เครื่องต่อโทรศัพท์ตรงไม่ผ่านโอเปอเรเตอร์

DIRECT INWARD SYSTEM ACCESS

โดย

นาย วีรยุทธ สิทธิ์สกนธ์กุล

นางสาว ศศิวรรณ ศิริทองถาวร

นางสาว ศิริลักษณ์ ชัยเรืองวิทย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องต่อโทรศัพท์ตรงไม่ผ่านโอเปอเรเตอร์

DIRECT INWARD SYSTEM ACCESS

โดย

นาย	วีรยุทธ	สิทธิ์สกนธ์กุล	34106347
นางสาว	ศศิวรรณ	ศิริทองถาวร	34107367
นางสาว	ศิริลักษณ์	ชัยเรืองวิทย์	34107377

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ถวิล พึ่งมา

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องต่อโทรศัพท์ตรงไม่ผ่านโอเปอเรเตอร์
DIRECT INWARD SYSTEM ACCESS (DISA)

โดย นาย วีรยุทธ สิทธิ์สกนธ์กุล
นางสาว ศศิวรรณ ศิริทองถาวร
นางสาว ศิริลักษณ์ ชัยเรืองวิทย์

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ถวิล พึ่งมา

ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ เป็นการสร้างเครื่องต่อโทรศัพท์ตรงไม่ผ่านโอเปอเรเตอร์ (DISA) ซึ่งจะต้องทำงานร่วมกับเครื่องชุมสายสาขาปลายทางอัตโนมัติ (PABX) โดย DISA จะต่อเข้ากับ PABX ในลักษณะที่เป็นลูกข่ายหนึ่ง ของ PABX เมื่อมีการโทรศัพท์เข้ามา DISA จะทำการรับสาย และประกาศเสียงตอบรับ ด้วยเสียงที่ได้รับการบันทึกไว้ในไอซีบันทึกเสียงแบบดิจิตอล เพื่อแจ้งให้ผู้ที่ติดต่อเข้ามากดหมายเลขต่อ (EXTENSION) ที่ต้องการติดต่อ ซึ่ง DISA จะรับ DTMF ของเลขหมายนั้นได้ และทำการบันทึกไว้ในหน่วยความจำจนครบจำนวนเลขหมายที่กำหนด แล้วจึงส่ง DTMF นั้นไปยัง PABX เพื่อให้ PABX ต่อสาย ให้สนทนากับปลายทางที่ต้องการ

ABSTRACT

This project is about a direct inward system access (DISA). Our DISA must be used with a private automatic branch exchange (PABX) in the way that the DISA is connected as one of the PABX extensions. When there is an incoming call , DISA will receive and response with the sound that was pre-recorded in its digital IC T6668 . After DISA told the caller to press the extension numbers, DISA will receive the DTMF of those numbers and transfer to PABX . Finally the PABX will connect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง เครื่องต่อโทรศัพท์ตรงไม่ผ่านโอเปอเรเตอร์
(DIRECT INWARD SYSTEM ACCESS)

ผู้จัดทำ
1. นาย วีรยุทธ สิทธิ์สกนธ์กุล 34106347
2. นางสาว ศศิวรรณ ศิริทองถาวร 34107367
3. นางสาว ศิริลักษณ์ ชัยเรืองวิทย์ 34107377

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ. ถวิล พึ่งมา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
1. บทนำ	1
2. ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 บล็อคไดอะแกรมของเครื่อง DISA	3
2.2 FLOW CHART แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่อง DISA	5
2.3 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของเครื่อง DISA	8
2.3.1 ส่วนควบคุมและประมวลผล	8
2.3.2 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	9
2.3.3 ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ	13
2.3.4 ส่วนรับและส่งสัญญาณคู่ความถี่	17
2.3.5 ส่วนตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง	26
2.3.6 ส่วนการคัปปลิ้งกับสายโทรศัพท์	28
2.3.7 ส่วนของวงจรเสียงพูดผ่าน	28
3. การออกแบบวงจร	29
4. การทดลอง	31
4.1 การทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	31
4.2 การทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง	32
4.3 การทดลองวงจรตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF	33
4.4 การทดลองวงจรส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ	34
5. ผลการทดลอง	36
5.1 ผลการทดลองส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	36
5.2 ผลการทดลองส่วนตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง	38
5.3 ผลการทดลองวงจรตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF	39
6. บทสรุปและวิจารณ์	40
6.1 การทำงานในภาคเรียนที่ 1	40
6.2 สิ่งที่ได้ทำในภาคเรียนนี้	41
6.3 ปัญหาและการแก้ไข	42
6.4 แนวทางการพัฒนาต่อไป	43
7. การนำไปใช้งาน	45
ภาคผนวก	47
กิตติกรรมประกาศ	64
หนังสืออ้างอิง	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้ ความก้าวหน้าทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคม สามารถทำให้การ ทำงานต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างสะดวกขึ้น และสามารถตอบสนอง ความต้องการ จำนวนมากได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความต้องการในการใช้โทรศัพท์ เช่น ความต้องการในการติดต่อสื่อสารภายในสำนักงาน หรือองค์การ เดียวกัน การทำงานในลักษณะนี้ ไม่ได้อยู่ในขอบเขตความสามารถ ของชุมสายท้องถิ่น ดังนั้น จึงต้องอาศัยอุปกรณ์เพิ่มเติม คือ การใช้ PABX (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE) การทำงานของ PABX จะทำการตัดต่อสายโทรศัพท์ เหมือนกับ การทำงาน ของชุมสายท้องถิ่นทั่วไป แต่จะทำภายในอาคารหรือสำนักงานเท่านั้น คู่สายนอกที่ต่อเข้ามายังอาคาร จะต้องถูกต่อไปยังคู่สายลูกข่าย (EXTENSION) โดยการทำงานของพนักงานต่อสาย (OPERATOR) พนักงานจะทำการรับสายนอกที่โทรเข้าและถามความต้องการ จากนั้น ก็จะต่อไปยังคู่สายลูกข่าย ที่ผู้โทรต้องการติดต่อ ในปัจจุบัน การทำงานในหน้าที่ของพนักงานรับโทรศัพท์นี้ กระทำโดยมนุษย์ ซึ่งมีข้อเสียหลายอย่าง เช่น เสียค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานมาก การทำงานไม่สามารถทำได้ตลอด 24 ชั่วโมงหรือถ้าทำได้ก็จะเสียค่าใช้จ่ายมาก และอาจเกิดการผิดพลาด ในการทำงานได้

ดังนั้น เราจึงได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ ที่จะสามารถทำงานในหน้าที่ดังกล่าว เพื่อใช้แทนพนักงานรับโทรศัพท์ ซึ่งจะทำให้เกิดความประหยัด มีความรวดเร็ว และแน่นอน

หลักการทำงานของ เครื่องต่อโทรศัพท์ตรงไม่ผ่านโอเปอเรเตอร์ (DISA) ในขั้นแรก เมื่อมีการเรียกเข้ามาจากคู่สายภายนอก สัญญาณการเรียกจะถูกตรวจจับ ด้วยส่วนของวงจร ตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (DETECT RINGING) สัญญาณเรียกเข้าหรือสัญญาณกระดิ่ง (RINGING) จะถูกตรวจจับ (DETECT) และจะส่งสัญญาณไปบอกกับหน่วยประมวลผลกลาง และเมื่อหน่วยประมวลผลกลาง ได้รับสัญญาณ ก็จะสั่งให้ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ (ANNOUNCER) ทำงาน

ส่วนวงจร ANNOUNCER จะประกาศเสียงตอบรับ และบอกสิ่งที่ต้องทำต่อไปให้ผู้โทรเข้าได้ทราบ ซึ่งก็คือ บอกให้ผู้โทรเข้ากดหมายเลขต่อไปยังปลายทางที่ต้องการจะติดต่อด้วย หรือ ถ้าไม่ทราบหมายเลขต่อ (EXTENSION NUMBER) ก็ให้กดหมายเลขต่อไปยังพนักงานรับโทรศัพท์ (OPERATOR) DISA จะรับหมายเลขต่อ และจะเก็บหมายเลขนั้นไว้ในหน่วยความจำ จากนั้น จะทำการติดต่อกับ PABX

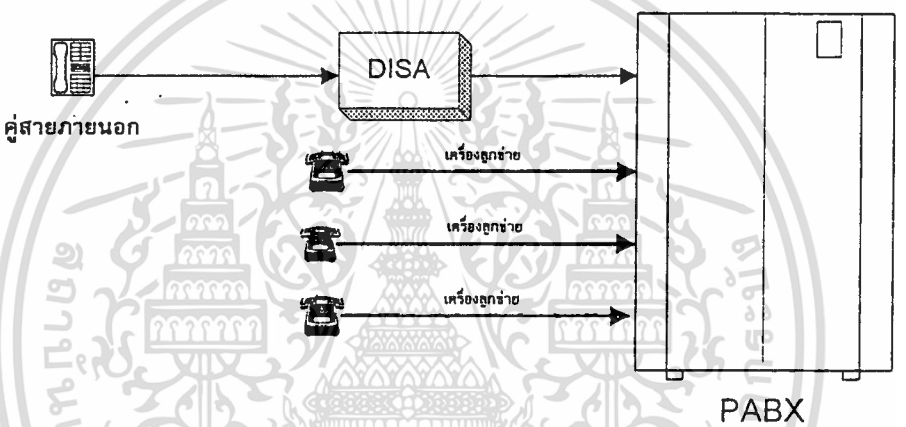
โดยลักษณะการทำงานเครื่อง DISA นี้ จะทำงานเหมือนเป็นเครื่องลูกข่ายของ PABX ซึ่งเมื่อเครื่องลูกข่ายต้องการติดต่อไปยังเครื่องลูกข่ายอื่นๆ ในชุมสายนี้ ก็สามารถทำได้ โดยการยกปากพูดหูฟัง (HANDSET) ขึ้น และกดหมายเลขต่อ PABX จะทำการติดต่อไปยังปลายทางได้ทันที เราก็อาศัยหลักการนี้ โดยเมื่อหมายเลขต่อถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำแล้ว อุปกรณ์ตัดต่อ จะสั่งงานให้หน่วยปิดเปิดสวิทช์รีเลย์ ทางด้าน PABX ซึ่งจะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่เหมือนกับการยก HANDSET จากนั้น หน่วยประมวลผล ก็จะสั่งให้ หน่วยกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ (DTMF GENERATOR) สร้างสัญญาณ DTMF ส่งไปยัง PABX

เมื่อ PABX ได้รับสัญญาณ DTMF แล้ว ก็จะทำการติดต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางให้ หลังจากที่เราส่งสัญญาณ DTMF ไปแล้ว เราก็จะทำการต่อสายโทรศัพท์สนทนา (SPEECH PATH) ระหว่างผู้โทรเข้ากับสายจาก PABX (ซึ่งขณะนี้ PABX ต่ออยู่กับสายปลายทางที่ผู้โทรเข้าต้องการติดต่อด้วย)

การทำงานของเครื่อง DISA ที่ติดต่ออยู่กับสายโทรเข้า และสายจาก PABX จะเป็น ไปดังรูปที่ 1.1 ซึ่งจะทำให้เราเข้าใจการทำงานของ DISA ดียิ่งขึ้น



รูป 1.1 แสดงการเชื่อมต่อเครื่อง DISA กับชุมสายโทรศัพท์

จากหลักการทำงานนี้ เราจะเห็นได้ว่าการทำงานของ DISA จะเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ PABX อยู่มาก เพราะฉะนั้น การทำงานของ DISA จะต้องพิจารณาตาม หลักการทำงานของ PABX ไม่ว่าจะเป็นจำนวนหลักของหมายเลขปลายทาง จำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่ง รวมไปถึงหมายเลขของโอเปอเรเตอร์ จะต้องปรับให้ตรงกัน

เครื่อง DISA ในโครงงานนี้ สามารถที่จะปรับค่าต่าง ๆ ให้ตรงกับ PABX ที่ติดต่ออยู่ได้ ดังนี้

1. จำนวนหลักของหมายเลขปลายทาง สามารถปรับให้เป็น 2 ,3 , 4 , หรือ 5 หมายเลข

2. หมายเลขของโอเปอเรเตอร์ สามารถปรับให้เป็น หมายเลข 0 หรือ 9

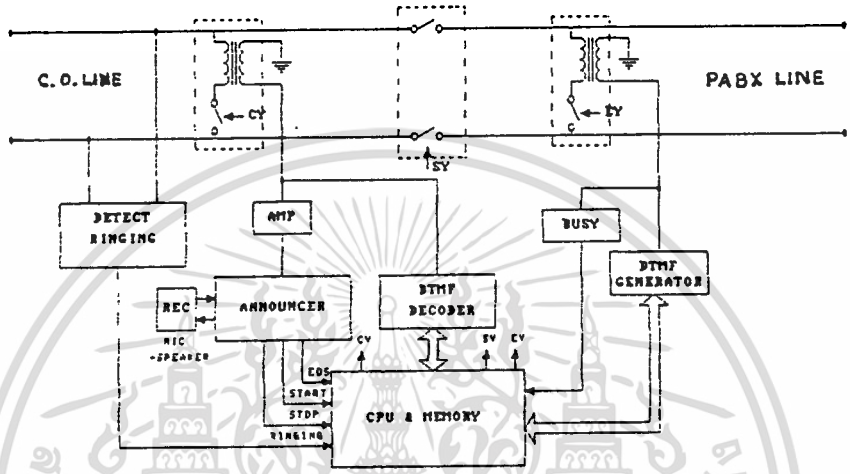
3. จำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งที่ดังก่อนที่จะทำการรับสาย สามารถปรับให้เป็น 2 หรือ 4 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 บล็อคไดอะแกรมของเครื่อง DISA



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมของเครื่อง DISA

จากรูปที่ 2.1 เป็นบล็อคไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเครื่อง DISA ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

CY (C.O.LINE RELAY) จะเป็นวงจรที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือนกับ การปิด/เปิด HOOK SWITCH ทางด้านสายที่ต่ออยู่กับองค์การโทรศัพท์ การทำงานจะอาศัยหลักการของสวิทช์รีเลย์ และหม้อแปลงไฟฟ้า ที่มีอัตราขยาย 1:1 และมีค่าอิมพีแดนซ์ของขดลวดเท่ากับ 600 โอหม์

EY (EXTENSION RELAY) จะเป็นวงจรที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือนกับการปิด/เปิด HOOK SWITCH ทางด้านสายที่ต่ออยู่กับ PABX การทำงานจะเหมือนกับส่วนของ CY

SY (SPEECH PATH RELAY) เป็นวงจรที่ทำการตัดต่อสายสำหรับสนทนา (SPEECH PATH) การทำงานอาศัยหลักการของ สวิทช์รีเลย์สองหน้าสัมผัส

ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (DETECT RINGING) จะทำการตรวจจับสัญญาณเรียกเข้า ซึ่งเป็นสัญญาณ ความถี่ 50 Hz ขนาด 100 Vpp เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า ก็จะมีสัญญาณส่งไปยัง ส่วนควบคุมและ ประมวลผลกลาง (CPU)

ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ (ANNOUNCER) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ประกาศเสียงตอบรับ การเริ่มต้นประกาศ และ การหยุดประกาศ จะถูกควบคุมจากส่วน CPU ซึ่งการทำงาน จะมีการเก็บเสียงที่จะประกาศ ในรูปของสัญญาณดิจิตอลไว้ใน RAM สัญญาณเสียงที่จะประกาศออกไปจะต้องผ่านตัวขยายสัญญาณ ก่อนที่จะเข้าไปยังสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไฟล์นี้ไปเผยแพร่ต่อในทุกรูปแบบ ทั้งนี้ผู้ที่ฝ่าฝืนจะมีความผิดตามกฎหมายลิขสิทธิ์ของประเทศไทย

REC. (RECORDER) ส่วนของวงจร REC. จะทำหน้าที่อัดเสียงของการประกาศเก็บไว้ใน RAM เพื่อใช้ในการประกาศต่อไป ส่วนนี้จะติดต่อกับไมค์ และลำโพง

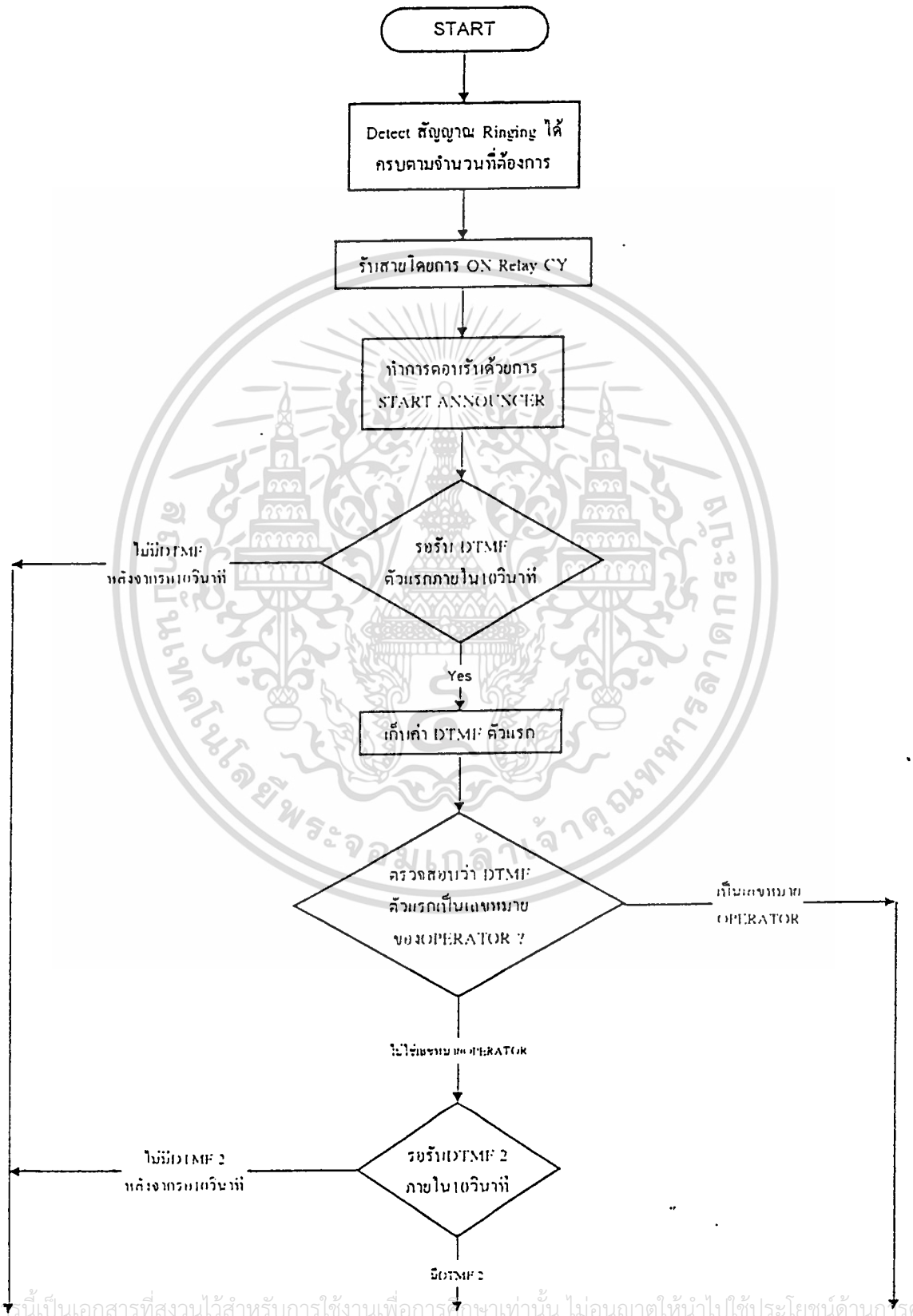
DTMF DECODER ส่วนนี้จะรับสัญญาณ DTMF ที่ผู้โทรเข้ากดมา สัญญาณจะถูกตรวจจับ และ แปลงเป็นรหัส 4 บิท ส่งไปเก็บไว้ใน หน่วยความจำ

DTMF GENERATOR หลังจากที่ DISA ทำการติดต่อกับ PABX แล้ว CPU จะสั่ง ให้วงจรส่วนนี้ทำการสร้างสัญญาณ DTMF (ซึ่งตรงตามรหัสที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ) ส่งไปยัง PABX

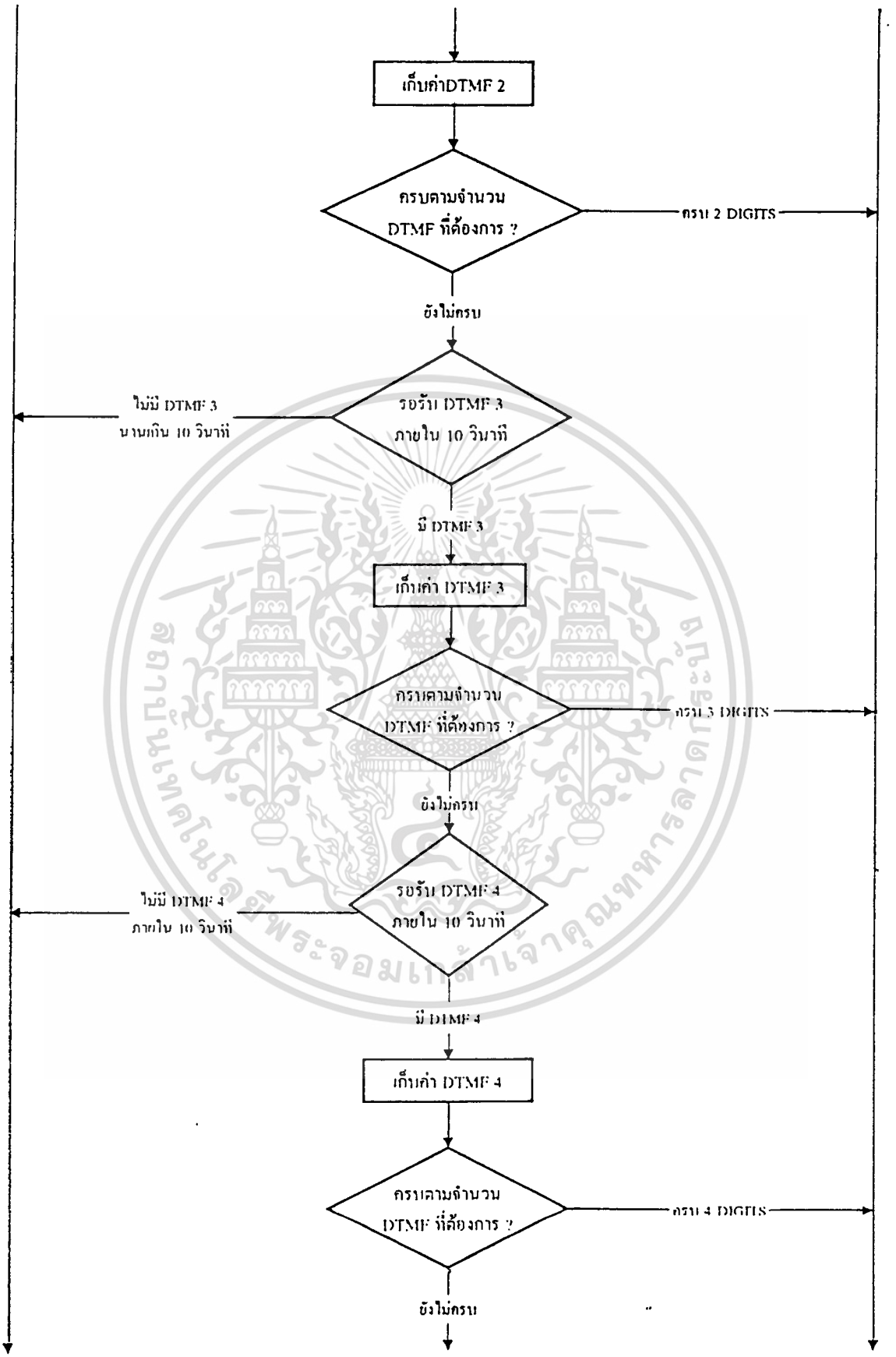
CPU & MEMORY เป็นส่วนที่จะทำหน้าที่ในการประมวลผล แล้วเก็บข้อมูล ไว้ใน หน่วยความจำ ส่วนนี้จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

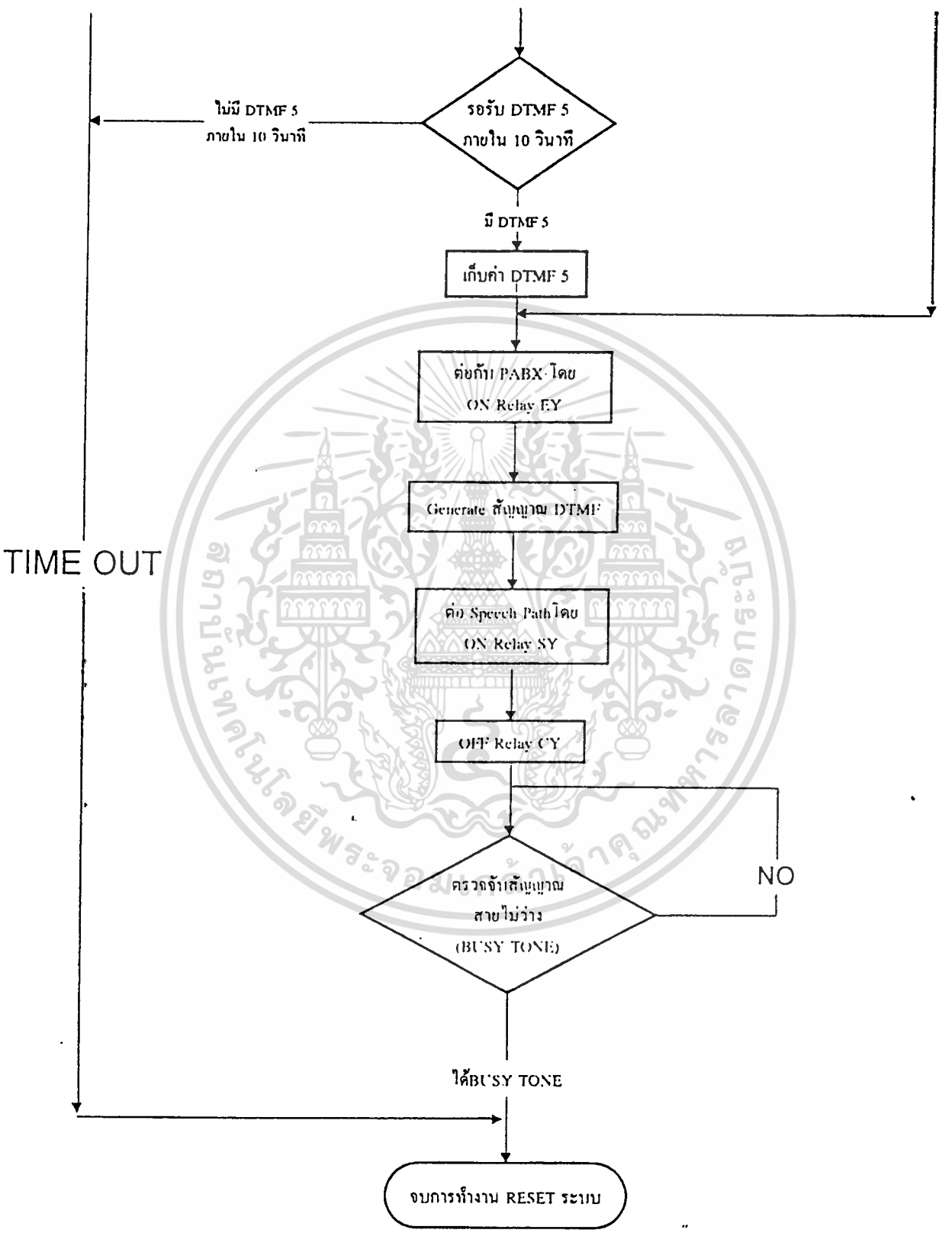
2.2 FLOW CHART แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่อง DISA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของเครื่อง DISA

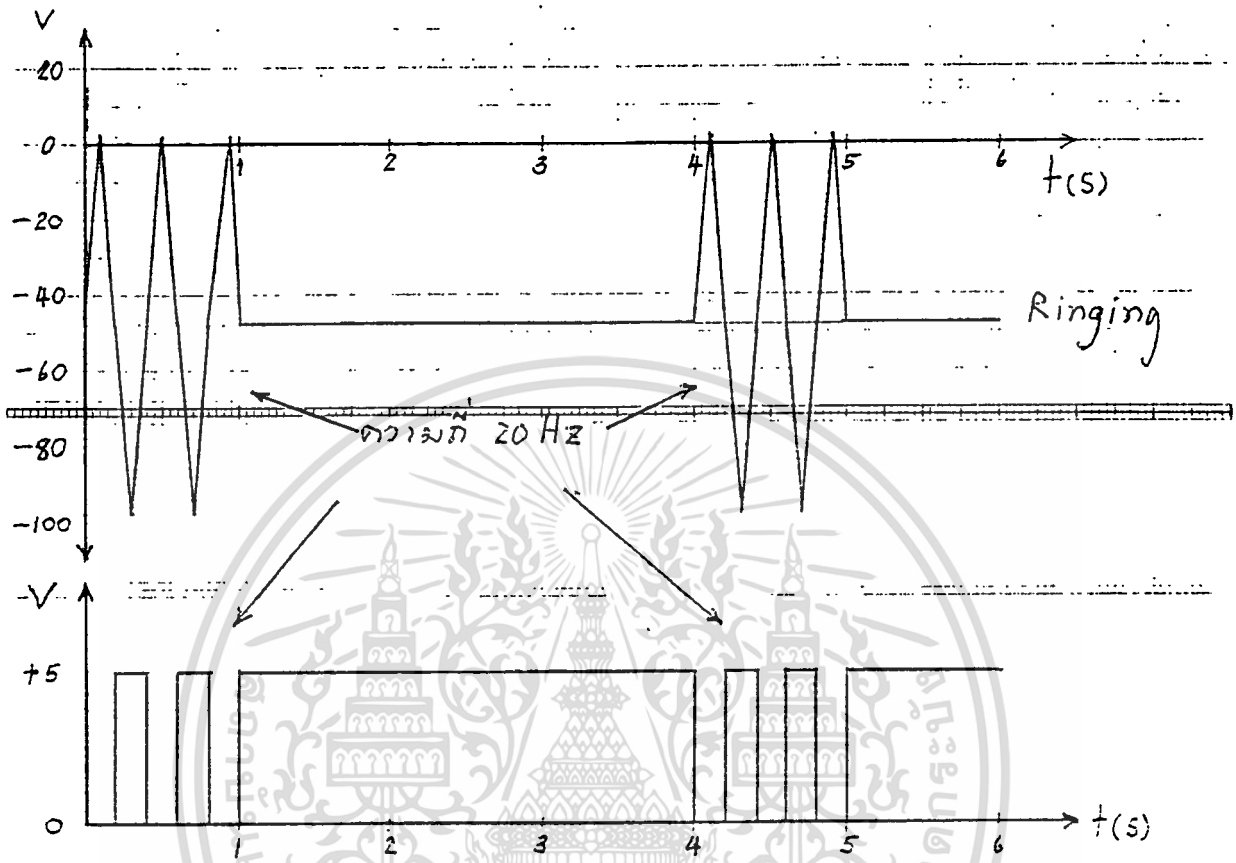
2.3.1 ส่วนควบคุมและประมวลผล

ในโครงงานนี้ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8031 (ไม่มี ROM ภายในตัวเอง) เพราะมีราคาถูกและใช้งานง่าย และเนื่องจากโปรแกรมที่ควบคุมเครื่องมีขนาดไม่ใหญ่มากจึงใช้ EPROM เบอร์ 2732 ซึ่งมีความจุ 2 กิโลไบท์ เป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม

ส่วนควบคุมและประมวลผลนี้ จะติดต่อกับส่วนต่าง ๆ เพื่อรับสัญญาณเข้ามาประมวลผล และส่งสัญญาณไปควบคุม ผ่านทางพอร์ตของ 8031 และพอร์ตของ 8255 PPI (PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE)

รายละเอียดเกี่ยวกับ โครงสร้างสถาปัตยกรรมของ MCS-51 และการใช้งาน 8255 อยู่ในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 รูปแสดงการเปรียบเทียบสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณที่ขา 5 ของ 4N25
(ก) แสดงอินพุทซึ่งเป็นสัญญาณกระดิ่ง
(ข) แสดงเอาท์พุท เป็นพัลส์ ขนาด 5 โวลท์

นอกจากนี้การใช้ไอซีที่เชื่อมโยงทางแสง (OPTO-COUPLER) ยังมีข้อดีในการแยกระบบไฟของอินพุทและเอาท์พุทออกจากกัน และใช้แสงในการเชื่อมโยงแทน ทำให้มีความปลอดภัย จากแรงดันไฟค่าสูง และยังสามารถป้องกัน สัญญาณรบกวน หรือ แรงดันที่มียอดแหลม ที่เกิดจากระบบกราวด์ ของวงจรภายนอก ไม่ให้เข้าไป เกิดในระบบกราวด์ ของวงจร อีกด้วย

เอาท์พุทที่ ขา 5 ของไอซี 4N25 นี้ จะเป็น พัลส์ 5 โวลท์ ดังแสดงในรูปที่ 2.11 (ข) ซึ่งความจริงแล้วก็ดีเพียงพอที่จะนำไปป้อนยัง อินพุทพอร์ทของไอซี 8255 เพื่อจะนับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งก่อนการรับสาย แต่เพื่อให้การเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น มีความเที่ยงตรงแน่นอนมากยิ่งขึ้น เราจึงนำ เอาท์พุทจากขา 5 ของไอซีเบอร์ 4N25 นี้ ส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์ คือไอซี เบอร์ 74244 เพื่อให้ระดับโวลท์เตจมีความเที่ยงตรงสม่ำเสมอ และคมชัดมากยิ่งขึ้น จากนั้นนำ เอาท์พุทที่ได้ไปป้อนให้กับไอซี 74121 ซึ่งเป็น MONOSTABLE MULTIVIBRATOR เพื่อทำการปรับรูปสัญญาณ ทำให้ส่วนที่มีความถี่ 20 Hz ของพัลส์นั้นหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

ไป จะได้เอาท์พุท ออกมาเป็นโลจิก 0 และ 1 ที่มีช่วงเวลานานตามจำนวนลูกของ สัญญาณกระดิ่ง คือในขณะที่กระดิ่งดังจะได้ โลจิก 0 ต่อเนื่อง และในขณะที่ สัญญาณกระดิ่งไม่ดังจะเป็นโลจิก 1 ต่อเนื่องกัน ทำให้การตรวจจับ และการเขียน โปรแกรมง่ายขึ้น หลังจากนั้นจึงนำเอาท์พุทที่ได้ไปผ่าน บัฟเฟอร์ อีกครั้ง เพื่อให้ค่าแรงดัน สม่ำเสมอ และคมชัด ก่อนนำไปเข้ายังอินพุทพอร์ทของไอซี 8255 เพื่อนับจำนวนลูกของสัญญาณกระดิ่ง ให้ได้ตามที่กำหนดอย่างแม่นยำ และถูกต้อง รวมทั้งสามารถติดไดโอดปล่อยแสง (LIGHT EMITTING DIODE) เพื่อแสดงสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามาให้ดีได้อีกด้วย

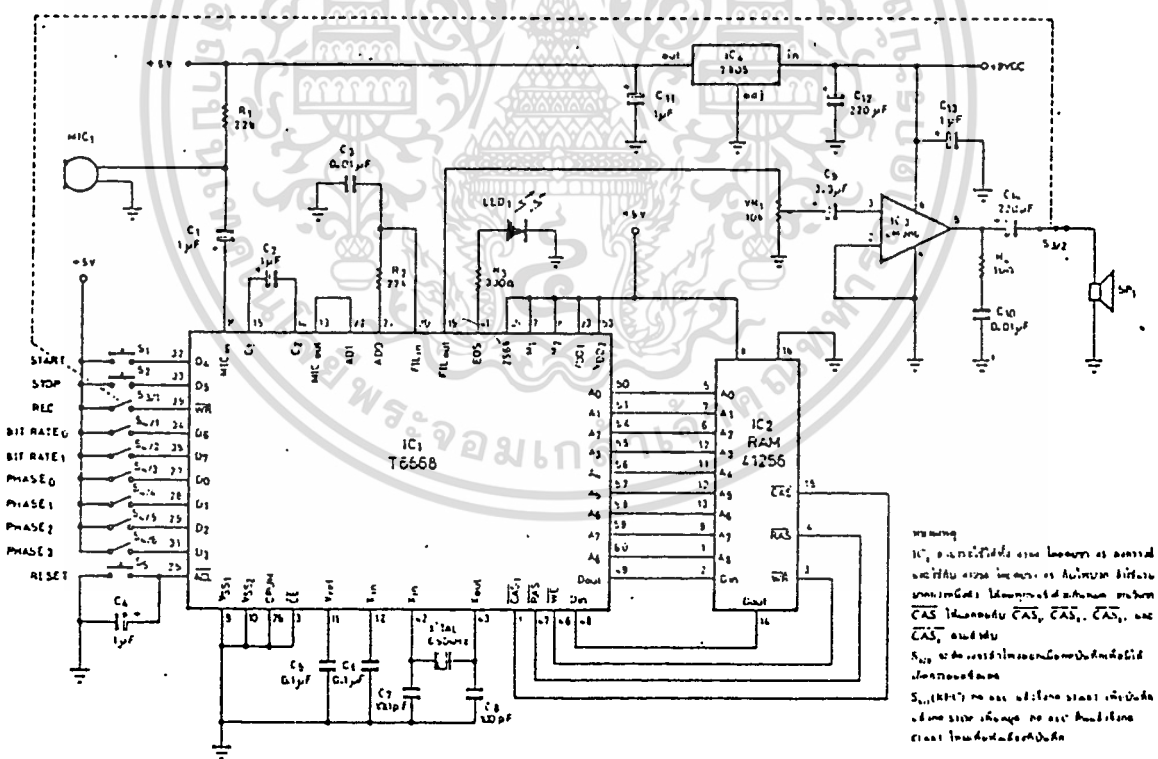
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ (ANNOUNCER)

ส่วนนี้จะใช้ไอซี เบอร์ T6668 ของบริษัทโตชิบา มีฟังก์ชั่นการใช้งานค่อนข้างสมบูรณ์ สามารถประยุกต์ใช้งานได้กว้างและสะดวก เป็นไอซี ADM หรือ ADAPTIVE DELTA MODULATION เป็น ชิพประเภท CMOS LSI มีรูปร่างภายนอกเป็นแบบติดตั้งบนผิว หรือ เซอร์เฟสเมาต์ขนาด 60 ขาต่อกับหน่วยความจำ ชนิดไดนามิค ขนาด 64 K*1 บิท (4164) ได้โดยตรง 4 ตัวใช้คริสตอลควบคุม ความถี่สัญญาณนาฬิกา เปลี่ยนบิทเรต โดยใช้ดิปสวิทช์ (DIP SW.) เลือกหน้า (PHARSE) ของหน่วยความจำ แยกบันทึก/เล่น กลับได้ เมื่อใช้หน่วยความจำ 256 K * 1 บิท(41256) จำนวน 4 ตัว ที่บิทเรต 16 K จะบันทึกได้นาน 64 วินาที

T6668 นี้มีความสมบูรณ์ค่อนข้างมาก ทางด้านอินพุท สามารถต่อไมโครโฟนเข้ากับไอซีได้เลย ด้านเอาท์พุทก็เพิ่มภาคขยายอีกส่วนเดียว วงจรสมบูรณ์ของเครื่องบันทึกเสียง แสดงในรูปที่ 2.12 เนื่องจาก T6668 เป็นแบบเซอร์เฟสเมาต์ มีขาชิดกันมาก จำเป็นต้องใช้แผ่นวงจรพิมพ์ แบบสอง หน้าชนิดเพลตทรูโฮลด์



รูปที่ 2.12 แสดงวงจรสมบูรณ์ของเครื่องบันทึกเสียงพูดที่ใช้ T6668

T6668 จะรับสัญญาณ อินพุทเสียงพูดเข้ามาจากนั้นทำการขยาย แล้วเปลี่ยนจากสัญญาณอนาล็อค เป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วนำข้อมูลที่ได้นี้ไปเก็บไว้ที่ ไดนามิคแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(DRAM) โดย T6668 จะทำการเลื่อนแอดเดรสที่จะนำเข้าไปเก็บเองโดยอัตโนมัติ เมื่อจะทำการแปลงข้อมูลจาก D/A จะใช้ อัตรา 10 บิท D/A เพื่อเปลี่ยนกลับมาเป็นเสียง เช่นเดิม การอัดเข้าไปเราจะสามารถเลือกบิทเรตได้ 4 บิทเรต โดยเลือกที่ขาสัญญาณ D6, D7 (ขา 34,35)

ตารางที่ 2.1 แสดงการกำหนดบิทเรต

บิทเรต	D7 (ขา 35)	D6 (ขา 34)
8K	0	0
11K	0	1
16K	1	0
32K	1	1

จากตารางที่ 2.1

1. ถ้าเราเลื่อนสวิทช์ D7-D6 ไปที่ 0,0 จะทำให้อัตราความเร็ว ของการแปลงข้อมูลเป็น 8K บิทต่อวินาที ทำให้อัดหรือเล่นเสียงได้นาน 128 วินาที

2. ถ้า D7-D6 เป็น 0,1 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 11K บิท ต่อวินาที ทำให้อัด หรือเล่นได้นาน 93 วินาที

3. ถ้า D7-D6 เป็น 1,0 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 16K บิท ต่อวินาที ทำให้อัด หรือเล่นได้นาน 64 วินาที

4. ถ้า D7-D6 เป็น 1,1 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 32K บิท ต่อวินาที ทำให้อัด หรือเล่นได้นาน 32 วินาที

การทดลองใช้ คริสตอล 650 KHz เป็นฐานความถี่และต่อกับ RAM 256K จำนวน 4 ตัว ทำให้ความจุของหน่วยความจำเพิ่มขึ้นเป็น 1MB การอัด เมื่อเราอัดสปีดใดสปีดหนึ่งเสร็จแล้ว เรา สามารถที่จะนำกลับมาเล่นในสปีดอื่นได้ ทำให้เราสามารถเร่งหรือลดสปีดข่องเสียงได้ตามต้องการ ถ้าเราต้องการอัดเสียงสูงๆ ให้ได้ผลดี ควรจะใช้สปีดสูงๆ ในการอัดด้วย จึงจะทำให้เสียงที่อัดออกมามี คุณภาพเสียงที่ดี

<u>หน่วยความจำ (MEMORY)</u>

T6668 สามารถเลือกใช้ หน่วยความจำ ได้ 2 ขนาด คือ 64K DRAM กับ 256 K DRAM โดยการเลือกที่ขา 45 ของ ไอซี (ที่เขียนไว้ว่า 256 K) คือเมื่อเราจะต่อ DRAM 256K ให้กับ ไอซี เราจะต้องเลือกต่อขา 45 กับไฟบวก " และเมื่อเราต้องการต่อ DRAM 64K ให้กับไอซี เราต้องต่อขา 45 กับ กราวด์ T6668 ก็จะรู้ว่าเราใช้ หน่วยความจำ ขนาดเท่าใดกับมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่ม หน่วยความจำให้กับ ไอซี T6668 สามารถกำหนดได้โดยการต่อขา M2 (ขา 8), M1(ขา 7) ตามตารางที่ 2.2 คือ ถ้าเราต่อ M2,M1 ลงกราวด์ T6668 จะทำการเขียนหรืออ่านข้อมูล จาก 00000H ไปจนถึง 0FFFFH แล้วตัวมันเองก็จะเลิกการอ่านหรือการเขียนมารอการเริ่มต้นใหม่

ตารางที่ 2.2 การกำหนดชนิดและจำนวนแรมที่ใช้

ชนิดและจำนวน	256K (ขา 45)	M2	M1	แอดเดรสที่หยุด
4164 * 1	0	0	0	0FFFFH
4164 * 2	0	0	1	1FFFFH
4164 * 3	0	1	0	2FFFFH
4164 * 4	0	1	1	3FFFFH
41256 * 1	1	0	0	3FFFFH
41256 * 2	1	0	1	7FFFFH
41256 * 3	1	1	0	BFFFFH
41256 * 4	1	1	1	FFFFFH

ดังนั้นเราจึงกำหนดขนาดของ หน่วยความจำ ได้ตามต้องการเพื่อการประหยัดในการนำ ไปใช้ งานที่ต้องการขนาด หน่วยความจำต่างกันได้

<u>รายละเอียดขาใช้งานของ T6668</u>

A0-A8 : ขาแอดเดรสต่อกับหน่วยความจำ DRAM

Din , Dout : ขาดาต้าต่อกับหน่วยความจำ DRAM

RAS , WE : สัญญาณควบคุม DRAM

CAS1 , CAS2 : ขาเลือกใช้งาน DRAM แต่ละตัวรวม 4 ตัว

M1 , M2 : ใช้กำหนดจำนวนแรมที่ใช้งาน (ดูตารางที่ 2.2)

256 K : เลือกความจุของหน่วยความจำที่ใช้งาน

EOS : เอาท์พุทเป็นไฮเมื่อจบข้อความที่บันทึก

MICin , MICout : อินพุทและเอาท์พุทของภาคขยายส่วนหน้า

AD1 , AD0 : อินพุทสัญญาณอนาล็อคที่จะนำไปแปลงเพื่อบันทึก และเอาท์พุทอนาล็อคที่ได้จากการอ่าน

FILin , FILout : วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

C1 , C2 : ต่อตัวเก็บประจุภายนอก

ACL : ขารีเซทแอคทีฟโลว์

Xin , Xout : คริสตอลออสซิลเลเตอร์ความถี่ 650 KHz

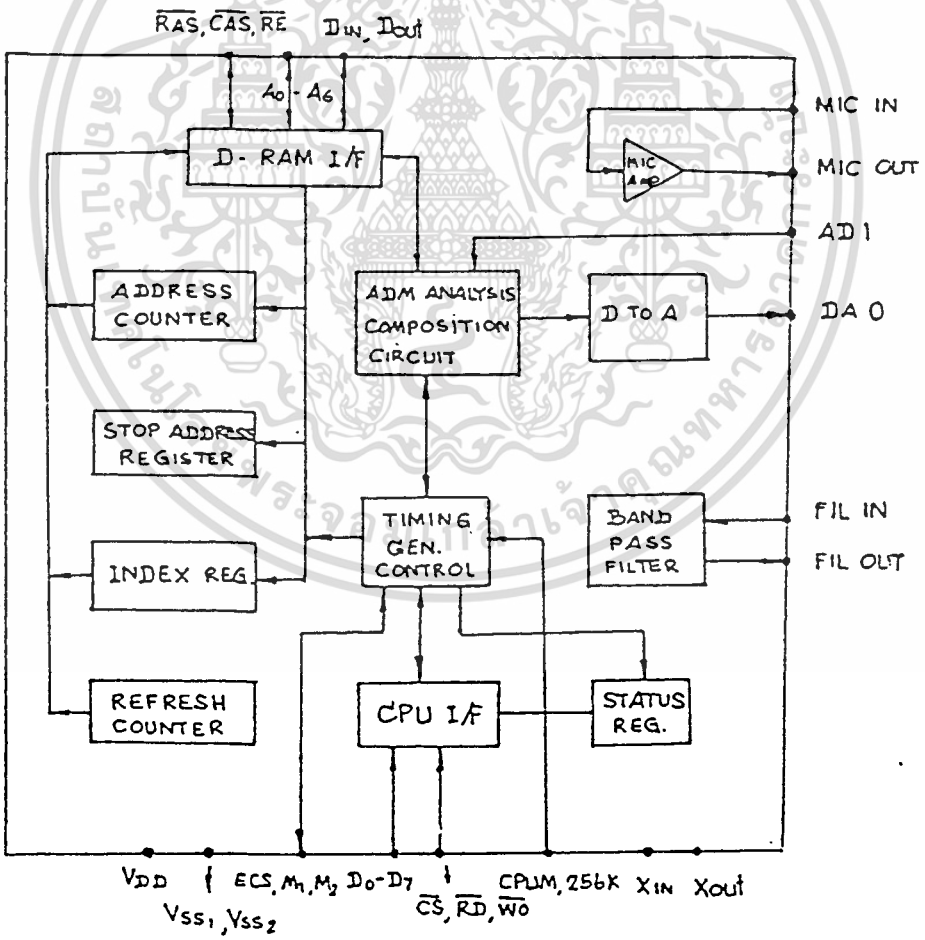
CPUM , CE : ขาสัญญาณควบคุมสำหรับอินเตอร์เฟสกับ CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WR	: ขาอินพุทสำหรับควบคุมการบันทึกเสียง
D4 , D5	: ขาอินพุทควบคุมการเริ่มต้น (D4) และการหยุด (D5) ขณะบันทึกและเล่นกลับ
D6 , D7	: กำหนดบิทเรต (ดูตารางที่ 2.1)
D0-D3	: เลือกหน้าของหน่วยความจำ (PHRASE) สำหรับบันทึก แบ่งได้สูงสุด 16 หน้า ตามรหัสเลขฐานสอง แต่ละหน้า ไม่กำหนดความยาว แล้วแต่ว่าจะกด STOP (D5) เมื่อใด ก็จะมีการบันทึกไว้ โดยอัตโนมัติ
Vss , Vdd	: ขาไฟเลี้ยงและกราวด์

โครงสร้างภายในของ T6668

บล็อคไดอะแกรมของ T6668



รูปที่ 2.13 แสดงบล็อคไดอะแกรมของ T6668

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ส่วนรับและส่งสัญญาณคู่ความถี่ (DTMF TRANSCEIVER)

ไอซีที่ใช้ในวงจรของส่วนนี้ สามารถทำหน้าที่ได้ทั้งรับและส่งสัญญาณ DTMF คือ ทางด้านรับ ไอซีจะมีหน้าที่ตรวจจับสัญญาณ DTMF (DTMF DECODE) ที่เข้ามา แสดงค่าของตัวเลขเป็นรหัส BCD แล้วตรวจสอบคาบเวลาที่ถูกต้องของสัญญาณที่เกิดจากการกด ถ้ากดหมายเลขทำให้เกิดสัญญาณที่มีคาบเวลาไม่ถูกต้อง วงจรถอดรหัสภายในก็ไม่ทำงาน ทำให้ไม่สามารถตรวจจับการกดหมายเลขได้ สำหรับทางด้านส่ง ไอซีจะทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณ DTMF (DTMF GENERATOR) สร้างสัญญาณ DTMF ส่งไปยัง PABX ตามรหัส ที่ถูกส่งมาจาก CPU

ไอซีที่ทำหน้าที่ดังกล่าวมานี้ คือ ไอซี เบอร์ MT 8880

MT 8880 (INTEGRATED DTMF TRANSCEIVER)

MT 8880 เป็นไอซีสำหรับส่งและรับ DTMF แบบโมโนลิธิคพร้อมด้วย คอลโพรเกรสฟิลเตอร์ สร้างขึ้นโดยใช้ ISO^2-CMOS เทคโนโลยีของอินเทลซึ่งมีการสูญเสีย พลังงานต่ำ และ มีความเชื่อถือได้สูง ภาครับมีมาตรฐานเดียวกับ ไอซี เบอร์ MT 8870 ส่วนภาคส่งจะใช้ตัวแปลง สัญญาณ D/A แบบสวิทช์ คาปาซิเตอร์ เพื่อสร้างสัญญาณ DTMF ที่มีความเที่ยงตรง ส่งสัญญาณได้ถูกต้อง ภายในไอซีมีตัวนับ เพื่อใช้ในการสร้างสัญญาณ ให้เป็นระยะเวลาที่แน่นอนในโหมดเบิสต์ และมีคอลโพรเกรสฟิลเตอร์ เพื่อให้ไมโคร โปรเซสเซอร์ สามารถวิเคราะห์ คอลโพรเกรสโทนได้

<u>คุณสมบัติของ ไอซี MT 8880</u>

1. เป็นตัวรับและส่งสัญญาณ DTMF ที่สมบูรณ์
2. กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ ทีทีแอล
3. สามารถปรับการ์ดไทม์ได้
4. มีโหมดสัญญาณเบิสต์อัตโนมัติ
5. มีโหมดคอลโพรเกรส (CALL PROGRESS MODE)
6. เป็นไอซีคุณภาพสูง

<u>การนำ MT 8880 ไปใช้งาน</u>

1. ระบบบัตรเครดิต
2. ระบบเพจจิ้ง
3. ระบบทวนสัญญาณ / วิทยุเคลื่อนที่
4. ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์

<u>โครงสร้างภายใน ของ MT 8880</u>

โครงสร้างประกอบด้วยภาครับ DTMF ที่มีประสิทธิภาพสูง พร้อมด้วยตัวขยายที่ถูกกำหนดอัตราการขยายภายใน และส่วนกำเนิดสัญญาณ DTMF ซึ่งทำงานโดยใช้ เบิสต์เคาน์เตอร์ (BURST COUNTER) ทำให้ช่วงของสัญญาณเบิสต์ (TONE BURST) และช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หยุดส่งสัญญาณ (PAUSE) มีระยะเวลาที่แน่นอน สำหรับโหมดคอลโพรเกรส (CALL PROGRESS MODE) ใช้สำหรับตรวจจับสัญญาณที่มีความถี่อยู่ในช่วงที่กำหนด นอกจากนี้เมื่อต่อ MT8880 เข้ากับไมโครโปรเซสเซอร์ ทำให้สามารถเข้าถึงรีจิสเตอร์ ภายใน ไอซี ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 5 รีจิสเตอร์ ได้แก่

- รีจิสเตอร์ภายในแสดงสถานะ
- รีจิสเตอร์ควบคุม 2 รีจิสเตอร์ คือ A และ B
- รีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูล 2 รีจิสเตอร์ คือ สำหรับส่งและรับ

<u>รายละเอียดขาใช้งานของ MT 8880</u>

หมายเลขขา	ชื่อ	รายละเอียด
1	IN+	Non-inverting op-amp input
2	IN-	Inverting op-amp input
3	GS	Gain Select ต่ออยู่กับด้านเอาท์พุทของดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ เพื่อต่อกับ feedback resistor
4	Vref	โวลต์เตทเอาท์พุทอ้างอิง
5	Vss	กราวน์อินพุท (0 โวลต์)
6	OSC1	DTMF Clock /oscillator input
7	OSC2	Clock output
8	TONE	Tone output
9	R/W	Read/Write input ควบคุมทิศทางของส่งและรับข้อมูล
10	CS	Chip Select (CS = 0 เพื่อเลือกชิฟ)
11	RS0	Register Select input ดูตารางการดีโคดรีจิสเตอร์
12	CLK2	System Clock Input
13	IRQ/CP	Interrupt Request to MPU ขณะที่อยู่ในคอลโพรเกรสโหมด และอินเตอร์รัพท์ถูกอีนาเบิล ขานี้จะมีเอาท์พุทเป็นคลื่น สี่เหลี่ยม เพื่อแสดงว่ามีสัญญาณส่งเข้ามา
14-17	D 0 D3	เป็นบัสข้อมูล จะเป็น high impedancd เมื่อ CS = 1 หรือ เมื่อ CLK2 เป็น 0
18	EST	Early Steering output จะเป็นโลจิก 1 เมื่อสามารถตรวจจับ สัญญาณ DTMF ได้ และจะมีช่วงเวลา ใกล้เคียงกับช่วงเวลา ที่กด DTMF เข้ามา
19	St/Gt	
20	Vdd	

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภาครับ

การแยกกลุ่มความถี่ต่ำและสูงในสัญญาณ DTMF ทำได้โดยการป้อน DTMF เข้าไปยังอินพุทของวงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (SIXTH-ORDER SWITCHED CAPACITOR BPF) ซึ่งฟิลเตอร์นี้นอกจากจะแยกความถี่ออกเป็น 2 ความถี่ แล้ว ยังสามารถกำจัดความถี่ไดอัลโทน (DIAL TONE) ได้อีกด้วย

หลังจากผ่านฟิลเตอร์แต่ละตัวแล้ว สัญญาณจะถูกทำให้เรียบขึ้นก่อน นำไปกำจัด สัญญาณระดับต่ำที่ไม่ต้องการทิ้งไป ต่อจากนั้น จะทำการดีโคดซึ่งใช้เทคนิค การนับแบบดิจิตอล เพื่อเปรียบเทียบความถี่ที่รับเข้ามาและตรวจจับว่าตรงกับความถี่ DTMF ใด เมื่อจับได้แน่นอนแล้ว ขา EST จะเป็น 1 และเมื่อสัญญาณนั้นหมดไป ขา EST จะเป็น 0 อีกเช่นเดิม

<u>การตรวจสอบช่วงเวลาของสัญญาณ</u>

ก่อนที่จะบันทึกรหัสสัญญาณความถี่คู่ที่ดีโคดได้ตามตาราง 2.3 ลงในรีจิสเตอร์ภาครับ จะตรวจสอบระยะเวลาของสัญญาณ โดยใช้ค่าคงที่เวลา RC ภายนอก ที่ต่ออยู่ที่ขา EST

ขา GT จะเป็น 1 ตราบใดที่ EST เป็น 1 และเมื่อเก็บค่าเสร็จแล้ว DELAY STEERING OUTPUT FLAG จะเป็น HIGH แสดงว่าเก็บค่าเรียบร้อยแล้ว ค่า FLAG ดังกล่าวสามารถดูได้จากบิทในรีจิสเตอร์แสดงสถานะ

ในโหมดอินเตอร์รัพท์ ขา IRQ/CP จะเป็น LOW เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะ ของ DELAY STEERING ข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังบัสข้อมูล 4 บิท เมื่อรีจิสเตอร์รับข้อมูลถูกอ่าน

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ ของสัญญาณ DTMF

F_{LOW}	F_{HIGH}	DIGIT	D_3	D_2	D_1	D_0
697	1209	1	0	0	0	1
697	1336	2	0	0	1	0
697	1477	3	0	0	1	1
770	1209	4	0	1	0	0
770	1336	5	0	1	0	1
770	1477	6	0	1	1	0
852	1209	7	0	1	1	1
852	1336	8	1	0	0	0
852	1477	9	1	0	0	1
941	1336	0	1	0	1	0
941	1209	*	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	0	0
697	1633	A	1	1	0	1
770	1633	B	1	1	1	0
852	1633	C	1	1	1	1
941	1633	D	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

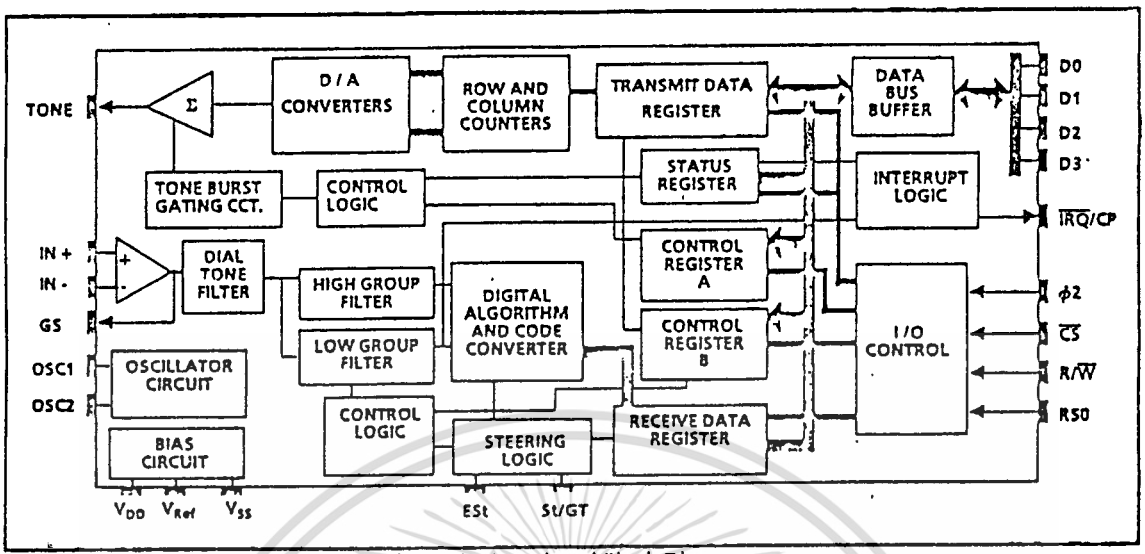
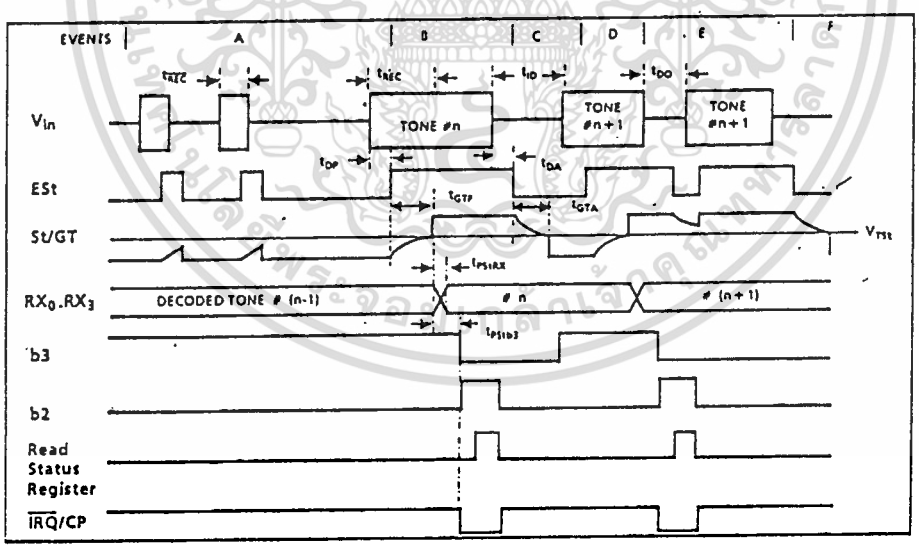


Figure 1- Functional Block Diagram

รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างภายในของ MT 8880

<u>ไดอะแกรมเวลาของภาครับ</u>

แสดงดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงไดอะแกรมเวลาทางด้านรับสัญญาณ DTMF

<u>อธิบายขั้นตอนการทำงาน</u>

A) ตรวจพบความถี่เข้ามา แต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง รีจิสเตอร์รับข้อมูลไม่เปลี่ยน

B) ความถี่ #n ถูกตรวจพบ และมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์ไว้ที่รีจิสเตอร์รับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C) จบความถี่ #n ช่วงห่างถูกต้อง รีจิสเตอร์รับข้อมูลยังคงแลตช์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

D) ความถี่ #n+1 ถูกตรวจพบ คาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์ไว้

E) ความถี่ #n+1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง ข้อมูลไม่เปลี่ยนแปลง

F) จบความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุทยังแลตช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

<u>อธิบายคำศัพท์</u>

Vin	สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา
EST	EARLY STEERING OUTPUT ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง
St/GT	STEERING INPUT/ GUARD TIME OUTPUT สำหรับต่อกับ RC ภายนอก
RX0-RX3	ข้อมูลที่ถูกแปลงเป็นรหัส 4 บิท ในรีจิสเตอร์รับข้อมูล
b3	DELAYED STEERING ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไป มีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ
b2	ใช้แสดงว่าข้อมูลที่ถูกต้องอยู่ภายในรีจิสเตอร์รับข้อมูล บิทนี้จะเคลียร์ หลังจากรีจิสเตอร์สถานะถูกอ่านแล้ว
IRQ/CP	อินเทอร์รัพท์จะแอคทีฟ เพื่อแสดงว่าข้อมูลใหม่อยู่ภายในรีจิสเตอร์รับข้อมูลแล้ว และ อินเทอร์รัพท์จะเคลียร์หลังจากรีจิสเตอร์สถานะถูกอ่านแล้ว
t_{REC}	คาบเวลานานที่สุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง
t_{REC}	คาบเวลาที่สั้นที่สุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง
t_{ID}	เวลาสั้นสุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ
t_{DO}	เวลานานที่สุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง
t_{DP}	เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
t_{DA}	เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
t_{GTP}	การ์ดไทม์ของการปรากฏความถี่ DTMF
t_{GTA}	การ์ดไทม์ของการหายไปของความถี่ DTMF

คำว่าการ์ดไทม์ หมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนาน เท่ากับหรือมากกว่า ช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้การยอมรับว่าสัญญาณความถี่ นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ว่าเวลาที่เรา ตั้งไว้โดย RC ก็คือ การ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่ เข้ามานานเข้าหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่ เข้ามาสั้นกว่า ก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป

<u>ตัวกรองสัญญาณคอลโพรเกรส (CALL PROGRESS FILTER)</u>

โหมดคอลโพรเกรส (CALL PROGRESS MODE) ใช้ตรวจจับสัญญาณ คอลโพรเกรส (CALL PROGRESS TONE ซึ่งเป็นสัญญาณในระบบโทรศัพท์ (ไม่ใช่ DTMF) สัญญาณนี้จะสามารถตรวจจับ ได้เมื่อเลือกโหมด CP เท่านั้น (ดูตารางที่ 2.7) ช่วงความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตัวกรองสัญญาณ คอลโพรเกรส ยอมให้ ผ่านแสดงดังรูปที่ 2.16 โดยมีขา IRQ/CP เป็นขาเอาท์พุทแสดงการตรวจจับได้

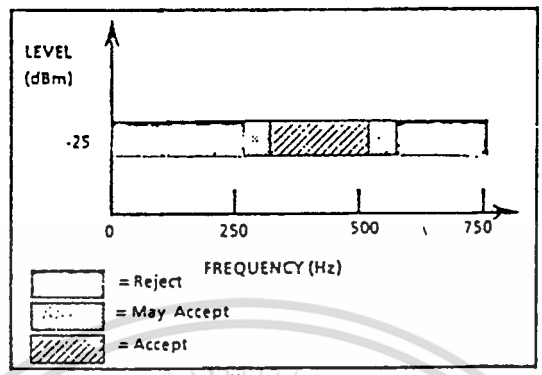


Figure 8 - Call Progress Response

รูปที่ 2.16 แสดงช่วงความถี่ที่ตัวกรองสัญญาณคอลโพรเกรสยอมให้ผ่าน

- ภาคส่ง

ภาคกำเนิดสัญญาณ DTMF จะกำเนิด 16 สัญญาณ DTMF ตามมาตรฐานที่มีความผิดเพี้ยนต่ำ และมีความถูกต้องทุก ๆ ความถี่ได้มาจากคริสตอลภาย นอกขนาด 3.579545 MHz รูปคลื่นไซน์ ทั้งแถวและหลัก จะถูกรวมกันและกรอง ออกมาเป็นสัญญาณ DTMF โดยที่มีฮาร์โมนิกน้อยมาก รหัสของสัญญาณ DTMF (ซึ่งจะเหมือนกับรหัสทางภาครับ ดังตารางที่ 2.3) จะถูกเขียนลงในรีจิสเตอร์ ส่งข้อมูล คาบเวลาของแต่ละโทน ประกอบด้วย ส่วนเวลาย่อยๆ 32 ส่วนเท่าๆ กัน คาบเวลาของ โทนสามารถ เปลี่ยนแปลงได้โดยการเปลี่ยนความยาวของส่วนเวลาย่อย

<u>โหมดเบิสต์ (BURST MODE)</u>

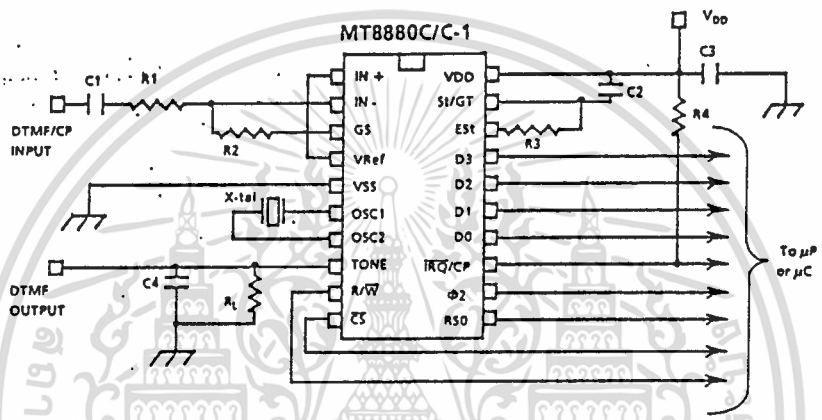
ในการประยุกต์ใช้งานทางด้านโทรศัพท์ สัญญาณ DTMF ที่ต้องการจะถูกกำเนิดขึ้น เป็นช่วงเวลาที่แน่นอน DTMF มาตรฐานถูกกำเนิดขึ้นโดยเลือก โหมดเบิสต์ ภาคส่งจะส่งสัญญาณ (BURST) และหยุดสัญญาณ(PAUSE) เป็นช่วงเวลาที่เท่ากัน ซึ่งถูกกำหนดไว้แล้ว คือ เท่ากับ 51 ms $\pm$ 1 ms ตามมาตรฐาน เมื่อ BURST และ PAUSE ถูกส่งออกไปแล้วจะมีบิทในรีจิสเตอร์ สถานะถูกเซท เพื่อ แสดงว่าภาคส่งพร้อมจะรับข้อมูล ตัวต่อไปแล้ว ถ้าเราเลือกโหมด DTMF จะได้ช่วงเวลาดังกล่าว แต่ถ้า เราเลือกโหมด CP ช่วงเวลาของทั้ง BURST และ PAUSE จะเพิ่มขึ้นเป็น2 เท่า คือ เท่ากับ 102 ms $\pm$ 2 ms เมื่อเลือกโหมด CP พร้อมกับโหมด BURST ไอซีจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณ DTMF แต่ไม่สามารถรับ DTMF ได้ ในการประยุกต์ใช้งาน ถ้าไม่ต้องการ BURST& PAUSE ตามมาตรฐาน โหมด BURST จะถูก ดิสเอเบิ้ล แล้วเกท (GATE) ของภาคส่ง จะถูกปิด/เปิด โดยไทม์เมอร์ฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์

ไมโครโปรเซสเซอร์จะสามารถเชื่อมต่อกับ MT 8880 เพื่อให้มีการควบคุมการส่งและรับได้อย่างถูกต้อง ภายในไอซีมีรีจิสเตอร์ 5 ตัว แบ่งเป็น 3 หน้าที่ คือ เคลื่อนย้ายข้อมูล,ควบคุมการรับส่ง และ แสดงสถานะการรับส่ง

- รีจิสเตอร์รับข้อมูลจะบรรจุรหัสของ DTMF ตัวล่าสุด
- รีจิสเตอร์ส่งข้อมูล ถูกเขียนได้อย่างเดียว ไม่สามารถอ่านได้



รูปที่ 2.17 แสดงวงจรใช้งาน ไอซี MT 8880

- รีจิสเตอร์ควบคุมการรับส่ง ประกอบด้วยรีจิสเตอร์ควบคุม 2 ตัว คือ CRA &CRB ซึ่งจะอยู่ตำแหน่งเดียวกัน การเขียนคำสั่งลงใน CRB ทำได้โดยการเซทบิทที่ เหมาะสมใน CRA แล้ว ไซเคิลต่อไป จะเป็นการเขียนคำสั่งลงใน CRB

ขา IRQ/CP สามารถถูกโปรแกรม ให้มีสัญญาณรีเควส ขออินเทอร์รัพท์ เมื่อ DTMF ถูกตรวจ จับได้ หรือเมื่อ ภาคส่งพร้อมที่จะรับรหัสตัวต่อไป (เฉพาะโหมด BURST) ขานี้เป็น ขา เอาท์พุทแบบ โอเพนเดรน (OPEN DRAIN) ซึ่งต้องมีพูลอัพรีซิสเตอร์ (รูปที่ 2.17)

ตารางที่ 2.4 แสดงการกำหนดหน้าที่ของรีจิสเตอร์

RSO	R/W	หน้าที่
0	0	เขียนรหัสลงในรีจิสเตอร์ส่งข้อมูล
0	1	อ่านรหัสจากรีจิสเตอร์รับข้อมูล
1	0	เขียนคำสั่งลงในรีจิสเตอร์ควบคุม
1	1	อ่านสถานะจากรีจิสเตอร์สถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงตำแหน่งบิทควบคุม ในCRA

b3	b2	b1	b0
RSEL	IRQ	CP/DTMF	TOUT

ตารางที่ 2.6 แสดงตำแหน่งบิทควบคุม ในCRB

b3	b2	b1	b0
C/R	S/D	TEST	BURST

ตารางที่ 2.7 แสดงรายละเอียดเกี่ยวรีจิสเตอร์ควบคุม A

บิท	ชื่อ	หน้าที่	คำอธิบาย
b0	TOUT	TONE O/P	โลจิก 1 แสดงว่าให้ส่งสัญญาณออกได้
b1	CP/DTMF	โหมดควบคุม	ในโหมด DTMF (โลจิก 0) จะสามารถกำเนิดและ ตรวจ จับ DTMF ได้ทั้งคู่ แต่ในโหมด CP (โลจิก 1) จะยอมให้ตรวจจับเฉพาะ คอลโพรเกรสโทนเท่านั้น (DTMF ไม่สามารถตรวจจับได้ถ้าเลือกโหมด CP)
b2	IRQ	อินเทอร์รัพท์อีนาเบิ้ล	โลจิก 1 เป็นการอีนาเบิ้ลการอินเทอร์รัพท์ ถ้าเลือกโหมด DTMF (b1=0) ด้วยแล้ว ขา IRQ/CP จะเป็น 0 ในกรณีต่อไปนี้ -DTMF มีความถี่และช่วงเวลาถูกต้อง . -ภาคส่งพร้อมที่จะรับรหัสต่อไป (เฉพาะ BURST MODE)
b3	RSEL	เลือกรีจิสเตอร์	โลจิก 1 เป็นการเลือกที่จะเขียนคำสั่งควบคุม CRB ในไซเคิลการเขียนต่อไป และไซเคิลถัดไปจะกลับมาที่ CPA อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับรีจิสเตอร์ควบคุม B

บิท	ชื่อ	หน้าที่	คำอธิบาย
b0	BURST	โหมด BURST	โลจิก 0 เป็นการอีนาเบิ้ลโหมด BURST รหัสของความถี่ DTMF จะถูกเขียนลงในรีจิสเตอร์ส่งข้อมูล เพื่อให้กำเนิดสัญญาณ DTMF ออกมาและหยุดสัญญาณ (PAUSE)เป็นช่วงเวลาที่แน่นอน ทันทีที่มี PAUSE รีจิสเตอร์สถานะจะแสดงบอกว่าพร้อมจะทำคำสั่งต่อไป และการอินเทอร์รัพท์จะเกิดขึ้นถ้าอีนาเบิ้ลอินเทอร์รัพท์ไว้
b1	TEST	โหมด TEST	เมื่ออีนาเบิ้ลโหมด TEST (โลจิก 1) IRQ/CP จะแสดงสัญญาณ DELAY STEERING จากภาครับ DTMF ดูรูปที่ 2.15 รูปคลื่น b3 เป็นเอาท์พุทที่ขานี้ (โหมด DTMF ต้องถูกเลือกถ้าจะใช้โหมด TEST)
b2	S/D	สัญญาณเดี่ยว/คู่	โลจิก 1 เป็นการส่งสัญญาณเดี่ยว เฉพาะแถวหรือหลัก ส่วนโลจิก 0 เป็นการส่งสัญญาณคู่
b3	C/R	สัญญาณความถี่แถว /หลัก	ใช้งานร่วมกับ b2 เพื่อสร้างส่งสัญญาณเดี่ยว โลจิก 1 เป็นการเลือกความถี่หลัก โลจิก 0 เป็นการเลือกความถี่แถว

ตารางที่ 2.9 แสดงรายละเอียดรีจิสเตอร์สถานะ

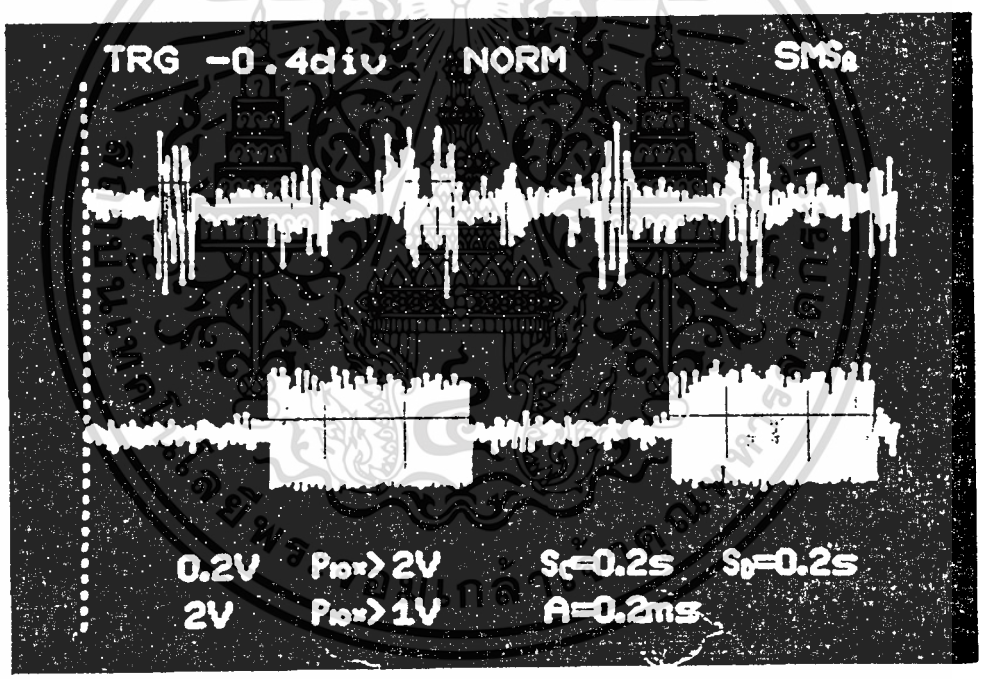
บิท	ชื่อ	เซทแฟลกสถานะ	เคลียร์แฟลกสถานะ
b0	IRQ	มีอินเทอร์รัพท์เกิดขึ้น (b1หรือ b2 ถูกเซท)	ไม่มีการอินเทอร์รัพท์แฟลก จะเคลียร์เมื่อรีจิสเตอร์สถาะถูกอ่าน
b1	รีจิสเตอร์ส่งข้อมูลว่าง (เฉพาะโหมด BURST)	สิ้นสุดช่วงเวลา PAUSE ตัวส่งพร้อมที่จะรับรหัสตัวต่อไป	เคลียร์หลังจาก รีจิสเตอร์สถานะถูกอ่านหรืออยู่ ในโหมด NON-BURST
b2	รีจิสเตอร์รับข้อมูลเต็ม	รหัสข้อมูลที่ถูกต้องอยู่ใน รีจิสเตอร์รับข้อมูล	เคลียร์หลังจากรีจิสเตอร์สถานะถูกอ่าน
b3	DELAYED STEERING	ช่วงเวลา DTMF ไม่ถูกต้อง	ช่วงเวลา DTMF ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 ส่วนตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง (DETECT BUSY TONE)

เมื่อผู้สนทนาทั้ง 2 ฝ่ายเสร็จสิ้นการสนทนากัน ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดหรือทั้ง 2 ฝ่าย จะวางแฮนด์เซทลง ซึ่งจะทำให้เกิดสัญญาณสายไม่ว่าง (BUSY TONE) ขึ้นจากชุมสาย ดังนั้น ในโครงงานนี้ เครื่อง DISA สามารถอาศัย สัญญาณไม่ว่างที่เกิดขึ้น ในการบอกให้ส่วนควบคุมและประมวลผลของเครื่อง ทราบว่าคู่สนทนาเลิกทำการสนทนาแล้ว เครื่อง DISA จะได้เลิกการทำงาน และเริ่มรีเซทตัวเครื่อง เพื่อให้พร้อม สำหรับการเรียกเข้าครั้งใหม่

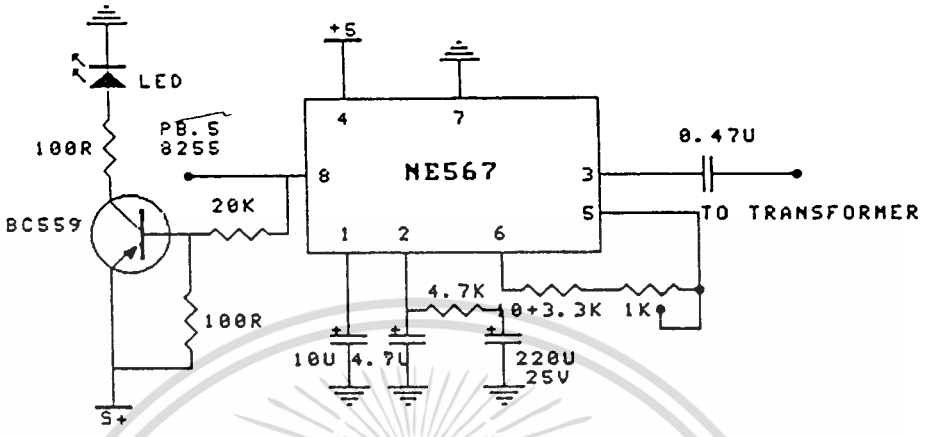
สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) มีลักษณะเป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 400 Hz ดังและหยุดทุก ๆ 0.5 วินาที เป็นสัญญาณที่แสดงว่า ไม่สามารถทำการติดต่อได้ ลักษณะ ของสัญญาณ ไม่ว่าง แสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 (บน) แสดงลักษณะของสัญญาณเสียงพูด
(ล่าง) แสดงลักษณะของสัญญาณไม่ว่าง

วงจรการตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง ของอุปกรณ์ DISA นี้ อาศัยการทำงาน ของไอซี TONE DECODER เบอร์ NE 567 ซึ่งสามารถปรับจูนให้รับความถี่ ในช่วงความถี่ประมาณ 400 Hz ของสัญญาณไม่ว่าง โดยทำการปรับที่ค่า ความต้านทานระหว่างขาที่ 5 กับ ขาที่ 6 ให้ มีประมาณ 13.8 KOhm ดังแสดงในรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 แสดงวงจรของส่วนตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง

เมื่อมีสัญญาณความถี่ประมาณ 400 Hz ตามที่ปรับจูนไว้ เข้ามาที่ ขา 3 ของไอซี NE 567 จะทำให้เอาท์พุทที่ขา 8 มีสถานะเป็น 0 โวลท์ แต่ถ้าป้อนสัญญาณ ความถี่อื่นที่อยู่นอกเหนือจากความถี่ที่ปรับจูนเอาไว้ หรือไม่ป้อนสัญญาณใด ๆ สถานะของ โลจิกที่ขา 8 จะเป็นสถานะสูง หรือ +5 โวลท์ จะเห็นได้ว่า เราสามารถนำไอซี NE 567 มาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจจับสัญญาณสายไม่ว่างได้ โดยการปรับจูนความถี่ สามารถ ทำได้โดยการปรับค่าความต้านทานและตัวเก็บประจุจากภายนอก ต่อเข้ากับขาต่าง ๆ ของไอซี จากนั้น อาศัยการจูนค่าโดยปรับความต้านทานไฟฟ้า ระหว่างขาที่ 5 และ ขาที่ 6 ของ NE 567 นั่นเอง

หลังจากที่เราจูนความถี่ได้ ตรงกับความถี่ของสัญญาณไม่ว่างแล้ว จะพบว่าเมื่อไอซี NE 567 ได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง สถานะของเอาท์พุทที่ขา 8 ของไอซีดังกล่าวจะเป็น 0 โวลท์ ประมาณ 0.5 วินาที และ +5 โวลท์ ประมาณ 0.5 วินาที สอดคล้องตามสัญญาณสายไม่ว่าง ซึ่งเราสามารถนำเอาท์พุทที่ได้นี้ ต่อไปยังไอซี เบอร์ 8255 และใช้โปรแกรมทำการตรวจสอบช่วงเวลาอีกครั้ง เพื่อแจ้งให้ส่วนประมวลผลทราบว่า ผู้สนทนาทั้ง 2 ฝ่าย เลิกการสนทนากันแล้ว ส่วนประมวลผล ก็จะทำการเลิกการทำงาน และ รีเซท ระบบใหม่ เพื่อการเรียกเข้าครั้งต่อไป

วงจรขับ LED (LIGHT EMITTING DIODE) ที่ต่อจากเอาท์พุทขาที่ 8 ของNE 567 นั้น เพื่อแสดงสัญญาณไม่ว่างออกเป็นไฟที่ LED ซึ่งสว่างและดับ 0.5 วินาที สลับกันไป เมื่อมีสัญญาณไม่ว่าง เข้ามาที่ขา 3 ของ NE 567 นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 ส่วนการคัปปลิ้งกับสายโทรศัพท์

ส่วนการเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์นี้ จะอยู่รวมกับ ส่วนที่ทำหน้าที่ในการรับสาย ซึ่งประกอบด้วยหม้อแปลง โดยที่ขดลวดปฐมภูมิต่ออยู่กับสายโทรศัพท์ และมีความต้านทานรวมของวงจรประมาณ 600 โอห์ม (ซึ่งเท่ากับความต้านทานของโทรศัพท์ขณะที่ยกหู) เมื่อหน้าสัมผัสของรีเลย์ปิด จะทำให้วงจรทางคู่สายโทรศัพท์ มีค่าความต้านทานทางกระแสตรงต่ำ ก็จะเกิดการครบวงจรขึ้น ทำให้ทางชุมสายรับรู้การยกหูของเครื่องทางชุมสาย ก็จะหยุดส่งสัญญาณกระดิ่ง การสลับสายที่ต่ออยู่ด้วยหม้อแปลง นอกจากจะทำหน้าที่ทำให้ ความต้านทานร่วมของวงจรต่ำแล้ว ยังทำหน้าที่ เชื่อมต่อวงจรถ่ายทอดสัญญาณ เข้าสู่คู่สายในเวลาเดียวกัน

2.3.7 ส่วนของวงจรเสียงพูดผ่าน (SPEECH PATH)

การทำงานของวงจรตัด/ต่อ SPEECH PATH ทำงานโดยอาศัยหลักการของรีเลย์แบบ DPDT (DOUBLE POLE DOUBLE THROW) รีเลย์เป็นสวิทช์แม่เหล็กไฟฟ้า ที่อาศัยสนามแม่เหล็กจากขดลวดเป็นตัวปิด/เปิดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

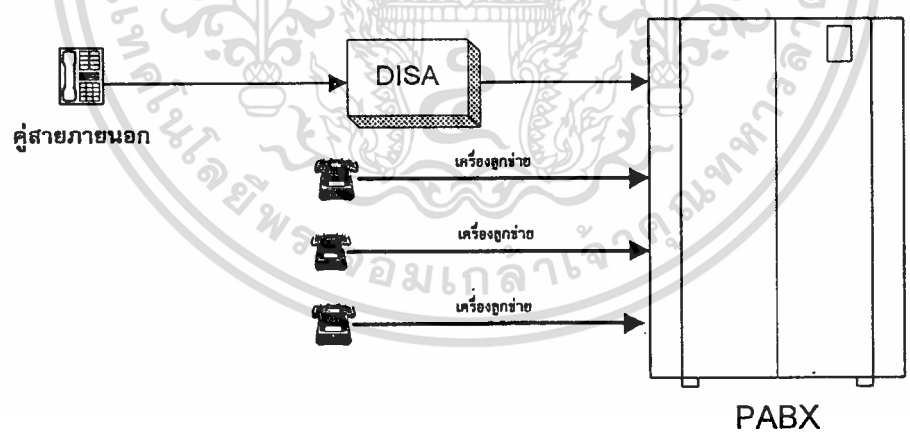
บทที่ 3

การออกแบบวงจร

วิธีการออกแบบวงจร

ในการออกแบบวงจรของ เครื่องต่อโทรศัพท์ตรงไม่ผ่านโอเปอเรเตอร์ ในโครงงานนี้ อาศัยหลักการต่อสายโทรศัพท์จากภายนอกเข้ากับเครื่อง DISA โดยที่เครื่อง DISA จะทำตัวเสมือนกับเป็นเครื่องลูกข่ายของเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX) การติดต่อสื่อสารจากภายนอก ไปยังลูกข่ายอื่น ๆ ของ PABX จะกระทำผ่านเครื่อง DISA ในลักษณะเดียวกับการติดต่อสื่อสารกันเองภายใน ระหว่างเครื่องลูกข่ายของ PABX จากเครื่องลูกข่ายปลายทาง

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าหลักการของเครื่อง DISA ในโครงงานนี้ จำเป็นต้องอาศัยเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX) ทำการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องลูกข่าย โดย PABX จะไม่ต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอกโดยตรง แต่จะต่อคู่สายโทรศัพท์ภายนอกกับเครื่อง DISA และต่อเครื่อง DISA เข้ากับ PABX โดยให้เครื่อง DISA ทำตัวเป็นเครื่องลูกข่ายของ PABX นั้น ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงหลักการเชื่อมต่อของเครื่อง DISA

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าเครื่อง DISA จะต้องมีวงจรภายใน สำหรับทำหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้

1. เครื่อง DISA จะต้องทราบว่าเมื่อใดที่คู่สายภายนอก ต้องการติดต่อเข้ามา ดังนั้น ในโครงงานนี้จึงอาศัยการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง โดยการทำงานของ ไอซีเบอร์ 4N25 (OPTO-COUPLER) ร่วมกับไดโอด ดังที่ได้อธิบายโดยละเอียด ในหัวข้อทฤษฎีและหลักการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จะต้องมีวงจรเก็บเสียงระบบดิ จิตอล (DIGITAL) ทำหน้าที่เป็นผู้ประกาศ ข้อความ (Announcer) ซึ่งวงจรนี้จะต้องเป็นวงจร ที่สามารถสั่งงาน ได้ทั้งจาก หน่วยประมวลผลกลาง และการสั่งงานจากปุ่มกด รวมทั้งจะต้องมีความสามารถเพียงพอในการบันทึกข้อความ หรือการประกาศ ซึ่งมีระยะเวลา การบันทึก ที่เหมาะสม

ดังนั้น ในโครงงานนี้เราจึงเลือกใช้ ไอซีเบอร์ T6668 ทำหน้าที่เป็น DIGITAL ANNOUNCER ซึ่งมีคุณสมบัติครบถ้วนตาม ความต้องการเบื้องต้น ดังกล่าว เพราะ T6668 สามารถสั่งงานได้ทั้งจาก CPU และจากการกดปุ่ม ส่วนบันทึกเสียงจะใช้ ไดนามิกแรม (DYNAMIC RAM) ซึ่งมีขนาด 256K 4ตัว ในการบันทึกข้อมูลเสียงพูดได้นานถึง 128 วินาที (DRAM 1 ตัวบันทึกเสียงได้นาน 32 วินาที) ซึ่งนับว่านานเพียงพอ ในการประกาศข้อความตอบรับ

3. วงจรในการตรวจจับสัญญาณ DTMF และสร้าง สัญญาณ DTMF ในโครงงานนี้ อาศัย ไอซี เบอร์ MT 8880 ซึ่งจะทำหน้าที่ทั้งตรวจจับสัญญาณ DTMF และสร้าง สัญญาณ DTMF ภายในตัวเดียวกัน ทำให้มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในโครงงานนี้ เพราะนอกจากจะมีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้แล้ว ยังประหยัดอุปกรณ์อีกด้วย แต่การควบคุม และใช้งานไอซีเบอร์นี้ ต้องใช้การโปรแกรมในการสั่งงาน จากส่วนประมวลผล ซึ่งมีความซับซ้อนพอสมควร

4. วงจรตรวจจับสัญญาณ BUSY TONE สร้างขึ้นเพื่อให้เครื่อง DISA ทราบว่า คู่สนทนาเลิกสนทนากันแล้ว จะได้ทำการรีเซทระบบ เพื่อให้ระบบพร้อมสำหรับคู่สายใหม่ ที่จะเข้ามา ในการตรวจจับ BUSY TONE นี้ เนื่องจากทราบว่า BUSY TONE เป็นสัญญาณไซน์ที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz เราจึงใช้ ไอซี NE 567 TONE DECODER ในการตรวจจับสัญญาณดังกล่าวได้

5. ส่วนประมวลผล ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่อง DISA ซึ่งเป็นงานไม่มากสำหรับ CPU เราจึงเลือกใช้ CPU เบอร์ 8031 ในการประมวลผล การทำงาน ของเครื่อง DISA ซึ่ง CPU 8031 นี้มีความสามารถเพียงพอ และประหยัดกว่า การใช้ CPU เบอร์อื่น รวมทั้งการใช้งาน สั่งการไม่ยุ่งยากเกินไป ในโครงงานนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะ ต้องใช้พอร์ทของ CPU ในการควบคุม จุดต่าง ๆ ของเครื่อง DISA เราอาศัยไอซีเบอร์ 8255 การกำหนดพอร์ตของ 8255 ในโครงงานนี้ ใช้พอร์ต A เป็นเอาท์พุทเพื่อส่งสัญญาณไปควบคุมวงจรส่วนต่าง ๆ และใช้พอร์ต B เป็นอินพุท เพื่อรับสัญญาณจากส่วนต่าง ๆ ไปประมวลผล

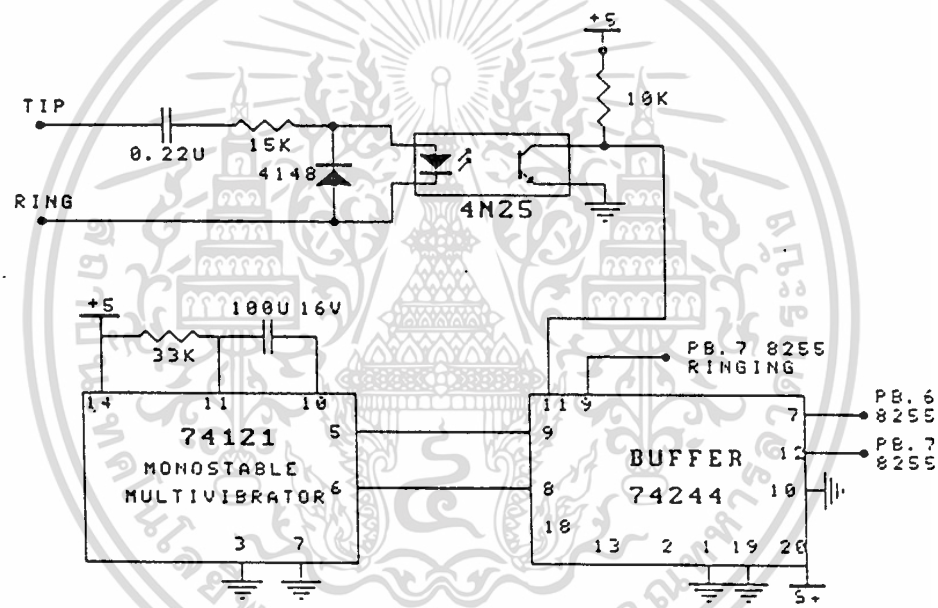
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

4.1 การทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

ในขั้นแรกเราก็จะทำการต่อวงจรตามรูป 4.1 จากนั้น ก็จะวัดสัญญาณที่ออกมาจากขา 5 ของไอซี 4N25 โดยใช้ออสซิลโลสโคป สัญญาณที่เราต้องการจะได้ก็คือ สัญญาณที่แตกต่างกันระหว่างสัญญาณที่เกิดขณะมีสัญญาณกระดิ่ง และสัญญาณขณะที่ไม่มีสัญญาณกระดิ่ง

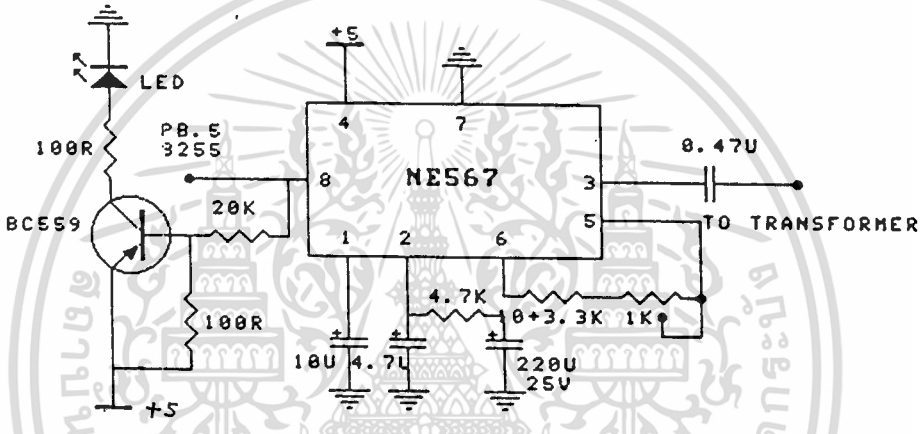


รูปที่ 4.1 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง

หลังจากต่อวงจรตามรูปที่ 4.2 แล้วใช้ออสซิลโลสโคป วัดสัญญาณที่ขา 8 ของไอซี NE 567 จากนั้นนำสัญญาณไม่ว่าง ที่ได้จากการคัปปลิ้งผ่านสายโทรศัพท์เข้ามาต่อที่ตัวเก็บประจุไฟฟ้าขนาด 0.47 ไมโครฟารัดที่ต่ออยู่กับขา 3 จากนั้น ทำการปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 1 กิโลโอห์ม จนกระทั่งสัญญาณที่ได้จากขา 8 ที่มีการเปลี่ยนแปลงตามจังหวะของสัญญาณไม่ว่าง คือ ดัง 0.5 วินาที และหยุด 0.5 วินาที อย่างชัดเจนที่สุด



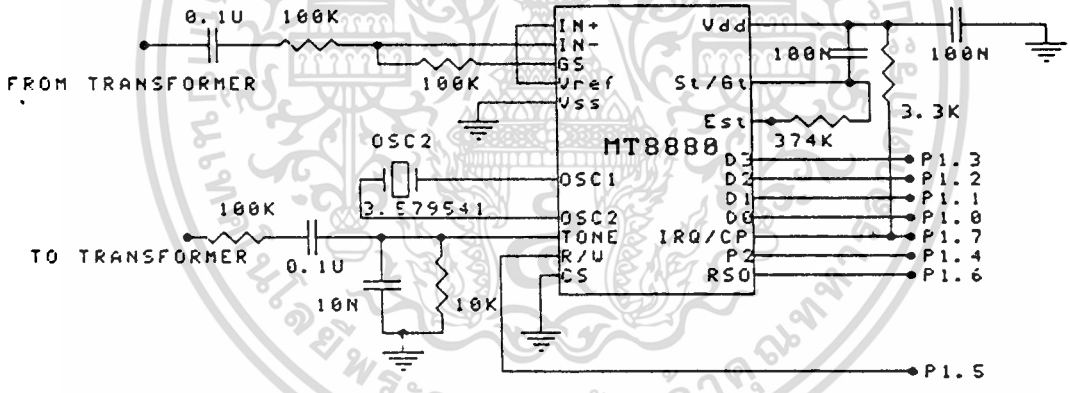
รูปที่ 4.2 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองวงจรตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF

หลังจากทำการต่อวงจรตรวจจับ และกำเนิดสัญญาณ DTMF โดยใช้ ไอซีเบอร์ MT8880 ตามรูปที่ 4.3 จากนั้นเขียนโปรแกรม โดยใช้ภาษาแอสแซมบลี้ เริ่มต้นโปรแกรมด้วยการเซทค่าต่าง ๆ ของ ไอซีเบอร์ MT8880 ให้ทำงานในโหมดรับตามรายละเอียด ในบทที่ 2 เรื่องทฤษฎีและหลักการ หลังจากนั้น ก็ทำการต่อสัญญาณจากสายโทรศัพท์ ที่ถูกคับปลิ้ง ผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ามาแล้ว ผ่านเข้าที่ขาของ C 0.01uF ซึ่งต่ออยู่กับ R 100K และขา 2 ของ MT8880 และเขียนโปรแกรมให้รับค่าจาก พอร์ต D0-D3 ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ หลังจากนั้น จึงเซทให้ ไอซี MT8880 เป็น โหมดส่ง และกำเนิดสัญญาณออกมา ที่ขา TONE โดยเราจะต่อหูฟังเข้ากับขา TONE เพื่อที่จะรู้ได้ว่ามีสัญญาณออกมา จริงหรือไม่

ขณะที่ทำการทดลองจริง ๆ ก็ จะเขียนโปรแกรม สั่งให้ MT8880 ทำการรับสัญญาณ DTMF เข้ามา และทำการกำเนิดสัญญาณนั้นออกไป พร้อมทั้งต่อ LED เพื่อแสดงค่ารหัสของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ตรวจจับได้ และส่งออกทางขา D0-D3 ของ MT 8880

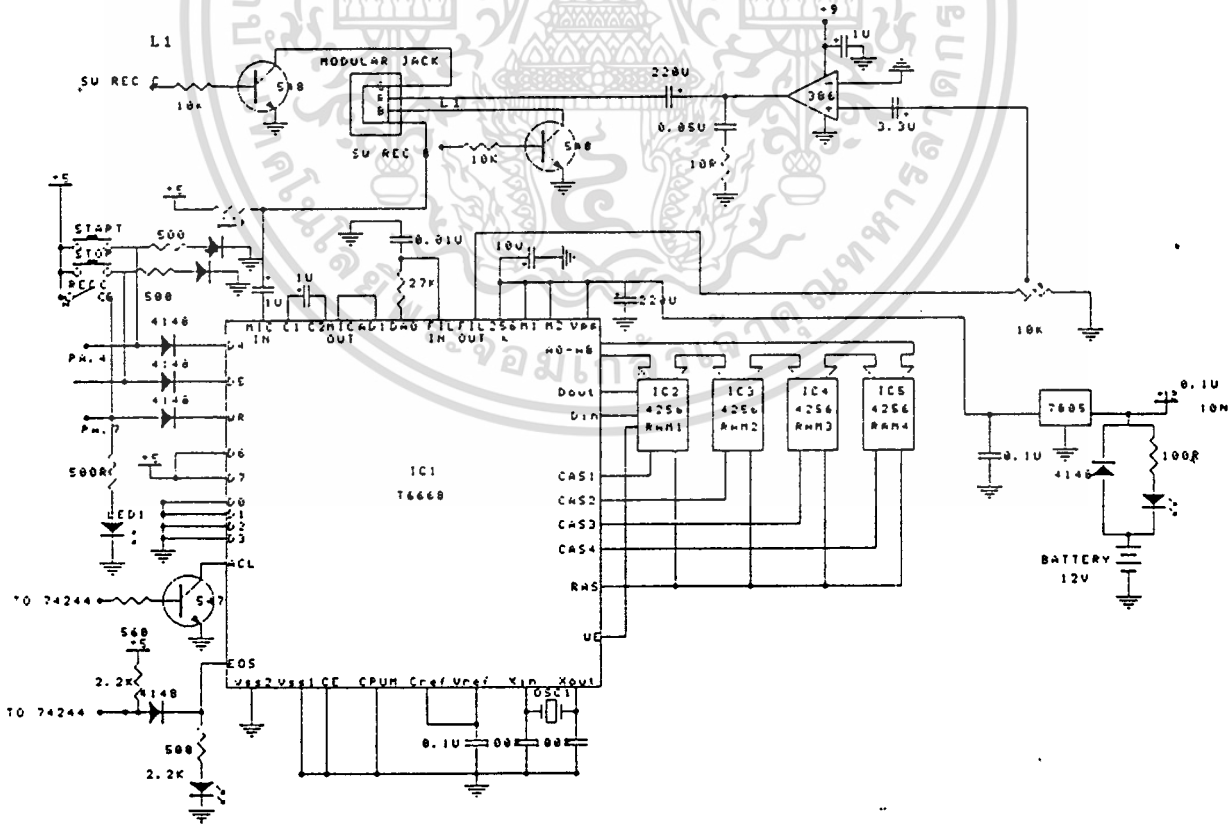


รูปที่ 4.3 แสดงวงจรตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

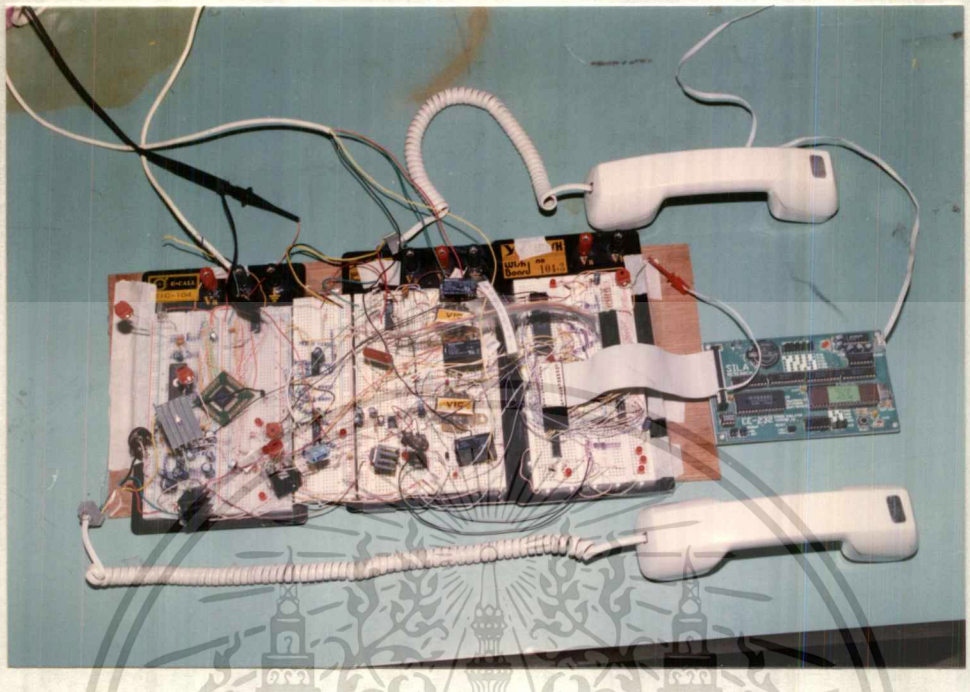
4.4 การทดลองวงจรส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ

สำหรับการทดลอง วงจร ANNOUNCER นั้น หัวใจสำคัญอยู่ที่ ไอซี เบอร์ T6668 ซึ่งมี 60 ขา และเป็นชนิด SURFACE MOUNT ไม่สามารถต่อลงบนบอร์ดทดลองได้ จึงต้องทำลายวงจรลงบนแผ่นปรินท์ สำหรับไอซีตัวนี้โดยเฉพาะ แล้วจึงบัดกรีสายต่อลงบนบอร์ดทดลอง เมื่อประกอบวงจร เสร็จเรียบร้อย ก็ทำการทดลองอัดเสียงพูด แล้วให้ไอซีทำงานประกาศเสียงนั้นซ้ำ พบว่า ไอซีสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี แต่คุณภาพเสียงในตอนแรกยังไม่ดีนัก ซึ่งเราได้ทำการปรับปรุงคุณภาพที่วงจรขยาย ในโครงงงานนี้ มีข้อกำหนดว่า ANNOUNCER จะต้องหยุดการประกาศเสียงทันทีเมื่อผู้ใช้กดเลขหมาย ดังนั้น เราจึงต้องอาศัย ขา EST (EARLY STERING) ของ ไอซีตรวจจับสัญญาณ DTMF ซึ่งตามปกติ จะมีสถานะเป็น "0" แต่เมื่อได้รับสัญญาณ DTMF จะมีสถานะเป็น +5 โวลท์ ดังนั้น เราจึงสามารถใช้ขานี้ ของไอซี MT 8880 ต่อเข้ากับขา STOP ของไอซี T6668 ได้โดยตรง เมื่อเราทำการทดลองดูจึงพบว่า สามารถทำงานดังกล่าว ได้พอดี คือ ANNOUNCER จะหยุดทันทีเมื่อได้รับสัญญาณ DTMF

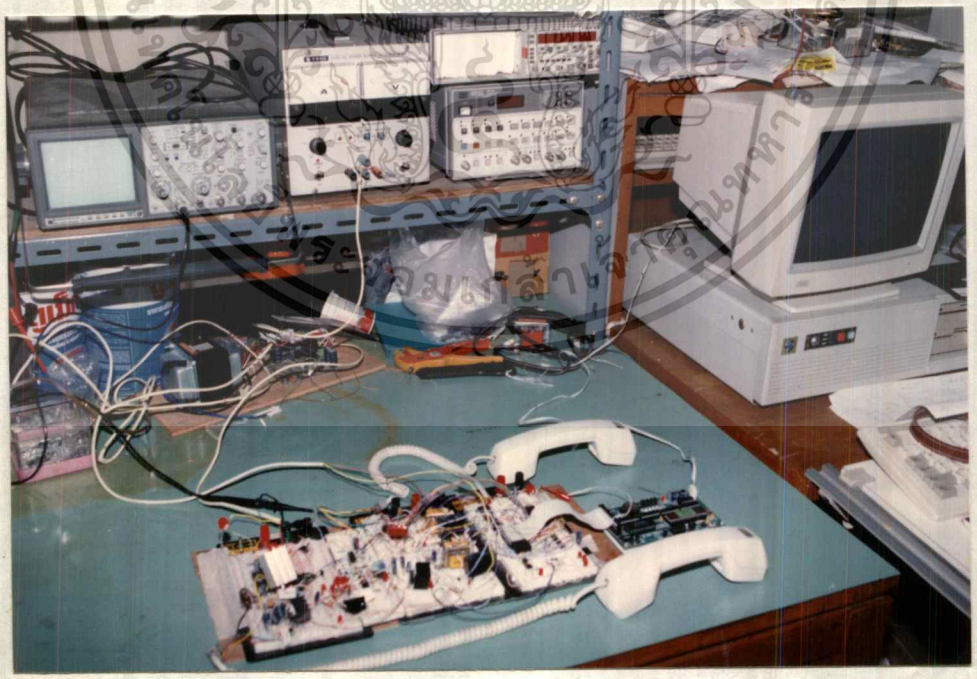


รูปที่ 4.4 แสดงวงจรส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงบอร์ดทดลองของเครื่อง DISA



รูปที่ 4.6 แสดงบอร์ดทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

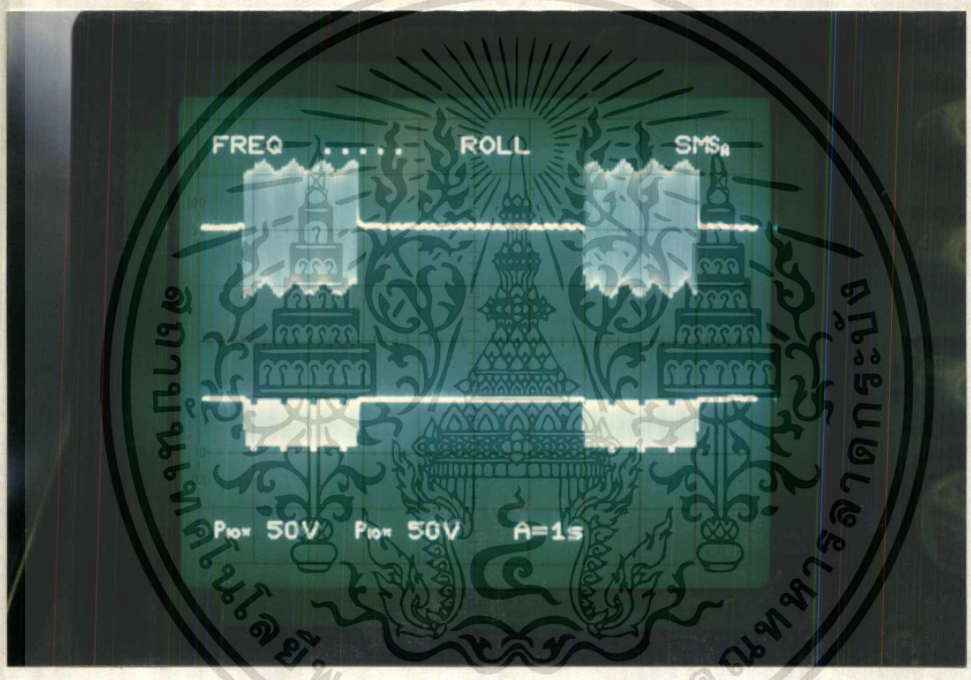
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

5.1 ผลการทดลองส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (DETECT RINGING)

หลังจากที่ได้ต่อวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ลงบนบอร์ดทดลอง และป้อนอินพุทสัญญาณกระดิ่ง ให้กับวงจรที่ต่อขึ้นแล้ว จะได้เอาท์พุทที่ขา 5 ของ 4N25 เปรียบเทียบกับสัญญาณกระดิ่งจากคู่สายโทรศัพท์ ดังรูปที่ 5.1



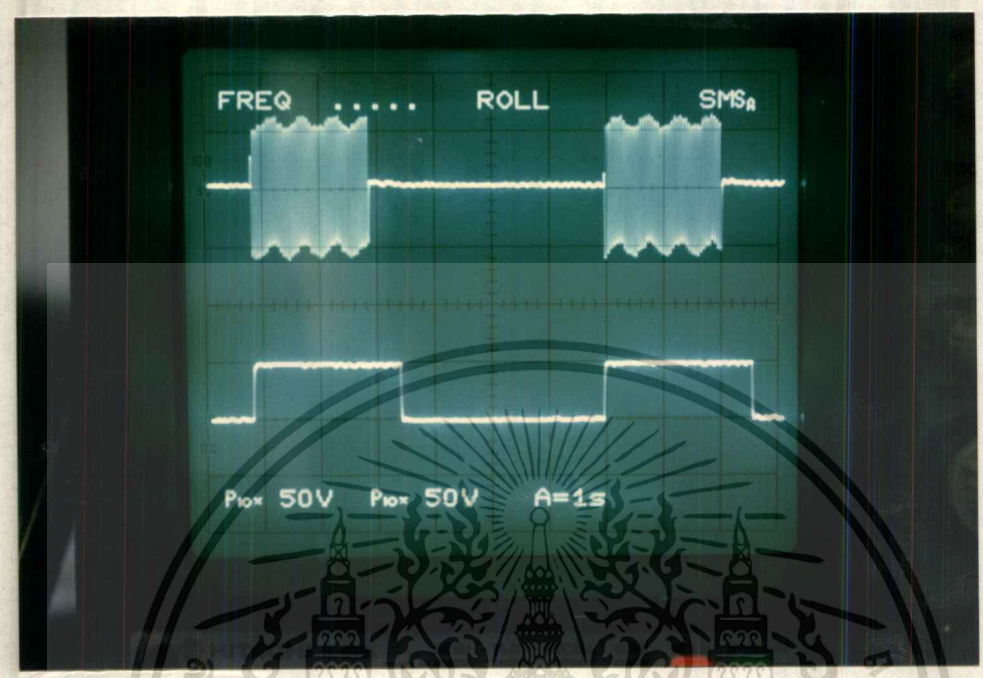
รูปที่ 5.1 (บน) แสดงลักษณะของสัญญาณกระดิ่ง
(ล่าง) แสดงลักษณะของสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 5 ของ 4N25
หมายเหตุ โพรบที่ใช้วัดสัญญาณกระดิ่ง ปรับให้เป็นแบบ [x10]

จากรูปจะเห็นได้ว่า อินพุทสัญญาณกระดิ่ง ที่ตรวจจับได้ เมื่อออกเป็นเอาท์พุทส่วนนี้ จะลดขนาดลงเป็นพัลส์ มีชั้วกลับกับสัญญาณกระดิ่งเดิม ซึ่งเพียงพอที่จะใช้เป็นอินพุทให้แก่พอร์ตของส่วนควบคุมและประมวลผลแล้ว แต่เพื่อให้เขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น เราจึงนำสัญญาณนี้ไปผ่านบัฟเฟอร์ ให้มีความสม่ำเสมอ และคมชัด (SHARP) รวมทั้งผ่านไอซี MONOSTABLE MULTIVIBRATOR เบอร์ 74121 เพื่อให้ได้เอาท์พุทที่เป็นโลจิก "0" และ "1" อย่างต่อเนื่อง ทำให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมตรวจสอบ ให้มีความถูกต้องและแน่นอนยิ่งขึ้น

ผลของสัญญาณที่ออกจาก ขา 6 ของ ไอซีเบอร์ 74121 จะได้โลจิก "0" และ "1" ตามจังหวะการดังและดับของสัญญาณกระดิ่ง โดยขณะที่มี สัญญาณกระดิ่ง 20 Hz จะได้เอาท์พุทเป็น "0" และขณะที่สัญญาณกระดิ่งเงียบไปนั้น เอาท์พุทที่ได้จะเป็นโลจิก "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 (บน) แสดงลักษณะของสัญญาณกระดิ่ง
(ล่าง) แสดงลักษณะของสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 6 ของ 74121

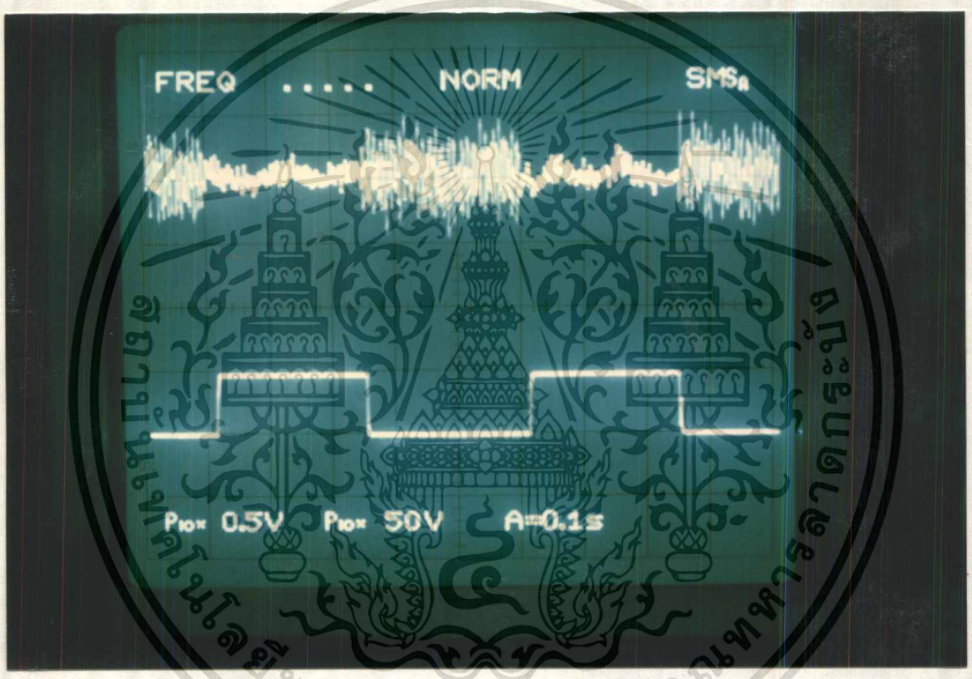
สาเหตุที่ผลการทดลองเป็นเช่นนี้ ก็เนื่องมาจาก การทำงานของไอซี MONOSTABLE MULTIVIBRATOR เบอร์ 74121 ซึ่งผลที่ได้นี้ทำให้เป็นการสะดวกอย่างมากในการเขียนโปรแกรมเพื่อการตรวจจับ และนับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่ง เช่น สามารถโปรแกรมให้รับสายเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาครบ 2 ลูก หรือ 4 ลูก เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า จากเอาท์พุทที่เราได้มานี้ สามารถนำไปเป็นอินพุทให้กับส่วนควบคุมและประมวลผล เพื่อจะวิเคราะห์ว่า มีสัญญาณเรียกเข้ามาเมื่อใด โดยเราจะเขียนโปรแกรมทำการตรวจสอบลักษณะพัลส์นี้ ถ้าพบว่าเป็นสัญญาณกระดิ่งจริง ส่วนควบคุมและประมวลผลจะได้สั่งการให้เครื่อง DISA รับสายและส่งสัญญาณเสียงตอบรับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการทดลองส่วนตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง (DETECT BUSY)

หลังจากที่เราต่อวงจรตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง ลงบนบอร์ดทดลองตามรูปวงจรในส่วนทฤษฎีและหลักการแล้ว เราได้ทดลองป้อนอินพุทเป็นสัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) ให้กับขา 3 ของไอซี เบอร์ NE 567 จะพบว่า หลังจากปรับจูนตัวต้านทานระหว่าง ขา 6 และ ขา 5 ของไอซีอีกเล็กน้อย ไดโอดเปล่งแสง (LED) จะเปล่งแสงและดับสลับกัน ตามจังหวะของสัญญาณไม่ว่าง และเมื่อทำการวัดสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 8 ของ ไอซี เปรียบเทียบกับสัญญาณไม่ว่าง จะพบว่า สัญญาณเอาท์พุทมีลักษณะเป็น 2 ระดับสลับกัน ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 (บน) แสดงลักษณะของสัญญาณไม่ว่าง
(ล่าง) แสดงลักษณะของสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 8 ของ NE 567

ในช่วงเวลาที่มีเสียงของสัญญาณไม่ว่าง จะพบว่า ระดับของสัญญาณเอาท์พุทจะตกลงเป็นศูนย์ และ LED จะสว่าง แต่ในช่วงที่สัญญาณเงียบไป ระดับของสัญญาณเอาท์พุท จะเป็น +5 โวลท์ และ LED จะดับ สลับกันไปเช่นนี้ แต่เมื่อเราทดลองส่งเสียงพูดผ่าน ไมโครโฟนป้อนเข้าไปยังไอซี NE 567 ซึ่งเป็น TONE DECODER พบว่าเอาท์พุทที่ ขา 8 ของไอซี NE 567 เป็นโลจิก "1" ตลอดเวลา และ LED ไม่สว่าง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เราสามารถตรวจจับสัญญาณไม่ว่างได้ โดยเขียนโปรแกรมตรวจสอบโลจิกที่ขา 8 ของไอซี เพื่อให้ส่วนควบคุมและประมวลผลทราบได้ว่ามีสัญญาณไม่ว่างเกิดขึ้นเมื่อใด และหลังจากที่ ส่วนควบคุมและประมวลผลทราบว่า มีสัญญาณไม่ว่างเกิดขึ้นแล้ว ก็จะสั่งให้เครื่อง DISA รีเซทระบบ เพื่อเริ่มทำงานรอการเรียกเข้าครั้งต่อไป

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ผลการทดลองวงจรตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF

จากการทดลอง หลังจากที่เราโหลดโปรแกรมที่ใช้ทดสอบ MT 8880 ลงไปยังส่วนควบคุมและประมวลผลแล้ว ในตอนเริ่มต้น MT 8880 จะได้รับคำสั่งเซท ให้เป็นโหมดรับ และคอยรับสัญญาณ DTMF เมื่อมีสัญญาณ DTMF เข้ามา MT 8880 จะทำการตรวจจับและแปลงเป็นรหัสไบนารี 4 บิท เพื่อนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของหน่วย ควบคุมและประมวลผลผ่านทางพอร์ต 8255 พร้อมกันนั้น ก็จะแสดงออกมาทาง LED หลังจากนั้น จะมีการหน่วงเวลาเล็กน้อย ก่อนที่จะทำการกำเนิดสัญญาณ DTMF ตามข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุปและวิจารณ์

6.1 การทำงานในภาคเรียนที่ 1

ในภาคการเรียนที่ 1 นั้น หลังจากที่ได้ทำการศึกษาหัวข้อโครงงาน จนเข้าใจถึงหลักการทำงานและขอบเขตการทำงานทั้งหมดของอุปกรณ์ เครื่องต่อโทรศัพท์ตรงไม่ผ่านโอเปอเรเตอร์ (DISA) แล้วก็เริ่มทำการแบ่งแยกการทำงานออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น 6 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนควบคุมและประมวลผล (CENTRAL PRECESSING UNIT)
2. ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (RINGING DETECT)
3. ส่วนรับสัญญาณความถี่คู่ (DTMF DECODER)
4. ส่วนส่งสัญญาณความถี่คู่ (DTMF GENERATOR)
5. ส่วนสนทนาตอบรับ (ANNOUNCER)
6. ส่วนตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง (BUSY DETECT)

เมื่อแบ่งแยกส่วนย่อยได้แล้ว ก็เขียนไดอะแกรมแสดงการเชื่อมต่อกันแต่ละส่วนของเครื่อง DISA หลังจากนั้นจึงเขียน FLOW CHART แสดงขั้นตอนการทำงานตามลำดับ ตั้งแต่เริ่มรับสัญญาณกระดิ่ง จนกระทั่งสิ้นสุดการสนทนา ส่วนของ FLOW CHART นี้จะเป็นเครื่องมือสำคัญ ที่จะนำไปใช้ประกอบการเขียน โปรมแกรมควบคุมของหน่วยควบคุมและประมวลผล

ขั้นตอนต่อไป หลังจากเขียนบล็อคไดอะแกรม และ FLOW CHART ก็คือ ขั้นตอนการออกแบบวงจร สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบวงจร คือ จะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใด มาใช้เพื่อให้ เกิดความ เหมาะสม สะดวกและประหยัดที่สุด

การออกแบบวงจร ก็จะเริ่มออกแบบส่วนย่อยทีละส่วน เมื่อได้วงจรของทุกส่วนแล้วจึงนำมา เชื่อมต่อกันทั้งหมด

สำหรับอุปกรณ์หลักที่นำมาใช้ในแต่ละส่วนของโครงงานนี้ มีดังนี้

1. ส่วนควบคุมและประมวลผล ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031
2. ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ใช้ ออปโต้อิเล็กทรอนิกส์สวิทช์
3. ส่วนรับและส่งสัญญาณคู่ความถี่ ใช้ ไอซีเบอร์ MT 8880
4. ส่วนประกาศเสียงตอบรับ ใช้ไอซีบันทึกเสียง เบอร์ T6668
5. ส่วนตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง ใช้ไอซีเบอร์ NE 567

ขั้นตอนต่อไป คือ ทำการศึกษาถึงการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ไอซีบันทึกเสียง, ไอซีรับ และส่ง DTMF จากดาต้าชีท และเริ่มทำการทดลองส่วนต่าง ๆ ทีละส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองใช้งานไอซี ในภาคเรียนที่แล้วได้ทำการทดลองส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง และส่วนตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง เสร็จไปแล้ว ส่วนการทดลองไอซี T6668 และ MT 8880 ยังไม่ได้ผลการทดลองที่น่าพอใจเนื่องจากเวลามีจำกัด จึงนำมาทำต่อในภาคเรียนนี้

6.2 สิ่งที่ได้ทำในภาคเรียนนี้

ดังที่ได้กล่าวในรายงานโครงงานฉบับที่แล้ว ว่า ในเทอมการศึกษาแรกนั้น เราได้ทำการศึกษาสัญญาณต่าง ๆ ที่ต้องทำการตรวจจับให้ได้ เพื่อทราบขั้นตอนการทำงานของเครื่อง DISA และศึกษาไอซีต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้งาน รวมทั้งออกแบบวงจร และ SPEECH PATH ต่าง ๆ

ในภาคการศึกษานี้ นอกจากจะทำการพัฒนาฮาร์ดแวร์ในการตรวจจับสัญญาณต่าง ๆ ให้ดีขึ้น เช่น การตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ซึ่งได้พัฒนาให้ดีขึ้น ดังที่ได้กล่าวไว้ในส่วนทฤษฎีและหลักการ แล้วนั้น งานส่วนใหญ่ในภาคการศึกษานี้ เน้นหนักไปในด้านซอฟท์แวร์ที่จะนำมาใช้ควบคุมเครื่อง DISA โดยเราได้ทำการประกอบวงจรควบคุมและประมวลผลกลาง (CENTRAL PRECESSING UNIT) ขึ้นบนบอร์ดทดลอง และใช้ EPROM EMULATOR ทำงานเสมือน EPROM ขนาด 2 K เพื่อที่จะอัดโปรแกรมจาก COMPUTER ผ่านสายสัญญาณ RS-232 ลงไปบน EPROM EMULATOR และทำการทดลอง ซอร์ฟแวร์ กับ ฮาร์ดแวร์ทีละส่วน เมื่อพบว่าทำงานได้สมบูรณ์ดีแล้ว เราก็ทำการเขียนลายพิมพ์วงจร โดยใช้โปรแกรม PROTEL เพื่อออกแบบลายพิมพ์วงจร ตามฮาร์ดแวร์ที่ได้ทำการทดลองแล้วได้ผล ดังจะสรุปการทำงานในภาคการศึกษานี้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ได้ทำการพัฒนาฮาร์ดแวร์วงจร ตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ให้ตรวจจับได้ดีและง่ายขึ้น โดยใช้ ไอซี เบอร์ 74121 (MONOSTABLE MULTIVIBRATOR) เข้ามาช่วยเปลี่ยนแปลงรูปสัญญาณ เพื่อช่วยทำให้เขียนซอฟท์แวร์ ในการตรวจจับสัญญาณ กระดิ่งได้ง่าย และมีประสิทธิภาพ มากขึ้น

2. ทำการต่อวงจรฮาร์ดแวร์ทั้งหมดขึ้นบนบอร์ดทดลอง รวมทั้งส่วนควบคุมและประมวลผลด้วย

3. นำ EPROM EMULATOR มาทดลอง เขียนโปรแกรม ให้ฮาร์ดแวร์ทำงาน เช่น การทดลองตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง การทำงานของรีเลย์ ต่าง ๆ , การอ่านค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากดิพสวิทช์ , การตรวจความผิดพลาดเนื่องจากหมดเวลา (TIME OUT ERROR) , การตรวจจับสัญญาณ DTMF และการกำเนิดสัญญาณ DTMF ฯลฯ

4. เมื่อฮาร์ดแวร์ส่วนต่าง ๆ สามารถทำงานได้ดี และมีซอฟท์แวร์สำหรับส่วนต่าง ๆ แล้ว เราก็ทำการรวมซอฟท์แวร์ แต่ละส่วนนั้น เข้าเป็นซอฟท์แวร์ใหญ่ ของระบบทั้งหมด แล้วทดสอบการทำงานการทำงานจริง ของเครื่อง DISA ซึ่งในการทดลอง เนื่องจากเราไม่มีคู่สายโทรศัพท์ภายนอก เราจึงต้องทดลอง โดยการใช้เครื่องลูกข่ายถึง 4 เครื่อง ในการ

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลอง โดยเครื่องแรกเป็น สายโทรเข้า เครื่องที่ 2 เป็นสายปลายทาง และ เครื่องที่ 3 และ 4 ต่ออยู่กับเครื่อง DISA

5. หลังจากที่พัฒนา จนโปรแกรมสามารถทำงานได้ดีแล้ว และคิดว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์ใด ๆ อีก เราจึงเริ่มทำการออกแบบ ลายพิมพ์วงจร โดยใช้โปรแกรม PROTEL

6. สร้าง PRINT CIRCUIT BOARD ขึ้น เพื่อประกอบเครื่อง DISA

7. ลงอุปกรณ์บน PRINT CIRCUIT BOARD และทำการทดสอบการทำงาน

6.3 ปัญหาและการแก้ไข

ปัญหาและการแก้ไขที่พบในโครงงานนี้ ได้แก่

1. ปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนที่เกิดจากวงจร ANNOUNCER

เมื่อเราทดลองต่อวงจร ANNOUNCER ในตอนแรกจะเกิดปัญหา คือ เสียงที่อัดเอาไว้ใน RAM เมื่อทำการ PLAY BACK แล้ว เกิดเสียงรบกวนขึ้นมาก และเสียงมีลักษณะแตกพร่า จากการทดลอง เราพบว่า เสียงรบกวนที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากส่วนวงจรขยายเสียง เราจึงได้ทำการปรับปรุงและพัฒนาวงจรขยายขึ้น เสียงรบกวน ต่าง ๆ ก็จะหายไป

2.ปัญหาเกี่ยวกับการตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF

ปัญหาของวงจรในส่วนนี้ คือ เมื่อมีการรับสัญญาณ DTMF ได้แล้ว IC MT 8880 สามารถตรวจจับได้แต่ไม่สามารถกำเนิดสัญญาณออกมาได้ ตามที่สามารถตรวจจับ จากการทดลองทำให้เราทราบว่าปัญหาไม่ได้เกิดจาก ตัวไอซี MT8880 แต่เกิดจาก ส่วนของ การโปรแกรม คือเมื่อสั่งให้ ANNOUNCER เริ่มประกาศ นั้นเราตั้งค่าหน่วงเวลาเอาไว้มากเกินไป ทำให้ ไม่สามารถ ตรวจจับ สัญญาณ DTMF ตัวแรกได้ทัน การแก้ปัญหา คือเราก็ไปลดเวลาของส่วนหน่วงเวลาลงเหลือเพียง 220 mS ก็จะทำให้ปัญหา ของ DTMF หมดไป

3.ปัญหาเกี่ยวกับการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

การตรวจจับสัญญาณกระดิ่งในตอนแรก เราจะใช้ IC เบอร์ 4N25 เพียงตัวเดียว สัญญาณที่ออกมาจากการตรวจจับจะเป็นพัลส์ สี่เหลี่ยมที่มีความถี่ 20 Hz ขณะที่มีสัญญาณกระดิ่ง และจะเป็น 5 V เมื่อไม่มีสัญญาณกระดิ่ง ผลลัพธ์ที่ออกมาอย่างนี้ทำให้ยากต่อการตรวจจับ โดย CPU และการควบคุมจำนวนครั้งของกระดิ่ง ที่จะทำการตรวจจับ การแก้ปัญหาสามารถทำได้โดยนำไอซี เบอร์ 74121 ซึ่งเป็น MONESTABLE MULTIVIBRATOR เพิ่มเข้าไป ทำให้พัลส์ของสัญญาณกระดิ่งช่วงที่ดัง คือ ช่วงที่มีความถี่ 20 Hz เป็นศูนย์ตลอด

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วง และช่วงที่สัญญาณกระดิ่งหยุด จะทำให้ผลลัพธ์เป็น 1 ตลอด ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมตรวจสอบ จำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งได้ง่าย

4. ปัญหาเกี่ยวกับรูปสัญญาณที่ผิดเพี้ยน

การทำงานที่ถูกควบคุม ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ข้อมูลทุกอย่างจะเป็นข้อมูลดิจิตอล ดังนั้น ถ้ารูปสัญญาณเกิดความผิดเพี้ยน คือการที่ขอบของสัญญาณ ที่เป็นไบนารีบิทถูกลดทอน หรือเกิดการกระเพื่อม (DEBOUNCE) จะทำให้เกิดการอ่านค่าข้อมูลผิดพลาดไป การแก้ปัญหา คือ นำสัญญาณไปผ่านบัฟเฟอร์เบอร์ 74244 ซึ่งจะทำให้สัญญาณ มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

5. ปัญหาจากวงจรขยายในการตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง

ในตอนแรกของการทดลอง ตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) เราได้ต่อส่วนขยายสัญญาณ (AMPLIFIER) ขยายสัญญาณไม่ว่างก่อนส่งไปยัง ไอซี NE 567 TONE DECODER ปรากฏว่า เกิดปัญหาขึ้นกับไอซี MT8880 คือ มีการหอน และการทำงานไม่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งในตอนแรกนั้น เราจับได้ว่าปัญหาเกิดจาก ตัว MT8880 เอง แต่เมื่อ แยกวงจร MT8880 ออกมา พบว่า ปัญหาต่าง ๆ หายไป เราจึงเริ่มหาสาเหตุอื่น จึงสามารถ สรุปได้ว่า ปัญหาเกิดขึ้นเนื่องจากส่วนขยาย ของวงจรตรวจจับสัญญาณไม่ว่างดังกล่าว เราจึงตัดวงจรขยายส่วนนี้ออกไป ปรากฏว่าปัญหาต่าง ๆ หมดไป รวมทั้งการตรวจจับสัญญาณ ไม่ว่างของ NE 567 ก็ยังคงทำงานได้ดีเช่นเดิม ไม่จำเป็นต้องมีวงจรขยาย

6.4 แนวทางการพัฒนาต่อไป

เครื่อง DISA ที่ทำในโครงงานนี้ มีความสามารถที่จะพัฒนาต่อไปได้ใน 2 แนวทาง ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาทางฮาร์ดแวร์
2. การพัฒนาทางซอฟท์แวร์

โดยเราจะได้กล่าวถึงรายละเอียดกันต่อไป

- การพัฒนาทางด้านฮาร์ดแวร์ เครื่อง DISA ที่ทำขึ้นมานี้ สามารถรับการเรียกเข้า จากคู่สายภายนอกได้เพียงคู่สายเดียว และสวิทช์ไปยังคู่สายของ PABX ได้เพียงคู่สายเดียว ดังนั้น ถ้าเราต้องการจะตอบรับคู่สายมากกว่า 1 คู่สาย เราก็สามารถทำการเพิ่มเติมทางด้านฮาร์ดแวร์อีกเล็กน้อยเท่านั้น โดยการเพิ่มส่วนของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง และส่วนวงจรเสียงพูดผ่านเข้าไป คือ สามารถใช้ส่วนควบคุมและประมวลผล , ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ และส่วนตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF เดิมได้ แต่ต้องทำการ แก้ไขซอฟท์แวร์บ้างเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ถ้าเราต้องการเพิ่ม ความพิเศษให้กับ DISA มากไปกว่านี้ เราก็อาจจะเพิ่มส่วนวงจร เสียงเพลงในขณะที่ผู้ที่โทรเข้ามา กำลังรอการต่อสายอยู่ ได้รับความเพลิดเพลิน

- การพัฒนาทางด้าน ซอฟท์แวร์

การพัฒนาทางด้าน ซอฟท์แวร์ ของ DISA นั้น สามารถทำได้อย่างกว้างขวางมากเพราะ ซอฟท์แวร์ เป็นเครื่องวัดความฉลาดของอุปกรณ์ ดังนั้น เราสามารถนำ เครื่อง DISA ไป ปรับเพื่อทำงานอื่นได้อย่าง เช่น การสอบถามข้อมูลบางอย่าง เช่นการถาม ยอดเงินในบัญชีธนาคาร หรือการเพิ่มความฉลาดให้กับอุปกรณ์ ในการพูดถามตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
การนำไปใช้งาน

เครื่อง DISA มีขั้นตอนการนำไปใช้งานดังนี้

1. ต่อสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ (C.O. LINE)และสาย EXTENSION ของ PABX มาต่อกับเครื่อง DISA

2. เลือกจำนวนดิจิทของ EXTENSION โดยการปรับที่ดิพสวิทช์ ให้ตรงกับ PABX ที่จะใช้งานว่าจะใช้ 2 ถึง 5 ดิจิท

3. เลือกหมายเลขของโอเปอเรเตอร์ว่าจะให้ โอเปอเรเตอร์มีหมายเลขอะไร การเลือกก็สามารถ เลือกได้เหมือนกับ การเลือกจำนวน ดิจิท คือ ปรับที่ดิพสวิทช์ หมายเลขของโอเปอเรเตอร์ ที่มีให้เลือกมี 2 หมายเลข คือ หมายเลข 0 และ หมายเลข 9

4. ต่อไปคือการเลือก ว่าจะต้องการให้ จำนวนของสัญญาณกระดิ่งที่ดัง ก่อนที่จะมีการรับสาย คือจะสามารถกำหนดได้ 2 จำนวน คือ 2 และ 4 ครั้ง

5. ถ้าต้องการอัดเสียง ที่ใช้ในการตอบรับใหม่ ก็ทำได้โดยเสียบหูโทรศัพท์พร้อมสายเข้าไปในช่องสำหรับบันทึก (REC)

6. กดสวิทช์เปิดไฟ (POWER) และเปิดสวิทช์ REC. เพื่อให้ ไอซี T6668 เตรียมตัวอัดเสียง

7. กดสวิทช์ ACL เพื่อให้ ไอซี T6668 กลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้นของหน่วยความจำ ที่ใช้เก็บข้อมูลเสียงพูด

8. กดสวิทช์ START และเริ่มอัดเสียงที่ต้องการใช้ในการตอบรับเอาไว้ หลังจากอัดเสียงที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว จึงกดสวิทช์ STOP.

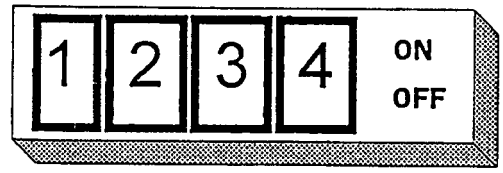
9. หลังจากอัดเสียงเสร็จ จะต้องทำการปิด สวิทช์ REC. ทุกครั้ง มิฉะนั้นไอซี T6668 จะไม่ออกจากโหมดอัดเสียง ทำให้ไม่สามารถ PLAY BACK ข้อความที่อัดไว้ได้

10. ถ้าต้องการฟังเสียงที่อัดเอาไว้ ทำได้โดย กดสวิทช์ START (สวิทช์ REC. ไม่ถูกกด) เมื่อไม่ต้องการฟัง ก็กด สวิทช์ STOP

11. หลังจากทำการเซทค่าต่าง ๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว เครื่อง DISA ก็พร้อม ที่จะทำหน้าที่เป็น โอเปอเรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIP SWITCH



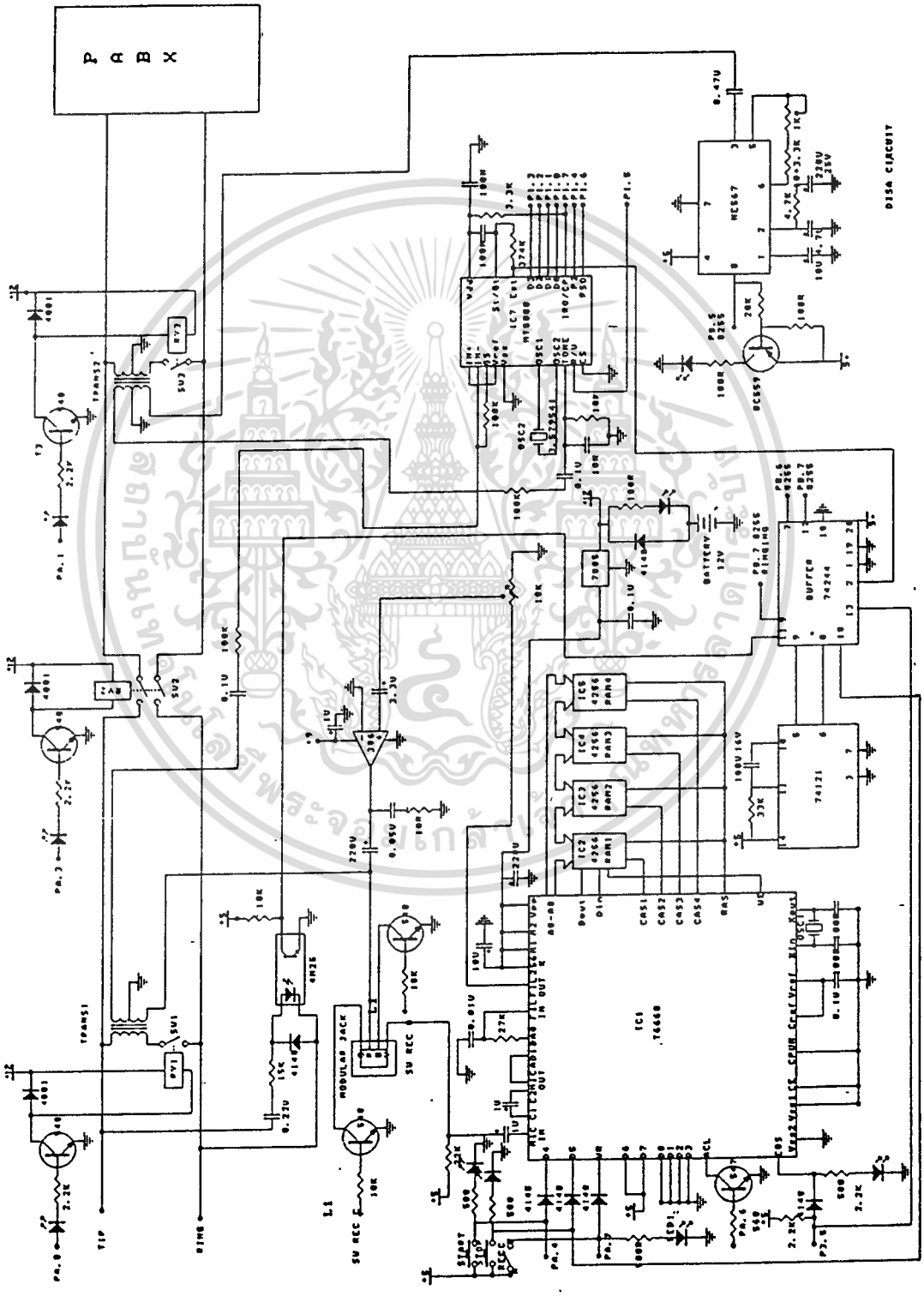
	SW1	SW2	SW3	SW4
2 DIGITS Ext.	OFF	OFF	X	X
3 DIGITS Ext.	ON	OFF	X	X
4 DIGITS Ext.	OFF	ON	X	X
5 DIGITS Ext.	ON	ON	X	X
OPERATOR No. = 0	X	X	OFF	X
OPERATOR No.= 9	X	X	ON	X
RINGING =2	X	X	X	OFF
RINGING=4	X	X	X	ON

รูปที่ 7.1 แสดงการเซ็ทดิพสวิทช์ เพื่อใช้เครื่อง DISA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

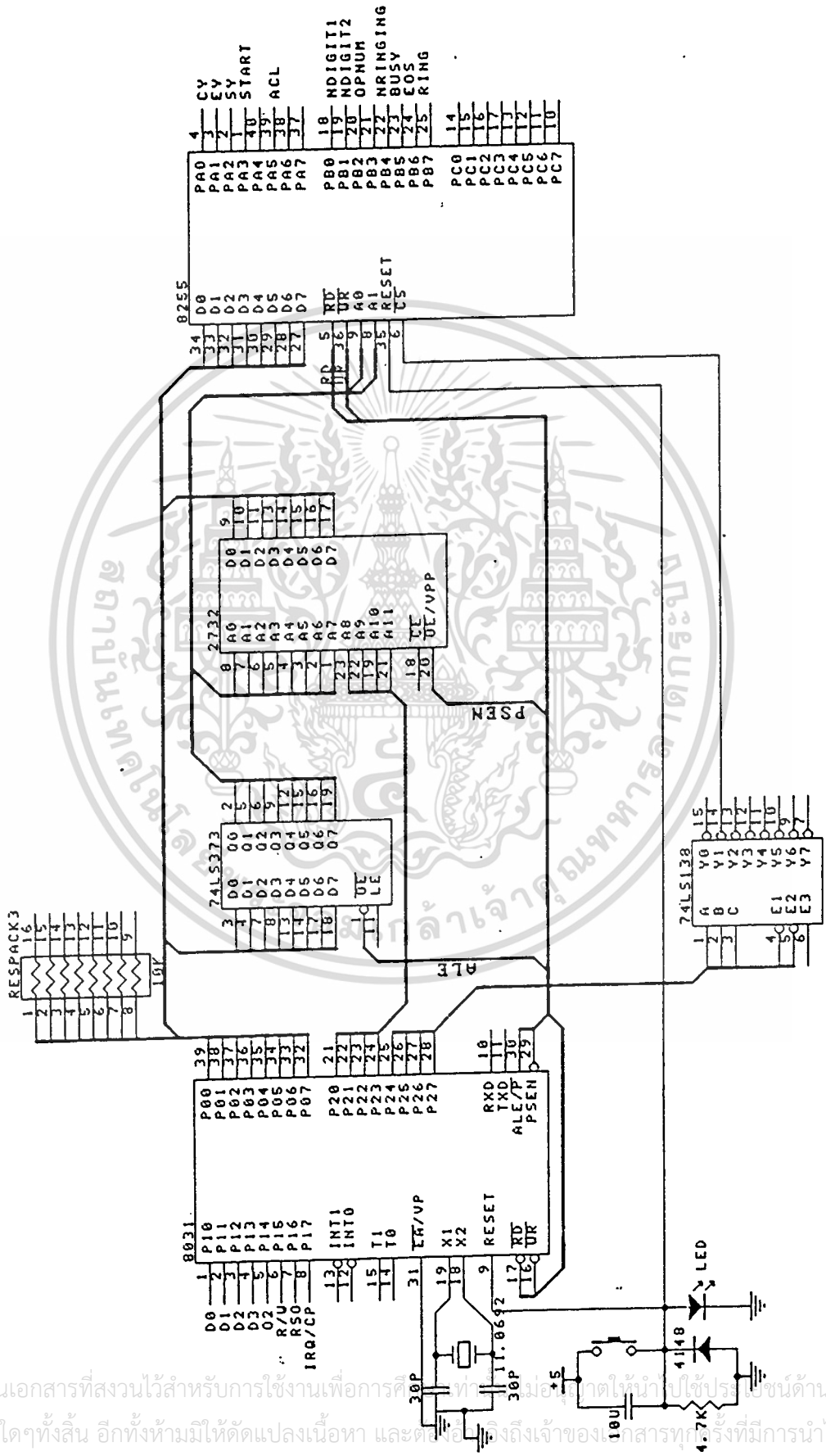
ภาคผนวก

1.วงจรของเครื่อง DISA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรส่วนควบคุมและประมวลผล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โครงสร้างสถาปัตยกรรมของ MCS-51 และการใช้งาน 8255 PPI

โครงสร้างสถาปัตยกรรมของ MCS-51

1. สร้างโดยใช้เอชมอส (HMOS) และ ซีเอชมอส (CHMOS) เทคโนโลยี และทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟ ขนาด 5 โวลท์ เพียงแหล่งเดียว

2. ซีพียู (CPU : CENTRAL PROCESSING UNIT) ขนาด 8 บิท

3. มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรนาฬิกาบนชิพ (CHIP)

4. ชุดแทงค์รีจิสเตอร์ (TANK- REGISTER) มี 4 ชุด แต่ละชุดมีรีจิสเตอร์ 5 ตัว ทำงานเช่นเดียวกับ MCS-48A

5. มีตัวจับเวลาและตัวนับขนาด 16 บิทจำนวน 2 ชุด และสำหรับเบอร์ 8032/8052 มี 3 ชุด

6. มีพอร์ตไอโอ (I/O PORT) แบบขนาน มี 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ต ๆ ละ 8 บิท รวมเป็น 32 เส้น แต่จะเหลือเพียง 16 เส้น สำหรับเบอร์ 8031 อีก 16 เส้น ใช้ในการเข้าถึงทางแอดเดรส (ADDRESS) และ ข้อมูล

7. พอร์ตอนุกรมสามารถจะโปรแกรมการรับส่งแบบสองทิศทาง (FULL- DUPLEX) ที่ความเร็วสูง

8. หนึ่งวัฏจักรคำสั่ง จะใช้เวลาประมาณ 1.085 ไมโครวินาที ด้วยการใช้คริสตอล (CRYSTAL) 11.0592 MHz

9. แอดเดรสข้อมูลภายนอกได้ถึง 64 กิโลไบต์

10. แอดเดรสโปรแกรมภายนอกได้ถึง 64 กิโลไบต์

11. สามารถกำหนดเลขที่อยู่ในข้อมูลขนาดไบต์หรือบิทได้โดยตรง

12. มีซอฟท์แวร์แฟลก (FLAG) สำหรับผู้ใช้ที่จะกำหนดเองได้ถึง 128 ตำแหน่ง

13. โครงสร้างอินเตอร์รัพท์ (INTERRUPT) ทำได้ 5 แหล่งสำหรับ 8031 และ 6 แหล่ง สำหรับ 8032/ 8052 พร้อมด้วยการจัดไพออริตี้ (PRIORITY) ได้ 2 ระดับ

14. ตัวโปรเซสเซอร์ (PROCESSOR) สามารถใช้งานแบบบูลีน (BOOLEAN) ได้เพื่อใช้ในงานควบคุม

15. มีคำสั่งคูณและหารฮาร์ดแวร์ทำได้สี่ส่วนล้านวินาที (4 MICROSEC)

16. ตัวเลขทางคณิตศาสตร์ใช้ได้ทั้งแบบไบนารี (BINARY) และเดซิมอล (DECIMAL)

17. การใช้พื้นที่สแต็ก (STACK) สำหรับโปรแกรมระบบต่างๆ ทำงานได้กว้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ต่าง ๆ ภายใน MCS-51

- แอกคิวมูเลเตอร์ (ACC : ACCUMULATOR)

แอกคิวมูเลเตอร์นี้มีขนาด 8 บิท เป็นแอกคิวมูเลเตอร์หลัก คำสั่งส่วนใหญ่ จะอ้างถึงรีจิสเตอร์นี้ โดยถือค่าภายในเป็นค่าตัวตั้งและค่าผลลัพท์ที่ได้ จากคำสั่ง ทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร เข้ามาเก็บไว้ ในตัวแอกคิวมูเลเตอร์ยังสามารถ ใช้เป็น ตัวแหล่งกระทำ หรือถูกกระทำในการทำงานทาง ตรรก และใช้เป็นตัวกลาง ในการถ่ายเทข้อมูล ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกพอร์ตไอโอ และหน่วย-ความจำภายนอกรวมถึงการตรวจสอบ ตารางข้อมูล

- รีจิสเตอร์ B

เป็นรีจิสเตอร์พิเศษที่ใช้งานสำหรับคำสั่งของการคูณและหาร โดยใช้เป็นที่เก็บตัวคูณ หรือตัวหาร และ เป็นที่เก็บผลลัพท์ตัวที่สองของการคูณและเศษหลังการหาร

-รีจิสเตอร์แสดงสถานะโปรแกรม (PSW : PROGRAM STATUS WORD)

รีจิสเตอร์นี้ใช้แสดงผลลัพท์ที่ได้หลังจากการใช้คำสั่งต่าง ๆ และใช้เป็นตัวเลือกกลุ่มการทำงาน ของรีจิสเตอร์ กลุ่มต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(MSB) (LSB)

CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P

สัญลักษณ์	ตำแหน่ง	วิธีกำหนดการทำงาน
CY	PSW7	แฟลกตัวทดจะเซทเคลียร์ด้วยฮาร์ดแวร์ (HARD WARE) ระหว่างผลลัพท์หลังการใช้คำสั่งทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ที่แน่นอน
AC	PSW6	แฟลกตัวทดของออกซิลลารี่ (AUXILARY) จะเซทเคลียร์ ด้วยฮาร์ดแวร์ ระหว่าง การบวกและลบที่แสดงผลจากการทด หรือยืมจากบิทที่ 3 ของแอกคิวมูเลเตอร์
F0	PSW5	แฟลก 0 จะเซท/เคลียร์ด้วยซอฟท์แวร์ที่ผู้ใช้กำหนด สถานะแฟลกนี้
RS1	PSW4	รีจิสเตอร์ตัวควบคุมการเลือกแบงค์ด้วยค่า RS0 และ RS1
RS0 เตอร์	PSW3	จะเซท/เคลียร์ด้วยซอฟแวร์เพื่อเลือกกลุ่มรีจิสทำงานในแต่ละแบงค์ โดยปรับค่าใน RS1 และ RS0 ให้อีนาเบิ้ล คลุมลักษณะการเลือกแบงค์ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS0	RS1	เลือกแบงค์	ค่าแอดเดรส
0	0	แบงค์ 0	00H-07H
0	1	แบงค์ 1	08H-0FH
1	0	แบงค์ 2	10H-17H
1	1	แบงค์ 3	18H-1FH

OV	PSW2	แฟลก OVERFLOW จะเซท/เคลียร์ ด้วยฮาร์ดแวร์ ระหว่าง การใช้ คำสั่งที่แสดงผลถึงการเกิด OVERFLOW ทางคณิตศาสตร์
ลักษณะ		
-	PSW1	บิทสำรองไม่สามารถเซท/เคลียร์ด้วยผู้ใช้ เพราะสำรอง ไว้สำหรับโรงงาน ผู้สร้าง
P	PSW0	แฟลกพาริตี้ จะเซท/เคลียร์ด้วยฮาร์ดแวร์ในแต่ละวัฏจักรคำสั่งแสดงถึงตัวเลขค่า '1' ในแต่ละบิท ของ แอกคิวมูเลเตอร์ เช่นมี 6 ตัวจะ เป็นพาริตี้คู่ บิท P เท่ากับ 0

- ตัวชี้สแต็ก (SP : STACK POINTER)

MCS-51 จะรวบรวมเอาสแต็กทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้ RAM ภายในสำหรับ การเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมหลัก สแต็กการผ่านพารามิเตอร์ระหว่างงาน ในแต่ละส่วนโปรแกรม และสแต็กเก็บตัวแปรข้อมูลชั่วคราว หรือสแต็ก การเก็บสถานะ ระหว่าง การบริการอินเทอร์รัพท์ ภายในชิพ โดยที่ SP จะมีขนาด 8 บิท จะเพิ่มค่าโดยอัตโนมัติ ก่อนที่ ข้อมูลจะถูก นำมาเก็บในหน่วยความจำ ระหว่างการใช้ คำสั่ง PUSH และ CALL และจะลดค่าของ SP ลงหลังจากที่ได้ถ่ายเทข้อมูลออกไปแล้ว ในคำสั่ง POP หรือ RETURN โดยทฤษฎีทางสถาปัตยกรรม MCS-51 สามารถ ใช้สแต็กให้มีเนื้อที่ถึง 128 ไบท์ แต่ในทางปฏิบัติสำหรับโปรแกรมทั่วๆ ไป จะใช้น้อยกว่านี้ SP จะเริ่มที่ตำแหน่ง 07H ดังนั้นสแต็ก จะเริ่มบรรจุข้อมูลที่ตำแหน่ง 08H MCS-51 สามารถเปลี่ยนแปลงค่าใน SP ได้ ซึ่งจะเป็น การเปลี่ยนแปลง ตำแหน่งสแต็กไปยังที่ใดๆ ของ RAM ภายในชิพ

- ตัวชี้ข้อมูล (DATA POINTER)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิท ที่ประกอบด้วยไบท์สูงและไบท์ต่ำที่สามารถเลือกได้แบ่งออกเป็น รีจิสเตอร์ B สองตัวที่ใช้ได้อย่างอิสระ หรือจะใช้ร่วมกันทั้ง 16 บิท ในการเพิ่ม (INCREMENT) การลด (DECREMENT)เพื่อประโยชน์ในการ ใช้เป็นฐานของเลขที่อยู่ใน รีจิสเตอร์ในการกระทำโดยทางอ้อม ในการใช้คำสั่งเกี่ยวกับตารางข้อมูล และชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รีจิสเตอร์ควบคุม (CONTROL REGISTER)

กลุ่ม SFR ที่เป็น IP, IE, TMOD, TCON, T2CON, SCON และ PCON จะประกอบด้วยบิทที่ใช้ใน การควบคุม และแสดงสถานะของการใช้งานอินเทอร์รัพท์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับ และ พอร์ตอนุกรม MCS-51 จะจัดแบ่งตำแหน่งสำหรับ SFR ให้ทำงานเป็น รีจิสเตอร์ต่างๆ ดังนี้

ACC	ACCUMULATOR	0E0H
B	REGISTER B	0F0H
PSW	PROGRAM STATUS WORD	0D0H
SP	STACKER POINTER	081H
DPTR	DATA POINTER REGISTER (DPH&DPL)	0 8 3 H /082H
P0	PORT 0	080H
P1	PORT 1	090H
P2	PORT 2	0A0H
*P3	PORT 3	0B0H
*IP	INTERRUPT ENABLE	0B8H
*IE	INTERRUPT ENABLE	0A8H
TMOD	ตัวควบคุมการเลือกโหมดตั้งเวลา/ตัวนับ	089H
*T2CON	ตัวควบคุมตั้งเวลา/ตัวนับ2	088H
TCON	ตัวควบคุมตั้งเวลา/ตัวนับ	0C8H
TH0	รีจิสเตอร์ตั้งเวลา/ตัวนับ 0 (ไบท์สูง)	08CH
TL0	รีจิสเตอร์ตั้งเวลา/ตัวนับ 0 (ไบท์ต่ำ)	08AH
TH1	รีจิสเตอร์ตั้งเวลา/ตัวนับ 1 (ไบท์สูง)	08DH
TL1	รีจิสเตอร์ตั้งเวลา/ตัวนับ 1 (ไบท์ต่ำ)	08BH
+TH2	รีจิสเตอร์ตั้งเวลา/ตัวนับ 2 (ไบท์สูง)	0CDH
+TL2	รีจิสเตอร์ตั้งเวลา/ตัวนับ 2 (ไบท์ต่ำ)	0CCH
+RLDH	รีจิสเตอร์ตั้งเวลา/ตัวนับ 2 ประจุใหม่อัตโนมัติ (ไบท์สูง)	0CBH
+RLDL	รีจิสเตอร์ตั้งเวลา/ตัวนับ 2 ประจุใหม่อัตโนมัติ (ไบท์ต่ำ)	0CAH
*SCON	ควบคุมการส่งข้อมูลอนุกรม	098H
SBUF	บัฟเฟอร์การส่งข้อมูลอนุกรม	099H
PCON	ควบคุมการใช้พลังงาน (POWER)	097H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องหมาย * หน้ารีจิสเตอร์แสดงว่าสามารถที่จะแอดเดรส ข้อมูลได้ทั้งข้อมูลขนาดไบท์และ ขนาดบิท

เครื่องหมาย + หน้ารีจิสเตอร์แสดงว่าจะมีเฉพาะเบอร์ 8032/8052 เท่านั้น

ตัวตั้งเวลาและตัวนับเวลา (TIMER/COUNTER)

8031 มี TIMER/COUNTER อยู่ 2 ตัว คือ T0 และ T1 สัญญาณอินพุทที่จะป้อนให้ COUNTER นั้นทำงานที่ขอบขาลง (1 TO 0) คือต้องเป็นพัลส์ HIGH 1แมชชีนไซเคิลและเป็น LOW 1แมชชีนไซเคิล ฉะนั้นความถี่สูงสุดที่ COUNTER จะนับได้นั้น ประมาณ 1/24 ของความถี่ออสซิเลเตอร์ การทำงานของ TIMER/COUNTER แบ่งเป็น 3 โหมดดังกล่าวต่อไป

GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
-------TIMER 1--------				--------TIMER 0--------			

		M1	M0	
GATE	GATING CONTROL WHEN SET TIMER/COUNTER 'X' IS ENABLE ONLY WHILE 'INTx' PIN IS SET WHEN CLEARED TIMER 'X' IS ENABLED WHENEVER 'TRx' CONTROL BIT IS SET	0	0	MCS-48 TIMER 'TLX' SERVES AS FIVE BIT PRESCALER
		0	1	16 BIT TIMER/COUNTER 'THx' AND 'TLx' ARE CADCADED THERE IS NO PRESCALE
C/T	TIMER OR COUNTER SELECTOR CLEAR FOR TIME OPERATION (INPUT FROM INTERNAL SYSTEM CLOCK) SET FOR COUNTER OPERATION (INPUT FROM 'Tx' INPUT PIN)	1	0	8 BIT AUTO-RELOAD TIMER/COUNTER 'THx' HOLDS A VALUE WHICH IS TO BE RELOADED INTO TLx EACH TIME IT OVERFLOWS
		1	1	(TIMER 0) TL0 IS AN EIGHT BITTIMER C O U N T E R CONTROLED BY STANDARD TIMER 0 CONTROL BITS TH0 IS THE EIGHT BIT TIMER ONLY CONTROLED BY TIMER 1 CONTROL BIT
		1	1	(TIMER 1) TIMER/COUNTER 1 STOPED

รูปที่ 2.2 TMOD : TIMER/COUNTER MODE CONTROL REGISTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โหมด 0

การทำงานในโหมดนี้รีจิสเตอร์ถูกกำหนดให้เป็นแบบ 13 บิท โดยการนับจากค่า ที่ทุกบิทเป็น HIGH ไปจนทุกๆ บิทเป็น 0 เกิด OVERFLOW และจะให้สัญญาณอินเตอร์รัพท์โดยเซ็ทแฟลก TF0 หรือ TF1 การที่จะให้ TIMER/COUNTER ตัวใดอยู่ในโหมดใดนั้น กำหนดได้จากรีจิสเตอร์ TMOD (รูปที่ 2.2)

COUNTER จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ TR1=1 และ GATE=0 หรือ INT1=1 (ถ้าเซ็ท GATE=1) TIMER/COUNTER จะถูกควบคุมด้วยสัญญาณ INT1 จากภายนอก ประโยชน์ในการทำงานแบบนี้คือ ใช้วัดความกว้างของพัลส์จากอินพุทภายนอก TR1 เป็นบิทควบคุม อยู่ใน TCON ดังในรูปที่ 2.3

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

ชื่อบิต	ตำแหน่ง	ความหมาย
TF1	TCON.7	แฟล็กแสดงการอินเตอร์รัปต์ของ Timer 1
TR1	TCON.6	บิตเลือกประเภทสัญญาณอินเตอร์รัปต์ Timer 1
TF0	TCON.5	แฟล็กแสดงการอินเตอร์รัปต์ของ Timer 0
TR0	TCON.4	บิตเลือกประเภทสัญญาณอินเตอร์รัปต์ Timer 0
IE1	TCON.3	แฟล็กแสดงการอินเตอร์รัปต์ของ INT1
IT1	TCON.2	บิตเลือกประเภทสัญญาณอินเตอร์รัปต์ INT1
IE0	TCON.1	แฟล็กแสดงการอินเตอร์รัปต์ของ INT0
IT0	TCON.0	บิตเลือกประเภทสัญญาณอินเตอร์รัปต์ INT0

รูปที่ 2.3 TCON: TIMER/COUNTER CONTROL REGISTER

ในโหมด 0 ที่จะแบ่ง TH1 เป็น 8 บิท กับ TL1 อีก 5 บิท โดยที่เหลืออีก 3 บิท นั้นไม่ได้ใช้ และการใช้งานจะเหมือนกันทั้ง TIMER 1 และ TIMER 0

- โหมด 1

การใช้งานเหมือนกับโหมด 0 ยกเว้นรีจิสเตอร์ที่ใช้จะเป็นแบบ 16 บิท

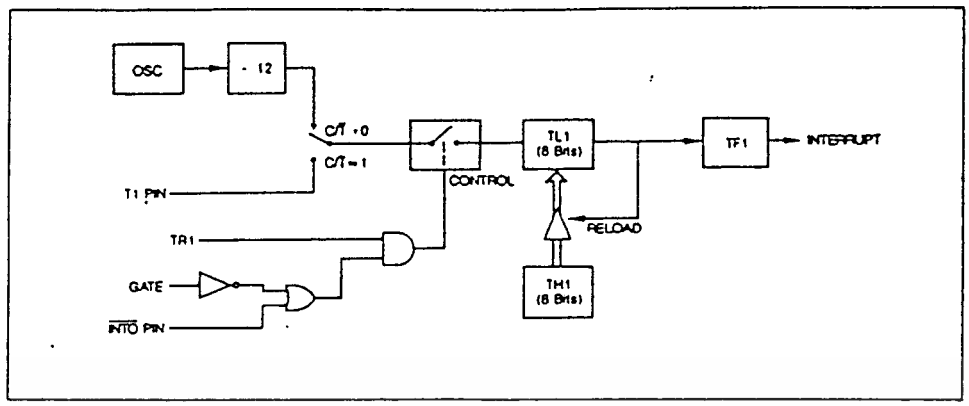
- โหมด 2

ในโหมด 2 รีจิสเตอร์จะเป็นแบบ 8 บิท โดยที่ TL1 จะสามารถโหลดข้อมูลจาก TH1 ได้ใหม่ (AUTO-RELOAD) เมื่อเกิดโอเวอร์โฟลว์จาก TL1 (ดูรูปที่ 2.4) โดยที่ค่าใน TH1 จะไม่ถูกเปลี่ยน การทำงานอื่นๆ จะเหมือนกับโหมด 0

- โหมด 3

ในโหมด 3 นี้จะแยก TL0 และTH0ของ TIMER 0 ใช้โดยอิสระ TL0 จะใช้บิทควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

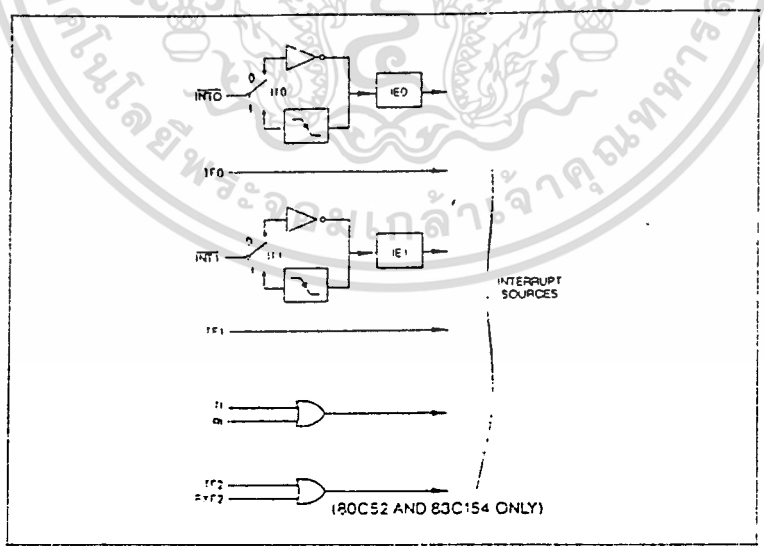


รูปที่ 2.4 TIMER/COUNTER 1 MODE 2 : 8 BIT AUTO-RELOAD

คือ GATE , TR0 , INT0 และ TF0 ส่วน TH0 ถูกใช้เป็น TIMER (นับแมชชีนไซเคิล) และรับช่วงการใช้ TR1และTF1 ของTIMER 1ฉะนั้นในโหมด 3 นี้ TH0 จะควบคุมการอินเตอร์รัพท์ของTIMER1(TF1) เมื่อใช้ TIMER 0 ในโหมด 3 แล้ว TIMER1 สามารถจะสลับใช้ระหว่างโหมด 3 และโหมดอื่นได้ หรือใช้เป็น BAUD RATE GENERATER

<u>อินเตอร์รัพท์</u>

8031 จะมีแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ 5 อย่าง ดังในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 INTERRUPT SOURCE

ขาอินเตอร์รัพท์ภายนอกมีเพียง 2 ขา คือ INT0 และ INT1ซึ่งสามารถโปรแกรม ให้เป็นแบบกระตุ้น ด้วยระดับสัญญาณ (LEVEL-ACTIVATED)หรือ กระตุ้นด้วยขอบของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ (TRANSITION-ACTIVATED) ขึ้นอยู่กับบิท IT0 และ IT1ในรีจิสเตอร์ TCON แฟลกที่กำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่แท้จริง คือ IE0 และ IE1ใน TCON

เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอก แฟลกที่กำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์จะถูก เซ็ทเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ (ภายใน8031) ขณะที่ซีพียูกระโดดไปทำในอินเตอร์รัพท์รูทีน โดยที่ต้องโปรแกรมให้รับการอินเตอร์รัพท์แบบขอบของสัญญาณ ถ้าชนิดของอินเตอร์รัพท์ถูกเซ็ทให้เป็นการอินเตอร์รัพท์โดยระดับของสัญญาณ แฟลกอินเตอร์รัพท์ต้องเคลียร์ด้วยซอฟท์แวร์ ภายในซับรูทีนของอินเตอร์รัพท์

อินเตอร์รัพท์ของ TIMER 0 และ TIMER1 เกิดขึ้นโดยแฟลก TF0 และ TF1 เมื่อเกิดอินเตอร์รัพท์ขึ้นแฟลกจะถูกเคลียร์ โดยฮาร์ดแวร์เมื่อกระโดดไปทำงานที่SERVICE ROUTINE

อินเตอร์รัพท์ของพอร์ตอนุกรม เกิดขึ้นจากทางรับ หรือ ทางส่งข้อมูลโดยที่โปรแกรมต้องตรวจเช็คว่าเป็นอินเตอร์รัพท์จากด้านรับ (RI) หรือด้านส่ง (TI) และจะต้องทำการเคลียร์แฟลกอินเตอร์รัพท์ด้วยซอฟท์แวร์

บิทที่กำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ สามารถเซ็ทหรือเคลียร์ได้โดย ซอฟท์แวร์โดยจะให้ผลเหมือนกับสัญญาณที่กระทำโดยฮาร์ดแวร์ นั่นหมายความว่า สัญญาณอินเตอร์รัพท์สามารถจะเกิดขึ้นหรืออินเตอร์รัพท์ที่ค้างอยู่สามารถยกเลิกได้โดยซอฟท์แวร์

แหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์แต่ละตัวสามารถจะ ENABLE หรือ DISABLE โดยการเซ็ทหรือเคลียร์บิทที่อยู่ในรีจิสเตอร์ IE ข้อสังเกตในรีจิสเตอร์ IE บิทที่ 7 คือ EA จะเป็นตัวควบคุมการ ENABLE หรือ DISABLE ของสัญญาณอินเตอร์รัพท์ทุกสัญญาณ ฉะนั้นเมื่อต้องการใช้อินเตอร์รัพท์ต้องไม่ลืมที่จะเซ็ทบิท EA ด้วย หลังจากนั้น จึงทำการ ENABLE สัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่ต้องการ

(MSB)							(LSB)
$\overline{EA}$	X	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

Symbol	Position	Function
$\overline{EA}$	IE.7	disables all interrupts. If $\overline{EA}$ = 0, no interrupt will be acknowledged. If $\overline{EA}$ = 1 each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
–	IE 6	reserved
ET2	IE.5	enables or disables the Timer 2 Overflow or capture interrupt. If ET2 = 0, the Timer 2 interrupt is disabled.
ES	IE 4	enables or disables the Serial Port interrupt. If ES = 0, the Serial Port interrupt is disabled
ET1	IE.3	enables or disables the Timer 1 Overflow interrupt. If ET1 = 0, the Timer 1 interrupt is disabled
EX1	IE.2	enables or disables External Interrupt 1. If EX1 = 0, External Interrupt 1 is disabled.
ET0	IE.1	enables or disables the Timer 0 Overflow interrupt. If ET0 = 0, the Timer 0 interrupt is disabled.
EX0	IE.0	enables or disables External Interrupt 0. If EX0 = 0, External Interrupt 0 is disabled.

รูปที่ 2.6 IE : INTERUPT ENABLE REGISTER

<u>ลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพท์</u>

แหล่งสัญญาณอินเตอร์รัพท์แต่ละสัญญาณ สามารถโปรแกรมได้ว่า จะให้เป็นลำดับความสำคัญสูงหรือลำดับความสำคัญต่ำ โดยที่ลำดับความสำคัญต่ำจะถูกอินเตอร์รัพท์ด้วยสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่มีความสำคัญสูงกว่า และลำดับความสำคัญสูงจะไม่ถูก อินเตอร์รัพท์โดยสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่มีความสำคัญต่ำกว่า

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ามีการอินเตอร์รัพท์ด้วยลำดับความสำคัญเท่ากันมากกว่า 1 สัญญาณ ซีพียู จะทำการตรวจ (POLLING) และตัดสินใจว่าจะให้บริการกับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ตัวใด ฉะนั้นในแต่ละลำดับความสำคัญยังมีการจัดลำดับความสำคัญไว้อีกดังรายละเอียดข้างล่าง

SOURCE	PIORITY WITHIN LEVEL
1. IE0	(HIGHEST)
2. TF0	
3. IE1	
4. TF1	
5. RI+TI	
6. TF2+EXF2	(LOWEST)

หมายเหตุ ลำดับความสำคัญนี้ใช้เฉพาะเมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพท์ ในลำดับความสำคัญ เท่ากันมากกว่า 1 สัญญาณ

การทำงานของสัญญาณอินเตอร์รัพท์

แฟลกของสัญญาณอินเตอร์รัพท์จะถูกสุ่มตัวอย่างในสเตทที่ 5 เฟสที่ 2 ของทุกๆ แมชชีนไซเคิลและจะทำการตรวจ (POLLING) การอินเตอร์รัพท์จาก 5 แหล่งสัญญาณ ในแมชชีนไซเคิล ต่อมาถ้าผลของการสุ่มตัวอย่างพบว่า แฟลกอินเตอร์รัพท์ถูกเซ็ทในสเตทที่ 5 เฟสที่ 2 ของแมชชีนไซเคิลที่ผ่านมาแล้ว จะมีการเรียกไปยังส่วนของโปรแกรม บริการอินเตอร์รัพท์ หากว่าไม่ถูกขัดขวาง ด้วยสภาวะใดสภาวะหนึ่งดังต่อไปนี้

1. กำลังทำคำสั่งในโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์ ที่มีความสำคัญเท่ากันหรือสูงกว่า
2. ไม่ใช่ไซเคิลสุดท้ายของคำสั่งที่กำลังปฏิบัติอยู่
3. คำสั่งที่ปฏิบัติอยู่นั้นคือ RETI หรือ คำสั่งที่ติดต่อกับรีจิสเตอร์ IE หรือ IP

ในสภาวะตามข้อ 2. เพื่อเป็นการประกันว่าคำสั่งที่ปฏิบัติถึงไซเคิลสุดท้ายแล้ว จะไม่ถูกอินเตอร์รัพท์จนกว่าจะปฏิบัติคำสั่งนั้นจนจบเสียก่อน

ตามข้อ 3. นั้นในกรณีที่ซีพียู กำลังทำคำสั่ง RETI หรือกำลังติดต่อกับ IE หรือ IP ตัวใดตัวหนึ่งอยู่แล้วเกิดอินเตอร์รัพท์ขึ้น ซีพียูจะยอมให้มีการอินเตอร์รัพท์ แต่ต้องปฏิบัติอย่างน้อยอีก 1 คำสั่ง หลังจากทำคำสั่ง IE ,IP หรือ RETI ตัวอย่างเช่น ถูกอินเตอร์รัพท์ ในขณะที่กำลังทำคำสั่ง RETI หน่วยประมวลผลจะสั่งแอดเดรสคืนให้ PC หลังจากคำสั่ง RETI และปฏิบัติอีก 1 คำสั่งในโปรแกรมหลัก ต่อจากนั้นจึงจะตอบสนองการอินเตอร์รัพท์ ซีพียูรับรู้การอินเตอร์รัพท์ โดยกระโดดไปทำโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์ ในบางกรณี จะไม่เคลียร์แฟลกที่กำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์นั้น กรณีที่ไม่เคลียร์แฟลก ส่วนของโปรแกรมของผู้ใช้จะต้องมีคำสั่งเคลียร์แฟลกเอง เช่น การอินเตอร์รัพท์ที่เกิดจาก พอร์ตอนุกรม ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ อินเตอร์รัพท์จากภายนอก แฟลกจะถูกเคลียร์ให้ ถ้าเป็น โปรแกรม ให้รับการอินเตอร์รัพท์แบบการเปลี่ยนแปลงของของสัญญาณ การตอบสนองสัญญาณอินเตอร์รัพท์ ซีพียู จะกระโดดไปที่ตำแหน่งของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์ ตามชนิดของอินเตอร์รัพท์ดังนี้

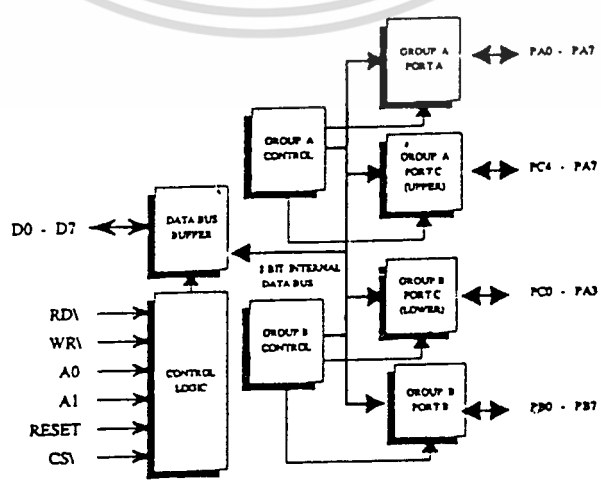
SOURCE	VECTOR ADDRESS
IE0	0003H
TF0	000BH
IE1	0013H
TF1	001BH
R1+T1	0023H
TF2+EXF2	002BH(8032/8052)

การใช้งาน 8255 PPI

- ลักษณะทั่วไปของ 8255 PPI

8255 PPI (PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE) เป็น LSI ขนาด 40 ขา ทำหน้าที่ อินเตอร์เฟสระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับอุปกรณ์ภายนอก 8255 ถูกออกแบบมาใช้กับ ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 8080

บล็อคไดอะแกรมของ 8255 แสดงได้ดังรูป 2.7 ซึ่งมีส่วนที่ติดต่อกับ อุปกรณ์ ภายนอก 4 กลุ่ม คือ PA0-PA7, PB0-PB7, PC0-PC3, PC4-PC7 กลุ่มของสัญญาณ ควบคุมมี 2 กลุ่ม คือ GROUP A CONTROL และ GROUP B CONTROL ซึ่งเป็นส่วนควบคุม การทำงานของทั้ง 3 พอร์ต DATA BUS BUFFER และ READ/WRITE CONTROL LOGIC ใช้สำหรับติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ ทางบัสข้อมูล และสัญญาณ ควบคุม การอ่านและ เขียนข้อมูลกับรีจิสเตอร์ที่อยู่ภายใน 8255



รูปที่ 2.7 แสดงบล็อคไดอะแกรมของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สัญญาณต่าง ๆ ของ8255

หน้าที่ของสัญญาณต่างๆ ของ 8255 เป็นดังนี้

D0-D7		เป็นขาข้อมูลที่ใช้ต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์
CS	(CHIP SELECT INPUT)	เมื่อขานี้มีค่าลอจิก 0 ซีพียูสามารถติดต่อกับ8255 ได้
RD	(READ INPUT)	เมื่อขานี้มีค่าลอจิก 0 พร้อมกับ CS 8255 จะส่งข้อมูล ออกมาทางบัสข้อมูล
WR	(WRITE INPUT)	เมื่อขานี้มีค่าลอจิก 0 พร้อมกับ CS ข้อมูลที่ อยู่บนบัสข้อมูลของระบบ จะถูก เขียนลงไป
A0-A7	(ADDRESS INPUT)	ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งของรีจิสเตอร์ภายใน 8255 ที่ซีพียูต้องการติดต่อด้วย
RESET		เมื่อขานี้มีค่าลอจิก 1 8255 จะอยู่ในช่วงรีเซทพอร์ตทุกพอร์ตอยู่ในโหมดของอินพุทพอร์ต
PA0-PA7		เป็นพอร์ตข้อมูลที่ใช้สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก
PB0-PB7		เป็นพอร์ตข้อมูลที่ใช้สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก
PC0-PC7		เป็นพอร์ตข้อมูลที่ใช้สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

-การต่อ 8255 กับ ซีพียู

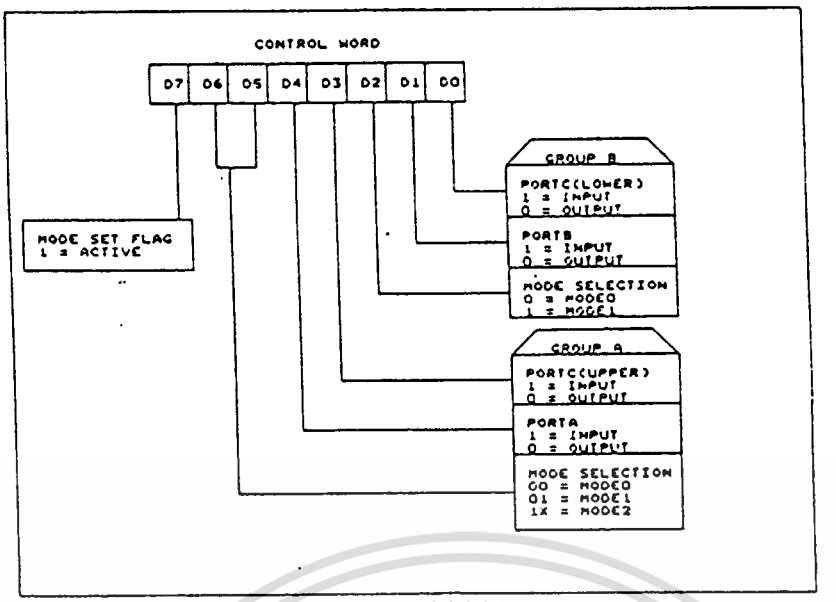
การต่อ 8255 กับซีพียูนั้น 8255 เป็นอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท ซึ่งเหมือนกับอุปกรณ์ภายนอกชนิดอื่นๆ ขา A0 และ A1 จะต่อโดยตรงกับขา A0 และ A1 ของซีพียู ขา CS ของ 8255 จะต่ออยู่กับภาคถอดรหัสของ แอดเดรส

<u>การติดต่อกับพอร์ตต่างๆ ของ 8255</u>

ภายใน 8255 มีพอร์ตภายในอยู่ 4 พอร์ต ซึ่งสามารถติดต่อกับพอร์ต ต่างๆ ได้ดังนี้

DEVICE PINS				PORT NAME
RD	WR	A1	A0	
1	0	0	0	WRITE PORT A DATA
0	1	0	0	READ PORT A DATA
1	0	0	1	WRITE PORT B DATA
0	1	0	1	READ PORT B DATA
1	0	1	0	WRITE PORT C DATA
0	1	1	0	READ PORT C DATA
1	0	1	1	WRITE CONTROL WORD
0	1	1	1	ILLEGAL REGISTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดง CONTROL WORD ของ 8255

การทำงานของพอร์ต A,B,C จะกำหนดโดยข้อมูลที่ส่งไปยังพอร์ตควบคุม โดยแต่ละบิทจะแสดง ความหมาย ดังรูปที่ 2.8 ซึ่งสามารถกำหนดการทำงานได้ 3 โหมด

- การใช้งาน 8255 ในโหมด 0

การทำงานของ 8255 ในโหมด 0 จะเป็นพอร์ตอินพุท หรือ เอาท์พุทแบบธรรมดา สามารถกำหนดให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 ได้โดยส่ง CONTROL WORDไปยังพอร์ตควบคุม มีค่าดังต่อไปนี้

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	0	0	0

สามารถอธิบายความหมายของบิทต่างๆ ได้ดังนี้

D7 =1 กำหนดให้ข้อมูลนี้เป็น CONTROL WORD

D6,D5 = 0 กำหนดให้พอร์ต A ใน 8255 ทำงานในโหมด 0

D4 =0 กำหนดให้พอร์ต A เป็นเอาท์พุท

D3 =0 กำหนด 4 บิทบนของพอร์ต C เป็น เอาท์พุท

D2 =0 กำหนดพอร์ท B ทำงานในโหมด 0

D1 = 0 กำหนดให้พอร์ต B เป็นเอาท์พุท

D0 = 0 กำหนด 4 บิทล่างของพอร์ต C เป็น เอาท์พุท

จาก CONTROL WORD ที่ส่งออกไปจะกำหนดให้พอร์ต A,B,C เป็นเอาท์พุทพอร์ตทั้งหมด ซึ่ง สามารถต่อกับอุปกรณ์ภายนอกทั้งหมดได้ 24 บิท

เนื่องจากในโครงงานนี้ใช้งานในโหมด 0 จึงไม่ขอกล่าวถึงโหมด 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำ ขอขอบคุณผู้มีส่วนช่วยในการทำโครงงานชิ้นนี้ ดังต่อไปนี้

1. รศ. ถวิล พึ่งมา ที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำงานอย่างดี
2. อ. สมยศ จุณณะปิยะ ที่ให้ยืมอุปกรณ์ต่าง ๆ
3. พี่ปริญญาโทในห้องโปรเจค ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำอย่างดี
4. อาจารย์และพี่ ๆ ทุกท่าน ในห้องธุรการภาคฯ และเพื่อน ๆ ที่ให้ใช้คู่สายโทรศัพท์ในการทดลอง
5. คุณสมศักดิ์ สุกฤตานนท์ ที่ให้คำปรึกษา และช่วยแก้ปัญหา
6. คุณศราชัย แสงนิยม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการพิมพ์รายงาน
7. เพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

[1] ชาตรี ศรีไพพรรณ, มงคล เดชนครินทร์, อิเลคทรอนิคส์พื้นฐาน, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 3, พ.ศ. 2521

[2] นิกร สุขุตมัตันติ, อิเลคทรอนิคส์พื้นฐาน, ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พิมพ์ครั้งที่ 2, พ.ศ. 2536

[3] คู่มือเทียบเบอร์ไอซี TTL, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

[4] คู่มือการเลือกใช้งานทรานซิสเตอร์, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

[5] พิพัฒน์ เลาหสงคราม, การทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51,ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[6] การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล 8051 , สุนทร วิทูสุรพจน์

[7] คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 , ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์ , ปิยพงศ์ เผ่าวณิช

[8] คู่มือไอซีชิพซัพพอร์ทและหน่วยความจำ , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

[9] คู่มือไอซีไมโครโปรเซสเซอร์ MCS-51

[10] SPECIAL PURPOSE LINEAR DEVICES , DATABOOK , NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATIION

[11] MOTOROLAR POWER DEVICE DATA , MOTOROLA SEMICONDUCTOR PRODUCTS INC.

[12] OPTOELECTRONICS DEVICE DATA , MOTOROLA SEMICONDUCTOR PRODUCTS INC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า