สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

ELICTRICAL APPLIANCES COTROLLED BASED ON MICROCONTROLLER VIA TELEPHONE LINE

T032610

โดย

นาย ระพิน ฤทธิมหันต์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่..................
เลขทะเบียน 32610
วัน, เดือน, ปี 18 พ.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

ELICTRICAL APPLIANCES COTROLLED BASED ON MICROCONTROLLER VIA TELEPHONE LINE

โดย

นาย ระพิน ฤทธิมหันต์ รหัส 38013025

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.สมยศ จุณณะปิยะ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2541

ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

ELECTRICAL APPLIANCES CONTROLLED BASED ON MICROCONTROLLER

VIA TELEPHONE LINE

ผู้จัดทำ

นาย ระพิน ฤทธิมหันต์ 38013025

------------------- อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ สมยศ จูณณะปิยะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

ELECTRICAL APPLIANCES CONTROLLED BASED ON MICROCONTROLLER VIA TELEPHONE LINE

โดย นาย ระพิน ฤทธิมหันต์

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ฉมยศ จูฌณะปิยะ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ นำเสนอการนำโทรศัพท์ระบบ DTMF มาใช้ ควบคุมการทำงานของ เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน หรือสำนักงาน คือ สามารถที่จะโทรศัพท์เข้ามาสั่งให้เครื่องนี้ ทำการ ปิด หรือ เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีเครื่องนี้ ติดตั้งอยู่ ในการโทรศัพท์สั่งงานนี้ ต้องมีการกดรหัสผ่านของ เครื่องก่อน ถ้ากดรหัสผิด จะไม่สามารถสั่งให้เครื่องนี้ทำงานได้ เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ทราบรหัสสั่งให้เครื่องทำงานได้

ABSTRACT

This thesis describes the use of dual tone multi-frequency (DTMF) telephone system to control gome and office electrical appliances. Controlling can be made by encoding telephone commands. Unauthorized or wrong – code commands are not acknowledged by the telephone system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎี	2
2.1	ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031	2
2.1.1	คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031	2
2.1.2	โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031	3
2.2	ไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่โทรศัพท์	7
2.2.1	โครงสร้างของ MT8870	7
2.3	การเชื่อมโยงทางแสง	11
2.3.1	ทรานซิสเตอร์คัปเปลอร์	13
2.3.2	ดาร์ริงตันทรานซิสเตอร์ คัปเปลอร์	13
2.3.3	ออฟโตคัปเปลอร์ใช้สวิทช์สองทาง	14
2.3.4	การประยุกต์ใช้งานในการควบคุมโหลด	14
2.4	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	16
2.4.1	การทำงานของเครื่องโทรศัพท์	17
2.4.2	ระบบโทรศัพท์แบบหมุน	19
2.4.3	ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่	21
2.4.4	ข้อเปรียบเทียบระหว่างโทรศัพท์แบบพัลส์กับระบบความถี่คู่	23
2.4.5	สัญญาณพื้นฐานของโทรศัพท์	24
2.4.6	สัญญาณที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์	25
บทที่ 3	การคำนวณและการก่อสร้าง	27
3.1	การทำงานของระบบ	27
3.2	การทำงานของวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า	32
3.3	การทำงานของวงจรถอดรหัสโทรศัพท์	33
3.4	การทำงานของวงจรคอนโทรลหลัก	34
บทที่ 4	ผลการทดลอง	36
4.1	การทดลองภาคตรวจจับสัญญาณเรียกเข้า	36
4.2	การทดลองภาค DTMF Decoder	36
4.3	การทดลองการติดต่อระหว่าง CPU กับ หน่วยความจำ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทสรุป 41
ภาคผนวก ก Data Sheet
ภาคผนวก ข วงจรรและโปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

โทรศัพท์นับว่า เป็นอุปกรณ์สื่อสาร ที่มีประโยชน์มากอย่างหนึ่ง ซึ่งนอกจากจะช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารแล้ว เรายังสามารถประยุกต์ใช้งาน โทรศัพท์ให้ใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีก อย่างเช่น การใช้โทรศัพท์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล การใช้โทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ควบคุมระยะไกลนั้น จะทำให้สะดวกมาก เพราะจะสามารถส่งสัญญาณควบคุมจากเครื่องโทรศัพท์จากที่ไหนก็ได้ คือที่ไหนมีเครื่องโทรศัพท์ เราก็สามารถส่งสัญญาณควบคุมได้ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อมีธุระต้องเดินทางไปต่างจังหวัดหลายวัน โดยที่ไม่มีใครอยู่บ้าน เราก็สามารถใช้โทรศัพท์เข้ามาที่บ้าน เพื่อ ปิด – เปิด ไฟฟ้าที่บ้าน เปิดปั๊มรดน้ำต้นไม้ เปิดเครื่องให้อาหารสัตว์เลี้ยง หรือจะควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ภายในบ้าน ได้ตามความต้องการ จะเห็นว่าไม่ว่าเราจะอยู่ที่ใด ก็ตาม เราก็สามารถที่จะส่งสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ เพียงแต่ว่าเราต้องมีคู่สายโทรศัพท์ เป็นตัวส่งสัญญาณควบคุม

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเอาโทรศัพท์มาใช้ประโยชน์ในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน หรือใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างอื่นได้ตามจุดประสงค์ โดยสามารถควบคุม อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้ในระยะทางไกล โดยสามารถควบคุมผ่านทางคู่สายโทรศัพท์ได้ การควบคุมจะสามารถควบคุม การ ปิด – เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยง่าย โดยเพียงแต่กดปุ่มควบคุมที่หน้าปัทม์ของเครื่องโทรศัพท์เท่านั้น การทำงานการควบคุมจะใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ มาเป็นอุปกรณ์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้หลายวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 เป็นไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็ก โดยบรรจุไว้ในแผงรวม (Integrated Circuit) เหมาะสำหรับควบคุมอุปกรณ์อื่น ๆ แบบอัตโนมัติ มีความสะดวกในการใช้งาน และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาเบสิก หรือภาษาแอสแซมบลี้ก็ได้ ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้ตามต้องการ และสามารถเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันการทำงาน ของวงจรได้สะดวก โดยเพียงแต่เปลี่ยนแปลงในส่วนของโปรแกรมเท่านั้น โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงในส่วนของฮาร์ดแวร์ ใด ๆ เลย ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 อยู่ในตระกูล MCS – 51 เป็นอุปกร์ที่ออกแบบมาสนองความต้องการของผู้ใช้ คือ มีสายอินพุทเอ้าท์พุทบัฟเฟอร์อินเตอร์เฟส และสายควบคุมอื่น ๆ ที่ใช้สำหรับแยกข้อมูลกับแอดเดรส และยังมีชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อจัดการข้อมูล และนอกจากนี้ยังมีวงจรตั้งเวลา และวงจรนับด้วย MCS – 51 มีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ แต่ละเบอร์ก็มีความสามารถพิเศษแตกต่างกันออกไป ผู้ใช้สามารถดูได้จากคู่มือของ MCS – 51 และเลือกใช้ได้ตามสะดวก

2.1.1 คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51

คุณสมบัติทั่วไปที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS – 51 มีดังนี้

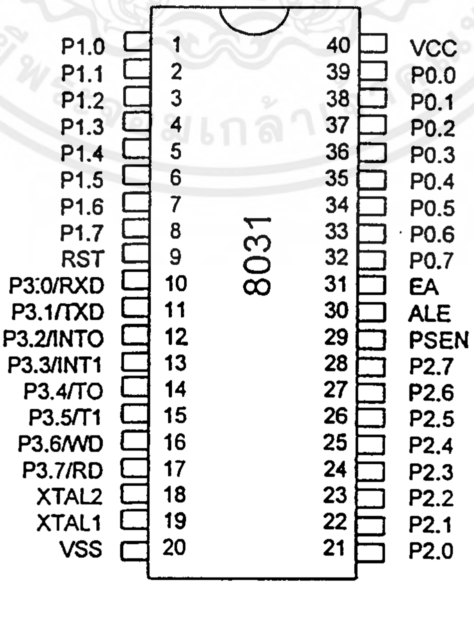
- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ขนาด 8 บิท
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
- มีขาสัญญาณอินพุทเอาท์พุท จำนวน 32 บิท
- สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (external data memory) โดยอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 กิโลไบต์
- สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (external program memory) โดยอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว (on – chip program memory) ขนาด 4 กิโลไบต์ โดยเฉพาะเบอร์ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 8 กิโลไบต์ สำหรับเบอร์ 8031 และ M8032 จะไม่มีหน่วยความจำในส่วนนี้
- มีหน่วยความจำข้อมูลภายในตัว (on – chip data memory) ขนาด 128 กิโลไบต์ โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 256 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน่วยความจำข้อมูลภายในบางส่วน สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิทได้ด้วย ทำให้การควบคุมหรือ การตรวจสอบสถานะบิททำได้ง่าย ส่งผลให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมากขึ้น
- มีไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์ (timer / counter) ขนาด 16 บิท จำนวน 2 ตัว โดยเฉพาะเบอร์ 8032 หรือ 8052 จะมีไทม์เมอร์/ เคาน์เตอร์ จำนวน 3 ตัว
- การอินเตอร์รัปต์ สามารถทำได้จาก 5 แหล่งกำเนิด โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะทำการอินเตอร์รัปต์ได้จาก 6 แหล่งกำเนิด โดยการอินเตอร์รัปต์ ยังสามารถจัดระดับความสำคัญได้เป็น 2 ระดับ
- มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรมภายในตัวเอง ซึ่งทำงานเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์ (full duplex)
- มีคำสั่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และทางตรรกศาสตร์
- คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาการทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอล ความถี่ 12 เมกะเฮิร์ต
- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลท์ เพียงชุดเดียว

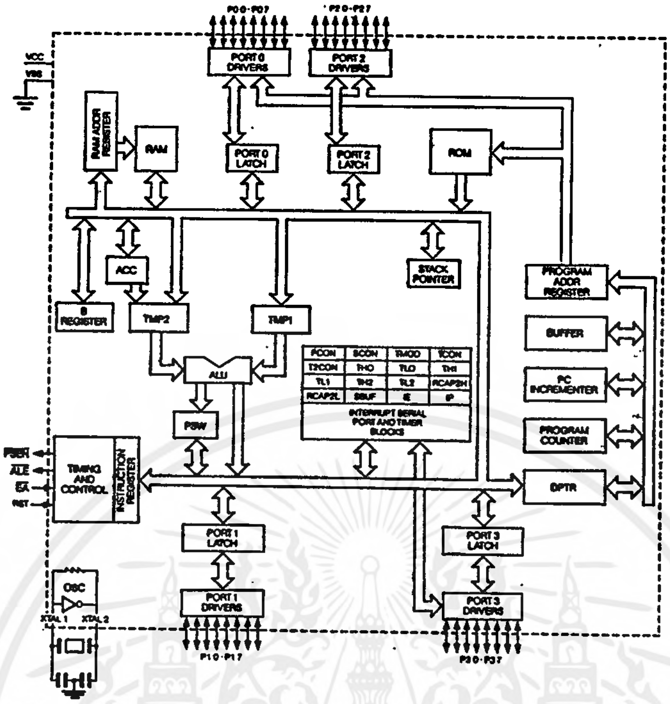
2.1.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS – 51 ทุกเบอร์ จะมีตำแหน่งขาพื้นฐาน ที่เหมือนกัน สำหรับโครงงานนี้ จะใช้เบอร์ 8031 ซึ่งมีโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมภายนอก และภายใน ดังรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 แสดงสถาปัตยกรรมภายนอกและการจัดตำแหน่งขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงสถาปัตยกรรมภายในของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

จากรูปที่ 2.2 เป็นการแสดงโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมภายในของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 จะเห็นว่า มีส่วนประกอบภายในมากมายบรรจุรวมกันไว้ และมีบัสภายใน (Internal bus) ติดต่อกับบางส่วนต่าง ๆ ภายในตัวไอซี การรวมอุปกรณ์ในส่วนต่าง ๆ บรรจุไว้ในวงจรรวมเดียวกันนี้ จะให้การทำงานมีประสิทธิภาพ เพราะจะไม่เกิดการรบกวน จากระบบอื่น เนื่องจากส่วนประกอบต่าง ๆ ถูกบรรจุไว้ภายใน จึงไม่เกิดการรบกวนได้ง่าย ตำแหน่งหน้าที่การใช้งานของแต่ละขา ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 มีดังนี้

ขาพอร์ท 0 (Port 0)

มี 8 ขา ได้แก่ ขา P0.0 – P0.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุท แบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งาน เป็นอินพุทพอร์ท ต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้ขาพอร์ทเหล่านั้น อยู่ในสถานะปล่อยลอย ซึ่งในสถานะนี้เอง ที่สามารถนำมาใช้เป็น พอร์ทอินพุทอิม พีแดนซ์ สูงได้ นอกจากพอร์ทนี้จะใช้งาน เป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแล้ว มันยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย โดยทำหน้าที่ ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรส ไบต์ต่ำ (A0 – A7) ส่วนตำแหน่งแอดเดรสไบต์สูง จะอยู่ที่พอร์ท 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ท 1 (Port 1)

มี 8 ขา ได้แก่ ขา P1.0 – P1.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุท แบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งาน เป็นอินพุทพอร์ท ต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ท อินพุท

ขาพอร์ท 2 (Port 2)

มี 8 ขา ได้แก่ ขา P2.0 – P2.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุท แบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งาน เป็นอินพุทพอร์ท ต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุท นอกจากพอร์ทนี้ จะใช้งานเป็นพอร์ทอินพุทแล้ว มันยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย โดยทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสไบท์สูง (A8 – A15

ขาพอร์ท 3 (Port 3)

มี 8 ขา ได้แก่ ขา P3.0 – P3.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุท แบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งาน เป็นอินพุทพอร์ท ต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุท นอกจากพอร์ทนี้จะใช้งานเป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแล้ว มันยังถูกใช้งานในหน้าที่พิเศษต่าง ๆ ดังแสดง ในตารางที่ 2.1

ขาพอร์ท	หน้าที่พิเศษ
P3.0	RXD (Serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (Timer 0 external input)
P3.5	T1 (Timer 1 external input)
P3.6	WR (external data mrmory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)

ตารางที่ 2.1 แสดงหน้าที่พิเศษของแต่ละขาของพอร์ท 3

ขารีเซต (RST)

ใช้สำหรับในการรีเซตการทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการรีเซต ต้องคงสถานะเป็น 1 อย่างน้อย นาน 2 แมทชีนไซเคิล ในขณะที่ออสซิลเลเตอร์ ยังทำงานอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา ALE / PROG

เป็นขาสัญญาณ เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการแลตช์ (Latch) ค่าตำแหน่งแอดเดรสไบท์ต่ำ (address latch enable) เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก นอกจากนี้ขายังทำหน้าที่เป็นอินพุทรับพัลส์ ในการโปรแกรม (program pulse input) ในส่วนของหน่วยความจำ EPROM สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในตระกูล MCS – 51 ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน เป็น EPROM

ขา PSEN (Program Store Enable)

ทำหน้าที่เป็นสัญญาณสโตรบ เพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ ประมวลผลคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณสโตรบ จำนวน 2 ครั้ง ในแต่ละแมทชีนไซเคิล แต่ในขณะที่ติดต่อ กับหน่วยความจำ ข้อมูลภายนอกจะไม่มีการส่งสัญญาณสโตรบแต่อย่างใด

ขา EA (External Access enable)

เป็นขาสำหรับเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมจากภายใน หรือภายนอก โดยถ้ามีสถานะเป็น 0 จะหมายถึง ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ รับคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกที่ ตำแหน่งแอดเดรส 0000H – 0FFFH แต่ถ้าขานี้ มีสถานะเป็น 1 หมายความว่า โปรแกรมในตำแหน่ง 0000H – 0FFFH ถูกเก็บไว้ภายใน 8031

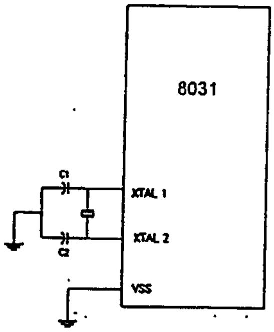
ขา XTAL 1 และขา XTAL 2

เป็นขาอินพุท และเอาท์พุท ของวงจร อินเวอร์ติ้งออสซิลเลเตอร์ แอมปลิไฟเออร์ (inverting oscillater amplifier) หรือใช้ต่อร่วม กับคริสตอลภายนอก เพื่อเป็นตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ภายในควบคุมการทำงานของ 8031 แต่ถ้าต้องการเอาสัญญาณนาฬิกามาจากภายนอกเข้าที่ขา XTAL 1 ส่วนขา XTAL 2 ปล่อยลอยไว้ ดังรูปที่ 2.3

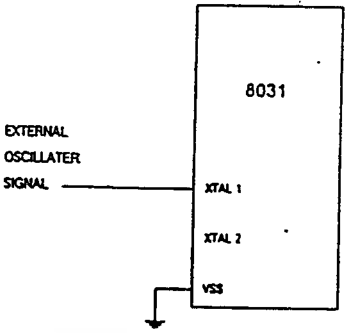
ขา Vcc เป็นขาสำหรับต่อป้อนแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลท์

ขา Vss เป็นขาที่ใช้สำหรับต่อลงกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การต่อคริสตอลเพื่อกำหนดสัญญาณนาฬิกาภายใน



การใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก

รูปที่ 2.3 แสดงการต่อใช้งานสัญญาณนาฬิกาของ 8031

2.2 ไอซีถอดรหัสสัญญาณ ความถี่โทรศัพท์ (DTMF DECORDER)

MT 8870 เป็นไอซีที่ใช้สำหรับถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ ซึ่งเกิดจาก การกดปุ่มตัวเลข ของ โทรศัพท์ชนิด แบบกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลข ทางดิจิตอล โดยไอซี MT 8870 จะทำหน้าที่ แปลงความถี่รหัสโทรศัพท์ DTMF ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เลขฐานสอง ขนาด 4 บิท ซึ่งคุณสมบัติ การทำงาน มีดังต่อไปนี้

- เป็นตัวรับ และถอดรหัส ความถี่โทรศัพท์ (DTMF receiver)
- ใช้กระแสไฟน้อย และใช้ไฟเลี้ยง ระดับเดียว กับ TTL
- สามารถตั้งอัตราการขยายภายในตัวไอซี ได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Gurad time) ได้

เป็นไอซีมีคุณภาพสูง

2.2.1 โครงสร้างของ MT 8870

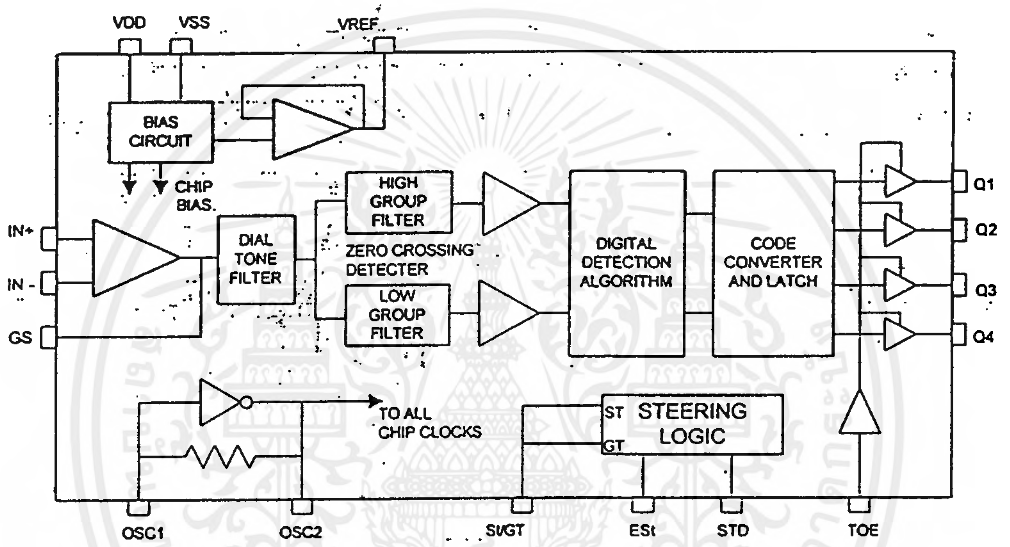
โครงสร้างภายในของ MT 8870 ประกอบไปด้วยวงจร กรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้ เทคโนโลยี ISO – CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ ใช้เทคนิคของ สวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิค การนับทางดิจิตอล เพื่อตรวจจับ และถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสอง ขนาด 4 บิท และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุท เป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราการขยายได้ โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุท เป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ โครงสร้างของ MT 8870 แสดงในรูป 2.4 และรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

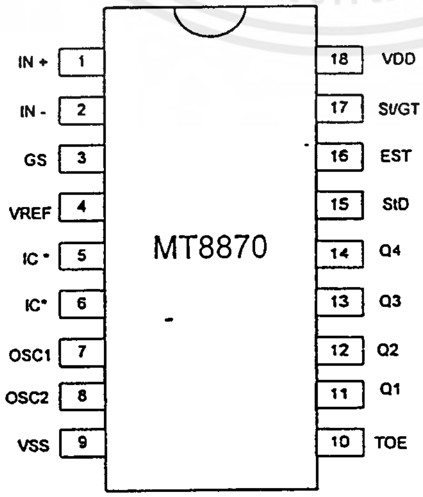
ฟังก์ชันการทำงานภายในของ MT 8870

โครงสร้างภายใน ของ MT 8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. ภาคกรองความถี่ (filter section)
2. ภาคถอดรหัส (decoder section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit)
4. ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator)
5. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential input)



รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างภายใน ของ MT 8870



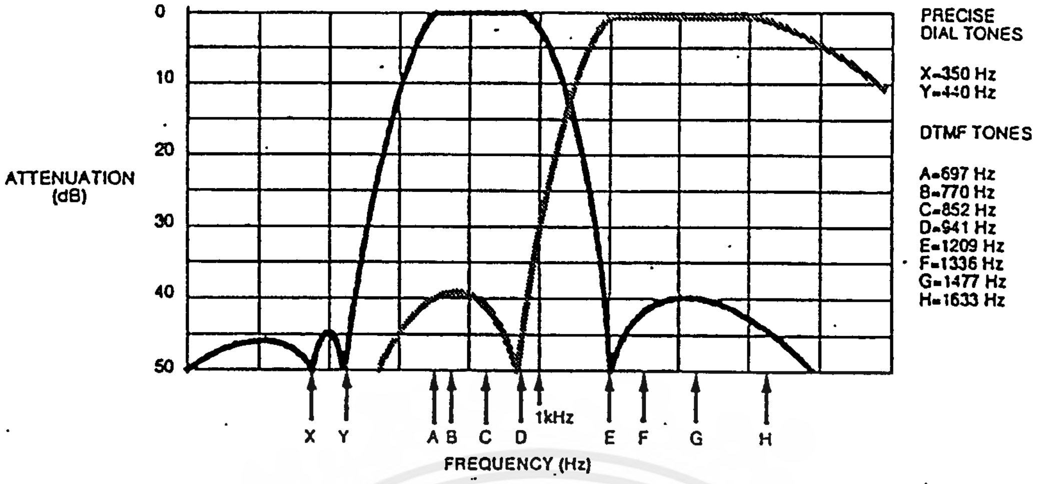
* ต่อกับ VSS

MT8870BE 18 PIN PLASTIC

MT8870BC 18 PIN CERDIP

รูปที่ 2.5 แสดงรายละเอียดขาของ MT 8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงความถี่ที่ได้จากการกรองความถี่

1. ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้ จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่ อันดับ 6 ชนิดสวิตช์คาปาซิเตอร์ (SIX – ORDER SWITCH CAPACITOR BANDPASS FILTER) ซึ่งความถี่ที่แยกได้ มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

2. ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ ที่เข้ามา ว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่น เข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่ นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (Early Steering) ก็จะแอคทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้น แสดง ดังตาราง ที่ 2.5

3. การตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไป ทางเอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ ที่เข้ามาว่า มีระยะเวลา ที่กำหนด หรือไม่ โดยที่สังเกตุจากระยะเวลาการกดปุ่ม สวิตช์ความถี่ เพื่อให้มีช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้ จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้น ไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใด สามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น “High” นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ความถี่ DTMF เข้ามาทำให้แรงดัน V สูงขึ้นจะถึงค่าเทรชโฮลด์ (Treshold) วงจรรหัส จึงจะถอดรหัสออกมาเป็น ตัวเลข ขนาด 4 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

2. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

ส่วนอินพุทของ MT 8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ ที่สามารถปรับอัตราการขยายได้โดยต่อวงจรภายนอก เข้ากับอินพุท

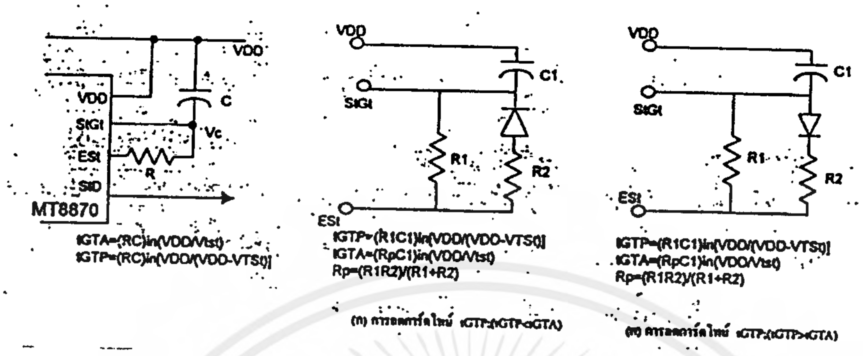
3. ภาคกำเนิดความถี่

ใน MT 8870 จะมีวงจรออสซิลเลเตอร์ อยู่ภายใน เพียงแต่ต่อคริสตอลขนาด 3.579 เมกะเฮิรตซ์ ก็สามารถใช้งานได้ทันที

สำหรับการ์ดไทม์ นั้นหมายถึง คาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากัน หรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่า สัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือเวลาที่เราตั้งไว้ โดย RC ก็คือ การ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่ ที่เข้ามานานเท่ากัน หรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่ ที่เข้ามาสั้นกว่าเวลาที่ตั้งไว้ ก็จะไม่มีการ ถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลา และคำนวณเวลา ดูได้จากรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย และแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ (gard time)

แสดงวิธีการคำนวณ

tGTA = (RC) in (Vdd / Vtst)

tGTP = (RC) in (Vdd / (Vdd – VTSt))

การลดการ์ดไทม์ tGTP; (tGTP < tGTA)

tGTP = (R1C1) in (Vdd/ (Vdd – VTSt))

tGTA = (R1C1) in (Vdd / VTSt)

Rp = (R1R2) / (R1 + R2)

การเพิ่มการ์ดไทม์ tGTA; (tGTP > tGTA)

tGTP = (RpC1) in (Vdd / (Vdd – VTSt))

tGTA = (R1C1) in (Vdd / VTSt)

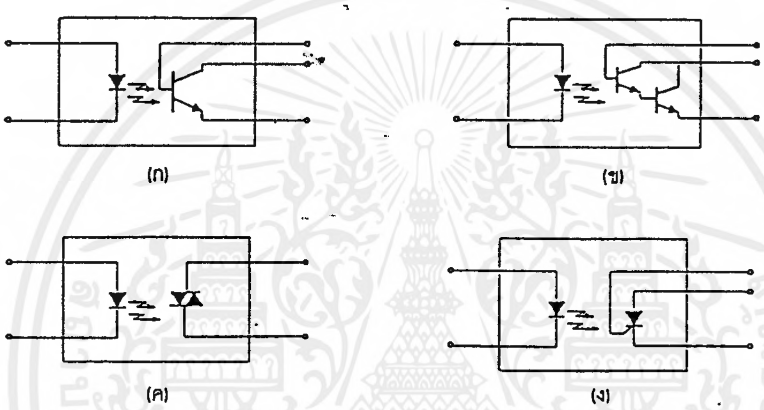
Rp = (R1R2) / (R1 + R2)

2.3 การเชื่อมโยงทางแสง

อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง (optocoupler) หรือตัวแยกโดยใช้แสง เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติในการไอโซเลท ทำให้สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสัญญาณต่าง ๆ ของวงจร ที่มีกราวด์ต่างกัน สามารถป้องกันการรบกวนซึ่งกัน และกัน ระหว่างภาคอินพุท กับเอาท์พุท ได้อย่างเด็ดขาด ซึ่งการคัปปลิ้งด้วยวิธีอื่น ๆ จะทำไม่ได้ จึงได้นำออปโต้คัพเปลอร์ มาประยุกต์ใช้งานในวงจร เพื่อประสิทธิภาพการทำงาน และความน่าเชื่อถือของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออปโต้คัปเปลอร์ เป็นอุปกรณ์เดี่ยว ที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสง และตัวตรวจรับแสง โดยที่ทั้งสองส่วนนี้ จะแยกจากกันและกัน มีฉนวนที่โปร่งใส เช่น กระจกชิ้นบาง ๆ คั่นกลาง และชิ้นส่วนทั้งหมด จะถูกบรรจุในตัวถังทึบแสง รูปร่างภายนอกมีอยู่หลายแบบ แต่ที่พบเห็นบ่อยๆ ส่วนมากจะมีตัวถังเป็นแบบดิพ (DIP : Dual in - Line Package) เหมือนไอซี แต่มี 6 ขา แหล่งกำเนิดแสงส่วนใหญ่ จะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด (IRED : Infared Emitter Diode) ทำจากสารแกลเลี่ยมอาร์เซไนด์ (GaAs) ส่วนตัวตรวจรับ หรืออุปกรณ์ภาคเอาท์พุทนั้น อาจจะเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์ , โฟโต้ดาร์ลิงตัน , สวิตช์สองทิศทาง ซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้น และ SCR ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง เป็นต้น รูปที่ 2.8 แสดงสัญญลักษณ์ ของวงจรชนิดต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ถึงแม้ว่าจะหลายชนิดมากกว่านี้ แต่ที่เห็นแสดงให้เห็นดังรูป เป็นแบบที่พบเห็นกันบ่อย ๆ



รูปที่ 2.8 แสดงสัญญลักษณ์ของออปโต้คัปเปลอร์

(ก) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (ข) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโต้ดาร์ลิงตัน

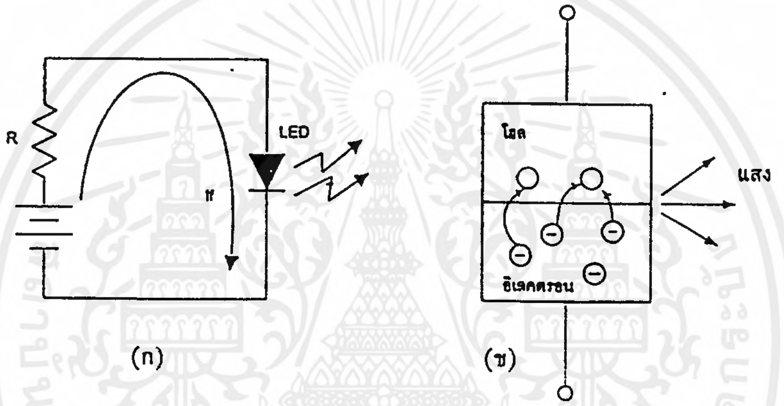
(ค) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโต้ไดแอค (ง) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโต้เอสซีอาร์

ออปโต้คัพเปลอร์ หรือออปโต้ไอโซเลเตอร์ ได้รับการออกแบบไว้ให้ทำการป้องกันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ให้ได้รับแรงดัน กระชากสูงๆ หรือคุ้มครองระดับนอยส์ต่ำๆ ซึ่งเป็นต้นเหตุให้เกิดเอาท์พุทไม่ถูกต้อง หรือทำให้เกิดคลื่นผิดพลาดขึ้นมา ออปโต้คัพเปลอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ที่มีระดับลอจิกแตกต่างกัน ในออปโต้คัพเปลอร์สัญญาณ อินพุทจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานแสง เพราะมี LED ที่อยู่ภายใน พลังงานจึงถูกส่งไปยังโฟโต้ดีเทคเตอร์ ดังนั้นมันจึงทำงานตรงกับพลังงานของแสงที่ได้จาก LED และมีสเปคตามอัตราส่วนการส่งผ่านกระแส (Current - Transfer Ratio : CTR) กับ Isolation Voltage เป็นอัตราส่วนระหว่าง กระแสอินพุท ต่อกระแสเอาท์พุท ซึ่งเป็นการวัดความสามารถของออปโต้คัพเปลอร์ ในเรื่องความสามารถให้สัญญาณอินพุทถูกส่งไปยังเอาท์พุทอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพของ IRED ช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุท และเอาท์พุทรวมทั้งพื้นที่ ความไว และอัตราการขยายของตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจรับ สำหรับ Isolation Voltage ของออปโต้คัพเปลอร์ คือ ปริมาณแรงดันที่ออปโต้คัพเปลอร์สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย

เมื่อมีกระแสไหลผ่าน IRED ของออปโต้คัพเปลอร์ ในลักษณะไบแอสตรง จนมีอิเล็กตรอนส่วนเกิน กระโดดข้าม รอยต่อไปรวมกับโฮล ในขณะเดียวกันก็ได้ปล่อยพลังงานโฟตอน หรือแสงออกมาดังรูป 2.8 แสงที่ได้เป็นแสงอินฟาเรด เพราะสารกึ่งตัวนำ ทำด้วยสารแกลเลี่ยมอาร์เซไนด์ ตัวแปรอินพุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรง เป็นตัวกำหนดตัวแปรทางด้านไฟฟ้าของไดโอทเปล่งแสงอินฟาเรด ได้แก่ กระแสของไดโอทเมื่อได้รับไบแอสตรง (I_F) แรงดันตกคร่อมไดโอทเมื่อได้รับไบแอสตรง (V_F) และแรงดันสูงสุดที่ทนได้ เมื่อได้รับไบแอสกลับ



รูปที่ 2.9 (ก) แสงที่เกิดขึ้นหลังจากมีกระแสไบแอสตรงไหลผ่าน
() อิเลคตรอนส่วนเกินข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลพร้อมกับเปล่งแสงออกมา

เนื่องจาก ตัวแปร เอาท์พุท ทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง และตัวแปรส่งถ่าย (Transfer parameter) นั้นจะแตกต่าง กันโดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วน ที่เป็นตัวตรวจรับที่ใช้ใน ออปโต้คัพเปลอร์ ซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับตัวตรวจรับนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น

2.3.1 ทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ (Transister coupler)

อุปกรณ์ประเภทนี้ ได้รับความนิยมมากที่สุด มีความไวระดับกลางมีราคาถูก ตรงจุดเชื่อมต่อ (จังชั่น) ภายในระหว่าง คอลเลคเตอร์ – เบส ของทรานซิสเตอร์ สามารถเอาสายมาต่อข้างนอกให้ทำหน้าที่ เป็นโฟโต้ไดโอท ซึ่งมีความเร็วในการทำงานสูงยิ่งไปกว่าเดิม

2.3.2 ดาร์ลิงตัน ทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ (Darlington Transister Coupler)

อุปกรณ์ประเภทนี้ ให้อัตราส่วนการส่งกระแส หรือมีเกนการขยายสูง สามารถให้กระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์พุทเพิ่มขึ้น ซึ่งจะได้เกนขยายสูงเป็น 10 เท่า แต่ความเร็วในการทำงานจะช้ากว่า 10 เท่า ของการใช้ ทรานซิสเตอร์ ตัวเดียว

ออปโต้แบบทรานซิสเตอร์ คัพเปลอร์ และแบบดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์ นั้นจะมีหลักการทำงานเหมือนกัน รอยต่อระหว่างขา คอลเลคเตอร์ กับ ขาเบส ถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบรอยต่อจะทำให้เกิดรอยคู่ของอิเล็กตรอน และโฮลขึ้นมา เกิดการนำกระแส ได้ตัวแปรสำหรับออปโต้แบบทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ และแบบดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ ดังนี้

I_c : เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านขาคอลเลคเตอร์ (เอาท์พุท)

$V_{(BR)CBO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุด จากขาคอลเลคเตอร์ ไปยังขาเบส

$V_{(BR)Ceo}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุด จากขาอีมิเตอร์ ไปยังขาคอลเลคเตอร์

$V_{(BR)CBO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุด จากขาอีมิเตอร์ ไปยังขาคอลเลคเตอร์

$CTR_{(n)}$: เป็นอัตราส่วน (เป็นเปอร์เซนต์) ต่ำสุดระหว่าง กระแสเอาท์พุทของคอลเลคเตอร์ สูงสุด ต่อกระแสไดโอท ที่ค่า V_{CB} และ I_F ที่กำหนด

$V_{CE(SAT)}$: เป็นแรงดันอิ่มตัว ระหว่างขาคอลเลคเตอร์ และขาอีมิตเตอร์

2.3.3 ออปโต้คัพเปลอร์ ที่ใช้สวิตช์สองทิศทาง หรือไตรแอค (Triac)

ทำงานเมื่อ มีแสงมากระตุ้น เป็นภาคเอาท์พุท ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานซึ่งต้องการแยก การทริก หรือกระตุ้นตัวไตรแอค การแยกการสวิตช์ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีขนาดกระแสต่ำ และการแยกกันทางไฟฟ้ามีค่าสูง อุปกรณ์ชนิดนี้ มีตัวแปรที่สำคัญ คือ

$I_{T(RMS)}$: เป็นค่ากระแส RMS สูงสุด ขณะอยู่ในสถานะที่ทำงาน (On Stage)

V_{DRM} : เป็นแรงดันซ้ำ ๆ ระหว่าง เอาท์พุท เมื่ออยู่ในสถานะหยุดทำงาน (repetitive off – state out – put terminal voltage)

V_{TM} : เป็นแรงดันยอดสูงสุด (Peak voltage) เมื่ออยู่ในสถานะที่ทำงาน

I_{FT} : เป็นค่ากระแสกระตุ้นไดโอทเปล่งแสงอินฟาเรดสูงสุด ซึ่งต้องการใช้ เพื่อคงสถานะให้เอาท์พุทค้าง (Latch) ไว้

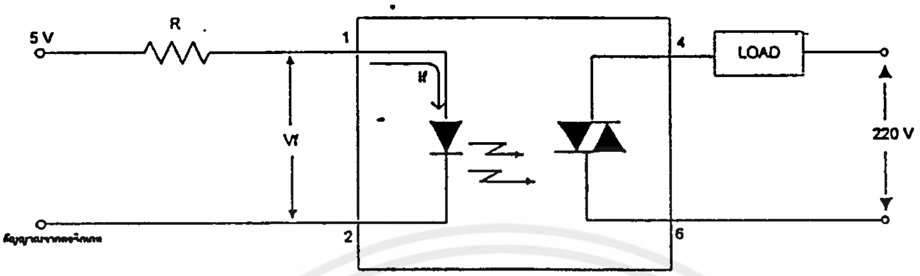
I_H : เป็นค่ากระแสยึด (Holding current) ซึ่งต้องการสำหรับเอาท์พุทเพื่อที่จะคงสถานะค้างเอาไว้ได้

2.3.4 การประยุกต์ใช้งานในการไปใช้ควบคุมโหลด

ในโครงงาน นี้ ได้นำเอาออปโต้ แบบไตรแอคคัพเปลอร์ มาใช้ควบคุมโหลดที่เป็น

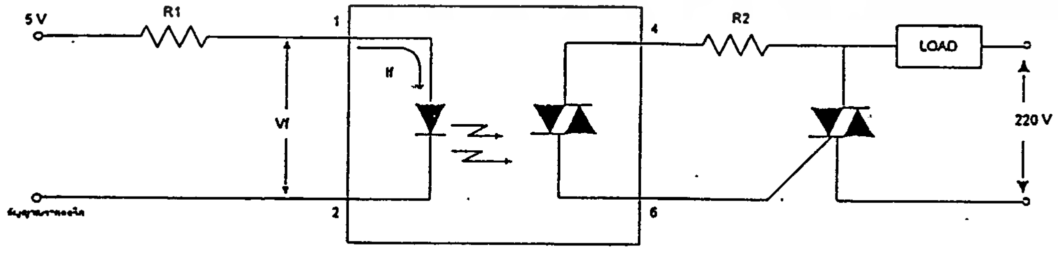
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟสลับ 220 โวลท์ แทนการใช้รีเลย์ และการควบคุมปราศจาก ข้อยุ่งยากเหมือนวงจรที่ออกแบบโดยใช้ รีเลย์ ดังนั้น จึงขอกล่าวถึง เฉพาะการนำเอาออปโต้คัพเปลอร์ แบบไตรแอคคัพเปลอร์ มาประยุกต์ใช้งานเท่านั้น



รูปที่ 2.10 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานของไฟฟ้ากระแสสลับ

จากรูปที่ 2.10 แสดงการใช้ MOC 3020 ในการสวิตช์ เปิด – ปิด กระแสผ่านโหลด ที่ต้องการกำลังงานจากไฟฟ้ากระแสสลับเพียงเล็กน้อย เมื่อเอาท์พุทจากลอจิกเกท มีค่าเป็น ลอจิก “0” กระแสจะไหล ผ่านไดโอทเปล่งแสง อินฟาเรด จะทำให้ไดโอทปล่อยแสงไปกระตุ้นไดแอค ให้นำกระแสไฟฟ้าสลับและเมื่อเอาท์พุทของลอจิกเกทซึ่งป้อนเข้าสู่ออปโต้มีค่าลอจิกเป็น“1”จะทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอทอินฟาเรด จะทำให้ไดแอค หยุดนำกระแส จากรูปที่ 2.10 จะใช้ได้กับโหลดที่ใช้กระแสน้อย ๆ เท่านั้น เพราะไดแอค ขนาดเล็กสามารถทนกระแสได้น้อย ซึ่งน้อยเกินไป ที่จะใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ แต่ก็เหมาะสม ที่จะนำมาสร้างสัญญาณทริกเกอร์ไตรแอค กำลังงานสูงนอก วงจร เพื่อให้ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ต้องการกระแสสูง ๆ ได้



รูปที่ 2.11 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานของไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีค่าสูงๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

การสื่อสารปัจจุบันนี้ ได้เข้ามามีบทบาท เป็นอย่างมาก ในชีวิตประจำวัน เรียกได้ว่า จะต้องมีการติดต่อสื่อสารกันตลอดเวลาก็ว่าได้ จะขอกล่าวพอเป็นความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับเรื่องโทรศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ เท่านั้น ส่วนความรู้เรื่องเครื่องโทรศัพท์ระบบอื่นๆ เช่น เครื่องโทรศัพท์แบบมือถือ จะไม่ขอกล่าวถึง เพราะไม่สามารถนำมาใช้กับโครงงานนี้ได้ โดยโครงงานนี้ จะใช้กับโทรศัพท์แบบพื้นฐานเท่านั้น

เครื่องรับโทรศัพท์ เป็นอุปกรณ์โทรคมนาคม ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารได้สะดวกรวดเร็ว และให้ข่าวสารที่ชัดเจน ฉับไว ค่าใช้จ่ายถูก เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นจำนวนมาก ซึ่งปัจจุบันมีผู้ผลิตเครื่องรับโทรศัพท์ ออกมาจำหน่ายมากมาย หลายยี่ห้อ ทั้งรูปลักษณ์ และราคา ตลอดจนหน้าที่พิเศษ ที่แตกต่างกันออกไป ผู้ใช้สามารถเลือกซื้อใช้ได้ตามความต้องการ และระบบโทรศัพท์ที่เห็นกัน ทั่วๆ ไป มีอยู่ 2 แบบคือ แบบหมุน (rotating type) และแบบสัญญาณความถี่คู่ (dual tone multifrequency type) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบกดปุ่ม ซึ่งโทรศัพท์แบบหมุน เป็นระบบโทรศัพท์ ที่ใช้กันดั้งเดิม แต่แรกเริ่ม ซึ่งในปัจจุบันกำลังจะเลิกใช้แล้ว ยังคงมีใช้งานบ้าง แต่ก็เป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้น และอีกไม่นานก็คงจะเลิกใช้ไป ปัจจุบันระบบกดปุ่ม นิยมใช้กันมาก หน้าที่ของระบบโทรศัพท์ทั้ง 2 ระบบ จะมีลักษณะเหมือนๆ กัน จะต่างกันก็ตรงที่ แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ ที่แตกต่างกัน 2 ความถี่ ส่วนระบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวน พัลส์ หน้าที่หลัก ๆ ของโทรศัพท์ทั้ง 2 แบบ ที่เหมือนกัน สามารถสรุป ได้ดังนี้

- เครื่องโทรศัพท์จะทำให้ชุมสายโทรศัพท์ รับรู้ว่า มีผู้ต้องการใช้โทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นเครื่องโทรศัพท์ จะได้รับสัญญาณหมุน (dial tone) ที่ส่งมาจากชุมสาย
- เพื่อบอกให้ผู้ใช้โทรศัพท์ รู้ว่าพร้อม ที่จะให้ทำการกด หรือหมุนหมายเลขที่จะติดต่อได้ ซึ่งก็คือ เสียงที่ได้ยินเมื่อเวลายกหูโทรศัพท์ เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 440 – 425 เฮิรตซ์ ดังต่อเนื่องกันไปเครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ ส่งรหัสหมายเลข ที่ผู้เรียกต้องการจะติดต่อไปยัง
- ชุมสายโทรศัพท์ ด้วยการกดปุ่มหมายเลข หรือหมุนหมายเลข ที่เราต้องการจะติดต่อเครื่องโทรศัพท์ จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่า หมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณกลับ (ring back) ที่ความถี่ 425 เฮิรตซ์ โดยจะดัง 1 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาที สลับกันไป แต่ถ้าหมายเลขที่ต้องการจะเรียกไม่ว่าง (busy) ก็จะส่งสัญญาณความถี่ 425 เฮิรตซ์ โดยจะดังเป็นช่วง ๆ 0.5 วินาที และหยุด 0.5 วินาทีเครื่องโทรศัพท์ ทางด้านส่งจะเปลี่ยนรูปพลังงานเสียง เป็นสัญญาณไฟฟ้า

และทางด้านรับ จะเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้า เป็นสัญญาณเสียง อีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนสิทธิ์... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- เครื่องโทรศัพท์ จะส่งสัญญาณเรียก (ringer) เมื่อมีผู้เรียกเข้ามายังเครื่อง

โทรศัพท์ การส่งเสียงเรียก จะเป็นสัญญาณกระดิ่ง หรือสัญญาณลักษณะใด ก็ขึ้นอยู่กับ เครื่องโทรศัพท์ นั้นๆ จะออกแบบมา

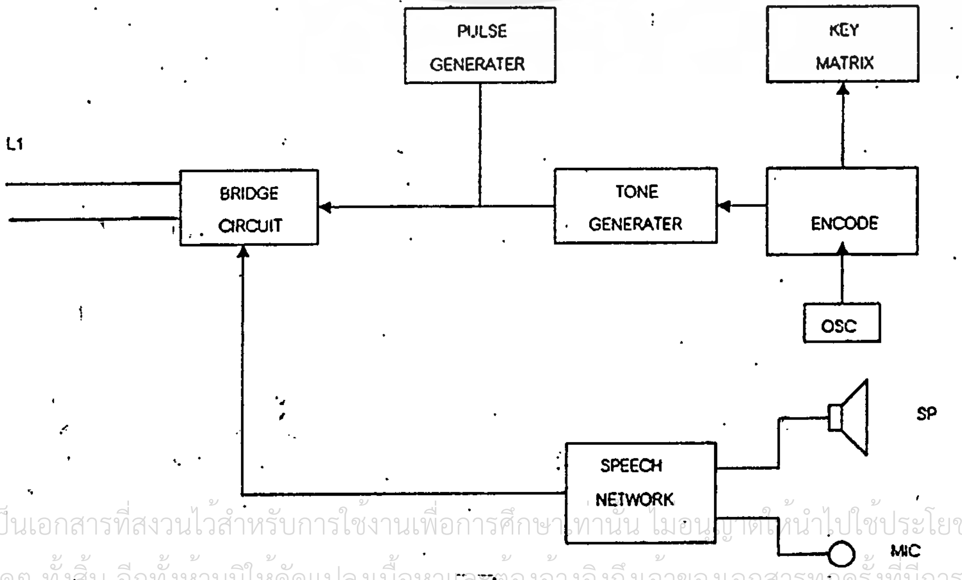
- เครื่องโทรศัพท์ จะส่งสัญญาณไปยังชุมสาย เมื่อเราวางหูโทรศัพท์ เพื่อแจ้งให้

ทราบว่า สิ้นสุดการใช้งานแล้ว และให้ชุมสายเลิกทำการติดต่อ กับอีกฝ่ายหนึ่งได้

2.4.1 การทำงานของเครื่องโทรศัพท์

ในรูปที่ 2.12 เป็นบล็อคไดอะแกรม ของส่วนต่าง ๆ ที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ พอจะอธิบาย ได้ดังนี้

เครื่องรับโทรศัพท์ จะเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ ด้วยสาย L1 และสาย L2 วงจรแรกที่เชื่อมต่อ ระหว่างวงจรในเครื่องรับโทรศัพท์ กับอุปกรณ์ของชุมสาย ก็คือ วงจรกำเนิดเสียงเรียก (bell or ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (ringing signal) เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญ ที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสาย ก็คือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ ฮุกสวิตช์ (hook switch) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดัน จากชุมสาย ผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังฮุกสวิตช์ได้ ดังนั้น ถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากฮุกสวิตช์ ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา วงจรเสียงเรียกนี้ จึงต่อกับชุมสายโทรศัพท์โดยตรง เมื่อเราวางหูโทรศัพท์ลงบนฮุกสวิตช์ เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาจากชุมสาย โทรศัพท์สัญญาณเรียก ก็จะผ่านฮุกสวิตช์ เข้าไปยังวงจรกำเนิดเสียงเรียก ทำให้วงจรเสียงเรียกทำงานส่วนที่ เป็นลำโพง หรือบัสเซอร์ ก็จะดังขึ้น เมื่อเรายกหูโทรศัพท์ ก็จะทำให้ฮุกสวิตช์ตัดวงจรเสียงเรียกออก และฮุกสวิตช์ ก็จะต่อเข้ากับวงจรเสียงพูด (speech network)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 แสดงบล็อคไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์

วงจรกำเนิดเสียงพูด จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงพูด ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อส่งไปยังด้านรับ ฝ่ายตรงข้าม และจะทำหน้าที่ เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่รับเข้ามาจากฝ่ายตรงข้าม ให้เป็นสัญญาณเสียงพูด วงจรในส่วนนี้ ประกอบด้วย วงจรที่จะใช้ควบคุมเสียงพูด ให้ย้อนกลับไปยังหูฟังของผู้พูดให้มีความแรงของสัญญาณพอดี (side tone control) ในเวลาที่เราพูดโทรศัพท์เข้าทางไมโครโฟน ก็จะได้ยินเสียงเราเองออกทางหูฟังด้วย เพื่อให้เราทราบว่า เสียงที่เราพูดนั้น แรงหรือค่อยเท่าใด วงจรในส่วนควบคุมนี้ จะเป็นการควบคุมเสียงพูดของเราเอง ไม่ให้ออกทางหูฟังของเราแรงมากเกินไป เพราะถ้าดังแรงเกินไป จะเกิดการรำคาญ และยังกลบเสียงพูด ของฝ่ายตรงข้ามด้วย และไม่ให้เสียงที่ย้อนกลับมายังหูฟังของเราค่อยเกินไป เพราะถ้าสัญญาณที่ย้อนกลับไปยังหูฟัง ค่อยเกินไป จะทำให้ผู้พูดโทรศัพท์ คิดว่าตัวเองพูดค่อย ก็จะทำให้ผู้พูดตะโกนเสียงดังมากขึ้น ทำให้ผู้รับฝ่ายตรงข้ามได้ยินเสียงดังเกินไป

วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ (pulse generater) ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์ เพื่อส่งเลขหมายที่เรากด ไปให้กับชุมสายโทรศัพท์ ที่เป็นระบบพัลส์

วงจรกำเนิดความถี่ (frequency generation) จะทำหน้าที่กำเนิดความถี่คู่ เพื่อทำหน้าที่ส่งเลขหมายไปให้ชุมสายโทรศัพท์แบบความถี่คู่ หรือที่เรียกว่า DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) เมื่อชุมสายโทรศัพท์ได้รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกปลายทางแล้ว ก็จะดำเนินการจัดหาเส้นทางเชื่อมต่อเครื่องรับโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกปลายทางให้ จากนั้นจะส่งสัญญาณให้ผู้เรียกได้รับรู้ (ring back tone) และส่งสัญญาณเรียก (ringing) ไปให้ผู้เรียกปลายทางต่อไป

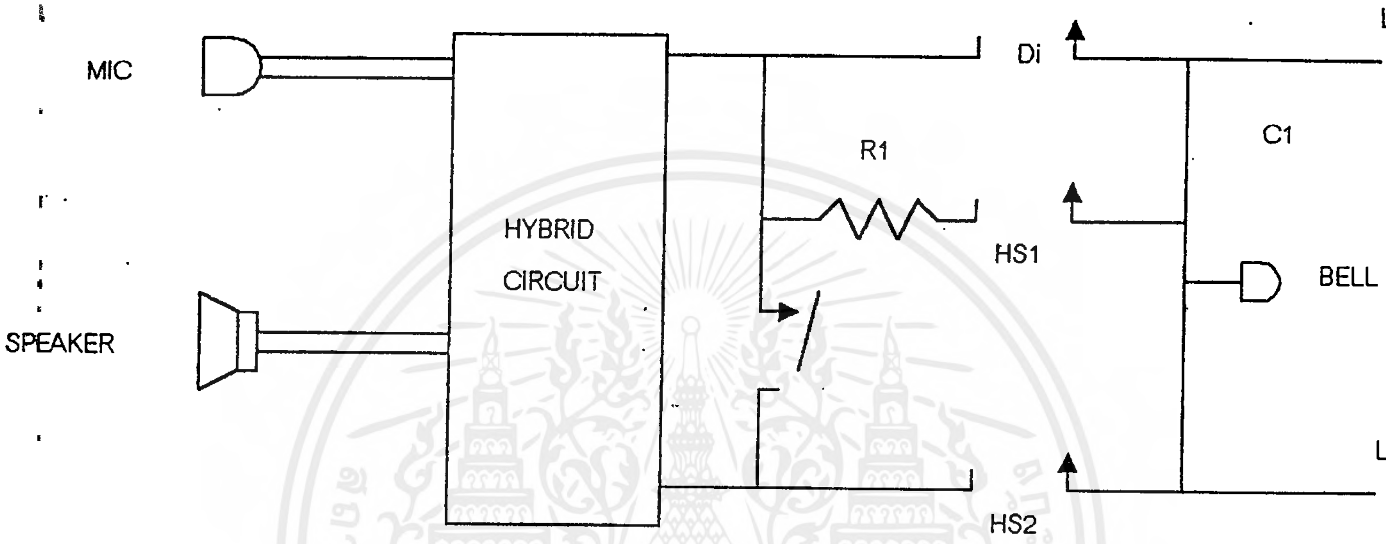
ส่วนวงจรไฮบริดจ์ (Hybridge) จะทำหน้าที่ เป็นตัวเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ เข้ากับวงจรในส่วนอื่นๆ จะทำหน้าที่ เป็นวงจรปรับความสมดุลของ อิมพีแดนซ์ (matching impedance) คือทำหน้าที่ ปรับอิมพีแดนซ์ของเครื่องรับโทรศัพท์ ให้สมดุลย์กับ คู่สายโทรศัพท์ ซึ่งโดยปกติจะมีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น ฮุกสวิตซ์จะปิดวงจร ทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องรับโทรศัพท์ได้ ในขณะเดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้ ก็จะไหลผ่านวงจรเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ ที่ชุมสายด้วย เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในชุมสายโทรศัพท์ พร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องรับโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณหมุน (dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วยมายังชุมสายโทรศัพท์ หลังจากที่ชุมสายโทรศัพท์ ได้รับหมายเลขแรก ที่ถูกส่งมาแล้ว ชุมสายโทรศัพท์ ก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุน ซึ่งกระบวนการช่วงนี้ จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายนั้น สามารถกระทำได้ 2 วิธี วิธีแรก เป็นการส่งสัญญาณพัลส์ ที่แสดงถึงค่าของหมายเลขต่าง ๆ ซึ่งจะใช้กับโทรศัพท์ระบบหมุน และอีกวิธีหนึ่ง ก็คือ การส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่าง ๆ กันโดยค่าของตัวเลข จะถูกแทนด้วยค่าความถี่ ที่มอดูเลทกัน ซึ่งจะใช้กับโทรศัพท์ระบบความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ระบบโทรศัพท์แบบหมุน (rotating type)

ในรูปที่ 2.13 จะเป็นวงจรที่ใช้การส่งหมายเลขโทรศัพท์ ไปยังชุมสายโทรศัพท์ โดยวิธีการหมุนหน้าปัทม์ของเครื่องโทรศัพท์ เพื่อกำเนิดเป็นสัญญาณพัลส์ ส่งออกไป โทรศัพท์ระบบนี้ เป็นระบบที่ใช้กันมาตั้งแต่ดั้งเดิม เมื่อเริ่มมีโทรศัพท์ใช้กัน ปัจจุบันนี้ กำลังจะเลิกใช้แล้ว มีอยู่เพียงบางแห่งเท่านั้น ที่ยังมีใช้กันอยู่

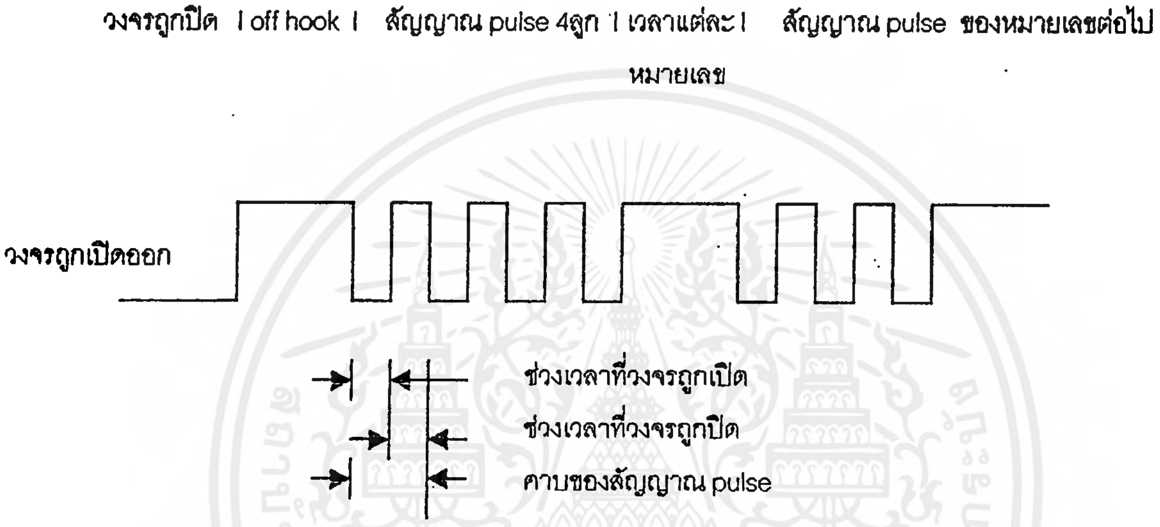


รูปที่ 2.13 แสดงวงจรโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข

จากรูปที่ 2.13 เป็นวงจรอย่างง่ายของเครื่องโทรศัพท์แบบหมุน การทำงานของวงจรในสภาพปกติ เมื่อเราวางหูโทรศัพท์ไว้ ฮุกสวิตช์ (HS1, HS2) จะเปิดวงจรออก ทำให้ไม่มีกระแสไหล ไปยังวงจรในส่วนที่อยู่ถัดไป จะมีก็เพียงวงจรของสัญญาณกระดิ่ง เท่านั้น ที่ต่อเข้ากับสายโทรศัพท์ เมื่อมีสัญญาณเรียก (ringing) มาจากชุมสาย กระแสก็จะไหลผ่านกระดิ่งจะทำให้เสียงกระดิ่งดัง และเมื่อเรายกหูโทรศัพท์ขึ้น หน้าสัมผัสของฮุกสวิตช์ ก็จะต่อวงจร เมื่อเราหมุนเลขหมายโทรศัพท์บนหน้าปัทม์ จะทำให้ สวิตช์ D1 และ D2 ทำงานโดยสวิตช์ D1 จะทำการตัดต่อวงจรเป็นจำนวนครั้งตามจำนวนตัวเลขที่เราหมุน โดยถ้าเราหมุนหมายเลข 1 สวิตช์ D1 ก็จะตัดวงจร 1 ครั้ง ถ้าเราหมุนหมายเลข 2 ก็จะทำการตัดต่อวงจร 2 ครั้ง ถ้าเราหมุนเลข 000 จะตัดต่อวงจร 10 ครั้ง การตัดต่อวงจรของสวิตช์ D1 นี้ ก็จะเป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ ให้กับชุมสายนั่นเอง ส่วนสวิตช์ D2 โดยปกติจะเปิดวงจรอยู่ มันจะทำการต่อวงจร ก็ต่อเมื่อ มีการหมุนหน้าปัทม์ สวิตช์ D2 จะทำการต่อวงจรเพื่อป้องกันสัญญาณพัลส์ ที่เกิดจากการหมุนหมายเลข ไม่ให้สัญญาณพัลส์ เข้าไปรบกวนที่หูฟัง C1 จะทำหน้าที่ป้องกันไฟดีซี ไม่ให้ไหลเข้าสู่วงจรกระดิ่ง และยังเป็นตัวป้องกัน การสปาร์ค (Spark) ของหน้าคอนแทค D1 โดยจะต่ออนุกรมกับ R1 เมื่อเรายกหูโทรศัพท์ขึ้น

ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 จะแสดงถึงลักษณะของรูปสัญญาณ เมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ จากรูปนี้จะเห็นว่า ในตอนแรกโทรศัพท์ อยู่ในสภาวะออนฮุก (on – hook) คือ หูโทรศัพท์จะถูกวางอยู่บนที่วางหูโทรศัพท์ตามปกติ – ไม่มีกระแสจากชุมสายเข้าสู่โทรศัพท์ เพราะขณะนี้ วงจรถูกเปิดออกโดยฮุกสวิตช์ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น โทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะออฟฮุก (off – hook) ฮุกสวิตช์ จะถูกปิดวงจรลงทำให้ มีกระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลขโดยในรูปจะเป็นการหมุนหมายเลข 4 ก็จะทำให้วงจรถูกเปิดออกด้วยสวิตช์ S3 เป็นจำนวน 4 ครั้ง ก็จะได้รูปสัญญาณออกมาดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงไดอะแกรมของคาบเวลา ที่เกิดจากการหมุนหมายเลข “4”

ในระบบโทรศัพท์แบบ ที่ส่งสัญญาณด้วยจำนวนพัลส์ นี้ จะถูกกำหนดให้สามารถส่งสัญญาณในอัตรา 10 พัลส์ต่อวินาที หรือ 10 pps (pulse pe second) และเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันในการพิจารณาสัญญาณที่เกิดขึ้น จึงควรที่จะทราบความหมายของคำต่อไปนี้

คาบของสัญญาณพัลส์ (pulse period) = ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิด (break duration) + ช่วงเวลาที่วงจรถูกปิด (make duration) คาบของสัญญาณพัลส์ จะถูกออกแบบให้มีค่าอย่างต่ำ เท่ากับ 100 mSec

1 อัตราการส่งสัญญาณพัลส์ (pulse rate) = จำนวนพัลส์ที่ถูกส่งออกไปใน 1 Sec = 1000/ คาบเวลาของสัญญาณพัลส์ (เป็น mSec)

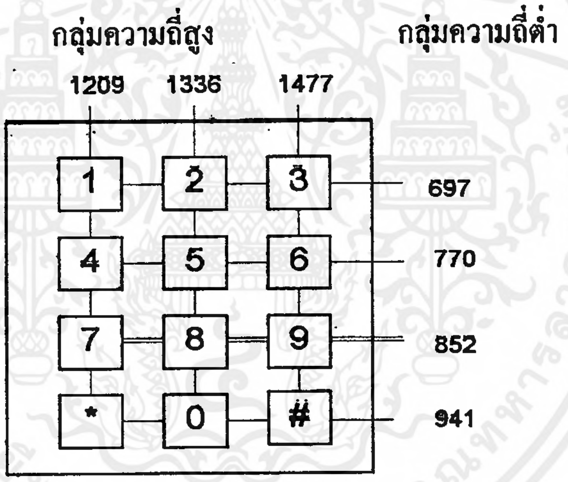
เปอร์เซ็นต์การเปิดวงจร (percent break) = 100 x ช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณ (interdigit interval) ถูกกำหนดให้มีค่าอย่างต่ำ 700 mSec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในสหรัฐอเมริกา จะกำหนดค่ามาตรฐานของสัญญาณไว้แน่นอน เช่น ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิดจะต้องไม่ต่ำกว่า 60 nSec หรืออัตราการเปิดวงจรเท่ากับ 60 % สำหรับประเทศอื่น ๆ มักจะใช้ที่อัตรา 67 % เป็นส่วนใหญ่

2.4.3 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ (dual tone multifrequency type)

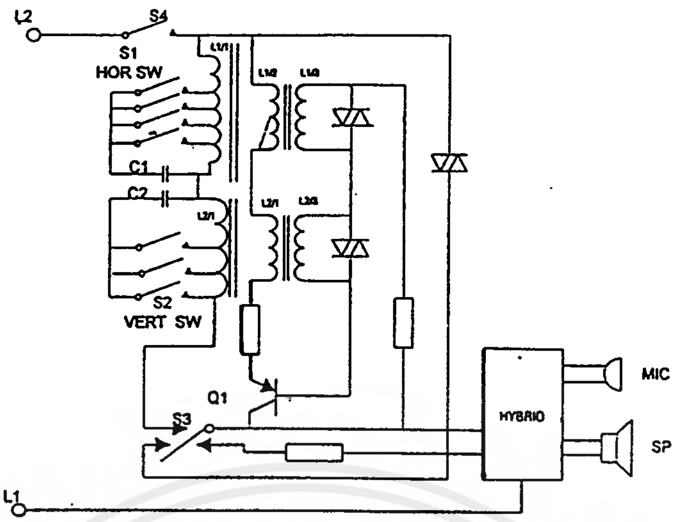
เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ที่นิยมการใช้กันมากในปัจจุบัน ซึ่งจะพบได้มากกว่าในระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลส์ ระบบนี้ หรือชื่อย่อว่า DTMF วิธีการส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วยไปให้กับชุมสายโทรศัพท์ โดยการส่งสัญญาณไปด้วยความถี่ 2 ความถี่มอดูเลทกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ ของเสียงพูด (0 – 4 Khz) ซึ่งค่าความถี่ ที่ต่ำกว่า จะเป็นความถี่ ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่ง ก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่าง ๆ จะแสดงไว้ในรูปที่ 2.15 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz มอดูเลทกัน ส่งออกไป



รูปที่ 2.15 แสดงแป้นกดหมายเลข และค่าความถี่ต่าง ๆ

สำหรับวงจรออสซิลเลเตอร์ ที่สร้างความถี่เหล่านี้ขึ้นมา คือวงจรในรูปที่ 2.16 ซึ่งเป็นวงจรที่ยังคงใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาต่อรวมกันเป็นวงจรอยู่ ซึ่งปัจจุบันจะมีการใช้อุปกรณ์ที่ถูกผลิตในรูปไอซีสำเร็จรูป มาใช้งานมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

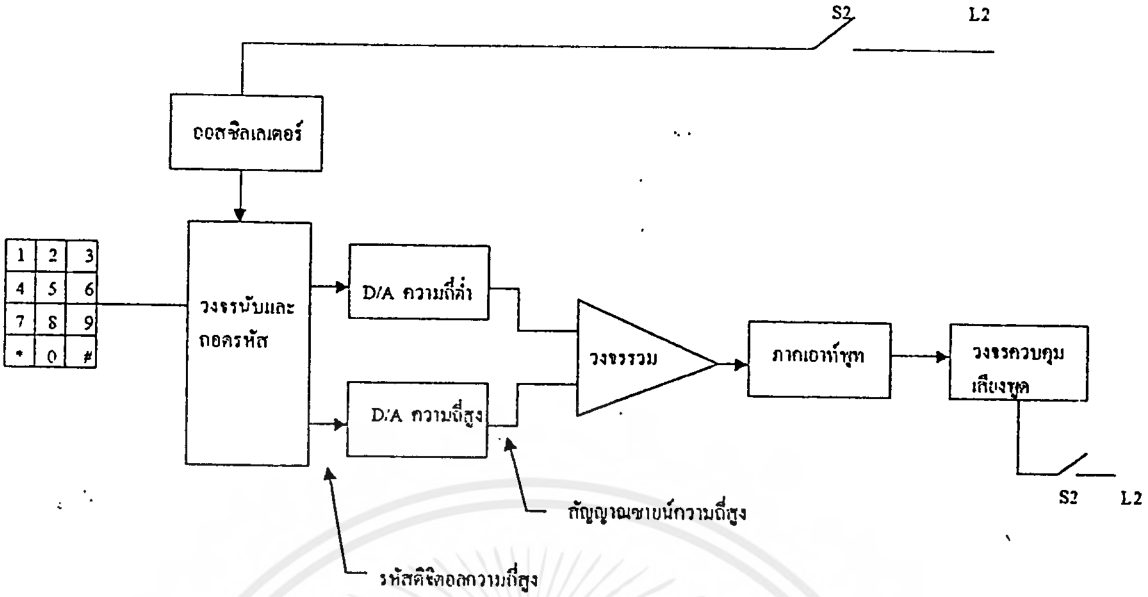


รูปที่ 2.16 แสดงวงจรพื้นฐานของโทรศัพท์ระบบ DTMF

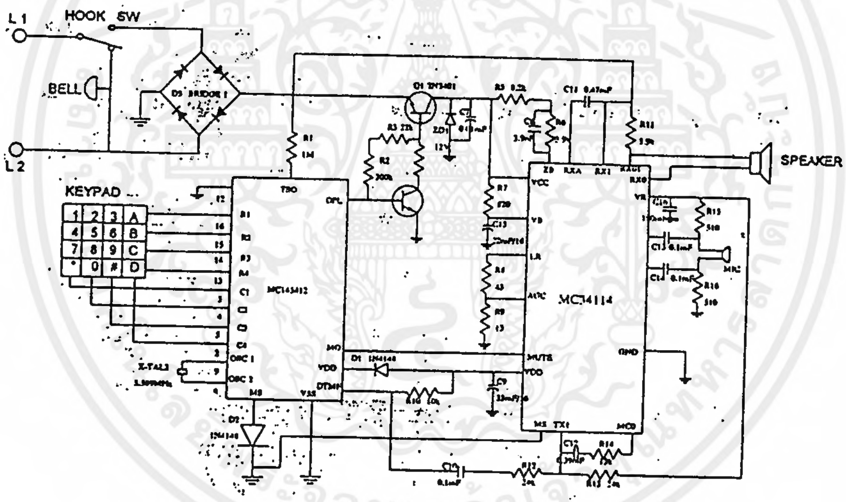
การทำงานของวงจรนี้จะเริ่มจากสวิตช์ S1 (สวิตช์ในแนวนอน) S2 (สวิตช์ในแนวตั้ง) และ S3 จะถูกเปิดวงจรอยู่ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น กระแสจากชุมสายโทรศัพท์จะผ่าน RV1 , L1a และ L2a ทรานซิสเตอร์ จะไม่นำกระแส เมื่อมีการกดหมายเลขสวิตช์ S1 , S2 จะถูกปิดลงตามตำแหน่งของหมายเลขที่ถูกกด C1 , C2 จะถูกต่อเข้ากับ L1a , L2a ตามลำดับ เกิดเป็นวงจร**ออสซิลเลเตอร์ ขึ้น** โดย L1a และ C1 จะเป็นออสซิลเลเตอร์ที่ผลิตความถี่ ที่ต่ำกว่าความถี่ที่เกิดจาก L2a และ C2 และขณะที่ S3 จะถูกปิดลงเช่นกัน ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่มอดูเลทสัญญาณจากออสซิลเลเตอร์ ทั้ง 2 เข้าด้วยกัน และส่งไปยังชุมสาย ในขณะที่ทำการกดหมายเลขอยู่นั้น ส่วนของหูฟัง และไมโครโฟน ก็จะถูกต่อขนานกัน จึงทำให้ได้ยินสัญญาณที่เกิดขึ้น จากวงจรออสซิลเลเตอร์ด้วย สำหรับทางชุมสาย ก็จะมีวงจรตรวจจับเอา สัญญาณไปประมวลผลต่อไป และยังต้องมีวงจรกรองความถี่ป้องกันไม่ให้มีความถี่แปลกปลอมอื่นๆ เข้าไปในชุมสายโทรศัพท์ด้วย

จากรูปที่ 2.17 แสดงบล็อคไดอะแกรมของโทรศัพท์ระบบความถี่คู่ ที่ใช้ไอซี และในรูปที่ 2.18 แสดงวงจรใช้งานจริงของโทรศัพท์ระบบความถี่คู่ จะเห็นว่าจะใช้ไอซีสำเร็จรูปมาใช้ผลิตสัญญาณความถี่คู่ จะทำให้การทำงานของวงจรมีประสิทธิภาพมากขึ้น การกดปุ่มเพื่อส่งสัญญาณเลขหมายไปที่ชุมสายโทรศัพท์ จะมีความแน่นอนไม่ผิดพลาดง่าย และยังทำให้ความสะดวกสบายในการใช้งานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดงบล็อคไดอะแกรมของโทรศัพท์ระบบความถี่คู่ที่ใช้ไอซี



รูปที่ 2.18 แสดงวงจรโทรศัพท์ระบบความถี่คู่ที่ใช้ไอซีสำเร็จรูป

2.4.4 ข้อเปรียบเทียบระหว่างโทรศัพท์ ระบบ PULSE กับระบบ DTMF

เปรียบเทียบระหว่างระบบโทรศัพท์ทั้ง 2 ระบบ ในการส่งสัญญาณแบบ พัลส์ 1 ลูก ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 100 mSec (60 mSec สำหรับช่วงการเปิดวงจร และ 40 mSec สำหรับช่วงการปิดวงจร) และมีช่วงเวลาที่แยกสัญญาณแต่ละกลุ่มออกอีกอย่างน้อย 700 mSec และยิ่งถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยมีค่ามาก และยาวมากขึ้นเท่าใด ย่อมต้องทำให้เสียเวลาในการส่งสัญญาณมากขึ้น ตัวอย่างเช่น หมายเลข 555-5555 ใช้เวลาในการส่งสัญญาณพัลส์ = 5 (พัลส์ / mSec) x 7 (หมายเลข) = 3.5 mSec และระยะเวลาของช่องว่างระหว่างกลุ่มสัญญาณ = 700 (mSec) x 6 = 4.2 Sec จะใช้เวลาในการส่งทั้งหมด = 3.4 +4.2 = 7.7 Sec แต่ถ้าใช้เป็นโทรศัพท์ที่ใช้การส่งระบบ DTMF จะใช้เวลาเท่ากับ 7 x 100 mSec = 7.7 Sec เท่านั้น ดังนั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าระบบ DTMF จะใช้เวลาเท่ากับ 7 x 100 mSec = 7.7 Sec เท่านั้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระบบ DTMF สามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายโทรศัพท์ได้มากกว่าระบบที่ใช้การส่งสัญญาณพัลส์ ซึ่งเป็นผลให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถใช้อุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตามไปด้วย

ข้อดีสำหรับการส่งสัญญาณแบบ DTMF

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้วงจรที่ใช้อุปกรณ์โซลิสเตทได้ ทำให้เกิดความประหยัด และสะดวก
- ลดอุปกรณ์ จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสายโทรศัพท์
- สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ ภายในชุมสายโทรศัพท์ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ
- การส่งเลขหมาย ให้กับชุมสายโทรศัพท์ไม่เกิดความผิดพลาด เพราะใช้สองความถี่ ในการส่งทำให้ไม่ผิดพลาดในการกดเลขหมาย

2.4.5 สัญญาณพื้นฐาน

เป็นสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่าง เครื่องรับโทรศัพท์ กับชุมสายโทรศัพท์

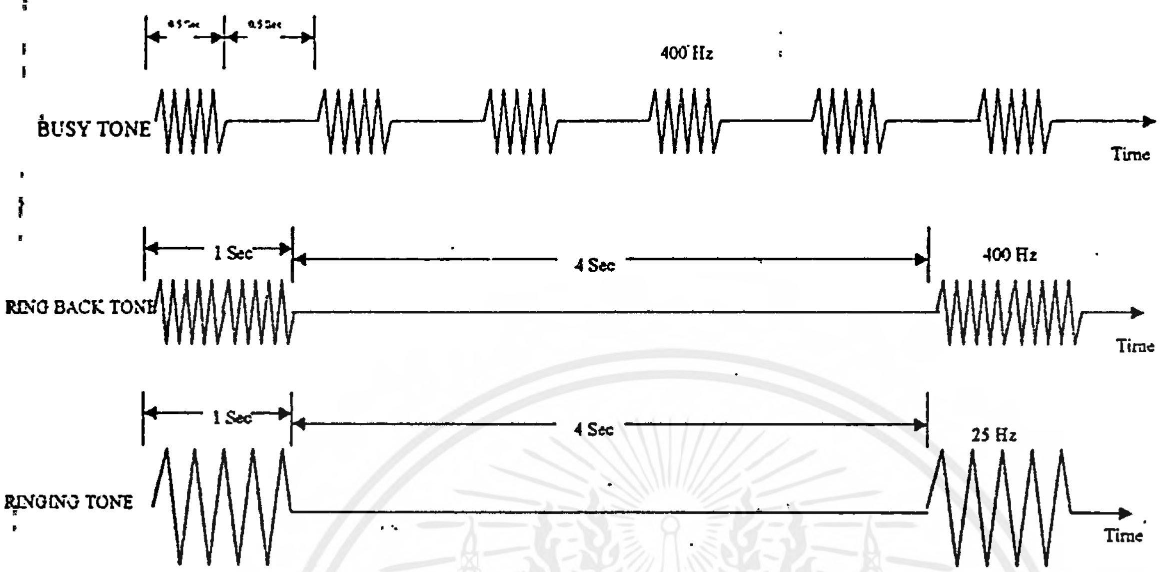
1. <u>สัญญาณให้หมุน (dial tone)</u> ใช้เพื่อแสดงให้สมาชิกผู้เรียก ให้หมุนหมายเลขผู้รับมาได้ เป็นสัญญาณเสียงต่อเนื่อง 400 เฮิร์ตซ์

2. <u>สัญญาณไม่ว่าง (busy tone)</u> ใช้เพื่อเตือนสมาชิกผู้เรียกว่า ผู้รับไม่ว่างควรวางหูก่อนระยะหนึ่ง แล้วค่อยต่อใหม่ เป็นสัญญาณ 400 เฮิร์ตซ์ 60 ครั้งต่อนาที ดัง 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที

3. <u>สัญญาณกริ่งเรียก (ringing tone)</u> ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอน ตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จด้วยกริ่งเรียก ผู้รับมาตอบการเรียก เป็นสัญญาณ 16 เฮิร์ตซ์ รวมกับ 400 เฮิร์ตซ์ แบบ AM ส่ง 0.67 – 1.5 วินาที เงียบ 2 – 4 วินาที

4. <u>สัญญาณเรียกกลับ (ring back tone)</u> ใช้เพื่อการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ ดำเนินการต่อสำเร็จแจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าการเรียกสำเร็จ เป็นสัญญาณ 16 เฮิร์ตซ์ รวมกับ 600 เฮิร์ตซ์ แบบ AM ช่วงเวลาส่ง และเงียบเช่นเดียวกับสัญญาณกริ่งเรียก

เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 แสดงสัญญาณพื้นฐานของโทรศัพท์

2.4.6 สัญญาณในการติดต่อกัน ระหว่างผู้เรียก และผู้รับโทรศัพท์

เป็นสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกัน ระหว่าง ผู้เรียก และผู้รับโทรศัพท์ ลักษณะสัญญาณดังกล่าว แสดงไว้ในรูปที่ 2.20

ด้านผู้เรียก

1. ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์

2. เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ ศักดาจะลดลงเหลือ 8 โวลท์ พร้อมทั้งมีสัญญาณหมุน ซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับขนาด 250 มิลลิโวลท์ ความถี่ 400 เฮิร์ตซ์ รวมกับความถี่ ประมาณ 50 เฮิร์ตซ์ ซึ่งเมื่อกดรหัสสัญญาณความถี่แล้ว สัญญาณให้หมุนนี้ จะหายไป

3. กดรหัส (Code)เบอร์โทรศัพท์ทั้งหมด 7หลัก รหัสความถี่ที่ส่งเป็นสัญญาผสมสองความถี่ เป็นความถี่สูง และความถี่ต่ำ ผสมกัน แต่ละหมายเลขจะมี DTMF อยู่หนึ่งคู่

4. ขณะที่รอการรับสาย จะมีสัญญาณตอบกลับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่า สายว่าหรือไม่ ซึ่งก็คือ สัญญาณเรียกกลับ หรือสัญญาณสายไม่ว่างตามลำดับ

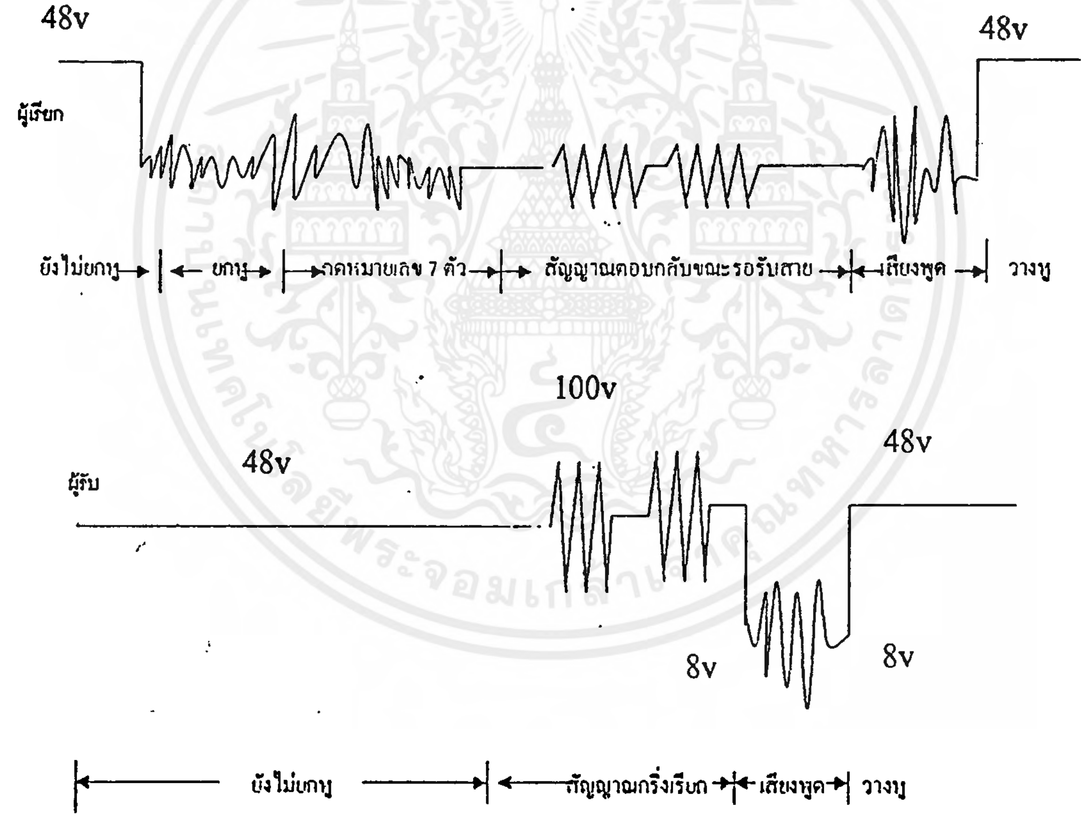
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณจะอยู่ที่ 8 โวลท์ โดยมีการกระเพื่อมตามลักษณะความถี่เสียง ความดังของเสียงพูดตามสาย

5. เมื่อวางหูโทรศัพท์เลิกการติดต่อ ขนาดศักดา จะกลับไปที่ 48 โวลท์ ดังเดิม

ด้านผู้รับ

1. ขณะที่วางหูอยู่จะมีศักดากระแสตรงคร่อมสายอยู่ 48 โวลท์
2. เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียก จะมีขนาดประมาณ 100 โวลท์ จังหวะ 1 วินาที หยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับ ที่เครื่องส่ง
3. จากนั้น เมื่อผู้รับ ยกหูโทรศัพท์ ขนาดศักดากระแสตรงจะเหลือ 8 โวลท์ และมีการกระเพื่อม ตามขนาด และความถี่ของเสียงพูด
4. เมื่อวางหูโทรศัพท์ ขนาดศักดาไฟฟ้าจะกลับไปที่ 48 โวลท์ ตามเดิม



รูปที่ 2.20 แสดงสัญญาณระหว่างผู้เรียก และผู้รับโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณ และการสร้าง

3.1 วงจร และการทำงาน

การทำงาน และรายละเอียดของวงจรที่สมบูรณ์ของเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ แสดงไว้ในรูปที่ 1 จากวงจรสมบูรณ์ จะสังเกตุได้ว่า มีส่วนประกอบที่พอจะแยกรายละเอียดออกได้ เป็น 3 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นส่วนตรวจจับ สัญญาณกระดิ่ง , สัญญาณโทนและจัดลำดับการสั่งการด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ , ส่วนที่สองเป็นส่วนแสดงผลการทำงานในแต่ละแชนเนลเอาต์พุต และส่วนที่สามส่วนสุดท้าย คือ ส่วนเอาต์พุตควบคุมสวิตช์การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าและภาคจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงวงจร จุดประสงค์หลักของเครื่องควบคุมนี้ จะเป็นการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อ กับแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ เท่านั้น แต่ก็ไม่ได้จำกัดไว้เพียงเท่านี้ แต่สามารถดัดแปลงตรงส่วนหน้าสัมผัสของ รีเลย์ โดยตัดแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ ออกไป ก็จะได้หน้าสัมผัสรีเลย์ ที่พร้อมจะต่อออกไปควบคุมอุปกรณ์ อย่างอื่น ที่ไม่ได้ใช้กับไฟสลับ 220 โวลต์ได้

อุปกรณ์ที่เป็นหัวใจหลักของวงจรสมบูรณ์ตามรูปที่ 1 ก็เห็นจะเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล Z80 นั่นคือ 8031 ซึ่งทำให้วงจรนี้มีความคล้ายคลึง กับการควบคุมในส่วนหนึ่งของคอมพิวเตอร์ เลยทีเดียว ซึ่งจะเป็นตัวจัดลำดับการทำงาน และการสั่งการทำงานทั้งหมด รวมกับการอินเตอร์เฟส กับคู่สายโทรศัพท์ด้วย นอกจากนั้นก็ยังมีอุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่ผ่านมาทางคู่สายโทรศัพท์ในวงจรนี้ ใช้ไอซี เบอร์ MV8870 โดยจะทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ออกมาเป็น BCD โค๊ดเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ และที่มีส่วนอีกอย่างมากในการทำงาน คือ โปรแกรมสำเร็จรูป ที่บรรจุอยู่ใน อีพรอม ที่จะทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนที่ทำการอินเตอร์เฟส กับคู่สายโทรศัพท์โดยตรงมีอยู่สองส่วน คือ ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง และส่วนรับ และส่วนส่งสัญญาณโทนออกไปยังคู่สายโทรศัพท์

ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง เพื่อเปิดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย ชุดบริดจ์เร็กติไฟร์เออร์ D5-D7 ที่ต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ มีตัวต้านทาน R7 และ C2 เป็นตัวคัปปลิ้งสัญญาณกระดิ่ง และจำกัดขนาดของกระแส และแรงดันของสัญญาณกระดิ่ง โดยจะต่ออยู่ที่ K1 ที่จุด “A” และ “B” แรงดันของสัญญาณกระดิ่งจะถูกเร็กติไฟร์ให้เป็นแรงดันไฟตรง ตกคร่อม C8 และ R8 ทำหน้าที่คายประจุให้กับ C3 เพื่อให้เป็นพัลส์ไฟตรงมากยิ่งขึ้น พร้อมกับจำกัดแรงดันพัลส์ไว้ที่ 15 โวลต์ ด้วยซีเนอร์ไดโอด ZD3 แรงดันพัลส์ไฟตรงที่คร่อม ZD3 นี้ จะถูกจ่ายไบแอสให้กับ LED ภายในออปโต้ IC7 โดยมีตัวต้านทาน R9 จำกัดกระแสให้กับ LED ในออปโต้เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่คู่สายโทรศัพท์ K1 จะทำให้ที่ขาคอลเล็กเตอร์ของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ในออปโต้ IC7 ต่อกับกราวด์เนื่องจากได้รับไบแอสตรง ทำให้แรงดันตกเป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในจังหวะนี้เอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ IC1 ก็จะทำหน้าที่ตรวจสอบหรือเป็นการถามว่า จะทำหน้าที่อะไรต่อไปหลังจากสัญญาณกระดิ่งเข้ามาแล้ว ซึ่งพัลส์จากขาคอลเล็กเตอร์ของออปโต้ IC7 ก็จะต่อเข้า กับขาอินพุตพอร์ต P1.7 (ขา8) เพื่อทำการนับจำนวนพัลส์ที่เข้ามาไม่ให้เกินกว่า ที่ถูกกำหนดไว้ และเป็นการเปิดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อรับคำสั่งต่อไป พัลส์ลบที่ได้จากออปโต้นี้ยังถูกใช้เป็น ตัวกระตุ้นการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (MMV) IC6 ผ่านทางอินเวอร์เตอร์ IC5/1 เข้ามากระตุ้นที่ขา 8,12 ของ IC6 ตามลักษณะของสัญญาณกระดิ่ง เอาต์พุตที่ขา 10 ของ IC6 ก็จะถูกส่งต่อไปเข้าที่ขา INT0 (ขา 12) ของ IC1 เพื่อทำการหน่วงเวลาไว้ 10 วินาที แล้วหลังจากนั้น ก็จะตัดให้การยกหูโทรศัพท์พร้อมกับ การส่งรหัสตอบกลับออกไป สัญญาณกระดิ่ง ที่เข้ามายังชุดตรวจจับ และสัญญาณโทนที่เข้ามาทางคู่สายโทรศัพท์ จะมี LED1 เป็นตัวแสดงสภาวะการทำงานทุกครั้ง ที่มีการกดที่คีย์โทรศัพท์

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการนับจำนวนพัลส์ ที่เข้ามาในลักษณะของสัญญาณกระดิ่ง ได้ครบตามที่โปรแกรมไว้ในช่วงเวลา 10 วินาที ก็จะทำให้มีระดับลอจิก “1” ออกมาทางขา P1.6 (ขา 7) ไบแอสให้กับขาเบสของ Q2 ผ่าน R6 ทำให้รีเลย์ RY1 ทำงาน ในขณะนี้จะเป็นการยกหูโทรศัพท์ด้วยเครื่องควบคุมนี้ ทำให้ขดไพรมารีของหม้อแปลงแมตชิ่ง T1 ต่อกับคู่สายโทรศัพท์คอนเน็กเตอร์ K1 ผ่านหน้าสัมผัส รีเลย์ RY1 โดยมีตัวต้านทาน R4 , R5 ต่ออนุกรมอยู่ เพื่อป้องกันการไหลของกระแสที่สูงมาก ขณะเริ่มทำงานของรีเลย์ทางด้านขดเซคคันดารี ของ T1 จะต่อกับแรงดันไฟบวก 5 โวลต์ ผ่าน R1 และ R2 จำกัดกระแสมี ZD1 และ ZD2 รักษาระดับแรงดันไว้ในช่วงที่ปลอดภัย หม้อแปลงนี้ จะทำหน้าที่คัปปลิ้งสัญญาณพัลส์ตอบกลับเข้าไปยังคู่สายโทรศัพท์ เมื่อ RY1 ทำงานเอาต์พุต T0 (ขา 14) ก็จะกำเนิดพัลส์สามเหลี่ยมออกมาผ่าน R3 และ Q3 เพื่อทำการสวิตช์ ทำให้แรงดันที่ขดเซคคันดารี เกิดการเปลี่ยนแปลงตามพัลส์สามเหลี่ยมทำให้เกิดสัญญาณเสียงโทนผ่าน T1 และชุดตัวต้านทานคัปปลิ้ง R4 , R5 และ C1 ออกไปยังคู่สายโทรศัพท์ ทำให้ทราบว่าขณะนี้เสร็จสิ้นขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งแล้ว และให้สั่งงานต่อไป สัญญาณตอบกลับนี้ เราจะได้ยินทางหูฟังโทรศัพท์เป็นจำนวน สองครั้งสั้น ๆ เมื่อรีเลย์ RY1 ทำงาน หลังจากเสียงสัญญาณตอบกลับสิ้นสุดลงให้สั่งการในขั้นตอนต่อไปภายใน 10 วินาที

หลังจากที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ IC1 ได้รับสัญญาณกระดิ่ง และการกระตุ้นจากวงจรตั้งเวลาโมโนสเตเบิ้ลครบตามจำนวน พัลส์ กำหนดไว้แล้วให้รีเลย์ RY1 ทำงาน ในจังหวะนี้คู่สายโทรศัพท์จะต่อเข้ากับชุดถอดรหัส DTMF IC8 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณโทนออกมาเป็นรหัส BCD โดยมีตัวเก็บประจุคัปปลิ้งสัญญาณมา เข้าขาอินพุตร่วมกับตัวต้านทาน เน็ตเวอร์ก เหล่านี้ประกอบด้วย C19 , C20 C31 – R35 นอกจากนั้นโดยพื้นฐานของ IC8 เบอร์ MV8870 นี้ออกแบบมา โดยมีอุปกรณ์ต่อร่วมน้อยมากก็สามารถทำงานได้แล้ว มีคริสตอล X-TAL1 เป็นตัวกำเนิดฐานเวลา ให้กับไอซี และ R33 กับ R34 กำหนดความแตกต่างของสัญญาณทางอินพุต การถอดรหัสออกมาทางเอาต์พุต จะเป็น รหัส BCD ออกมาทางเอาต์พุต Q1-Q4 (ขา 11 – ขา 14) ซึ่งลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของลอจิกทางเอาต์พุตที่ความถี่สัญญาณโทนอินพุตต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 1 เอาต์พุตเหล่านี้ จะส่งผ่านเข้าสู่พอร์ตอินเตอร์เฟส กับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขา 1-4 (P1.0-P1.3)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ IC1 หากมีการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสจากภายนอก ขาควบคุมแอดเดรสภายนอก (ขา 31 $\overline{EA/VP}$) จะต้องต่อลงกราวด์ไว้ตลอด ไม่เช่นนั้นแล้ว จะไม่สามารถทำงานได้ รวมทั้งต้องต่อกับ อีพรอมภายนอกขนาดความจุ 8 กิโลไบต์ ในที่นี้ใช้เบอร์ 27C64 (IC4) แอดเดรส และสัญญาณข้อมูลจะมีการมัลติเพล็กซ์ ที่พอร์ต P0 (ขา 39) ของ IC1 ต่อร่วมกับวงจรแลตช์ข้อมูลขนาด 8 บิต IC2 และ IC3 เบอร์ 74HC573 ภายในอีพรอมจะบรรจุโปรแกรมใช้งานอยู่สองพารามิเตอร์ คือ โปรแกรมกำหนดหมายเลขของสัญญาณโทน และสัญญาณกระดิ่ง และโปรแกรมกำหนดรหัสผ่านเข้าสู่การทำงานหลัก ซึ่งการอินเตอร์เฟสระหว่าง อีพรอม กับไมโครคอนโทรลเลอร์ จะผ่านวงจรแลตช์ ข้อมูล IC2 จะทำงานในลักษณะให้เอาต์พุต ออกมาสามสเตต เพื่อการควบคุมทางเอาต์พุตทั้ง 8 บิต เอาต์พุต 7 เอาต์พุต จากเอาต์พุตทั้งหมด 8 เอาต์พุตบิต (ขา 13 – ขา 19) จะใช้ควบคุมรีเลย์เอาต์พุต RY2 – RY8 และขับชุด LED แสดงภาวะการทำงานในแต่ละเอาต์พุต LED2 – LED8 ซึ่งเอาต์พุตต่าง ๆ เหล่านี้ จะถูกขับด้วย ทรานซิสเตอร์ Q4 – Q10 ทำหน้าที่ เหมือนกับสวิตช์ต่อลงกราวด์ ให้ครบวงจร ในขณะที่ขาคอมมอนรวมของ LED2 – LED8 และ RY2 – RY8 ต่ออยู่กับแรงดันไฟบวก 12 โวลต์ ซึ่งการกระตุ้นการสวิตช์ ของทรานซิสเตอร์จะอาศัยระดับลอจิก “1” ที่ออกมาทางเอาต์พุตของวงจรแลตช์ เอาต์พุต IC2 ไดโอด D9 – D15 ต่อป้องกันการทำงานที่ผิดพลาดของรีเลย์ เนื่องจากการยุบตัว และพองตัวของสนามแม่เหล็ก ที่ขดลวดรีเลย์ โดยเฉพาะ ขณะที่รีเลย์เริ่มหยุดทำงานซึ่งผลอันนี้ เรียกว่า แรงดันอันเกิดจากการยุบตัวของเส้นแรงแม่เหล็ก (E.M.F.) เป็นผลให้รีเลย์สั่น และแรงดันจะย้อนกลับทางเอาต์พุตของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

หน้าสัมผัสของรีเลย์ RY2 – RY8 จะถูกต่อออกไปใช้งาน ควบคุมสวิทช์แรงดันไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ต้องการควบคุม ในที่นี้จากวงจรจะทำการต่อกับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ ไว้เรียบร้อยมีสวิตช์ S1 – S7 ทำหน้าที่ เปิดปิด เครื่องใช้ไฟฟ้า ขณะไม่มีการสั่งงานมาทางโทรศัพท์ เอาต์พุตทั้งเจ็ด เอาต์พุตจะต่อออกไปใช้งานทางคอนเน็กเตอร์ K13 – K19 ซึ่งเป็นปลั๊ก AC OUTLET และที่คอนเน็กเตอร์ K20 เป็นจุดต่อสำหรับไฟสลับ 220 โวลต์ เข้ามาสู่วงจรแหล่งจ่ายไฟ โดยมีหม้อแปลง T2 เป็นตัวลดแรงดันไฟ ลงมาผ่านชุดบริดจ์เร็กติไฟเออร์ B1 แรงดันไฟตรงจากบริดจ์ชุดนี้จะแยกไปเข้าวงจร เรกูเลต สองชุด คือ ชุด 12 โวลต์ IC9 และชุด 5 โวลต์ IC10 โดยมีตัวเก็บประจุกรองแรงดันให้เรียบ สำหรับเรกูเลตทั้ง 2 ชุด คือ C21 – C27 และ C9 แรงดัน 12 โวลต์ จะเลี้ยงชุดรีเลย์ และ LED ส่วนแรงดัน 5 โวลต์ จะเลี้ยงอุปกรณ์ไอซีทั้งหมดในวงจร

การตั้งเวลาในการสั่งการเสร็จสิ้น ไปทีละคำสั่ง เป็นเวลา 10 วินาทีนั้น ได้มาจากการที่ IC8 ถอดรหัส DTMF ออกมาเป็นรหัส BCD ในทุกครั้งที่มีเอาต์พุตออกมาทางขา 11 – 14 (Q1 – Q4) ไอซี MV8870 ก็จะให้พัลส์ออกมาที่ขา STD (ขา 15) หนึ่งพัลส์ (“1”) ทุกๆ ครั้งเช่นกัน พัลส์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมานี้ จะผ่านไดโอด D3 มาทำการกระตุ้นวงจรตั้งเวลาโมโนสเตเบิ้ล IC6 ที่ขา 8 และ 12 เป็นการกระตุ้นเพื่อให้เกิดการรีเซต และเริ่มตั้งเวลา 10 วินาที ค่าเวลานี้กำหนดด้วยค่า C7 และ R12 นอกจากนี้แล้ว ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเอาต์พุตของ IC8 และไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานเอาต์พุตขา 6 ของ IC1 ก็จะให้พัลส์ออกมา เช่นกัน เพื่อขับ LED แสดงภาวะการทำงานถอดรหัส Q1 และทำให้ LED1 กระพริบตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อุปกรณ์ C4 , R10 , C8 และ R15 ทำหน้าที่เป็นชุดรีเซตอัตโนมัติให้กับ IC1 และ IC6 ตามลำดับ ขณะเปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟเข้าสู่วงจรให้เริ่มทำงาน

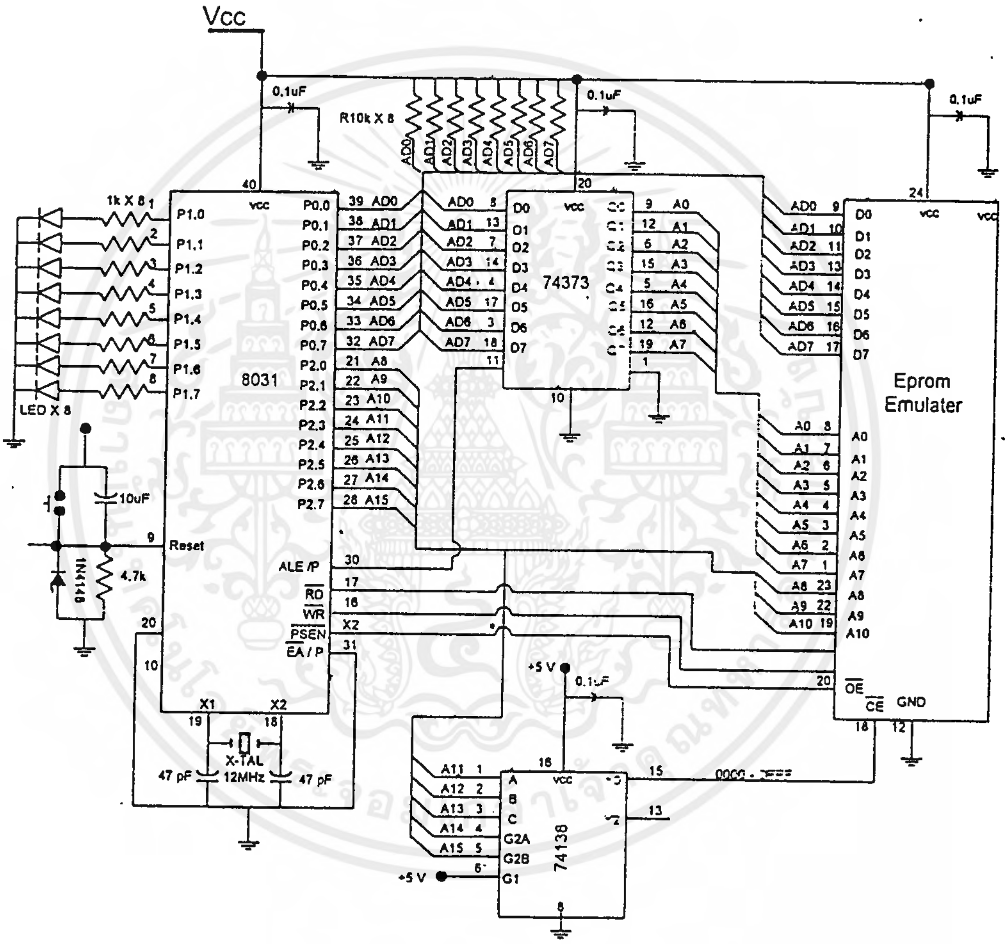
การแลตช์ข้อมูล จากทางเอาต์พุตของ IC2 ถูกควบคุมด้วยขา 11 เมื่อทำการเลือกแอดเดรสเรียบร้อยแล้ว มีสัญญาณออกไปทางเอาต์พุต ก็จะค้างสถานะไว้ที่การควบคุมทางอินพุตที่ต้องการหรือที่กำหนดไว้ และจะกล่าวย้อนกลับมาที่ อินพุตของ IC8 อีกรอบ เหตุที่ต้องมีชุดตัวต้านทานเน็ตเวอร์ก R33 – R35 ก็เพื่อจัดให้เป็นวงจรขยายความแตกต่างทางอินพุตขา 1 และขา 2 เพื่อเหตุผลไม่ต้องการให้สัญญาณ DTMF เกิดการเปรียบเทียบกับกราวด์ ภายในวงจรควบคุมเพราะไม่เช่นนั้นแล้ว การต่อคู่สายโทรศัพท์จะต้องทำการตรวจสอบขั้วกราวด์ กับสัญญาณไฟบวกเสียก่อน ซึ่งเป็นการต่อใช้งานที่ยุ่งยาก โดยปกติแล้วคู่สายโทรศัพท์จะต่อสลับขั้วกันได้ ด้วยเหตุผลนี้เอง จึงต้องจัดวงจรทางอินพุต ของ IC8 ใหม่ดังในวงจรสมบูรณ์นี้ และต้องการแยกระบบกราวด์ของคู่สายโทรศัพท์ออกจากกราวด์ของเครื่องควบคุมด้วย

จุดอ่อนของเครื่องควลบคุมผ่านคู่สายโทรศัพท์ คือ เมื่อสั่งผ่านทางโทรศัพท์ ไม่ได้ นอกจากถอดปลั๊กของเครื่องควบคุมออกหมด ทำให้บ้านต้องมืดชั่วขณะก่อนที่จะเปิดสวิตช์ตัวเดิม หนทางในการแก้ปัญหาก็สามารถกระทำได้โดยการสร้างสัญญาณกระดิ่งจำลองขึ้นมาเอง ที่ตัวเครื่อง แต่เป็นลักษณะพัลส์ที่ผ่านการเร็กติไฟเออร์ มาแล้ว โดยการทำงานในส่วนนี้ประกอบด้วย IC11/1 และ IC11/2 มี R38 และ C28 ทำหน้าที่กำหนดความถี่พัลส์ที่ออกมาทางเอาต์พุต ขา 4 ของ IC11/1 และช่วงห่างของการส่งพัลส์ออกทางเอาต์พุต กำหนดจากการกดสวิตช์ S8 กดตามจำนวนที่ตั้งการตรวจจับสัญญาณกระดิ่งในตอนแรก เมื่อครบจำนวนพัลส์แล้ว ทรานซิสเตอร์ Q11 ก็จะทำงานเหมือนกับออปโต้ IC7

ในช่วงการควบคุมที่ ตัวเครื่องควบคุมเอง นี้ สวิตช์ S9 จะทำหน้าที่ตัดคู่สายโทรศัพท์ออกจากระบบ พร้อมกับต่อชุดกำเนิดสัญญาณโทน DTMF เข้าไปยังอินพุตของ IC8 แทนที่ต้องตัดคู่สายโทรศัพท์ออกจากระบบก่อน ก็เพื่อไม่ต้องการใช้สัญญาณ DTMF ออกไปยังองค์การโทรศัพท์อาจเกิดการสับสนได้ เมื่อสวิตช์ S9 ต่อวงจรแล้ว IC12 จะทำหน้าที่เข้ารหัสจากการกดสวิตช์ ที่คีย์โทรศัพท์ ที่ติดกับเครื่องควบคุมให้เอาต์พุตออกมาทางขา 18 เป็นสัญญาณ DTMF มาเข้าที่ IC8 แทน และการทำงานขั้นตอนต่อไป ก็จะเหมือนกับการสั่งงานทางโทรศัพท์ปลายทางทุกทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

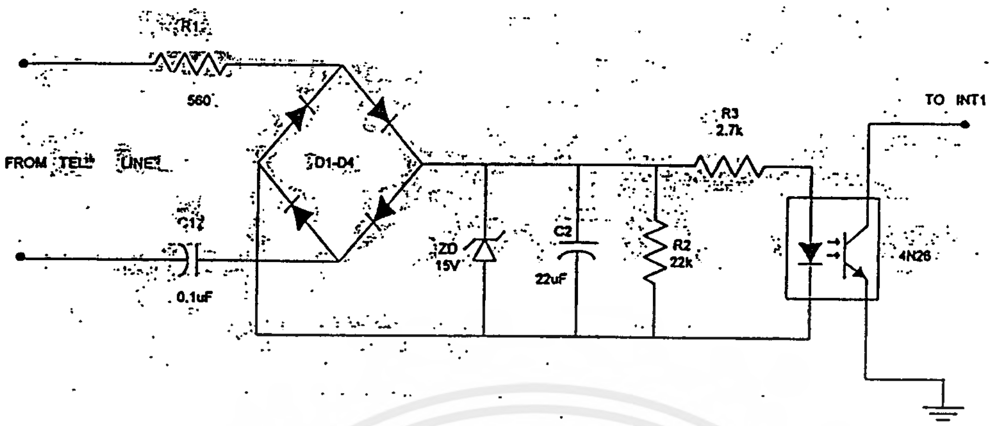
ที่ติดกับเครื่องควบคุมให้เอาต์พุตออกมาทางขา 18 เป็นสัญญาณ DTMF มาเข้าที่ IC8 แทน และการทำงานขั้นตอนต่อไป ก็จะเหมือนกับการสั่งงานทางโทรศัพท์ปลายทางทุกทาง



รูปที่ 3.1 วงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า (Ringing tone detector circuit)



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

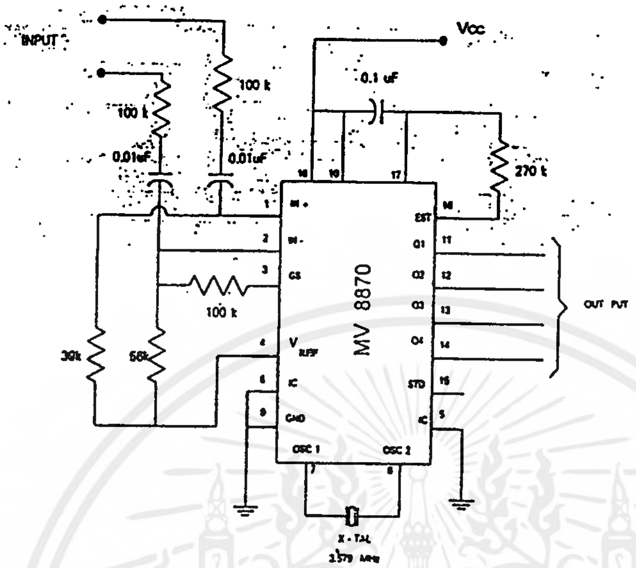
การทำงานของวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า

จากรูปที่ 3.2 เป็นวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า (Ringing tone detector circuit) ซึ่งสัญญาณเรียกเข้า (Ringing tone) หรือที่เรียกอย่างหนึ่งว่า สัญญาณกระดิ่ง สัญญาณเรียกเข้านี้ จะมีขนาดของสัญญาณ ประมาณ 90 – 110 Vp-p มีความถี่ 25 Hz วงจรนี้ จะทำการตรวจจับสัญญาณกระดิ่งว่า สัญญาณกระดิ่งที่เข้ามานั้น มีจำนวนครั้ง เท่ากับจำนวนที่เราได้กำหนดไว้หรือยัง การทำงานของวงจรเริ่มจากสัญญาณเรียกเข้านี้ จะผ่านวงจรบริดจ์ (Bridge rectifier) ซึ่งประกอบไปด้วยไดโอด D1 – D4 สัญญาณ Ringing tone เมื่อผ่านวงจรบริดจ์แล้ว จะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 20 โวลท์ และจะรักษาระดับแรงดันให้คงที่ด้วยซีเนอร์ไดโอด (Zener diode) ให้เหลือแรงดันประมาณ 15 โวลท์ และจะถูกลดแรงดันให้เหลือ 2-3 โวลท์ ด้วยตัวต้านทาน R3 เพื่อป้อนให้ ออฟโต้ ทรานซิสเตอร์ (Opto Transistor) ทำงานได้ ตัวต้านทาน R1 และตัวเก็บประจุ C1 ที่ต่ออยู่จะเป็นตัวคัปปลิ้ง (Coupling) สัญญาณเรียกเข้า และจำกัดกระแส และแรงดันของสัญญาณเรียกเข้า ตัวต้านทาน R2 และตัวเก็บประจุ C2 ทำหน้าที่ กรองสัญญาณให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่เรียบยิ่งขึ้น แรงดันไฟตรงคร่อม R2 จะถูกจ่ายไบอัสให้กับ LED ภายใน Opto Transistor ซึ่งจะมีตัวต้านทาน R3 ทำหน้าที่จำกัดกระแสให้ LED ในออปโต้ เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาที่คู่สายโทรศัพท์จะทำให้ขาคอลเลคเตอร์ (Collector) ของออฟโตทรานซิสเตอร์ ต่อลงกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากได้รับไบอัสตรง ทำให้แรงดันตกเป็นศูนย์ ขาคอลเลคเตอร์ ขานี้ จะไปต่ออยู่กับขา อินเตอร์รัพท์ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เกิดการอินเตอร์รัพ เกิดขึ้น

3.3 วงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF decoder circuit)



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF

การทำงานของวงจรภาค DTMF DECODER

จากรูปที่ 3.3 เป็นวงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF โดยจะทำหน้าที่ในการรับเอาสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาแล้วเปลี่ยนความถี่ DTMF ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ฐานสองสี่บิท ออกจากทางด้านเอาท์พุท การทำงานของวงจร DTMF decoder การทำงานของวงจรใช้ไอซี เบอร์ MT8870 เป็น DTMF decoder ซึ่งจะรับสัญญาณ DTMF เข้ามาทางอินพุทผ่าน ตัวต้านทาน R 100k , 39 k , 56 k และคาปาซิเตอร์ C 0.01 ไมโครฟารัด ซึ่งประกอบกันเป็นวงจรเนทเวอร์คเพื่อเปรียบเทียบสัญญาณที่เข้ามาทาง input และจากนั้นก็จะทำการ decoder สัญญาณที่เข้ามาทาง input ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเลขฐานสอง (BCD) โดยสัญญาณที่ decode เป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วจะส่งออก ที่ขา 11 – 14 ของ MT8870 แล้วส่งไปให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ขา 1-4 (P1.0 – P1.3)

ที่ขา 7 และขา 8 ของ MT8870 จะต่อคริสตรอล (X-TAL) ความถี่ 3.579 MHz ไว้เพื่อให้เป็นตัวกำเนิดฐานเวลาให้กับการทำงานของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

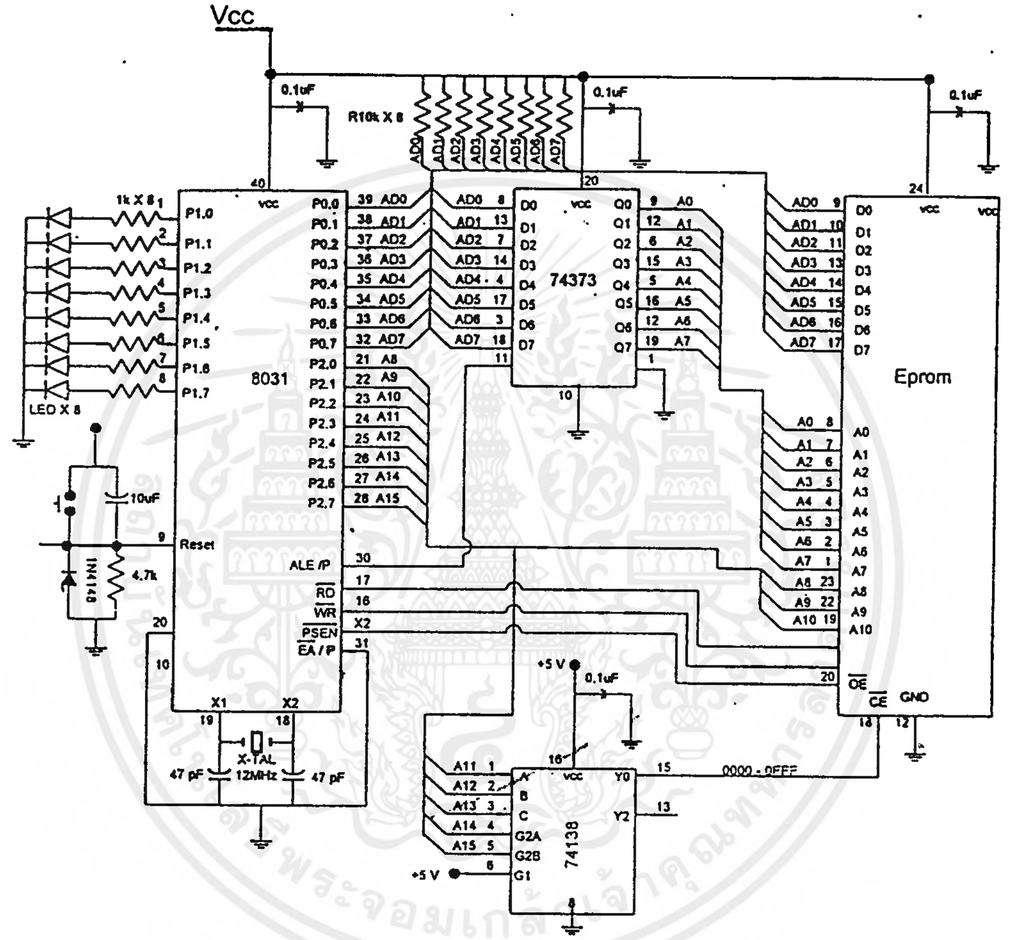
3.4 วงจรคอนโทรลหลัก (MAIN CONTROL)

การทำงานของวงจรในรูปที่ 3.5 หัวใจหลักของวงจรอยู่ที่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 ซึ่งถูกใช้ในการคอนโทรล (Control) การทำงานของระบบ ซึ่งสามารถทำงานได้ โดยต่ออุปกรณ์เพียงไม่กี่ตัว ก็สามารถทำงานได้ ขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งถูกต่อใช้งานอย่างเช่น ขา X1 , X2 ต่ออยู่กับ X-TAL ความถี่ 12 MHz ซึ่งจะเป็นกำเนิดฐานเวลาให้กับ ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีการติดต่อกับหน่วยความจำจากภายนอก จะต้องต่อขา EA/Vp ลงกราวด์ไว้ตลอด ที่ P0.0 จะทำหน้าที่เป็นทั้ง ดาต้าบัส (Data bus) และ แอดเดรสบัส (Address bus) ด้านต่ำ ที่ขา EA/Vp นี้ จะทำงานร่วมกับ ไอซี เบอร์ 74573 ซึ่งไอซีเบอร์นี้ จะทำหน้าที่ในการ Latch Address byte ต่ำ จาก Port 0 ไว้ แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้ P0 เป็น ดาต้าบัส เพื่อที่จะใช้ในการ รับ-ส่ง ข้อมูลต่อไป สัญญาณที่ส่งให้ไอซีเบอร์ 74573 Latch ข้อมูลนั้นมาจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ขา ALE/P

การติดต่อกับหน่วยความจำนั้น จะใช้ไอซีถอดรหัส เบอร์ 74138 ในการถอดรหัสตำแหน่งของ Memory ซึ่ง Memory ที่ใช้จะมี EPROM ขนาด 64 kbyte ซึ่งเป็นเบอร์ 2764 ตำแหน่งต่าง ๆ ของ Memory 2764 โปรแกรมที่อยู่ใน EPROM จะเป็นโปรแกรมหลัก ที่ใช้ในการคอนโทรลการทำงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรคอนโทรลหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

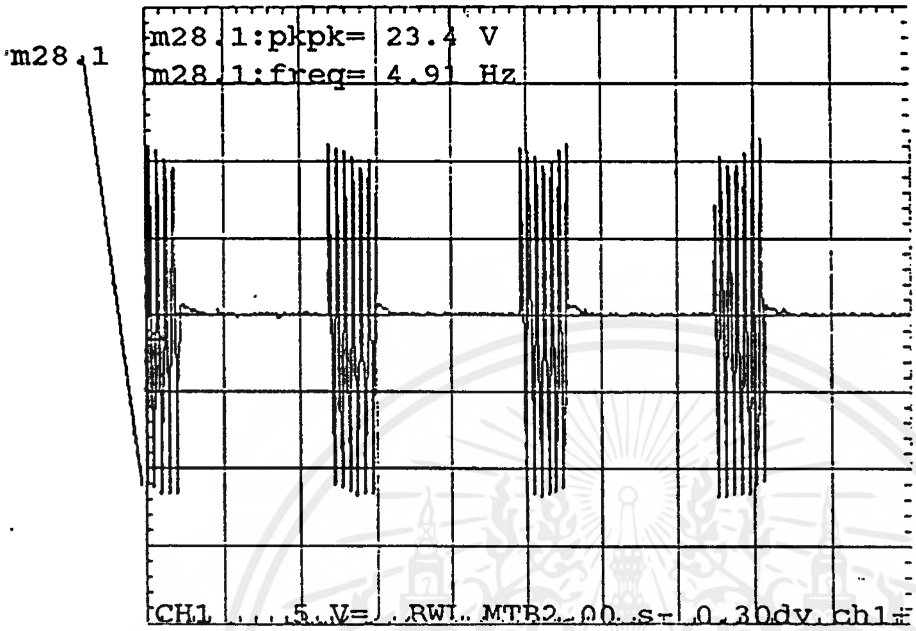
4.1 ภาคตรวจจับสัญญาณเรียกเข้า (Ringing tone detector circuit)

จากการทดลอง โดยใช้ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ทำการวัดสัญญาณกระดิ่ง (Ringing) ที่อินพุตของไอซีเบอร์ 4N26 จะได้สัญญาณกระดิ่งดังรูปที่ 4.1 (ก) และสัญญาณกระดิ่งที่ถูกตรวจจับ (Ringing Detector) จะได้เอาท์พุตที่ขา ดังแสดงในรูป 4.1 (ข) สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จะส่งไปยังโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่เชื่อมสัญญาณทางแสง และแยกกราวด์ออกจากกัน (Ground Isolation)

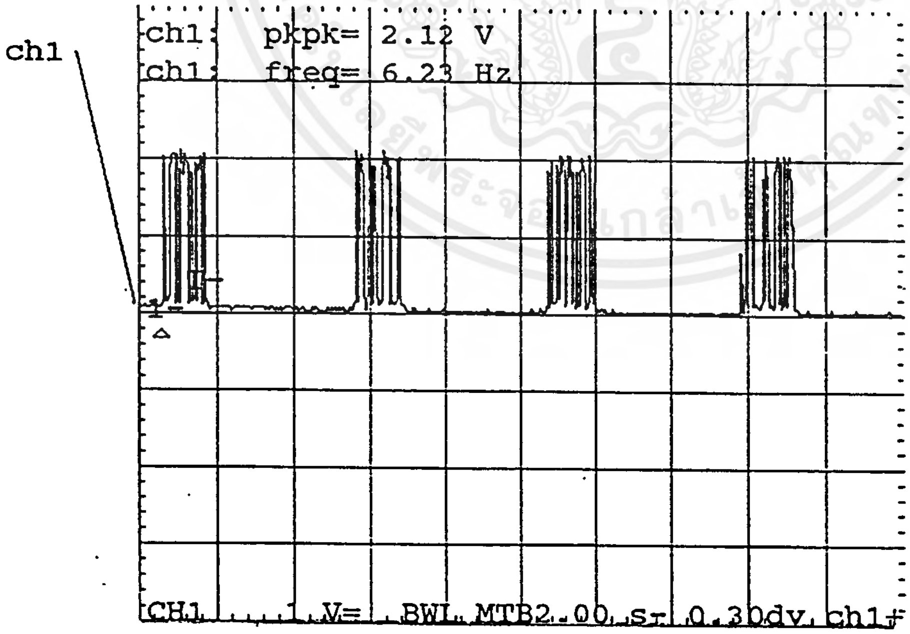
4.2 ภาค DTMF Decoder

จากการทดลองวงจรภาค DTMF Decoder ประกอบด้วยวงจร ดังรูปที่ 3.3 เมื่อทำการทดลอง กดปุ่มหมายเลขที่หน้าปัท ของเครื่องโทรศัพท์ ชนิดกดปุ่ม (DTMF) โดยการกดหมายเลข 1,2,3,4,5,6,7,8,9,0,*,# ตามลำดับ วงจรภาค DTMF Decoder จะทำการถอดรหัสความถี่ของหมายเลข จะได้สัญญาณเอาต์พุต เป็นรหัสไบนารี ที่ขา STD , 21-Q1-Q4 ของไอซีเบอร์ MT8870 เพื่อส่งให้ภาคควบคุมระบบทำงานตามคำสั่ง สัญญาณเอาต์พุต แสดงดังรูป 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

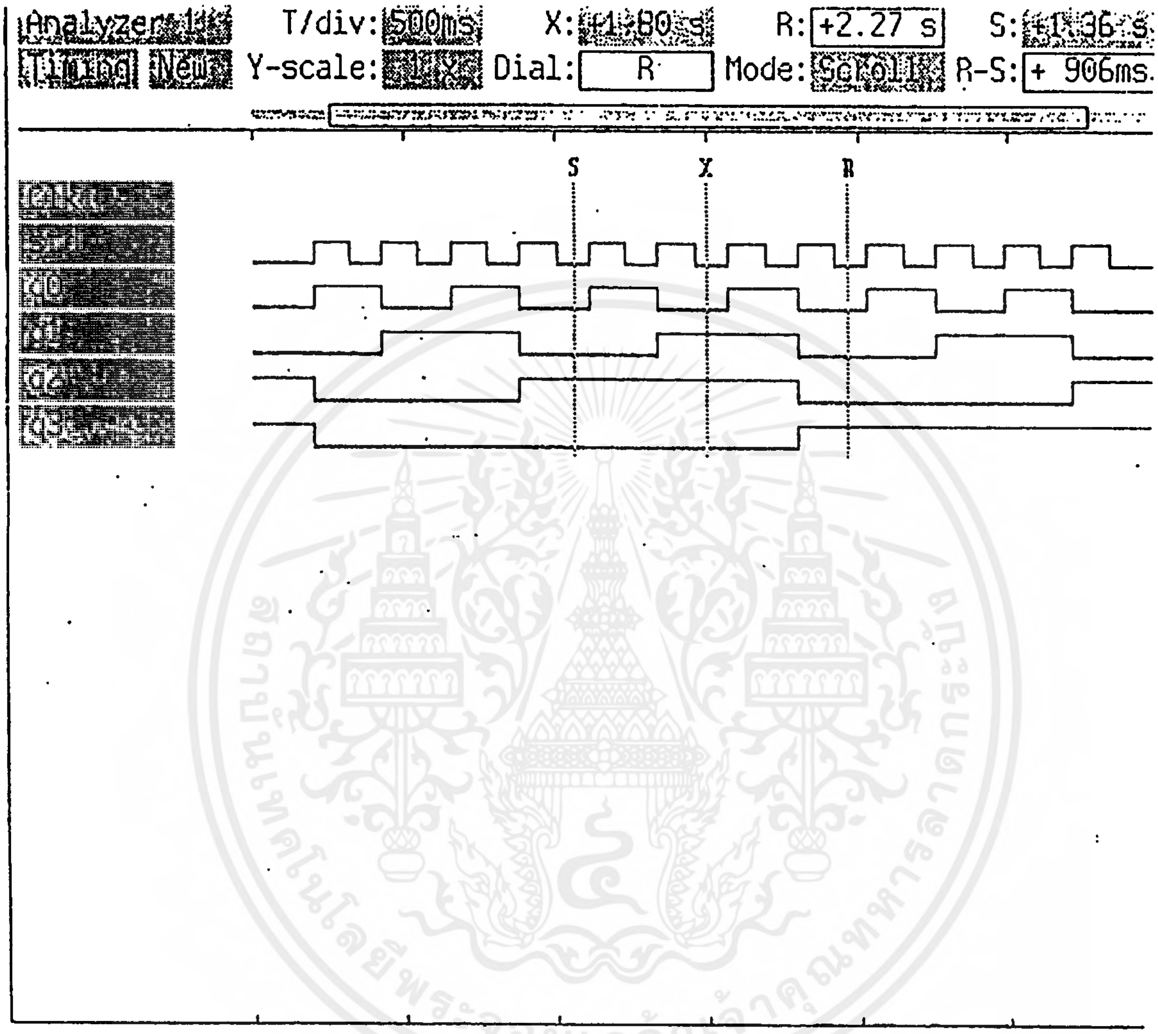


รูปที่ 4.1 (ก) แสดงสัญญาณกระดิ่ง (Ringing) จากสายโทรศัพท์



รูปที่ 4.1 (ข) แสดงสัญญาณเอาต์พุตที่ ch1

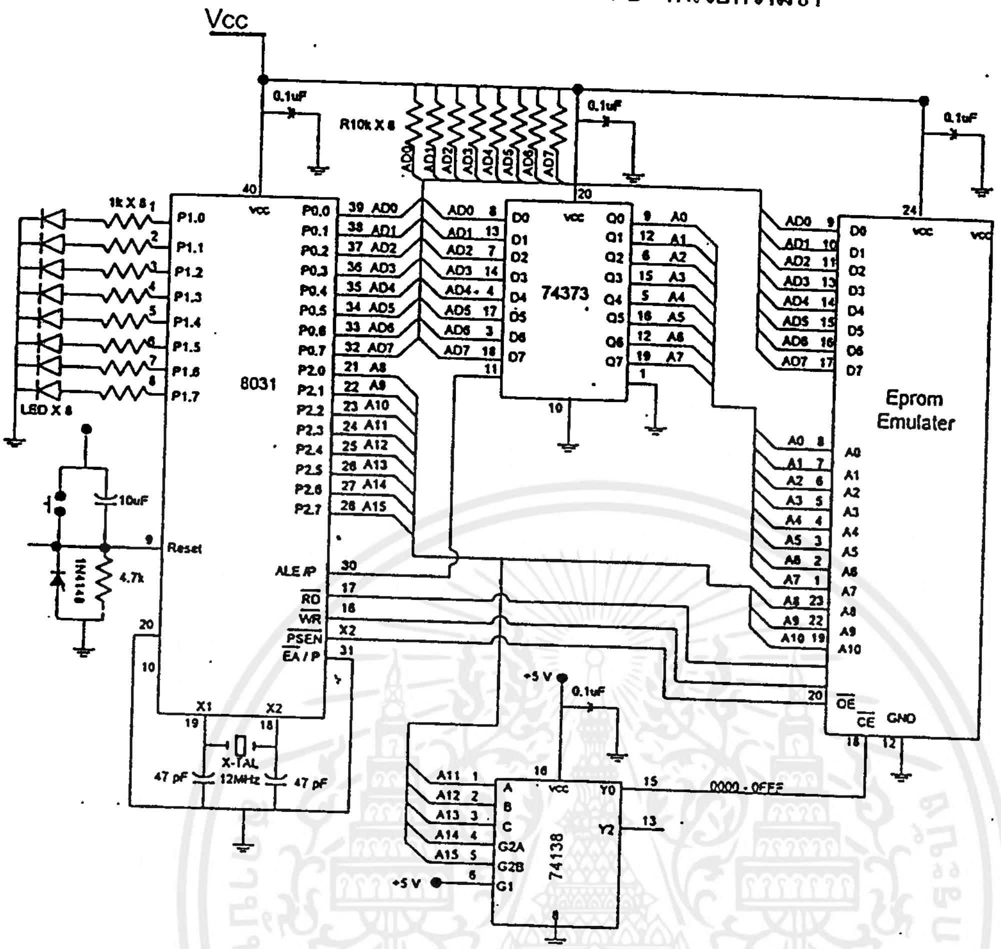
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณที่ขา STD , Q1 – Q4 ของไอซีเบอร์ MT8870 จากการกด หมายเลข 0-9 , * , #

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองการติดต่อระหว่าง CPU กับ หน่วยความจำ



รูปที่ 4.3 แสดงการต่อวงจรทดลองการติดต่อ ระหว่าง CPU กับ หน่วยความจำ

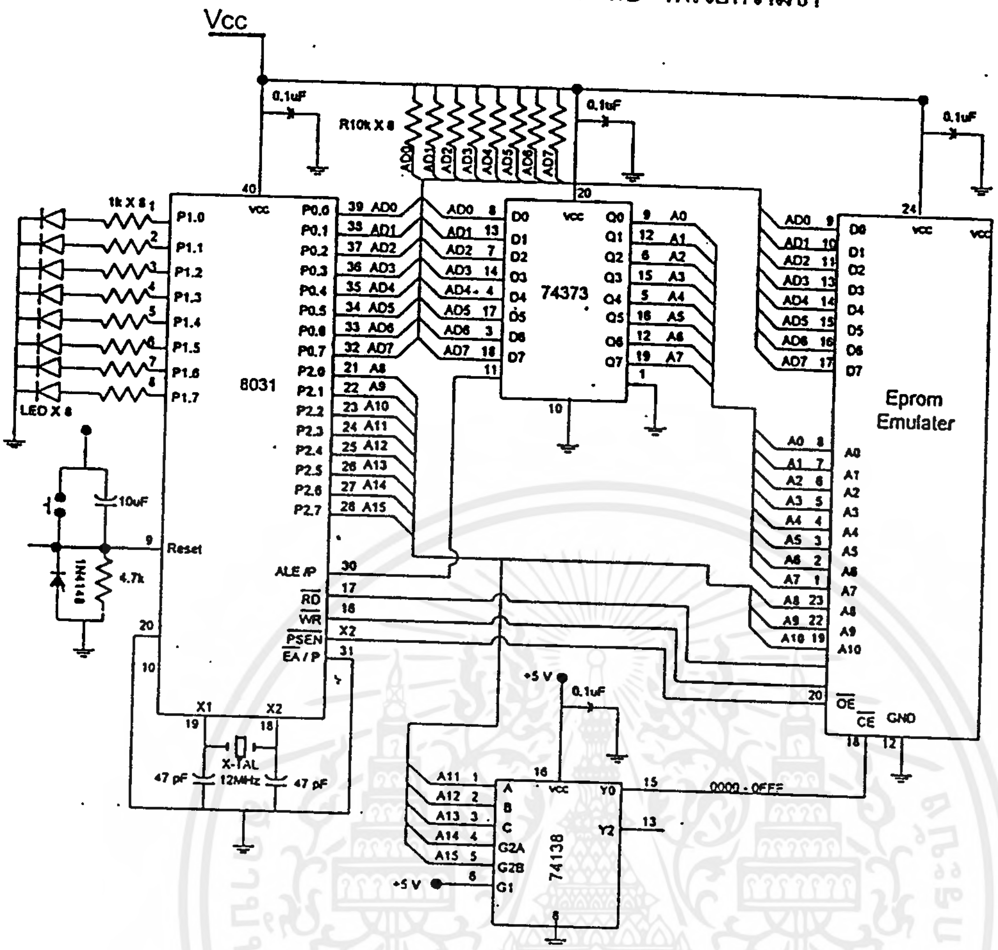
ขั้นการทดลอง

- ต่อวงจรตามรูป 4.3
- เขียนโปรแกรมตามตัวอย่าง

```
        DELAY :   EQU     0020H
        ORG       0000H
STT :   LCALL     DELAY
        MOV       A, #FFH
        MOV       P1 , A
        LCALL     DELAY
        MOV       A , # 00H
        MOV       P1 , A
        SJMP      STT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองการติดต่อระหว่าง CPU กับ หน่วยความจำ



รูปที่ 4.3 แสดงการต่อวงจรทดลองการติดต่อ ระหว่าง CPU กับ หน่วยความจำ

ขั้นการทดลอง

- ต่อวงจรตามรูป 4.3
- เขียนโปรแกรมตามตัวอย่าง

```
DELAY :     EQU     0020H
            ORG     0000H
STT   :     LCALL   DELAY
            MOV     A, #FFH
            MOV     P1 , A
            LCALL   DELAY
            MOV     A , # 00H
            MOV     P1 , A
            SJMP    STT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ORG     0020H   ; DELAY
        MOV     R3 , #0FH
DL3 :   MOV     R0 , #FFH
DL2 :   MOV     R1 , #FFH
DL1 :   DJNZ    R1 , DL1
        DJNZ    R0 , DL2
        DJZ     R3 , DL3
        RET
```

โหลดโปรแกรมลง EPROM Emulator

ผลการทดลอง

LED ที่ต่ออยู่กับ Port 1 กระพริบตามโปรแกรมที่เขียนไว้

สรุป

CPU กับ EPROM สามารถติดต่อกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

โครงงานนี้ ผู้จัดทำได้ออกแบบทดลองตามรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และสามารถทำงานได้ตาม วัตถุประสงค์ของโครงงาน

โครงงานนี้ แม้จะทำงานได้ผลแต่ก็ยังมีจุดอ่อนบางประการที่ผู้ที่สนใจ โครงงานแบบนี้สมควรจะพัฒนาต่อไปอีก เช่น ในกรณีที่มีการสั่งการให้ ON LOAD จากที่ห่างไกล เครื่องควบคุมฯ เมื่อมีการ ON LOAD แล้วต่อมา ในบริเวณที่เครื่องควบคุมฯ ติดตั้งอยู่นั้น กระแสไฟฟ้าขัดข้อง หรือกระแสไฟฟ้าเกิดดับขึ้น ผู้ที่ส่งจะทราบได้อย่างไร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

(1) สมยศ จุณณะปิยะ " การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 " ภาควิชาวิศกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(2) ประทีป บัญญัติินพรัตน์ " ทฤษฎีการใช้งานวงจรดิจิตอล " ฉบับปรับปรุงใหม่ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRELIMINARY MHS AUGUST 1988

DATA SHEET 80C51-L / 80C31-L

CMOS SINGLE-CHIP 8 BIT 3V-MICROCONTROLLER

- **80C51-L – CMOS SINGLE-SHIP 8-BIT MICROCONTROLLER with factory mask-programmable ROM**
- **80C31-L - CMOS SINGLE-CHIP 8-BIT CONTROL-ORIENTED CPU with RAM and I/O**
- **80C51-L/C31-L: 0 TO 6 MHz, VCC = 2.7V TO 6V**

FEATURES

- **POWER CONTROL MODES**
- **128 x 8 BIT RAM**
- **32 PROGRAMMABLE I/O LINES**
- **TWO 16-BIT TIMER/COUNTERS**
- **64K PROGRAM MEMORY SPACE**
- **FULLY STATIC DESIGN**
- **HIGH PERFORMANCE SAJI VI CMOS PROCESS**
- **BOOLEAN PROCESSOR**
- **5 INTERRUPT SOURCES**
- **PROGRAMMABLE SERIAL PORT**
- **64K DATA MEMORY SPACE**
- **TEMPERATURE RANGE: 0 TO 70°C**

DESCRIPTION

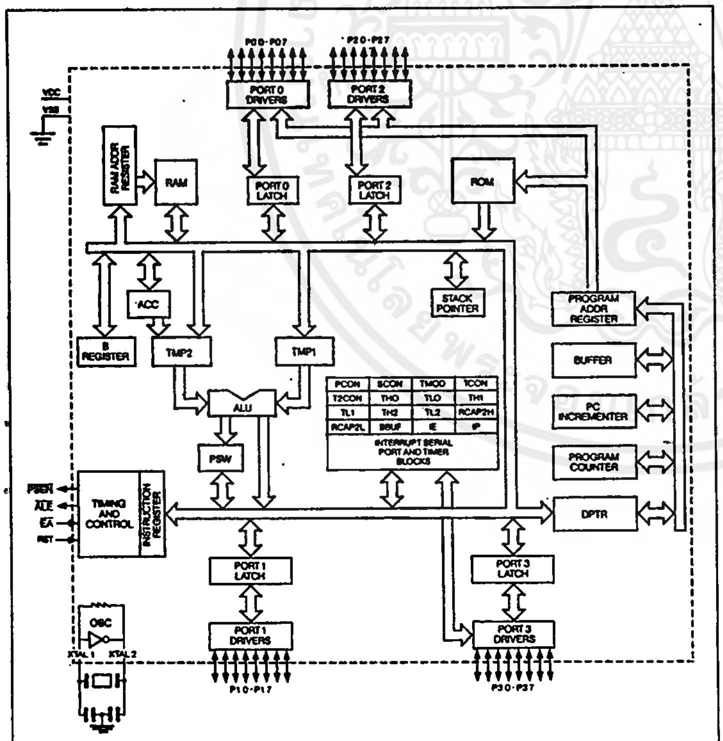


Figure 1. Block Diagram

MHS's 80C51 and 80C31 are high performance CMOS versions of the 8051/8031 NMOS single chip 8 bit μC and is manufactured using a self-aligned silicon gate CMOS process (SAJI VI).

The fully static design of the MHS 80C51/80C31 allows to reduce system power consumption by bringing the clock frequency down to any value, even DC, without loss of data.

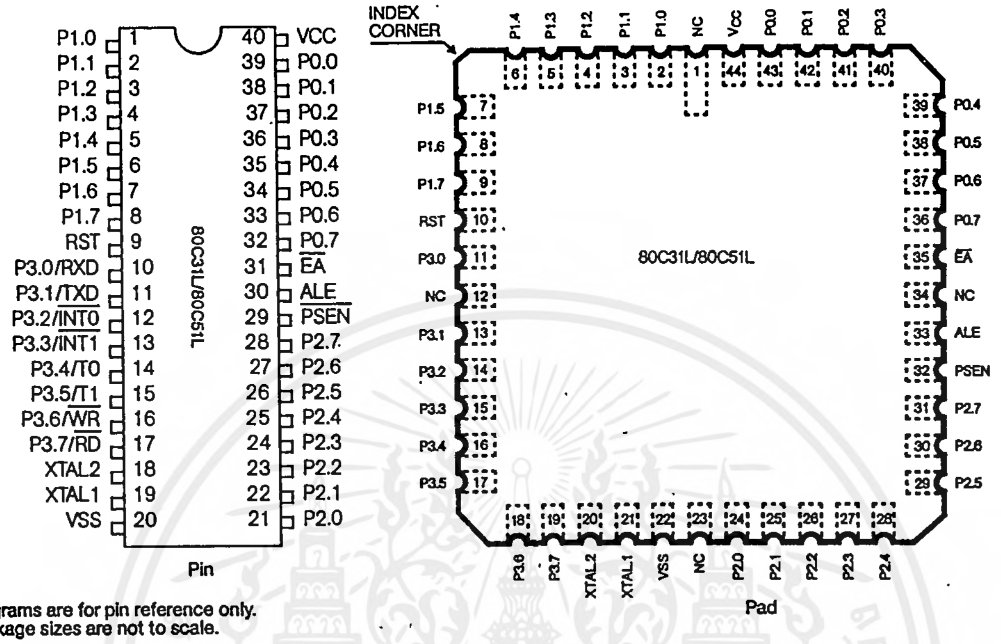
The 80C51 retains all the features of the 8051: 4K bytes of ROM; 128 bytes of RAM; 32 I/O lines; two 16 bit timers; a 5-source 2-level interrupt structure; a full duplex serial port; and on-chip oscillator and clock circuits.

In addition, the 80C51 has two software-selectable modes of reduced activity for further reduction in power consumption. In the Idle Mode the CPU is frozen while the RAM, the timers, the serial port, and the interrupt system continue to function. In the Power Down Mode the RAM is saved and all other functions are inoperative.

The 80C31 is identical to the 80C51 except that it has no on-chip ROM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2. Configurations



Diagrams are for pin reference only.
Package sizes are not to scale.

IDLE AND POWER DOWN OPERATION

Figure 3 shows the internal Idle and Power Down clock configuration. As illustrated, Power Down operation stops the oscillator. Idle mode operation allows the interrupt, serial port, and timer blocks to continue to function while the clock to the CPU is gated off.
These special modes are activated by software via the Special Function Register, Its hardware address is 87H. PCON is not bit addressable.

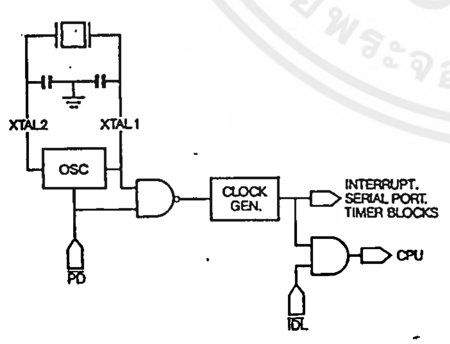


Figure 3. Idle and Power Down Hardware

PCON: Power Control Register

(MSB)							(LSB)
SMOD	–	–	–	GF1	GF0	PD	IDL

Symbol	Position	Name and Function
SMOD	PCON.7	Double Baud rate bit. When set to a 1, the baud rate is doubled when the serial port is being used in either modes 1, 2 or 3.
–	PCON.6	(Reserved)
–	PCON.5	(Reserved)
–	PCON.4	(Reserved)
GF1	PCON.3	General-purpose flag bit.
GF0	PCON.2	General-purpose flag bit.
PD	PCON.1	Power Down bit. Setting this bit activates power down operation.
IDL	PCON.0	Ide mode bit. Setting this bit activates idle mode operation.

If 1's are written to PD and IDL at the same time. PD takes precedence. The reset value of PCON is (OXXX0000).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Status of the external pins during Idle and Power Down modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{PSEN}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Port Data	Port Data	Port Data	Port Data
Idle	External	1	1	Floating	Port Data	Address	Port Data
Power Down	Internal	0	0	Port Data	Port Data	Port Data	Port Data
Power Down	External	0	0	Floating	Port Data	Port Data	Port Data

IDLE MODE

The instruction that sets PCON.0 is the last instruction executed before the Idle mode is activated. Once in the Idle mode the CPU status is preserved in its entirety: the Stack Pointer, Program Counter, Program Status Word, Accumulator, RAM, and all other registers maintain their data during Idle. *Table 1* describes the status of the external pins during Idle mode.

There are two ways to terminate the Idle mode. Activation of any enabled interrupt will cause PCON.0 to be cleared by hardware, terminating Idle mode. The interrupt is serviced, and following RETI, the next instruction to be executed will be the one following theinstruction that wrote a 1 to PCON.0.

The flag bits GF0 and GF1 may be used to determine whether the interrupt was received during normal execution or during the Idle mode. For example, the instruction that writes to PCON.0 can also set or clear one or both flag bits. When Idle mode is terminated by an enabled interrupt, the service routine can examine the status of the flag bits.

The second way of terminating the Idle mode is with a hardware reset. Since the oscillator is still running, the hardware reset needs to be active for only 2 machine cycles (24 oscillator periods) to complete the reset operation.

POWER DOWN MODE

The instruction that sets PCON.1 is the last executed prior to entering power down. Once in power down, the oscillator is stopped. The contents of the onchip RAM and the Special Function Register is saved during power down mode. A hardware reset is the only way of exiting the power down mode. The hardware reset initiates the Special Function Register *(see Table 1)*.

In the Power Down mode. V_{CC} may be lowered to minimize circuit power consumption. Care must be taken to ensure the voltage is not reduced until the power down mode is entered, and that the voltage is restored before the hardware reset is applied which frees the oscillator. Reset should not be released until the oscillator has restarted and stabilized.

Table 1 describes the status of the external pins while in the power down mode. It should be noted that if the power down mode is activated while in external program memory, the port data that is held in the Special Function Register P2 is restored to Port 2. If the data is a 1, the port pin is held high during the power down mode by the strong pullup, T1, shown in *Figure 4*.

STOP CLOCK MODE

Due to static design, the MHS 80C31/C51 clock speed can be reduced until 0 MHz without any data loss in memory or registers. This mode allows step by step utilization, and permits to reduce system power consumption by bringing the clock frequency down to any value. At 0 MHz, the power consumption is the same as in the Power Down Mode.

80C51 I/O PORTS

The I/O port drive of the 80C51 is similar to the 8051. The I/O buffers for Ports 1, 2, and 3 are implemented as shown in *figure 4*.

When the port latch contains a 0, all pFETS in *figure 4* are off while the nFET is turned on. When the port latch makes a 0-to-1 transition, the nFET turns off. The strong pullup pFET, T1, turns on for two oscillator periods, pulling the output high very rapidly. As the output line is drawn high, pFET T3 turns on through the inverter to supply the I_{OH} source current. This inverter and T3 form a latch which holds the 1 and is supported by T2. When Port 2 is used as an address port, for access to external program of data memory, any address bit that contains a 1 will have his strong pullup turned on for the entire duration of the external memory access.

When an I/O pin on Ports 1, 2, or 3 is used as an input, the user should be aware that the external circuit must sink current during the logical 1-to-0 transition. The maximum sink current is specified as ITL under the D.C.Specifications. When the input goes below approximately 2V, T3 turns off to save ICC current. Note, when returning to a logical 1, T2 is the only internal pullup that is on. This will result in a slow rise time if the user's circuit does not force the input line high.

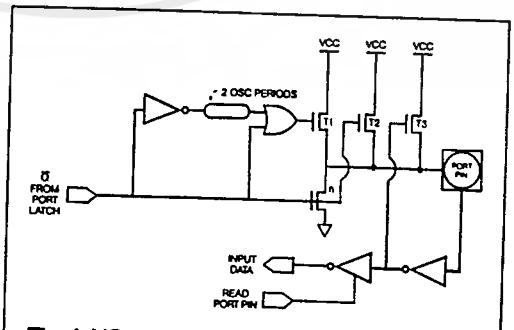


Fig. 4. I/O Buffers in the 80C51 (Ports 1, 2, 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80C51 PIN DESCRIPTIONS

V_{SS}
Circuit ground potential

V_{CC}
Supply voltage during normal, Idle, and Power Down operation.

Port 0
Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. Port 0 pins that have 1's written to them float, and in that state can be used as high-impedance inputs.

Port 0 is also the multiplexed low-order address and data bus during accesses to external Program and Data Memory. In this application it uses strong internal pullups when emitting 1's. Port 0 also outputs the code bytes during program verification in the 80C51. External pullups are required during program verification. Port 0 can sink eight LS TTL inputs.

Port 1
Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 1 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pullups, and in that state can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (IIL, on the data sheet) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during program verification. In the 80C51, Port 1 can sink/source three LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without external pullups.

Port 2
Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 2 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pullups, and in that state can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (IIL, on the data sheet) because of the internal pullups. Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external Program Memory and during accesses to external Data Memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1's. During accesses to external Data Memory that uses 8-bit addresses (MOVX @ Ri), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

It also receives the high-order address bits and control signals during progam verification in the 80C51. Port 2 can sink/source three LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without external pullups.

Port 3
Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 3 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pullups, and in that state can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (IIL, on the data sheet) because of the pullups. It also serves the functions of various special features of the MCS-51 Family, as listed below.

Port Pin	Alternate Function
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (Timer 0 external input)
P3.5	T1 (Timer 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external Data Memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external Data Memory read strobe)

Port 3 can sink/source three LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without external pullups.

RST
A high level on this for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. An internal pull-down resistor permits Power-On reset using only a capacitor connected to V_{CC}.

ALE
Address Latch Enable output for latching the low byte of the address during accesses to external memory. ALE is activated as though for this purpose at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency except during an external data memory access at which time one ALE pulse is skipped. ALE can sink/source 8 LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without an external pullup.

$\overline{\text{PSEN}}$
Program Store Enable output is the read strobe to external Program Memory. PSEN is activated twice each machine cycle during fetches from external Program Memory. (However, when executing out of external Program Memory, two activations of PSEN are skipped during each access to external Data Memory). PSEN is not activated during fetches from internal Program Memory. PSEN can sink/source 8 LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without an external pullup.

$\overline{\text{EA}}$
When EA is held high, the CPU executes out of internal Program Memory (unless the Program Counter exceeds OFFFH). When EA is held low, the CPU executes only out of external Program Memory. EA must not be floated.

XTAL1
Input to the inverting amplifier that forms the oscillator. Receives the external oscillator signal when an external oscillator is used.

XTAL2
Output of the inverting amplifier that forms the oscillator, and input to the internal clock generator. This pin should be floated when an external oscillator is used.

MHS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OSCILLATOR CHARACTERISTICS

XTAL1 and XTAL2 are the input and output respectively, of an inverting amplifier which is configured for use as an on-chip oscillator, as shown in figure 5. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used.
To drive the device from an external clock source, XTAL1 should be driven while XTAL2 is left unconnected as shown in *figure 6*. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but munimum and maximum high and low times specified on the Data Sheet must be observed.

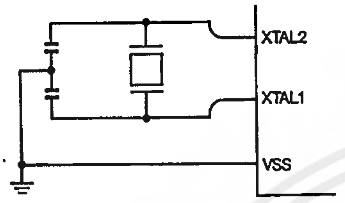


Figure 5. Crystal Oscillator

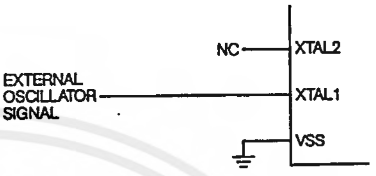


Figure 6. External Drive Configuration

MHS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Ambient Temperature Under Bias:
Commercial .... 0 °C to 70 °C
Industrial .... − 40 °C to 85 °C
Storage Temperature .... − 65 °C to + 150 °C
Voltage on V_{CC} to V_{SS} .... − 0.5V to + 7V
Voltage on Any Pin to V_{SS} ..... − 0.5V to V_{CC} + 0.5V
Power Dissipation 1W*

*This value is based on the maximum allowable die temperature and the thermal resistance of the package.

***NOTICE:**

Stresses at or above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions may affect device reliability.

DC CHARACTERISTICS

TA = − 40 °C to 85 °C; VCc = 2.7V to 6V; VSS = 0V; F = 0 to 6 MHz

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Test Conditions
VIL	Input Low Voltage	−0.5	0.2 VCC −0.1	V	
VIH	Input High Voltage (Except XTALs and RST)	0.2 VCC +0.9	VCC +0.5	V	
VIH1	Input High Voltage to RST for Reset	0.7 VCC	VCC +0.5	V	
VIH2	Input High Voltage To XTAL 1	0.7 VCC	VCC +0.5	V	
VPD	Power Down Voltage To VCC in PD Mode	2.0	6.0	V	
VOL	Output Low Voltage (Ports 1, 2, 3)		0.45	V	IOL = 1.6mA (note 1)
VOL1	Output Low Voltage Port 0, ALE, PSEN		0.45	V	IOL = 3.2mA (note 1)
VOH	Output High Voltage Ports 1, 2, 3	0.9 VCC		V	IOH = − 10µa
		2.4		V	IOH = − 60µA VCC = 5V ± 10%
VOH1	Output High Voltage (Port 0 in External in External Bus Mode), ALE, PSEN	0.9 VCC		V	IOH = − 40µA
		2.4		V	IOH = − 400µA VCC = 5V ± 10%
IIL	Logical 0 Input Current Ports 1,2,3		− 50	µA	Vin = 0.45V
ILI	Input Leakage Current		± 10	µA	0.45 < Vin < VCC
ITL	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 2, 3)		− 500	µA	Vin = 2.0V
ICCPD	Power Supply Current (Power Down Mode)	50	10	µA	VCC = 2.0V to 5.5V, (note 2)
RRST	RST Pulldown Resistor	50	150	kΩ	
CIO	Capacitance of I/O Buffer		10	pF	fc = 1MHz, TA = 25 °C

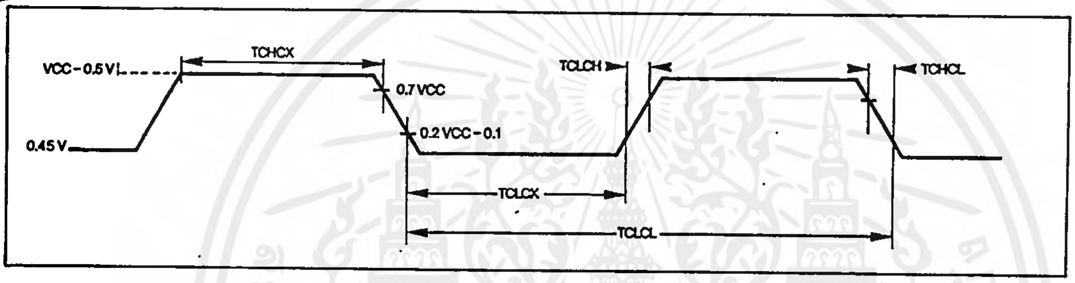
Note 1:

Capacitive loading on Ports 0 and 2 may cause spurious noise pulses to be superimposed on the V_{OLS} of ALE and Ports 1 and 3. The noise is due to external bus capacitance discharging into the Port 0 and Port 2 pins when these pins make 1-to-0 transitions during bus operations. In the worst cases (capacitive loading 100 pF), the noise pulse on the ALE line may exceed 0.45V with maxi V_{OL} peak 0.6V. A Schmitt Trigger use is not necessary.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXTERNAL CLOCK DRIVE CHARACTERISTICS (XTAL 1)

Symbol	Parameter	Variable Clock freq = 0 to 6 MHz		Unit
		Min	Max	
TCLCL	Oscillator Period	166		ns
TCHCX	High Time	20		ns
TCLCX	Low Time	20		ns
TCLCH	Rise Time		20	ns
TCHCL	Fall Time		20	ns



AC CHARACTERISTICS

(T_A = −40°C to 85°C, V_{CC} = 2.7V to 6V, V_{SS} = 0V)
(Load Capacitance for Port 0, ALE, and PSEN = 100pf; Load Capacitance for All Other Outputs = 80pf).

EXTERNAL PROGRAM MEMORY CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
TLHLL	ALE Pulse Width	2TCLCL − 40		ns
TAVLL	Address Valid to ALE	TCLCL − 55		ns
TLLAX	Address Hold After ALE	TCLCL − 35		ns
TLLIV	ALE to Valid instr In		4TCLCL − 170	ns
TLLPL	ALE to $\overline{\text{PSEN}}$	TCLCL − 25		ns
TPLPH	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	3TCLCL − 35		ns
TPLIV	$\overline{\text{PSEN}}$ to Valid Instr In		3TCLCL − 220	ns
TPXIX	Input Instr Hold After $\overline{\text{PSEN}}$	0		ns
TPXIZ	Input Instr Float After $\overline{\text{PSEN}}$		TCLCL − 20	ns
TPXAV	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	TCLCL − 8		ns
TAVIV	Address to Valid Instr In		5TCLCL − 220	ns
TPLAZ	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		0	ns

See next page for External Data Memory Characteristics.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXTERNAL DATA MEMORY CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
TRLRH	$\overline{RD}$ Pulse Width	6TCLCL-100		ns
TWLWH	$\overline{WR}$ Pulse Width	6TCLCL-100		ns
TLLAX	Data Address Hold After ALE	TCLCL-35		ns
TRLDV	$\overline{RD}$ to Valid Data In		5TCLCL-165	ns
TRHDX	Data Hold After $\overline{RD}$	0		ns
TRHDZ	Data Float After $\overline{RD}$		2TCLCL-70	ns
TLLDV	ALE to Valid Data In		8TCLCL-150	ns
TAVDV	Address to Valid Data In		9TCLCL-165	ns
TLLWL	ALE to $\overline{WR}$ or $\overline{RD}$	3TCLCL-50	3TCLCL+50	ns
TAVWL	Address to $\overline{WR}$ or $\overline{RD}$	4TCLCL-130		ns
TQVWX	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	TCLCL-60		ns
TQVWH	Data Setup to $\overline{WR}$ High	7TCLCL-150		ns
TWHQX	Data Hold After $\overline{WR}$	TCLCL-50		ns
TRLAZ	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0	ns
TWHLH	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	TCLCL-40	TCLCL+40	ns

MAXIMUM I_{CC} (mA)

	Operating (Note 3)			Idle (Note 4)		
Freq.V_{CC}	2.7V	5V	6V	2.7V	5V	6V
1 MHz	0.8 mA	1.5 mA	1.8 mA	400 µA	800 µA	1 mA
6 MHz	4 mA	8 mA	10 mA	1.2 mA	3.5 mA	3.8 mA

Note 2:
Power Down I_{CC} is measured will all output pins disconnected; EA=Port 0=V_{CC}; XTAL2 N.C.; RST=V_{SS}

Note 3:
I_{CC} is measured with all output pins disconnected; XTAL1 driven with TCLCH, TCHCL=5 ns, VIL=V_{SS}+0.5V; V_{IH} V_{CC}-0.5V; XTAL2 N.C.; EA=RST=Port 0=V_{CC}. I_{CC} would be slightly higher if a crystal oscillator used.

Note 4:
Idle I_{CC} is measured with all output pins disconnected; XTAL1 driven TCLCH, TCHCL=5 ns, V_{IL}=V_{SS}+0.5V; V_{IH}=V_{CC}-0.5V; XTAL2 N.C.; Port 0=V_{CC}; EA=RST=V_{SS}.

EXPLANATION OF THE AC SYMBOLS

Each timing symbol has 5 characters. The first character is always a 'T' (stands for time). The other characters, depending on their positions, stand for the name of a signal or the logical status of that signal. The following is a list all the characters and what they stand for.

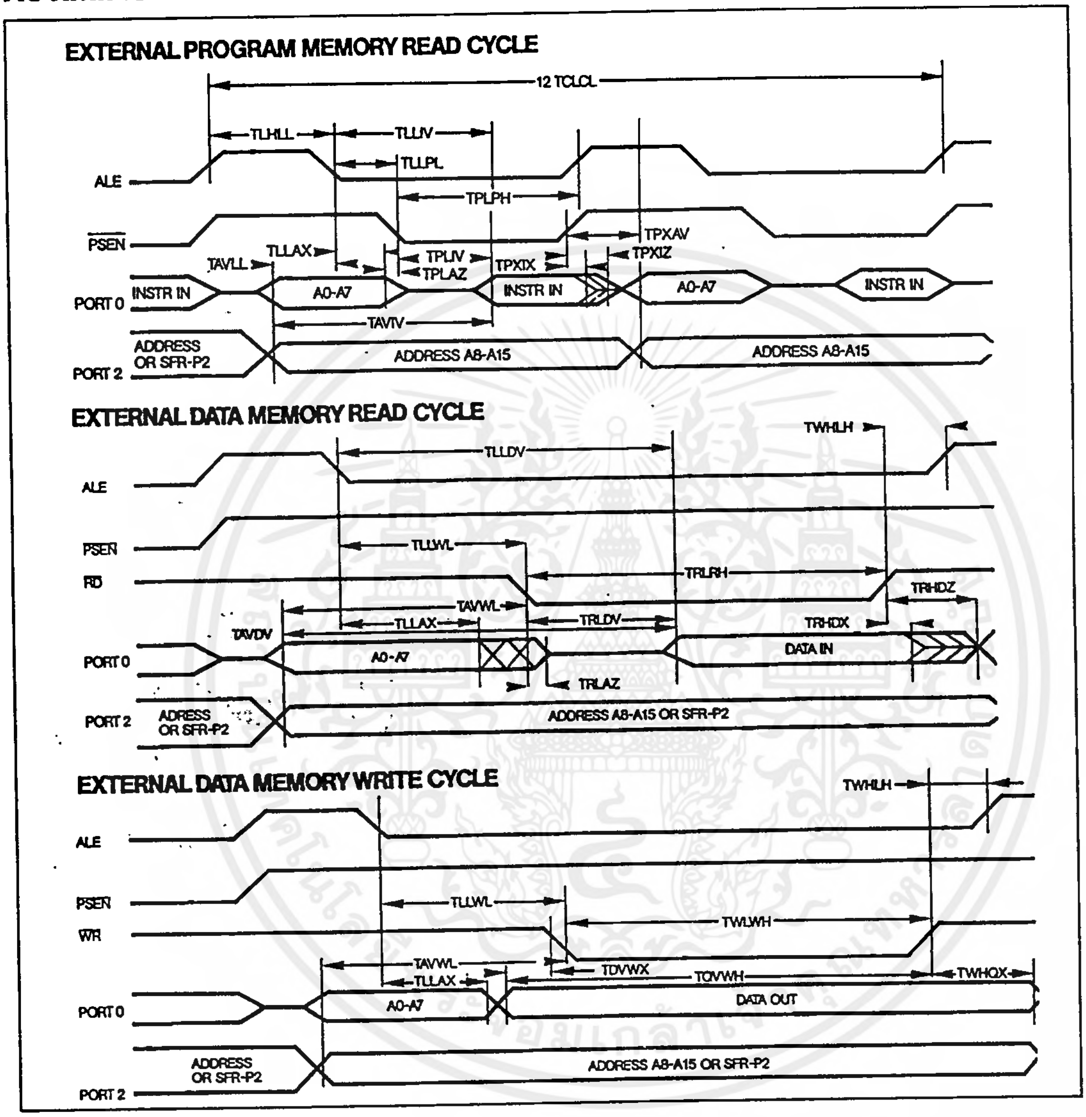
EXAMPLE:

TAVLL=Time for Address Valid to ALE low.
TLLPL=Time for ALE low to $\overline{PSEN}$ low.

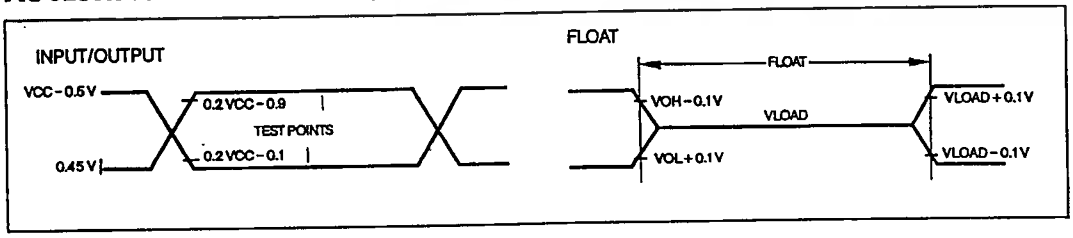
A: Address.
C: Clock.
D: Input data.
H: Logic level HIGH.
I: Instruction (program memory contents).
L: Logic level LOW, or ALE.
P: PSEN
Q: Output data.
R: READ signal.
T: Time.
V: Valid.
W: WRITE signal
X: No longer a valid logic level.
Z: Float.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC TIMING DIAGRAMS



AC TESTING INPUT/OUTPUT, FLOAT WAVEFORMS



AC inputs during testing are driven at $V_{CC}-0.5$ for a logic "1" and 0.45V for a logic "0". Timing measurements are made at VIH min for a logic "1" and VIL max for a logic "0". For timing purposes a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs and begins to float when a 100 mV change from the loaded VOH/VOL level occurs. IoI/IoH ≥ ± 20 Ma.

MHS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

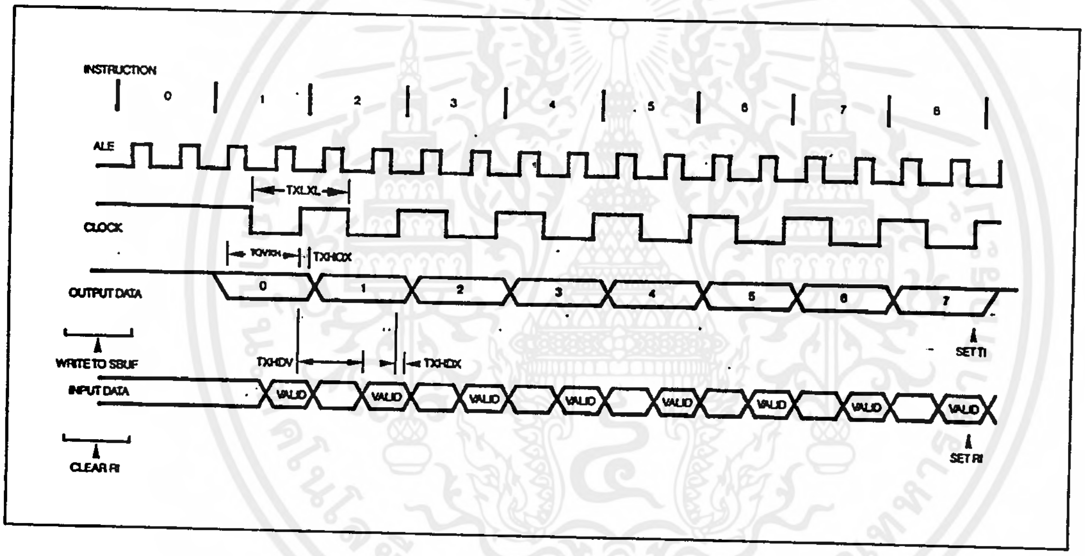
SERIAL PORT TIMING - SHIFT REGISTER MODE

A.C. CHARACTERISTICS:

(T_A = 0 °C to 70 °C; V_{SS} = 0V; V_{CC} = 2.7V to 6V; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
TXLXL	Serial Port Clock Cycle Time	12TCLCL		μs
TQVXH	Output Data Setup to Clock Rising Edge	10TCLCL−133		ns
TXHQX	Output Data Hold After Clock Rising Edge	2TCLCL−117		ns
TXHDX	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		ns
TXHDV	Clock Rising Edge to Input Data Valid		10TLCL-133	ns

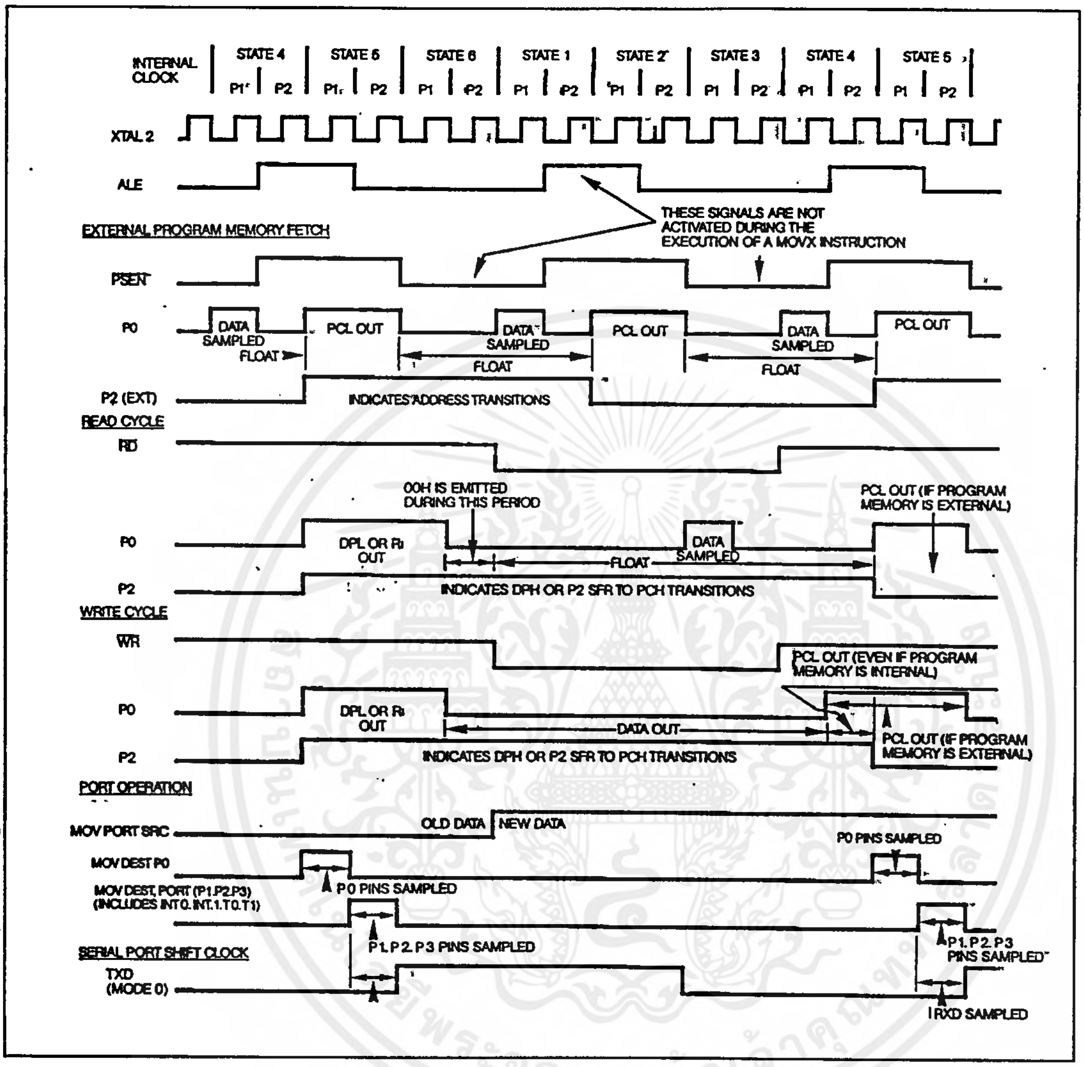
SHIFT REGISTER TIMING WAVEFORMS



MHS

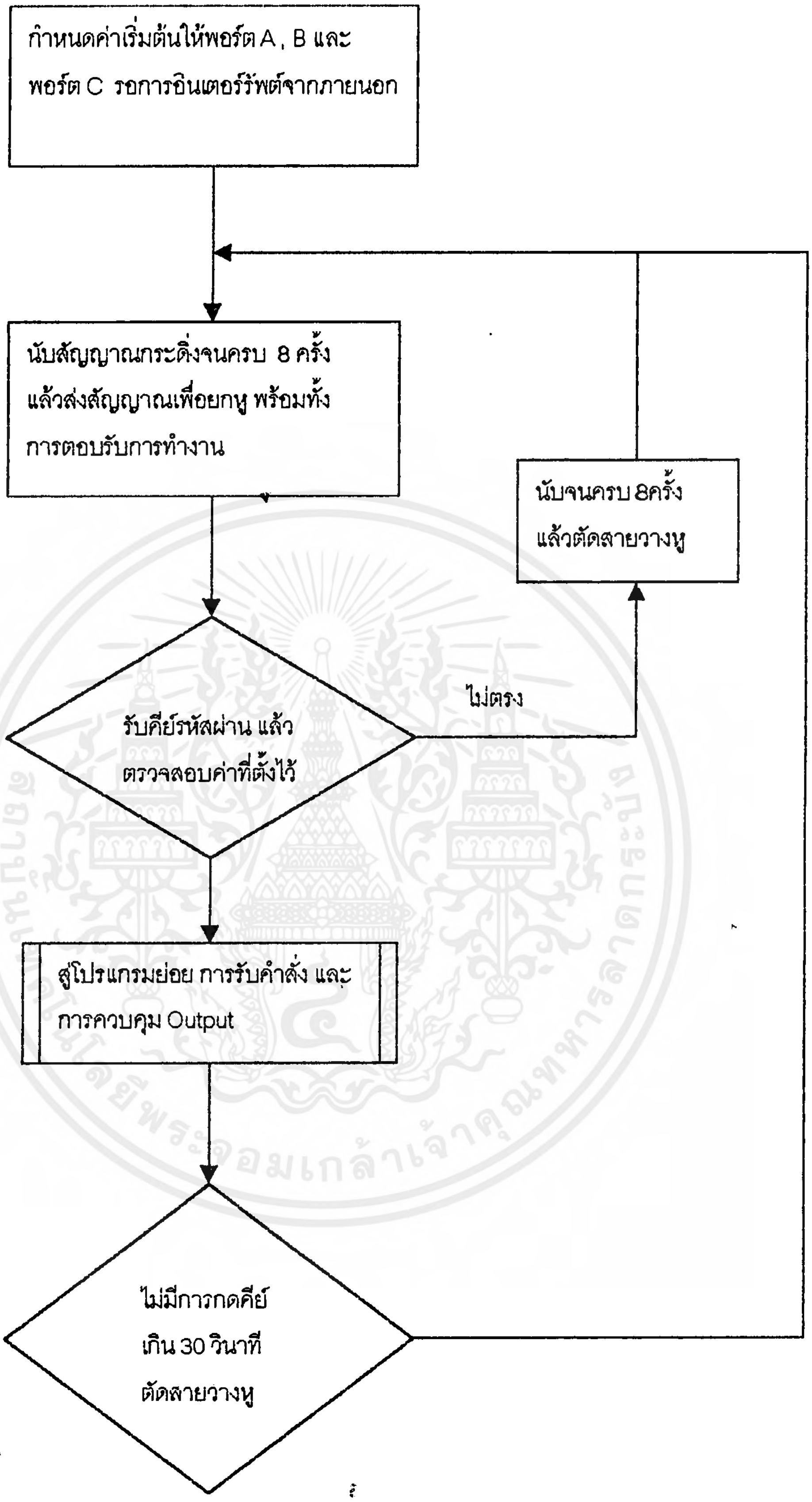
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLOCK WAVEFORMS



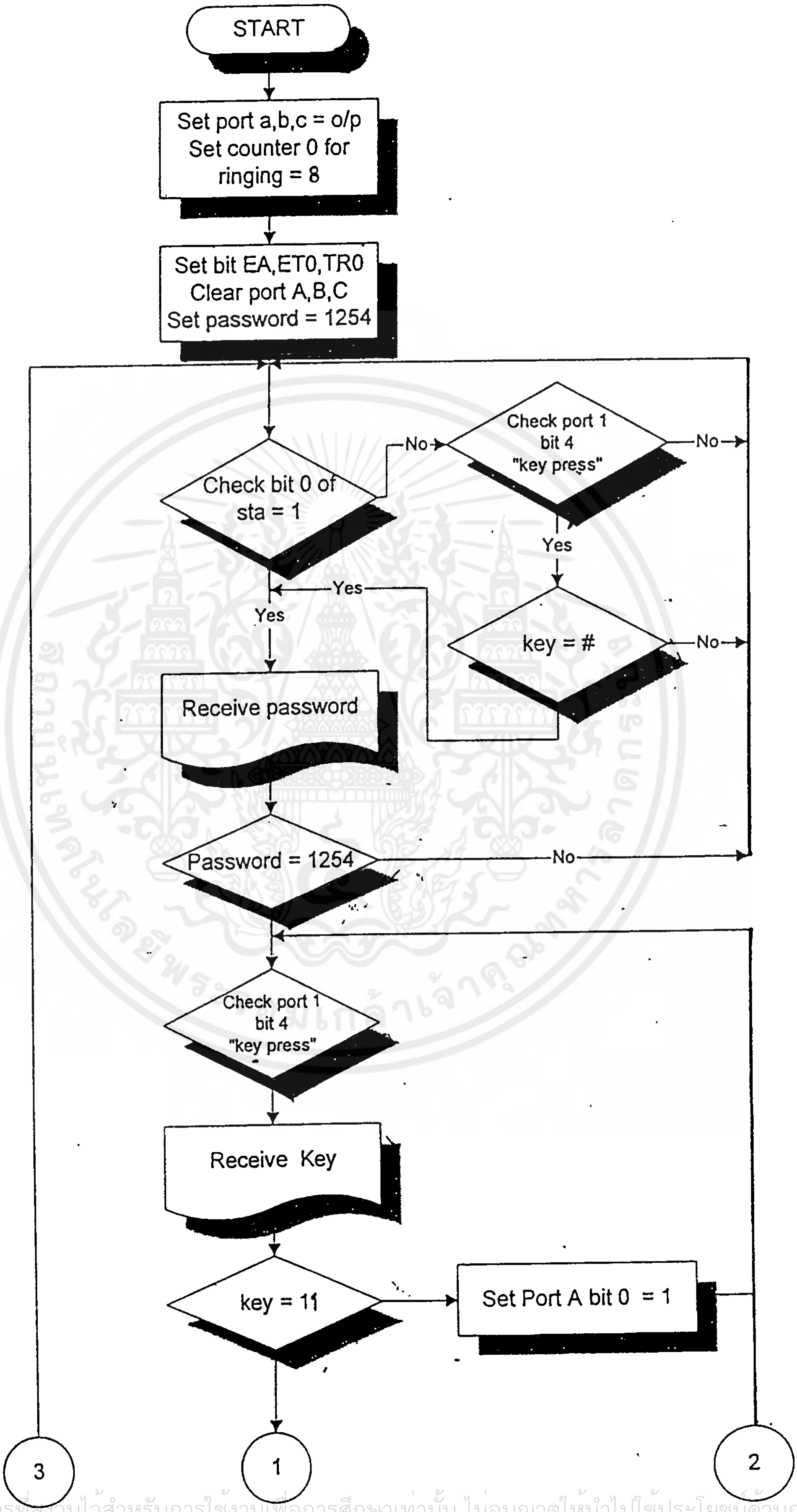
This diagram indicates when signals are clocked internally. The time it takes the signals to propagate to the pins, however, ranges from 25 to 125 ns. This propagation delay is dependent on variables such as temperature and pin loading. Propagation also varies from output to output and component. Typically though ($T_A = 25°C$ fully loaded) RD and WR propagation delays are approximately 50 ns. The other signals are typically 85 ns. Propagation delays are incorporated in the AC specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

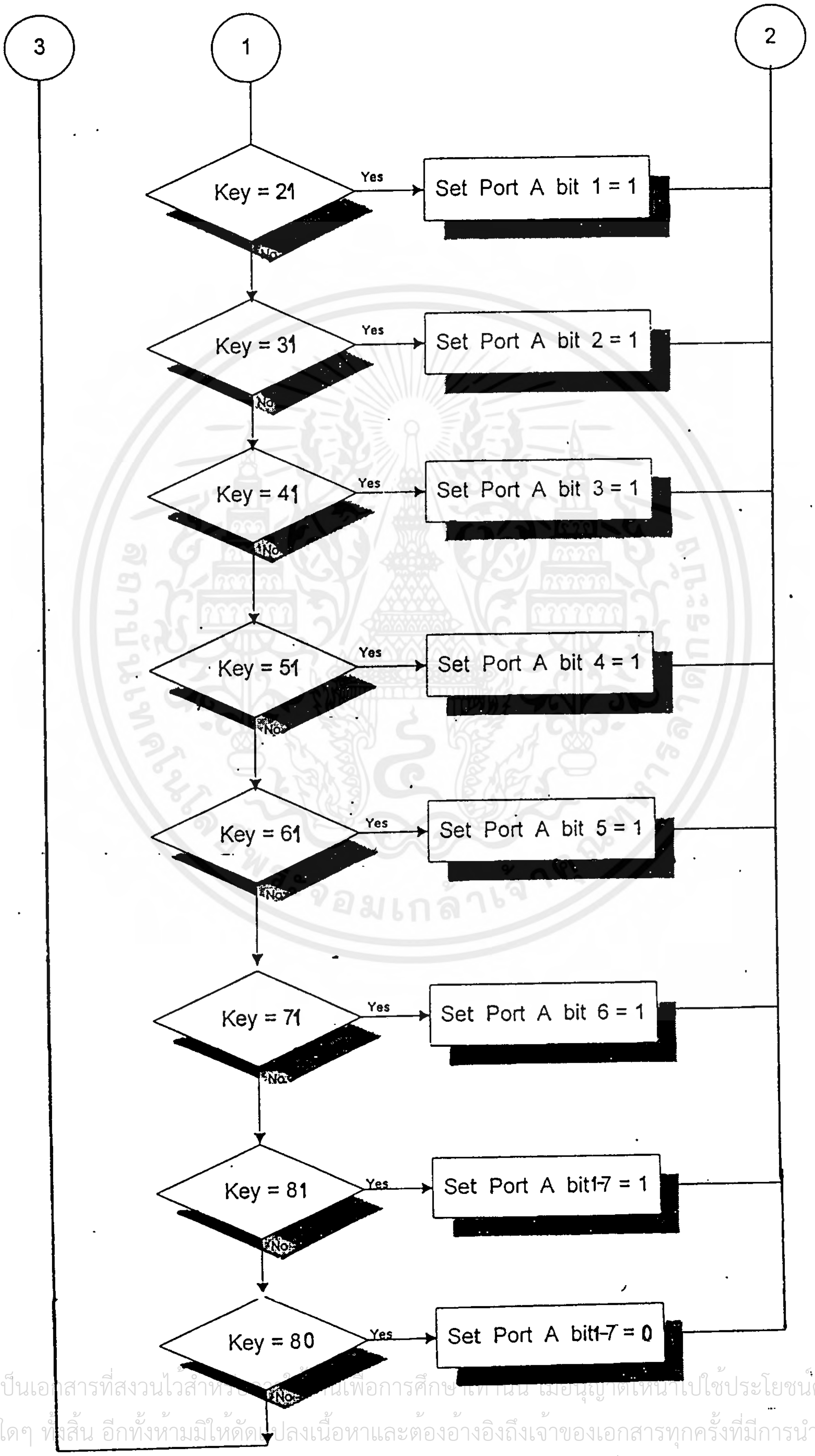


Flow Chart แสดงการทำงานในส่วนของ Software

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2500 A.D. 8051 Macro Assembler - Version 4.01d

Input Filename : DD5.TXT
Output Filename : DD5.obj

```
        002A            BUFFER:     EQU     2AH
        0024            STA:        EQU     24H
        002B            BUFSD:      EQU     2BH
        0029            BUFNO:      EQU     29H
        0049            ONE:        EQU     49H
        003F            TWO:        EQU     3FH
        0034            THREE:      EQU     34H
        0029            FOUR:       EQU     29H
        001F            FIVE:       EQU     1FH
        0016            SIX:        EQU     16H
        000B            SEVEN:      EQU     0BH
        0004            EIGHT:      EQU     04H

0000                                ORG     0000H
0000    00                          NOP
0001    00                          NOP
0002    00                          NOP
0003    00                          NOP
0004    00                          NOP
0005    00                          NOP
0006    00                          NOP
0007    00                          NOP
0008    00                          NOP
0009    80 15                       SJMP    START
000B                                ORG     000BH
000B    02 01 7C                    LJMP    STT
000E    00                          NOP
0020                                ORG     0020H
0020    12 01 A9        START:      LCALL   DELAY1
0023    E4                          CLR     A
0024    F5 24                       MOV     24H,A
0026    12 01 F0                    LCALL   LODPW
0029    90 10 03                    MOV     DPTR,#1003H
002C    74 80                       MOV     A,#80H
002E    F0                          MOVX    @DPTR,A
002F    E4                          CLR     A
0030    F5 2A                       MOV     BUFFER,A
0032    90 10 00                    MOV     DPTR,#1000H
0035    F0                          MOVX    @DPTR,A
0036    90 10 01                    MOV     DPTR,#1001H
0039    74 00                       MOV     A,#00H
003B    F0                          MOVX    @DPTR,A
003C    D2 AF                       SETB    EA
003E    75 89 06                    MOV     TMOD,#06H
0041    75 8A FC                    MOV     TL0,#FCH
0044    75 8C FC                    MOV     TH0,#FCH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0047    D2 A9                    SETB    ET0
0049    D2 8C                    SETB    TR0

004B    20 20 28    LOOPC:       JB      24H.0,LOOP8
004E    30 94 FA                 JNB     P1.4,LOOPC
0051    12 01 8C                 LCALL   DELAY
0054    30 94 F4                 JNB     P1.4,LOOPC
0057    20 94 FD    LOOPE:       JB      P1.4,LOOPE
005A    12 01 8C                 LCALL   DELAY
005D    20 94 F7                 JB      P1.4,LOOPE
0060    E5 90                    MOV     A,P1
0062    64 20                    XRL     A,#20H
0064    B4 0C E4                 CJNE    A,#0CH,LOOPC
0067    D2 21                    SETB    24H.1
0069    C2 A9                    CLR     ET0
006B    C2 8C                    CLR     TR0
006D    30 21 03                 JNB     24H.1,CROS3
0070    12 02 DA                 LCALL   TX_ON
0073    12 02 6A                 LCALL   FF3
0076                CROS3:
0076    12 02 4A    LOOP8:       LCALL   FF1
0079    30 21 03                 JNB     24H.1,LOOPF
007C    12 02 E2                 LCALL   TX_OFF
007F    12 02 00    LOOPF:       LCALL   CHKPW
0082    30 21 03                 JNB     24H.1,CROS4
0085    12 02 DA                 LCALL   TX_ON
0088    12 02 5A    CROS4:       LCALL   FF2
008B    30 21 03                 JNB     24H.1,LOOP
008E    12 02 E2                 LCALL   TX_OFF

                    ;####Check Key#######
0091    30 94 FD    LOOP:        JNB     P1.4,LOOP
0094    12 01 8C                 LCALL   DELAY
0097    30 94 F7                 JNB     P1.4,LOOP
009A    02 00 A8                 LJMP    SET1
009D    20 94 FD    LOOP1:       JB      P1.4,LOOP1
00A0    12 01 8C                 LCALL   DELAY
00A3    20 94 F7                 JB      P1.4,LOOP1
00A6    80 E9                    SJMP    LOOP

00A8    E5 90       SET1:        MOV     A,P1
00AA    64 30                    XRL     A,#30H
00AC    B4 01 11                 CJNE    A,#01H,SET2
00AF    B2 50                    CPL     BUFFER.0
00B1    30 50 04                 JNB     BUFFER.0,A
00B4    D2 22                    SETB    STA.2
00B6    80 02                    SJMP    B
00B8    C2 22       A:           CLR     STA.2
00BA    75 29 49    B:           MOV     BUFNO,#ONE
00BD    02 01 4C                 LJMP    BUFO

00C0    B4 02 11    SET2:        CJNE    A,#02H,SET3
00C3    B2 51                    CPL     BUFFER.1
00C5    30 51 04                 JNB     BUFFER.1,C
00C8    D2 22                    SETB    STA.2
00CA    80 02                    SJMP    D
00CC    C2 22       C:           CLR     STA.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
00CE   75 29 3F           MOV    BUFNO,#TWO
00D1   02 01 4C    D:     LJMP   BUFO

00D4   B4 03 11    SET3:  CJNE   A,#03H,SET4
00D7   B2 52              CPL    BUFFER.2
00D9   30 52 04           JNB    BUFFER.2,E
00DC   D2 22              SETB   STA.2
00DE   80 02              SJMP   F
00E0   C2 22       E:     CLR    STA.2
00E2   75 29 34    F:     MOV    BUFNO,#THREE
00E5   02 01 4C           LJMP   BUFO

00E8   B4 04 11    SET4:  CJNE   A,#04H,SET5
00EB   B2 53              CPL    BUFFER.3
00ED   30 53 04           JNB    BUFFER.3,G
00F0   D2 22              SETB   STA.2
00F2   80 02              SJMP   H
00F4   C2 22       G:     CLR    STA.2
00F6   75 29 29    H:     MOV    BUFNO,#FOUR
00F9   02 01 4C           LJMP   BUFO

00FC   B4 05 11    SET5:  CJNE   A,#05H,SET6
00FF   B2 54              CPL    BUFFER.4
0101   30 54 04           JNB    BUFFER.4,I
0104   D2 22              SETB   STA.2
0106   80 02              SJMP   J
0108   C2 22       I:     CLR    STA.2
010A   75 29 1F    J:     MOV    BUFNO,#FIVE
010D   02 01 4C           LJMP   BUFO

0110   B4 06 11    SET6:  CJNE   A,#06H,SET7
0113   B2 55              CPL    BUFFER.5
0115   30 55 04           JNB    BUFFER.5,K
0118   D2 22              SETB   STA.2
011A   80 02              SJMP   L
011C   C2 22       K:     CLR    STA.2
011E   75 29 16    L:     MOV    BUFNO,#SIX
0121   02 01 4C           LJMP   BUFO

0124   B4 07 11    SET7:  CJNE   A,#07H,SET8
0127   B2 56              CPL    BUFFER.6
0129   30 56 04           JNB    BUFFER.6,M
012C   D2 22              SETB   STA.2
012E   80 02              SJMP   N
0130   C2 22       M:     CLR    STA.2
0132   75 29 0B    N:     MOV    BUFNO,#SEVEN
0135   02 01 4C           LJMP   BUFO

0138   B4 08 29    SET8:  CJNE   A,#08H,RESET
013B   B2 57              CPL    BUFFER.7
013D   30 57 04           JNB    BUFFER.7,O
0140   D2 22              SETB   STA.2
0142   80 02              SJMP   P
0144   C2 22       O:     CLR    STA.2
0146   75 29 04    P:     MOV    BUFNO,#EIGHT
0149   02 01 4C           LJMP   BUFO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
014C   E5 2A       BUFO:    MOV    A,BUFFER
014E   90 10 00             MOV    DPTR,#1000H
0151   F0                   MOVX   @DPTR,A
0152   30 21 03             JNB    24H.1,CROS1
0155   12 02 DA             LCALL  TX_ON
0158   12 02 7A    CROSI:   LCALL  SND
015B   30 21 03             JNB    24H.1,CROS2
015E   12 02 E2             LCALL  TX_OFF
0161   02 00 9D    CROS2:   LJMP   LOOPI

0164   90 10 01    RESET:   MOV    DPTR,#1001H
0167   74 00                MOV    A,#00H
0169   F0                   MOVX   @DPTR,A
016A   F5 24                MOV    24H,A
016C   D2 A9                SETB   ET0
016E   D2 8C                SETB   TR0
0170   20 94 FD    LOOP9:   JB     P1.4,LOOP9
0173   12 01 8C             LCALL  DELAY
0176   20 94 F7             JB     P1.4,LOOP9
0179   02 00 4B             LJMP   LOOPC

017C
017C   12 01 8C    STT:     LCALL  DELAY
017F   E4                   CLR    A
0180   D2 E0                SETB   A.0
0182   90 10 01             MOV    DPTR,#1001H
0185   F0                   MOVX   @DPTR,A
0186   D2 20                SETB   24H.0
0188   12 02 6A             LCALL  FF3
018B   32                   RETI
018C
018C   7F 01       DELAY:   MOV    R7,#01H
018E   7D 01       DL3:     MOV    R5,#01H
0190   7E FF       DL2:     MOV    R6,#FFH
0192   DE FE       DL1:     DJNZ   R6,DL1
0194   DD FA                DJNZ   R5,DL2
0196   DF F6                DJNZ   R7,DL3
0198   22                   RET
0199   90 10 00    FLASH:   MOV    DPTR,#1000H
019C   74 FF                MOV    A,#FFH
019E   F0                   MOVX   @DPTR,A
019F   12 01 A9             LCALL  DELAY1
01A2   90 10 00             MOV    DPTR,#1000H
01A5   74 00                MOV    A,#00H
01A7   F0                   MOVX   @DPTR,A
01A8   22                   RET
01A9   7F FF       DELAY1:  MOV    R7,#FFH
01AB   7D 10       DLC:     MOV    R5,#10H
01AD   7E FF       DLB:     MOV    R6,#FFH
01AF   DE FE       DLA:     DJNZ   R6,DLA
01B1   DD FA                DJNZ   R5,DLB
01B3   DF F6                DJNZ   R7,DLC
01B5   22                   RET

01B6   7C 04       ENTPW:   MOV    R4,#04H        ;Prog
01B8   78 20                MOV    R0,#20H
01BA   E5 90                MOV    A,P1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
01BC    30 94 FD    REPW:    JNB     P1.4,REPW
01BF    12 01 8C             LCALL   DELAY
01C2    30 94 F7             JNB     P1.4,REPW
01C5    E5 90                MOV     A,P1
01C7    64 30                XRL     A,#30H
01C9    B4 0C 23             CJNE    A,#0CH,RET1
01CC    20 94 FD    LOOPB:   JB      P1.4,LOOPB
01CF    12 01 8C             LCALL   DELAY
01D2    20 94 F7             JB      P1.4,LOOPB
01D5    30 94 FD    REPA:    JNB     P1.4,REPA
01D8    12 01 8C             LCALL   DELAY
01DB    30 94 F7             JNB     P1.4,REPA
01DE    E5 90                MOV     A,P1
01E0    64 30                XRL     A,#30H
01E2    F6                   MOV     @R0,A
01E3    08                   INC     R0
01E4    20 94 FD    LOOP2:   JB      P1.4,LOOP2
01E7    12 01 8C             LCALL   DELAY
01EA    20 94 F7             JB      P1.4,LOOP2
01ED    DC E6                DJNZ    R4,REPA
01EF    22          RET1:    RET

01F0    7C 00       LODPW:   MOV     R4,#00H
01F2    78 20                MOV     R0,#20H
01F4    EC          LDPW:    MOV     A,R4
01F5    90 02 E8             MOV     DPTR,#ADPW
01F8    93                   MOVC    A,@A+DPTR
01F9    F6                   MOV     @R0,A
01FA    0C                   INC     R4
01FB    08                   INC     R0
01FC    BC 04 F5             CJNE    R4,#04H,LDPW
01FF    22                   RET

0200    79 25       CHKPW:   MOV     R1,#25H
0202    78 04                MOV     R0,#04H
0204    30 94 FD    LOOP4:   JNB     P1.4,LOOP4
0207    12 01 8C             LCALL   DELAY
020A    30 94 F7             JNB     P1.4,LOOP4
020D    E5 90                MOV     A,P1
020F    64 30                XRL     A,#30H
0211    F7                   MOV     @R1,A
0212    09                   INC     R1
0213    20 94 FD    LOOP5:   JB      P1.4,LOOP5
0216    12 01 8C             LCALL   DELAY
0219    20 94 F7             JB      P1.4,LOOP5
021C    D8 E6                DJNZ    R0,LOOP4
021E    79 25                MOV     R1,#25H
0220    E7                   MOV     A,@R1
0221    B5 20 10             CJNE    A,20H,LOOP6
0224    09                   INC     R1
0225    E7                   MOV     A,@R1
0226    B5 21 0B             CJNE    A,21H,LOOP6
0229    09                   INC     R1
022A    E7                   MOV     A,@R1
022B    B5 22 06             CJNE    A,22H,LOOP6
022E    09                   INC     R1
022F    E7                   MOV     A,@R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0230    B5 23 01                  CJNE     A,23H,LOOP6
0233    22                        RET

0234    12 02 3A    LOOP6:        LCALL    FF
0237    02 02 00                  LJMP     CHKPW



                                  ;WORD TO SAY
023A
023A    78 07       FF:           MOV      R0,#07H
023C    79 00                     MOV      R1,#00H
023E    90 02 EC    LL2:          MOV      DPTR,#TABLE0
0241    E9                        MOV      A,R1
0242    93                        MOVC     A,@A+DPTR
0243    12 02 BB                  LCALL    SOU
0246    09                        INC      R1
0247    D8 F5                     DJNZ     R0,LL2
0249    22                        RET

024A    78 03       FF1           MOV      R0,#03H
024C    79 00                     MOV      R1,#00H
024E    90 02 F3    LL3:          MOV      DPTR,#TABLE1
0251    E9                        MOV      A,R1
0252    93                        MOVC     A,@A+DPTR
0253    12 02 BB                  LCALL    SOU
0256    09                        INC      R1
0257    D8 F5                     DJNZ     R0,LL3
0259    22                        RET

025A    78 07       FF2:          MOV      R0,#07H
025C    79 00                     MOV      R1,#00H
025E    90 02 F6    LL4:          MOV      DPTR,#TABLE2
0261    E9                        MOV      A,R1
0262    93                        MOVC     A,@A+DPTR
0263    12 02 BB                  LCALL    SOU
0266    09                        INC      R1
0267    D8 F5                     DJNZ     R0,LL4
0269    22                        RET

026A    78 01       FF3:          MOV      R0,#01H
026C    79 00                     MOV      R1,#00H
026E    90 02 FD    LL6:          MOV      DPTR,#TABLE3
0271    E9                        MOV      A,R1
0272    93                        MOVC     A,@A+DPTR
0273    12 02 BB                  LCALL    SOU
0276    09                        INC      R1
0277    D8 F5                     DJNZ     R0,LL6
0279    22                        RET

027A    78 2B       SND:          MOV      R0,#BUFSD
027C    76 D3                     MOV      @R0,#D3H
027E    08                        INC      R0
027F    76 C7                     MOV      @R0,#C7H
0281    08                        INC      R0
0282    A6 29                     MOV      @R0,BUFNO
0284    08                        INC      R0
0285    20 22 03                  JB       STA.2,AA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0288   76 76                 MOV     @R0,#76H
028A   08                    INC     R0
028B   76 53       AA:       MOV     @R0,#53H
028D   E8                    MOV     A,R0
028E   94 2B                 SUBB    A,#BUFSD
0290   F8                    MOV     R0,A
0291   08                    INC     R0
0292   79 2B                 MOV     R1,#BUFSD
0294   E7          LL5:      MOV     A,@R1
0295   12 02 BB              LCALL   SOU
0298   09                    INC     R1
0299   D8 F9                 DJNZ    R0,LL5
029B   22                    RET

029C   E9          SOUND:    MOV     A,R1
029D   F8                    MOV     R0,A
029E   90 08 50              MOV     DPTR,#0850H
02A1   E0          LL1:      MOVX    A,@DPTR
02A2   C0 82                 PUSH    DPTR
02A4   90 02 EC              MOV     DPTR,#TABLE0
02A7   93                    MOVC    A,@A+DPTR
02A8   D0 82                 POP     DPTR
02AA   F0                    MOVX    @DPTR,A
02AB   A3                    INC     DPTR
02AC   D8 F3                 DJNZ    R0,LL1
02AE   E9                    MOV     A,R1
02AF   F8                    MOV     R0,A
02B0   90 08 50              MOV     DPTR,#0850H
02B3   E0          L2:       MOVX    A,@DPTR
02B4   12 02 BB              LCALL   SOU
02B7   A3                    INC     DPTR
02B8   D8 F9                 DJNZ    R0,L2
02BA   22                    RET

02BB   90 10 02    SOU:      MOV     DPTR,#1002H
02BE   F0                    MOVX    @DPTR,A
02BF   C2 B0                 CLR     P3.0
02C1   12 01 8C              LCALL   DELAY
02C4   D2 B0                 SETB    P3.0
02C6   20 95 FD    L1:       JB      P1.5,L1
02C9   12 02 CD              LCALL   DELAY2
02CC   22                    RET
02CD
02CD   7F 0A       DELAY2:   MOV     R7,#0AH
02CF   7D 10       DLF:      MOV     R5,#10H
02D1   7E FF       DLE:      MOV     R6,#FFH
02D3   DE FE       DLD:      DJNZ    R6,DLD
02D5   DD FA                 DJNZ    R5,DLE
02D7   DF F6                 DJNZ    R7,DLF
02D9   22                    RET

02DA   E4          TX_ON:    CLR     A
02DB   D2 E7                 SETB    ACC.7
02DD   90 10 01              MOV     DPTR,#1001H
02E0   F0                    MOVX    @DPTR,A
02E1   22                    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
02E2    E4                   TX_OFF:    CLR    A
02E3    90 10 01                        MOV    DPTR,#1001H
02E6    F0                              MOVX   @DPTR,A
02E7    22                              RET

02E8    01 02 05 04          ADPW:      DB     01H,02H,05H,04H
02EC    AC 76 8B A0          TABLE0:    DB     ACH,76H,8BH,A0H
02F0    97 AC 7F                        DB     97H,ACH,7FH
02F3    A0 97 AC             TABLE1:    DB     A0H,97H,ACH
02F6    E3 B8 A0 6B          TABLE2:    DB     E3H,B8H,A0H,6BH
02FA    C7 D3 5C                        DB     C7H,D3H,5CH
02FD    E3                   TABLE3:    DB     E3H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

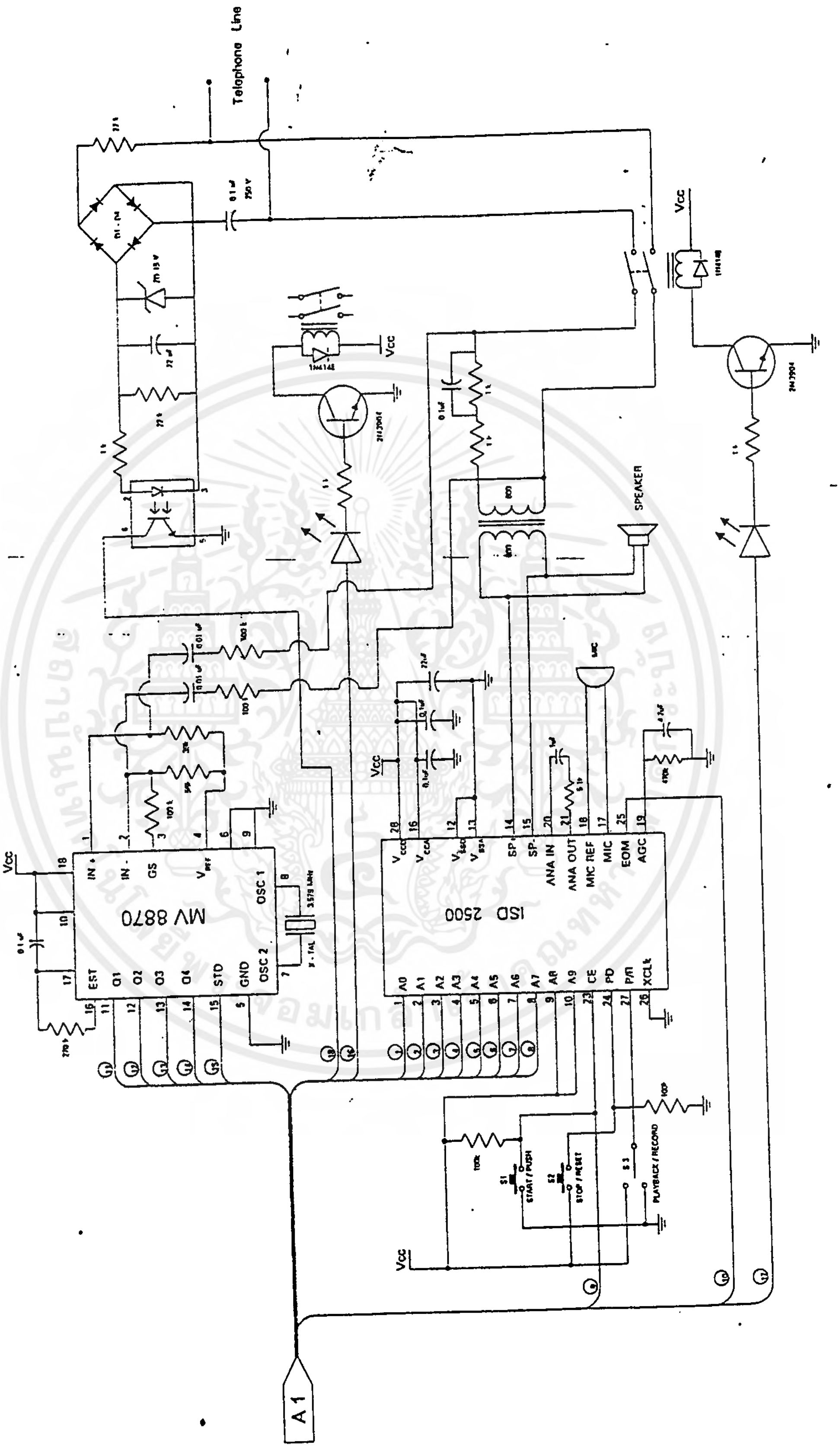
Defined	Symbol Name	Value	
95	A	00B8	92
335	AA	028B	332
395	ADPW	02E8	244
96	B	00BA	94
Pre	BSECT	0000	
2	BUFFER	= 002A	38
			136
5	BUFNO	= 0029	96
162	BUFO	014C	97
4	BUFSD	= 002B	325
104	C	00CC	101
252	CHKPW	0200	71
Pre	CODE	0000	
167	CROS1	0158	165
170	CROS2	0161	168
66	CROS3	0073	64
74	CROS4	0088	72
105	D	00CE	103
Pre	DATA	0000	
193	DELAY	018C	53
			262
208	DELAY1	01A9	30
376	DELAY2	02CD	373
196	DL1	0192	196
195	DL2	0190	197
194	DL3	018E	198
211	DLA	01AF	211
210	DLB	01AD	212
209	DLC	01AB	213
379	DLD	02D3	379
378	DLE	02D1	380
377	DLF	02CF	381
113	E	00E0	110
13	EIGHT	= 0004	159
216	ENTPW	01B6	
114	F	00E2	112
285	FF	023A	279
295	FF1	024A	68
305	FF2	025A	74
315	FF3	026A	66
10	FIVE	= 001F	132
200	FLASH	0199	
9	FOUR	= 0029	123
122	G	00F4	119
123	H	00F6	121
131	I	0108	128
132	J	010A	130
140	K	011C	137
141	L	011E	139
372	L1	02C6	372
361	L2	02B3	364
243	LDPW	01F4	249
350	LL1	02A1	357
287	LL2	023E	292
297	LL3	024E	302
307	LL4	025E	312
341	LL5	0294	344

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

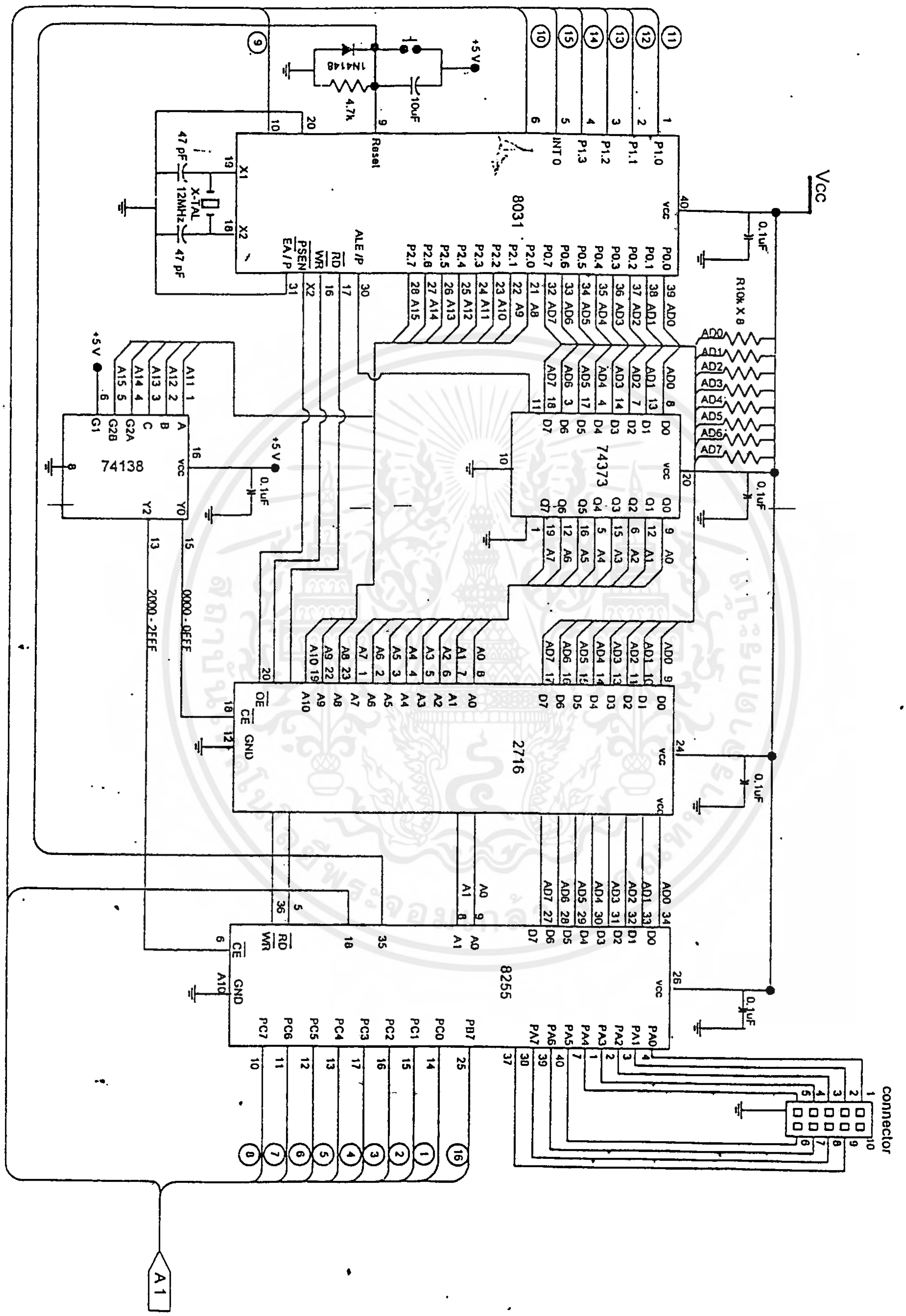
Defined	Symbol Name		Value	
317	LL6		026E	322
241	LODPW		01F0	33
79	LOOP		0091	75
83	LOOP1		009D	83
235	LOOP2		01E4	235
254	LOOP4		0204	254
261	LOOP5		0213	261
279	LOOP6		0234	267
68	LOOP8		0076	51
178	LOOP9		0170	178
225	LOOPB		01CC	225
51	LOOPC		004B	52
55	LOOPE		0057	55
71	LOOPF		007F	69
149	M		0130	146
150	N		0132	148
158	O		0144	155
6	ONE	=	0049	96
159	P		0146	157
228	REPA		01D5	228
219	REPW		01BC	219
172	RESET		0164	153
239	RET1		01EF	224
Pre	RSECT		0000	
88	SET1		00A8	82
99	SET2		00C0	90
108	SET3		00D4	99
117	SET4		00E8	108
126	SET5		00FC	117
135	SET6		0110	126
144	SET7		0124	135
153	SET8		0138	144
12	SEVEN	=	000B	150
11	SIX	=	0016	141
325	SND		027A	167
367	SOU		02BB	290
347	SOUND		029C	
3	STA	=	0024	93
				140
30	START		0020	25
184	STT		017C	27
396	TABLE0		02EC	287
398	TABLE1		02F3	297
399	TABLE2		02F6	307
401	TABLE3		02FD	317
8	THREE	=	0034	114
7	TWO	=	003F	105
390	TX_OFF		02E2	70
384	TX_ON		02DA	65

Lines Assembled : 402 Assembly Errors : 0

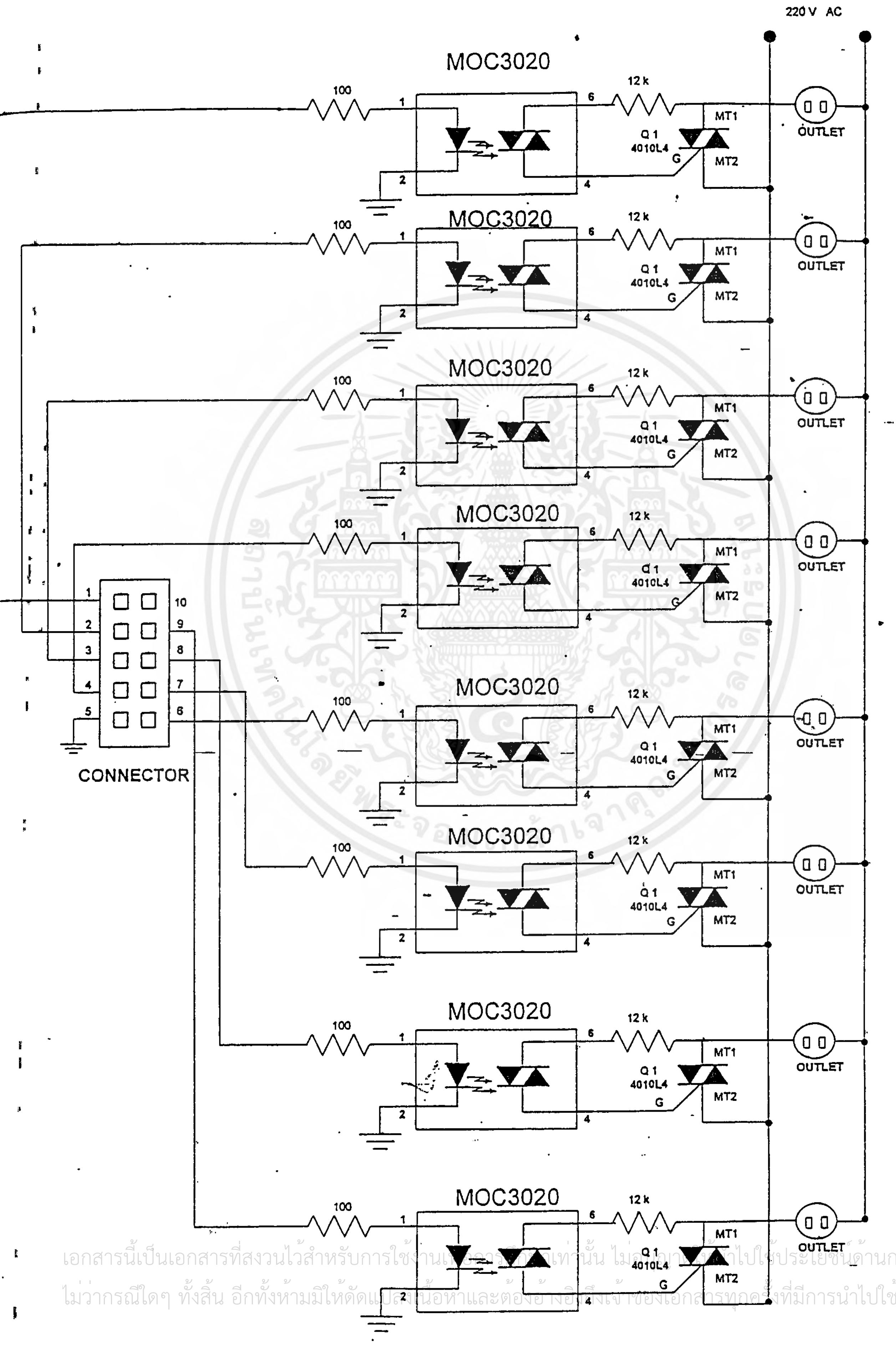
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



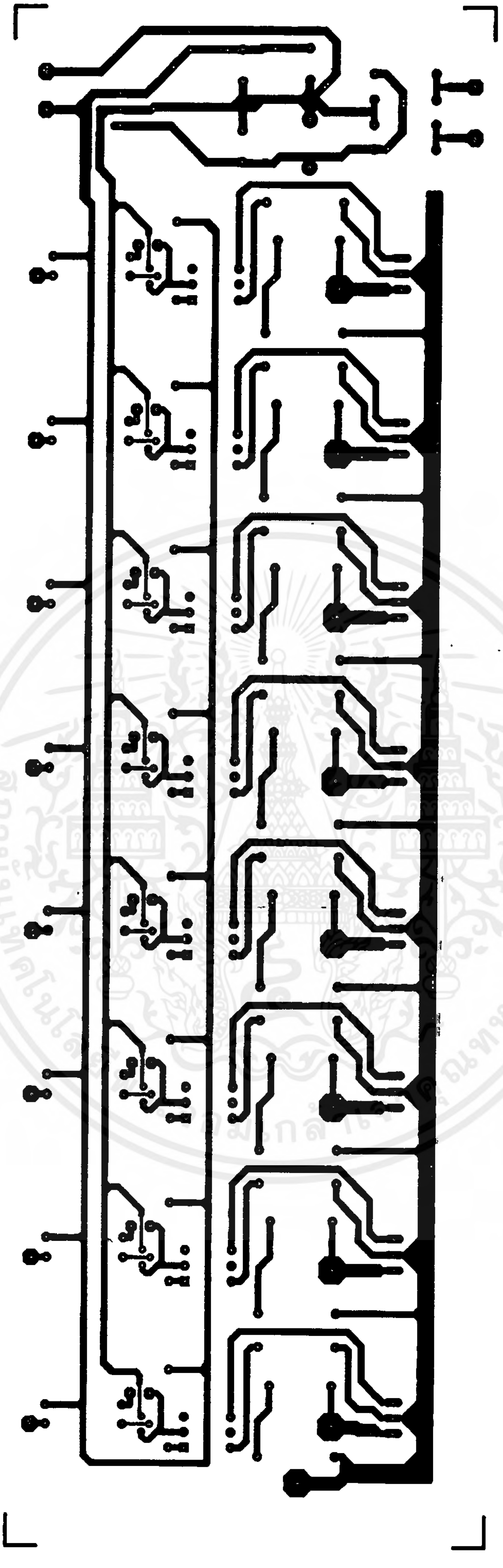
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

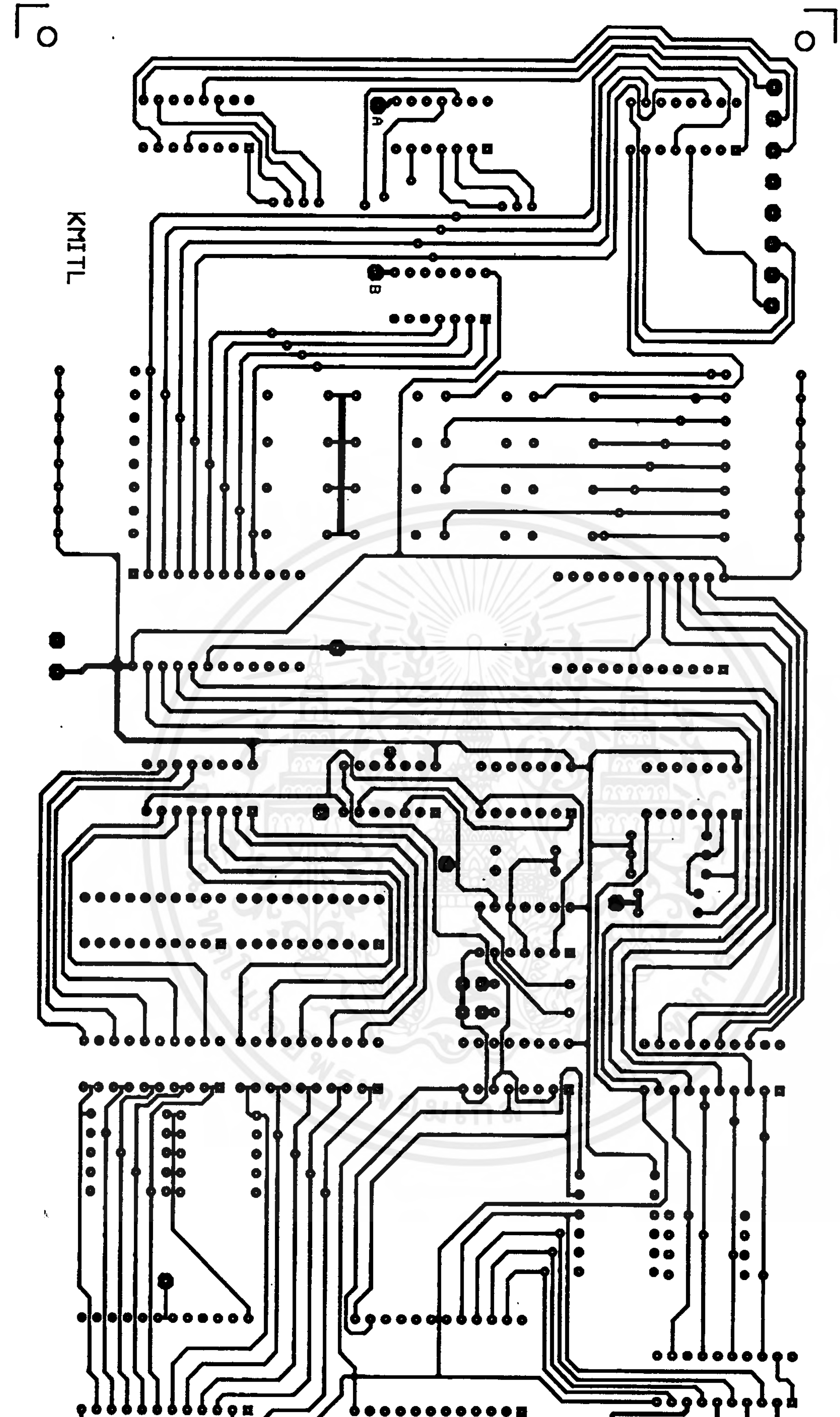


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



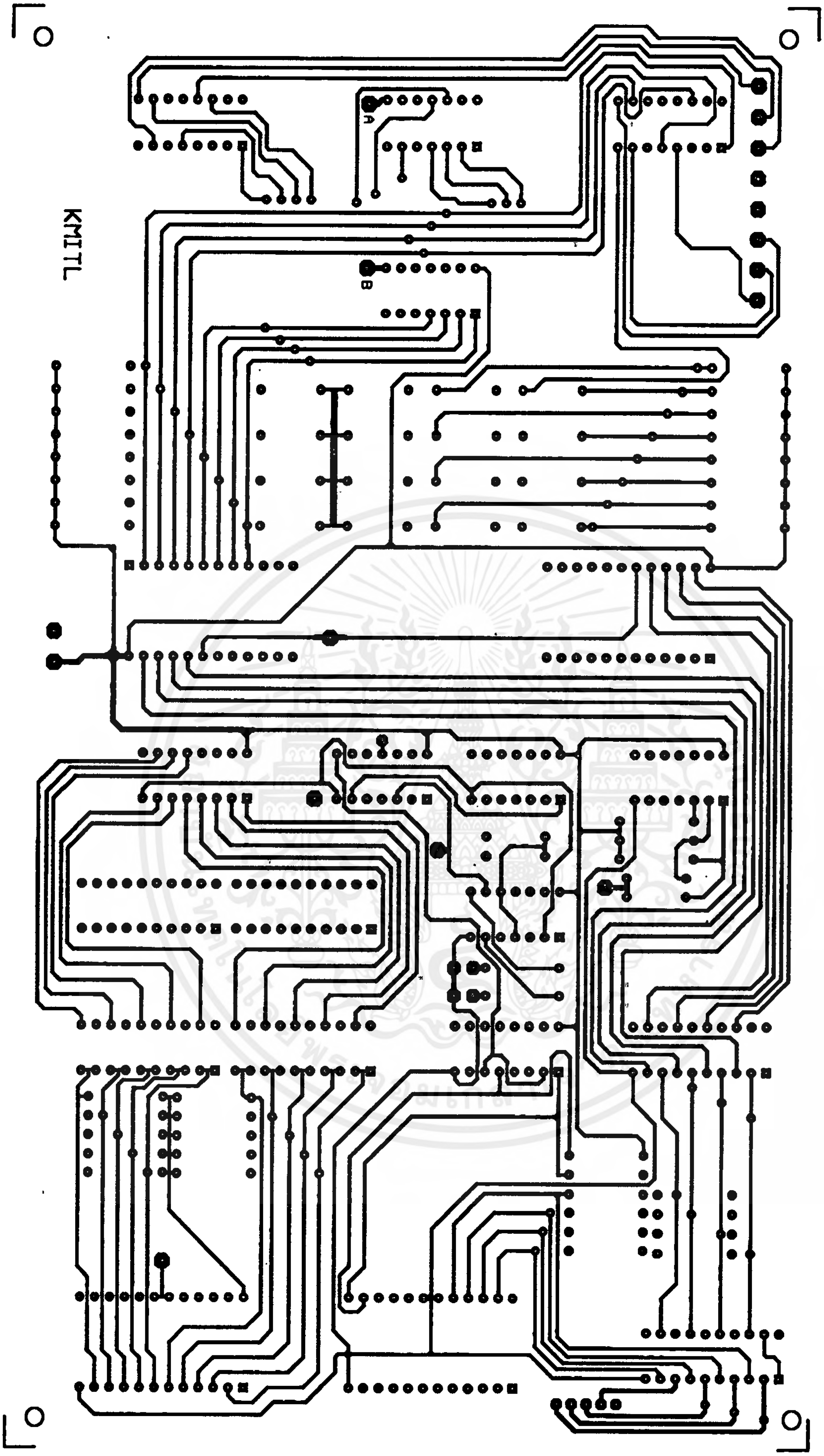
รูปแสดงลายทองแดงของภาค Output Driver และ Power Supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงลายทองแดงด้านล่างของภาค Controller และ ภาค Decode & Encode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงลายทองแดงด้านล่างของภาค **Controller** และ ภาค **Decode & Encode**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้