาพ ภายในมี

-outthai() จะส่งข้อความไปแสดงหน้าจอ

-font() ┐
-bigfont() │
-superfont() ├ หารหัส ASCII มาแปลงเป็นอักษรไทย เป็นตัวเล็ก ตัวใหญ่ ตัวใหญ่มาก ๆ หรือตัวซิกแซก ฟังก์ชั่นเหล่านี้จะถูกเรียกใช้โดย outthai()
-sixagfont() ┘

-open_file ทำหน้าที่เปิดไฟล์ NORMAL.FON ของ CW มาอ่าน

-open_graph ทำหน้าที่เข้าสู่โหมดกราฟฟิก

## การ Run และ Link โปรแกรม

1.ใช้ TURBO C ทำการ Compile แต่ละโปรแกรม เปลี่ยนจาก *.C เป็น *.OBJ โดยกด Alt-F9

2.นำ File *.OBJ มา Link โดยทำเป็น Project File เปลี่ยนจาก *.OBJ เป็น *.EXE โดยใช้ TC เลื่อนแถบสว่างมาที่ Project เขียนชื่อ File ที่จะ Link ให้เป็น *.PRJ

เช่น PRO2.PRJ

```
C:\TC\WORK\P-MENU.OBJ
C:\TC\WORK\P-WIN.OBJ
C:\TC\WORK\P-MAIN.OBJ
  ¦     ¦     ¦     ¦
C:\TC\WORK\YAA-THAI.OBJ
```

แล้วกดปุ่ม Ctrl-F9 เพื่อ Run โปรแกรม แล้วเลื่อนแถบสว่างมาที่ Compile เลื่อนมาที่ Make Execute File กด ENTER ก็จะได้ File PRO2.EXE

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
*************************************************************************
*                          โปรแกรม P-AUX.C                              *
*          เป็นโปรแกรมสำหรับทำโปรแกรมย่อย (Subroutine)                  *
*          ออกแบบสำหรับใช้ในงานเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตรนัมัติ     *
*************************************************************************
  # include <stdio.h>
  # include <graphics.h>
  extern x,y,key_code,sub_code,FLAG,PROMPT;
       /* ---------------------    in keys    ---------------------- */
inkey()
   {
    int x1=NULL;
    if(kbhit())
      {
       x1=getch();
      }
    return(x1);
   }
                                /**/
    /*GPRINTF: Used like PRINTF except the output is sent to the*/
     /*screen in graphics mode at the specified co-ordinate.*/
                                /**/
int gprintf( int *xloc, int *yloc, char *fmt, ... )
  {
    va_list  argptr;/* Argument list pointer*/
    char str[140];/* Buffer to build sting into*/
    int cnt;/* Result of SPRINTF for return */
    va_start( argptr, format );/* Initialize va_ functions*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    cnt = vsprintf( str, fmt, argptr );/* prints string to buffer*/
    outtextxy( *xloc, *yloc, str );/* Send string in graphics mode */
/* *yloc += textheight( "H" ) + 2;       * Advance to next line          */
    va_end( argptr );/* Close va_ functions*/
    return( cnt );/* Return the conversion count*/
  }
  /* ------------------------------------------------------------------ */
check_key(unsigned int present_key)
  {
   if(key_code > 0 && key_code <= 7 && present_key == 80)
     {
      if(key_code < 7) key_code ++;      /* - down key    */
      else key_code = 1;
     }
   if(key_code   0 && key_code <= 7 && present_key == 72)
     {
   if(key_code > 1) key_code --;      /* -  up  key - *,
   else key_code = 7;
  }
   if(key_code > 0 && key_code <= 7 && present_key == 27)
  {
   key_code = 0;                      /* - esc main fun. - */
  }
   if(key_code > 20 && present_key == 27)
  {
   key_code = -2; /**/
  }
   if(key_code > 0 && key_code <= 7 && present_key == 13)
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 key_code += 20;                    /* -    enter     - */
}
 if((key_code == 23 || key_code == 24) && present_key == 80)
{
 if(sub_code < 12) sub_code ++;     /* - down key     - */
 else sub_code = 1;                 /* -  in sub menu - */
}
 if((key_code == 23 || key_code == 24) && present_key == 72)
{
 if(sub_code > 1) sub_code --;      /* - up key       - */
 else sub_code = 12;                /* - in sub menu - */
}
 if(key_code == 22 && FLAG == 0 && present_key <= 8
 && present_key >= 1 )
{
 PROMPT = present_key;
}
 if(key_code == (23||24) && FLAG == 0 && present_key <= 8
 && present_key >= 1 )
{
 PROMPT = present_key;
}
 if(key_code == 26 && FLAG == 0 && present_key <= 4
 && present_key >= 1 )
  {
     PROMPT = present_key;
  }
 if(key_code == 26 && present_key == 13 )
 PROMPT = -3;    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
*************************************************************************
*       โปรแกรม P-HELP.C    เป็นโปรแกรมสำหรับอธิบายแสดงรายการบนจอภาพ      *
*              ในเมนูหลัก สำหรับอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานทั่วไป          *
*              ออกแบบสำหรับใช้ในงานเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ    *
*************************************************************************

    # include <graphics.h>
    # include <stdio.h>
    # define  X  getmaxx
    # define  Y  getmaxy
    extern key_code;

help()
{
    int i,vert,hor;
    struct viewporttype vp;
    setviewport(X()/2+22,Y()/4-20,X()-25,3*Y()/4,1);
    getviewsettings(&vp);
      hor = vp.right - vp.left;
      vert = vp.bottom - vp.top
if(key_code == 0)   /* ------ main help ------ */
      {
            setfillstyle(SOLID_FILL,WHITE);
            bar(0,0,hor,vert);
            setcolor(BLACK);
            rectangle(5,5,hor-5,vert-5);
      outthai("อตุตาหิ อตุตโน นาถ",hor/2-90,vert/10,0,0);
      outthai("ตนแลเป็นที่พึ่งแห่งตนๆ",hor/2-90,2*vert/10,0,0);
      outthai("ตามที่ท่านกำลังใช้อยู่นี้",hor/2-90,3*vert/10,0,0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        outthai("เป็นเครื่องบันทึกเวลา",hor/2-90,4*vert/10,0,0);
        outthai("การใช้โทรศัพท์  OK?",hor/2-90,5*vert/10,0,0);
        outthai("ท่านพึงพยายาม กดปุ่ม",hor/2-90,6*vert/10,0,0);
        outthai("-เลือกรายการ  F10",hor/2-90,7*vert/10,0,0);
        outthai("-ยกเลิกรายการ ESC",hor/2-90,8*vert/10,0,0);
              key_code = 0;     /* ---  clear help   ---- */
              setviewport(0,0,X(),Y(),1);
        }
if(key_code == 1)   /* ------ directory help ------ */
        {
              setfillstyle(SOLID_FILL,WHITE);
              bar(0,0,hor,vert);
              setcolor(BLACK);
              rectangle(5,5,hor-5,vert-5);
        outthai("??ถ้าท่านต้องการทราบ",hor/2-90,vert/10,0,0);
        outthai("ว่า! โทรศัพท์หมายเลข",hor/2-90,2*vert/10,0,0);
        outthai("ใดบ้างที่ต่ออยู่กับเครื่อง",hor/2-90,3*vert/10,0,0);
        outthai("เครื่องบันทึกเครื่องนี้อยู่",hor/2-90,4*vert/10,0,0);
        outthai("ขอเพียงให้ท่าน..กดปุ่ม",hor/2-90,5*vert/10,0,0);
        outthai("ENTER เบา ๆ เท่านั้น",hor/2-90,6*vert/10,0,0);
        outthai("แล้วทุกอย่างจะประสิทธิ์",hor/2-90,7*vert/10,0,0);
        outthai("แก่สายตาของท่าน !!!",hor/2-90,8*vert/10,0,0);
              key_code = 1;     /* ---  clear help   ---- */
              setviewport(0,0,X(),Y(),1);
        }
if(key_code == 2)   /* -- change file help -- */
        {
              setfillstyle(SOLID_FILL,WHITE);
              bar(0,0,hor,vert);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            setcolor(BLACK);
            rectangle(5,5,hor-5,vert-5);
        outthai("การเปลี่ยนชื่อแฟ้มเก็บ-",hor/2-90,vert/10,0,0);
        outthai("ข้อมูลนี้ จะทำในกรณีที่",hor/2-90,2*vert/10,0,0);
        outthai("มีการเปลี่ยนแปลงคู่สาย",hor/2-90,3*vert/10,0,0);
        outthai("หรือ ทำการติดตั้งคู่สาย",hor/2-90,4*vert/10,0,0);
        outthai("โทรศัพท์เข้าใหม่เท่านั้น",hor/2-90,5*vert/10,0,0);
        outthai("ฉะนั้น ควรให้ผู้มีความรู้",hor/2-90,6*vert/10,0,0);
        outthai("เกี่ยวกับเครื่องนี้ เป็น",hor/2-90,7*vert/10,0,0);
        outthai("ผู้กระทำดีกว่า....นะ!",hor/2-90,8*vert/10,0,0);
            key_code = 2;    /* ---  clear help   ---- */
            setviewport(0,0,X(),Y(),1);
        }
if(key_code == 3)   /* ------ type list help ------ */
        {
            setfillstyle(SOLID_FILL,WHITE);
            bar(0,0,hor,vert);
            setcolor(BLACK);
            rectangle(5,5,hor-5,vert-5);
        outthai("@ข้อมูลเอกา ที่บันทึกไว้@",hor/2-90,vert/10,0,0);
        outthai("จะแยกเก็บตามหมายเลข",hor/2-90,2*vert/10,0,0);
        outthai("โทรศัพท์ของแต่ละเครื่อง",hor/2-90,3*vert/10,0,0);
        outthai("ท่าน..สามารถเรียกดูได้",hor/2-90,4*vert/10,0,0);
        outthai("ทีละหมายเลข และทีละ",hor/2-90,5*vert/10,0,0);
        outthai("เดือน โดยจะดูข้อมูลของ",hor/2-90,6*vert/10,0,0);
        outthai("เดือนใดๆ ก็ได้แต่ดูย้อน",hor/2-90,7*vert/10,0,0);
        outthai("หลังได้ไม่เกิน ๑ ปี ",hor/2-90,8*vert/10,0,0);
            key_code = 3;    /* ---  clear help   ---- */
            setviewport(0,0,X(),Y(),1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }


  if(key_code == 4)   /* ------ type list help ------ */
        {
              setfillstyle(SOLID_FILL,WHITE);
              bar(0,0,hor,vert);
              setcolor(BLACK);
              rectangle(5,5,hor-5,vert-5);
        outthai("พิมพ์ข้อมูล.....ที่บันทึกไว้",hor/2-90,vert/10,0,0);
        outthai("ออกสู่เครื่องพิมพ์ ของท่าน",hor/2-90,2*vert/10,0,0);
        outthai("เตรียมเครื่องพิมพ์ให้พร้อม",hor/2-90,3*vert/10,0,0);
        outthai("เลือกข้อมูล ที่ท่านต้องการ",hor/2-90,4*vert/10,0,0);
        outthai("เลือกหมายเลข และเลือก",hor/2-90,5*vert/10,0,0);
        outthai("เดือน สามารถพิมพ์ข้อมูล",hor/2-90,6*vert/10,0,0);
        outthai("เดือนใดๆ ก็ได้ ตามที่เก็บ",hor/2-90,7*vert/10,0,0);
        outthai("ข้อมูลไว้ ในแผ่นเก็บข้อมูล",hor/2-90,8*vert/10,0,0);
              key_code = 4;    /* ---  clear help   ---- */
              setviewport(0,0,X(),Y(),1);
        }
   if(key_code == 5)   /* ------ type list help ------ */
        {
              setfillstyle(SOLID_FILL,WHITE);
              bar(0,0,hor,vert);
              setcolor(BLACK);
              rectangle(5,5,hor-5,vert-5);
        outthai("**เขียนกราฟสถิติการใช้งาน**",hor/2-110,vert/10,0,0);
        outthai("จากข้อมูลที่บันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูล",hor/2-110,2*vert/10,0,0);
        outthai("แสดงอัตราการใช้โทรศัพท์ ของ",hor/2-110,3*vert/10,0,0);
        outthai("ทุกๆเลขหมายตามที่ท่านต้องการ",hor/2-110,4*vert/10,0,0);
        outthai("อยู่ในรูปของกราฟสถิติเป็นราย-",hor/2-110,5*vert/10,0,0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        outthai("เดือน  เรียกดูข้อมูลเดือนใดๆ",hor/2-110,6*vert/10,0,0);
        outthai("ก็ได้ไม่เกิน ๑ ปีเพื่อประโยชน์",hor/2-110,7*vert/10,0,0);
        outthai("ในการพิจารณา ปรับปรุงระบบ",hor/2-110,8*vert/10,0,0);
              key_code = 5;     /* ---  clear help   ---- */
              setviewport(0,0,X(),Y(),1);
        }

if(key_code == 6)   /* ------ type list help ------ */
        {
              setfillstyle(SOLID_FILL,WHITE);
              bar(0,0,hor,vert);
              setcolor(BLACK);
              rectangle(5,5,hor-5,vert-5);
        outthai("เปลี่ยนช่องเก็บแฟ้มข้อมูล",hor/2-110,vert/10,0,0);
        outthai("เลือกบันทึกข้อมูล เข้าสู่-",hor/2-110,2*vert/10,0,0);
        outthai("แผ่นเก็บข้อมูล  (DISK)",hor/2-110,3*vert/10,0,0);
        outthai("กรุณาเลือก Disk Drive",hor/2-110,4*vert/10,0,0);
        outthai("ตามที่ท่านต้องการ.....",hor/2-110,5*vert/10,0,0);
        outthai("เมื่อแน่ใจว่าเลือกถูกต้อง",hor/2-110,6*vert/10,0,0);
        outthai("กด <ENTER> เพื่อยืนยัน",hor/2-110,7*vert/10,0,0);
        outthai("เก็บข้อมูลท่าได้ดังใจหวัง",hor/2-110,8*vert/10,0,0);
              key_code = 6;     /* ---  clear help   ---- */
              setviewport(0,0,X(),Y(),1);
        }


if(key_code == 7)   /* ------ type list help ------ */
        {
              setfillstyle(SOLID_FILL,WHITE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            bar(0,0,hor,vert);
            setcolor(BLACK);
            rectangle(5,5,hor-5,vert-5);
        outthai("...##ไปสู่ DOS ##...",hor/2-110,vert/10,0,0);
        outthai("การไปสู่ ระบบปฏิบัติการ",hor/2-110,2*vert/10,0,0);
        outthai("เป็นการหยุดระบบทันที!!",hor/2-110,3*vert/10,0,0);
        outthai("ซึ่งจะหยุดการบันทึกโทร-",hor/2-110,4*vert/10,0,0);
        outthai("ศัพท์ไปด้วยดังนั้นท่านควร",hor/2-110,5*vert/10,0,0);
        outthai("พิจารณาจอบคอบเสียก่อน",hor/2-110,6*vert/10,0,0);
        outthai("มิฉะนั้นท่านอาจจะเสียใจ",hor/2-110,7*vert/10,0,0);
        outthai("มิฉะนั้นใช้เมาส์ท่านจะ..?.",hor/2-110,8*vert/10,0,0);
            key_code = 7;    /* ---  clear help   ---- */
            setviewport(0,0,X(),Y(),1);
        }

    /* ---  clear help   ---- */




            setviewport(0,0,X(),Y(),1);
        }
            setviewport(0,0,X(),Y(),1);
    }
```

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*****************************************************************************
*          โปรแกรม P-MENU.C   เป็นโปรแกรมสำหรับแสดงรายการบนจอภาพ          *
*          ทั้งเมนูหลักและเมนูย่อย สำหรับอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานทั่วไป     *
*            ออกแบบสำหรับใช้ในงานเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ        *
*****************************************************************************/

# include <dos.h>
# include <graphics.h>
# include <stdio.h>
# define  X  getmaxx
# define  Y  getmaxy

  extern sub_code,key_code,FLAG,
  KEEP,   /* use for point to each name telephone */
  PROMPT, /* use by read_num_name  */
  x,y;
  int cursor = 0xff;
        menu_status[8] = { 7,7,7,7,7,7,7,7 };
        int m_status[15] = { 7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7 };
   char dri[4] = "c:";
   char dir[450][90];
   char num_name[9][12] = { "","","","","","","","","" };
   char ns[10][4] = { "0","1.","2.","3.","4.","5.","6.","7.","8." };
   char aa[9][24] = { "directory","แก้ไขชื่อแฟ้มข้อมูล","ดูข้อมูล(list)",
                      "พิมพ์..ข้อมูล","กราฟสถิติการใช้ ","เปลี่ยน DRIVE",
                                                    "exit to dos" };
   char path[10][7]={ "0","num_1","num_2","num_3","num_4",
                                  "num_5","num_6","num_7","num_8" };
   char file[14][6]={"",".JAN",".FEB",".MAC",".ALP",".MAY",".JUN",
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    ".JLY",".AUG",".SEP",".OCT",".NOV",".DEC" };
   char mo[13][18] ={ "เดือนมกราคม","เดือนกุมภาพันธ์","เดือนมีนาคม",
                      "เดือนเมษายน","เดือนพฤษภาคม","เดือนมิถุนายน",
                      "เดือนกรกฎาคม","เดือนสิงหาคม","เดือนกันยายน",
                      "เดือนตุลาคม","เดือนพฤศจิกายน","เดือนธันวาคม" };
   char num_all[120] = "";
   char drive_name[15] = "c:num_1.MAC";

int   pos = 0,no = 0;
int  u=0,j=0,k=0;

      sub_menu(int present_key)
      {
       int i,vert,hor;

       struct viewporttype vp;
       setviewport(12,46,X()-12,Y()-46,1);
         getviewsettings(&vp);
         hor = vp.right - vp.left;
         vert = vp.bottom - vp.top;
         if(present_key != (27 && NULL))
           {
           if(key_code == 21)
              {
              setfillstyle(SOLID_FILL,DARKGRAY);  /*----- DARKGRAY ------*/
              bar(0,0,hor,vert);
              setfillstyle(SOLID_FILL,BLACK);     /*-----  BLACK  ------*/
              bar(hor/4-20,20,3*hor/4+20,vert-20);
              setcolor(WHITE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      rectangle(hor/4-20,20,3*hor/4+20,vert-20);
      outthai("ชื่อแฟ้มข้อมูลเดิม",hor/2-160,2*(vert-40)/15,1,15);
                        /*- -*/
      settextstyle(0,0,2);
      for(i=4;i<=11;i++)
        {
        outtextxy(hor/4+90,i*(vert-40)/14,num_name[i-4]);
        outtextxy(hor/4+20,i*(vert-40)/14,ns[i-3]);
        }
      outthai("กด ESC กลับสู่เมนู",hor/4,vert-50,1,15);
      setviewport(0,0,X(),Y(),1);
      }
    if(key_code == 22)
      {
      if(FLAG == 0)
        {
setfillstyle(SOLID_FILL,DARKGRAY);  /*----- DARKGRAY ------*/
bar(0,0,hor,vert);
setfillstyle(SOLID_FILL,BLACK);     /*-----  BLACK  ------*/
bar(30,20,hor/2-30,vert-20);
outthai("ชื่อแฟ้มข้อมูลเดิม",hor/4-70,2*(vert-40)/15,0,15);
                        /*- -*/
settextstyle(1,0,1);
setcolor(WHITE);
for(i=3;i<=10;i++)
          {
           outtextxy(hor/4-10,i*(vert-40)/13+35,num_name[i-3]);
           outtextxy(hor/4-60,i*(vert-40)/13+35,ns[i-2]);
          }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
rectangle(hor/2-10,20,hor-20,vert-20);
rectangle(hor/2,vert/2+20,hor-30,vert-30);
rectangle(30,20,hor/2-30,vert-20);
outthai("กรุณากดหมายเลข ๑ ถึง  \nตามที่ท่านต้องการทำการ\nแก้ไข...",
3*hor/4-15-100,vert/2+60,0,15);
        }   /*- -*/
if((present_key <= '8' && present_key >= '1') && FLAG == 0 )
{
 PROMPT = present_key; FLAG = 1; KEEP = -1;
 outthai("กรุณาอย่าใส่เกิน 8 ตัว",350,130,0,15);
}
  if((FLAG == 1))
   {
      FILE *fp;
      char re;
      if( present_key != NULL )
       {
         setfillstyle(SOLID_FILL,RED);
         bar(x-5,y-5,x+10,y+10);
         setcolor(WHITE);
         settextstyle(0,0,1);
         gprintf(&x,&y,"%c",present_key);
         x+=15;
         if(KEEP == -1)y+=20;
         if(KEEP > 8) KEEP = 9;
         switch(PROMPT)
          {
case '1': if(KEEP != -1)num_name[0][KEEP] = present_key; KEEP++;
if(num_name[0][KEEP-1]=='\r')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
   num_name[0][KEEP-1]='\0';
   KEEP = 0; }
break;
case '2': if(KEEP != -1)num_name[1][KEEP] = present_key; KEEP++;
if(num_name[1][KEEP-1]=='\r')
{
   num_name[1][KEEP-1]='\0';
   KEEP = 0; }
break;
case '3': if(KEEP != -1)num_name[2][KEEP] = present_key; KEEP++;
if(num_name[2][KEEP-1]=='\r')
{
   num_name[2][KEEP-1]='\0';
   KEEP = 0; }
break;
case '4': if(KEEP != -1)num_name[3][KEEP] = present_key; KEEP++;
if(num_name[3][KEEP-1]=='\r')
{
   num_name[3][KEEP-1]='\0';
   KEEP = 0; }
 break;
   case '5': if(KEEP != -1)num_name[4][KEEP] = present_key; KEEP++;
if(num_name[4][KEEP-1]=='\r')
{
   num_name[4][KEEP-1]='\0';
   KEEP = 0; }
 break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        case '6': if(KEEP != -1)num_name[5][KEEP] = present_key; KEEP++;
        if(num_name[5][KEEP-1]=='\r')
      {
        num_name[5][KEEP-1]='\0';
        KEEP = 0; }
       break;
        case '7': if(KEEP != -1)num_name[6][KEEP] = present_key; KEEP++;
      if(num_name[6][KEEP-1]=='\r')
      {
        num_name[6][KEEP-1]='\0';
        KEEP = 0; }
       break;
        case '8': if(KEEP != -1)num_name[7][KEEP] = present_key; KEEP++;
      if(num_name[7][KEEP-1]=='\r')
      {
         num_name[7][KEEP-1]='\0';
         KEEP = 0; }
       break;
      }
        if(present_key == 13)
      {
        strcpy(num_all,num_name[0]);
        strcat(num_all,"\n");
        for(i=1;i<=7;i++)
      {
        strcat(num_all,num_name[i]);
        strcat(num_all,"\n");
        }
  FLAG = 0; PROMPT = 0; x = 350; y = 100;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if((fp=fopen("don","w+"))==NULL)
          {
             setfillstyle(SOLID_FILL,YELLOW);
             bar(hor/2-100,vert/2-30,hor/2+100,vert/2+30);
             setcolor(RED);
             x=hor/2-80;y=vert/2;
             gprintf("error in open file3 for write\n");
             exit(0);
          }
        rewind(fp);
        fputs(num_all,fp);
        fclose(fp);
      }
    }
  cursor ^= 0xff;
  if(cursor == 0)
    {
      setfillstyle(SOLID_FILL,15);
      bar(x-5,y-5,x+10,y+10);    }
      else
        {
          setfillstyle(SOLID_FILL,BLUE);
          bar(x-5,y-5,x+10,y+10);    }
        }
      setviewport(0,0,X(),Y(),1);
    }


      if(key_code == 23 || key_code == 24)
        {
         if(FLAG == 0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  {
     setfillstyle(SOLID_FILL,DARKGRAY);  /*----- DARKGRAY ------*/
     bar(0,0,hor,vert);
     setfillstyle(SOLID_FILL,BLACK);     /*-----  BLACK  ------*/
     bar(30,20,hor/2-10,vert-20);
     outthai("ชื่อแฟ้มข้อมูลเดิม",hor/4-80,2*(vert-40)/15,0,15);
     settextstyle(0,0,1);
     outthai("กดหมายเลข ๑ ถึง  \nตามชื่อแฟ้มข้อมูลที่ท่าน\nต้องการดู",
     hor/4-90,12*(vert-40)/15,0,15);
     bar(hor/2+10,20,hor-20,vert-20);
     setcolor(WHITE);
     for(i=3;i<=10;i++)
       {
        outtextxy(hor/4-20,i*(vert-40)/14+15,num_name[i-3]);
        outtextxy(hor/4-60,i*(vert-40)/14+15,ns[i-2]);
       }
     rectangle(hor/2+10,20,hor-20,vert-20);
     rectangle(30,20,hor/2-10,vert-20);
  }

                        /*- -*/

if((present_key <= '8' && present_key >= '1')&&(FLAG == 0)
&& present_key != NULL)
 {
     strcpy(drive_name,dri);
     strcat(drive_name,"\\");
     strcat(drive_name,path[present_key-0x30]);
     FLAG = 10;no = present_key - 0x31;present_key = 220;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
  if((FLAG == 10 && present_key != NULL))
    {
       for(i=2;i<=13;i++)
       outthai(mo[i-2],3*hor/4-80,i*(vert-40)/15,0,15);
       outthai("...กดปุ่มลูกศร...",3*hor/4-80,(vert-50),0,15);

  setcolor(WHITE);
  for(i=2;i<=13;i++)
    {
     rectangle(3*hor/4-111,i*(vert-40)/15-1,3*hor/4-89,16+i*(vert-40)/15);
     m_status[i-1] = 7;
    }
  m_status[sub_code] = RED;
  for(i=2;i<=13;i++)
    {
  setfillstyle(SOLID_FILL,m_status[i-1]);
  bar(3*hor/4-110,i*(vert-40)/15,3*hor/4-90,15+i*(vert-40)/15);
    }
  if(present_key == 13)
    {
                /* -------     read any file    ------ */
FILE  *infile;

          char ch = 0;
       pos = 0,u = 0,j = 0,k = 0;
          strcat(drive_name,file[sub_code]);
          infile = fopen(drive_name,"rb");
          if (!infile)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            {
              setfillstyle(SOLID_FILL,YELLOW);
              bar(hor/2-200,vert/2-60,hor/2+200,vert/2+60);
              setcolor(15);
              rectangle(hor/2-200,vert/2-60,hor/2+200,vert/2+60);
              setcolor(RED);settextstyle(0,0,1);
              x=hor/2-110;y=vert/2;
              outtextxy(hor/2-60,vert/2-30,"PRESS ANY KEY");
              gprintf(&x,&y,"error in FILE %s",drive_name);
              sound(500);delay(60);sound(350);delay(80);nosound();
              FLAG = 12;/* - error - */
            }
        else{
              rewind(infile);
              while (ch != EOF)
              {
                ch = getc(infile);
                  dir[u][pos] = ch;
                if(ch == '\t')
                  dir[u][pos] = ' ';
                if(ch == '\n')
                  {
                  dir[u][pos-1] = '\0'; u++;pos=-1;
                }
  pos++;
}

   fclose(infile);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    FLAG = 11;
    pos = j = k = 0;
   }
  }
}
      if(FLAG == 12 && present_key != NULL)
      FLAG = 0;
      if(FLAG == 11 && key_code == 23)
        {
      if(pos <=  u/((vert-50)/20))
        {
    pos++;
    setcolor(15);
    settextstyle(2,0,5);
    setfillstyle(SOLID_FILL,BLACK);
    bar(0,0,hor,vert);
    outtextxy(20,10,"TELEPHONE No.");
    outtextxy(150,10,num_name[no]);
    outtextxy(hor/2,10,"PRESS ANY KEY TO CONTINOUS");

  for(j=0;j <= (vert-50)/20;j++)
    {
       settextstyle(0,0,0);
       setcolor(15);
       outtextxy(hor/4,40+20*j,dir[k++]);
    }
  if(present_key == 27 || pos >  u/(getmaxy()/25))
    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        FLAG = 0;
      }
    }
  }
    if(FLAG == 11 && key_code == 24)
      {
       struct  date  d;
       struct  time  t;
       getdate(&d);
       gettime(&t);
       /* ----------------    set printer  -------------------- */
       fprintf(stdprn,"\t%c%s\n\n",15,
     "%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%");
       fprintf(stdprn,"\t\t%c%c%s",27,71,"          TELEPHONE NO.  ");
       fprintf(stdprn,"%c%c%s%s",27,52,num_name[no]," date  ");
       fprintf(stdprn,"%c%c%d/%d/%d",27,72,d.da_day,d.da_mon,d.da_year);
       fprintf(stdprn,"%c%c%s",27,52," time  ");
       fprintf(stdprn,"%c%c%d:%d:%d\n\n\t",27,72,t.ti_hour,t.ti_min,t.ti_sec);
       fprintf(stdprn,"\t%c%s\n\n\t",15,
     "%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%");
       for(k=0;k<=u;k++)
       fprintf(stdprn,"\t\t%c%s\n",18,dir[k]);
       fprintf(stdprn,"\f");
       FLAG=0;
     }

   setviewport(0,0,X(),Y(),1);
 }
   if(key_code == 25)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
     setfillstyle(SOLID_FILL,DARKGRAY);  /*----- DARKGRAY ------*/
     bar(0,0,hor,vert);
     setfillstyle(SOLID_FILL,BLACK);     /*-----  BLACK  ------*/
     bar(30,20,hor-30,vert-20);
     outthai("กราฟแสดงการใช้โทรศัพท์ เลือกดูได้ทีละเดือน (๑ - ๑๒)",
     hor/3-90,(vert-40)/15,0,15);
     setcolor(WHITE);
     rectangle(30,20,hor-30,vert-20);
                          /*- -*/
     setviewport(0,0,X(),Y(),1);
    }
if(key_code == 26)
    {
     setfillstyle(SOLID_FILL,DARKGRAY);  /*----- DARKGRAY ------*/
     bar(0,0,hor,vert);
     setfillstyle(SOLID_FILL,BLACK);     /*-----  BLACK  ------*/
     bar(30,20,hor-30,vert-20);
     outthai("กรุณาเลือก 1,2,3 หรือ 4",hor/4-80,2*(vert-40)/15,2,15);
     setcolor(WHITE);
     settextstyle(0,0,3);
     outtextxy(hor/3-40,2*(vert-40)/7,"[ 1 ] ... A:");
     outtextxy(hor/3-40,3*(vert-40)/7,"[ 2 ] ... B:");
     outtextxy(hor/3-40,4*(vert-40)/7,"[ 3 ] ... C:");
     outtextxy(hor/3-40,5*(vert-40)/7,"[ 4 ] ... D:");
     outtextxy(hor/3-120,6*(vert-40)/7,"Present Drive is");
     outtextxy(hor/3+300,6*(vert-40)/7,dri);
     rectangle(30,20,hor-30,vert-20);
     if((present_key <= '4' && present_key >= '1') && FLAG == 0 )
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
  FILE *fp;
  PROMPT = present_key; FLAG = 1;
  switch(PROMPT)
     {
        case '1' : strcpy(dri,"a:"); break;
        case '2' : strcpy(dri,"b:"); break;
        case '3' : strcpy(dri,"c:"); break;
        case '4' : strcpy(dri,"d:"); break;
     }
  if((fp=fopen("drive","w+"))==NULL)
     {
        setfillstyle(SOLID_FILL,YELLOW);
        bar(hor/2-100,vert/2-30,hor/2+100,vert/2+30);
        setcolor(RED);
        x=hor/2-80;y=vert/2;
        gprintf("error in open file DRIVE for write\n");
        exit(0);
     }
        rewind(fp);
        fputs(dri,fp);
        fclose(fp);
    }

                              /*- -*/
  setviewport(0,0,X(),Y(),1);
 }
  if(key_code == 27 && present_key != NULL)
 {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    setfillstyle(SOLID_FILL,DARKGRAY);  /*----- DARKGRAY ------*/
    bar(0,0,hor,vert);
    setfillstyle(SOLID_FILL,CYAN);      /*-----  BLACK  ------*/
    bar(hor/4-30,vert/2-50,3*hor/4+30,vert/2+50);
    outthai("...การออกสู่ DOS ระบบจะหยุดทำงาน...",hor/4-20,vert/2-25,0,0);
    outthai("ENTER...ตกลง    หรือ     ESC...ยกเลิก",hor/4-20,vert/2+10,0,0);
    sound(700);delay(80);sound(900);delay(60);nosound();
    setcolor(WHITE);
    rectangle(30,20,hor-30,vert-20);
    rectangle(hor/4-30,vert/2-50,3*hor/4+30,vert/2+50);
                    /*- -*/

    if(present_key == 13 && PROMPT == -3)
      { PROMPT = 1; closegrap(); exit(1); }
    if(present_key == 13 && PROMPT == 0)
        PROMPT = -3;
    setviewport(0,0,X(),Y(),1);
   }
  }
}
   /* ============================================================== */

menu(int present_key)
   {
      int i;
      if(key_code <= 7 && key_code != 0 && present_key != (27 && NULL))
        {
          for(i=1;i<=7;i++)
          menu_status[i] = 7;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        setcolor(WHITE);
        for(i=0;i<=6;i++)
        rectangle(40,Y()/4+i*Y()/14,70,Y()/4+20+i*Y()/14);
        menu_status[key_code] = YELLOW;
        for(i=0;i<=6;i++)
          {
           setfillstyle(SOLID_FILL,menu_status[1+i]);
           bar(41,Y()/4+i*Y()/14+1,69,Y()/4+19+i*Y()/14);
          }
        for(i=0;i<=6;i++)
          {
           outthai(aa[i],80,Y()/4+i*Y()/14,0,15);
          }
       }
     }

read_drive()
   {
    int ch = 0;
    FILE *fp;
    char re=0;
    if((fp=fopen("drive","r+"))==NULL){
    setfillstyle(SOLID_FILL,YELLOW);
    bar(X()/2-150,Y()/2-40,X()/2+150,Y()/2+40);
    setcolor(0);
    x=X()/2-80;y=Y()/2;
    gprintf(&x,&y,"NOT FOUND FILE %s","DRIVE");
    sound(600);delay(80);sound(400);delay(100);nosound();
    getch();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      exit(0);
     }
     rewind(fp);
     while(re != EOF)
       {
        re = getc(fp);
        dri[ch] = re;
        if(re == EOF)dri[ch] = '\0';
        ch++;
       }
     }
read_name(void)
     {
       int ch = 0,i = 0,pos = 0;
       FILE *fp;
       char re;
       if((fp=fopen("don","r+"))==NULL)
        {
          setfillstyle(SOLID_FILL,YELLOW);
          bar(X()/2-100,Y()/2-20,X()/2+100,Y()/2+20);
          setcolor(0);
          x=X()/2-80;y=Y()/2;
          gprintf(&x,&y,"NOT FOUND FILE %s","DON");
          sound(600);delay(80);sound(400);delay(100);nosound();
          getch();
          exit(0);
        }
     rewind(fp);
      while (i < 8)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  {
     ch = getc(fp);
     num_name[i][pos] = ch;
     if(ch == '\n')
      {
        num_name[i][pos] = '\0'; i++;pos=-1;
      }
     pos++;
  }
 fclose(fp);
}
```

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
*************************************************************************
*        โปรแกรม YAA-THAI.C เป็นโปรแกรมสำหรับเขียนภาษาไทยบนจอภาพ       *
*        ใน Graphics Mode    ต้องมีไฟล์ NORMAL.FON ของ CW ประกอบ        *
*           ออกแบบสำหรับใช้ในงานเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ     *
*************************************************************************

   #include<stdio.h>
   #include<stdarg.h>
   #include<stdlib.h>
   #include<dos.h>
   #include<conio.h>
   #include<graphics.h>
   #include<ctype.h>
   int   byte_font[5120];
 /* ---------------------- open graphics ----------------- */
   void open_graph(void)
   {
     int mode=0,device=DETECT;
     initgraph(&device,&mode,"");
   }

 /* --------------------- outthai  ------------------------  */
   void outthai(char s[],int x,int y,int size,int color)
   {
     int  i,j,k,l=0;
     i=j=0;
     while(s[i] != '\0')
       {
         k = s[i]+256;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if(k>256)
        k=toascii(s[i]);
        if((k==209)||(k>=212 && k<=219)||(k>=231 && k<=238))
          {  j = j; }
        else
          {  j+=10; }
        if(s[i]=='\n')
          {
             j=0;l+=20;
          }
        if( size == 0 )
        font(x+j,y+l,k,color);
        else if( size == 1 )
        bigfont(x+j*2,y+l,k,color);
        else if( size == 2 )
        superfont(x+2*j,y+2*l,k,color);
        else
        sixagfont(x+2*j,y+2*l,k,color);
        i++;
      }
  }
/* ----------------------  made thai font ---------------------- */

 font(x,y,e,color)
 int x,y,e,color;
 {
  int a[9] = { 128,64,32,16,8,4,2,1,0 };
  int m=1,i,k,n;
  while(m<=20)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
      k=m+e*20;
      for(i=0;i<=7;i++)
         {
           n = ( a[i] & byte_font[k] );
           if(n != 0)
           { putpixel(x+i,y+m,color);  }
  /*else
      { putpixel(x+i,y+m,LIGHTBLUE); }*/
         }
   m++;
 }
}

 bigfont(x,y,e,color)
 int x,y,e;
 {
  int a[9] = { 128,64,32,16,8,4,2,1,0 };
  int m=1,i,k,n;
  while(m<=20)
   {
    k=m+e*20;
    for(i=0;i<=7;i++)
      {
         n = ( a[i] & byte_font[k] );
         if(n != 0)
           { putpixel(x+2*i-1,y+m,color);
             putpixel(x+2*i,y+m,color);  }
  /*else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        { putpixel(x+i*2-1,y+m,LIGHTBLUE);
          putpixel(x+i*2,y+m,LIGHTBLUE); }*/
    }
   m++;
    }
}
    superfont(x,y,e,color)
    int x,y,e;
      {
        int a[9] = { 128,64,32,16,8,4,2,1,0 };
        int m=1,i,k,n;
        while(m<=20)
        {
          k=m+e*20;
          for(i=0;i<=7;i++)
            {
              n = ( a[i] & byte_font[k] );
              if(n != 0)
                { /*putpixel(x+2*i-1,y+m*2-1,color);
                  putpixel(x+2*i,y+m*2,color);
                  putpixel(x+i*2-1,y+m*2-1,color);
                  putpixel(x+i*2,y+m*2 ,color); }*/
                  setfillstyle(SOLID_FILL,color);
                  bar(x+2*i-2,y+m*2-2,x+2*i,y+m*2);  }
            }
          m++;
        }
      }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        int x,y,e;
          {
             int a[9] = { 128,64,32,16,8,4,2,1,0 };
             int m=1,i,k,n;
             while(m<=20)
              {
               k=m+e*20;
               for(i=0;i<=7;i++)
                 {
                  n = ( a[i] & byte_font[k] );
                  if(n != 0)
                    { putpixel(x+2*i-1,y+m*2-1,color);
                      putpixel(x+2*i,y+m*2,color);
                      putpixel(x+i*2-1,y+m*2-1,color);
                      putpixel(x+i*2,y+m*2 ,color); }
                 }
               m++;
             }
          }

  /* ----------------------     read any file  ----------------------- */

open_file(char linebfr[10])
     {
       FILE  *infile;
       int   pos = 0;
       int   ch;

       infile = fopen(linebfr,"rb");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if (!infile)
      {
         printf("Can't Open Font File! %s\n",linebfr);
         exit(1);
      }
    rewind(infile);
    while (pos++ <=5120)
      {
         ch = getc(infile);
         byte_font[pos] = ch;
      }
    fcloseall();
  }
```

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
*************************************************************************
*          โปรแกรม P-WIN.C   เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างหน้าต่างบนจอภาพ       *
*            เพื่อแสดงผลการบันทึกในการใช้งานโทรศัพท์  ในกราฟฟิกโหมด       *
*             ออกแบบสำหรับใช้ในงานเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ    *
*************************************************************************

  # include <graphics.h>
  # include <dos.h>
  # include <stdio.h>
  # define  X getmaxx
  # define  Y getmaxy
     image_screen()
       {
            int i=0;
       /*********************************************************/
       setfillstyle(SOLID_FILL,CYAN);
       bar(0,0,X(),Y());
       setcolor(LIGHTCYAN); /*---------     LIGHT CYAN    ---------*/
       for(i=0;i<=2;i++)
           {
           line(i,i,i,X()-i);
           line(i,i,X()-i,i);
           }
        line(10,11,X()-10,11);
        line(X()-10,10,X()-10,45);
        line(11,11,11,45);
        line(0,46,X(),46);
        line(X()-10,45,X()-10,Y()-11);
        line(X()-11,46,X()-11,Y()-11);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
line(10,getmaxy()-11,X()-10,Y()-11);
line(11,getmaxy()-12,X()-10,Y()-12);
line(41,2,41,10);
line(X()-40,2,X()-40,10);
line(41,2,41,10);
line(X()-40,2,X()-40,10);
line(41,12,41,Y()/4-21);
line(X()-40,12,X()-40,Y()/4-21);
line(43,Y()-11,43,Y()-2);
line(X()-43,Y()-11,X()-43,Y()-2);
line(1,3*Y()/4+20,10,3*Y()/4+20);
line(X()-2,3*Y()/4+20,X()-11,3*Y()/4+20);
line(1,Y()-45,10,Y()-45);
line(X()-2,Y()-45,X()-11,Y()-45);
line(1,Y()/4-40,11,Y()/4-40);
line(X()-2,Y()/4-40,X()-12,Y()/4-40);
rectangle(18,20,32,35);
rectangle(X()-32,26,X()-20,30);
line(12,Y()-45,X()-12,Y()-45);
line(43,Y()-45,43,Y()-13);
line(X()-43,Y()-44,X()-43,Y()-13);
rectangle(23,Y()-30,30,Y()-25);
setcolor(BLACK);   /*------------     BLACK     ------------*/
line(30,Y()-30,30,Y()-25);
line(23,Y()-25,30,Y()-25);
line(X()-44,Y()-44,X()-44,X()-13);

line(42,Y()-45,42,Y()-13);
line(12,Y()-46,X()-12,Y()-46);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for(i=0;i<=2;i++)
  {
     line(X()-i,i,X()-i,Y()-i);
     line(i,Y()-i,X()-i,Y()-i);
  }
  line(10,10,X()-10,10);
  line(10,10,10,45);
  line(X()-11,12,X()-11,45);
  line(2,45,X(),45);
  line(10,45,10,Y()-11);
  line(11,46,11,Y()-12);
  line(40,2,40,10);
  line(X()-41,2,X()-41,10);
  line(40,12,40,Y()/4-21);
  line(X()-41,12,X()-41,Y()/4-21);
  line(42,Y()-11,42,Y()-2);
  line(X()-44,Y()-11,X()-44,Y()-2);
  line(2,3*Y()/4+19,10,3*Y()/4+19);
  line(X()-2,3*Y()/4+19,X()-11,3*Y()/4+19);
  line(2,Y()-46,10,Y()-46);
  line(X()-2,Y()-46,X()-11,Y()-46);
  line(18,35,32,35);
  line(32,20,32,35);
  line(X()-32,30,X()-20,30);
  line(X()-20,30,X()-20,26);
  line(1,Y()/4-41,11,Y()/4-41);
  line(X()-2,Y()/4-41,X()-12,Y()/4-41);
  setfillstyle(SOLID_FILL,DARKGRAY);  /*----- DARKGRAY ------*/
  bar(12,46,X()-12,Y()-46);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
setfillstyle(SOLID_FILL,BLACK);     /*------ BLACK --------*/
bar(25,Y()/4-20,X()/2-22,3*Y()/4);
bar(X()/2+22,Y()/4-20,X()-25,3*Y()/4);
setcolor(LIGHTGRAY);                /*----- LIGHTGRAY -----*/
line(26,3*Y()/4-1,X()/2-22,3*Y()/4-1);
line(25,3*Y()/4,X()/2-22,3*Y()/4);
line(X()/2+23,3*Y()/4-1,X()-25,3*Y()/4-1);
line(X()/2+22,3*Y()/4,X()-25,3*Y()/4);
line(X()/2-21,Y()/4-19,X()/2-21,3*Y()/4);
line(X()/2-20,Y()/4-20,X()/2-20,3*Y()/4);
line(X()-25,Y()/4-19,X()-25,3*Y()/4);
line(X()-24,Y()/4-20,X()-24,3*Y()/4);
setcolor(BLACK);
line(12,Y()/4-41,X()-12,Y()/4-41);
line(12,3*Y()/4+19,X()-12,3*Y()/4+19);
line(X()/2,Y()/4-39,X()/2,3*Y()/4+19);
setcolor(LIGHTGRAY);
line(X()/2+1,Y()/4-39,X()/2+1,3*Y()/4+18);
setfillstyle(SOLID_FILL,LIGHTGRAY);
line(12,Y()/4-40,X()-12,Y()/4-40);
bar(X()/4-50,Y()/4-50,X()/4+50,Y()/4-30);
bar(3*X()/4-50,Y()/4-50,3*X()/4+50,Y()/4-30);
setcolor(WHITE);
rectangle(X()/4-50,Y()/4-50,X()/4+50,Y()/4-30);
rectangle(X()/4-51,Y()/4-51,X()/4+50,Y()/4-30);
rectangle(3*X()/4-50,Y()/4-50,3*X()/4+50,Y()/4-30);
rectangle(3*X()/4-51,Y()/4-51,3*X()/4+50,Y()/4-30);
setcolor(BLACK);
moveto(X()/4-50,Y()/4-30);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            lineto(X()/4+50,Y()/4-30);
            lineto(X()/4+50,Y()/4-50);
            moveto(X()/4+51,Y()/4-51);
            lineto(X()/4+51,Y()/4-29);
            lineto(X()/4-51,Y()/4-29);
            moveto(3*X()/4-50,Y()/4-30);
            lineto(3*X()/4+50,Y()/4-30);
            lineto(3*X()/4+50,Y()/4-50);
            moveto(3*X()/4+51,Y()/4-51);
            lineto(3*X()/4+51,Y()/4-29);
            lineto(3*X()/4-51,Y()/4-29);
            settextstyle(0,0,1);
            outtextxy(X()/4-35,Y()/4-42,"F10 MENU");
            outtextxy(3*X()/4-38,Y()/4-42,"ESC CANCEL");
            setfillstyle(SOLID_FILL,RED);
            bar(X()/4,20,3*X()/4,40);
            outthai("เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ",X()/2-135,20,0,15);
          }
       /* ------------------------------------------------------------ */
door_open()
{
    int i,vert,hor;
    struct viewporttype vp;
    setviewport(26,Y()/4-20,X()/2-22,3*Y()/4-2,1);
    getviewsettings(&vp);
    hor = vp.right - vp.left;
    vert = vp.bottom - vp.top;
    for(i=0;i<=vert+10;i+=10)
     {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*+++++++++++++++++++++++++++++=++++++++++++++++++++++++++*/
setfillstyle(SOLID_FILL,CYAN);
bar(0,i,hor,vert);
setcolor(LIGHTCYAN);
line(10,11+i,hor-10,11+i);
line(0,1+i,hor,1+i);
line(1,i,1,vert);
line(11,10+i,11,vert);
line(hor-10,10+i,hor-10,vert);
rectangle(20,20+i,25,25+i);
rectangle(20,40+i,25,45+i);
rectangle(20,60+i,25,65+i);
rectangle(20,80+i,25,85+i);
rectangle(20,100+i,25,105+i);
rectangle(hor-20,20+i,hor-25,25+i);
rectangle(hor-20,40+i,hor-25,45+i);
rectangle(hor-20,60+i,hor-25,65+i);
rectangle(hor-20,80+i,hor-25,85+i);
rectangle(hor-20,100+i,hor-25,105+i);
setcolor(BLACK);
line(10,10+i,hor-10,10+i);
line(10,10+i,10,vert);
line(hor-11,12+i,hor-11,vert);
line(hor,i,hor,vert);
line(20,25+i,25,25+i);line(25,20+i,25,25+i);
line(20,45+i,25,45+i);line(25,40+i,25,45+i);
line(20,65+i,25,65+i);line(25,60+i,25,65+i);
line(20,85+i,25,85+i);line(25,80+i,25,85+i);
line(20,105+i,25,105+i);line(25,100+i,25,105+i);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            line(hor-20,25+i,hor-25,25+i);line(hor-20,20+i,hor-20,25+i);
            line(hor-20,45+i,hor-25,45+i);line(hor-20,40+i,hor-20,45+i);
            line(hor-20,65+i,hor-25,65+i);line(hor-20,60+i,hor-20,65+i);
            line(hor-20,85+i,hor-25,85+i);line(hor-20,80+i,hor-20,85+i);
            line(hor-20,105+i,hor-25,105+i);line(hor-20,100+i,hor-20,105+i);
               sound(300);delay(10);nosound();delay(50);
               setfillstyle(SOLID_FILL,BLACK);
                bar(0,0,hor,i);
        }
       setviewport(0,0,X(),Y(),0);
    }

door_close()
    {
          int i=0,vert,hor;
          struct viewporttype vp;
          setviewport(26,Y()/4-20,X()/2-22,3*Y()/4-2,1);
          getviewsettings(&vp);
          hor = vp.right - vp.left;
          vert = vp.bottom - vp.top;
          setfillstyle(SOLID_FILL,BLACK);
          bar(0,0,hor,i);
            /*++++++++++++++++++++++++++++++=++++++++++++++++++++++++++*/
          setfillstyle(SOLID_FILL,CYAN);
          bar(0,i,hor,vert);
          setcolor(LIGHTCYAN);
          line(10,11+i,hor-10,11+i);
          line(0,1+i,hor,1+i);
          line(1,i,1,vert);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
line(11,10+i,11,vert);
line(hor-10,10+i,hor-10,vert);
rectangle(20,20+i,25,25+i);
rectangle(20,40+i,25,45+i);
rectangle(20,60+i,25,65+i);
rectangle(20,80+i,25,85+i);
rectangle(20,100+i,25,105+i);
rectangle(hor-20,20+i,hor-25,25+i);
rectangle(hor-20,40+i,hor-25,45+i);
rectangle(hor-20,60+i,hor-25,65+i);
rectangle(hor-20,80+i,hor-25,85+i);
rectangle(hor-20,100+i,hor-25,105+i);
setcolor(BLACK);
line(10,10+i,hor-10,10+i);
line(10,10+i,10,vert);
line(hor-11,12+i,hor-11,vert);
line(hor,i,hor,vert);
line(20,25+i,25,25+i);line(25,20+i,25,25+i);
line(20,45+i,25,45+i);line(25,40+i,25,45+i);
line(20,65+i,25,65+i);line(25,60+i,25,65+i);
line(20,85+i,25,85+i);line(25,80+i,25,85+i);
line(20,105+i,25,105+i);line(25,100+i,25,105+i);
line(hor-20,25+i,hor-25,25+i);line(hor-20,20+i,hor-20,25+i);
line(hor-20,45+i,hor-25,45+i);line(hor-20,40+i,hor-20,45+i);
line(hor-20,65+i,hor-25,65+i);line(hor-20,60+i,hor-20,65+i);
line(hor-20,85+i,hor-25,85+i);line(hor-20,80+i,hor-20,85+i);
line(hor-20,105+i,hor-25,105+i);line(hor-20,100+i,hor-20,105+i);
setviewport(0,0,X(),Y(),0);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      /* ---------------------   thai  clock ------------------- */
thai_clock(int x,int y,int bk_color,int foreg_color)
      {
       char *digit[]={ "oo","o ","o ","o ","o ","o ","o ","o๑","o ","o ",
       " o"," "," "," "," "," "," "," ๑"," "," ",
       " o"," "," "," "," "," "," "," ๑"," "," ",
       " o"," "," "," "," "," "," "," ๑"," "," ",
       " o"," "," "," "," "," "," "," ๑"," "," ",
       " o"," "," "," "," "," "," "," ๑"," "," ",
       " o"," "," "," "," "," "," "," ๑"," "," "  };
        struct time rd_ti;
         gettime(&rd_ti);
        if(rd_ti.ti_sec == 1 && rd_ti.ti_hund > 80)
         {
  setfillstyle(SOLID_FILL,bk_color);
  bar(x,y,x+X()/4,y+20);
  outthai(digit[rd_ti.ti_hour],x+X()/32-10,y-2,1,foreg_color);
  outthai(":",x+X()/16+15,y-2,1,foreg_color);
  outthai(digit[rd_ti.ti_min],x+X()/8,y-2,1,foreg_color);
}
        else
             {
                if((rd_ti.ti_hund % 10) == 0)
                outthai(":",x+X()/16+15,y-2,1,bk_color);
                else
                outthai(":",x+X()/16+15,y-2,1,foreg_color);

             }
      }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
thai_date(int x,int y,int bk_color,int fore_color)
     {
      int  buf_c[4],buf_d[2],i;
      char *converse[] = { "๐"," "," "," "," "," "," ","๗"," "," " };
      char *month[] = { "","ม.ค.","ก.พ.","มี.ค.","เม.ย.",
                        "พ.ค.","มิ.ย.","ก.ค.","ส.ค.",
                        "ก.ย.","ต.ค.","พ.ย.","ธ.ค."  };
       struct date rd;
       getdate(&rd);
       buf_d[0] = rd.da_day%10;
       buf_d[1] = (rd.da_day-buf_d[0])/10;
       buf_c[0] = (rd.da_year+543)%10;
       buf_c[1] = ((rd.da_year+543-buf_c[0])/10)%10;
       buf_c[2] = ((rd.da_year+543-(buf_c[0]+buf_c[1]*10))/100)%10;
  buf_c[3] = ((rd.da_year+543-(buf_c[0]+buf_c[1]*10+buf_c[2]*100)))/1000;
  setfillstyle(SOLID_FILL,bk_color);
  bar(x,y,x+getmaxx()/4,y+20);
  for(i=0;i<=1;i++)
  outthai(converse[buf_d[i]],x+X()/8-60-10*i,y-2,0,fore_color);
  outthai(month[rd.da_mon],x+X()/8-40,y-2,0,fore_color);
  for(i=0;i<=3;i++)
  outthai(converse[buf_c[i]],x+X()/8+40-10*i,y-2,0,fore_color);
 }
```

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

##########################################################################

# ภาคผนวก

# Appendices

$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Appendix A : MT8870 DTMF Decoder

Appendix B : 4N25 Optocoupler / Isolator

Appendix C : 8255 Input / Output Port (PIO)

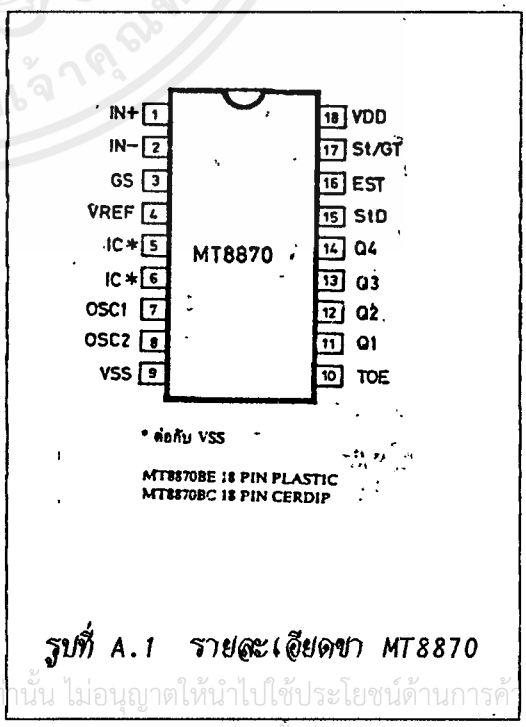
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MT8870 ไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

(Integrated DTMF Receiver)

การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลข ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล ซึ่งไอซี MT8870 ใช้แปลงความถี่ DTMF ให้เป็นเลขฐานสอง ขนาด 4 บิท

สมัยก่อน การออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ มักใช้ไอซีลำพวกเฟสล็อกลูป ซึ่งสร้างปัญหาในการทำงานมากมาย เช่น เรื่องความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจร ขนาดของไอซีที่ใหญ่ เพราะต้องใช้ไอซีจำนวนมาก เป็นต้น ปัจจุบัน ด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง มีหลายบริษัทที่ผลิตไอซีสำหรับใช้งาน ถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ DTMF โดยเฉพาะ ออกสู่ท้องตลาด เช่น MITEL ได้แก่ไอซีเบอร์ MT8870 SUMSUNG เบอร์ KT3170 เป็นต้น




รูปที่ A.1 รายละเอียดขา MT8870

**คุณสมบัติของ MT8870**

# เป็นตัวรับ และถอดรหัสความถี่ (DTMF Receiver)

# กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL

# สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้

# สามารถปรับ การ์ดไทม์ (Guard time)

# เป็นไอซีคุณภาพสูง

**การนำ MT8870 ไปใช้งาน**

@ นำไปใช้งานด้านรีโมทคอนโทรล

@ เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

@ ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด

@ ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์

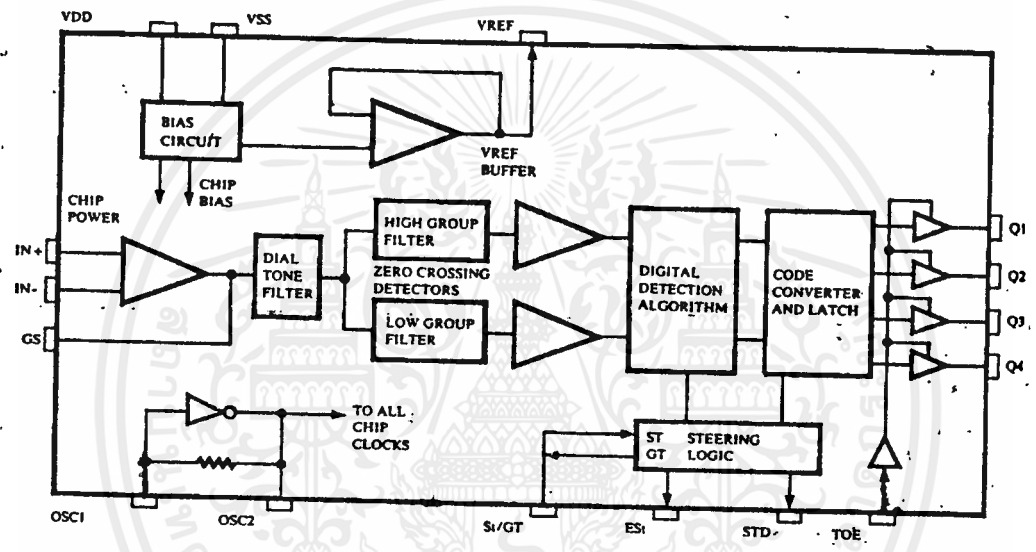
@ ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดย่อย หรือ PABX

@ ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป

@ เครื่องกันขโมย

@ การควบคุมอุปกรณ์ ทางโทรศัพท์

@ ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์




รูปที่ A.2 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

**โครงสร้างของ MT8870**

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอล เป็นไอซีที่สร้างขึ้น โดยใช้เทคโนโลยี ISO$^2$-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและกรองความถี่ต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจสอบ และถอดรหัสสิ่ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสอง ขนาด 4 บิท และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้ โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาท์พุทเป็นวงจรแลทช์ 3 สถานะ รูปที่ A.1 แสดงขาของ MT8870 ส่วนรูปที่ A.2 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

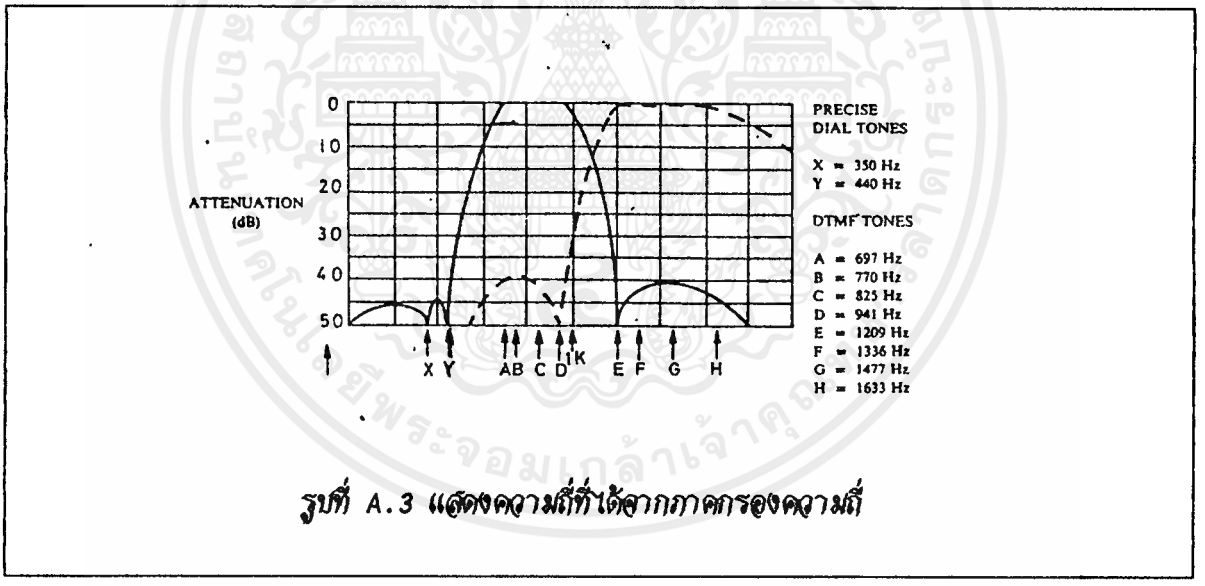
**ฟังก์ชั่นการทำงานภายในของ MT8870**

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

* ภาคกรองสัญญาณความถี่ (filter section)
* ภาคถอดรหัส (decoder section)
* ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit)
* ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential input)
* ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator)

**ภาคกรองสัญญาณความถี่ (filter section)**

ในส่วนนี้ จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่องความถี่สูง และช่องความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (six order switched capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้ มี 2 ช่อง คือช่องความถี่สูงและช่องความถี่ต่ำ




รูปที่ A.3 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

**ภาคถอดรหัส (decoder section)**

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (early steering) ก็จะแอคทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ นั้น แสดงในรูปที่ A.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| $F_{LOW}$ | $F_{HIGH}$ | 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 A.4 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ*

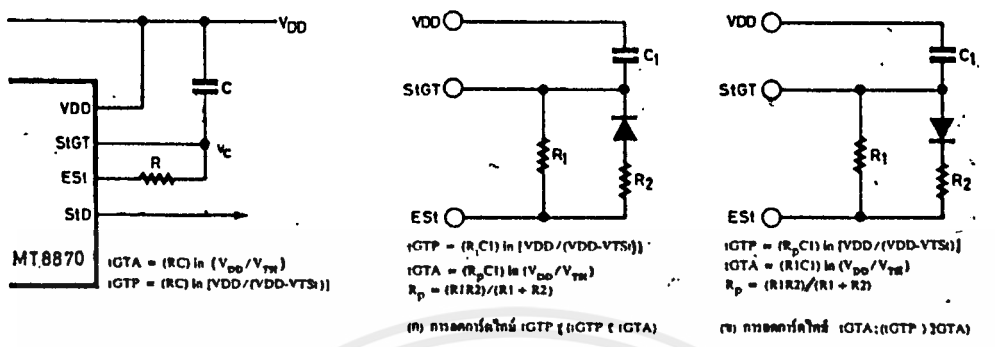
**<u>ภาควงจรตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit)</u>**

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยตั้งเกตเวลาระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลานานเท่าใด สามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น "High" ทำให้ $V_C$ สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุ ทำให้แรงดัน $V_C$ สูงขึ้นถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัส ออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิท รายละเอียดการทำงาน ถ้าได้ดูจากแผนภูมิ หรือไทม์มิ่งไดอะแกรม (timing diagram) ในรูปที่ A.9 จะเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

สำหรับคำว่า การ์ดไทม์ (Guard Time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับ หรือมากกว่าช่วงเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้น ถูกต้อง หรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้ โดย RC ก็คือ Guard Time นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่ที่เข้ามาต้นกว่า ก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลา และคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ A.5



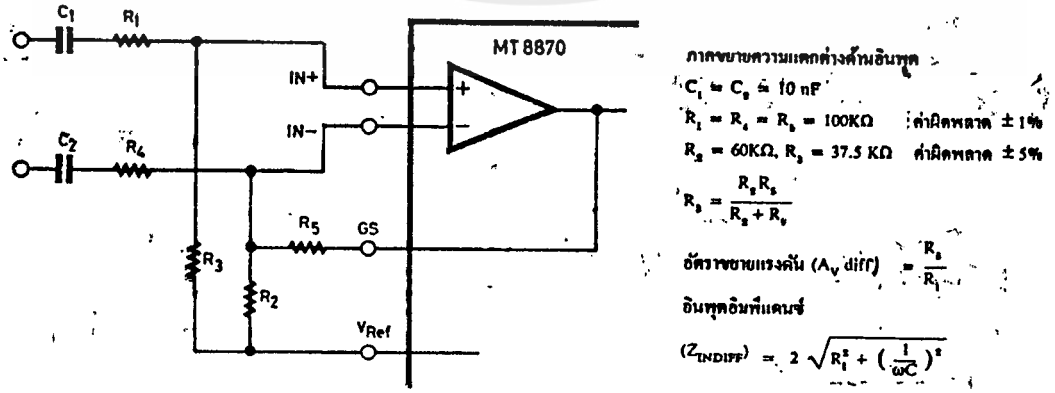

รูปที่ A.5 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย และแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์

<u>ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential input)</u>

วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ ที่สามารถปรับอัตราขยาย โดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป รูปที่ A.6 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุท ซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุท และอิมพีแดนซ์ ได้ดังนี้

อัตราขยาย ($A_v$ diff) = $R_5 / R_1$

อินพุทอิมพีแดนซ์ ($Z_{in}$ diff) = $2\sqrt{(R_1)^2 + (1/\omega_C)^2}$

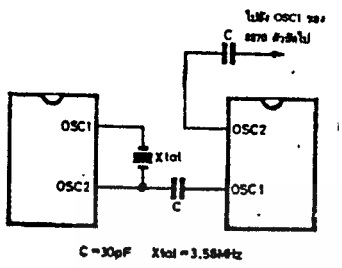



รูปที่ A.6 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท

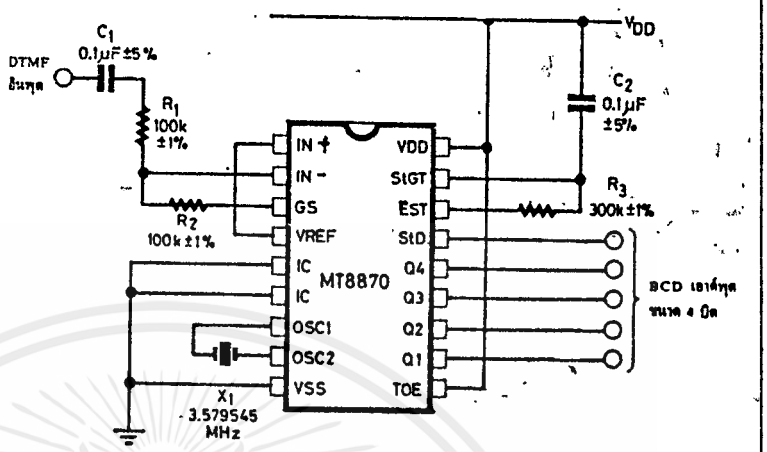
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator)**

ในภาคนี้ ภายในไอซีจะมีวงจรเอาต์พุตอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่ แสดงในรูปที่ A.7

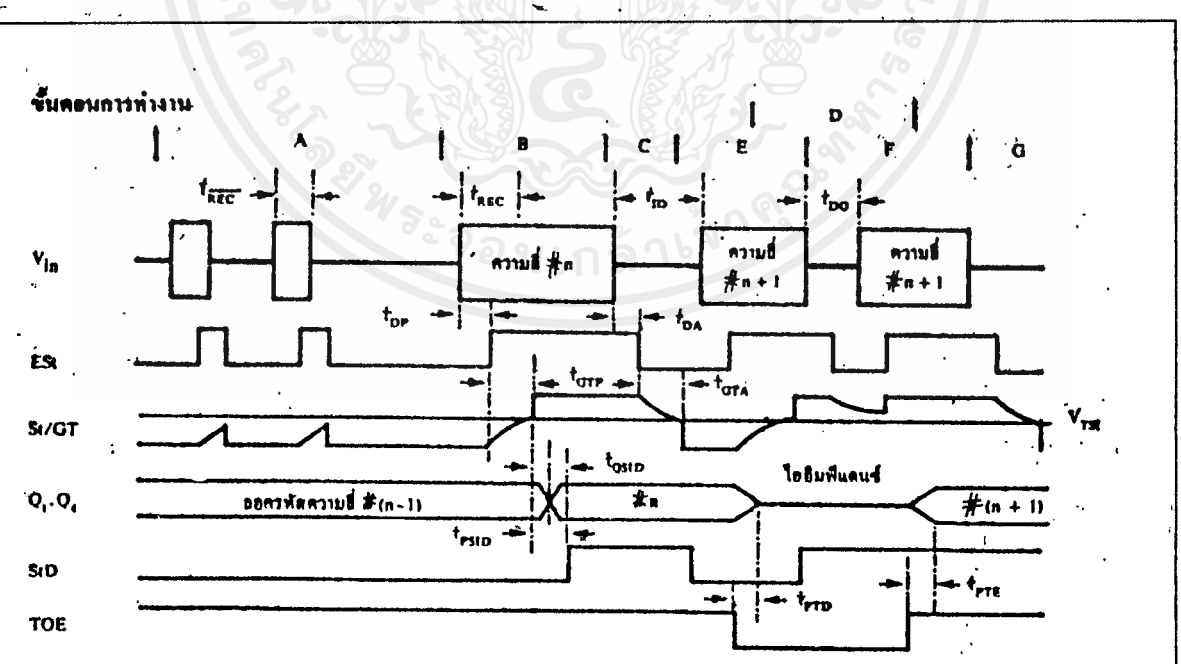



รูปที่ A.7 การต่อวงจรผลิตความถี่




รูปที่ A.8 แสดงวงจรใช้งานเบื้องต้นของ MT8870

คำอธิบาย timing diagram ดูได้ที่หน้าต่อไป




รูปที่ A.6 แสดงแผนภูมิเวลา (timing diagram) ของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**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

$t_{\overline{REC}}$ - 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

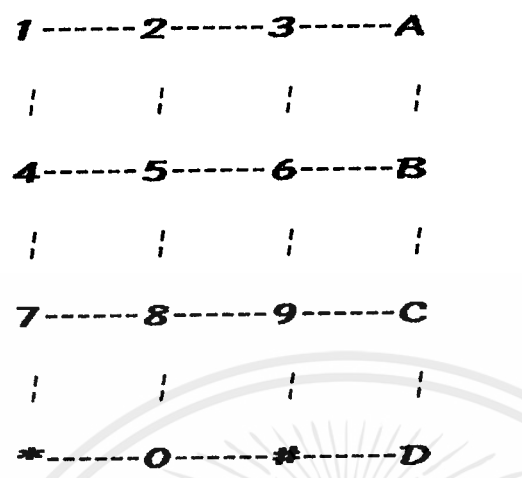
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

***เกี่ยวกับ DTMF***

*การเลือกความถี่ของสัญญาน DTMF นั้น มิใช่มาจากการสุ่มตัวเลข หรือกำหนดตามอำเภอใจ แต่ได้มาจากการศึกษาถึงผลดี-ผลเสีย อย่างรอบคอบ โดยเราจะเลือกความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่ของสัญญานโทรศัพท์(300~3400 Hz) และจะต้องไม่มีโทนที่เป็น Harmonic หรือใกล้เคียง Harmonic ซึ่งกันและกัน และปกติ สัญญานความถี่ DTMF ต้องเป็น pure sine wave จึงมีจุดอ่อน ถ้า Harmonic ที่ N เกิดไปตรงกับอีกความถี่หนึ่ง ในกรณีที่เกิดความเพี้ยนจากวงจรผลิตความถี่ ไม่ให้ความถี่เป็น pure sine wave จริง*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ DTMF ที่เรานำมาใช้ ทดลองค้นคว้าโดย Bell Telephone System เมื่อปี ค.ศ. 1950 ความถี่ต่างๆ ที่ใช้งานมีดังนี้




**ตัวอย่าง** ให้หาค่า Harmonics ที่สอง ของความถี่สัญญาน DTMF เลข 3

ความถี่ของ เลข 3 คือความถี่ 697 Hz & 1,477 Hz

2nd Harmonics คือความถี่ 1,394 Hz & 2,954 Hz

จะเห็นว่า 1,394 Hz มีค่าอยู่ระหว่าง Column ที่ 2 และ 3

2,954 Hz มีค่าเกินกว่า 1,633 ซึ่งเกินค่าที่เราใช้งาน

**ตัวอย่าง** จงหาค่าความถี่ที่เกิดขึ้น เมื่อเกิดความผิดพลาดของความถี่สัญญาน DTMF หาค่าผลบวกและผลต่างของความถี่สัญญาน DTMF หมายเลข 3

ผลรวม = 697 + 1,477 = 2,147 Hz มีค่าเกิน 1,633 Hz แล้ว

ผลต่าง = 1,477 - 697 = 780 Hz ค่าอยู่ระหว่าง 770 Hz และ 852 Hz

ในการผลิตความถี่สัญญาน DTMF นั้น ในไอซีผลิตสัญญาน DTMF รุ่นใหม่ๆ จะผลิตความถี่มาตรฐานขึ้นมาค่าหนึ่ง แล้วทำการหารความถี่ลงไป และจะใช้วงจร Counter กับ Clock มาช่วย ตัวอย่างเช่น IC Motorola ¦ MC14403 ใช้ความถี่ 500 kHz จาก XTAL ใช้ ไฟเลี้ยงไอซี 1.4 V จาก Local loop

สำหรับไอซี่ MT8870 ที่เรานำมาใช้งานผลิตจาก XTAL ที่ใช้เป็น Chroma Crystal ของ TV คือความถี่ 3.579545 MHz นอกจากจะหาง่ายและราคาถูกแล้ว ยังได้ค่าความผิดพลาดน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุด เมื่อหารด้วยค่า N ต่างๆ เช่น ค่า N=4672 เราจะได้ความถี่ 766.17 MHz ซึ่งใกล้เคียงสัญญาณความถี่ DTMF มาตรฐานคือ 770 MHz ความถี่ที่เราผลิต เพื่อนำมาตรวจสอบ สำหรับการถอดรหัส DTMF ทางอินพุท

นำมาสรุป ได้ค่าต่างๆทั้งหมดดังนี้

เมื่อ $f_{osc}$ = 3,579,545 Hz

$f_{actual}$ = $f_{osc}$ / N

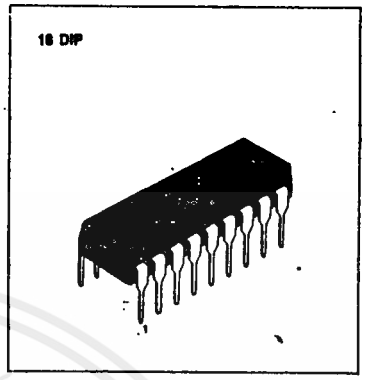
| input | Nominal (Hz) | Divider ratio N | Actual (Hz) | Deviation (%) |
|---|---|---|---|---|
| $R_1$ | 697 | 5,120 | 699.13 | +0.3 |
| $R_2$ | 770 | 4,672 | 766.17 | -0.5 |
| $R_3$ | 852 | 4,224 | 847.43 | -0.5 |
| $R_4$ | 941 | 3,776 | 947.97 | +0.74 |
| $C_1$ | 1,209 | 2,944 | 1,215.88 | +0.57 |
| $C_2$ | 1,336 | 2,688 | 1,331.68 | -0.32 |
| $C_3$ | 1,477 | 2,432 | 1,471.85 | -0.35 |
| $C_4$ | 1,633 | 2,176 | 1,645.01 | +0.74 |

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## LOW POWER DTMF RECEIVER

The KT3170 is a complete Dual Tone Multiple Frequency (DTMF) receiver that is fabricated by low power CMOS and the Switched-Capacitor Filter technology. This LSI consists of band split filters, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus. It decodes all 16 DTMF tone pairs into a 4bits digital code.
The externally required components are minimized by on chip provision of a differential input AMP, clock oscillator and latched three state interface. The on chip clock generator requires only a low cost TV crystal as an external component.




## FEATURES

- Detects all 16 standard tones.
- Low power consumption: 15mW (Typ)
- Single power supply: 5V
- Uses inexpensive 3.58MHz crystal
- Three state outputs for microprocessor interface
- Good quality and performance for using in exchange system
- Package options include standard plastic and ceramic 300 mil DIPs
- Power down mode/input inhibit

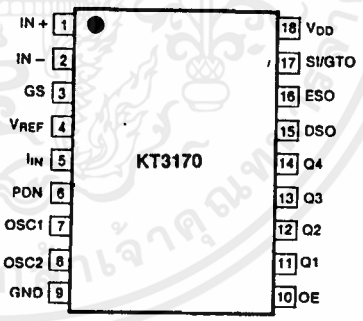
## ORDERING INFORMATION

| Device | Package | Operating Temperature |
|---|---|---|
| KT3170N | Plastic | −40 ~ +85°C |
| KT3170J | Ceramic | |

## APPLICATIONS

- PABX
- Central Office
- Paging Systems
- Remote Control
- Credit Card Systems
- Key Phone System
- Answering Phone
- Home Automation System
- Mobile Radio
- Remote Data Entry

## PIN CONFIGURATION



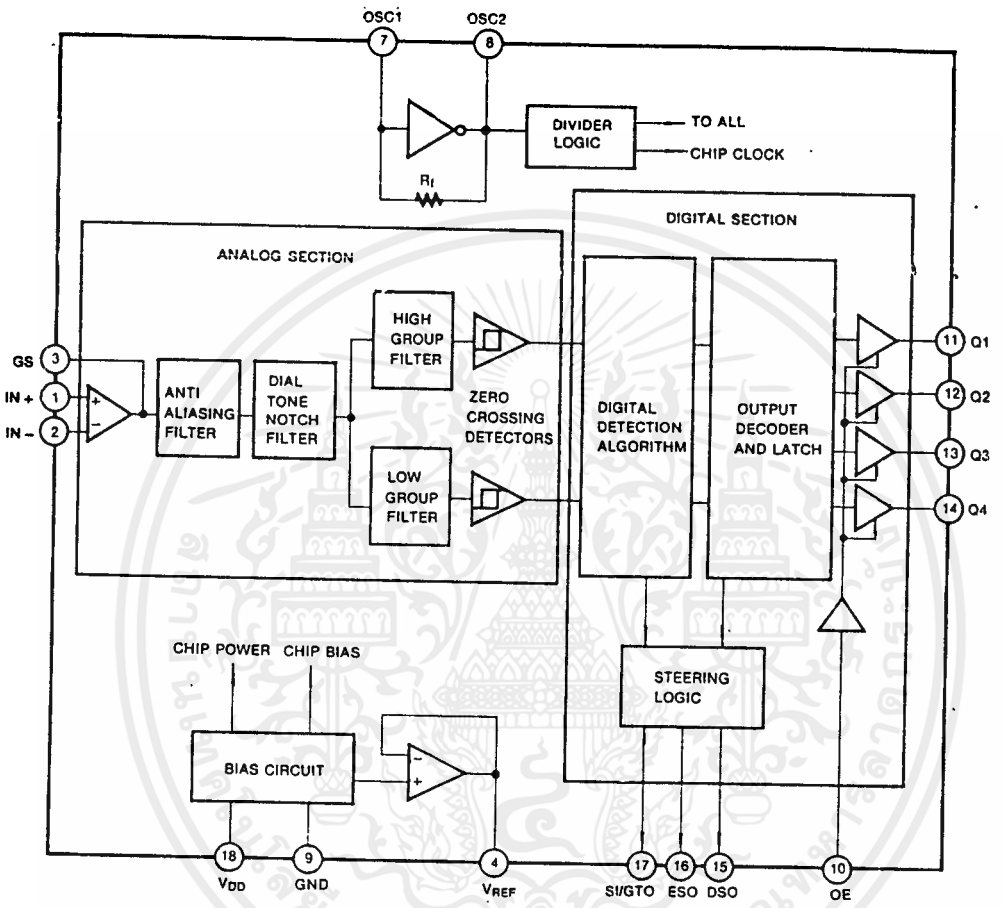



MT8870 DATA SHEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อความส่วนใดส่วนหนึ่งของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*appendix A-10*

## BLOCK DIAGRAM




## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| Characteristics | Symbol | Value | Unit |
|---|---|---|---|
| Power Supply Voltage | $V_{DD}$ | 6 | V |
| Analog Input Voltage Range | $V_{INA}$ | $-0.3 \sim V_{DD}+0.3$ | V |
| Digital Input Voltage Range | $V_{IND}$ | $-0.3 \sim V_{DD}+0.3$ | V |
| Output Voltage Range | $V_O$ | $-0.3 \sim V_{DD}+0.3$ | V |
| Current On Any Pin | $I_{IN}$ | 10 | mA |
| Operating Temperature | $T_a$ | $-40 \sim +85$ | °C |
| Storage Temperature | $T_{stg}$ | $-60 \sim +150$ | °C |

* Absolute Maximum Ratings are these values beyond which permanent damage to the device may occur. These are stress ratings only and functional operation of the device at or beyond them is not implied. Long exposure to these conditions may affect device reliability.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{DD}$ = 5V, Ta = 25°C, unless otherwise noted)

| Characteristics | Symbol | Test Condition | Min | Typ | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Operating Supply Voltage | $V_{DD}$ | | 4.75 | | 5.25 | V |
| Operating Supply Current | $I_{DD}$ | | | 3.0 | 9.0 | mA |
| Power Dissipation | $P_D$ | | | 15 | 45 | mW |
| Input Voltage Low | $V_{IL}$ | | | | 1.5 | V |
| Input Voltage High | $V_{IH}$ | | 3.5 | | | V |
| Input Leakage Current | $I_{IH}/I_{IL}$ | $V_{IN}$ = GND or $V_{DD}$ | | 0.1 | | μA |
| Pull Up Current On OE Pin | $I_{PU}$ | OE = GND | | 7.5 | 15 | μA |
| Analog Input Impedance | $R_{IN}$ | $f_{IN}$ = 1KHz | 8 | 10 | | MΩ |
| Steering Input Threshold Voltage | $V_{TS}$ | | 2.2 | | 2.5 | V |
| Output Voltage Low | $V_{OL}$ | No Load | | | 0.03 | V |
| Output Voltage High | $V_{OH}$ | No Load | 4.97 | | | V |
| Output Current | $I_{sink}$ | $V_{OL}$ = 0.4V | 1 | 2.5 | | mA |
| Output Current | $I_{source}$ | $V_{OH}$ = 4.6V | 0.4 | 0.8 | | mA |
| $V_{ref}$ Output Voltage | $V_{ref}$ | | 2.4 | | 2.8 | V |
| $V_{ref}$ Output Resistance | $R_{ref}$ | | | 10 | | KΩ |
| Analog Input Offset Voltage | $V_{OS}$ | | | 25 | | mW |
| Power Supply Rejection Ratio | PSRR | Gain Setting Amp at 1KHz | | 60 | | dB |
| Common Mode Rejection Ratio | CMRR | $-3.0V < V_{IN} < 3.0V$ | | 60 | | dB |
| Open Loop Voltage Gain | $A_V$ | Gain Setting Amp at 1KHz | | 65 | | dB |
| Open Loop Unit Gain Bandwidth | BW | | | 1.5 | | MHz |
| Analog Output Voltage Swing | $V_{AO}$ | $R_L$ = 100K | | 4.5 | | $V_{p-p}$ |
| Acceptable Capacitive Load | $C_L$ | GS | | 100 | | pF |
| Acceptable Resistive Load | $R_L$ | GS | | 50 | | KΩ |
| Analog Input Common Mode Voltage Range | $V_{CM}$ | No Load | | 3.0 | | $V_{p-p}$ |





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{DD}$ = 5V, Ta = 25°C, $f_C$ = 3.579545MHz)

| Characteristics | Symbol | Test Condition | Min | Typ | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Valid Input Signal Range (each tone of composite signal) | $V_{INA}$ | | −29 | | 1.0 | dBm |
| Dual Tone Twist Accept | TW | | | ±10 | | dB |
| Acceptable Frequency Deviation | FDA | | | | ±1.5% ±2Hz | |
| Frequency Deviation Reject | FDR | | ±3.5% | | | |
| Third Tone Tolerance | T3 | | −25 | −16 | | dB |
| Noise Tolerance | NT | | | −12 | | dB |
| Dial Tone Tolerance | DT | | 18 | 22 | | dB |
| Crystal Clock Frequency | $f_c$ | | 3.5759 | 3.5795 | 3.5831 | MHz |
| Maximum Clock Input Rise Time | $t_r$ | External Clock | | | 110 | nS |
| Maximum Clock Input Fall Time | $t_f$ | External Clock | | | 110 | nS |
| Acceptable Clock Input Duty Cycle | DC | External Clock | 40 | 50 | 60 | % |
| Acceptable Capacitive Load | CLO | OSC2 PIN | | | 30 | pF |
| Tone Present Detect Time | TDP | | 5 | 11 | 14 | mS |
| Tone Absent Detect Time | TDA | | 0.5 | 4 | 8.5 | mS |
| Minimum Tone Duration Accept | TUA | User Adjustable | | | 40 | mS |
| Maximum Tone Duration Reject | TUR | User Adjustable | 20 | | | mS |
| Acceptable Interdigit Pause | TAID | User Adjustable | | | 40 | mS |
| Rejectable Interdigit Pause | TRID | User Adjustable | 20 | | | mS |
| Propagation Delay Time SI to Q | TPSQ | OE = High | | 8 | 11 | μS |
| Propagation Delay Time SI to DSO | $T_{osds}$ | OE = High | | 12 | | μS |
| Output Data Setup Q to DSO | TSU | OE = High | | 3.4 | | μS |
| Propagation Delay Time OE to Q (Enable) | TPEQ | $R_L$ = 10K, $C_L$ = 50pF | | 50 | 60 | nS |
| Propagation Delay Time OE to Q (Disable) | TPDQ | $R_L$ = 10K, $C_L$ = 50pF | | 300 | | nS |

Notes:
1. Digit sequence consists of all 16 DTMF tones.
2. Tone duration = 40mS, Tone pause = 40mS.
3. Nominal DTMF frequencies are used.
4. Both tones in the composite signal have an equal amplitude.
5. Tone pair is deviated by ±1.5% ±2Hz.
6. Bandwidth limited (3KHz) Gaussian Noise.
7. The precise dial tone frequencies are (350Hz and 440Hz) ± 2%.
8. For an error rate of better than 1 in 10000.
9. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
10. Minimum signal acceptance level is measured with specified maximum frequency deviation.
11. This item also applies to a third tone injected onto the power supply.
12. Referenced to Fig. 1 Input DTMF tone level at −28dBm.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## PIN DESCRIPTION

| Pin | Name | Description |
|---|---|---|
| 1 | IN+ | Non inverting Input of the op amp. |
| 2 | IN− | Inverting Input of the op amp. |
| 3 | GS | Gain Select. The output used for gain adjustment of analog input signal with a feedback resistor. |
| 4 | $V_{ref}$ | Reference Voltage output ($V_{DD}/2$, Typ) can be used to bias the op amp input of $V_{DD}/2$. |
| 5 | $I_{IN}$ | Input Inhibit. High input states inhibits the detection of tones. This pin is pulled down internally. |
| 6 | $P_{DN}$ | Control input for the stand-by power down mode. Power down occurs when the signal on this input is in high states. This pin is pulled down internally. |
| 7, 8 | OSC1<br>OSC2 | Clock input/output. A inexpensive 3.579545MHz crystal connected between these pins completes internal oscillator. Also, external clock can be used. |
| 9 | GND | Ground pin. |
| 10 | OE | Output Enable input. Outputs Q1-Q4 are CMOS push pull when OE is High and open circuited (High impedence) when disabled by pulling OE low. Internal pull up resistor built in. |
| 11-14 | Q1-Q4 | Three state data output. When enabled by OE, these digital outputs provide the hexadecimal code corresponding to the last valid tone pair received. |
| 15 | DSO | Delayed Steering Output. Indicates that valid frequencies have been present for the required guard time, thus constituting a valid signal. Presents a logic high when a received tone pair has been registered and the output latch is updated. Returns to logic low when the voltage on SI/GTO falls below $V_{TS}$. |
| 16 | ESO | Early Steering Outputs. Indicates detection of valid tone outputs a logic high immediately when the digital algorithm detects a recognizable tone pair. Any momentary loss of signal condition will cause ESO to return to low. |
| 17 | SI/GTO | Steering Input/Guard Time Output. A voltage greater than $V_{TS}$ detected at SI causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than $V_{TS}$ frees the device to accept a new tone pair. The GTO output acts to reset the external steering time constant, and its state is a function of ESO and the voltage on SI. |
| 18 | $V_{DD}$ | Power Supply (+5V, Typ) |





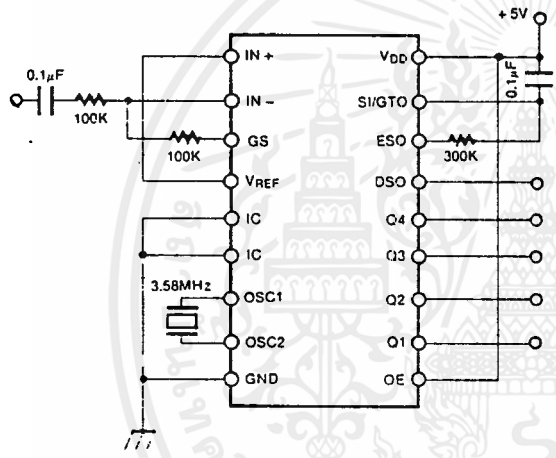
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## APPLICATION-INFORMATION

The KT3170 is complete Touch-Tone detection system. It combines high precision active filter with analog circuits and digital control logic on a monolithic CMOS chip. This application information describes device operation of each block, performance and typically application circuit.

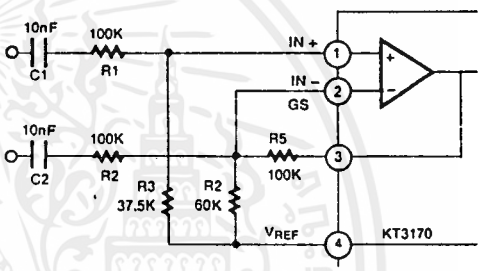
## ANALOG INPUT CONFIGURATION

The KT3170 is designed to accept sinusoidal input waveforms but will operate satisfactorily with any input that has the correct fundamental frequency. The input arrangement provides a differential input op amp, bias source (reference voltage $V_{REF}$) which is used to bias the inputs at mid-rail. Connection of a feedback resistor to the op amp output (GS) makes gain of op amp adjust. The signal level at the input must be operated in power supply range on the data sheet. In a single ended configuration, the input pins are connected as shown in application circuit with unity gain and $V_{REF}$ biasing. In a differential ended configuration the input pins are connected as shown in Fig. 2 with voltage gain (R5/R1).




All resistors are 1% tolerance
All capacitors are 5% tolerance

Fig. 1 Single Ended Input Configuration




R3 = R2R5/(R2 + R5), VOLTAGE GAIN = R5/R1
INPUT IMPEDANCE: $2\sqrt{R_1^2 + (1/wC)^2}$

All resistors are 1% tolerance
All capacitors are 5% tolerance

Fig. 2 Differential Ended Input Configuration





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## FILTER SECTION

After analog signal is passed op amp, separation of the low group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two 9th-order switched capacitor band pass filter, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The band split filters are actually rejecting all frequencies except the 16 DTMF tone pairs. The filter section also incorporates notches at 350 and 440Hz for exceptional dial tone rejection as shown below. Each filter output is followed by a single order switched capacitor section which smoothes the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparator which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low level signals. The outputs of the comparators provide full-rail logic swing at the frequencies of the incoming DTMF signals.

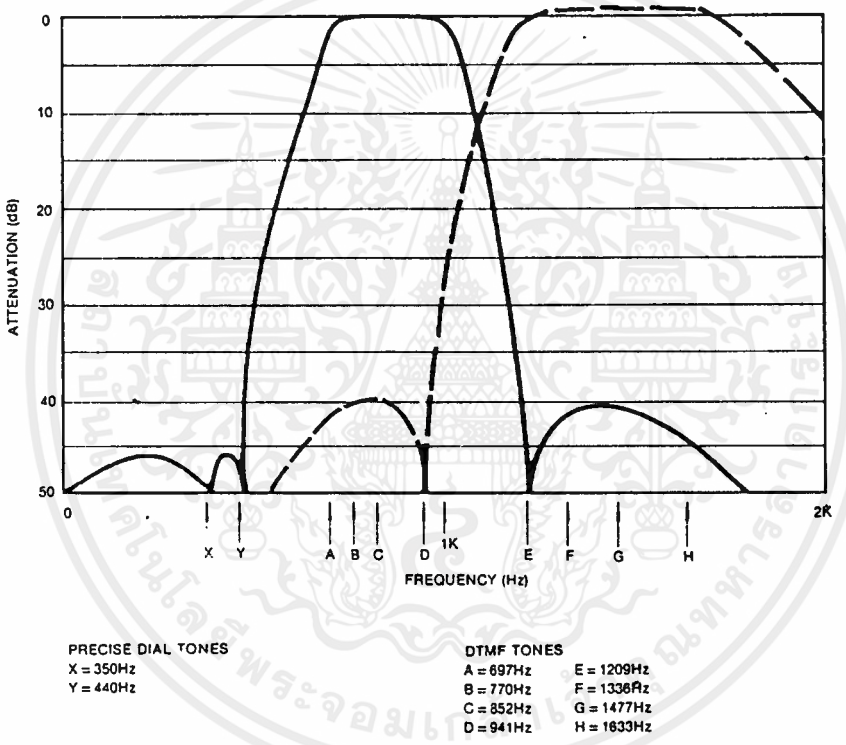



Fig. 3 Typical Filter Characteristics





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## DECODER SECTION

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while providing tolerance to small frequency deviations and variations.

The averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to "talk-off" and tolerance to the presence of interferring nsignals (third tones) and noise. When the detector recognizes the simultaneous presence of two valid tones (known as "signal condition"), it raises the "Early Steering" flag (ESO). Any loss of signal condition will cause the ESO to fall.

## OSCILLATOR SECTION

The KT3170 contains an on chip inverter with sufficient gain a feedback resistor Rf to provide oscillation when connected to a low cost television "color-burst" crystal. The oscillator circuit is connected as shown in application circuit. It is possible to operate several KT3170 devices employing only a single crystal oscillator. The oscillator output of the first devices in the chain is coupled through a 30pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device; subsequent devices are connected in a similar fashion as shown Fig. 4. The problems for unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e., balancing capacitors are not required.

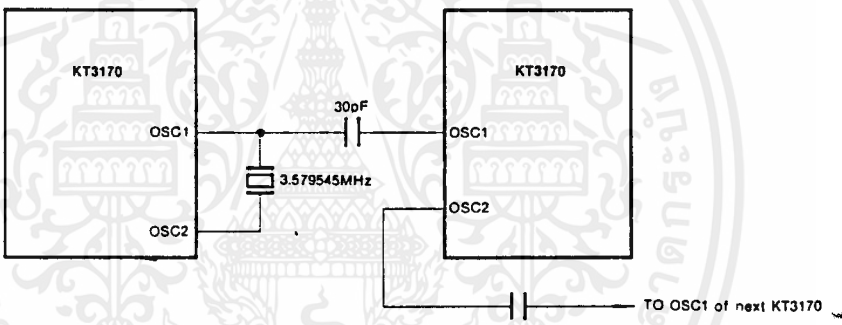



Fig. 4 Oscillator Connection





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## STEERING CIRCUIT

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration. This check is performed by an external RC time constant driven by the ESO. A logic high on the ESO causes $V_C$ (see Fig. 5) to rise as the capacitor discharges. Providing signal condition is maintained (ESO remains high) for the validation period ($t_{GTP}$), $V_C$ reaches the threshold ($V_{TST}$) of the steering logic to register the tone pair, thus latching its corresponding 4 bits code (see Table 1) into the output latch. At this point, the GTO output is activated and drives $V_C$ to $V_{DD}$. GTO continues to drive high as long as the ESO remains high, finally after a short delay to allow the output latch to settle, the "delayed steering" output flag (STO) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three-state control input (OE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit pause between signals. Thus as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruption (drop outs) too short to be considered a valid pause. This capability, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

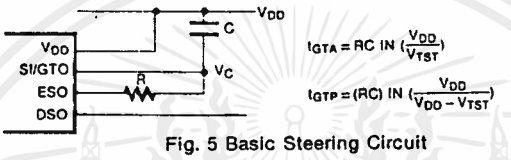



Fig. 5 Basic Steering Circuit

## DIGITAL OUTPUT

Outputs Q1-Q4 are CMOS push pull when enabled (EO = High) and open circuited (high impedance) when disabled by pulling EO = Low. These digital outputs provide the hexadecimal code corresponding to the DTMF signals. The table below describes the hexadecimal.

| NO | LOW FREQUENCY | HIGH FREQUENCY | OE | Q4 | Q3 | Q2 | Q1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 697 | 1209 | H | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 697 | 1336 | H | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 697 | 1477 | H | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 770 | 1209 | H | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 770 | 1336 | H | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 770 | 1477 | H | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 852 | 1209 | H | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 852 | 1336 | H | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 852 | 1477 | H | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 941 | 1336 | H | 1 | 0 | 1 | 0 |
| * | 941 | 1209 | H | 1 | 0 | 1 | 1 |
| # | 941 | 1477 | H | 1 | 1 | 0 | 0 |
| A | 697 | 1633 | H | 1 | 1 | 0 | 1 |
| B | 770 | 1633 | H | 1 | 1 | 1 | 0 |
| C | 852 | 1633 | H | 1 | 1 | 1 | 1 |
| D | 941 | 1633 | H | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ANY | — | — | L | Z | Z | Z | Z |

Z: High Impedance
H: High Logic Level
L: Low Logic Level





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## GUARD TIME ADJUSTMENT

In a situations which do not require independent selection of receive and pause, the simple steering of Fig. 5 is applicable. Component values are chosen according to the following formula:

$t_{REC} = t_{DP} + t_{GTP}$, $t_{GTP} = 0.63RC$

The value of $t_{DP}$ is a parameter of the device and $t_{REC}$ is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1μF is recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer. For example, a suitable value of R for a $t_{REC}$ of 40 miliseconds would be 300K. A typical circuit using this steering configuration is shown in Figure 1. The timing requirements for most telecommunication applications are satisfied with this circuits. Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone-present ($t_{GTP}$) and tone-absent ($t_{GTA}$). This may be necessary to meet system specifications which place both tone duration and interdigit pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk-off and noise immunity. Increasing $t_{REC}$ improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition for long enough to be registered. On the other hand, a relatively short $t_{REC}$ with a long $t_{DO}$ would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to drop-outs would be requirements. Design information for guard time adjustments is shown in Figure 6.

$t_{GTP} = (R1C)\ln(V_{DD}/V_{DD} - V_{TST})$
$t_{GTA} = (R_DC)\ln(V_{DD}/V_{TST})$
$R_D = R1R2/(R1 + R2)$
(a) Decreasing $t_{GTA}(t_{GTP} > t_{GTA})$

$t_{GTP} = (R_DC)\ln(V_{DD}/V_{DD} - V_{TST})$
$t_{GTA} = (R1C)\ln(V_{DD}/V_{TST})$
$R_D = R1R2/(R1 + R2)$
(a) Decreasing $t_{GTP}(t_{GTP} < t_{GTA})$

Figure 6. Guard Time Adjustment





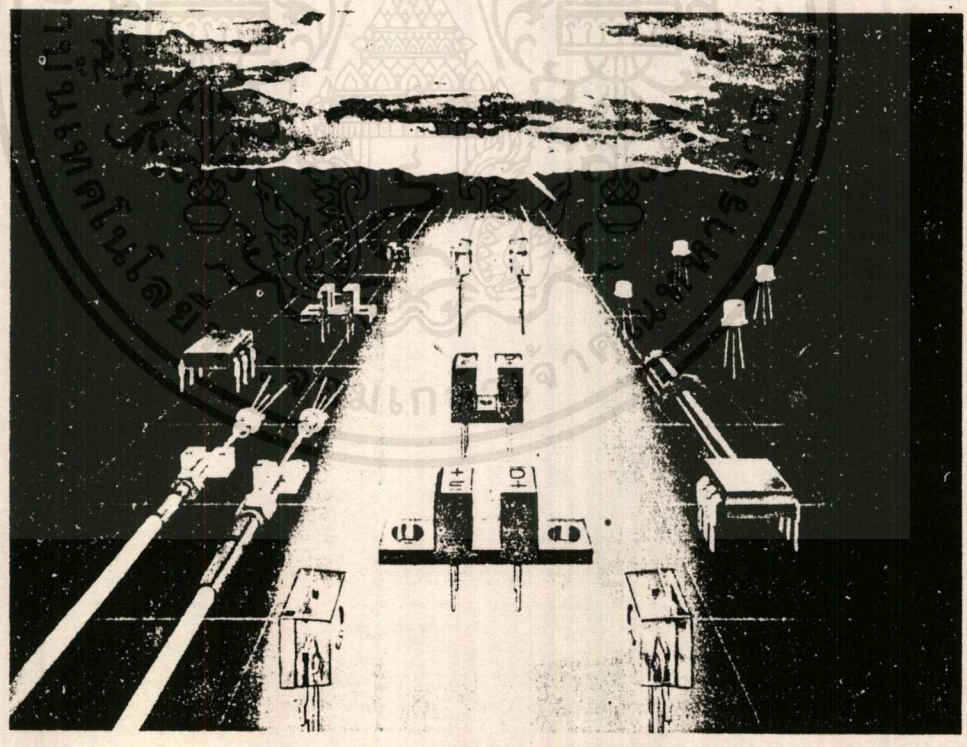
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# OPTOELECTRONICS

## General Information

Motorola Optoelectronic products include gallium arsenide infrared-emitting diodes, silicon photodetectors, optocouplers/isolators, and slotted coupler/interrupters. Fiber Optic components are presented in Sections 5 through 8. Motorola is a leader in high technology optocouplers as demonstrated in the 400 volt, zero-crossing triac drivers, the Schmitt trigger optocouplers, the 400 volt transistor optocouplers, and the isolation voltage of 7500 Vac peak, the highest available.

The broad optocoupler line includes nearly all the transistor, Darlington, SCR, triac driver, Schmitt trigger, high voltage transistor and linear output devices now available in the industry. All Motorola optocouplers are in the standard 6-pin DIP package. Each device is presented in the easy-to-use Selector Guide and is included in a detailed data sheet in a succeeding section.



4N25 DATA SHEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

*appendix B-1*

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# The Motorola Spectrum of

# OPTOELECTRONICS

## INFRARED-LIGHT-EMITTING DIODES

The infrared-light-emitting diode emits radiation in the near infrared region when forward bias current ($I_F$) flows through the PN junction. The light output power ($P_O$) is a function of the drive current ($I_F$) and is measured in milliwatts.

Infrared-light-emitting diodes are used together with photosensors.

FIGURE 1

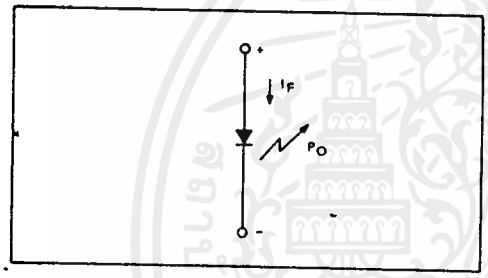
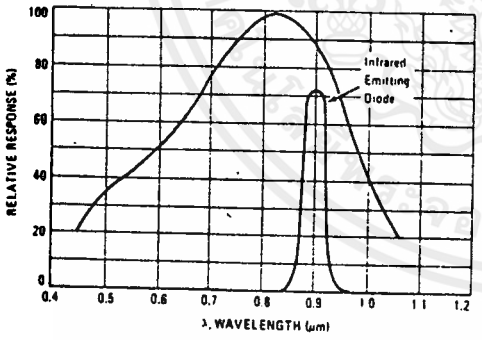



FIGURE 2 – Constant Energy Spectral Response



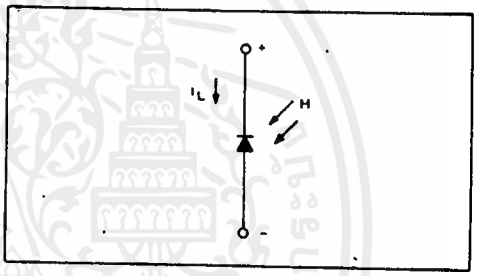

## PHOTOSENSORS

Silicon photosensors respond to the entire visible radiation range as well as to the near infrared radiation range. The radiation response of a photosensor is a function of the material and the diffusion depth of the light-sensitive PN junction. All silicon photosensors (diodes, transistors, darlingtons, triacs) show the same basic radiation frequency response which peaks in the near infrared radiation range. Therefore, the sensitivity range of Motorola silicon sensors is ideally suited to Motorola infrared-emitting diodes.

### Photodiodes

Radiation falling at the PN junction will generate hole electron pairs which cause the carriers to move, thus causing a current flow ($I_L$). The power density of the radiation H (measured in mW/cm²) determines the current flow, $I_L$. At zero radiation, a small leakage current, called dark current ($I_D$) will remain.

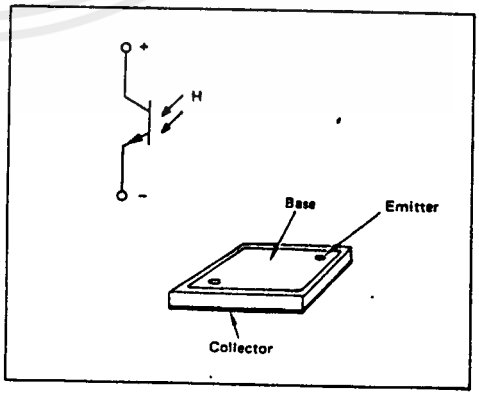
FIGURE 3




### Phototransistors

The phototransistor is a light radiation controlled transistor. The collector base junction is enlarged and works as a reversed biased photodiode controlling the transistor. The collector current, $I_L$, depends on the radiation density (H) and the dc current gain of the transistor. Under dark condition, the transistor is switched off; the remaining leakage current, $I_{CEO}$, is called collector dark current.

FIGURE 4






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Photodarlingtons**

The photodarlington works on the same principle as a phototransistor. The collector base junction of the driver transistor is radiation sensitive and controls the driver transistor. The driver transistor controls the following transistor. The darlington configuration yields a high current gain which results in a photodetector with very high light sensitivity.

**Phototriacs**

The gate of the phototriac is radiation sensitive and triggers the triac at a certain specified radiation density (H). At dark condition, the triac is not triggered. The remaining leakage current is called peak blocking current ($I_{DRM}$). The device is bilateral and designed to switch ac signals.

FIGURE 5

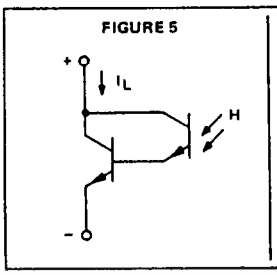
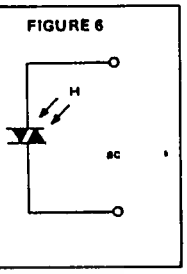



FIGURE 6




# Optocouplers/Isolators

## ISOLATORS

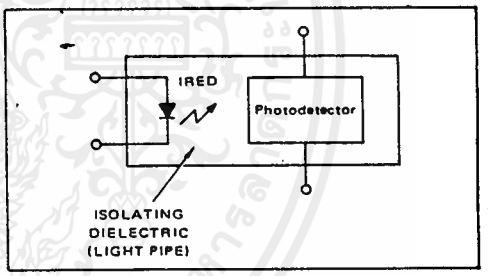
An optoelectronic isolator contains both an IRED and a photodetector in the same package, arranged so that energy radiated from the IRED is efficiently coupled to the detector through a clear, isolating dielectric. An opaque material surrounds the dielectric and provides ambient light protection.

Since there is no electrical connection between input and output, and since gallium-arsenide emitters and silicon detectors cannot reverse their roles, a signal is able to pass through the isolator in one direction only. To a degree determined by the package input-output capacitance and dielectric characteristics, the device is unresponsive to common mode input signals and provides input circuitry protection from the output circuit environment. Ground loop prevention, dc level shifting, and logic control of high voltage power circuitry are therefore typical areas where isolators are very useful.

The measure of an isolator's ability to efficiently pass a desired signal is most commonly referred to as Current Transfer Ratio (CTR). It is dependent upon the radiative efficiency of the IRED, the spacing between the IRED and the detector, the area and sensitivity of the detector, and the amplifying gain of the detector. It is subject to the nonlinearities (current, voltage, temperature) of both chips, causing a rather complex transfer function which should be evaluated closely when used at non-specified conditions.

The ability of an isolator to provide standoff protection is usually expressed as an Isolation Surge Voltage and is essentially a measure of the integrity of the package and the dielectric strength of the insulating materials.

FIGURE 7 – BASIC OPTO ISOLATOR (COUPLER)




## ISOLATION VOLTAGE

The primary function of an optoelectronic isolator is to provide electrical separation between input and output, especially in the presence of high voltages. The amount of stress that an isolator can safely withstand and the stability of this protection varies considerably with package construction techniques used.

Figure 8 shows an older isolation technique, where the light transmission medium is a small amount of a clear, silicone-rubber type of material. Surrounding it is usually a black epoxy or phenolic compound. It has been found that the weakest point in this approach is the interface between the "light-pipe" and the overmold. It is a relatively short path between lead frames along this interface, and the two materials are dissimilar enough that the integrity of the interface is usually poor. This technique



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISOLATION VOLTAGE

FIGURE 8 – Standard

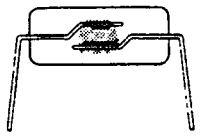
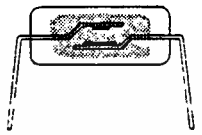


FIGURE 9 – Motorola



initially gives marginal standoff protection and stability under voltage stress is very poor.

Figure 9 shows Motorola's improved construction technique. The clear dielectric used here is a transfer-molded epoxy that encompasses a large volume of the interior of the package. The overmold is a transfer-molded opaque epoxy. The result is a much longer interface (typically ten times longer) between two very similar, electrically stable compounds. Minimum specified isolation voltage capability is 7500 volts ac peak on all Motorola isolators, and typical units provide in excess of 12,000 volts ac peak protection on a reliable, repeatable basis (in a clean and low humidity environment). External ambient conditions (humidity, cleanliness, etc.) tend to be the limiting factors when using Motorola isolators. Representative test data at typical applied voltages are shown below:

| Test | No. of Units | Applied Voltage | Failure @ 1000 Hrs |
|---|---|---|---|
| A | 100 | 1500 Vac peak | 0 |
| B | 100 | 5000 Vdc peak | 0 |

Isolation voltage has been specified in terms of both dc and ac conditions, sometimes with no associated test duration. In general, ac conditions are more severe than dc. Any imperfections or discontinuities in the isolating dielectric tend to have a lower dielectric constant than the surrounding areas and assume a disproportionate share of the total ac applied field, in the same manner that the smallest capacitance in a series string assumes the highest voltage drop under ac conditions. Microscopic ruptures can occur at these points, causing localized degradation and propagation of the weakened areas until large-scale puncture occurs. Dc fields tend to distribute more linearly. Additionally, ac fields are more effective in causing mobile impurities to align themselves and produce leakage paths.

Continuous ratings are therefore difficult to guarantee reliably as the result of individual unit testing or sorting. Instead, surge isolation voltage ratings should be specified with an associated test duration, while continuous ratings must be the result of a well-controlled, well-characterized assembly technique and realistic generic data. Since ac conditions are usually the most severe, it has become common to give them the most attention.

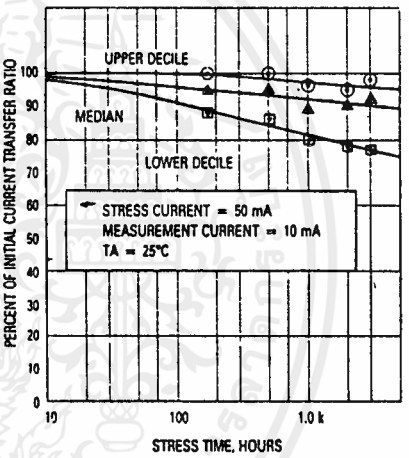
## OPTOCOUPLER RELIABILITY

Motorola has demonstrated the reliability and quality of its optocouplers in the 6-pin DIP package. Details of an extensive evaluation are presented in "Reliability Report, Optocouplers," May 1981, and are summarized below.

### IRED Life

The effectiveness of Motorola's approach to reliable and long-lived IREDs is monitored continuously by both routine weekly audits and long-term stress testing. Figure 10 shows the results of almost 1,500,000 device hours of accelerated testing. CTR lifetime projection exceeds 1 million hours based upon degradation of lower decile to 50% of initial value.

FIGURE 10 — Current Transfer Ratio versus Time




### Optocoupler Environmental Stability

Stress tests have been performed on over 4000 optocouplers to characterize package performance under various environmental and mechanical conditions.

ENVIRONMENTAL TEST AND RESULTS

| Test | No. of Units | No. of Rejects |
|---|---|---|
| Temperature Cycling Air-Air | 1701 | 0 |
| Thermal Shock Liquid | 1400 | 0 |
| Pressure Cooker | 650 | 0 |
| Impact Shock | 130 | 0 |
| Vibration Variable Frequency | 130 | 0 |
| Constant Acceleration | 65 | 0 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## UNDERWRITERS' LABORATORIES RECOGNIZED

Most Motorola isolators are available under the Underwriters' Laboratories Component Recognition Program. It should be noted that applicable Motorola isolators are recognized for use in applications up to 240 Vac. Under the U.L. criteria, these devices must have passed isolation voltage tests at approximately 5000 volts ac peak for one second. In addition, Motorola tests every coupler to 7500 Vac peak for 5 seconds.

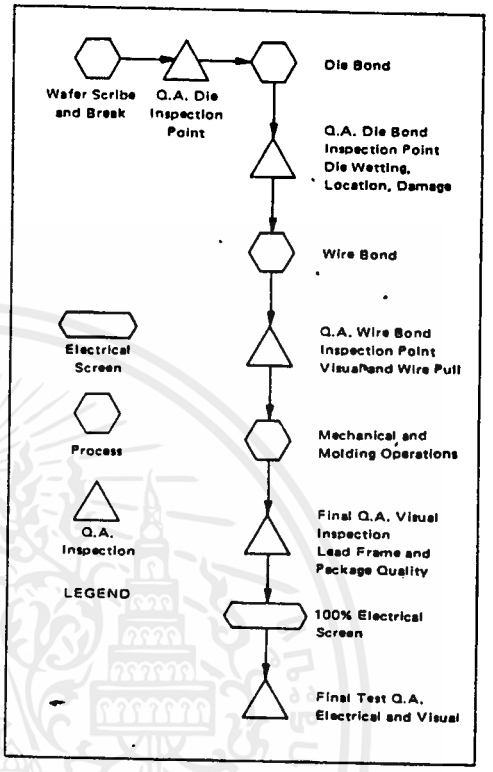
## VDE APPROVED OPTOCOUPLERS

The Motorola MOC600A series of optocouplers has been approved by VDE per Test Certificate NR22762. They have passed the stringent safety requirement tests of the German VDE0883, an optocoupler standard which is accepted in most European countries. VDE guarantees the safety of this optocoupler family for applications up to 500 volts RMS line voltage. This family may be used in equipments per IEC380-VDE0806, IEC65-VDE860, IEC435-VDE0805 and per many other VDE equipment standards.

## COUPLER PROCESS FLOW/QUALITY CHECK POINTS

Every optocoupler manufactured by Motorola undergoes extensive in-process checks for quality. After each process step (for example, die bond, encapsulation, electrical test, etc.) the product is randomly sampled. If the sample does not pass high-quality standards, the product flow is halted and corrective action is taken. In this manner, quality is built in at Motorola.

**FIGURE 11 — Coupler Process Flow/Quality Check Points**




## SLOTTED COUPLERS/INTERRUPTERS

A slotted coupler consists of a gallium arsenide infrared emitting diode facing a silicon photodetector in a molded plastic housing. A slot in the housing between the emitter and the detector provides a means of interrupting the signal. Motorola offers several popular standard housings and has the capability to respond quickly to requirements for larger quantities of custom housings. These slotted couplers utilize emitters and detectors in the miniature, low profile Case 349. The combination of the wide selection of emitters and detectors and the number of different housings available presents a line of standard, off-the-shelf devices broad enough to meet most applications.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## OPTOELECTRONIC DEFINITIONS, CHARACTERISTICS, AND RATINGS

**CTR** Current Transfer Ratio — The ratio of output current to input current, at a specified bias, of an opto coupler.

**dv/dt** Commutating dv/dt — A measure of the ability of a triac to block a rapidly rising voltage immediately after conduction of the opposite polarity.
Coupled dv/dt — A measure of the ability of an opto thyristor coupler to block when the coupler is subjected to rapidly changing isolation voltage.

**E** Luminous Flux Density (Illuminance) [lumens/ft.$^2$ = ft. candles] — The radiation flux density of wavelength within the band of visible light.

**H** Radiation Flux Density (Irradiance) [mW/cm$^2$] — The total incident radiation energy measured in power per unit area.

**$I_{CEO}$** Collector Dark Current — The maximum current through the collector terminal of the device measured under dark conditions, ($H \approx 0$), with a stated collector voltage, load resistance, and ambient temperature. (Base open)

**$I_D$** Dark Current — The maximum reverse leakage current through the device measured under dark conditions, ($H \approx 0$), with a stated reverse voltage, load resistance, and ambient temperature.

**$I_{FT}$** Input Trigger Current — Emitter current necessary to trigger the coupled thyristor.

**$I_L$** Collector Light Current — The device collector current measured under defined conditions of irradiance, collector voltage, load resistance, and ambient temperature.

**$R_s$** Series Resistance — The maximum dynamic series resistance measured at stated forward current and ambient temperature.

**SCR** Silicon Controlled Rectifier — A reverse blocking thyristor which can block or conduct in forward bias, conduction between the anode and cathode being initiated by forward bias of the gate cathode junction.

**$t_f$** Photo Current Fall Time — The response time for the photo-induced current to fall from the 90% point to the 10% point after removal of the GaAs (gallium-arsenide) source pulse under stated conditions of collector voltage, load resistance and ambient temperature.

**$t_r$** Photo Current Rise Time — The response time for the photo-induced current to rise from the 10% point to the 90% point when pulsed with the stated GaAs (gallium-arsenide) source under stated conditions of collector voltage, load resistance, and ambient temperature.

**Triac** A thyristor which can block or conduct in either polarity. Conduction is initiated by forward bias of a gate-MTI junction.

**$T_{stg}$** Storage Temperature

**$V_{(BR)R}$** Reverse Breakdown Voltage — The minimum dc reverse breakdown voltage at stated diode current and ambient temperature.

**$V_{(BR)CBO}$** Collector-Base Breakdown Voltage — The minimum dc breakdown voltage, collector to base, at stated collector current and ambient temperature. (Emitter open and $H \approx 0$)

**$V_{(BR)CEO}$** Collector-Emitter Breakdown Voltage — The minimum dc breakdown voltage, collector to emitter, at stated collector current and ambient temperature. (Base open and $H \approx 0$)

**$V_{(BR)ECO}$** Emitter-Collector Breakdown Voltage — The minimum dc breakdown voltage, emitter to collector, at stated emitter current and ambient temperature. (Base open and $H \approx 0$)

**$V_{CBO}$** Collector-Base Voltage — The maximum allowable value of the collector-base voltage which can be applied to the device at the rated temperature. (Base open)

**$V_{CEO}$** Collector-Emitter Voltage — The maximum allowable value of collector-emitter voltage which can be applied to the device at the rated temperature. (Base open)

**$V_{ECO}$** Emitter-Collector Voltage — The maximum allowable value of emitter-collector voltage which can be applied to the device at the rated temperature. (Base open)

**$V_F$** Forward Voltage — The maximum forward voltage drop across the diode at stated diode current and ambient temperature.

**$V_{ISO}$** Isolation Surge Voltage — The dielectric withstanding voltage capability of an optocoupler under defined conditions and time.

**$V_R$** Reverse Voltage — The maximum allowable value of dc reverse voltage which can be applied to the device at the rated temperature.

**$\lambda_s(\mu m)$** Wavelength of maximum sensitivity in micrometers.

*4N25 DATA SHEET*

*appendix B-6*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

# 4N25, 4N25A
# 4N26
# 4N27
# 4N28

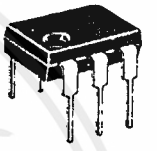
## NPN PHOTOTRANSISTORS AND PN INFRARED EMITTING DIODES

... gallium arsenide LED optically coupled to silicon phototransistors designed for applications requiring electrical isolation, high-current transfer ratios, small package size and low cost; such as interfacing and coupling systems, phase and feedback controls, solid-state relays and general-purpose switching circuits.

- High Isolation Voltage — $V_{ISO}$ = 7500 V (Min)
- High Collector Output Current @ $I_F$ = 10 mA — $I_C$ = 5.0 mA (Typ) — 4N25,A,4N26; 2.0 mA (Typ) — 4N27,4N28
- Economical, Compact, Dual-In-Line Package
- Excellent Frequency Response — 300 kHz (Typ)
- Fast Switching Times @ $I_C$ = 10 mA — $t_{on}$ = 0.87 μs (Typ) — 4N25,A,4N26; 2.1 μs (Typ) — 4N27,4N28; $t_{off}$ = 11 μs (Typ) — 4N25,A,4N26; 5.0 μs (Typ) — 4N27,4N28
- 4N25A is UL Recognized File Number E54915

## OPTO COUPLER/ISOLATOR

## TRANSISTOR OUTPUT



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

| Rating | Symbol | Value | Unit |
|---|---|---|---|
| **INFRARED-EMITTING DIODE MAXIMUM RATINGS** | | | |
| Reverse Voltage | $V_R$ | 3.0 | Volts |
| Forward Current — Continuous | $I_F$ | 80 | mA |
| Forward Current — Peak (Pulse Width = 300 μs, 2.0% Duty Cycle) | $I_F$ | 3.0 | Amp |
| Total Power Dissipation @ $T_A$ = 25°C (Negligible Power in Transistor) | $P_D$ | 150 | mW |
| Derate above 25°C | | 2.0 | mW/°C |
| **PHOTOTRANSISTOR MAXIMUM RATINGS** | | | |
| Collector-Emitter Voltage | $V_{CEO}$ | 30 | Volts |
| Emitter-Collector Voltage | $V_{ECO}$ | 7.0 | Volts |
| Collector-Base Voltage | $V_{CBO}$ | 70 | Volts |
| Total Device Dissipation @ $T_A$ = 25°C (Negligible Power in Diode) | $P_D$ | 150 | mW |
| Derate above 25°C | | 2.0 | mW/°C |
| **TOTAL DEVICE RATINGS** | | | |
| Total Device Dissipation @ $T_A$ = 25°C | $P_D$ | 250 | mW |
| Equal Power Dissipation in Each Element | | | |
| Derate above 25°C | | 3.3 | mW/°C |
| Junction Temperature Range | $T_J$ | -55 to +100 | °C |
| Storage Temperature Range | $T_{stg}$ | -55 to +150 | °C |
| Soldering Temperature (10 s) | | 260 | °C |

*Indicates JEDEC Registered Data.

FIGURE 1 — MAXIMUM POWER DISSIPATION

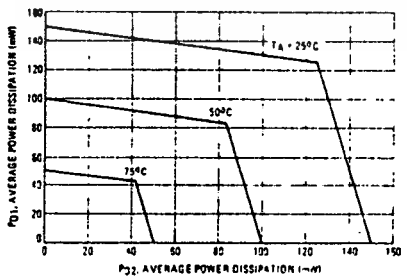



Figure 1 is based upon using limit values in the equation.

$T_{J1} - T_A = R_{\theta JA}(P_{D1} + K_\theta P_{D2})$

where:

$T_{J1}$ Junction Temperature (100°C)

$T_A$ Ambient Temperature

$R_{\theta JA}$ Junction to Ambient Thermal Resistance (500°C/W)

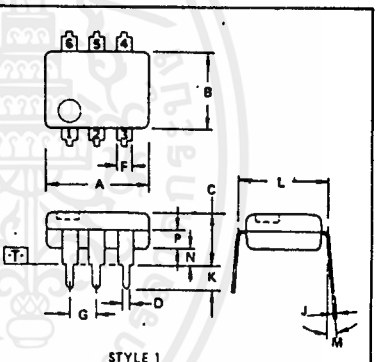
$P_{D1}$ Power Dissipation in One Chip

$P_{D2}$ Power Dissipation in Other Chip

$K_\theta$ Thermal Coupling Coefficient (20%)

Example

With $P_{D1}$ = 90 mW in the LED @ $T_A$ = 50°C, the transistor $P_D$ ($P_{D2}$) must be less than 50 mW




STYLE 1
PIN 1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. EMITTER
5. COLLECTOR
6. BASE

NOTES:
1. DIMENSIONS A AND B ARE DATUMS.
2. T IS SEATING PLANE.
3. POSITIONAL TOLERANCES FOR LEADS: ⌀ 0.13 (0.005) M T A M B M
4. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
5. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5, 1973.

| DIM | MILLIMETERS MIN | MILLIMETERS MAX | INCHES MIN | INCHES MAX |
|---|---|---|---|---|
| A | 6.13 | 6.89 | 0.320 | 0.350 |
| B | 6.10 | 6.60 | 0.240 | 0.260 |
| C | 2.92 | 5.08 | 0.115 | 0.200 |
| D | 0.41 | 0.51 | 0.016 | 0.020 |
| F | 1.02 | 1.78 | 0.040 | 0.070 |
| G | 2.54 BSC | | 0.100 BSC | |
| J | 0.20 | 0.30 | 0.008 | 0.012 |
| K | 2.54 | 3.81 | 0.100 | 0.150 |
| L | 7.62 BSC | | 0.300 BSC | |
| M | 00 | 150 | 00 | 150 |
| N | 0.38 | 2.54 | 0.015 | 0.100 |
| P | 1.27 | 2.03 | 0.050 | 0.080 |

CASE 730A-01

*4N25 DATA SHEET*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# 4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

**LED CHARACTERISTICS** ($T_A$ = 25°C unless otherwise noted)

| Characteristic | Symbol | Min | Typ | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|---|
| *Reverse Leakage Current ($V_R$ = 3.0 V, $R_L$ = 1.0 M ohms) | $I_R$ | – | 0.005 | 100 | μA |
| *Forward Voltage ($I_F$ = 10 mA) | $V_F$ | – | 1.2 | 1.5 | Volts |
| Capacitance ($V_R$ = 0 V, f = 1.0 MHz) | C | – | 40 | – | pF |

**PHOTOTRANSISTOR CHARACTERISTICS** ($T_A$ = 25°C and $I_F$ = 0 unless otherwise noted)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Collector-Emitter Dark Current ($V_{CE}$ = 10 V, Base Open) | 4N25, A, 4N26, 4N27<br>4N28 | $I_{CEO}$ | –<br>– | 3.5<br>– | 50<br>100 | nA |
| *Collector-Base Dark Current ($V_{CB}$ = 10 V, Emitter Open) | | $I_{CBO}$ | – | – | 20 | nA |
| *Collector-Base Breakdown Voltage ($I_C$ = 100 μA, $I_E$ = 0) | | $V_{(BR)CBO}$ | 70 | – | – | Volts |
| *Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C$ = 1.0 mA, $I_B$ = 0) | | $V_{(BR)CEO}$ | 30 | – | – | Volts |
| *Emitter-Collector Breakdown Voltage ($I_E$ = 100 μA, $I_B$ = 0) | | $V_{(BR)ECO}$ | 7.0 | 8.0 | – | Volts |
| DC Current Gain ($V_{CE}$ = 5.0 V, $I_C$ = 500 μA) | | $h_{FE}$ | – | 325 | – | – |

**COUPLED CHARACTERISTICS** ($T_A$ = 25°C unless otherwise noted)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Collector Output Current (1) ($V_{CE}$ = 10 V, $I_F$ = 10 mA, $I_B$ = 0) | 4N25, A, 4N26<br>4N27, 4N28 | $I_C$ | 2.0<br>1.0 | 5.0<br>2.0 | –<br>– | mA |
| Isolation Surge Voltage (2, 5)<br>(60 Hz Peak ac, 5 Seconds)<br>(60 Hz Peak)<br><br><br>(60 Hz RMS for 1 Second) (3) | <br><br>*4N25, A<br>*4N26, 4N27<br>*4N28<br>*4N25A | $V_{ISO}$ | <br><br>7500<br>2500<br>1500<br>500<br>1775 | <br><br>–<br>–<br>–<br>–<br>– | <br><br>–<br>–<br>–<br>–<br>– | Volts |
| Isolation Resistance (2) (V = 500 V) | | – | – | $10^{11}$ | – | Ohms |
| *Collector-Emitter Saturation ($I_C$ = 2.0 mA, $I_F$ = 50 mA) | | $V_{CE(sat)}$ | – | 0.2 | 0.5 | Volts |
| Isolation Capacitance (2) (V = 0, f = 1.0 MHz) | | – | – | 0.5 | – | pF |
| Bandwidth (4) ($I_C$ = 2.0 mA, $R_L$ = 100 ohms, Figure 11 (2) | | – | – | 300 | – | kHz |

**SWITCHING CHARACTERISTICS**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Delay Time | ($I_C$ = 10 mA, $V_{CC}$ = 10 V<br>Figures 6 and 8) | 4N25, A, 4N26<br>2N27, 4N28 | $t_d$ | –<br>– | 0.07<br>0.10 | –<br>– | μs |
| Rise Time | | 4N25, A, 4N26<br>4N27, 4N28 | $t_r$ | –<br>– | 0.8<br>2.0 | –<br>– | μs |
| Storage Time | ($I_C$ = 10 mA, $V_{CC}$ = 10 V<br>Figures 7 and 8) | 4N25, A, 4N26<br>4N27, 4N28 | $t_s$ | –<br>– | 4.0<br>2.0 | –<br>– | μs |
| Fall Time | | 4N25, A, 4N26<br>4N27, 4N28 | $t_f$ | –<br>– | 8.0<br>8.0 | –<br>– | μs |

*Indicates JEDEC Registered Data
(1) Pulse Test: Pulse Width = 300 μs, Duty Cycle ≤ 2.0%.
(2) For this test LED pins 1 and 2 are common and phototransistor pins 4, 5, and 6 are common.
(3) RMS Volts, 60 Hz. For this test, pins 1, 2, and 3 are common and pins 4, 5, and 6 are common.
(4) $I_F$ adjusted to yield $I_C$ = 2.0 mA and $i_c$ = 2.0 mA p-p at 10 kHz.
(5) Isolation Surge Voltage, $V_{ISO}$, is an internal device dielectric breakdown rating.

**DC CURRENT TRANSFER CHARACTERISTICS**

FIGURE 2 – 4N25,A,4N26

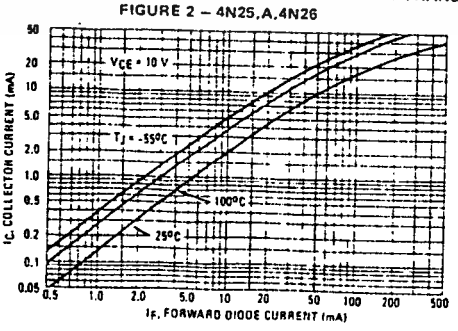
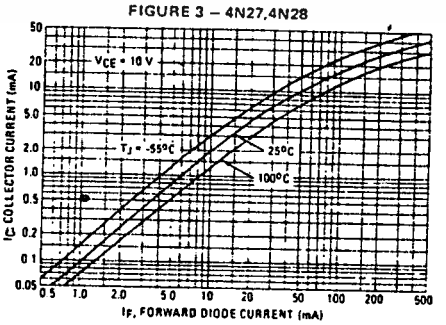



FIGURE 3 – 4N27,4N28




*4N25 DATA SHEET*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

FIGURE 11 – FREQUENCY RESPONSE TEST CIRCUIT

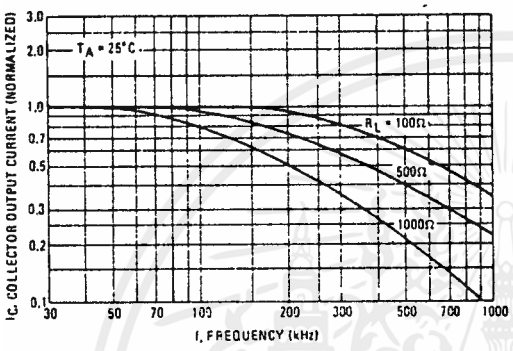
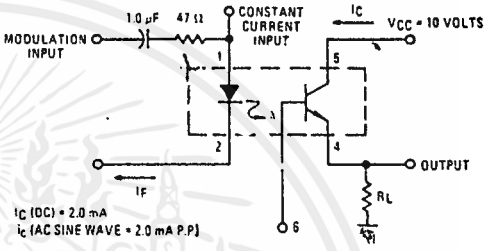



FIGURE 10 – FREQUENCY RESPONSE




### TYPICAL APPLICATIONS

FIGURE 12 – ISOLATED MTTL TO MOS (P-CHANNEL) LEVEL TRANSLATOR

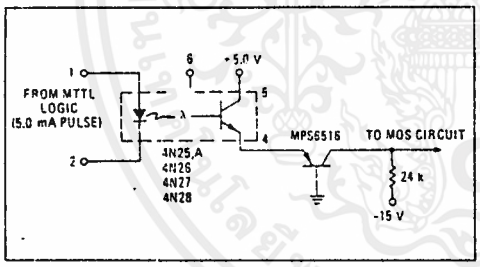



FIGURE 13 – COMPUTER/PERIPHERAL INTERCONNECT

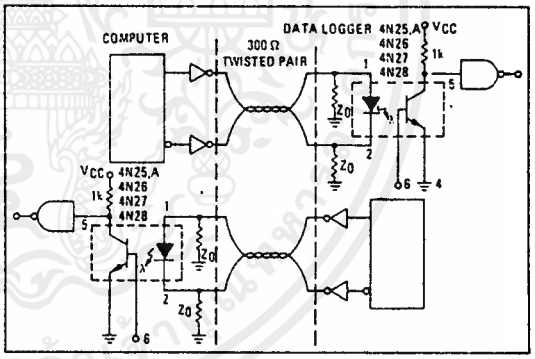



FIGURE 14 – POWER AMPLIFIER

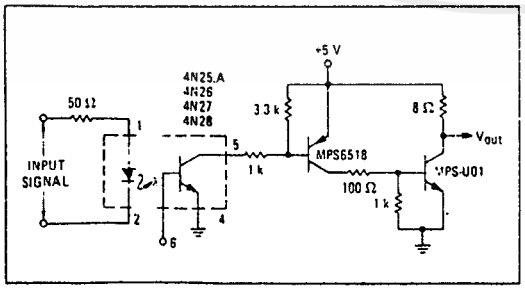
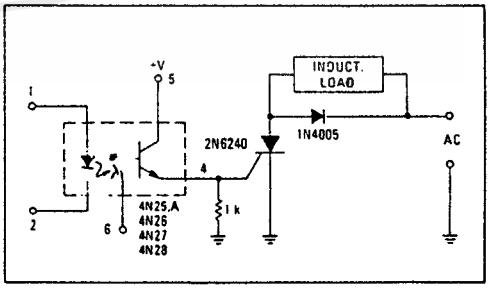



FIGURE 15 – INTERFACE BETWEEN LOGIC AND LOAD






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

### TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS

FIGURE 4 – FORWARD CHARACTERISTICS

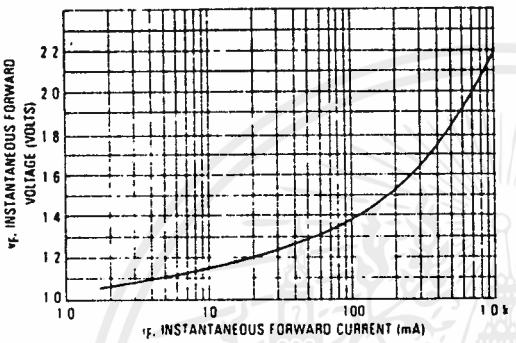



FIGURE 5 – COLLECTOR SATURATION VOLTAGE

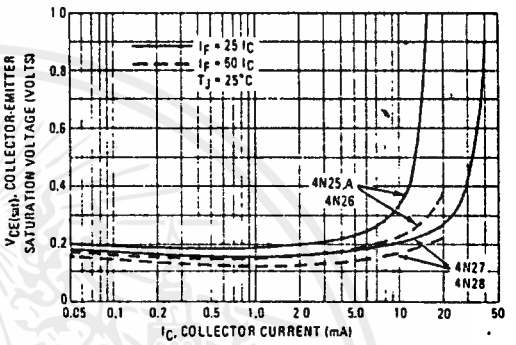



FIGURE 6 – TURN-ON TIME

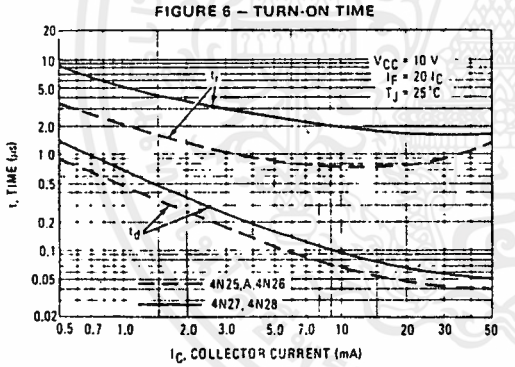



FIGURE 7 – TURN-OFF TIME

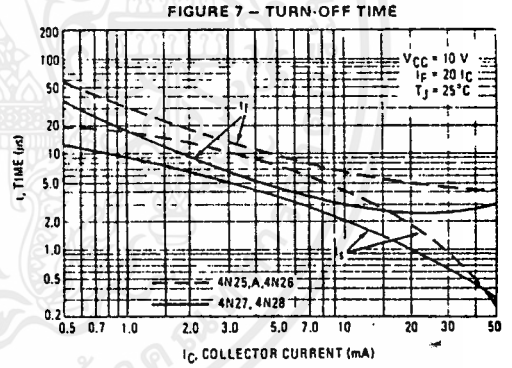



FIGURE 8 – SATURATED SWITCHING TIME TEST CIRCUIT

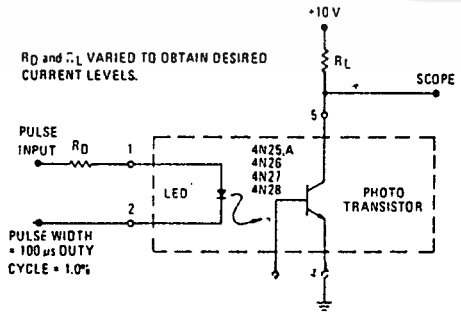
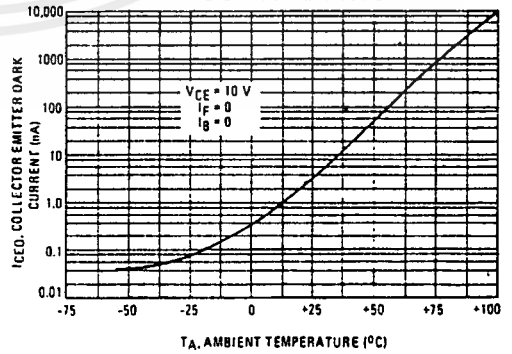



FIGURE 9 – DARK CURRENT versus AMBIENT TEMPERATURE






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

intel

# Silicon Gate MOS 8255

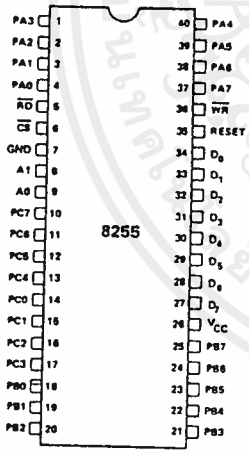
## PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- 24 Programmable I/O Pins
- Completely TTL Compatible
- Fully Compatible with MCS™-8 and MCS™-80 Microprocessor Families
- Direct Bit Set/Reset Capability Easing Control Application Interface
- 40 Pin Dual In-Line Package
- Reduces System Package Count

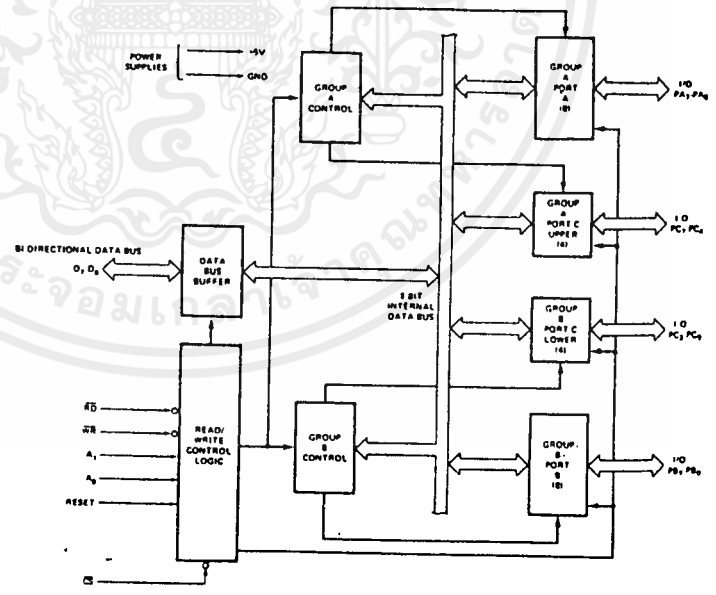
The 8255 is a general purpose programmable I/O device designed for use with both the 8008 and 8080 microprocessors. It has 24 I/O pins which may be individually programmed in two groups of twelve and used in three major modes of operation. In the first mode (Mode 0), each group of twelve I/O pins may be programmed in sets of 4 to be input or output. In Mode 1, the second mode, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. Of the remaining four pins three are used for handshaking and interrupt control signals. The third mode of operation (Mode 2) is a Bidirectional Bus mode which uses 8 lines for a bidirectional bus, and five lines, borrowing one from the other group, for handshaking.

Other features of the 8255 include bit set and reset capability and the ability to source 1mA of current at 1.5 volts. This allows darlington transistors to be directly driven for applications such as printers and high voltage displays.

### PIN CONFIGURATION




### 8255 BLOCK DIAGRAM



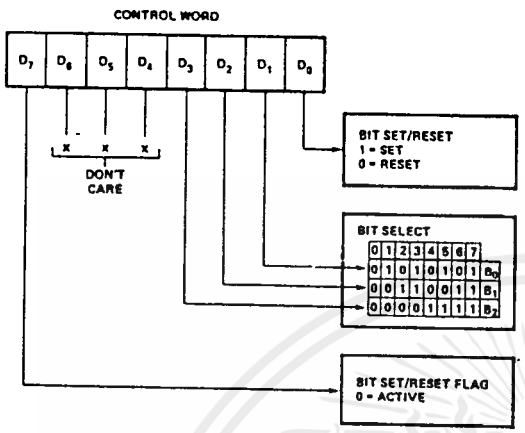

### PIN NAMES

| | |
|---|---|
| $D_7$–$D_0$ | DATA BUS (BI-DIRECTIONAL) |
| RESET | RESET INPUT |
| $\overline{CS}$ | CHIP SELECT |
| $\overline{RD}$ | READ INPUT |
| $\overline{WR}$ | WRITE INPUT |
| A0, A1 | PORT ADDRESS |
| PA7-PA0 | PORT A (BIT) |
| PB7-PB0 | PORT B (BIT) |
| PC7-PC0 | PORT C (BIT) |
| $V_{CC}$ | +5 VOLTS |
| GND | 0 VOLTS |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## SILICON GATE MOS 8255




Bit Set/Reset Format

When Port C is being used as status/control for Port A or B, these bits can be set or reset by using the Bit Set/Reset operation just as if they were data output ports.

### Interrupt Control Functions

When the 8255 is programmed to operate in Mode 1 or Mode 2, control signals are provided that can be used as interrupt request inputs to the CPU. The interrupt request signals, generated from Port C, can be inhibited or enabled by setting or resetting the associated INTE flip-flop, using the Bit set/reset function of Port C.

This function allows the Programmer to disallow or allow a specific I/O device to interrupt the CPU without effecting any other device in the interrupt structure.

INTE flip-flop definition:

(BIT-SET) — INTE is SET — Interrupt enable
(BIT-RESET) — INTE is RESET — Interrupt disable

Note: All Mask flip-flops are automatically reset during mode selection and device Reset.

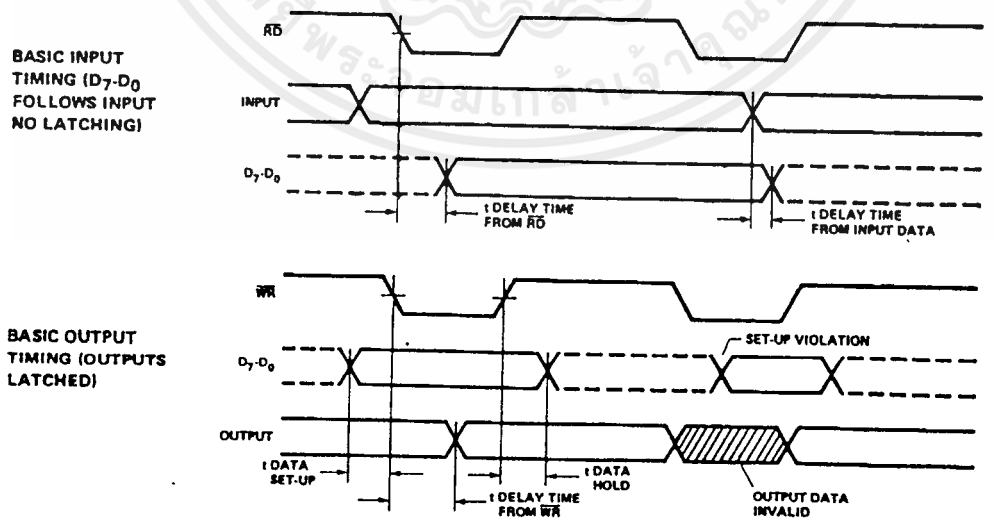
### Operating Modes

### Mode 0 (Basic Input/Output)

This functional configuration provides simple Input and Output operations for each of the three ports. No "handshaking" is required, data is simply written to or read from a specified port.

Mode 0 Basic Functional Definitions:

- Two 8-bit ports and two 4-bit ports.
- Any port can be input or output.
- Outputs are latched.
- Inputs are not latched.
- 16 different Input/Output configurations are possible in this Mode.




Mode 0 Timing



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SILICON GATE MOS 8255

## 8255 BASIC FUNCTIONAL DESCRIPTION

### General

The 8255 is a Programmable Peripheral Interface (PPI) device designed for use in 8080 Microcomputer Systems. Its function is that of a general purpose I/O component to interface peripheral equipment to the 8080 system bus. The functional configuration of the 8255 is programmed by the system software so that normally no external logic is necessary to interface peripheral devices or structures.

### Data Bus Buffer

This 3-state, bi-directional, eight bit buffer is used to interface the 8255 to the 8080 system data bus. Data is transmitted or received by the buffer upon execution of INput or OUTput instructions by the 8080 CPU. Control Words and Status information are also transferred through the Data Bus buffer.

### Read/Write and Control Logic

The function of this block is to manage all of the internal and external transfers of both Data and Control or Status words. It accepts inputs from the 8080 CPU Address and Control busses and in turn, issues commands to both of the Control Groups.

### ($\overline{CS}$)

Chip Select: A "low" on this input pin enables the communication between the 8255 and the 8080 CPU.

### ($\overline{RD}$)

Read: A "low" on this input pin enables the 8255 to send the Data or Status information to the 8080 CPU on the Data Bus. In essence, it allows the 8080 CPU to "read from" the 8255.

### ($\overline{WR}$)

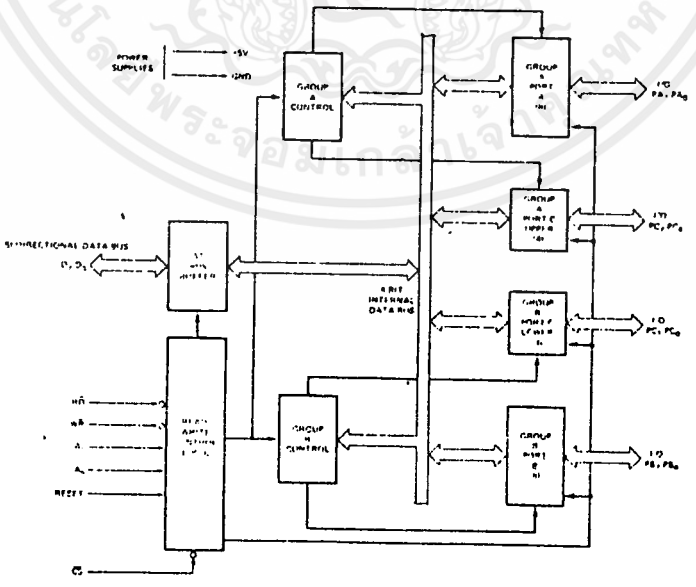
Write: A "low" on this input pin enables the 8080 CPU to write Data or Control words into the 8255.

### ($A_0$ and $A_1$)

Port Select 0 and Port Select 1: These input signals, in conjunction with the $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$ inputs, control the selection of one of the three ports or the Control Word Register. They are normally connected to the least significant bits of the Address Bus ($A_0$ and $A_1$).

## 8255 BASIC OPERATION

| $A_1$ | $A_0$ | $\overline{RD}$ | $\overline{WR}$ | $\overline{CS}$ | INPUT OPERATION (READ) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | PORT A → DATA BUS |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | PORT B → DATA BUS |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | PORT C → DATA BUS |
| | | | | | OUTPUT OPERATION (WRITE) |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS → PORT A |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS → PORT B |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS → PORT C |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | DATA BUS → CONTROL |
| | | | | | DISABLE FUNCTION |
| X | X | X | X | 1 | DATA BUS → 3-STATE |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | ILLEGAL CONDITION |



8255 Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

J

## SILICON GATE MOS 8255

### (RESET)

Reset: A "high" on this input clears all internal registers including the Control Register and all ports (A, B, C) are set to the input mode.

### Group A and Group B Controls

The functional configuration of each port is programmed by the systems software. In essence, the 8080 CPU "outputs" a control word to the 8255. The control word contains information such as "mode", "bit set", "bit reset" etc. that initializes the functional configuration of the 8255.

Each of the Control blocks (Group A and Group B) accepts "commands" from the Read/Write Control Logic, receives "control words" from the internal data bus and issues the proper commands to its associated ports.

Control Group A – Port A and Port C upper (C7-C4)
Control Group B – Port B and Port C lower (C3-C0)

The Control Word Register can Only be written into. No Read operation of the Control Word Register is allowed.

### Ports A, B, and C

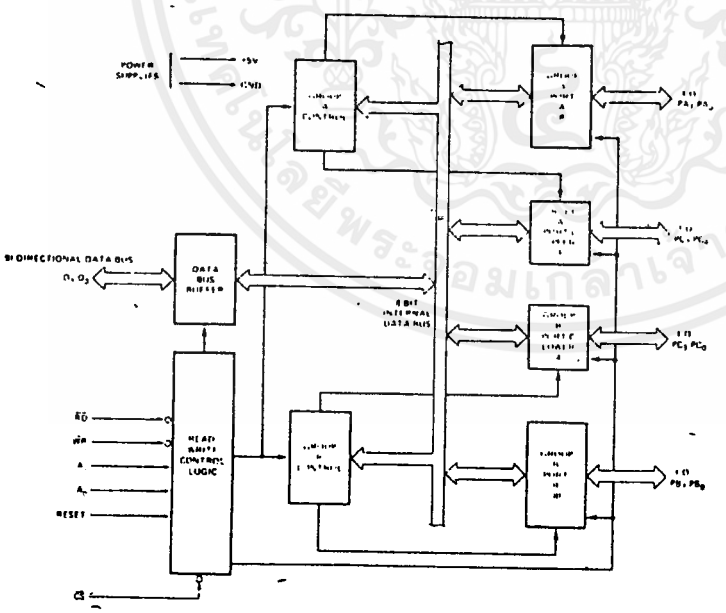
The 8255 contains three 8-bit ports (A, B, and C). All can be configured in a wide variety of functional characteristics by the system software but each has its own special features or "personality" to further enhance the power and flexibility of the 8255.

Port A: One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input latch.

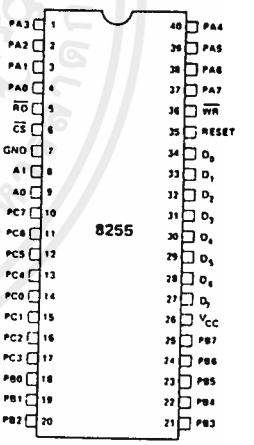
Port B: One 8-bit data input/output latch/buffer and one 8-bit data input buffer.

Port C: One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with Ports A and B.

8255 BLOCK DIAGRAM



PIN CONFIGURATION




PIN NAMES

| | |
|---|---|
| $D_7$–$D_0$ | DATA BUS (BI-DIRECTIONAL) |
| RESET | RESET INPUT |
| $\overline{CS}$ | CHIP SELECT |
| $\overline{RD}$ | READ INPUT |
| $\overline{WR}$ | WRITE INPUT |
| A0, A1 | PORT ADDRESS |
| PA7-PA0 | PORT A (BIT) |
| PB7-PB0 | PORT B (BIT) |
| PC7-PC0 | PORT C (BIT) |
| $V_{CC}$ | +5 VOLTS |
| GND | 0 VOLTS |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## SILICON GATE MOS 8255

### 8255 DETAILED OPERATIONAL DESCRIPTION

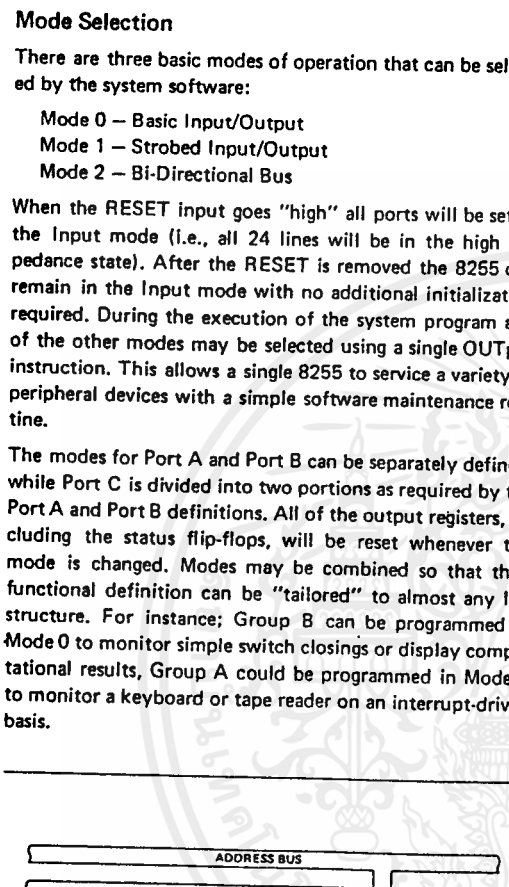
#### Mode Selection

There are three basic modes of operation that can be selected by the system software:

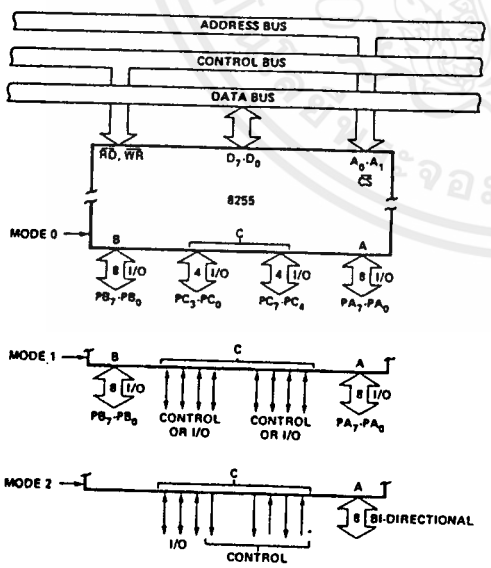
Mode 0 — Basic Input/Output
Mode 1 — Strobed Input/Output
Mode 2 — Bi-Directional Bus

When the RESET input goes "high" all ports will be set to the Input mode (i.e., all 24 lines will be in the high impedance state). After the RESET is removed the 8255 can remain in the Input mode with no additional initialization required. During the execution of the system program any of the other modes may be selected using a single OUTput instruction. This allows a single 8255 to service a variety of peripheral devices with a simple software maintenance routine.

The modes for Port A and Port B can be separately defined, while Port C is divided into two portions as required by the Port A and Port B definitions. All of the output registers, including the status flip-flops, will be reset whenever the mode is changed. Modes may be combined so that their functional definition can be "tailored" to almost any I/O structure. For instance; Group B can be programmed in Mode 0 to monitor simple switch closings or display computational results, Group A could be programmed in Mode 1 to monitor a keyboard or tape reader on an interrupt-driven basis.




Mode Definition Format




Basic Mode Definitions and Bus Interface

The Mode definitions and possible Mode combinations may seem confusing at first but after a cursory review of the complete device operation a simple, logical I/O approach will surface. The design of the 8255 has taken into account things such as efficient PC board layout, control signal definition vs PC layout and complete functional flexibility to support almost any peripheral device with no external logic. Such design represents the maximum use of the available pins.

#### Single Bit Set/Reset Feature

Any of the eight bits of Port C can be Set or Reset using a single OUTput instruction. This feature reduces software requirements in Control-based applications.



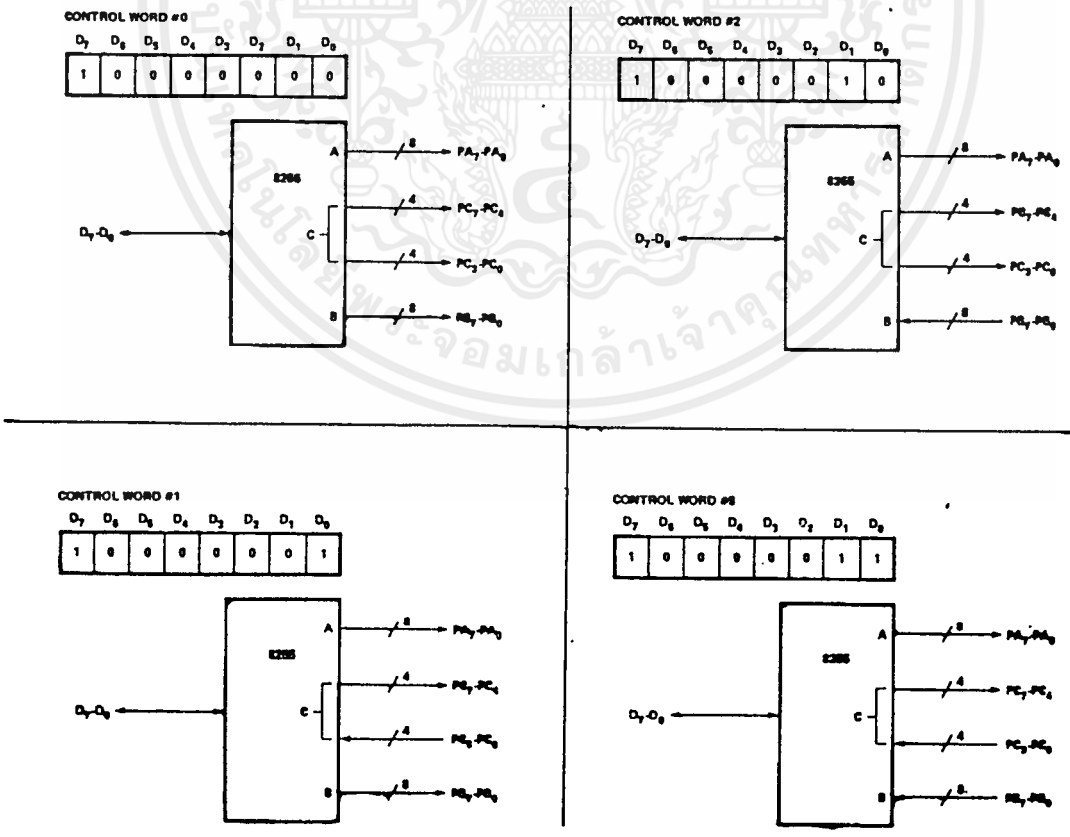
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## SILICON GATE MOS 8255

### MODE 0 PORT DEFINITION CHART

| A | | B | | GROUP A | | | GROUP B | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_4$ | $D_3$ | $D_1$ | $D_0$ | PORT A | PORT C (UPPER) | # | PORT B | PORT C (LOWER) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | OUTPUT | OUTPUT | 0 | OUTPUT | OUTPUT |
| 0 | 0 | 0 | 1 | OUTPUT | OUTPUT | 1 | OUTPUT | INPUT |
| 0 | 0 | 1 | 0 | OUTPUT | OUTPUT | 2 | INPUT | OUTPUT |
| 0 | 0 | 1 | 1 | OUTPUT | OUTPUT | 3 | INPUT | INPUT |
| 0 | 1 | 0 | 0 | OUTPUT | INPUT | 4 | OUTPUT | OUTPUT |
| 0 | 1 | 0 | 1 | OUTPUT | INPUT | 5 | OUTPUT | INPUT |
| 0 | 1 | 1 | 0 | OUTPUT | INPUT | 6 | INPUT | OUTPUT |
| 0 | 1 | 1 | 1 | OUTPUT | INPUT | 7 | INPUT | INPUT |
| 1 | 0 | 0 | 0 | INPUT | OUTPUT | 8 | OUTPUT | OUTPUT |
| 1 | 0 | 0 | 1 | INPUT | OUTPUT | 9 | OUTPUT | INPUT |
| 1 | 0 | 1 | 0 | INPUT | OUTPUT | 10 | INPUT | OUTPUT |
| 1 | 0 | 1 | 1 | INPUT | OUTPUT | 11 | INPUT | INPUT |
| 1 | 1 | 0 | 0 | INPUT | INPUT | 12 | OUTPUT | OUTPUT |
| 1 | 1 | 0 | 1 | INPUT | INPUT | 13 | OUTPUT | INPUT |
| 1 | 1 | 1 | 0 | INPUT | INPUT | 14 | INPUT | OUTPUT |
| 1 | 1 | 1 | 1 | INPUT | INPUT | 15 | INPUT | INPUT |

### MODE 0 CONFIGURATIONS




*8255 DATA SHEET*

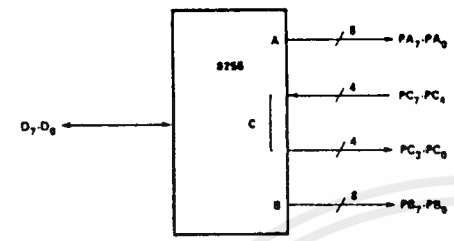
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*appendix C-6*

## SILICON GATE MOS 8255

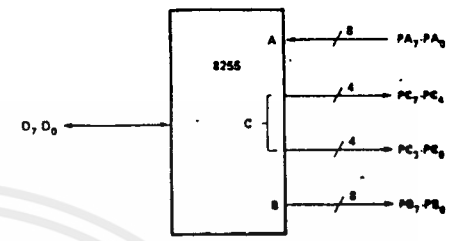
CONTROL WORD #4

| $D_7$ | $D_6$ | $D_5$ | $D_4$ | $D_3$ | $D_2$ | $D_1$ | $D_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |



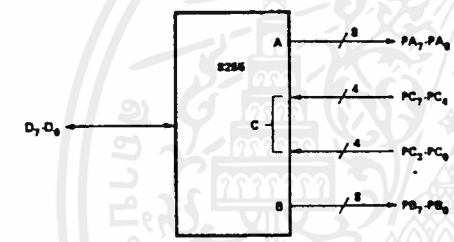

CONTROL WORD #8

| $D_7$ | $D_6$ | $D_5$ | $D_4$ | $D_3$ | $D_2$ | $D_1$ | $D_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |



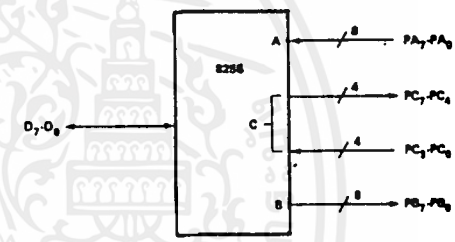

CONTROL WORD #5

| $D_7$ | $D_6$ | $D_5$ | $D_4$ | $D_3$ | $D_2$ | $D_1$ | $D_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |



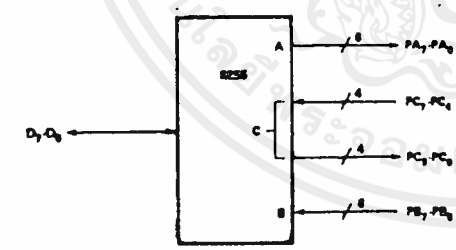

CONTROL WORD #9

| $D_7$ | $D_6$ | $D_5$ | $D_4$ | $D_3$ | $D_2$ | $D_1$ | $D_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |



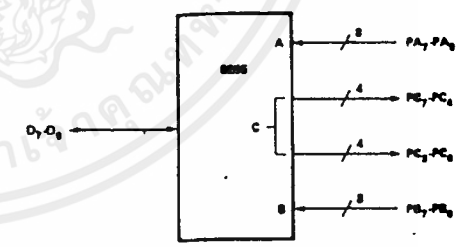

CONTROL WORD #6

| $D_7$ | $D_6$ | $D_5$ | $D_4$ | $D_3$ | $D_2$ | $D_1$ | $D_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |



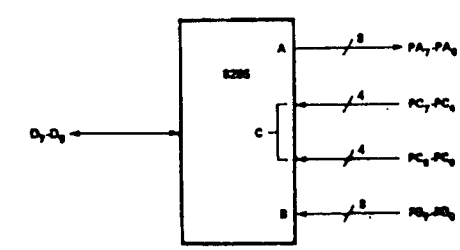

CONTROL WORD #10

| $D_7$ | $D_6$ | $D_5$ | $D_4$ | $D_3$ | $D_2$ | $D_1$ | $D_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |



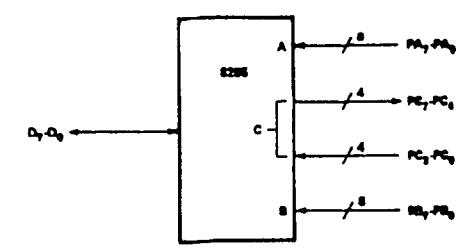

CONTROL WORD #7

| $D_7$ | $D_6$ | $D_5$ | $D_4$ | $D_3$ | $D_2$ | $D_1$ | $D_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |




CONTROL WORD #11

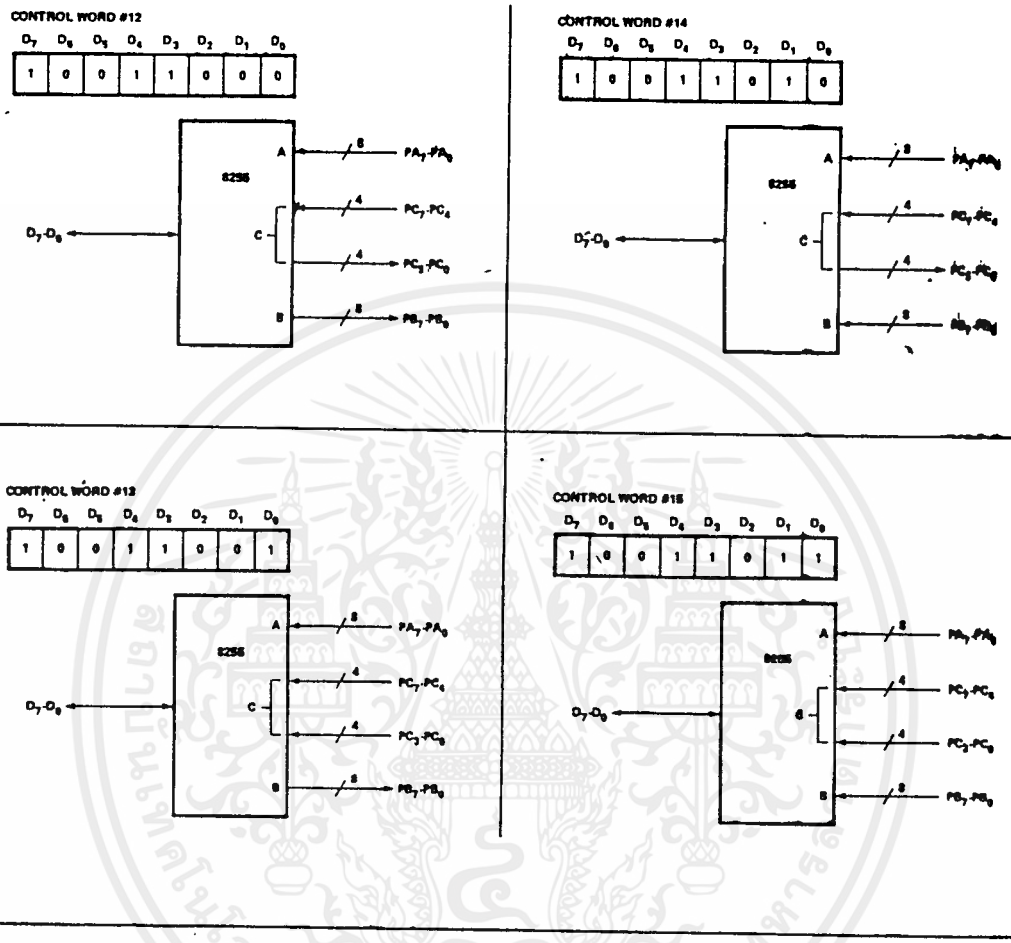
| $D_7$ | $D_6$ | $D_5$ | $D_4$ | $D_3$ | $D_2$ | $D_1$ | $D_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |




*8255 DATA SHEET*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## SILICON GATE MOS 8255






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม REFERENCES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

*หนังสือ (ภาษาไทย)*

กฤษดา วิศวธีรานนท์ , ยืน ภู่วรวรรณ และคณะ . ไมโครโปรเซสเซอร์ . สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ; กรุงเทพฯ,ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 6 (ธ.ค. 2528)

ธวัชชัย เลื่อนฉวี ,นต. . เทคโนโลยีโทรศัพท์ . บรรเทิงการพิมพ์ ; กรุงเทพฯ . พิมพ์ครั้งที่ 3 (พ.ศ. 2533)

ยืน ภู่วรวรรณ ,รศ. . ทฤษฎีและการประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 . บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น-จำกัด ; กรุงเทพฯ

ยืน ภู่วรวรรณ ,รศ. . เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ IBM PC . บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด ; กรุงเทพฯ

สุชิน จำจด . เทคโนโลยีโทรศัพท์ . สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ; กรุงเทพฯ . พิมพ์ครั้งที่ 1 (2523)

*ปริญญานิพนธ์*

ธเนศ กลิ่นชาติ, เมษา แย้มเย็น, สมมารถ แก้วโสธร . เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ (AUTOMATIC TELEPHONERECORDER). สาขาเทคโนโลยีอิเลคทรอนิกส์ ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2534

สมบัติ พบสมัย,จ.ส.ต., สหัส ฟักอ่อน, อนันต์ สุขโต . ระบบแจ้งผลสอบคัดเลือกทางโทรศัพท์ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ (COMPUTERIZED SPEECH RESPONSE SYSTEM FOR EXAMINATION RESULT REPORTING . ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระ-จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***หนังสือ*** *(ภาษาอังกฤษ)*

JAMES W. COFFRON , Z80 APPLICATIONS , ZYBEX INC. ; USA , 1983

M. HARB , MODERN TELEPHONY , PRENTICE-HALL,INC ; USA , 1989

***วารสาร*** *(บทความ)*

กองบรรณาธิการวารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์ . คอลัมน์ไอซีน่าสน ตอน MT8870 วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์(ฉบับที่ 88 ก.ย.-ต.ค.2531) . บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด ; กรุงเทพฯ

ไพศาล เตชะรัตนประเสริฐ . คอลัมน์มุมพีซีฮาร์ดแวร์ ตอน การ์ดอินเตอร์เฟสเอนกประสงค์ วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์(ฉบับที่ 104 ม.ค.-ก.พ.2534) . บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด ; กรุงเทพฯ

ไพศาล เตชะรัตนประเสริฐ . คอลัมน์มุมพีซีฮาร์ดแวร์ ตอน สร้าง I/O อินเตอร์เฟสการ์ด วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์(ฉบับที่ 109 ส.ค.2534) . บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด ; กรุงเทพฯ

สานนท์ แก้วอบเชย . โครงงานสล็อต IBM PC กับการต่อออก วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์(ฉบับที่ 87 ก.ค.-ส.ค.2531) . บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด ; กรุงเทพฯ

***คู่มือไอซี***

MOTOROLA OPTOELECTRONICS DEVICE DATA , MOTOROLA,INC. ; USA , 1983 , SECOND PRINTING

SUMSUNG LINEAR IC VOL.3 , 1989 LINEAR DATA

***เอกสารอื่นๆ***

องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย . เอกสาร(คู่มือช่าง) เรื่อง Signalling ของระบบโทรศัพท์

**********

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้