ปีการศึกษา 2530

เครื่องควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์

(TELE-CONTROL UNIT)

โดย

นายชาญ นุกูลวุฒิโอภาส
นายเชาวนิจ ธนวงศ์วิบูลย์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ถวิล พึ่งมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

024673 29 มิ.ค. 533

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2530

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์

ผู้จัดทำ

1. นายชาญ นุกูลวุฒิโอภาส
2. นายเชาวนิจ ธนวงศ์วิบูลย์

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ถวิล พึ่งมา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

024673

เครื่องควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์

นายชาญ นุกูลวุฒิโอภาส
นายเชาวนิจ ธนวงศ์วิบูลย์
ผศ.ถวิล พึ่งมา อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2530

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้กล่าวถึงการทำงานและการออกแบบส่วนต่าง ๆ ของเครื่องควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์ ซึ่งเป็นระบบที่ควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยวเบอร์ 8048 เป็นการสั่งงานจากเจ้าของบ้านหรือเจ้าของสำนักงานผ่านเครื่องโทรศัพท์ที่เป็นแบบดีทีเอ็มเอฟ (DTMF) ไปให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานที่บ้านหรือสำนักงานในกรณีที่ไม่มีใครอยู่ เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของโทรศัพท์ให้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TELE-CONTROL UNIT

MR. CHARN NUKULWUTHIOPAS
MR. CHAUWANIJ TANAVONGVIBOON
ASSISTANT PROFESSOR TAWIL PAUNGMA
ADVISOR
1987

ABSTRACT

THIS THESIS WILL DESCRIBE THE TELE-CONTROL UNIT ABOUT HOW IT WORKS AND DESIGNING ALL THE COMPONENT OF THIS EQUIPMENT . THE TELE-CONTROL UNIT IS A SYSTEM THAT IS CONTROLED BY A SINGLE CHIP MICROCOMPUTER 8048 . THE OWNER OF THE HOUSE(OR THE OFFICE) CAN ORDER ELECTRICAL MACHINES AT HOME(OR OFFICE) TO OPERATE BY PASSING THROUGH TELEPHONE LINE IN CASE OF NOBODY THERE . THIS IS A METHOD TO MAKE USE OF TELEPHONE MORE EFFICIENTLY .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีหรือหลักการ	2
	2.1 ไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดียว เบอร์8048	2
	2.1.1 ลักษณะของ 8048	2
	2.1.2 รีจิสเตอร์	4
	2.1.3 การอ้างแอดเดรส	5
	2.1.4 การอ้างแอดเดรสกับโปรแกรม	5
	2.1.5 การอ้างแอดเดรสกับข้อมูล	6
	2.1.6 ชุดคำสั่ง	6
	2.1.7 การรีเซ็ทและการอินเตอรัพท์	6
	2.1.8 ซอร์ฟแวร์	6
	2.2 เฟสล็อกลูป	7
	2.3 ชมิททริกเกอร์	8
	2.4 ออพโตคัพเปอร์	9
	2.4.1 พื้นฐานของตัวเชื่อมโยงทางแสง	9
บทที่ 3	การคำนวณและการสร้าง	12
	3.1 โครงสร้างการทำงานของเครื่องควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์	13
	3.2 วงจรรับการเรียกอัตโนมัติ	16
	3.2.1 วงจรตรวจจับเสียงกริ่ง	16
	3.2.2 วงจรต่อสายโทรศัพท์	17
	3.3 วงจรสัญญาณตอบรับ	17
	3.3.1 การออกแบบ	17
	3.3.2 ชนิดของเสียงตอบรับ	18
	3.3.3 การคำนวณ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรควบคุมการจ่ายไฟเลี้ยง 19

3.5 วงจรการใช้งานของ 8048 21

3.6 วงจรแลทช์ เอาท์พุทสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 22

3.7 การเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 23

3.8 โปรแกรมควบคุมการทำงาน 24

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 26

4.1 การทดลองชุดตรวจจับความถี่ 26

4.2 การทดลองชุด สัญญาณตอบรับ 27

4.3 การทดลองชุด การตรวจจับเสียงกริ่ง

บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์ 30

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

การสื่อสารตามสายในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะเน้นไปทางด้านการให้บริการร่วม(ISDN: INTEGRATED SERVICE DIGITAL NETWORK) โดยภายใต้โครงข่ายเดียวกันสามารถให้บริการได้หลายประเภท เช่น โทรศัพท์, โทรสาร(FACSIMILE),การสื่อสารด้วยภาพ (VISUAL COMMUNICATION), การสื่อสารข้อมูล(DATA COMMUNICATION),การตรวจวัดทางไกล(TELE-METRY),การสั่งงานทางไกล(TELECONTROL) เหล่านี้เป็นต้น แต่การให้บริการใหม่ๆนี้จะต้องอาศัยเทคโนโลยีทางชุมสายสมัยใหม่อย่างมาก ประเทศไทยเรายังไม่พร้อมสำหรับการบริการใหม่ๆบางอย่าง เช่น การควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์ จึงได้มีการพัฒนาเครื่องควบคุมนี้ขึ้นมา

เครื่องควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์ระบบนี้ได้มีการพัฒนาขึ้นมาบ้างแล้วแต่เป็นระบบที่ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ทั้งหมดต่อขนานกับคู่สายโทรศัพท์ และบางรุ่นเจ้าของเครื่องยังจะต้องเครื่องสั่งงานติดตัวไปด้วย ทำให้ไม่สะดวก การสั่งงานก็ไม่สามารถสั่งงานให้อุปกรณ์ทำงานได้หลายตัวในช่วงเวลาเดียวกันได้ ระบบใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้นก็ได้ทำการแก้ไขข้อเสียเหล่านี้ โดยสร้างระบบที่สามารถโปรแกรมได้ ควบคุมโดยไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดียว เบอร์ 8048 สามารถเพิ่มการทำงานได้มากขึ้น และสามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมระบบได้ โดยอาศัยการจัดทำซอร์ฟแวร์ที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 ไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว เบอร์ 8048

อินเทลได้ออก 8048 เพื่อตอบสนองความต้องการระดับต่ำ ในการจัดระบบคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋ว 8048 เป็นไมโครคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์แบบในตัวของมันเองโดยเพียงต่อคริสตอลจ่ายไฟเลี้ยงก็มีพอร์ทขนาด 8 บิทไว้ใช้งานถึง 3 พอร์ท และเหมาะสมในงานควบคุมขนาดเล็กมาก จึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ที่เรียกว่าเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว(single chip microcomputer) เพราะว่าภายในตัวของมันมีหน่วยความจำ ROM อยู่ 1k ไบท์,หน่วยความจำ RAM 64ไบท์, พอร์ทขนาด 8 บิท 3 พอร์ทแถมวงจรนับและฐานเวลาอีก 1 ตัว และยังมีขาที่ทำหน้าที่คล้ายพอร์ทอนุกรมอีกด้วย

2.1.1 ลักษณะของ 8048

ดังที่กล่าวแล้วว่า 8048 เป็นไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 8 บิท โครงสร้างเป็นสาร NMOS ภายนอกเป็นไอซีขนาด 40 ขา ประกอบด้วยขาที่ใช้เป็นพอร์ท 3 พอร์ท 24 ขา นอกนั้นเป็นขาควบคุม ขาสัญญาณนาฬิกากับขาไฟเลี้ยง พอร์ททั้งสามมีชื่อเรียกว่า DB,P1 และ P2

ในการใช้งาน 8048 เราใช้ได้ 2 ลักษณะคือ ใช้เฉพาะ ROM ภายใน(1k) หรือสามารถขยายหน่วยความจำประเภท ROM ภายนอกได้อีกรวมเป็น 4k และแยกออกเป็นอีก 2 แบบ คือใช้ภายใน 1k และต่อเพิ่มภายนอกอีก 1กึ่ง3k หรือยกเลิกหน่วยความจำ ROM ภายใน (ด้วยการต่อขา EA กับ Vcc) ใช้เฉพาะหน่วยความจำนอก ซึ่ง 8035 ใช้วิธีหลังนี้

เมื่อใช้หน่วยความจำภายนอกก็ต้องมีขาแอดเดรสและขาดาต้า และเมื่อต้องการอ้างแอดเดรสได้ถึง 4k จะต้องมีขาแอดเดรส 12ขา อินเทลทำได้โดยให้พอร์ท DB เป็นทั้งขาแอดเดรสและขาดาต้าในแบบมัลติเพล็กซ์เช่นเดียวกับ 8035 ทั้งยังให้เป็นอินพุท-เอาท์พุทพอร์ทด้วย โดยเป็นขาแอดเดรส A0 ถึง A7 และเป็นขาดาต้า D0 ถึง D7 ส่วนขาแอดเดรสอีก 4 ขา คือ A8 ถึง A11 ใช้ขา P20 ถึง P23 ตามลำดับ

นอกจากนี้ เรายังสามารถต่อหน่วยความจำ RAM ภายนอกได้อีก 256 ไบท์ ซึ่งอินเทลมุ่งให้ใช้กับ 8155 ทำให้เราได้พอร์ทเพิ่มอีก 3 พอร์ท(22 บิท) การต่อคงต่อโดยตรงกับขาDB ตามแบบการต่อ 8085 กับ 8155 และใช้ขาของพอร์ท P1 หรือ P2 ขาใดขาหนึ่ง ทำหน้าที่แทนขา IO/M ของขา 8085 เมื่อต่อหน่วยความจำนอก จะทำให้เราไม่สามารถใช้พอร์ท DB ในฐานะพอร์ทได้ และพอร์ท P2 ขา P20 ถึง P23 จะเหมาะสำหรับเป็นขาเอาท์พุทเท่านั้น โดยใช้ 74LS374 แลทช์ค่าเอาท์พุทให้ด้วยสัญญาณ ALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

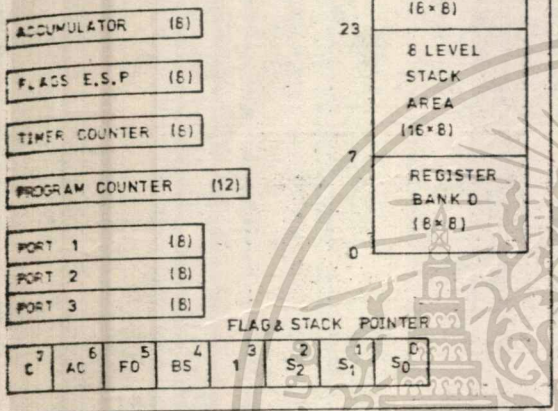
คุณลักษณะโดยทั่วไป 8048

ทั่วไป

อินเทลได้ออก 8048 ในระยะเวลาเดียวที่ออก 8085 แต่ 8048 เป็นคอมพิวเตอร์ชิพเดียว ภายในตัวของมันประกอบด้วย หน่วยความจำ ROM 1 k ไบท์ หน่วยความจำ RAM 256 ไบท์ วงจรนับและฐานเวลาขนาด 8 บิท กับพอร์ทขนาน 8 บิทอีก 3 พอร์ท 8048 เหมาะสำหรับงานควบคุมขนาดเล็กมาก

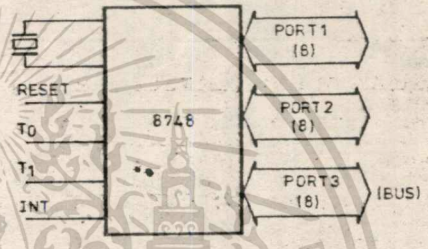
รีจิสเตอร์และพอร์ท

ใน 8048 มีรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษต่างๆ แต่มีรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปอยู่ 2 แบงค์ แบงค์ละ 8 ตัว



ชุดคำสั่งและซอฟท์แวร์

ชุดคำสั่งของ 8048 ประกอบด้วยคำสั่งต่างๆ 71 คำสั่ง แต่ละคำสั่งจะรวมการอ้างแอดเดรสไว้ในตัว คำสั่งหนึ่งจะมีเพียง 1 ถึง 2 ไบท์เท่านั้นและส่วนมากเป็นขนาด 1 ไบท์ และเป็นคำสั่งเฉพาะเรื่องมากกว่าเป็นคำสั่งในการดำเนินกรรมวิธีโดยทั่วๆ ไปทำให้ลดเวลาในการปฏิบัติลงได้มาก ที่พิเศษคือมีคำสั่งสำหรับดำเนินกรรมวิธีกับพอร์ทได้โดยตรง

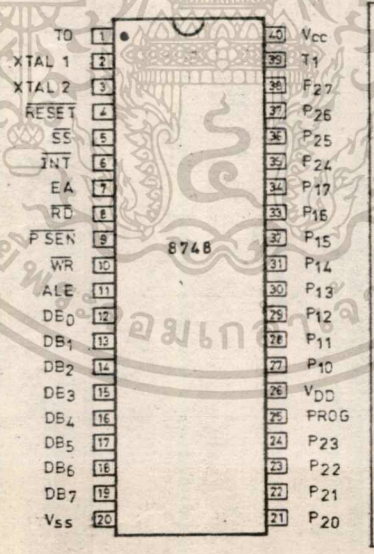


วงจรพื้นฐาน

ฮาร์ดแวร์

จำนวนแอดเดรสถึงหน่วยความจำได้	: ROM 4 k ไบท์
	: RAM 320 ไบท์
จำนวนแอดเดรสถึงพอร์ท	: 3 พอร์ท (ปกติ)
ความถี่ฐานนาฬิกาของระบบ	: 2 MHz*
แรงดันไฟเลี้ยง	: + 5V
อินเตอร์รัพท์	: $\overline{INT}$

* ใช้คริสตอล 6 MHz เพื่อให้ได้สัญญาณนาฬิกา 2 MHz



ชิพีในชุด 8048

8035 เช่นเดียวกับ 8048 แต่ไม่มี ROM ในตัว และมี RAM 64 ไบท์

8039 เหมือนกับ 8035 แต่มี RAM 128 ไบท์

8049 เช่นเดียวกับ 8048 แต่มี ROM ในตัวมากกว่า คือมี 2 k ไบท์

8021 ขนาด 28 ขา ROM ในตัว 1 k ไบท์

8022 ปรับปรุงจาก 8048 มี ROM 2 k ไบท์ และวงจร A/D ในตัว

8748 เช่นเดียวกับ 8048 แต่เป็น EPROM แทน ROM

8749 เหมือนกับ 8748 แต่ EPROM 2 k ไบท์

8051 ประสิทธิภาพสูงที่สุดในตระกูลนี้ มี ROM 4 k ไบท์ RAM 128 ไบท์ และ UART ในตัวด้วย และยังได้เพิ่มคำสั่งในการคูณและหาร

เวลาในการทำคำสั่ง

บวกค่าในรีจิสเตอร์กับแอคคิวฯ	2.5 µS
เขาท์ทุกค่าในแอคคิวฯ ไปยังพอร์ท	5.0 µS
ล่าช้าอยู่ระหว่างหน่วยความจำ	5.0 µS

โรงงานผู้ผลิต

ผู้เริ่ม : INTEL

ผู้ผลิตรอง : N.E.C., NATIONAL, FUJITSU, TOSHIBA, SIGNATICS, AMD, SIEMENS

ชิพ ซัพพอร์ท

ถึงแม้ 8048 จะเป็นชิพไมโครคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์และไม่ต้องการอุปกรณ์สนับสนุนใดๆ แต่เราก็สามารถต่อเพื่อขยายหน่วยความจำหรือขยายระบบได้ อุปกรณ์ที่สนับสนุน 8048 โดยตรงคือ 8243 เพื่อขยายพอร์ทออกไปอีก 4 พอร์ท พอร์ทละ 4 บิท นอกจากนี้เรายังสามารถนำอุปกรณ์สนับสนุนของ 8085 มาใช้ได้โดยตรง ที่สำคัญคือ 8155 และ 8755

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อไม่ได้ใช้หน่วยความจำภายนอก เราสามารถใช้พอร์ท DB เป็นทั้งอินพุทหรือเอาท์พุทพอร์ทได้แต่จะใช้ผสมกันไม่ได้ แตกต่างกับพอร์ท P1 และ P2 ซึ่งเราสามารถจัดให้แต่ละขาเป็นอินพุทหรือเอาท์พุทคละกันได้ โดยที่ขาใดต้องการให้เป็นอินพุทจะต้องเอาท์พุทค่า "1" ออกไปก่อน

ใน 8048 มีวงจรนับและฐานเวลา(TCNT:Timer counter) ขนาด 8 บิท อยู่ 1 วงจร เป็นวงจรนับและฐานเวลาที่น่าใช้มากตัวหนึ่ง การใช้งานก็ง่าย เมื่อใช้เป็นวงจรฐานเวลาจะนำสัญญาณนาฬิกา ซึ่งส่วนมากจะใช้คริสตอลขนาด 6 MHz มาหารด้วย 15 แล้วหารด้วย 32 ก่อน จึงจะส่งเข้าตัวนับขนาด 8 บิท ซึ่งจะเพิ่มหนึ่งค่าในตัวนับ เมื่อนับถึง 256 คือ 0 จะอินเตอร์รัพท์ซีพียู 1 ครั้ง จึงอินเตอร์รัพท์ซีพียูทุก 80 ไมโครวินาทีถึง 20มิลลิวินาที ตามค่าที่เราตั้งในตัวนับ หากใช้เป็นวงจรนับครั้งให้ต่อสัญญาณที่จะนับเข้ากับขา T1 ซึ่งจะต่อโดยตรงกับตัวนับ การกำหนดให้เป็นฐานเวลาหรือวงจรนับทำด้วยคำสั่ง

นอกจากพอร์ททั้งสามแล้ว ยังมีขา T0 และT1 หน้าที่พิเศษของขา T1 ได้กล่าวแล้ว สำหรับขา T0 จากการที่กล่าวว่าเราใช้คริสตอล 6 MHz ผลิตความถี่ให้แก่ 8048 นั้น แต่ในตัว 8048 จะนำความถี่นี้มาหารด้วย 3 เป็น 2 MHz ใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาของระบบหากเราต้องการใช้สัญญาณนาฬิกาของระบบนี้กับอุปกรณ์ภายนอก สามารถใช้คำสั่งให้ส่งออกทางขา T0 ได้ หน้าที่ปกติของขา T0 และ T1 ทำหน้าที่คล้ายพอร์ทอนุกรม โดยมีคำสั่งให้ตรวจจับสถานะที่ขาทั้งสองนี้ จึงสามารถจับสัญญาณที่ส่งมาเป็นอนุกรมได้ แต่ตัวซีพียูต้องดำเนินการด้วยตนเอง

2.1.2 รีจิสเตอร์

รีจิสเตอร์แท้ๆของซีพียูใน 8048 มีอยู่เพียง 3 ตัว คือ แอคคิวมูเลเตอร์และแฟลก ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิท กับโปรแกรมเคาท์เตอร์ขนาด 12 บิท แต่อินเทลสามารถจัดรีจิสเตอร์ได้ถึง 16ตัว โดยใช้หน่วยความจำ RAM ที่มีอยู่ 64 ไบท์ แบ่งให้ทำหน้าที่ต่างๆดังแสดงใน "คุณลักษณะทั่วไปของ 8048"

รีจิสเตอร์ทั้ง 16 ตัวนี้ แบ่งออกเป็น 2 แบงค์(BANK) เรียกว่า BANK 0 และ BANK 1 ในแต่ละแบงค์มีรีจิสเตอร์อยู่ 8 ตัว เรียกชื่อเหมือนกันคือ R0 ถึง R7 ในการใช้งานเราจะใช้ได้เพียงครั้งละ 1 แบงค์เท่านั้น โดยมีคำสั่งให้เลือกใช้ โดยทั่วไปจะใช้ BANK 0 ในโปรแกรมหลัก และ BANK 1 ในโปรแกรมย่อย ที่ตอบสนองการอินเตอร์รัพท์ เพราะ 8048 ไม่เก็บค่ารีจิสเตอร์เมื่อถูกอินเตอร์รัพท์และไม่มีคำสั่งให้เราเก็บด้วย

ในการกล่าวถึงรีจิสเตอร์จึงกล่าวถึงเพียง 8 ตัว ซึ่งรีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัวนี้ จะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่เป็นรีจิสเตอร์ทั่วไปและเป็นเคาน์เตอร์ได้ทุกตัว เทียบได้กับรีจิสเตอร์ B ในZ80 ยกเว้น R0 และ R1 ซึ่งมีหน้าที่พิเศษเพิ่มขึ้นคือ ทำหน้าที่ชี้หน่วยความจำเพื่อการอ้างแอดเดรสในแบบ register direct เช่นเดียวกับ HL ใน Z80 หรือ 8080

สำหรับแฟลกของ 8048 มีอยู่ 4 แฟลก คือที่เป็น 4 บิทสูงของรีจิสเตอร์ Flag and Stack Pointer ได้แก่ C คือแฟลก Carry และ AC คือแฟลก Auxiliary Carry เป็นแฟลกตามแบบ โดยที่ C จะมีค่าเป็น 1 เมื่อมีการทดจากการบวกหรือยืมจากการลบ นอกนั้นเป็น "0" ส่วน AC เช่นกันแต่แสดงผลของการดำเนินกรรมวิธีใน 4 บิทต่ำ สำหรับ BS คือแฟลก Bank Select แสดงว่าขณะนี้เลือกใช้รีจิสเตอร์ในแบงค์ใดอยู่ส่วน F0 คือแฟลก 0 เป็นแฟลกของผู้ใช้คือผู้เขียนโปรแกรม เราสามารถเซ็ทและรีเซ็ทแฟลกนี้เพื่อกำหนดเงื่อนไขในการกระโดดได้ และยังมีแฟลก F1 ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ F0 แต่ไม่อยู่ในรีจิสเตอร์ที่เป็นแฟลกนี้ จึงไม่ถูกเก็บลงส่วนนี้เมื่อมีการอินเตอร์รัพท์

นอกจากนี้ยังมีรีจิสเตอร์อีก 4 ตัว เป็น Timer Counter ในวงจรนับและฐานเวลากับรีจิสเตอร์พอร์ททั้งสาม

2.1.3 การอ้างแอดเดรส

อินเทลได้แบ่งหน่วยความจำของ 8048 เป็น2 พวกแยกออกจากกันเด็ดขาดคือ หน่วยความจำที่เก็บโปรแกรม(ROM) กับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูล(RAM) โดยแบ่งแยกกันที่คำสั่งคือ จะใช้คำสั่งที่กำหนดไว้สำหรับโปรแกรมไปใช้กับข้อมูลไม่ได้ และในทางตรงข้ามกัน ข้อแตกต่างของคำสั่งอยู่ที่การอ้างแอดเดรส

อีกประการหนึ่งอินเทลได้แบ่งความจำที่เก็บโปรแกรมเป็น 2 แบงค์ๆละ 2kไบท์ มีคำสั่งให้เลือกจะให้ทำงานในแบงค์ใด การอ้างแอดเดรสที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้รวมทั้งชุดคำสั่ง จะกล่าวในหัวข้อต่อไปนี้จึงหมายถึงแบงค์หนึ่งเท่านั้น และ ยังแบ่งย่อยออกเป็นหน้า (page) หน้าละ 256 ไบท์ ออกเป็น 8 หน้า มีชื่อเรียกเป็น page0 ถึง page7

2.1.4 การอ้างแอดเดรสกับโปรแกรม

Immediate เป็นการอ้างแอดเดรสถึงข้อมูลที่อยู่ต่อท้ายคำสั่งนั้น

Page Direct เป็นการอ้างแอดเดรสถึงตำบลที่ในหน่วยความจำหน้าๆหนึ่ง

Accumulator Direct เป็นกรณีที่สามารถใช้รีจิสเตอร์ A เป็นได้ทั้งแอคคิวมูเลเตอร์และพอยน์เตอร์(เหมือนกับ HL ในZ80)

Accumulator Indirect เป็นการอ้างแอดเดรสผ่าน A ในแบบ indirect ใช้กับคำสั่งเดียวเท่านั้น คือ JMPP @A

Direct เป็นการอ้างแอดเดรสถึงตำบลที่ในหน้าเดียวกับ PC ขณะนั้นโดยตรงใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับคำสั่งพวกกระโดดตามเงื่อนไข(condition branch)

2.1.5 การอ้างแอดเดรสกับข้อมูล

Register โดยที่รีจิสเตอร์อยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลจึงต้องนับรวมการอ้างแอดเดรสถึงรีจิสเตอร์ในหัวข้อนี้ด้วย เช่น MOV A, R5 เป็นการนำค่าในรีจิสเตอร์ R5 มาให้แก่ A

Register direct เป็นการอ้างแอดเดรสถึงหน่วยความจำเก็บข้อมูลทั้งภายในและภายนอกแตกต่างกันที่คำสั่ง

2.1.6 ชุดคำสั่ง

คำสั่งของ 8048 มีขนาด 1 หรือ 2 ไบท์เท่านั้น และมากกว่าครึ่งสามารถปฏิบัติใน 1 แมชีนไซเคิลเท่านั้น สามารถดำเนินกรรมวิธีในการบวกและคณิตศาสตร์ของบูลีน คือ ADD,ADDC ,ANL,ORL และ XRL ระหว่าง A กับข้อมูลที่ตามมาหรือกับรีจิสเตอร์ หรือ กับหน่วยความจำ RAM ภายใน สังเกตว่าไม่มีคำสั่งลบต้องนำด้วยการเขียนโปรแกรม และดำเนินกรรมวิธีทางคณิตศาสตร์กับหน่วยความจำ RAM ภายนอกไม่ได้(จะดำเนินกรรมวิธีกับหน่วยความจำภายนอกได้เพียงแต่การย้ายข้อมูลเท่านั้น)

จุดเด่นของ 8048 คือสามารถทำการ AND และ OR กับรีจิสเตอร์ของพอร์ทได้โดยตรง ซึ่งผลอันนี้จะปรากฏที่ขาของพอร์ทด้วย ทำให้ลดขั้นตอนในการเขียนโปรแกรม คำสั่ง SWAP ซึ่งสลับค่า 4 บิทสูงกับ 4 บิทต่ำ ในแอคคัมมูเลเตอร์ และคำสั่ง XCND ซึ่งสลับค่า 4 บิทต่ำในหน่วยความจำ มีประโยชน์มากในการดำเนินกรรมวิธีแบบ 4 บิท

2.1.7 การรีเซ็ทและการอินเตอร์รัพท์

เมื่อถูกรีเซ็ทซีพียูของ 8048 จะเริ่มต้นทำงานที่แอดเดรส 000H ซึ่ง ณ แอดเดรสนี้ เราต้องให้กระโดดไปยังต้นโปรแกรม เพราะเมื่อถูกอินเตอร์รัพท์ ที่ขา INT ซีพียูจะกระโดดมายังแอดเดรส003H ซึ่งหากเราใช้ TCNT ต้องให้กระโดดไปยังต้นโปรแกรมที่ตอบสนองการอินเตอร์รัพท์อีก เพราะเมื่อ TCNT อินเตอร์รัพท์จะทำให้ซีพียูกระโดดมายังแอดเดรส 007H

นอกจากนี้ 8048 ยังมีขา SS(Single Step) ถ้าเราให้ลอจิก"1" แก่ขานี้จะทำให้ซีพียูหยุดเมื่อปฏิบัติตามคำสั่งที่ค้างอยู่จบ และ RUN ต่อไปเมื่อให้ลอจิก "0" นั่นคือเราสามารถจัดวงจรให้ซีพียูทำงานทีละคำสั่งได้ ซึ่งมีประโยชน์มากในการตรวจแก้โปรแกรม

2.1.8 ซอร์ฟแวร์

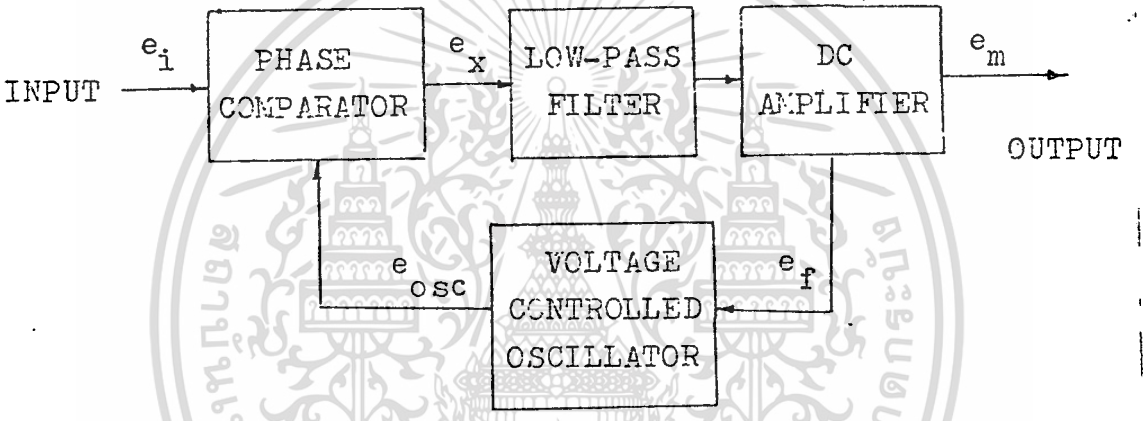
เมื่อใช้ 8048 ก็ไม่ต้องคำนึงถึงระบบจัดการใดๆทั้งสิ้นเพราะไม่มี เพียงคำนึงว่าเราจะแอสเซมเบลอร์โปรแกรมภาษาแอสเซมบลี้ที่เราต้องการได้อย่างไร ในขั้นแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องจัดชุดพัฒนาระบบ 8035 ขึ้นก่อน แต่ก็ต้องคำนึงด้วยว่าจะใช้คอมพิวเตอร์ใดเป็นแม่หาก ใช้ซิงเกิ้ลบอร์ด เช่น E.T.BOARD ก็ต้องทำแอสเซมเบอลร์ด้วยมือ หากใช้เครื่องแอปเปิ้ล ก็ใช้ SC-MACRO

2.2 เฟสล็อกลูป (PHASE LOCKED LOOP: PLL)

ลักษณะทั่วไปของ PLL แสดงดังรูปที่ 2.1 ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ เฟสคอมแพเรเตอร์(phase comparator) ,โลพาสฟิลเตอร์ (low-pass filter) และ โวลเตจคอนโทลออสซิลเลเตอร์(voltage-control oscillator) ทั้งหมดต่อกันเป็น โคลสฟีดแบ็คลูป (closed-feedback loop)



รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรม ของ PLL feedback loop

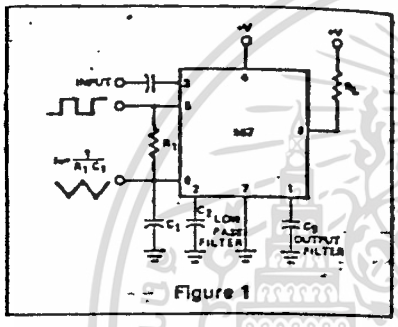
การทำงานของ PLL คือ เมื่อมีสัญญาณอินพุทเข้ามา จะมีการเปรียบเทียบกับสัญญาณที่มาจากออสซิลเลเตอร์ ที่เฟสคอมพาเรเตอร์ เอาท์พุทของเฟสดีเทคเตอร์จะเป็นผลต่างของความถี่ทั้งสองหรือความถี่บีทนั่นเอง และเพราะว่าความถี่ต่ำเท่านั้นที่จะผ่านโลพาสฟิลเตอร์ไปได้ ดังนั้นความถี่ที่ผ่านไปได้ก็จะเป็นความถี่บีทนี้ ส่วนที่ผ่านไปไม่ได้ก็คือความถี่ที่เข้ามาและความถี่จาก vco ส่วนที่ผ่านไปได้จะถูกขยายด้วย ดีซี แอมปลิไฟเออร์ เป็น ฟีด-แบ็คคอมโปเน้น e_f ไปชิฟ(shift)ความถี่ของ vco และทำการล็อกความถี่ที่เข้ามานั้น ทำให้vco มีความถี่เท่ากับสัญญาณที่เข้ามา เป็นผลให้เอาท์พุทของเฟสดีเทคเตอร์เป็น "0"และเมื่อสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงหรือความถี่ของ vco เปลี่ยนแปลงไป จะทำให้เอาท์พุทที่เฟส-ดีเทคเตอร์ ไม่เป็น "0" และจะถูกป้อนไปยัง vco เพื่อทำการปรับให้เท่ากันอีกครั้ง

ถ้า vco มีความถี่เปลี่ยนแปลงมันจะถูกป้องกันโดยไฟ ดีซี ที่ป้อนให้แก่ vco เพื่อไม่ให้ vco เกิดเปลี่ยนแปลงความถี่ ถ้าสัญญาณที่เข้ามาเปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดมีไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดีซีป้อนไปยัง vco เพื่อทำให้ vco รักษาความถี่ไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงไป

จากสิ่งนี้ทำให้เราสามารถที่จะกำหนดความถี่และคงค่านี้เอาไว้ได้ ซึ่งจะมีการคำนวณและกำหนดความถี่ต่างๆได้ ซึ่งในภาค รีซีโค๊ดเดอร์ ใช้ IC 567 ซึ่งเป็นไอซีเฟส-ล็อกลูป ซึ่งจะทำให้vco มีความถี่คงที่ตลอด ดังนั้นสัญญาณที่เข้ามาจะต้องมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับความถี่ของ vco จึงจะทำให้เกิดการล็อกความถี่และให้เอาท์พุทออกมาเป็น low ได้ การคำนวณและรูปโครงสร้างของ IC 567 แสดงดังรูป 2.2



DESIGN FORMULAS

$$f_0 = \frac{1.1}{R_1 C_1}$$

$$BW = 1070\sqrt{\frac{V_i}{f_0 C_2}} \text{ in \% of } f_0,\ V_i \le 200\text{mVrms}$$

Where

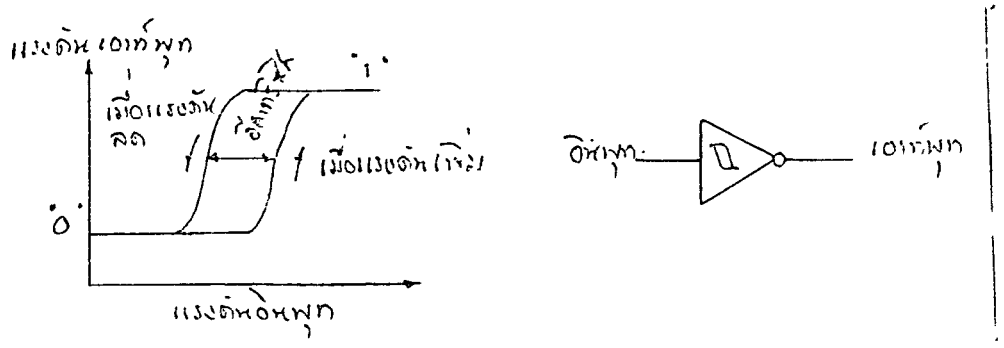
V_i = Input Voltage (Vrms)

C_2 = Low-Pass Filter Capacitor (μF)

รูปที่ 2.2 โครงสร้างและการคำนวณของ IC 567

2.3 ชมิททริกเกอร์ (shmitt trigger)

การทำงานของวงจรชมิททริกเกอร์ เป็นวงจรที่รับสัญญาณอนาล็อกทางอินพุทและให้สัญญาณดิจิตอลทางด้านเอาท์พุท เมื่อแรงดันของอินพุทค่อยๆเริ่มจาก 0 โวลท์จนถึงระดับแรงดันหนึ่งที่กำหนดไว้ ชมิททริกเกอร์จะให้เอาท์พุทเป็น "1" ทันที ต่อมาเมื่อแรงดันค่อยๆลดลงจนต่ำถึงแรงดันอีกค่าหนึ่ง ชมิททริกเกอร์จะให้เอาท์พุทเป็น"0" ช่วงห่างระหว่างแรงดันทั้งสองเรียกว่า ฮีสเตอรีซิส (hysteresis) แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์และคุณสมบัติของวงจรชมิททริกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ให้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 ออพโต้คัพเปลอร์(optocoupler)

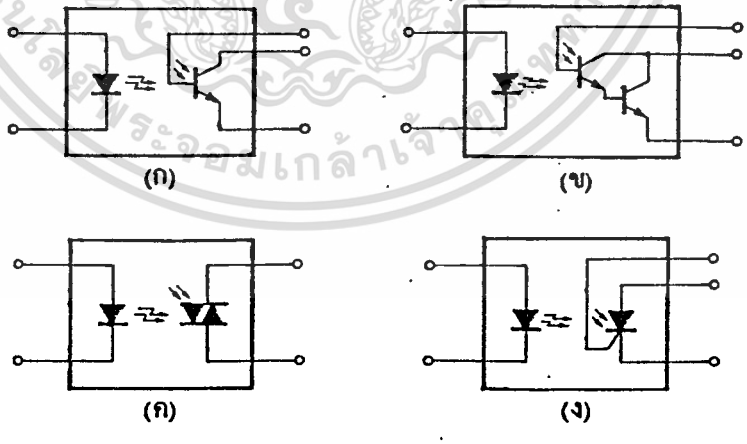
การเชื่อมโยงทางแสง(optocoupler) สามารถใช้ในงานที่ต้องการแยกระบบไฟฟ้าของสองวงจรออกจากกัน เช่น เมื่อใช้เอาท์พุทที่เป็นแรงดันต่ำของวงจรทางดิจิตอลไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟสลับ ทั้งนี้เนื่องจากวงจรทางด้านดิจิตอลไม่สามารถส่งเอาท์พุทออกเป็นแรงดันไฟกระแสสลับได้ นอกจากนี้ กระแสไฟสลับที่เหนี่ยวนำขึ้นในวงจรทางด้านดิจิตอลนั้นสามารถทำให้เกิดข้อยุ่งยากต่างๆได้ ดังนั้นมอเตอร์และวงจรทางด้านดิจิตอลจึงต้องแยกออกจากกันทางไฟฟ้า ซึ่งเป็นหน้าที่หลักของตัวเชื่อมโยงทางแสงที่สำคัญ

ตัวเชื่อมโยงทางแสงอาจจะถูกนำไปใช้ในงานซึ่งเอาท์พุทที่มีแรงดันสูงของอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดถูกป้อนเข้าสู่วงจรควบคุมที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ในการควบคุมการเริ่มต้นและสิ้นสุดของการทำงาน เมื่อถึงจุดที่ต้องการอย่างอัตโนมัติ

2.4.1 พื้นฐานของตัวเชื่อมโยงทางแสง

ตัวเชื่อมโยงทางแสง เป็นอุปกรณ์เดี่ยวที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสง และตัวตรวจรับแสง โดยที่ทั้งสองชิ้นส่วนนี้แยกจากกันและกันโดยมีฉนวนที่โปร่งใสขั้นกลาง และชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในตัวถังทึบแสง

แหล่งกำเนิดแสงสำหรับตัวเชื่อมโยงทางแสงส่วนมากแล้วจะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด ที่ทำจากสารแกลเลี่ยม อาร์เซไนด์(GaAs) ส่วนตัวตรวจรับหรืออุปกรณ์ภาคเอาท์พุทนั้น อาจจะเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์,โฟโต้ดาร์ลิงตัน,SCR ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสงและสวิทช์สองทิศทางที่ทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ตัวเชื่อมโยงทางแสงแบบทั่วๆไป ในรูป ก มีเอาท์พุทเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์ รูป ข เอาท์พุทเป็นโฟโต้ดาร์ลิงตัน รูป ค มี เอาท์พุทเป็นสวิทช์สองทิศทางซึ่งทำงาน เมื่อมีแสงมากระตุ้น รูป ง มีเอาท์พุทเป็น SCR ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
024673

คุณสมบัติต่างๆสำหรับตัวเชื่อมโยงทางแสง เบอร์ 4N33, 4N26 และ MOC3010 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ตารางที่ 2 ตารางที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเบอร์ 4N33

		ค่าต่ำสุด	ค่าปกติ	ค่าสูงสุด	หน่วย
อินพุท	I_F			80	mA
	$V_F(I_F = 10\ mA)$		1.2	1.5	V
	V_R			3	V
เอาท์พุท	I_C	30		100	mA
	$V_{(BR)CBO}$	30			V
	$V_{(BR)CEO}$	30			V
	$V_{(BR)ECO}$	5			V
ตัวแปร เชื่อมโยง	$I_C(I_F = 10\ mA, V_{CE} = 10\ V)$	50			mA
	$V_{CE(sat)}$ $(I_F = 8\ mA, I_C = 2\ mA)$			1.0	V

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของเบอร์ 4N26

		ค่าต่ำสุด	ค่าปกติ	ค่าสูงสุด	หน่วย
อินพุท	I_F			80	mA
	$V_F(I_F = 10\ mA)$		1.1	1.5	V
	V_R			3	V
เอาท์พุท	I_C			100	mA
	$V_{(BR)CBO}$	70			V
	$V_{(BR)CEO}$	30			V
	$V_{(BR)ECO}$	7			V
ตัวแปร เชื่อมโยง	CTR $(I_F = 10\ mA, V_{CE} = 10\ V)$	20			%
	$V_{CE(sat)}$ $(I_F = 50\ mA, I_C = 2\ mA)$		0.1	0.5	V

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของเบอร์ MOC 3010

		ค่าต่ำสุด	ค่าปกติ	ค่าสูงสุด	หน่วย
อินพุท	I_F			50	mA
	V_F $(I_F = 10\ mA)$		1.2	1.5	V
	V_R			3	V
เอาท์พุท	I_T (RMS)			100	mA
	V_{DRM}			250	V
	V_{TM} $(I_T = 100\ mA)$		2.5	3.0	V
ตัวแปร เชื่อมโยง	I_F		8.0	15	mA
	I_H		100		μA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไอซีสวิทช์ทำงานที่จุดศูนย์

การตัดต่อไฟสลับทั่วไปกระทำได้ด้วยอุปกรณ์พื้นฐานสองอย่างคือ สวิทช์กลไก และอุปกรณ์สวิทช์ที่เป็นโซลิสเตทซึ่งก็ได้แก่ เอสซีอาร์หรือไตรแอค สวิทช์กลไกเช่น รีเลย์หรือแมคเนติคสวิทช์มีการทำงานที่ค่อนข้างช้า และถ้าเป็นการสวิทช์ที่กระแสสูงแล้วก็มักจะเกิดประกายไฟซึ่งก็สร้างสัญญาณรบกวนในขณะสวิทช์เปิดและปิด สัญญาณรบกวนนี้เป็นตัวสร้างปัญหาให้กับวงจรเตรื่องรับวิทยุโทรทัศน์ และ เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือดิจิตอล

การสวิทช์ด้วยไตรแอคอาจไม่ทำให้เกิดประกายไฟ แต่อย่างไรก็ตามก็ยังสร้างปัญหาสัญญาณรบกวนในขณะสวิทช์ทั้งนี้เพราะในขณะไตรแอคนำกระแสจะมีกระแสไหลทะลักทันทีทันใดในเวลาเพียงเสี้ยววินาที หรือไม่กี่ไมโครวินาที ซึ่งก็สร้างลักษณะของกระแสกระชาก ขนาดของสัญญาณรบกวนจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ di/dt การลดสัญญาณรบกวนจึงขึ้นกับการลดค่ากระแสกระชากหรือเพิ่มช่วงเวลากระแสสวิทชิ่ง (rise time)

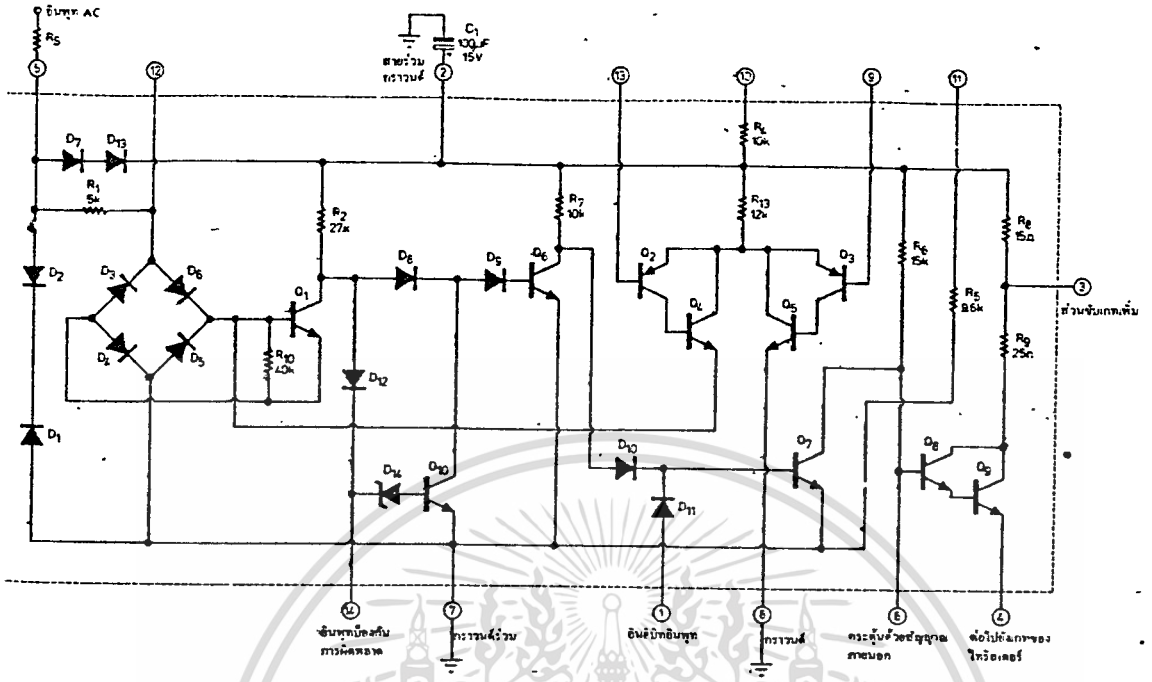
หากนำเอาไตรแอคมาตัดต่อในวงจรไฟสลับ 50Hz การเกิดของสัญญาณรบกวนจึงขึ้นกับจังหวะของการตัดต่อ หากพิจารณาดูจากข้อมูลสมมติที่ใช้ไตรแอคทำการตัดต่อไฟสลับที่มีโหลดขนาด 100 โอห์ม และถ้าหากตัดต่อในจังหวะแรงดันสูงสุด(200V* 2) จะมีกระแสกระชากสูงถึง 3.10 A และถ้าหากตัดต่อค่าแรงดัน 3.25V จะมีกระแสกระชากเพียง 32.5 mA

ไตรแอคเป็นอุปกรณ์ต่อวงจรค้าง เมื่อกระตุ้นให้นำกระแสแล้ว มันจะหยุดนำกระแสเมื่อแรงดันตกคร่อมตัวมันลดลงมาต่ำถึงค่าแรงดันยึด(holding voltage) ดังนั้นหากการกำหนดจุดกระตุ้นที่เริ่มต้นใกล้จุดศูนย์ มันก็จะหยุดนำกระแสเองใกล้จุดศูนย์ ปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวนต่างๆก็จะไม่เกิดขึ้น การกระตุ้นใกล้จุดศูนย์นี้เราเรียกว่า การสวิทช์ที่แรงดันศูนย์ (zero voltage switch)

2.5.1 CA3059 ไอซีสวิทช์ทำงานที่แรงดันสูง

ไอซีเบอร์ CA3059 มี 14ขาแบบดีนตะขาบ ส่วนของวงจรประกอบด้วยวงจรจ่ายไฟเลี้ยง วงจรดีเทคจุดศูนย์ วงจรสร้างสัญญาณขับเกท วงจรขยายอัตราสูง ลักษณะของวงจรมีหลักการทำงานคือ ไฟเอซีจะต่อเข้าระหว่างขา 5 และ 7 ของไอซี โดยปกติจะใช้ตัวต้านทาน 22 กิโลโอห์ม 5 วัตต์(กรณีใช้กับไฟ 220v) ต่ออนุกรมอยู่กับ D_1 และ D_2 ต่อสลับกันเพื่อเป็นซีเนอร์ไดโอดทำให้แรงดันที่ขา 5 มีค่า บวกลบ 8 โวล์ท ในครึ่งไซเกิ้ลไฟบวก D_7 และ D_{13} จะทำการเรคติไฟด์ และจะให้แรงดันเพียงประมาณ 6.5v คร่อมตัวเก็บประจุขนาด 100uF ที่ต่ออยู่ที่ขา 2 ตัวเก็บประจุนี้จะทำให้ไฟตรงราบเรียบ เพื่อไปเลี้ยงการทำงานของวงจรภายใน และพอเพียงสำหรับขับวงจรไตรแอค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



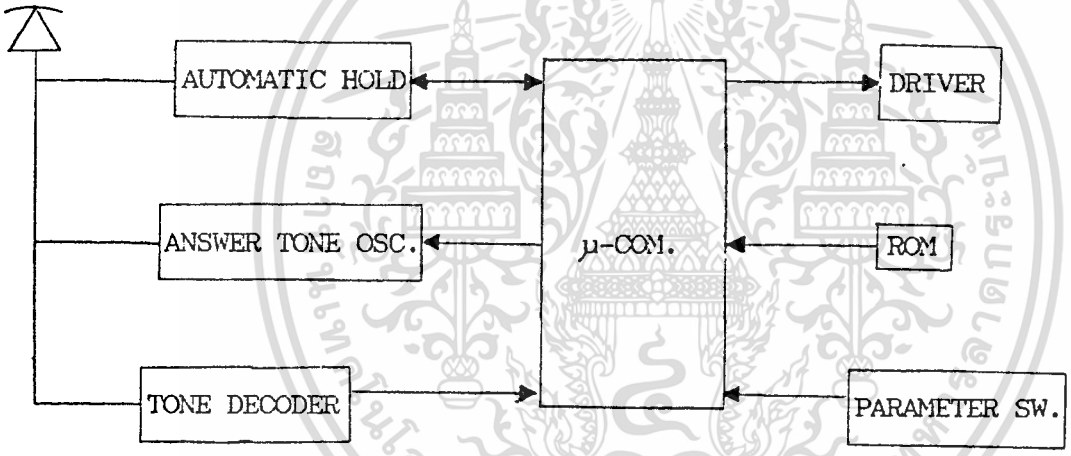
รูปที่ 2.4 วงจรภายในของไอซีเบอร์ CA3059

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 โครงสร้างการทำงานของเครื่องควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์

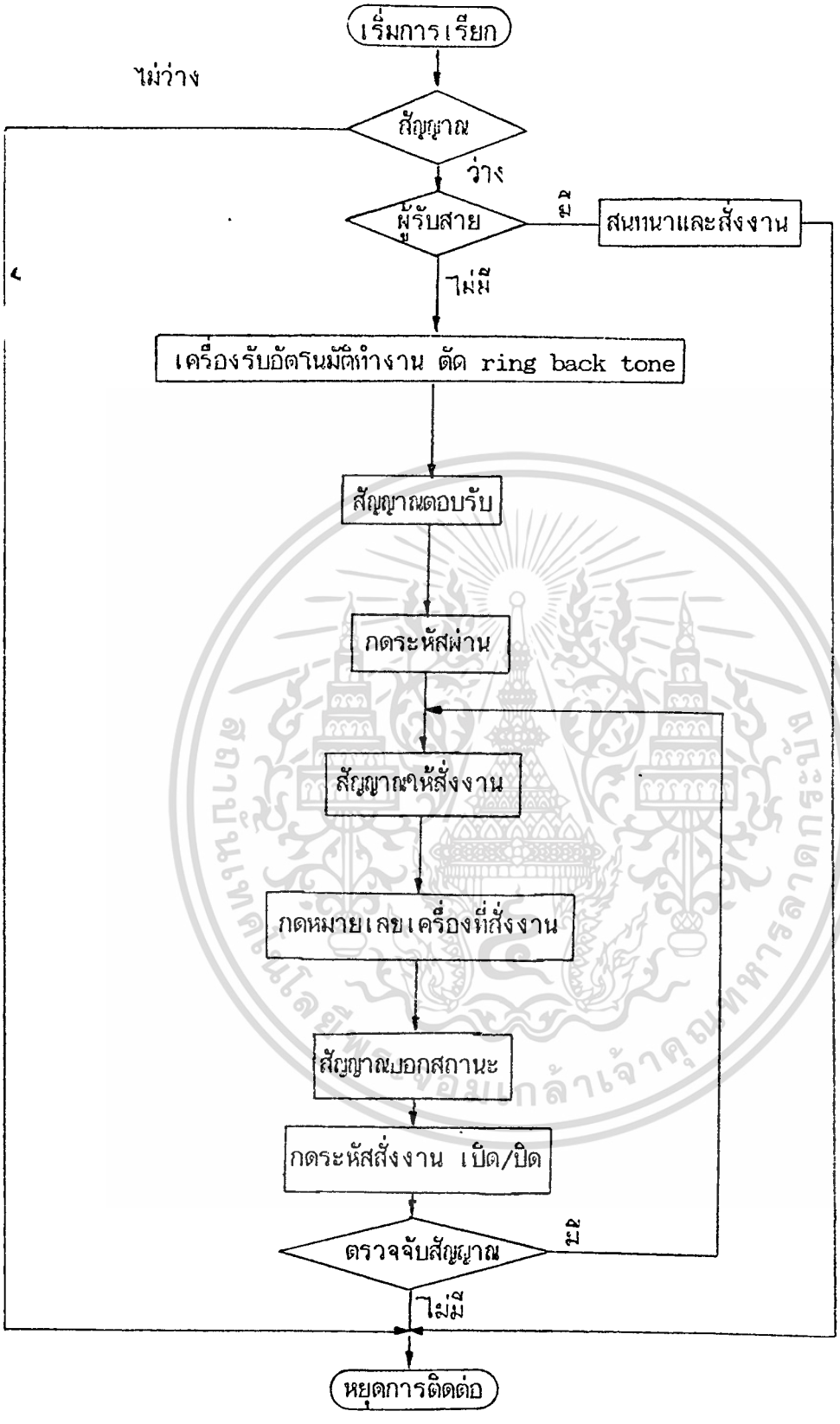
ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ หลายส่วนต่อเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์และคู่สายโทรศัพท์ เช่น วงจรรับโทรศัพท์อัตโนมัติ (AUTOMATIC HOLD) วงจรสร้างสัญญาณตอบรับ (ANSWER TONE OSCILLATOR) วงจรโทนดีโคดเดอร์ (TONE DECODER) วงจรขับ (DRIVER) หน่วยความจำโปรแกรม (ROM) และสวิทช์กำหนดพารามิเตอร์ (PARAMETER SWITCH) ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างทั่วไปของเครื่องที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

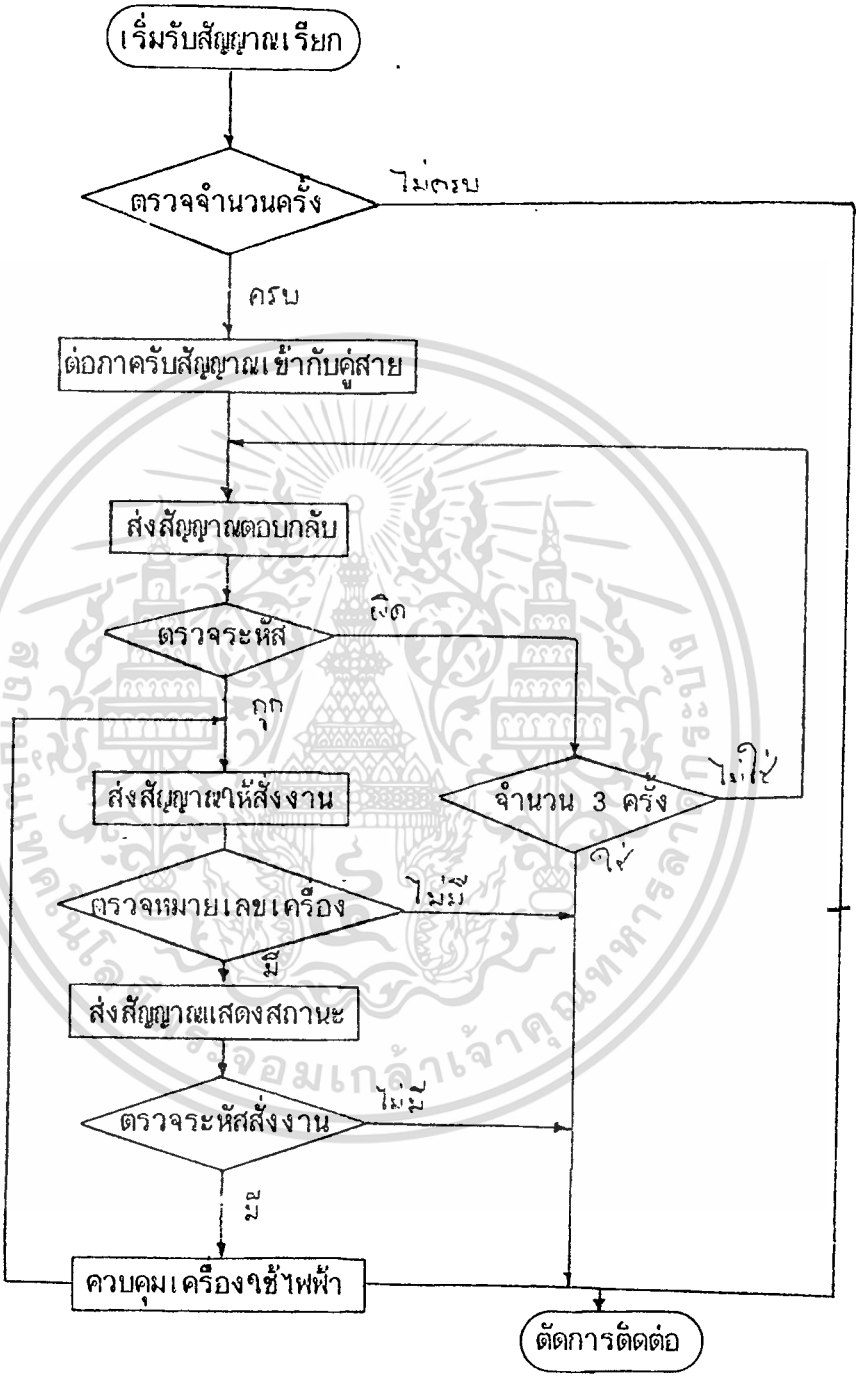
สำหรับขั้นตอนการทำงานของเครื่องควบคุม ทั้งทางด้านผู้เรียกและทางด้านผู้รับได้แสดงไว้แล้วดังในรูปที่ 3.2 และ 3.1 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานทางด้านผู้เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องทางด้านรับ

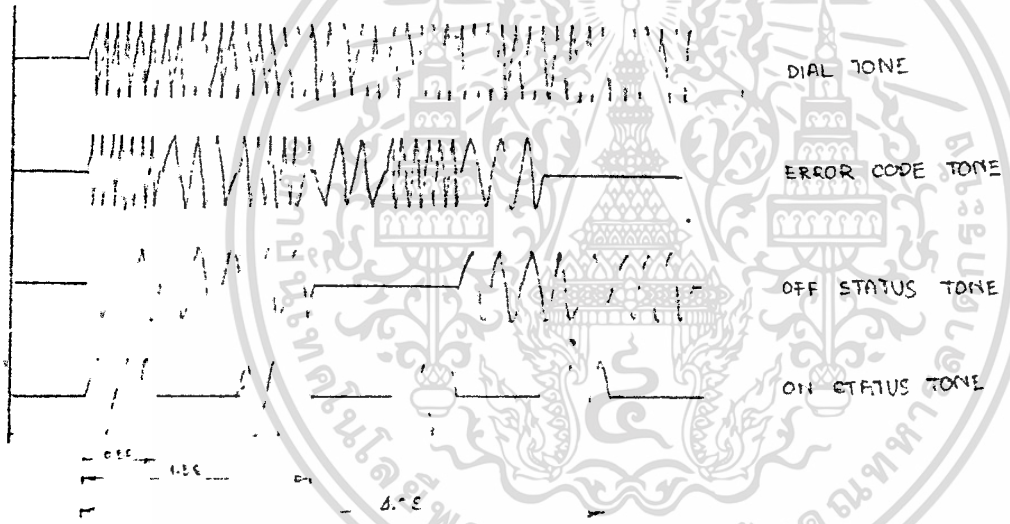
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรรับการเรียกอัตโนมัติ (AUTOMATIC HOLD)

ประกอบด้วยวงจรตรวจจับเสียงกริ่ง(ringing detector) และวงจรต่อสายโทรศัพท์ (wire pair connecting) ซึ่งทั้งสองวงจรต้องทำงานร่วมกัน กับโปรแกรมนับจำนวนเสียงกริ่ง

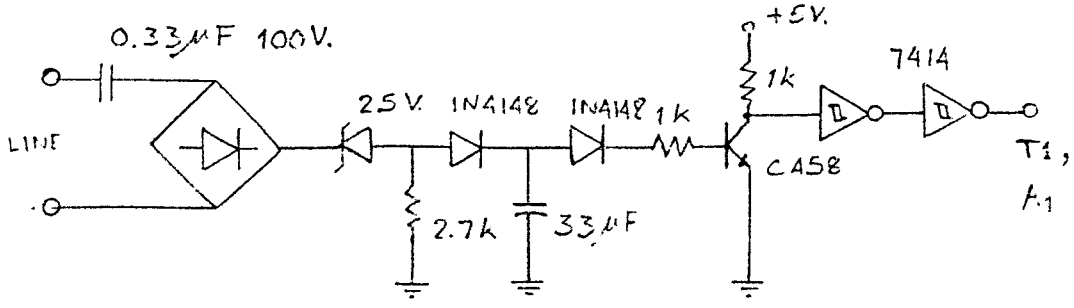
3.2.1 วงจรตรวจจับเสียงกริ่ง

ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอินพุทที่เป็นไฟตรง 48 โวลท์ ขณะที่ไม่มีเสียงกริ่งให้เป็นสัญญาณเอาท์พุทลอจิก"1" และเปลี่ยนสัญญาณอินพุทที่เป็นสัญญาณไฟสลับ 100v ความถี่ 16 Hz ให้เป็นสัญญาณเอาท์พุทลอจิก "0" สัญญาณเอาท์พุทจะเป็นสัญญาณ พัลส์(pulse) ตามจังหวะเสียงกริ่งที่เรียกเข้ามา ซึ่งสัญญาณเอาท์พุทนี้ จะถูกส่งไปยังพอร์ทของ 8048 เพื่อทำการนับจำนวนครั้งของเสียงกริ่ง เวฟฟอร์มของสัญญาณแสดงไว้ดังรูป 3.4



รูปที่ 3.4 เวฟฟอร์มของสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของวงจรจับเสียงกริ่ง

งจรที่ได้ออกแบบไว้มีส่วนประกอบต่างๆแสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงส่วนต่างๆของวงจรตรวจจับสัญญาณกริ่ง

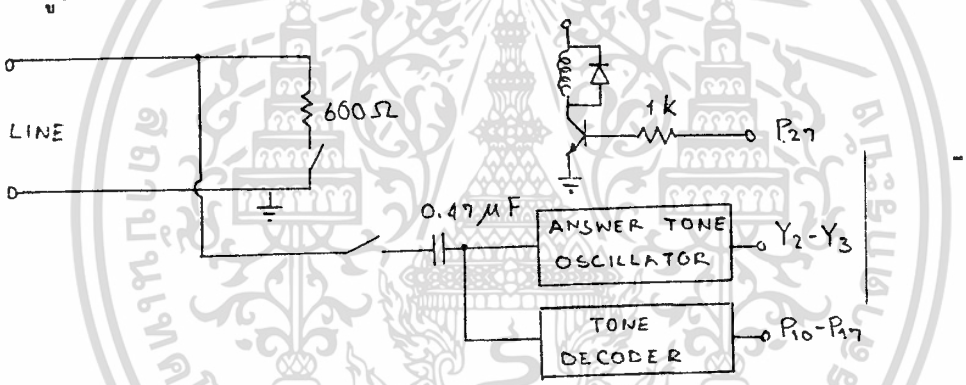
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงาน

สัญญาณในสายโทรศัพท์จะผ่านเข้าวงจรบริจด์เรคติไฟด์แล้วถูกลดแรงดันโดยริวล-เตจดิไวเดอร์ และมีแรงดันตกคร่อมซีเนอร์ไดโอดทำให้ความแตกต่างของแรงดันเนื่องจากสัญญาณกริ่งและสัญญาณไฟตรงมากเพียงพอสำหรับเป็นอินพุทของ ชมิททริกเกอร์ ซึ่งจะตอบสนองต่อสัญญาณอินพุทแบบ ฮิสเตอริซิส(hysteresis) ทำให้สัญญาณมีการเปลี่ยนระดับลอจิกเร็วขึ้น

3.2.2 วงจรต่อสายโทรศัพท์

เมื่อสัญญาณกริ่งเข้ามาครบจำนวนที่ตั้งไว้แล้ว วงจรต่อสายโทรศัพท์จะต่อความต้านทาน 600 Ω คร่อมคู่สายโทรศัพท์เพื่อรับการเรียกที่เข้ามา ขณะเดียวกันก็จะต่อวงจรโทนดีโคด-เดอร์และวงจรสัญญาณตอบรับเข้ากันคู่สายโทรศัพท์ เพื่อเป็นวงจรรับส่งสัญญาณ วงจรที่ได้ออกแบบไว้แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรต่อสายโทรศัพท์

3.3 วงจรสัญญาณตอบรับ

เป็นส่วนกำเนิดเสียงไปยังผู้เรียก เพื่อเป็นการตอบรับการเรียกและคำสั่งของผู้เรียก สัญญาณตอบรับนี้ต้องมีความแตกต่างทางด้านความถี่และจังหวะ จึงจะทำให้ผู้เรียกสามารถแยกแยะเสียงที่ได้ยินออกว่าเป็นสัญญาณอะไร มีความหมายอะไร แต่ต้องไม่มีชนิดของเสียงมากจนทำให้ผู้เรียกสับสน

3.3.1 การออกแบบ

ใช้ความถี่เพียง 2 ความถี่ที่มีความแตกต่างกันทางความถี่ 5 เท่า คือ ความถี่ 300 Hz และ 1500 Hz ที่ความถี่นี้เสียงที่ได้ยินจะเป็นเสียง 'ดู๊ด' และ 'ดิ๊ด' ซึ่งเป็นเสียงที่ต่ำและสูงเพียงพอที่จะแยกแยะความแตกต่างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ชนิดของเสียงตอบรับ

เสียงแมวกรน (DIAL TONE) เป็นเสียงที่ตอบให้ผู้เรียกทราบว่าขณะนี้ติดต่อกันระบบของเครื่องควบคุมการสั่งงานได้แล้ว และผู้เรียกจะต้องกดรหัสผ่าน ใช้เสียงความถี่สูงดังต่อเนื่อง และหยุดก็ต่อเมื่อผู้เรียกกดหมายเลขเข้ามา

เสียงบอกรหัสถูก (CORRECT PASSCODE TONE) เป็นเสียงบอกให้ทราบว่ารหัสถูกต้อง และให้ผู้เรียกกดหมายเลขของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุม ใช้เสียงต่ำดังต่อเนื่อง

เสียงบอกรหัสผิด (ERROR PASSCODE TONE) เป็นเสียงที่บอกให้ทราบว่ารหัสไม่ถูกต้อง ให้ผู้เรียกป้อนรหัสเข้ามาใหม่ ใช้เสียงสูงและต่ำดังสลับกันเป็นจังหวะ ๆ ละ 0.5 วินาที

เสียงบอกสถานะ (STATUS TONE) เป็นเสียงบอกสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะนั้น มี 2 เสียงคือ

- เสียงบอกสถานะปิด ใช้เสียงต่ำดังและหยุดเป็นจังหวะ ๆ ละ 0.5 วินาที
- เสียงบอกสถานะเปิด ใช้เสียงสูงดัง 3 วินาที หยุด 3 วินาที สลับกันไป

สำหรับวงจรกำเนิดเสียงข้างต้น ใช้ไอซี 555 จำนวน 2 ตัว สร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม แล้วนำมาผ่านออเกท (OR GATE) และ โลว์พาสฟิวเตอร์เพื่อลดความถี่ฮาร์โมนิก และมีสัญญาณควบคุมจาก 8048 ไปยังขารีเซ็ทของไอซีแต่ละตัวสำหรับกำหนดจังหวะของความถี่

3.3.3 การคำนวณ

สมการที่ใช้กับไอซี 555 $f = 1.44/(Ra+2Rb)C$

$DUTY\ CYCLE = Ra+Rb/Rb$

เพื่อให้ได้รูปคลื่นที่มีลักษณะสมมาตรจะต้องให้ดิวตี้ไซเคิลเท่ากับ 50% เพราะฉะนั้น Ra ต้องมีค่าน้อย ๆ และ Rb ต้องมีค่ามาก ๆ

ที่ความถี่ 300 Hz ใช้ Ra =100 Ω และ Rb ปรับค่าได้ 20 kΩ

สมมติให้ Rb = 5 kΩ จะได้ $C1 = 1.44/(100+5000)300$

$= 0.94\ \mu F$

ดังนั้นใช้ C1 ค่า 1 μF

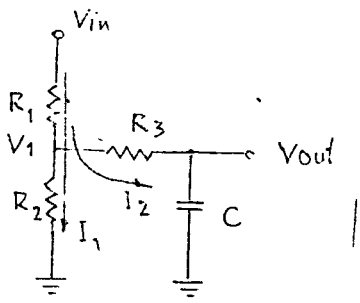
ที่ความถี่ 1500 Hz $C2 = 1.44/(100+5000)1500$

$= 0.18\ \mu F$

ตัวนั้นใช้ C2 ค่า .22 μF

ในกรณีที่ต้องการให้เอาท์พุทที่ความถี่ทั้งสองมีค่าเท่ากัน ทำได้โดยการให้สัญญาณผ่านโวลเตจดิไวเดอร์ แล้วจึงผ่าน อาร์ซีฟิลเตอร์ ซึ่งแสดงไว้ดังรูป 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7

I_2 = 1.5 mA

I_1 = 2 mA

V_1 = 1.0 v

$R_3 = (V_1 - V_{out})/I_2 = (1.0 - 0.8)/1.5 = 660\ \Omega$

R_2 = 1.0/2mA = 500 Ω

R_1 = (5 - 1.0)/3.5 mA = 1142 Ω

พิจารณาที่ 1500 Hz $R_3C = ((1.0/0.8)^2 - 1)/2L*1500 = .08$ mS

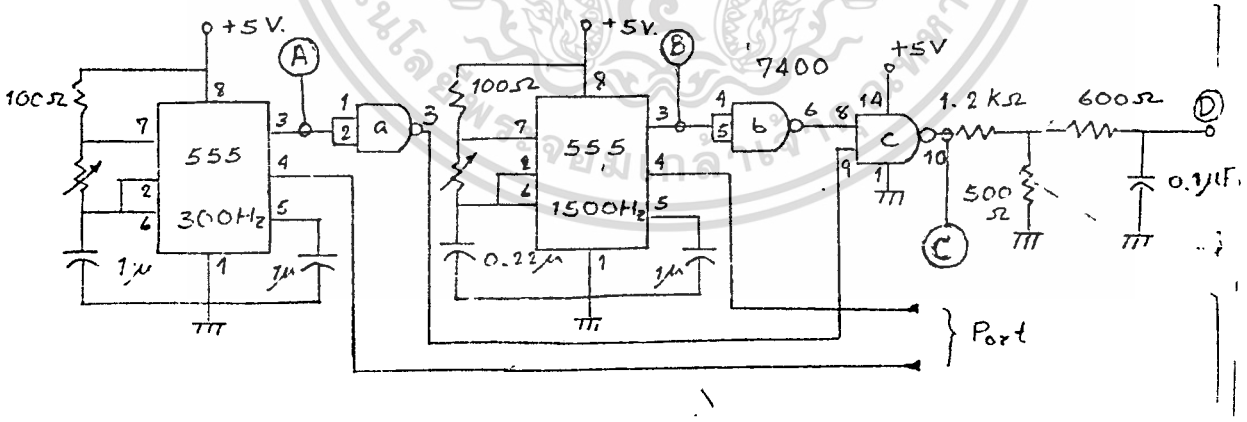
$C = .08/660 = 0.12$ uF

พิจารณาที่ความถี่ 300 Hz

$V_{out} = 1.0/ (2R *300*.08*10^{-3})^2 + 1$

จากการคำนวณ เอาท์พุทที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน

ความแตกต่างของขนาดเอาท์พุท = (0.98 - 0.8)/ 0.8 = 22%



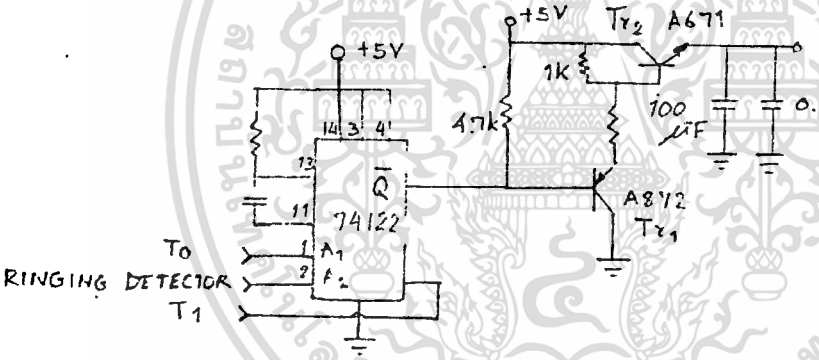
รูปที่ 3.8 วงจรสัญญาณตอบรับที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรควบคุมการจ่ายไฟเลี้ยง

เนื่องจากการทำงานของเครื่องควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์ไม่ได้ทำงานอยู่ตลอดเวลา โดยทำงานเฉพาะในขณะที่มีการติดต่อจากผู้เรียก หรือ ขณะที่อุปกรณ์ไฟฟ้ายังคงทำงานอยู่ ถ้าหากมีไฟเลี้ยงจ่ายให้กับระบบตลอดเวลา ก็จะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในช่วงที่ระบบไม่ได้ทำงาน ทำให้ต้องเสียค่าไฟฟ้ามากและอาจทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์สั้นลง จึงได้พัฒนาวงจรควบคุมการจ่ายไฟนี้ขึ้นมา เพื่อใช้เป็นสวิทช์ควบคุมให้มีการจ่ายไฟเฉพาะในช่วงเวลาที่ระบบทำงานเท่านั้น

วงจรควบคุมการจ่ายไฟ มีไอซี 74LS122 ทำหน้าที่ให้สัญญาณควบคุมแก่สวิทช์ และทรานซิสเตอร์ 2 ตัวเป็นสวิทช์ดังรูปที่ 3.9

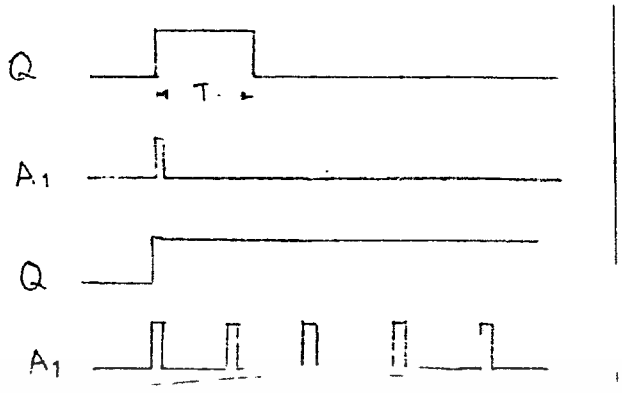


รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมการจ่ายไฟเลี้ยง

ไอซี 74LS122 เป็นตัวกำเนิดสัญญาณโมโนสเตเบิลชนิดทริกซ้ำได้ ให้เอาท์พุทเป็นพัลซ์ที่มีคาบเวลา T ลูกหนึ่ง เมื่อมีการทริก 1 ครั้ง และถ้ามีการทริกอีกในขณะที่มีเอาท์พุทอยู่ก็จะทำให้พัลซ์ของเอาท์พุทกว้างออกไปอีกเป็นคาบเวลา T ดังนั้นจะสามารถรักษาระดับสัญญาณของเอาท์พุทได้โดยการทริกซ้ำด้วยพัลซ์เทรนที่มีคาบเวลาน้อยกว่า T แสดงดังรูป 3.10 คาบเวลา T กำหนดได้ด้วยค่าของความต้านทานและตัวเก็บประจุ มีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$T = 1.1\ RC$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1Ø แสดงการทริกและเอาท์พุทของ 74LS122

ไอซี 74LS122 มีขาอินพุท A1 ได้ต่อเข้ากับขา TØ ของ 8Ø48 ขาอินพุท A1 ต่อเข้ากับเอาท์พุทของวงจรตรวจจับเสียงกริ่ง ขา CLR ต่อเข้ากับขา Y4 ของไอซี 74LS138 และขา Q ไปควบคุมสวิทช์ทรานซิสเตอร์

3.4.1 การทำงานของวงจร

ในขณะที่ไม่มีสัญญาณอินพุทเข้ามา Q จะเป็น'1' ทำให้ Tr1 และ Tr2 ไม่ทำงาน จะไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงไปยังระบบ เมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้ามาทำให้มีการทริก Q จะเป็น 'Ø' Tr1 และ Tr2 จะทำงานทำให้มีการจ่ายไฟไปเลี้ยงระบบทั้งหมด จากนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จะนับจำนวนครั้งของเสียงกริ่ง ถ้าหากไม่ครบตามจำนวนที่ได้ตั้งไว้ ระบบจะหยุดการทำงานเมื่อพัลซ์ของไฟเลี้ยงหมดเวลาลง แต่ถ้านับได้ครบจำนวนตามที่ตั้งไว้ จะให้สัญญาณคล็อคออกมายังขา T1 ทำให้สามารถจ่ายไฟไปเลี้ยงระบบได้ต่อไป จนกระทั่งไมโครคอมพิวเตอร์ตรวจจับได้ว่าไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าใดทำงานอยู่เลย ก็จะให้ลอจิก'Ø' ไปที่ขา Y4 ของไอซี 74LS138 ซึ่งทำให้ Q เป็น '1' และ Tr1 , TR2 จะหยุดทำงาน จึงเป็นการตัดไฟเลี้ยงออกจากระบบ

3.4.2 การคำนวณ

คาบเวลา T ของพัลซ์ที่สร้างจากไอซี 74LS122 จะต้องมีความกว้างมากกว่า คาบเวลาของสัญญาณกริ่งแต่ละครั้ง ซึ่งเท่ากับ 5 วินาที เพื่อให้สัญญาณกริ่งเป็นอินพุทที่สามารถทริกซ้ำการทำงานของ 74LS122 ได้ คำนวณหาขนาดของตัวเก็บประจุจากสมการ

$$T = 1.1RC$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ค่า R = 25 KO ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่ใช้ได้

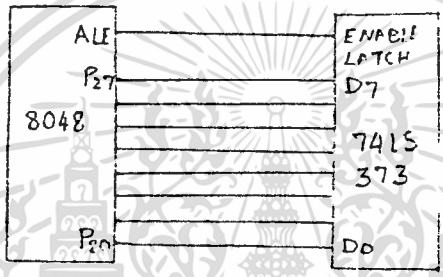
$$5 < 1.1*25*10^{3}*C$$

$$C > 180 \text{ uF}$$

เลือกใช้ C ขนาด 220 uF

3.5 วงจรการใช้งานของ 8048

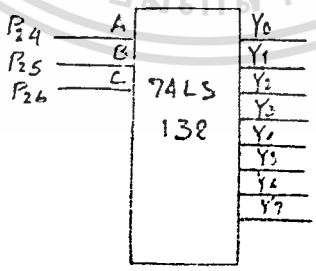
ไมโครคอมพิวเตอร์ 8048 ได้จัดอินพุทและเอาท์พุทพอร์ทสำหรับใช้งานอยู่2พอร์ท พอร์ทละ 8 บิท โดย 4 บิทล่างของพอร์ท 2 ถูกมัลติเพล็กซ์กับค่าแอดเดรส ในการใช้งานจึงต้องมีไอซีสำหรับแลทช์ค่าเอาท์พุท เป็นไอซีแลทช์ 8 บิททำงานที่ขาชี้มาแลทช์ด้วยสัญญาณALE เหตุผลที่ต้องแลทช์ 4 บิทด้วยก็เพื่อใช้74LS374 เป็นบัฟเฟอร์ไม่ให้ 8048 รับโหลดโดยตรง



รูปที่ 3.11 แสดงการใช้ไอซี 74LS374 เป็นบัฟเฟอร์

จากการที่พอร์ทของ 8048 มีอยู่จำกัด เราจึงต้องหาวิธีการที่จะใช้พอร์ทให้เพียงพอกับความต้องการซึ่งในระบบนี้ได้ใช้ 2 วิธีด้วยกันคือ การใช้ดีโค้ดเดอร์และการใช้พอร์ทแบบเมตริกซ์

การใช้ดีโค้ดเดอร์ได้ใช้ไอซี 74LS138 ซึ่งเป็นดีโค้ดเดอร์ชนิด เข้า 3 ออก 8 มีอินพุทจาก P24-P26 ได้เอาท์พุทเป็น Y0-Y1 ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงการต่อ 74LS138 กับพอร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการใช้งานเอาท์พุทในลักษณะแอกทีฟโลว์ แต่ละเอาท์พุทมีการใช้งานดังนี้

Y0 ใช้เป็นอีนาเบิ้ลแลทช์ของเอาท์พุทแลทช์

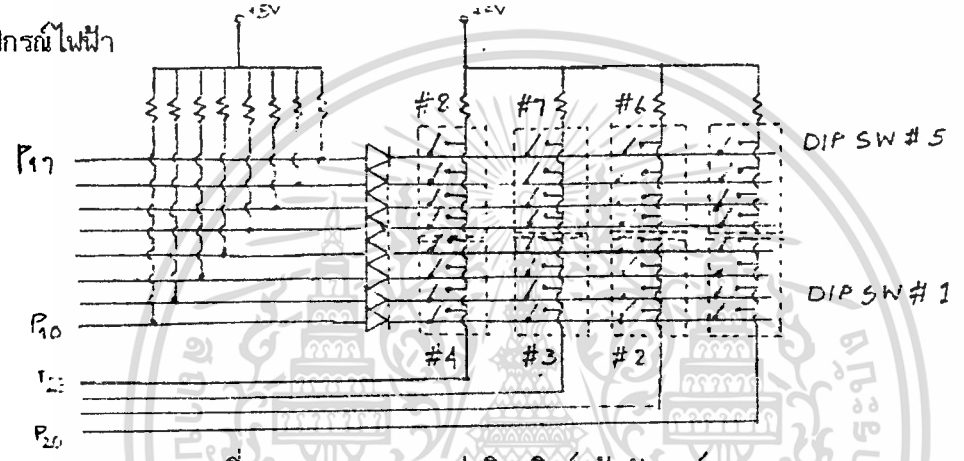
Y1 ใช้เป็นอีนาเล้ิลการทำงานของโทนดีโค้ดเดอร์

Y2 ใช้เป็นขาอีนาเบิ้ลของออสซิลเลเตอร์ ความถี่ 00 Hz

Y3 " " 1500Hz

Y5 ใช้เป็นขาควบคุมการตัดต่อแหล่งจ่ายไฟออกจากระบบ

การใช้พอร์มแบบเมตริกซ์ ใช้พอร์ท 1 ทั้งหมด P10-P17 ตัดกับพอร์ท 2 เฉพาะ 4 บิทล่าง ได้จุดตัด 32จุด เราใช้จุดตัดทั้งหมดนี้แทนด้วยดิฟสวิทช์ 4 บิท 8ตัว เพื่อใช้ตั้งพารามิเตอร์ที่ระบบต้องการ เช่น จำนวนครั้งของเสียงกริ่ง ระหัสผ่านและเวลาการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.13 แสดงการต่อดิฟสวิทช์เข้ากับพอร์ท

ดิฟสวิทช์แต่ละตัวใช้ตั้งพารามิเตอร์ต่างๆดังต่อไปนี้

DIP1และ DIP2 ใช้ตั้งเวลาการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

DIP3 และ DIP4 ใช้ตั้งเวลาของมอเตอร์ที่หมุนได้สองทิศทาง

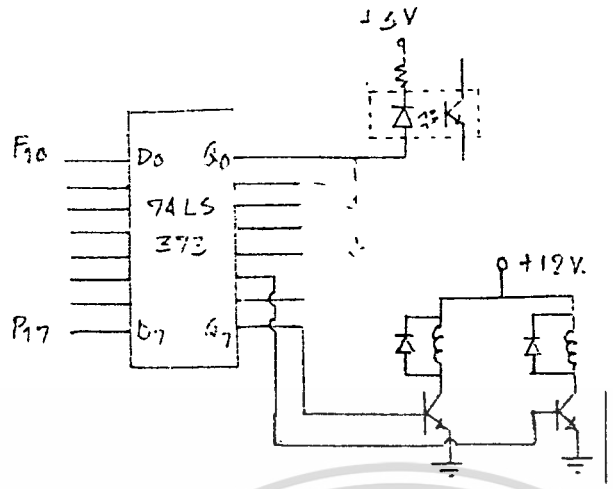
DIP5 ใช้สำหรับตั้งจำนวนเสียงกริ่ง จะต้องตั้งก่อนจะยกหูอัตโนมัติ

DIP6,7,8 ใช้สำหรับตั้งระหัสผ่านจำนวน 3 หลัก

3.6 วงจรแลทช์เอาท์พุทสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ใช้ไอซี 74LS373 ในการแลทช์เอาท์พุทจากพอร์ท 1 โดยมีอินพุทจาก Y0 ผ่านอินเวอรสเตอร์เป็นสัญญาณอีนาเบิ้ลแลทช์ เอาท์พุทที่ได้จะใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า เอาท์พุทจาก Q1-Q5 และ Q7 ใช้ในการเปิดปิดวงจรไฟสลับโดยผ่านตัวตัวเชื่อมโยงทางแสงไปยังไอซี CA3059 ซึ่งเป็นสวิทช์ทำงานที่จุดศูนย์ แล้วไอซี 3059 จะให้เอาท์พุทไปทริกไตรแอคอีกต่อหนึ่ง ส่วนเอาท์พุทจาก Q6 และ Q8 จะใช้ในการควบคุมรีเลย์ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ วงจรแลทช์เอาท์พุทแสดงดังรูปที่ 3.14

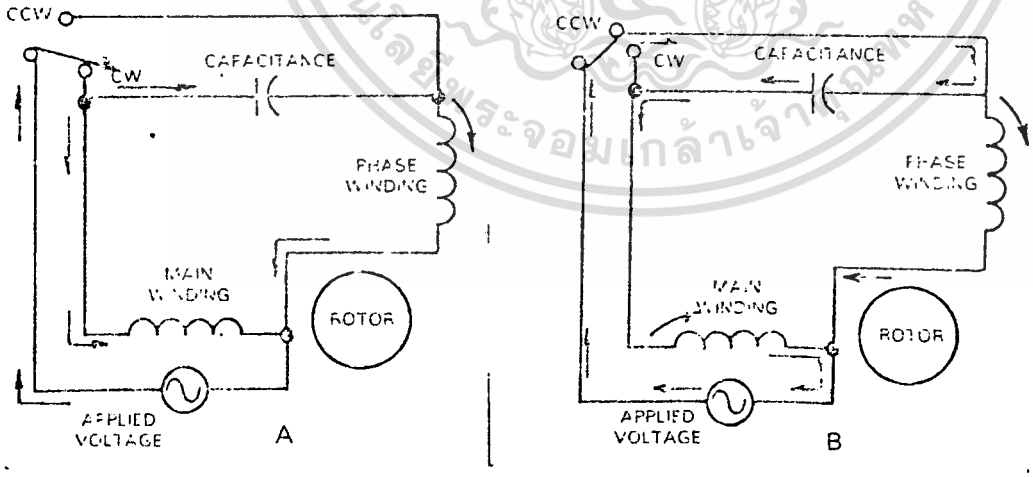
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงการแลทช์เอาท์พุท

3.7 การเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์

มอเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนได้เป็นมอเตอร์ชนิดถาวร(permanent capacitance motor) ภายในประกอบด้วยขดลวดเฟส(phase winding) ขดลวดหลัก (main winding) และตัวเก็บประจุ การควบคุมทิศทางการหมุนกระทำได้โดยการเลือกต่อตัวเก็บประจุเข้ากับขดลวดชุดใดชุดหนึ่ง ถ้าต่อตัวเก็บประจุเข้ากับขดลวดเฟส ดังรูป 3.15ก มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา (CW) ในทางตรงกันข้ามมอเตอร์จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา(CCW) ดังรูปที่ 3.15 ข



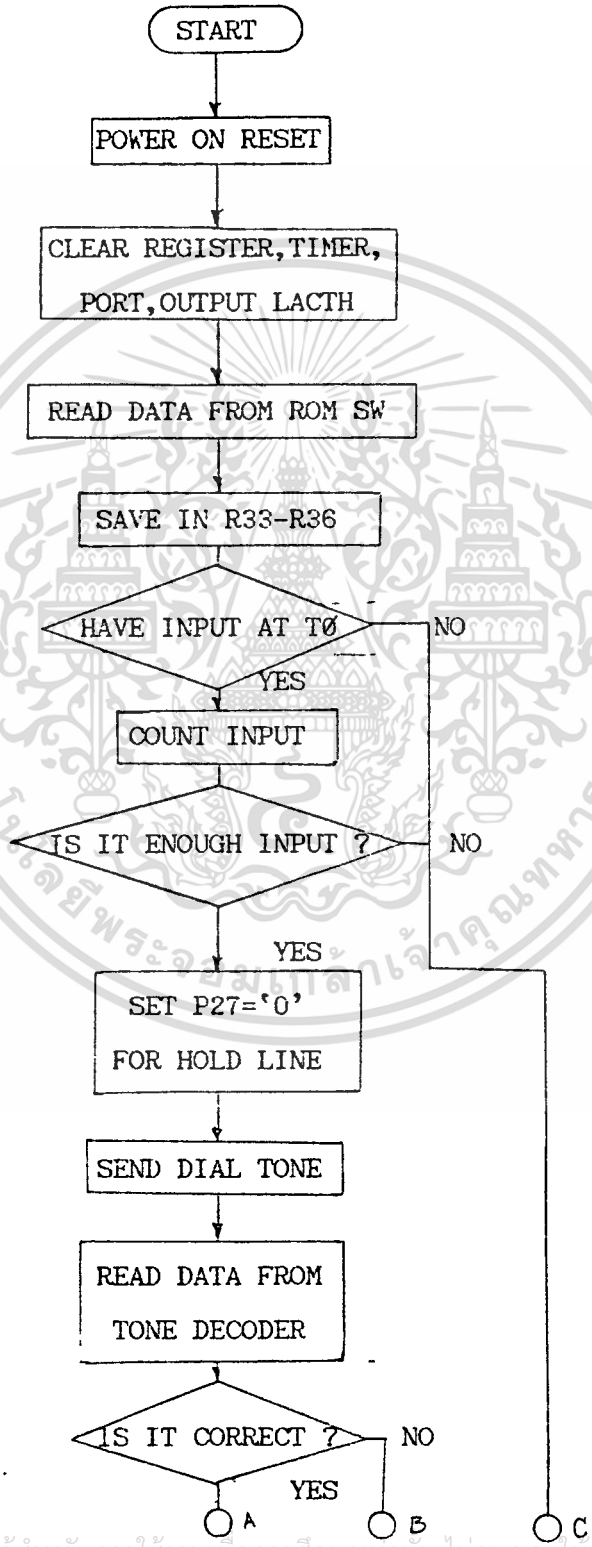
(ก) (ข)

รูปที่ 3.15 (ก) มอเตอร์หมุนตามเข็ม (ข) มอเตอร์หมุนทวนเข็ม

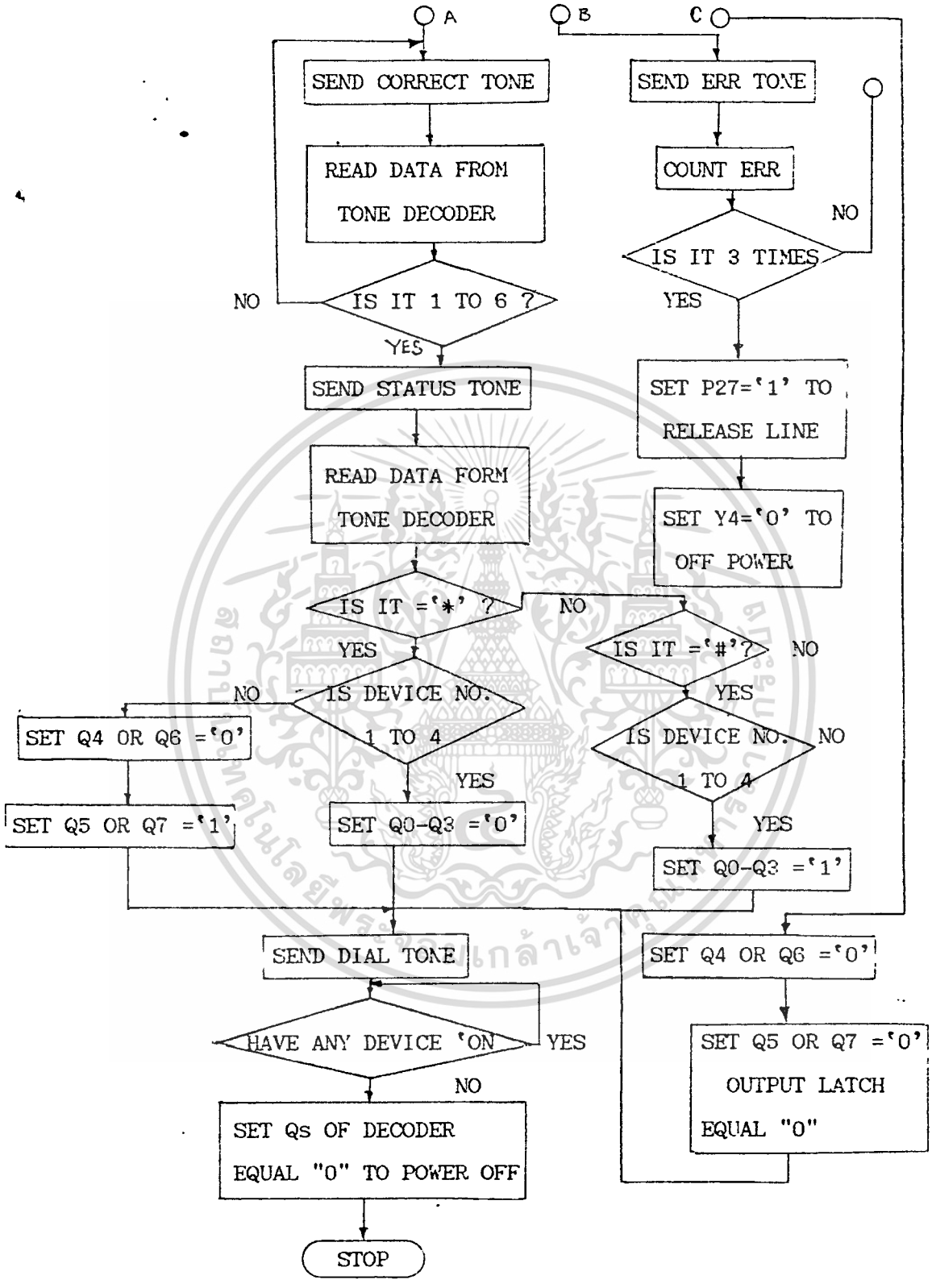
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดเขียนด้วยภาษาแอสเซมบลี้ของ 8048 มีโฟล์ชาร์ทของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.16



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 โฟล์ชาร์ทแสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุม

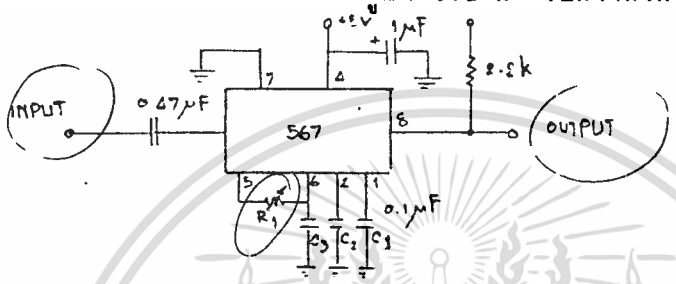
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองชุดตรวจจับความถี่ (TONE DECODER)

จุดประสงค์ เพื่อทำการจับสัญญาณความถี่ทุกความถี่ที่ออกจากการกดคีย์บอร์ด(keyboard) ของโทรศัพท์แบบ มัลติฟรีเควนซี่ (DTMF)

การทดลองจะทำการต่อวงจรตามรูปที่ 4.1 นี้ เป็นจำนวน 7 ชุดด้วยกัน



รูปที่ 4.1

อินพุทที่ป้อนเป็น ซายน์เวฟ(sine wave) ขนาด 1 Vp-p

C ที่ใช้คับปลิ้ง(coupling) ทางด้านอินพุท 0.47 μF

R1 เป็นวิวลุ่ม(volumn)ปรับค่าละเอียด 0-25 kΩ

R3 2.2 kΩ

สำหรับค่าอื่นๆ โดยเฉพาะ C1,C2 และ R1 จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าเพื่อให้ได้ค่า f_o และช่วงแบนวิดธ์(bandwidth) ที่ต้องการ

สูตรที่ใช้คำนวณ

1. $f_o = 1/R1C1$

ซึ่งจะเห็นว่าความถี่ที่ต้องการจะขึ้นอยู่กับค่า R1 ซึ่งเป็นความต้านทานปรับค่าละเอียด และค่า C1 ที่ขา 1

สำหรับความถี่ f_o ทุกความถี่ที่ต้องการคือ 697,770,852,941,1209,1336, และ 1477 Hz ถ้าใช้ค่า C1 = 0.1 μF ก็เป็นการเพียงพอที่จะทำให้ได้ค่าตามต้องการ

2. $BW = 1070 \quad Vi/f_o \, C2$; Vi = input voltage(rms)

โดยทั่วไปจะกำหนด BW เป็น 10% ของความถี่ยองแต่ละตัว จึงประมาณค่าC2 ออกมาดังนี้

ใช้ค่า C2 เป็น 2.2 μF ในกลุ่มของความถี่ต่ำ

ใช้ค่า C2 เป็น 1 μF ในกลุ่มของความถี่สูง

ทั้งนี้เพราะว่า ยิ่งความถี่สูงจะทำให้ช่วง BW มีค่าลดลง จึงลดค่า C2 ลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1 ผลการทดลองของวงจร ตรวจจับความถี่

f_o	ช่วงความถี่	ขนาด BW	คิดเป็น%
697	630-714	85	12
770	740-816	76	9.8
852	833-909	76	8.9
941	917-1000	83	8.8
1209	1149-1250	99	8.1
1336	1273-1388	115	8.6
1477	1428-1560	132	8.9

จากการวัดได้ผลดีพอสมควร แต่ในความถี่สูงได้แก่ความถี่ 1209,1336,1447 Hz ในช่วงการทดสอบแรกๆ ผลที่ได้ออกมาแย่มาก คือมี BW แคบมาก และมีฮาร์โมนิค(harmonic) รบกวนทำให้จับสัญญาณได้ไม่ดี จึงได้ลองทำการเปลี่ยนตัว IC567 และเปลี่ยนตัว C2 ใหม่ ซึ่งปรากฏว่าได้ผลดีขึ้น

4.2 การทดลองชุดสัญญาณตอบรับ

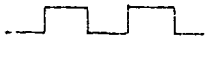
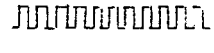
จุดประสงค์ เพื่อทดสอบสัญญาณที่ได้ว่ามีลักษณะอย่างไร

ลักษณะของการทดลอง

1. สร้างวงจรออสซิลเลเตอร์ จากไอซี 555 จำนวน 2 ตัว ซึ่งเป็นผลที่ได้มาจากภาคทฤษฎีและการออกแบบ ดังรูปที่ 3.8

2. ทำการวัดเอาท์พุทที่จุด A,B,C และ D เปรียบเทียบกัน

ตาราง 4.2 ลักษณะสัญญาณที่วัดได้จากจุดต่างๆ ของวงจรรูปที่ 3.8

เอาท์พุท	ความถี่(H_Z)	ลักษณะสัญญาณ
A	300	
B	1500	
C	-	
D	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองจะได้ลักษณะสัญญาณที่ต่างกัน 4 ชุด ซึ่งเรานำไปใช้เป็นสัญญาณตอบรับได้ในรูปแบบต่างๆ ชุดแรก เป็นชุดของความถี่เสียงต่ำ 300 Hz ชุดที่สอง เป็นชุดของความถี่เสียงสูง 1500 Hz สัญญาณที่เกิดจากการรวม A และ B โดยแนนเกท จะให้ลักษณะสัญญาณที่ผสมกันของสองความถี่ และเมื่อนำสัญญาณที่เอาท์พุท C นี้ ไปผ่าน โลพาสฟิลเตอร์ สัญญาณที่ได้จะมีลักษณะคล้ายสัญญาณสามเหลี่ยม

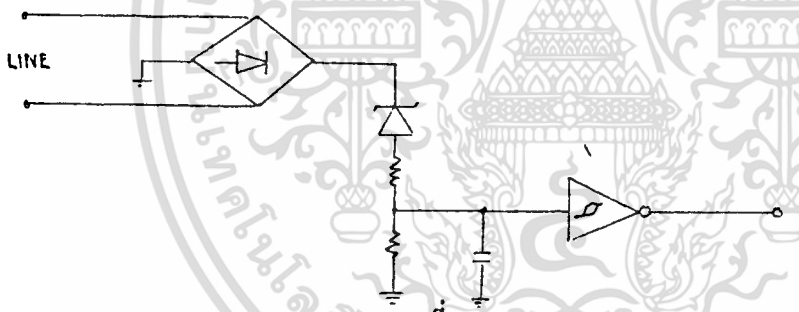
4.3 การทดลองชุด ตรวจจับสัญญาณกริ่ง

จุดประสงค์ เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเรียกที่เข้ามา ให้เป็นสัญญาณลอจิก "0" เมื่อมีสัญญาณกริ่ง และให้ลอจิก "1" เมื่อไม่มีสัญญาณกริ่ง

ลักษณะการทดลอง

1. สร้างวงจรบริดจ์เรคติไฟด์ เพื่อทำการเรคติไฟด์สัญญาณกริ่งที่เข้ามา

2. ทำการตรวจจับแรงดันที่เข้ามา โดยให้ผ่านตัวซีเนอร์ไดโอดที่มีแรงดันพังทลาย 25 v โดยทำให้ความแตกต่างของแรงดันเนื่องจากสัญญาณกริ่งและสัญญาณไฟตรงมีค่ามากพอ สำหรับเป็นอินพุทของชมิททริกเกอร์ แสดงดังรูปที่ 4.2



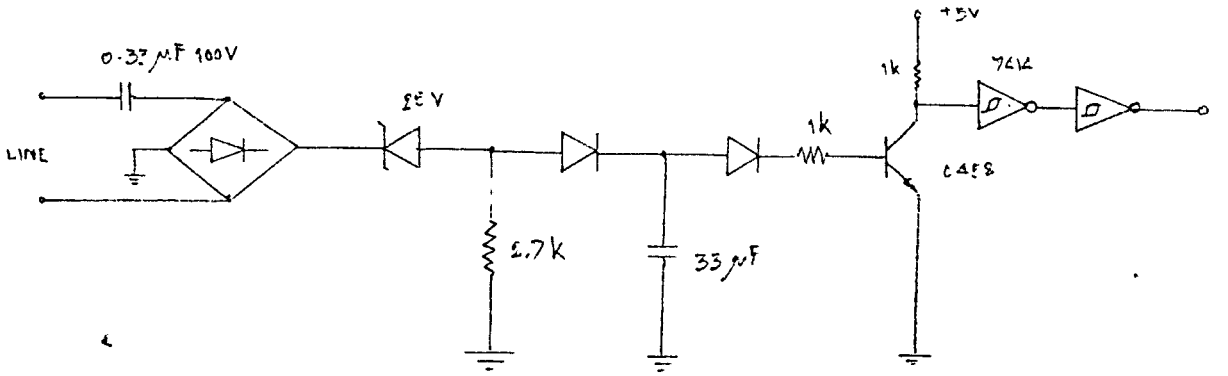
รูปที่ 4.2

ผลการทดลอง

ไม่ได้ผลตามที่ต้องการ เนื่องจากยังมีไฟดีซี 48V เข้าหาเกี่ยวข้องตลอด ไม่ว่าจะมีสัญญาณกริ่งหรือไม่ ทำให้เมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้ามาเราจึงไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ และเราไม่สามารถทำให้เอาท์พุทของชมิททริกเกอร์ให้ค่าโลว์ได้ เนื่องจากกระแสที่ป้อนให้ชมิททริกเกอร์มีค่าต่ำเกินไปเมื่อทำการผ่านวงจรโวลเตจดิไวเดอร์

ดังนั้นเมื่อทราบข้อผิดพลาด จึงดำเนินการสร้างวงจรขึ้นมาใหม่ ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3

ซึ่งเป็นการใส่ตัวเก็บประจุโดยต่อ(coupling) กับสายน์ไทรศัพท์ก่อนเข้าวงจรบริดจ์เรคติไฟด์เพื่อทำการบล็อกไฟดีซี 48 โวลท์ และทำการขยายกระแสไฟโดยใช้ทรานซิสเตอร์มาช่วยขยายกระแส เพื่อให้เพียงพอที่จะไปขับชมิททริกเกอร์ให้ทำงานได้ ซึ่งผลที่ตามมาก็จะได้ว่า เมื่อไม่มีสัญญาณกริ่งเข้ามา เอาท์พุทของชมิททริกเกอร์จะให้ค่า "1" และเมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้ามา เอาท์พุทของชมิททริกเกอร์จะให้ค่า "0" ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและวิจารณ์

เครื่องควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์ที่ได้สร้างขึ้นนี้ ก็คาดว่าจะมีประโยชน์เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี และในราคาที่เหมาะสมพอสมควร

สำหรับในส่วนของการทดลองนั้นมีหลายส่วนที่ทางเราได้ทำการทดลองแต่ไม่ได้ทำการบันทึกผล และแสดงผลให้ดู เนื่องจากเป็นลักษณะการทำงานทั่ว ๆ ไป ที่ผู้มีพื้นฐานทางอิเลคทรอนิคส์บ้างก็พอที่จะเข้าใจการทำงานของมันได้ เช่น การนำทรานซิสเตอร์มาทำหน้าที่เป็นสวิทช์ เป็นต้น และบางส่วนก็เป็นเพียงการทดสอบการทำงานของไอซีว่าทำงานตรงตามคาต้าชีทที่กำหนดหรือไม่เท่านั้น

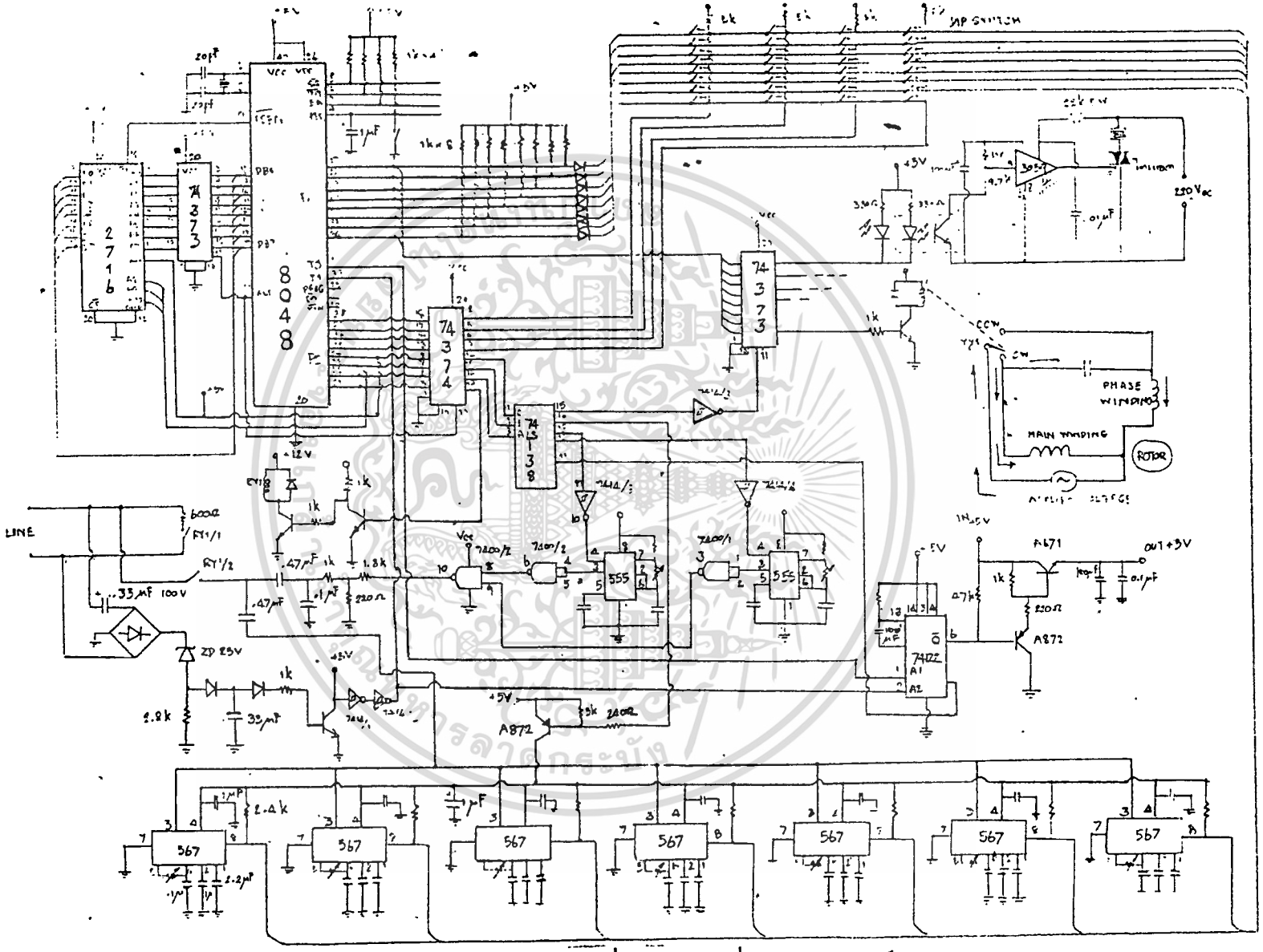
การนำไปใช้งานอาจจะมีปัญหาต่อผู้ใช้บ้างในระยะแรก เพราะมีขั้นตอนการเข้ารหัสและสัญญาณตอบรับที่จะต้องศึกษา และจำรูปแบบลักษณะของมันให้ได้ และสำหรับการแก้ไขระบบนั้น ต้องอาศัยการแก้ไขที่ตัวโปรแกรม ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์จึงจะสามารถกระทำได้ แต่สิ่งที่ผู้ใช้จะสามารถตั้งหรือกำหนดเองได้ ก็คือ รหัสสั่งงานต่าง ๆ ซึ่งคิดว่าเป็นการเพียงพอแล้วสำหรับการนำไปใช้งานจริง ๆ

ดังนั้นผู้จัดทำจึงหวังว่า เครื่องควบคุมนี้จะสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ได้ไม่มากก็น้อย และอย่างน้อยจะเป็นตัวอย่างให้เห็นถึงการใช้โครงข่ายในระบบโทรศัพท์ให้มีความสามารถใช้งานในด้านอื่นได้อีก เพื่อเตรียมรับระบบ ISDN ซึ่งจะมีขึ้นในอนาคตสำหรับประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรสมบูรณ์ของเครื่องควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์

SN7407 (J, N)

SN7409 (J, N)
SN74LS09 (J, N)
SN74S09 (J, N)

SN7409 (J, N)
SN74LS09 (J, N)
SN74S09 (J, N)

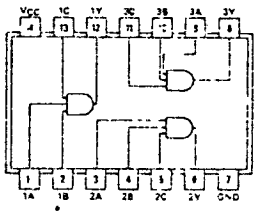
PIN ASSIGNMENTS (TOP VIEWS)

TRIPLE 3 INPUT
POSITIVE-AND GATES

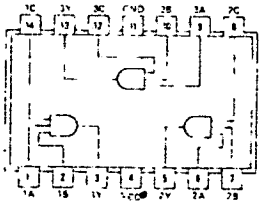
11

positive logic:
$Y = ABC$

See page 6-10



SN54H11 (J)
SN54LS11 (J, W)
SN54S11 (J, W)
SN74H11 (J, N)
SN74LS11 (J, N)
SN74S11 (J, N)



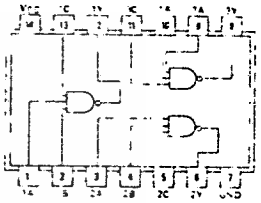
SN54H11 (W)

TRIPLE 3 INPUT
POSITIVE-NAND GATES
WITH OPEN-COLLLCTOR OUTPUTS

12

positive logic:
$Y = \overline{ABC}$

See page 6-4



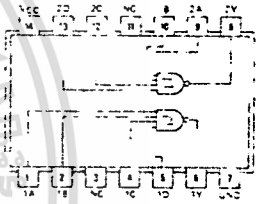
SN5412 (J, W)
SN54LS12 (J, W)
SN7412 (J, N)
SN74LS12 (J, N)

DUAL 4-INPUT
POSITIVE-NAND
SCHMITT TRIGGERS

13

positive logic:
$Y = \overline{ABCD}$

See page 6-14



SN5413 (J, W)
SN54LS13 (J, W)
SN7413 (J, N)
SN74LS13 (J, N)

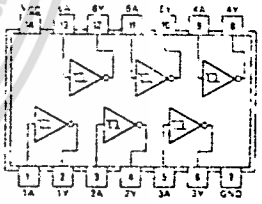
NC—No internal connection

HEX SCHMITT-TRIGGER
INVERTERS

14

positive logic:
$Y = \overline{A}$

See page 6-14



SN5414 (J, W)
SN54LS14 (J, W)
SN7414 (J, N)
SN74LS14 (J, N)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TTL
MSI

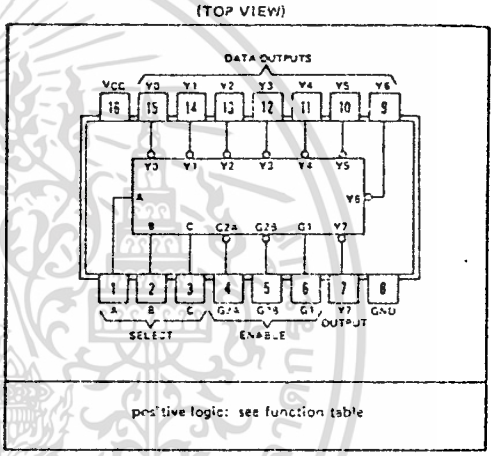
TYPES SN54LS138, SN54LS139, SN54S138, SN54S139, SN74LS138, SN74LS139, SN74S138, SN74S139 DECODERS/DEMULTIPLEXERS

BULLETIN NO. DL-S 7211804, DECEMBER 1972—REVISED OCTOBER 1976

- Designed Specifically for High-Speed:
  Memory Decoders
  Data Transmission Systems
- 'S138 and 'LS138 3-to-8-Line Decoders Incorporate 3 Enable Inputs to Simplify Cascading and/or Data Reception
- 'S139 and 'LS139 Contain Two Fully Independent 2-to-4-Line Decoders/Demultiplexers
- Schottky Clamped for High Performance

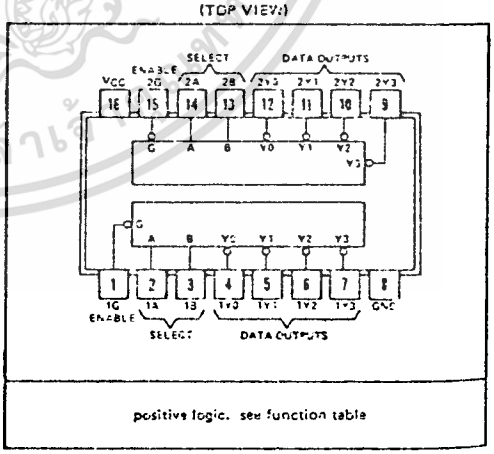
TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY (3 LEVELS OF LOGIC)	TYPICAL POWER DISSIPATION
'LS138	22 ns	32 mW
'S138	8 ns	245 mW
'LS139	22 ns	34 mW
'S139	7.5 ns	300 mW

SN54LS138, SN54S138 . . . J OR W PACKAGE
SN74LS138, SN74S138 . . . J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



positive logic: see function table

SN54LS139, SN54S139 . . . J OR W PACKAGE
SN74LS139, SN74S139 . . . J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



positive logic: see function table

description

These Schottky-clamped TTL MSI circuits are designed to be used in high-performance memory-decoding or data-routing applications requiring very short propagation delay times. In high performance memory systems these decoders can be used to minimize the effects of system decoding. When employed with high-speed memories utilizing a fast-enable circuit the delay times of these decoders and the enable time of the memory are usually less than the typical access time of the memory. This means that the effective system delay introduced by the Schottky-clamped system decoder is negligible.

The 'LS138 and 'S138 decode one-of-eight lines dependent on the conditions at the three binary select inputs and the three enable inputs. Two active-low and one active-high enable inputs reduce the need for external gates or inverters when expanding. A 24-line decoder can be implemented without external inverters and a 32-line decoder requires only one inverter. An enable input can be used as a data input for demultiplexing applications.

The 'LS139 and 'S139 comprise two individual two-line-to-four-line decoders in a single package. The active-low enable input can be used as a data line in demultiplexing applications.

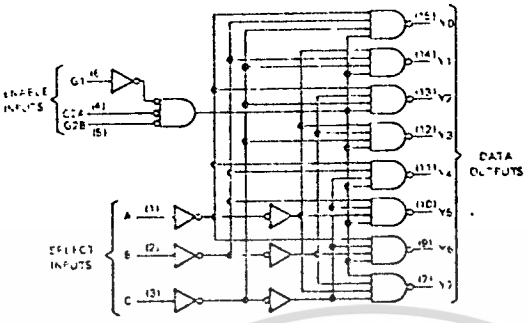
All of these decoders/demultiplexers feature fully buffered inputs each of which represents only one normalized Series 54LS/74LS load ('LS138, 'LS139) or one normalized Series 54S/74S load ('S138, 'S139) to its driving circuit. All inputs are clamped with high-performance Schottky diodes to suppress line-ringing and simplify system design. Series 54LS and 54S devices are characterized for operation over the full military temperature range of −55°C to 125°C; Series 74LS and 74S devices are characterized for 0°C to 70°C industrial systems.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEXAS INSTRUMENTS
INCORPORATED
POST OFFICE BOX 5012 • DALLAS, TEXAS 75222

functional block diagrams and logic

'LS138, 'S138



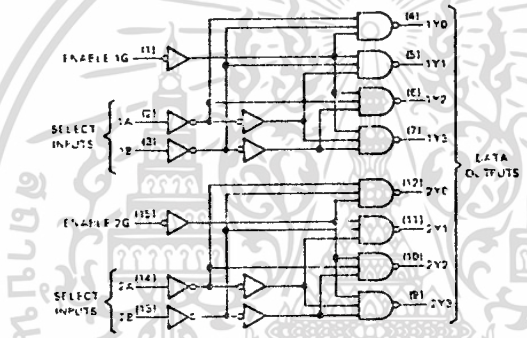
'LS138, 'S138
FUNCTION TABLE

INPUTS					OUTPUTS							
ENABLE		SELECT										
G1	G2*	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

*G2 = G2A + G2B

H = high level, L = low level, X = irrelevant

'LS139, 'S139



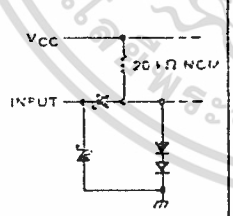
'LS139, 'S139
(EACH DECODER/DEMULTIPLEXER)
FUNCTION TABLE

INPUTS			OUTPUTS			
ENABLE	SELECT					
G	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H
L	H	L	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

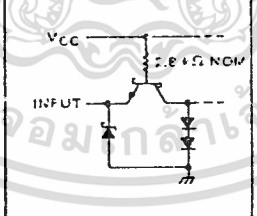
H = high level, L = low level, X = irrelevant

schematics of inputs and outputs

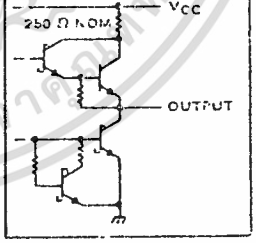
EQUIVALENT OF EACH INPUT OF 'LS138, 'LS139



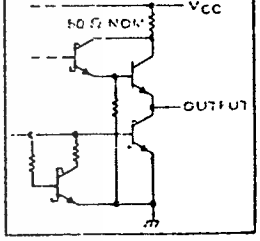
EQUIVALENT OF EACH INPUT OF 'S138, 'S139



TYPICAL OF OUTPUTS OF 'LS138, 'LS139



TYPICAL OF OUTPUTS OF 'S138, 'S139



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

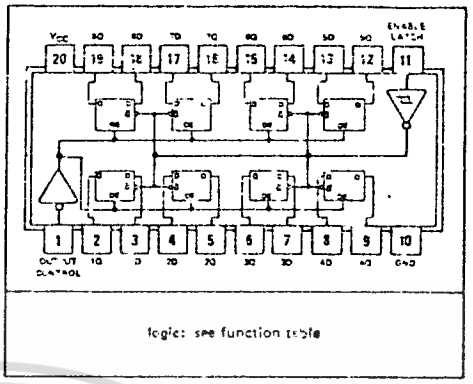
TTL
MSI

TYPES SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374, SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374 OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS

BULLETIN NO. DL-S 12250, OCTOBER 1976 - REVISED JUNE 1979

- Choice of 8 Latches or 8 D-Type Flip-Flops In a Single Package
- 3-State Bus-Driving Outputs
- Full Parallel-Access for Loading
- Buffered Control Inputs
- Clock/Enable Input Has Hysteresis to Improve Noise Rejection
- P-N-P Inputs Reduce D-C Loading on Data Lines ('S373 and 'S374)
- SN54LS363 and SN74LS364 Are Similar But Have Higher V_{OH} For MOS Interface

SN54LS373, SN54S373 . . . J PACKAGE
SN74LS373, SN74S373 . . . J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)

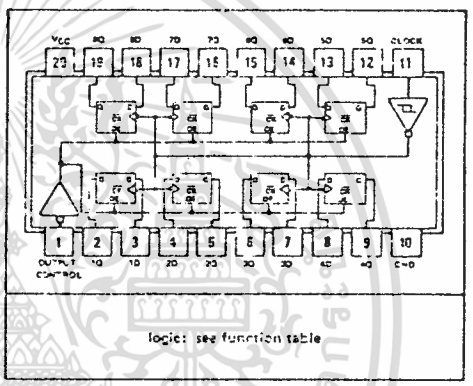


logic: see function table

'LS373, 'S373
FUNCTION TABLE

OUTPUT ENABLE	ENABLE LATCH	D	OUTPUT
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	Q_0
H	X	X	Z

SN54LS374, SN54S374 . . . J PACKAGE
SN74LS374, SN74S374 . . . J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



logic: see function table

'LS374, 'S374
FUNCTION TABLE

OUTPUT ENABLE	CLOCK	D	OUTPUT
L	↑	H	H
L	↑	L	L
L	L	X	Q_0
H	X	X	Z

See explanation of function tables on page 1-13.

description

These 8-bit registers feature totem-pole three-state outputs designed specifically for driving highly-capacitive or relatively low-impedance loads. The high-impedance third state and increased high-logic-level drive provide these registers with the capability of being connected directly to and driving the bus lines in a bus-organized system without need for interface or pull-up components. They are particularly attractive for implementing buffer registers, I/O ports, bidirectional bus drivers, and working registers.

The eight latches of the 'LS373 and 'S373 are transparent D-type latches meaning that while the enable (G) is high the Q outputs will follow the data (D) inputs. When the enable is taken low the output will be latched at the level of the data that was set up.

Copyright © 1979 by Texas Instruments Incorporated

TEXAS INSTRUMENTS
INCORPORATED
POST OFFICE BOX 225012 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

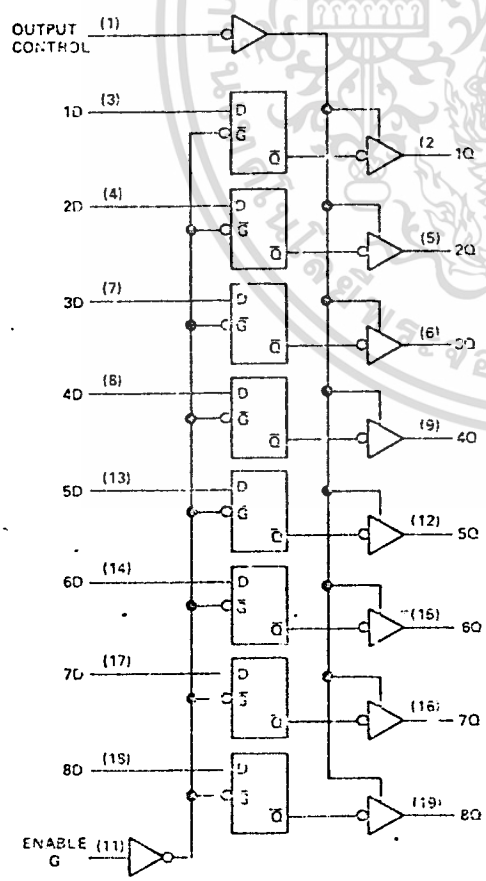
description (continued)

The eight flip-flops of the 'LS374 and 'S374 are edge-triggered D-type flip-flops. On the positive transition of the clock, the Q outputs will be set to the logic states that were setup at the D inputs.

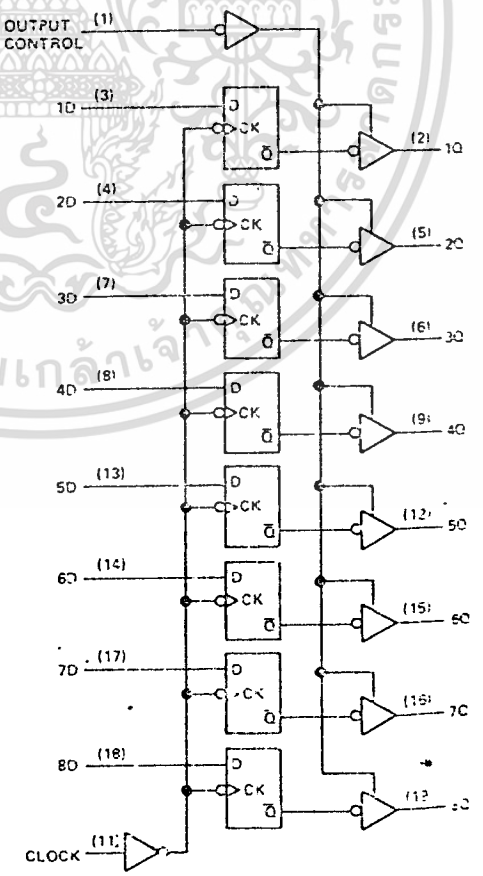
Schmitt-trigger buffered inputs at the enable/clock lines simplify system design as ac and dc noise rejection is improved by typically 400 mV due to the input hysteresis. A buffered output control input can be used to place the eight outputs in either a normal logic state (high or low logic levels) or a high-impedance state. In the high-impedance state the outputs neither load nor drive the bus lines significantly.

The output control does not affect the internal operation of the latches or flip-flops. That is, the old data can be retained or new data can be entered even while the outputs are off.

'LS373, 'S373
TRANSPARENT LATCHES

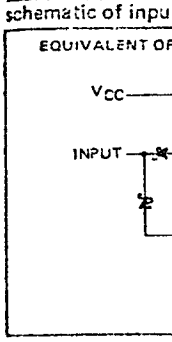


'LS374, 'S374
POSITIVE EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS



schematic of inpu

EQUIVALENT OF



absolute maximu

Supply voltage
Input voltage
Off-state outp
Operating free

Storage tempe

NOTE 1: Voltage valu

recommended op

Supply voltage, V_{CC}	
High-level output volt	
High-level output curr	
Width of clock/enable	
Data setup time, t_{su}	
Data hold time, t_h	
Operating free-air tem	

↑↓ The arrow indicates tion.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEXAS INSTRUMENTS
INCORPORATED
POST OFFICE BOX 5012 • DALLAS, TEXAS 75222

TONE DECODER/PHASE LOCKED LOOP

NE/SE567

DESCRIPTION

The SE/NE567 tone and frequency decoder is a highly stable phase-locked loop with synchronous AM lock detection and power output circuitry. Its primary function is to drive a load whenever a sustained frequency within its detection band is present at the self-biased input. The bandwidth center frequency, and output delay are independently determined by means of four external components.

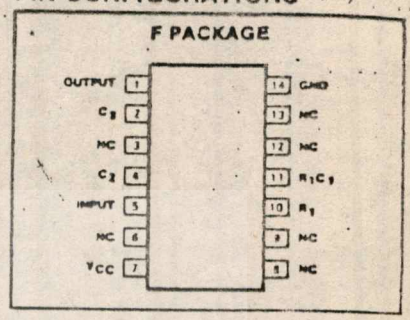
FEATURES

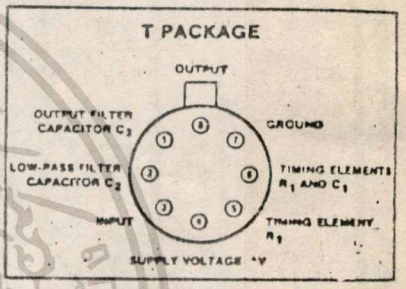
- Wide frequency range (.01Hz to 500kHz)
- High stability of center frequency
- Independently controllable bandwidth (up to 14 percent)
- High out-band signal and noise rejection
- Logic-compatible output with 100mA current-sinking capability
- Inherent immunity to false signals
- Frequency adjustment over a 20 to 1 range with an external resistor
- Military processing available

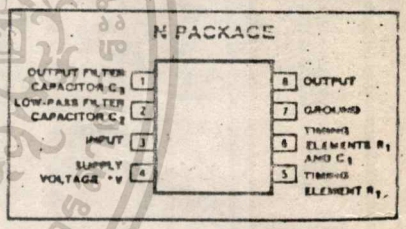
APPLICATIONS

- Touch Tone® decoding
- Carrier current remote controls
- Ultrasonic controls (remote TV, etc.)
- Communications paging
- Frequency monitoring and control
- Wireless intercom
- Precision oscillator

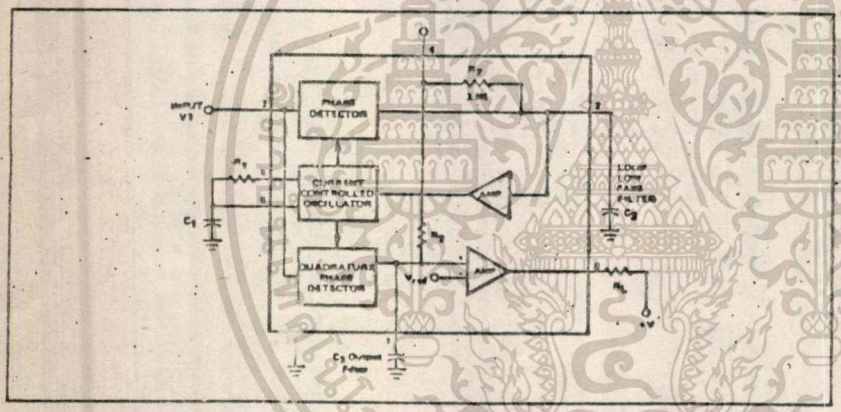
PIN CONFIGURATIONS







BLOCK DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PARAMETER	RATING	UNIT
Operating temperature		
NE567	0 to +70	°C
SE567	-55 to +125	°C
Operating voltage	10	V
Positive voltage at input	0.5 + Vs	V
Negative voltage at input	-10	Vdc
Output voltage (collector of output transistor)	15	Vdc
Storage temperature	-65 to +150	°C
Power dissipation	300	mW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INSTRUCTION SET SUMMARY

2.5 μs - 6 M.

	Mnemonic	Description	Bytes	Cycle
Accumulator	ADD A, R	Add register to A	1	1
	ADD A, @R	Add data memory to A	1	1
	ADD A, #data	Add immediate to A	2	2
	ADDC A, R	Add register with carry	1	1
	ADDC A, @R	Add data memory with carry	1	1
	ADDC A, #data	Add immediate with carry	2	2
	ANL A, R	And register to A	1	1
	ANL A, @R	And data memory to A	1	1
	ANL A, #data	And immediate to A	2	2
	ORL A, R	Or register to A	1	1
	ORL A, @R	Or data memory to A	1	1
	ORL A, #data	Or immediate to A	2	2
	XRL A, R	Exclusive Or register to A	1	1
	XRL A, @R	Exclusive or data memory to A	1	1
	XRL A, #data	Exclusive or immediate to A	2	2
	INC A	Increment A	1	1
	DEC A	Decrement A	1	1
	CLR A	Clear A	1	1
	CPL A	Complement A	1	1
	DA A	Decimal Adjust A	1	1
	SWAP A	Swap nibbles of A	1	1
	RL A	Rotate A left	1	1
	RLC A	Rotate A left through carry	1	1
	RR A	Rotate A right	1	1
	RRC A	Rotate A right through carry	1	1
Input/Output	IN A, P	Input port to A	1	2
	OUTL P, A	Output A to port	1	2
	ANL P, #data	And immediate to port	2	2
	ORL P, #data	Or immediate to port	2	2
	INS A, BUS	Input BUS to A	1	2
	OUTL BUS, A	Output A to BUS	1	2
	ANL BUS, #data	And immediate to BUS	2	2
	ORL BUS, #data	Or immediate to BUS	2	2
	MOVD A, P	Input Expander port to A	1	2
	MOVD P, A	Output A to Expander port	1	2
	ANLD P, A	And A to Expander port	1	2
	ORLD P, A	Or A to Expander port	1	2
Registers	INC R	Increment register	1	1
	INC @R	Increment data memory	1	1
	DEC R	Decrement register	1	1
Branch	JMP addr	Jump unconditional	2	2
	JMPP @A	Jump indirect	1	2
	DJNZ R, addr	Decrement register and skip	2	2
	JC addr	Jump on Carry = 1	2	2
	JNC addr	Jump on Carry = 0	2	2
	JZ addr	Jump on A Zero	2	2
	JNZ addr	Jump on A not Zero	2	2
	JT0 addr	Jump on T0 = 1	2	2
	JNT0 addr	Jump on T0 = 0	2	2
	JT1 addr	Jump on T1 = 1	2	2
	JNT1 addr	Jump on T1 = 0	2	2
	JF0 addr	Jump on F0 = 1	2	2
	JF1 addr	Jump on F1 = 1	2	2
	JTF addr	Jump on timer flag	2	2
	JNI addr	Jump on $\overline{INT}$ = 0	2	2
	JBb addr	Jump on Accumulator Bit	2	2

	Mnemonic	Description	Bytes	Cycles
Subroutine	CALL	Jump to subroutine	2	2
	RET	Return	1	2
	RETR	Return and restore status	1	2
Flags	CLR C	Clear Carry	1	1
	CPL C	Complement Carry	1	1
	CLR F0	Clear Flag 0	1	1
	CPL F0	Complement Flag 0	1	1
	CLR F1	Clear Flag 1	1	1
	CPL F1	Complement Flag 1	1	1
Data Moves	MOV A, R	Move register to A	1	1
	MOV A, @R	Move data memory to A	1	1
	MOV A, #data	Move immediate to A	2	2
	MOV R, A	Move A to register	1	1
	MOV @R, A	Move A to data memory	1	1
	MOV R, #data	Move immediate to register	2	2
	MOV @R, #data	Move immediate to data memory	2	2
	MOV A, PSW	Move PSW to A	1	1
	MOV PSW, A	Move A to PSW	1	1
	XCH A, R	Exchange A and register	1	1
	XCH A, @R	Exchange A and data memory	1	1
	XCHD A, @R	Exchange nibble of A and register	1	1
	MOVX A, @R	Move external data memory to A	1	2
	MOVX @R, A	Move A to external data memory	1	2
	MOVP A, @A	Move to A from current page	1	2
	MOVP3 A, @A	Move to A from Page 3	1	2
Timer/Counter	MOV A, T	Read Timer/Counter	1	1
	MOV T, A	Load Timer/Counter	1	1
	STRT T	Start Timer	1	1
	STRT CNT	Start Counter	1	1
	STOP TCNT	Stop Timer/Counter	1	1
	EN TCNTI	Enable Timer/Counter Interrupt	1	1
	DIS TCNTI	Disable Timer/Counter Interrupt	1	1
Control	EN I	Enable external interrupt	1	1
	DIS I	Disable external interrupt	1	1
	SEL RB0	Select register bank 0	1	1
	SEL RB1	Select register bank 1	1	1
	SEL MB0	Select memory bank 0	1	1
	SEL MB1	Select memory bank 1	1	1
	ENT0 CLK	Enable Clock output on T0	1	1
	NOP	No Operation	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
:LOAD T&C1
:ASM

                    1000 * INITIAL
                    1010         .OR 000H
                    1020         .TA 900H
0000- 04 09         1030         JMP RESET
0002- 00            1040         NOP
0003- 44 5E         1050         JMP INT
0005- 00            1060         NOP
0006- 00            1070         NOP
0007- 24 20         1080         JMP TCNTI
039A-               1090 CONTL   .EQ 39AH
0360-               1100 H1FRQ   .EQ 360H
0382-               1105 NOFRQ   .EQ 382H
0009- B8 3E         1110 RESET   MOV R0,#62
000B- F0            1120         MOV A,@R0
000C- D3 0F         1130         XRL A,#0FH
000E- 96 19         1140         JNZ SYS
0010- 18            1150         INC R0
0011- F0            1160         MOV A,@R0
0012- D7            1170         MOV PSW,A
0013- 18            1180         INC R0
0014- F0            1181         MOV A,@R0
0015- A8            1183         MOV R0,A
0016- FF            1188         MOV A,R7
0017- 75            1200         ENTO CLK
0018- 93            1210         RETR
0019- B8 34         1220 SYS     MOV R0,#52
001B- B0 00         1230         MOV @R0,#0
001D- 18            1240         INC R0
001E- B0 00         1250         MOV @R0,#0
0020- B8 3E         1350         MOV R0,#62
0022- B0 00         1360         MOV @R0,#00H
0024- B8 21         1365         MOV R0,#33
0026- BA 04         1370         MOV R2,#04H
0028- BB F7         1380         MOV R3,#0F7H
002A- FB            1390         MOV A,R3
002B- 18            1400 LOOP1   INC R0
002C- 3A            1410         OUTL P2,A
002D- 99 FF         1420         ANL P1,#0FFH
002F- 09            1430         IN A,P1
0030- A1            1440         MOV @R1,A
0031- FB            1450         MOV A,R3
0032- 77            1460         RR A
0033- AB            1470         MOV R3,A
0034- EA 2B         1480         DJNZ R2,LOOP1
0036- 05            1490         EN I
0037- F0            1500         MOV A,@R0
0038- 47            1510         SWAP A
0039- 53 0F         1520         ANL A,#0FH
003B- 37            1524         CPL A
003C- 17            1526         INC A
003D- 62            1530         MOV T,A
003E- 45            1540         STRT CNT
003F- BA 24         1550 LOOP2   MOV R2,#36
0041- BB FF         1560 LOOP3   MOV R3,#0FFH
0043- BB FF         1570 LOOP4   MOV R3,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0045- 16 50     1580          JTF MAIN
0047- EC 43     1590          DJNZ R4,LOOP4
0049- EB 41     1600          DJNZ R3,LOOP3
004B- EA 3F     1610          DJNZ R2,LOOP2
004D- 24 46     1620          JMP POFF
                1690 * MAIN
                1700          .OR 050H
                1710          .TA 950H
0050- 75        1720 MAIN     ENTO CLK
0051- 23 EF     1725          MOV A,#0EFH
0053- 3A        1730          OUTL P2,A
0054- B8 21     1740          MOV R0,#33
0056- B9 25     1750          MOV R1,#37
0058- BA 04     1760          MOV R2,#04H
005A- F0        1770 LOOP5    MOV A,@R0
005B- 53 0F     1780          ANL A,#0FH
005D- 03 80     1790          ADD A,#80H
005F- A1        1800          MOV @R1,A
0060- 18        1810          INC R0
0061- 19        1820          INC R1
0062- EA 5A     1830          DJNZ R2,LOOP5
0064- B1 64     1840          MOV @R1,#100
0066- 19        1850          INC R1
0067- B1 64     1860          MOV @R1,#100
0069- 19        1870          INC R1
006A- B1 80     1880          MOV @R1,#80H
006C- 19        1890          INC R1
006D- B1 80     1900          MOV @R1,#80H
006F- 19        1910 LOOP6    INC R1
0070- BA 04     1920          MOV R2,#04
0072- B1 28     1930          MOV @R1,#40
0074- EA 6F     1940          DJNZ R2,LOOP6
0076- 19        1950          INC R1
0077- B1 03     1960          MOV @R1,#03
0079- 19        1970          INC R1
007A- B1 1E     1980          MOV @R1,#30
007C- 19        1990          INC R1
007D- B1 1E     2000          MOV @R1,#30
007F- 14 D4     2010          CALL FRAME
0081- 14 85     2020          CALL PSCD
0083- 74 9A     2030          CALL CONTL
                2080 * PASS CODE
0085- B8 21     2110 PSCD     MOV R0,#33
0087- B9 36     2120          MOV R1,#54
0089- BD 03     2130          MOV R5,#3
008B- BE 03     2140          MOV R6,#3
008D- F0        2150 LO1      MOV A,@R0
008E- 53 F0     2160          ANL A,#0F0H
0090- A1        2170          MOV @R1,A
0091- 19        2180          INC R1
0092- 18        2190          INC R0
0093- ED 8D     2200          DJNZ R5,LO1
0095- BD 03     2210          MOV R5,#3
0097- B8 2A     2220          MOV R0,#42
0099- C9        2230 LO2      DEC R1
009A- 34 4C     2240          CALL READ
009C- B0 80     2250          MOV @R0,#80H
009E- 31        2260          XCHD A,@R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
009F- ED 99     2270          DJNZ R5,LO2
00A1- BD 03     2280          MOV R5,#3
00A3- F1        2290 LO3      MOV A,@R1
00A4- 47        2300          SWAP A
00A5- D1        2310          XRL A,@R1
00A6- 96 AC     2320          JNZ ERR
00A8- 19        2330          INC R1
00A9- ED A3     2340          DJNZ R5,LO3
00AB- 83        2350          RET
                2360 * ERROR CODE
00AC- 14 BC     2370 ERR      CALL WRNG
00AE- CE        2375          DEC R6
00AF- FE        2380          MOV A,R6
00B0- C6 D2     2385          JZ REL1
00B2- B9 39     2390          MOV R1,#57
00B4- BD 03     2400          MOV R5,#3
00B6- B8 2A     2410          MOV R0,#42
00B8- B0 64     2420          MOV @R0,#100
00BA- 04 99     2430          JMP LO2
                2440 * WRONG SOUND
00BC- BD 03     2450 WRNG     MOV R5,#3
00BE- B8 2B     2460 LO4      MOV R0,#43
00C0- B0 05     2470          MOV @R0,#5
00C2- F0        2480 WT1      MOV A,@R0
00C3- 96 C2     2490          JNZ WT1
00C5- B0 80     2500          MOV @R0,#80H
00C7- C8        2510          DEC R0
00C8- B0 05     2520          MOV @R0,#5
00CA- F0        2530 WT2      MOV A,@R0
00CB- 96 CA     2540          JNZ WT2
00CD- B0 80     2550          MOV @R0,#80H
00CF- ED BE     2560          DJNZ R5,LO4
00D1- 83        2570          RET
00D2- 24 3D     2575 REL1     JMP REL
                2580 *
                2590 * SET PARAMETER&TIMER
                2600 *
00D4- D5        2610 FRAME    SEL RB1
00D5- B8 25     2620          MOV R0,#37
00D7- B9 2D     2630          MOV R1,#45
00D9- BB 08     2640          MOV R3,#08H
00DB- BC 00     2650          MOV R4,#0
00DD- BD 35     2660          MOV R5,#53
00DF- 23 A4     2665          MOV A,#164
00E1- 62        2670          MOV T,A
00E2- 25        2680          EN TCNTI
00E3- 55        2690          STRT T
00E4- C5        2700          SEL RB0
00E5- 83        2710          RET
                2715 *
                2716 * TIMER INTERUPT ROUTINE
                2717 *
                2718          .OR 120H
                2719          .TA 0A20H
0120- 23 A4     2720 TCNTI    MOV A,#164
0122- 62        2730          MOV T,A
0123- 25        2740          EN TCNTI
0124- 55        2750          STRT T
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0125- D5          2760          SEL RB1
0126- F0          2780          MOV A,@R0
0127- F2 2D       2790          JB7 TNEXT
0129- C6 3B       2800          JZ BACK
012B- FC          2810          MOV A,R4
012C- B3          2820          JMPP @A
012D- 18          2838 TNEXT    INC R0
012E- 19          2840          INC R1
012F- 1C          2850          INC R4
0130- 1C          2860          INC R4
0131- EB 3B       2870          DJNZ R3,BACK
0133- B8 25       2880          MOV R0,#37
0135- B9 2D       2890          MOV R1,#45
0137- BB 08       2900          MOV R3,#08H
0139- BC 00       2910          MOV R4,#0
013B- C5          2920 BACK     SEL RB0
013C- 83          2930          RET
                  2936 * RELEASE LINE
013D- 9A 7F       2940 REL      ANL P2,#7FH
013F- B8 35       2950 WAIT     MOV R0,#53
0141- F0          2960          MOV A,@R0
0142- C6 46       2970          JZ POFF
0144- 24 3F       2980          JMP WAIT
                  2985 *
                  2986 * AUTO POWER OFF
                  2987 *
0146- 8A 7F       2990 POFF     ORL P2,#7FH
0148- 9A 4F       3000          ANL P2,#4FH
014A- 24 4A       3010 WAIT1    JMP WAIT1
                  3020 *
                  3030 * RECEIVE KEYS
                  3040 *
014C- A5          3060 READ     CLR F1
014D- 97          3070          CLR C
014E- 0A          3080          IN A,P2
014F- 53 F0       3090          ANL A,#0F0H
0151- AA          3100          MOV R2,A
0152- 8A 7F       3110 REREAD   ORL P2,#7FH
0154- 9A 9F       3115          ANL P2,#9FH
0156- 89 FF       3120          ORL P1,#0FFH
0158- 09          3130          IN A,P1
0159- 2A          3140          XCH A,R2
015A- 3A          3160          OUTL P2,A
015B- 2A          3170          XCH A,R2
015C- 76 7E       3180          JF1 RECOMP
015E- 17          3190          INC A
015F- E6 6E       3200          JNC COMP
0161- BB 03       3201 LOOP7    MOV R3,#3
0163- B9 2A       3202          MOV R1,#42
0165- F1          3203          MOV A,@R1
0166- C6 3B       3204          JZ BACK
0168- EB 61       3205          DJNZ R3,LOOP7
016A- 34 20       3208          CALL TCNTI
016C- 24 83       3210          JMP WAIT2
016E- 07          3230 COMP     DEC A
016F- 97          3235          CLR C
0170- AB          3240          MOV R3,A
0171- BC 0C       3250          MOV R4,#0CH
0173- 34 20       3255          CALL TCNTI
0175- FC          3260 LOOP     MOV A,R4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0176- E3        3270          MOVP3 A,@A
0177- DB        3280          XRL A,R3
0178- C6 52     3290          JZ REREAD
017A- EC 75     3300          DJNZ R4,LOOP
017C- 24 4C     3310          JMP READ
017E- A5        3320 RECOMP   CLR F1
017F- DB        3330          XRL A,R3
0180- 96 88     3340          JNZ SEND
0182- B5        3350          CPL F1
0183- 35        3355 WAIT2    DIS TCNTI
0184- 16 52     3360          JTF REREAD
0186- 24 83     3365          JMP WAIT2
0188- FB        3370 SEND     MOV A,R3
0189- 83        3380          RET
                3390 *
                3400 * CONTROL DEVICE TABLE
                3410 *
                3420          .OR 100H
                3430          .TA 0A00H
0100- 24 8C     3440          JMP DEV1
0102- 24 D5     3450          JMP DEV2
0104- 44 09     3460          JMP DEV3
0106- 44 70     3470          JMP DEV4
0108- 44 C0     3480          JMP NOKEY
010A- 64 3C     3490          JMP LOFRQ
010C- 64 60     3500          JMP HIFRQ
010E- 64 82     3510          JMP NOFRQ
                3520 *
                3530 * CONTROL DEVICE ROUTINE
                3540 *
                3550          .OR 18CH
                3560          .TA 0A8CH
018C- B8 35     3570 DEV1     MOV R0,#53
018E- F0        3600          MOV A,@R0
018F- 52 9D     3610          JB2 CNT1
0191- 34 CD     3620 STRT1    CALL PREC
0193- 9A 9F     3630          ANL P2,#9FH
0195- 89 04     3640          ORL P1,#04H
0197- 23 04     3650          MOV A,#04
0199- 40        3660          ORL A,@R0
019A- A0        3670          MOV @R0,A
019B- 34 D2     3680          CALL POSC
019D- 21        3690 CNT1     XCH A,@R1
019E- 07        3700          DEC A
019F- A1        3710          MOV @R1,A
01A0- 96 2D     3720          JNZ TNEXT
01A2- B1 28     3730          MOV @R1,#40
01A4- B8 25     3740          MOV R0,#37
01A6- 20        3750          XCH A,@R0
01A7- 07        3760          DEC A
01A8- A0        3770          MOV @R0,A
01A9- 96 2D     3780          JNZ TNEXT
01AB- 34 BF     3790 STP1     CALL SETC
01AD- 34 CD     3800          CALL PREC
01AF- B8 35     3810          MOV R0,#53
01B1- 9A 9F     3820          ANL P2,#9FH
01B3- 99 FB     3830          ANL P1,#0FBH
01B5- 23 FB     3840          MOV A,#0FBH
01B7- 50        3850          ANL A,@R0
01B8- A0        3860          MOV @R0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
01B9- 34 D2     3870          CALL POSC
01BB- B8 25     3875          MOV R0,#37
01BD- 24 2D     3880          JMP TNEXT
01BF- 23 FC     3890 SETC     MOV A,#0FCH
01C1- 68        3900          ADD A,R0
01C2- F0        3910          MOV A,@R0
01C3- 53 0F     3920          ANL A,#0FH
01C5- 03 80     3930          ADD A,#80H
01C7- 28        3940          XCH A,R0
01C8- 03 04     3950          ADD A,#4
01CA- 28        3960          XCH A,R0
01CB- A0        3980          MOV @R0,A
01CC- 83        3990          RET
01CD- 0A        4000 PREC     IN A,P2
01CE- AE        4010          MOV R6,A
01CF- 8A 7F     4020          ORL P2,#7FH
01D1- 83        4030          RET
01D2- 2E        4040 POSC     XCH A,R6
01D3- 3A        4050          OUTL P2,A
01D4- 83        4060          RET
                4070 *
01D5- B8 35     4080 DEV2     MOV R0,#53
01D7- F0        4100          MOV A,@R0
01D8- 72 E5     4110          JB3 CNT2
01DA- 34 CD     4120 STRT2    CALL PREC
01DC- 9A 9F     4130          ANL P2,#9FH
01DE- 89 08     4140          ORL P1,#08H
01E0- F0        4150          MOV A,@R0
01E1- 40        4160          ORL A,@R0
01E2- A0        4170          MOV @R0,A
01E3- 34 D2     4180          CALL POSC
01E5- 21        4190 CNT2     XCH A,@R1
01E6- 07        4200          DEC A
01E7- A1        4210          MOV @R1,A
01E8- 96 2D     4220          JNZ TNEXT
01EA- B1 28     4230          MOV @R1,#40
01EC- B8 26     4240          MOV R0,#38
01EE- 20        4250          XCH A,@R0
01EF- 07        4260          DEC A
01F0- A0        4270          MOV @R0,A
01F1- B8 26     4275          MOV R0,#38
01F3- 96 2D     4280          JNZ TNEXT
01F5- 34 BF     4290 STP2     CALL SETC
01F7- 34 CD     4300          CALL PREC
01F9- B8 35     4310          MOV R0,#53
01FB- 9A 9F     4320          ANL P2,#9FH
01FD- 99 F7     4330          ANL P1,#0F7H
01FF- 23 F7     4340          MOV A,#0F7H
0201- 50        4350          ANL A,@R0
0202- A0        4360          MOV @R0,A
0203- 34 D2     4370          CALL POSC
0205- B8 26     4375          MOV R0,#38
0207- 24 2D     4380 TNX1     JMP TNEXT
                4390 *
0209- B8 35     4400 DEV3     MOV R0,#53
020B- F0        4430          MOV A,@R0
020C- 92 2C     4440          JB4 CNT3
020E- 34 CD     4450 STRT3    CALL PREC
0210- 9A 9F     4460          ANL P2,#9FH
0212- B2 1E     4470          JB5 REV1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0214- 89 20     4480 FORW1   ORL P1,#20H
0216- 54 59     4490         CALL DELAY
0218- 23 30     4500         MOV A,#30H
021A- 40        4510         ORL A,@R0
021B- A0        4520         MOV @R0,A
021C- 44 28     4530         JMP RUN1
021E- 99 DF     4540 REV1    ANL P1,#0DFH
0220- 54 59     4550         CALL DELAY
0222- 23 10     4554         MOV A,#10H
0224- 40        4556         ORL A,@R0
0225- 53 DF     4560         ANL A,#0DFH
0227- A0        4570         MOV @R0,A
0228- 89 10     4580 RUN1    ORL P1,#10H
022A- 34 D2     4590         CALL POSC
022C- 21        4600 CNT3    XCH A,@R1
022D- 07        4610         DEC A
022E- A1        4620         MOV @R1,A
022F- B8 27     4625         MOV R0,#39
0231- 96 07     4630         JNZ TNX1
0233- B1 40     4640         MOV @R1,#40H
0235- B9 32     4650         MOV R1,#50
0237- 21        4660         XCH A,@R1
0238- 07        4670         DEC A
0239- A0        4672         MOV @R0,A
023A- 96 07     4675         JNZ TNX1
023C- B1 1E     4680         MOV @R1,#30
023E- B9 2F     4690         MOV R1,#47
0240- 20        4730         XCH A,@R0
0241- 07        4740         DEC A
0242- A0        4750         MOV @R0,A
0243- 44 07     4760         JMP TNX1
0245- 34 BF     4770 STP3    CALL SETC
0247- 34 CD     4780         CALL PREC
0249- B8 35     4790         MOV R0,#53
024B- 9A 9F     4800         ANL P2,#9FH
024D- 99 EF     4810         ANL P1,#0EFH
024F- F0        4820         MOV A,@R0
0250- 53 EF     4830         ANL A,#0EFH
0252- A0        4840         MOV @R0,A
0253- 34 D2     4850         CALL POSC
0255- B8 27     4855         MOV R0,#39
0257- 24 2D     4860         JMP TNEXT
                4880 * DELAY TIME 1 MSEC
0259- BE FF     4900 DELAY   MOV R6,#0FFH
025B- EE 5B     4910 D0      DJNZ R6,D0
025D- 83        4920         RET
                4930 *
                4940 * INTERRUPT SERVICE ROUTINE
                4950 *
025E- 56 6E     4960 INT     JT1 CTL1
0260- AF        4970         MOV R7,A
0261- F8        4980         MOV A,R0
0262- B8 40     4990         MOV R0,#64
0264- A0        5000         MOV @R0,A
0265- C8        5010         DEC R0
0266- C7        5020         MOV A,PSW
0267- A0        5030         MOV @R0,A
0268- C8        5040         DEC R0
0269- 23 F0     5050         MOV A,#0F0H
026B- A0        5060         MOV @R0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
026C- 24 46     5070          JMP POFF
026E- 64 9A     5075 CTL1     JMP CONTL
                5080 *
0270- B8 35     5090 DEV4     MOV R0,#53
0272- F0        5120          MOV A,@R0
0273- D2 93     5130          JB6 CNT4
0275- 34 CD     5140 STRT4    CALL PREC
0277- 9A 9F     5150          ANL P2,#9FH
0279- F2 85     5160          JB7 REV2
027B- 89 80     5170 FORW2    ORL P1,#80H
027D- 54 59     5180          CALL DELAY
027F- 23 C0     5190          MOV A,#0C0H
0281- 40        5200          ORL A,@R0
0282- A0        5210          MOV @R0,A
0283- 44 8F     5220          JMP RUN2
0285- 99 7F     5230 REV2     ANL P1,#7FH
0287- 54 59     5240          CALL DELAY
0289- F0        5250          MOV A,@R0
028A- 43 40     5260          ORL A,#40H
028C- 53 7F     5270          ANL A,#7FH
028E- A0        5280          MOV @R0,A
028F- 89 40     5290 RUN2     ORL P1,#40H
0291- 34 D2     5300          CALL POSC
0293- 21        5310 CNT4     XCH A,@R1
0294- 07        5320          DEC A
0295- A1        5330          MOV @R1,A
0296- B8 28     5335          MOV R0,#40
0298- 96 07     5340          JNZ TNX1
029A- B1 40     5350          MOV @R1,#40H
029C- B9 33     5360          MOV R1,#51
029E- 21        5370          XCH A,@R1
029F- 07        5380          DEC A
02A0- A1        5390          MOV @R1,A
02A1- 96 07     5400          JNZ TNX1
02A3- B1 1E     5430          MOV @R1,#30
02A5- B9 30     5440          MOV R1,#48
02A7- 20        5460          XCH A,@R0
02A8- 07        5470          DEC A
02A9- A0        5480          MOV @R0,A
02AA- 96 07     5485          JNZ TNX1
02AC- 34 BF     5490 STP4     CALL SETC
02AE- 34 CD     5500          CALL PREC
02B0- B8 35     5510          MOV R0,#53
02B2- 9A 9F     5520          ANL P2,#9FH
02B4- 99 BF     5530          ANL P1,#0BFH
02B6- F0        5540          MOV A,@R0
02B7- 53 BF     5550          ANL A,#0BFH
02B9- A0        5560          MOV @R0,A
02BA- 34 D2     5570          CALL POSC
02BC- B8 28     5575          MOV R0,#40
02BE- 24 2D     5580          JMP TNEXT
                5590 *
02C0- B8 34     5600 NOKEY    MOV R0,#52
02C2- F0        5640          MOV A,@R0
02C3- 72 E0     5650          JB3 ANY
02C5- 21        5660          XCH A,@R1
02C6- 07        5670          DEC A
02C7- A1        5680          MOV @R1,A
02C8- B8 29     5685          MOV R0,#41
02CA- 18        5690          INC R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
02CB- 96 07     5700          JNZ TNX1
02CD- B1 03     5710          MOV @R1,#3
02CF- 20        5730          XCH A,@R0
02D0- 07        5740          DEC A
02D1- A0        5750          MOV @R0,A
02D2- 24 2D     5770          JMP TNEXT
02D4- B0 64     5780          MOV @R0,#100
02D6- 9A 7F     5790          ANL P2,#7FH
02D8- B8 34     5805          MOV R0,#52
02DA- F0        5810          MOV A,@R0
02DB- 43 08     5820          ORL A,#08H
02DD- A0        5830          MOV @R0,A
02DE- 24 2D     5850          JMP TNEXT
02E0- B8 29     5860 ANY      MOV R0,#41
02E2- F0        5865          MOV A,@R0
02E3- C6 E9     5870          JZ POFF1
02E5- 56 07     5880          JT1 TNX1
02E7- 64 0D     5890          JMP CRG
02E9- 24 46     5900 POFF1    JMP POFF
                5910 * DTMF TABLE
                5914          .OR 300H
                5918          .TA 0C00H
0300- 00 77 7B
0303- 7D B7     5920          .HS 00777B7DB7
0305- BB BD D7
0308- DB DD     5924          .HS BBBDD7DBDD
030A- E7 EB ED  5928          .HS E7EBED
                5930 * RING COUNTER
030D- C5        5940 CRG      SEL RB0
030E- B8 24     5950          MOV R0,#36
0310- F0        5960          MOV A,@R0
0311- 47        5970          SWAP A
0312- 53 0F     5980          ANL A,#0FH
0314- AA        5990          MOV R2,A
0315- CA        6000          DEC R2
0316- B9 2C     6010          MOV R1,#44
0318- 23 05     6020          MOV A,#5
031A- A1        6030          MOV @R1,A
031B- B8 34     6040 W1       MOV R0,#52
031D- F0        6050          MOV A,@R0
031E- 12 1B     6060          JB0 W1
0320- 56 5E     6070          JT1 POFF2
0322- 23 32     6080 DO2      MOV A,#50
0324- A9        6090          MOV R1,A
0325- B8 35     6100 W2       MOV R0,#53
0327- F0        6110          MOV A,@R0
0328- 12 25     6120          JB0 W2
032A- 56 2E     6130          JT1 RG
032C- 44 E9     6140          JMP POFF1
032E- B9 2C     6150 RG       MOV R1,#44
0330- 23 0A     6160          MOV A,#10
0332- A1        6170          MOV @R1,A
0333- B8 34     6180 W3       MOV R0,#52
0335- F0        6190          MOV A,@R0
0336- 12 33     6200          JB0 W3
0338- EA 22     6210          DJNZ R2,DO2
033A- 04 50     6220          JMP MAIN
                6230 *
033C- B8 34     6240 LOFRQ    MOV R0,#52
033E- F0        6280          MOV A,@R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
038E- 07        1390          DEC A
038F- A0        1400          MOV @R0,A
0390- 96 80     1420          JNZ TNX3
0392- 23 FE     1440 STP7     MOV A,#0FEH
0394- B8 34     1445          MOV R0,#52
0396- 50        1450          ANL A,@R0
0397- A0        1460          MOV @R0,A
0398- 24 2D     1480          JMP TNEXT
                1490 *
                1500 * CONTROL MAIN ROUTINE
                1510 *
039A- BA 00     1520 CONTL    MOV R2,#0
039C- BB 06     1530          MOV R3,#6
039E- B8 2B     1540          MOV R0,#43
03A0- B0 64     1550          MOV @R0,#100
03A2- 34 4C     1560          CALL READ
03A4- B0 80     1570          MOV @R0,#80H
03A6- E7        1580          RL A
03A7- AA        1590          MOV R2,A
03A8- 77        1600          RR A
03A9- 07        1610 L05      DEC A
03AA- C6 B0     1620          JZ ANS
03AC- EB A9     1630          DJNZ R3,L05
03AE- 64 9A     1640          JMP CONTL
03B0- 84 3E     1650 ANS      JMP ANSW
                1655          .OR 402H
                1658          .TA 0D02H
0402- 84 3F     1660          JMP ROUT1
0404- 84 46     1670          JMP ROUT2
0406- 84 4D     1680          JMP ROUT3
0408- 84 54     1690          JMP ROUT4
040A- 84 5B     1700          JMP ROUT5
040C- 84 62     1710          JMP ROUT6
040E- 00        1720          NOP
040F- 00        1730          NOP
0410- 00        1740          NOP
0411- 00        1750          NOP
0412- 00        1760          NOP
0413- 00        1770          NOP
0414- 84 69     1780          JMP ROUT7
0416- 00        1790          NOP
0417- 00        1800          NOP
0418- 84 6E     1810          JMP ROUT8
041A- 00        1820          NOP
041B- 00        1830          NOP
041C- 00        1840          NOP
041D- 00        1850          NOP
041E- 00        1860          NOP
041F- 00        1870          NOP
0420- 00        1880          NOP
0421- 00        1890          NOP
0422- 84 E8     1910          JMP ON1
0424- 84 FC     1920          JMP ON2
0426- A4 0A     1930          JMP ON3
0428- A4 1A     1940          JMP ON4
042A- A4 22     1950          JMP ON5
042C- A4 2A     1960          JMP ON6
042E- 00        1970          NOP
042F- 00        1980          NOP
0430- 00        1990          NOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0431- 00        2000          NOP
0432- 84 F5     2010          JMP OFF1
0434- A4 03     2020          JMP OFF2
0436- A4 12     2030          JMP OFF3
0438- A4 1E     2040          JMP OFF4
043A- A4 26     2050          JMP OFF5
043C- A4 2E     2060          JMP OFF6
043E- B3        2070 ANSW     JMPP @A
043F- B9 35     2080 ROUT1    MOV R1,#53
0441- F1        2090          MOV A,@R1
0442- 12 73     2100          JB0 ONST
0444- 84 8E     2110          JMP OFFS
0446- B9 35     2120 ROUT2    MOV R1,#53
0448- F1        2130          MOV A,@R1
0449- 32 73     2140          JB1 ONST
044B- 84 8E     2150          JMP OFFS
044D- B9 35     2160 ROUT3    MOV R1,#53
044F- F1        2170          MOV A,@R1
0450- 52 73     2180          JB2 ONST
0452- 84 8E     2190          JMP OFFS
0454- B9 35     2200 ROUT4    MOV R1,#53
0456- F9        2210          MOV A,R1
0457- 72 73     2220          JB3 ONST
0459- 84 8E     2230          JMP OFFS
045B- B9 35     2240 ROUT5    MOV R1,#53
045D- F9        2250          MOV A,R1
045E- 92 73     2260          JB4 ONST
0460- 84 8E     2270          JMP OFFS
0462- B9 35     2280 ROUT6    MOV R1,#53
0464- F9        2290          MOV A,R1
0465- B2 73     2300          JB5 ONST
0467- 84 8E     2310          JMP OFFS
0469- FA        2320 ROUT7    MOV A,R2
046A- E7        2330          RL A
046B- 03 20     2340          ADD A,#20H
046D- B3        2350          JMPP @A
046E- FA        2360 ROUT8    MOV A,R2
046F- E7        2370          RL A
0470- 03 30     2380          ADD A,#30H
0472- B3        2390          JMPP @A
                2395 *
                2396 * ON STATUS SOUND
                2397 *
0473- BC 03     2400 ONST     MOV R4,#3
0475- 85        2405          CLR F0
0476- B9 2B     2410 LO6      MOV R1,#43
0478- B1 1E     2420 WT3      MOV @R1,#30
047A- 94 AD     2425          CALL RCV
047C- B6 E5     2426          JF0 JPP
047E- F1        2430          MOV A,@R1
047F- 96 78     2440          JNZ WT3
0481- 19        2460          INC R1
0482- B1 0A     2470 WT4      MOV @R1,#10
0484- 96 82     2490          JNZ WT4
0486- 94 AD     2500          CALL RCV
0488- B6 E5     2505          JF0 JPP
048A- EC 76     2510          DJNZ R4,LO6
048C- 84 DA     2511          JMP LATE
                2515 *
                2516 * OFF STATUS SOUND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        2517 *
048E- BC 03             2520 OFFS   MOV R4,#3
0490- B5                2522        CLR F0
0491- B9 2A             2530 LO7    MOV R1,#42
0493- B1 05             2540 WT5    MOV @R1,#5
0495- 94 AD             2545        CALL RCV
0497- B6 E5             2546        JF0 JPP
0499- F1                2550        MOV A,@R1
049A- 96 93             2560        JNZ WT5
049C- B1 80             2570        MOV @R1,#80H
049E- 19                2580        INC R1
049F- 19                2590        INC R1
04A0- B1 05             2600 WT6    MOV @R1,#5
04A2- F1                2610        MOV A,@R1
04A3- 96 A0             2620        JNZ WT6
04A5- 94 AD             2630        CALL RCV
04A7- B6 E5             2635        JF0 JPP
04A9- EC 91             2640        DJNZ R4,LO7
04A8- 84 DA             2645        JMP LATE
                        2650 *
                        2660 * RECIEVE NUMBER OF DEVIVE
                        2670 *
04AD- BD 00             2700 RCV    MOV R5,#0
04AF- BB 06             2710        MOV R3,#6
04B1- B8 2A             2720        MOV R0,#42
04B3- 34 4C             2730        CALL READ
04B5- D3 FF             2732        XRL A,#0FFH
04B7- C6 D9             2734        JZ RTN
04B9- 37                2735        CPL A
04BA- B5                2736        CLR F0
04BB- 95                2738        CPL F0
04BC- B0 80             2740        MOV @R0,#80H
04BE- 18                2750        INC R0
04BF- B0 80             2760        MOV @R0,#80H
04C1- AD                2770        MOV R5,A
04C2- D3 0A             2780        XRL A,#0AH
04C4- C6 D7             2790        JZ ST
04C6- FD                2800        MOV A,R5
04C7- D3 0C             2802        XRL A,#0CH
04C9- C6 D7             2804        JZ ST
04CB- FD                2806        MOV A,R5
04CC- 07                2810 LO8    DEC A
04CD- C6 D3             2820        JZ NUM
04CF- E8 CC             2830        DJNZ R3,LO8
04D1- 84 AD             2840        JMP RCV
04D3- FD                2850 NUM    MOV A,R5
04D4- AA                2860        MOV R2,A
04D5- E7                2870        RL A
04D6- 83                2880        RET
04D7- FD                2890 ST     MOV A,R5
04D8- E7                2900        RL A
04D9- 83                2905 RTN    RET
04DA- B8 34             2907 LATE   MOV R0,#52
04DC- F0                2909        MOV A,@R0
04DD- 72 E6             2910        JB3 ANY1
04DF- 94 AD             2912        CALL RCV
04E1- B6 E5             2914        JF0 JPP
04E3- 84 DA             2916        JMP LATE
04E5- B3                2918 JPP    JMPP @A
04E6- 44 E1             2919 ANY1   JMP ANY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
033F- 52 49     6290          JB2 CNT5
0341- 8A 7F     6300 STRT5    ORL P2,#7FH
0343- 9A AF     6310          ANL P2,#0AFH
0345- 23 04     6320          MOV A,#04H
0347- 40        6330          ORL A,@R0
0348- A0        6340          MOV @R0,A
0349- B8 2A     6345 CNT5     MOV R0,#42
034B- F0        6350          MOV A,@R0
034C- 07        6360          DEC A
034D- A0        6370          MOV @R0,A
034E- 96 5C     6390          JNZ TNX2
0350- B0 80     6400          MOV @R0,#80H
0352- 8A 7F     6410 STP5     ORL P2,#7FH
0354- 23 FB     6420          MOV A,#0FBH
0356- B8 34     6425          MOV R0,#52
0358- 50        6430          ANL A,@R0
0359- A0        6440          MOV @R0,A
035A- B8 2A     6450          MOV R0,#42
035C- 24 2D     6460 TNX2     JMP TNEXT
035E- 24 46     6470 POFF2    JMP POFF

:LOAD C&T2
:ASM

012D-           1000 TNEXT    .EQ 12DH
0146-           1005 POFF     .EQ 146H
014C-           1010 READ     .EQ 14CH
02E1-           1015 ANY      .EQ 2E1H
                1020          .OR 360H
                1030          .TA 0C60H
                1040 *
0360- B8 34     1050 H1FRQ    MOV R0,#52
0362- F0        1090          MOV A,@R0
0363- 32 6D     1100          JB1 CNT6
0365- 8A 7F     1110 STRT6    ORL P2,#7FH
0367- 9A BF     1120          ANL P2,#0BFH
0369- 23 02     1130          MOV A,#2
036B- 40        1140          ORL A,@R0
036C- A0        1145          MOV @R0,A
036D- B8 2B     1150 CNT6     MOV R0,#43
036F- 20        1160          XCH A,@R0
0370- 07        1170          DEC A
0371- A0        1180          MOV @R0,A
0372- 96 80     1200          JNZ TNX3
0374- B0 80     1210          MOV @R0,#80H
0376- 8A 7F     1220 STP6     ORL P2,#7FH
0378- 23 FD     1230          MOV A,#0FDH
037A- B8 34     1235          MOV R0,#52
037C- 50        1240          ANL A,@R0
037D- A0        1250          MOV @R0,A
037E- B8 2C     1260          MOV R0,#44
0380- 24 2D     1270 TNX3     JMP TNEXT
                1280 *
0382- B8 34     1290 NOFRQ    MOV R0,#52
0384- F0        1330          MOV A,@R0
0385- 12 8B     1340          JB0 CNT7
0387- 23 01     1350 STRT     MOV A,#1
0389- 40        1360          ORL A,@R0
038A- A0        1370          MOV @R0,A
038B- B8 2C     1375 CNT7     MOV R0,#44
038D- 20        1380          XCH A,@R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        2920 *
04E8- B9 35             2930 ON1    MOV R1,#53
04EA- F1                2940        MOV A,@R1
04EB- 43 80             2950        ORL A,#80H
04ED- A1                2960 OUT    MOV @R1,A
04EE- 39                2970        OUTL P1,A
04EF- 9A 9F             2980        ANL P2,#9FH
04F1- 8A 7F             2990        ORL P2,#7FH
04F3- 64 9A             3000        JMP CONTL
04F5- B9 35             3010 OFF1   MOV R1,#53
04F7- F1                3020        MOV A,@R1
04F8- 53 EF             3030        ANL A,#0EFH
04FA- 84 ED             3040        JMP OUT
                        3050 *
04FC- B9 35             3060 ON2    MOV R1,#53
04FE- F1                3070        MOV A,@R1
04FF- 43 40             3080        ORL A,#40H
0501- 84 ED             3090        JMP OUT
0503- B9 35             3100 OFF2   MOV R1,#53
0505- F1                3110        MOV A,@R1
0506- 53 BF             3120        ANL A,#0BFH
0508- 84 ED             3130        JMP OUT
                        3140 *
050A- B9 25             3150 ON3    MOV R1,#37
050C- F1                3160 ON     MOV A,@R1
050D- 53 EF             3170        ANL A,#0EFH
050F- A1                3180        MOV @R1,A
0510- 64 9A             3190        JMP CONTL
0512- B9 25             3200 OFF3   MOV R1,#37
0514- F1                3210 OFF    MOV A,@R1
0515- 03 80             3220        ADD A,#80H
0517- A1                3230        MOV @R1,A
0518- 64 9A             3240        JMP CONTL
                        3250 *
051A- B9 26             3260 ON4    MOV R1,#38
051C- A4 0C             3270        JMP ON
051E- B9 26             3280 OFF4   MOV R1,#38
0520- A4 14             3290        JMP OFF
                        3300 *
0522- B9 27             3310 ON5    MOV R1,#39
0524- A4 0C             3320        JMP ON
0526- B9 27             3330 OFF5   MOV R1,#39
0528- A4 14             3340        JMP OFF
                        3350 *
052A- B9 28             3360 ON6    MOV R1,#40
052C- A4 0C             3370        JMP ON
052E- B9 28             3380 OFF6   MOV R1,#40
0530- A4 14             3390        JMP OFF
                        3400        .EN

0000 ERRORS IN ASSEMBLY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

เครื่องควบคุมการสั่งงานทางโทรศัพท์ที่ได้ทำสำเร็จลงได้นี้ ก็ด้วยได้รับความร่วมมือและกำลังใจจากเพื่อนร่วมงานทุกคน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งคำแนะนำอันมีประโยชน์ในการคิดหาวิธีการสร้างส่วนต่างๆของระบบอย่างเหมาะสมที่สุด จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา คือ อาจารย์ ถวิล พึ่งมา และยังมี คุณฉัตรชัย ศักดิสุนทรศิริ ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ และเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการจัดพิมพ์ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จึงขอแสดงความรู้สึกขอบคุณทุกๆท่านที่ได้กล่าวมานี้เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. บุญเลิศ เอี่ยมทัศนา, "แฟ้ม CPU 8048" , วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์ ฉบับที่ 69 , หน้า 140-147 , 2529
2. ยืน ถ่ำรวรรณ , " CA 3059 ไอซีสวิทช์ทำงานที่จุดศูนย์ ", วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์, ฉบับที่ 57 ,หน้าที่ 145-163 , 2528
3. THE TTL DATA BOOK , TEXAS INSTRUMENTS INCOROPERATED
4. SAB 8048 MICROPROCESSOR USER'S MANUAL , INTEL COMPANY

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้