



ระบบบ้านอัตโนมัติ

HOME AUTOMATION SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบ้านอัตโนมัติ
HOME AUTOMATION SYSTEM



วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2537

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบบ้านอัตโนมัติ.(HOME AUTOMATION SYSTEM)

ผู้จัดทำ

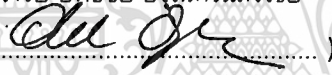
1. นาย จรัญ ไกรมาก รหัส 34101050

2. นาย ตูลาวุฒน์ แจวจเจริญ รหัส 34103123

3. นาย สุรศักดิ์ ผาจำ รหัส 34108455

อาจารย์ อธิธิชัย อรรถศรีแสงไชย

อาจารย์ที่ปรึกษา

()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบ้านอัตโนมัติ

นาย จรรย์ ไกรมาก

นาย ตูลาวัดน์ แจวจเจริญ

นาย สุรศักดิ์ ผาจำ

อาจารย์ อธิติชัย อรุณศรีแสงไชย

ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

ระบบบ้านอัตโนมัติ (Home Automation System) เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมา เพื่ออำนวยความสะดวก สะดวกสบาย, ความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สิน รวมทั้งยังช่วยประหยัดพลังงานได้อีกด้วย โดยในระบบนี้ ได้ประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด จึงอาจกล่าวได้ว่า MCS-51 Controller เป็นหัวใจการทำงานของระบบบ้านอัตโนมัติ ซึ่งการทำงานของระบบจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนควบคุมระบบความปลอดภัย (Security Control) , ส่วนควบคุมการสื่อสารระหว่างเครือข่ายภายนอกและภายในบ้าน (Telecommunication Control) , และส่วนควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า (Power Control) ซึ่งทั้ง 3 ส่วนนี้จะทำงานสอดคล้องกัน โดยส่วน Security Control เป็นส่วนที่ระบบใช้ตรวจจับความผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในบ้าน , ส่วน Telecommunication Control เป็นส่วนควบคุมการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบบ้านอัตโนมัติกับโครงข่ายการสื่อสารแบบต่าง ๆ เพื่อส่งหรือรับ ข้อมูลเข้ามายังระบบบ้านอัตโนมัติ และส่วน Power Control เป็นส่วนควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า และตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ระบบต้องการทราบ โดยควบคุมผ่านทางสายไฟบ้าน (AC Line)

HOME AUTOMATION SYSTEM

CHARAN KRAIMARK

TULAWAT CHAEWCHAROEN

SURASAK PHACHUM

ITTICHAI ARUNSRISANGCHAI ADVISOR

1994

ABSTRACT

Home automation system is the system that developed to facilitate, secure and save the energy for a house. A Single Chip Microcontroller system -51, which is the main component that controlled the whole system. The whole system is divided in to three main parts, there are security control, telecommunication control and power control parts. Security control is a designed to function under the detection of unusal conditions in the house. Telecommunication control part is controled the communication link between home automation system and other network. And the power control part is used for turn on-off and checking the electrical appliances working status, the controlling signals were send through AC line.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทนำ	1
✓ บทที่ 1 โครงสร้างของระบบบ้านอัตโนมัติ	2
บทที่ 2 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล MCS-51	4
โครงสร้างของ MCS-51	5
การจัดหน่วยความจำของ MCS-51	8
สถาปัตยกรรมของ MCS-51	10
การทำงานของ MCS-51	18
✓ บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบส่วนควบคุมระบบความปลอดภัย	22
วงจรตรวจจับทางแสง	22
วงจรตรวจจับก๊าซและควันไฟไหม้	23
วงจรอินฟราเรดรีโมท	27
✓ บทที่ 4 หลักการทำงานและการออกแบบส่วนควบคุมการติดต่อทางโทรศัพท์	31
ส่วนตรวจจับสัญญาณ Ringing Tone	33
ส่วนควบคุมการ ยกหู/วางหู	33
ส่วนตรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone และ Busy Tone	34
ส่วนการถอดรหัสและเข้ารหัสความถี่คู่	35
ส่วน Voice Memory และ Tape Record	43
✓ บทที่ 5 หลักการทำงานและการออกแบบส่วนควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า	49
การทำงานของวงจรเข้ารหัส	50
การทำงานของวงจรมอดูเลเตอร์และไดรเวอร์	53
✓ หลักการทำงานของวงจรชุดตัวรับสัญญาณควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า	56
การทำงานของวงจรถอดรหัส	58
การออกแบบวงจรถอดรหัสและเข้ารหัส	50
การ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า	62
บทที่ 6 หลักการทำงานและการออกแบบส่วนของอุปกรณ์สนับสนุน	67
ส่วนคีย์บอร์ด	67
ส่วนแสดงผล LCD	68
รายละเอียดคำสั่งของ HD 44780	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
บทที่ 7 การทดลองและผลการทดลอง	74
บทที่ 8 สรุปผลการทดลอง บทวิจารณ์ และแนวทางในการพัฒนาต่อ	77
ภาคผนวก	79
กิตติกรรมประกาศ	89
หนังสืออ้างอิง	90



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ในปัจจุบันมีผู้คนจำนวนมากต้องออกไปทำงานนอกบ้าน ดังนั้นความสะดวกสบายในหลายๆ ด้าน จึงเป็นสิ่งที่บุคคลเหล่านี้ต้องการ ดังนั้น ระบบบ้านอัตโนมัติ (Home Automation System) จึงถูกคิดค้น ขึ้นมา เพื่อจุดประสงค์ดังต่อไปนี้ คือ

1. เพื่ออำนวยความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้
2. เพื่อสร้างความปลอดภัยภายในบ้านของผู้ใช้ทั้งชีวิตและทรัพย์สิน
3. เพื่อประหยัดพลังงานที่ต้องสูญเสียไปโดยไม่จำเป็น

ระบบบ้านอัตโนมัติ (Home Automation System) ได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล MCS-51 มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งในระบบบ้านอัตโนมัตินี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนควบคุมระบบความปลอดภัย (Security control) ,ส่วนควบคุมการสื่อสารระหว่างเครือข่ายภายนอกและภายในบ้าน (Telecommunication Control) และส่วนควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า (Power Control) นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์สนับสนุนอีก 2 ส่วน คือ คีย์บอร์ด (Key Board) และส่วนแสดงผล (LCD Display)

ในปริญาานิพนธ์เล่มนี้ได้จัดเนื้อหาแยกออกเป็นบทๆ คือ ในบทที่ 1 ได้กล่าวถึงโครงสร้างของระบบบ้านอัตโนมัติ บทที่ 2 กล่าวถึงสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล MCS-51 บทที่ 3 กล่าวถึงหลักการทำงานและการออกแบบส่วนควบคุมระบบความปลอดภัย บทที่ 4 กล่าวถึงหลักการทำงานและการออกแบบส่วนควบคุมการสื่อสารระหว่างภายนอกและภายในบ้าน บทที่ 5 กล่าวถึงหลักการทำงานและการออกแบบส่วนควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า บทที่ 6 กล่าวถึงหลักการทำงานและการออกแบบส่วนอุปกรณ์สนับสนุน ส่วนในบทที่ 7 ได้กล่าวถึงการทดลองและผลของการทดลอง และในบทที่ 8 เป็นการสรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

บทที่ 1

โครงสร้างของระบบบ้านอัตโนมัติ

Home Automation System Structural

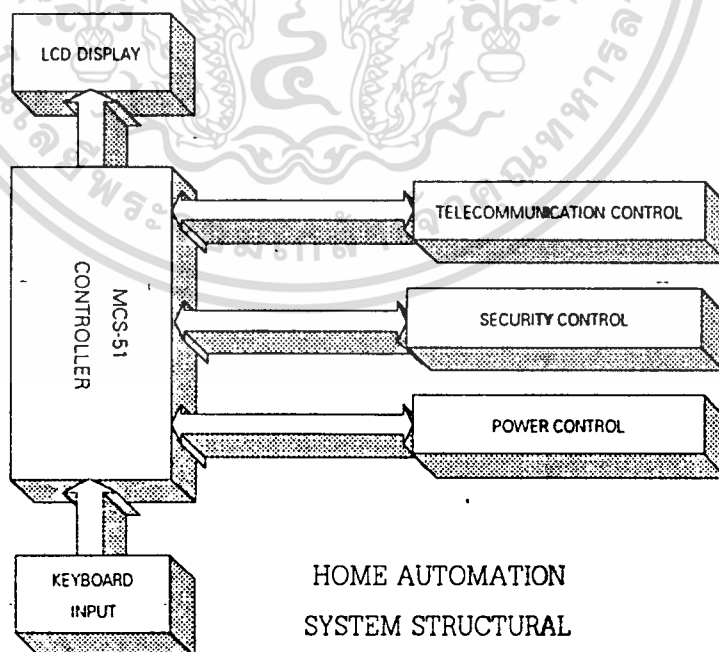
ระบบบ้านอัตโนมัติ (Home Automation System) ที่ได้พัฒนาขึ้นในปริญญาณิพนธ์เล่มนี้ ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

1. ส่วนควบคุมระบบความปลอดภัย (Security Control) เป็นส่วนที่สร้างข้อมูลที่ได้รับจากตัว Sensor ต่างๆ ภายในบ้าน และจะส่งข้อมูลไปให้ส่วนประมวลผลกลาง ทำการตรวจสอบเงื่อนไขและปฏิบัติงานต่อไป

2. ส่วนควบคุมการสื่อสารระหว่างเครือข่ายภายนอกกับภายในบ้าน (Telecommunication Control) เป็นส่วนที่รับคำสั่งจากโทรศัพท์เมื่อมีการสั่งงานผ่านทางโทรศัพท์ และส่งข้อมูลไปให้ส่วนประมวลผลกลาง ทำการตรวจสอบเงื่อนไขและปฏิบัติงานต่อไป อีกทั้งทำหน้าที่ในการโทรออกอัตโนมัติ ตามคำสั่งที่ส่วนประมวลผลกลางสั่งมา

3. ส่วนควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า (Power Control) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้าตามคำสั่งที่ส่วนประมวลผลกลางสั่งมา

การทำงานของทั้ง 3 ส่วนดังกล่าว ถูกควบคุมโดยส่วนประมวลผลกลาง (CPU) ซึ่งใช้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นหัวใจหลักของระบบ ซึ่งแสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบบ้านอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากส่วนประกอบหลักทั้ง 3 ส่วนแล้ว ในระบบบ้านอัตโนมัติยังมีอุปกรณ์สนับสนุนอีก 2 ส่วน เพื่อให้ระบบบ้านอัตโนมัติสมบูรณ์มากขึ้น ดังที่ได้แสดงไว้ในบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 1.1 ซึ่งอุปกรณ์สนับสนุน 2 ส่วนนี้ได้แก่

1. ส่วนคีย์บอร์ด (Key Board) เป็นส่วนที่ใช้ในการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโปรแกรมต่างๆ ตามที่ได้เขียนไว้แล้ว เช่น User Program ,Password ,เปลี่ยนแปลงเบอร์โทรศัพท์ในการโทรออก และการตั้งเวลาใหม่ นอกจากนี้แล้วส่วนคีย์บอร์ดยังสามารถทำการสั่งงาน เปิด-ปิด หรือตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้เช่นเดียวกับการสั่งงานทางโทรศัพท์

2. ส่วนแสดงผล (LCD Display) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการแสดงผลการทำงานเมื่อมีการสั่งงานทางคีย์บอร์ด โดยในสภาวะปกติจะทำหน้าที่แสดงเวลาปัจจุบัน

คุณสมบัติการทำงานของระบบบ้านอัตโนมัติ (Home Automation System)

1. มีตัวตรวจจับ (Sensor) ความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในบ้าน กล่าวคือ จะตรวจจับ ก๊าซ ,ควัน ,ขโมยและสัญญาณผิดปกติต่างๆที่เกิดขึ้นภายในบ้าน

2. มีระบบเรียกสายออกโดยอัตโนมัติ เพื่อแจ้งให้เจ้าของบ้านหรือแจ้งไปยังสถานีตำรวจหรือสถานีดับเพลิงทราบ เมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติภายในบ้าน

3. มีระบบการสั่งงานทางโทรศัพท์ เพื่อควบคุมการ เปิด-ปิด หรือตรวจสอบสถานะ ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่อยู่ภายในบ้าน

4. สามารถตั้งเวลาการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ได้ตามต้องการ

5. การควบคุม กระทำได้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็กลางวันหรือกลางคืน

สำหรับรายละเอียดของหลักการทำงานและการออกแบบของส่วนต่างๆ จะกล่าวถึงในบทต่อไป

บทที่ 2

สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล MCS-51

Single Chip Microcontroller system MCS-51 family Architectural

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว (Single Chip Microcontroller) คือไมโครคอมพิวเตอร์แบบที่มีขนาดเล็กโดยบรรจุไว้ในแผงวงจรรวม (Integrated Circuit) เพียงชิพเดี่ยวเหมาะสำหรับงานควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ แบบอัตโนมัติ เพราะผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้ตามที่ต้องการ ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล MCS-51 อันได้แก่เบอร์ 8031 8032 8051 และ 8052 ซึ่งมีโครงสร้างและชุดคำสั่งแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยดังตารางในรูปที่ 2.1

Device	ROMless Version	EPROM Version	ROM Bytes	RAM Bytes	8-Bit I/O Ports	16-Bit Timer/Counters	Programmable Counter Array (PCA)	UART	Serial Expansion Port (SEP)	Global Serial Channel (GSC)	DMA Channels	A/D Channels	Interrupt Sources/Vectors	Power Down and Idle Modes
8051	8031	—	4K	256	4	2	—	✓	—	—	—	—	5/5	—
8051AH	8031AH	8751H 8751BH	4K	128	4	2	—	✓	—	—	—	—	5/5	—
8052AH	8032AH	8752BH	8K	256	4	3	—	✓	—	—	—	—	8/6	—
80C51BH	80C31BH	87C51	4K	256	4	2	—	✓	—	—	—	—	5/5	✓
90C52	80C32	—	8K	256	4	3	—	✓	—	—	—	—	8/6	✓
83C51FA	80C51FA	87C51FA	8K	256	4	3	—	✓	—	—	—	—	14/7	✓
83C51FB	80C51FA	87C51FB	16K	256	4	3	—	✓	—	—	—	—	14/7	✓
83C152JA	80C152JA	—	1K	256	5	2	—	✓	—	—	2	—	19/11	✓
—	80C152JB	—	—	256	7	2	—	✓	—	—	2	—	19/11	✓
83C152JG	80C152JC	—	8K	256	5	2	—	✓	—	—	2	—	19/11	✓
—	80C152JD	—	—	256	7	2	—	✓	—	—	2	—	19/11	✓
83C452	80C452	87C452P1	8K	256	5	2	—	✓	—	—	—	—	9/6	✓

รูปที่ 2.1 ตารางของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวในตระกูล MCS-51

จากตารางในรูปที่ 2.1 แต่ละคอลัมน์จะบอกถึงคุณสมบัติหรือโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ในตระกูล MCS-51 เช่นมี ROM หรือ RAM ภายในเท่าใด ถ้าเป็นรุ่นที่ไม่มี ROM อยู่ภายในจะเป็นเบอร์อะไร หรือถ้าเป็นรุ่นที่มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมเป็นแบบ EPROM จะเป็นเบอร์อะไร เช่นในบรรทัดแรกจะบอกว่า 8051 มี ROM อยู่ภายในขนาด 4 กิโลไบต์ แต่ถ้าเป็นเบอร์ 8031 จะไม่มี ROM ขนาด 4 กิโลไบต์อยู่ภายใน นอกจากนี้ในตารางยังจะบอกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้นมีพอร์ตสำหรับอ่านเขียนข้อมูลขนาด 8 บิตอยู่ที่ชุด (8 Bit I/O Port) มี Timer/Counters ขนาด 16 บิตที่ชุด (16 Bit Timer/Counters) และยังบอกถึงคุณสมบัติอื่นๆ อีก ทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งานได้อย่างดีที่สุด

MCS-51 ผลิตโดยบริษัท Intel มีการทำงานเป็นแบบ 8 บิต หมายความว่าส่วนที่ทำหน้าที่ในการคำนวณ (Arithmetic Logic Unit ,ALU) จะทำงานสูงสุดที่ละ 8 บิต

MCS-51 มีข้อดีดังนี้

- สามารถนำเอาข้อมูลมา AND,OR หรือทำ Complement ทั้งแบบที่ละ 8 บิต และ 1 บิต

- สามารถใช้กับหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม (Program Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บชุดคำสั่งที่จะให้ MCS-51 ทำงาน ได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ (Kilobyte) (64X1024 byte) ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้มาก

- สามารถต่อกับหน่วยความจำสำหรับข้อมูล (Data Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลในระหว่างการทำงานของโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

- ใน 8051 และ 8751 มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมจำนวน 4 กิโลไบต์ (ใน 8052 และ 8752 มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมจำนวน 8 กิโลไบต์) อยู่ภายในวงจรรวมทำให้ไม่ต้องต่อหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก ระบบทั้งหมดจึงมีขนาดเล็กและสัญญาณรบกวนจากภายนอกจะทำให้ MCS-51 ทำงานผิดพลาดได้ยาก

- มีพอร์ทแบบขนาน (Parallel Port) สำหรับข้อมูลเข้าและออกจำนวน 32 บิต ที่ข้อมูลแต่ละบิตเป็นอิสระต่อกัน

- มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต 2 ชุด (8032,8052 มี 3 ชุด) ที่ทำงานในโหมดต่างๆ ได้ถึง 4 โหมด

- มี Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) สำหรับรับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial) แบบ Full duplex ที่สามารถเลือกแบบการรับ-ส่งข้อมูลได้ 4 แบบ

- มีแหล่งกำเนิดสัญญาณขอขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม (Interrupt Request Signal) 6 แหล่ง ซึ่งสามารถกระโดดไปทำงานตอบสนองการขัดจังหวะ (Interrupt Service Routine) ได้ต่างๆ กัน 5 ตำแหน่ง

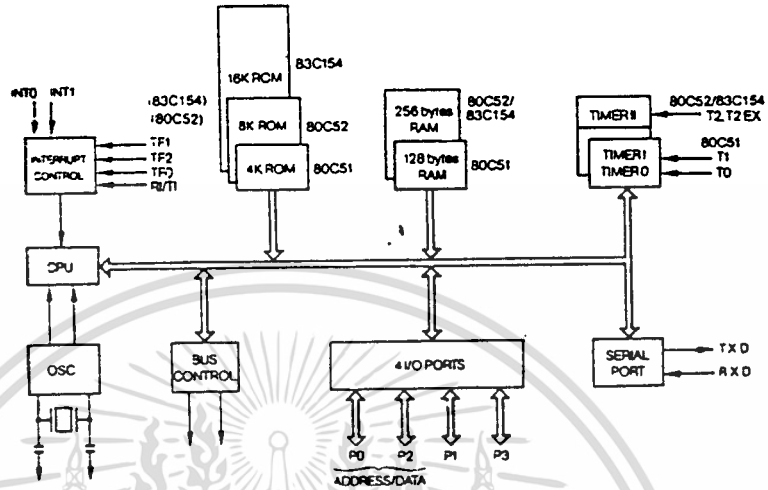
- สามารถเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมดของ Idle และ Power Down ซึ่งจะประหยัดการใช้กำลังไฟในการทำงาน

ซึ่งจากข้อดีดังกล่าว จึงทำให้ MCS-51 เป็นที่นิยมนำมาใช้ควบคุมระบบอัตโนมัติมากคุณสมบัติดังกล่าวบรรจุไว้ในวงจรรวมเดียว (Single Chip) ขนาด 40 ขา ดังนั้นจึงสามารถออกแบบให้ระบบทั้งหมดมีขนาดเล็ก และการที่ทั้งหมดอยู่ภายในวงจรรวมเดียวจึงทำให้การตรวจสอบหาข้อผิดพลาดในระบบได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน รวมทั้งลดปัญหาเรื่องการที่มีสัญญาณรบกวนในระบบจนทำให้การทำงานผิดพลาดไป แต่การที่จะนำเอา MCS-51 มาใช้งานได้จำเป็นที่จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของ MCS-51 เสียก่อน แล้วจึงจะเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของ MCS-51 ให้เป็นไปตามต้องการ

โครงสร้างของ MCS-51

ภายใน MCS-51 จะประกอบด้วย Gate ต่างๆ เช่น AND ,OR ,NOT ซึ่ง Gate เหล่านี้จะถูกนำมาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ กัน เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง (Instruction Decoder) ,วงจรสร้าง

สัญญาณนาฬิกา (Clock Signal Generator) โครงสร้างภายในของ MCS-51 จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ ดังไดอะแกรมในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ไดอะแกรมโครงสร้างของ MCS-51

ไดอะแกรมในรูปที่ 2.2 เป็นโครงสร้างใหญ่ๆ ของ MCS-51 เนื่องจากลักษณะของ MCS-51 เป็นคอมพิวเตอร์จึงประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ

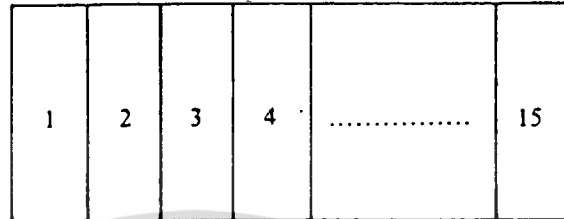
ส่วนที่ 1 ตัวประมวลผลกลาง หรือ CPU (Central Processing Unit) ส่วนนี้จะมีส่วนที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์สำหรับรับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออกจากตัว MCS-51 ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ (Interrupt Control) และส่วนควบคุมบัส (Bus Control) ก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุม ด้วยการสร้างสัญญาณควบคุมจากตัวประมวลผล (CPU) นี้จะทำการสร้างสัญญาณ โดยการถอดรหัสจากคำสั่ง (Instruction) ตามที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรถอดสลิเลเตอร์เพื่อให้แก่วงจรต่างๆ ส่วนทำงานประสานกัน (Synchronize) ได้อย่างถูกต้อง

ในส่วนตัวประมวลผลกลาง (CPU) นี้ยังประกอบด้วยส่วนย่อยอีกส่วนที่เรียกว่า ส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Logic Unit) ส่วนนี้จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเช่น การบวก,ลบ,คูณหรือการหาร ข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์หรือหน่วยความจำที่ต้องการ

ส่วนที่ 2 หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจัดจำข้อมูล ถ้าจะให้เห็นภาพพจน์ของหน่วยความจำได้ดีก็คือ หน่วยความจำเปรียบเหมือนกล่องเก็บเอกสารจำนวนมากที่นำมาต่อเรียงกันไว้ แต่ละกล่องก็มีเอกสาร 1 แผ่นดังรูปที่ 2.3 มีกล่องเอกสารทั้งหมด 15 กล่อง ถ้าต้องการเอาเอกสารจากกล่องใด หรือเอาเอกสารไปเก็บที่กล่องใด จะต้องรู้หมายเลขของกล่องข้อมูลเสียก่อน ซึ่งถ้าเป็นหน่วยความจำแล้วหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของกล่องก็คือตำแหน่งของหน่วยความจำหรือแอดเดรส (Address) นั่นเอง การที่นำเอาข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า "การเขียน (Write) ข้อมูล" และการนำเอาข้อมูลออกจากหน่วยความจำจะเรียกว่า "การอ่าน (Read) ข้อมูล" ซึ่งในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะเก็บข้อมูลได้เพียงค่าเดียวเท่านั้น



รูปที่ 2.3 ภาพเสมือนของหน่วยความจำ

ในไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไปรวมทั้ง MCS-51 นั้นข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะมีค่าได้ 8 หลักของเลขฐาน 2 (8 บิตเท่ากับ 1 ไบท์) ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 0 ถึง 255 (00000000 ถึง 11111111 ในเลขฐาน 2) แต่จำนวนตำแหน่งที่จะเก็บข้อมูลได้นั้น ขึ้นอยู่กับไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละเบอร์ การติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่มคือ

1. แอดเดรส (Address) หรือค่าตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ใน MCS-51 จะติดต่อกับหน่วยความจำประเภท Program Memory หรือ Data Memory ได้สูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่งในเลขฐาน 2 ทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ $64 \times 1024 = 65536$)

2. ข้อมูลที่จะอ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำที่ตำแหน่งในข้อ 1

3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ ซึ่งบอกกับหน่วยความจำที่ต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล

สัญญาณเหล่านี้จะถูกควบคุมภายใน MCS-51 สร้างมาจากวงจรถอดรหัสของคำสั่งที่ MCS-51 อ่านจากหน่วยความจำ Program Memory เข้าไปทำงานนั่นเอง ในรูปที่ 2.2 หน่วยความจำได้แก่ 4K ROM และ 128 Byte RAM ซึ่งขนาดของหน่วยความจำนี้มีขนาดต่างๆ กันตามเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนที่ 3 อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต (Input/Output Device) เป็นส่วนที่จะส่งข้อมูลเข้าหรือออกจาก MCS-51 ทำให้ MCS-51 ติดต่อกับภายนอกได้ ดังในไดอะแกรมในรูปที่ 2.2 อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้แก่ 4 I/O Port ,Timer 0 ,Timer 1 ,Serial Port การทำงานของแต่ละส่วนมีดังนี้

1. 4 I/O Port คำว่าพอร์ทหมายถึงจุดที่จะติดต่อกับส่วนที่อยู่ภายนอก 4 I/O Port ของ MCS-51 เป็นที่ใช้สำหรับรับ-ส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ท P0 ,P1 ,P2 และ P3 บางพอร์ทจะใช้ทำงานมากกว่า 1 อย่างก็ได้เช่น พอร์ท P0 และ P2 จะใช้สำหรับการส่งค่าตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อและพอร์ท P0 จะใช้รับส่งข้อมูลเมื่อติดต่อกับหน่วยความจำได้ด้วย แต่สิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นที่เวลาเดียวกัน แต่จะใช้วิธีทำงานตามลำดับโดยควบคุมจากสัญญาณควบคุม (Control) ที่ถอดรหัสมาจากแต่ละคำสั่งที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานนั่นเอง และสัญญาณทั้งหมดจะอ้างอิงกับจากสัญญาณนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Timer 0 และ Timer 1 เป็นวงจรมีหน้าที่สามารถกำหนดให้ทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอก MCS-51 หรือจำนวนไซเคิลของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 ก็ได้ค่าจากการนับจะถูกอ่านหรือตั้งค่าเริ่มต้นของการนับได้โดยตัวประมวลผลกลาง (CPU)

3. Serial Port หรือพอร์ทอนุกรม ตัวประมวลผลกลาง (CPU) จะอ่านและเขียนข้อมูลกับ Serial Port เป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตจากขา TXD และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ตัวประมวลผลกลาง (CPU) อ่านไปใช้งานต่อไป

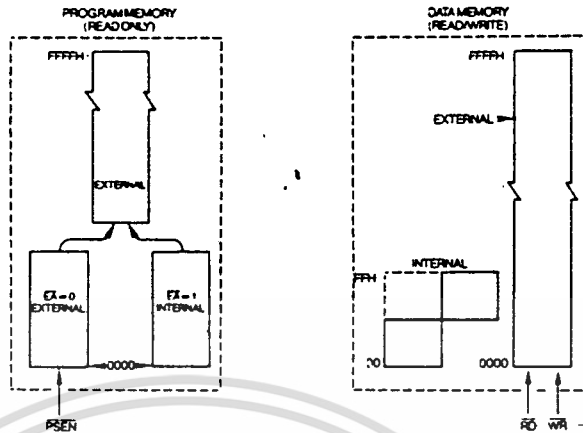
MCS-51 มีพอร์ทไว้ให้ใช้งานได้หลายแบบ ทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ มากมาย การจะนำพอร์ทเหล่านี้ไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

การจัดการหน่วยความจำของ MCS-51

หน่วยความจำของ MCS-51 แบ่งออกได้เป็น 2 แบบของลักษณะการใช้งานคือ

1. Program Memory เป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บคำสั่งในรูปรหัสภาษาเครื่อง (Machine Language) ที่ต้องการให้ MCS-51 ทำงาน เมื่อ MCS-51 ทำงานก็จะอ่านข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำประเภทนี้เข้าไปถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่นๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้น หน่วยความจำแบบนี้จะต้องเป็นแบบ Read Only Memory (ROM) และผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นรหัสภาษาเครื่องของ MCS-51 ตามลำดับการทำงานที่ต้องการ (หน่วยความจำแบบ ROM เป็นแบบ Non volatile ซึ่งเมื่อปิดไฟแล้วข้อมูลก็ไม่มีการสูญหาย) การเขียนข้อมูลลงไปใน ROM จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ในระหว่างการทำงานของ MCS-51 ผู้ใช้จะไม่สามารถใช้คำสั่งทำการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำแบบนี้ได้ จำนวนตำแหน่งสูงสุดของหน่วยความจำแบบนี้ที่ MCS-51 จะใช้งานได้ 65536 ตำแหน่ง ค่าของตำแหน่ง (Address) จะเขียนเป็นเลขฐาน 16 ได้ตั้งแต่ 0000H ถึง FFFFH หน่วยความจำตั้งแต่ตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH จำนวน 4 กิโลบิต นั้นผู้ใช้จะเลือกได้ว่าเป็นตำแหน่งของ ROM ที่อยู่ภายในหรือภายนอก MCS-51 เบอร์ 8051 (ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ เช่น 8052 จะมีขนาดของ ROM ส่วนนี้ถึง 8 กิโลบิต ตำแหน่ง 0000H ถึง 1FFFH) ดังนั้นถ้าต้องการให้ MCS-51 เบอร์ 8051 ทำงานตามคำสั่งที่เก็บไว้ใน ROM ภายใน MCS-51 เบอร์ 8051 ให้ป้อนสัญญาณลอจิก High (1) เข้าที่ขา EA ของ MCS-51 เบอร์ 8051 แต่ถ้าต้องการให้ทำงานในโปรแกรมที่เก็บไว้ใน ROM ภายนอก MCS-51 เบอร์ 8051 ก็ให้ป้อนสัญญาณลอจิก Low (0) เข้าที่ขา EA ของ MCS-51 เบอร์ 8051 ส่วนหน่วยความจำที่ตำแหน่ง 1FFFH ถึง FFFFH จะต้องต่ออยู่ภายนอก MCS-51 เบอร์ 8051 เสมอดังแสดงในแผนภูมิหน่วยความจำ (Memory Map) ดังในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แผนภูมิหน่วยความจำของ MCS-51 เบอร์ 8051

Internal Memory หมายถึงหน่วยความจำที่นอญภายใน MCS-51 ส่วน External Memory หมายถึงหน่วยความจำที่นอญภายนอก MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 ,8051 และ 8751 นั้น โดยโครงสร้างและรหัสคำสั่งจะเหมือนกันทุกประการแตกต่างกันที่

- 8031 จะไม่มี ROM ขนาด 4 กิโลไบต์ที่อยู่ภายใน ผู้ใช้จะต้องเลือกการใช้งาน Program Memory อยู่นอกวงจรรวมทั้งหมด 64 กิโลไบต์

- 8051 จะมี ROM ขนาด 4 กิโลไบต์ที่อยู่ภายใน ถ้าต้องการเก็บคำสั่งควบคุมการทำงานไว้ในหน่วยความจำส่วนนี้ จะต้องส่งโปรแกรมคำสั่งไปให้โรงงานผู้ผลิตทำการเขียนใส่ใน ROM ให้ตั้งแต่ในขั้นตอนของการผลิตจรรวม ผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขโปรแกรมใช้เองได้ ถ้าจะนำมาใช้งานโดยเก็บโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำช่วง 4 กิโลไบต์แรกอยู่นอกก็ยังสามารถทำได้ โดยการต่อ ROM ไว้ภายนอก แล้วต่อขา EA ของ 8051 ไว้กับสัญญาณที่มีสภาวะลอจิกเป็น 0

- 8751 จะมี หน่วยความจำขนาด 4 กิโลไบต์เป็นแบบ EPROM (Erasable Program Read Only Memory) อยู่นอกวงจรรวมเอาไว้ใช้เก็บโปรแกรมคำสั่งที่จะให้ 8751 ทำงาน ผู้ใช้สามารถเขียนคำสั่งลงไป ใน EPROM ได้เองโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่าเครื่องโปรแกรม EPROM (EPROM Programmer) และผู้ใช้สามารถแก้ไขโปรแกรมที่อยู่นอกใน EPROM ได้ โดยการล้างข้อมูลในทุกตำแหน่งของ EPROM นั้นออกด้วยการฉายแสงอุลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) ผ่านกระจกใสในวงจรรวมเข้าไปยังวงจรรวมภายใน ตามเวลาที่กำหนดไว้ จากนั้นก็ใช้เครื่องโปรแกรม EPROM เขียนโปรแกรมลงไปใหม่ 8751 นี้จะสะดวกมากสำหรับการพัฒนาโปรแกรม

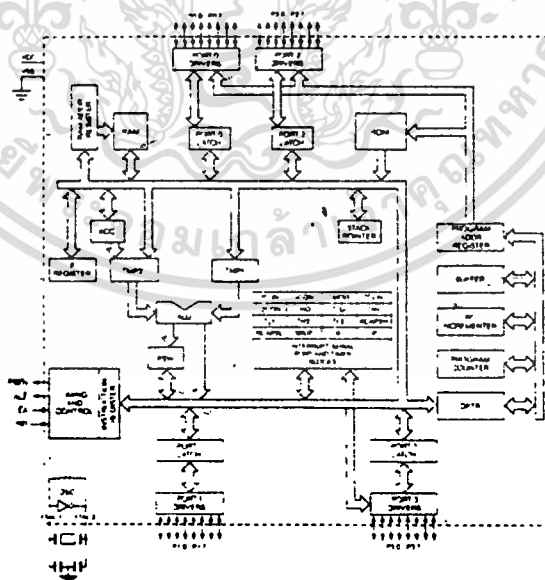
2. Data Memory เป็นหน่วยความจำที่ MCS-51 จะใช้สำหรับพัก เก็บข้อมูล แล้วเรียกมาใช้ใหม่ ในระหว่างการทำงานของ MCS-51 การอ่านหรือเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำ จะกระทำโดยคำสั่งที่เก็บไว้ใน Program Memory หน่วยความจำประเภทนี้เป็นแบบ Random Access Memory (RAM) ถ้ามีไฟเลี้ยง

อยู่ข้อมูลที่เก็บไว้จะไม่สูญหาย แต่ถ้าปิดเครื่องหรือไม่จ่ายไฟให้แก่ RAM แล้ว ข้อมูลใน RAM ก็จะถูกสูญหายไป การสูญหายของข้อมูลไม่ได้หมายความว่าไม่มีอะไรอยู่เลย แต่เป็นการที่ข้อมูลใหม่ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลที่เก็บไว้เดิมเข้ามาอยู่แทนที่ เช่นเดิมเก็บข้อมูล 18H ไว้ที่ตำแหน่ง 1900H เมื่อเปิดไฟแล้วเปิดใหม่ ข้อมูลที่ตำแหน่ง 1900H จะไม่ใช่ 18H อาจเป็นค่าอะไรก็ได้ ซึ่งเรียกการเกิดลักษณะนี้ว่าข้อมูลสูญหายไป หน่วยความจำแบบ Data Memory ของ MCS-51 จะมีอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งอยู่ภายใน MCS-51 (เบอร์ 8051 มีจำนวน 128 ไบท์ ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH ,เบอร์ 8052 จะมี 256 ไบท์อยู่ที่ตำแหน่ง 00H ถึง FFH) และอีกชุดหนึ่งจะต้องอยู่ภายนอกวงจรรวม MCS-51 มีได้สูงถึง 65536 ไบท์ (64 กิโลไบท์) อยู่ที่ตำแหน่ง 0000H ถึง FFFFFH ดังแสดงในรูปที่ 2.4 หน่วยความจำแบบ Data Memory ภายใน MCS-51 เบอร์ 8051 ที่ตำแหน่ง 80H ถึง FFH นั้นไม่ได้มีอยู่ทุกตำแหน่ง จะมีเฉพาะในบางตำแหน่ง ซึ่งเรียกหน่วยความจำบางตำแหน่งเหล่านี้ว่า Special Function Register (SFR) เพราะจะใช้หน่วยความจำเหล่านี้สำหรับงานพิเศษเท่านั้น

สถาปัตยกรรมของ MCS-51

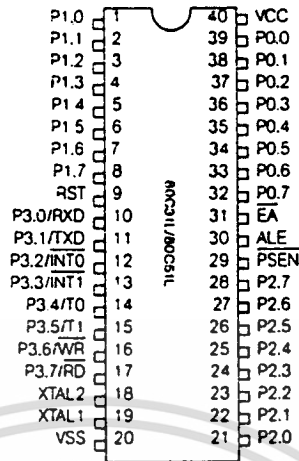
ส่วนประกอบของ MCS-51 ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ซึ่งจะอธิบายถึงส่วนย่อยๆ ภายในของ MCS-51 เพียงชีพเดียว และสัญญาณภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขา (pin) ของ MCS-51 ที่มีอยู่ 40 ขา ดังรูปที่

2.6



รูปที่ 2.5 สถาปัตยกรรมภายในของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 โค้ดแกรมขาของ MCS-51 แบบ DIP

MCS-51 ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่บรรจุอยู่ในวงจรรวมแบบ Dual Inline Package (DIP) ซึ่งแต่ ละข้างของ MCS-51 มีขาอยู่ข้างละ 20 ขารวมทั้งหมด 40 ขานั้นจะใช้งานต่างๆ กันดังนี้คือ

Vcc

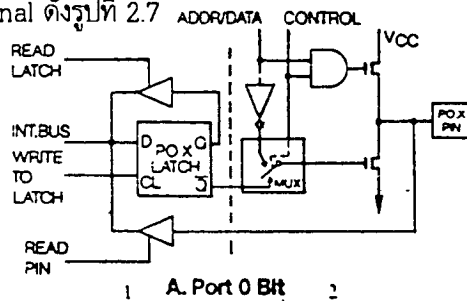
ขา 40 เป็นขาที่ต้องป้อนไฟเลี้ยง +5 โวลท์ เข้าไปเพื่อให้วงจรรวมทำงานได้ ระดับโวลเตจของลอจิก 0 และ 1 ของ MCS-51 จึงต่อเข้ากับอุปกรณ์ลอจิกแบบ TTL ได้โดยตรง

Vss

ขา 20 เป็นขาที่ต้องต่อกับกราวด์ (Ground) ของแหล่งจ่ายไฟ การต่ออุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องมี กราวด์ของอุปกรณ์ต่อเข้าด้วยกัน

Port 0

เป็นพอร์ทขนานขนาด 8 บิต อยู่ที่ขา 39 ถึง 32 เริ่มจากบิต 0 ถึงบิต 7 ตามลำดับดังรูปที่ 2.6 แต่ ละขาจะเขียนว่า P0.0 ,P0.1 ,P0.2.....,P0.7 นั้น P0.7 หมายถึงบิต 7 ของพอร์ท 0 ซึ่งเป็นบิตที่มีนัยสำคัญ สูงสุด (Most Significant) และ P0.0 คือบิต 0 ของพอร์ท 0 เป็นบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (Least Significant) พอร์ท 0 นี้ใช้ได้ทั้งการรับ-ส่งตำแหน่งและข้อมูลกับหน่วยความจำหรือใช้เป็นพอร์ทรับ-ส่ง ข้อมูลก็ได้ ข้อมูลที่ส่งออกจากพอร์ท 0 จะถูก Latch ไว้ที่ขาของพอร์ท โครงสร้างแต่ละบิตของพอร์ท 0 เป็น แบบ Open Drain Bidirectional ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของพอร์ท 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.7 เมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 2.5 ส่วนที่ 1 ของรูปที่ 2.7 ก็คือ Port 0 Latch ในรูปที่ 2.5 และส่วนที่ 2 ของรูปที่ 2.7 ก็คือ Port 0 Driver ของรูปที่ 2.5 นั่นเอง

จากโครงสร้างในรูปที่ 2.7 เมื่อมีคำสั่งการเขียนข้อมูลมายังพอร์ท 0 ข้อมูลจาก Internal Data Bus จะถูก Latch ไว้ที่ D-FF โดยสัญญาณ "write to Latch" ที่ถูกสร้างมาจากส่วน Timing and Control และในการอ่านข้อมูลจากพอร์ท 0 จะอ่านได้ 2 แบบคือการอ่านข้อมูลที่ส่งไปเก็บไว้ที่พอร์ทก็จะมีสัญญาณ Read Latch มาเพื่ออ่านข้อมูลจาก D-FF กลับเข้าไปยัง Internal Data Bus การอ่านข้อมูลอีกแบบก็คือ การอ่านสถานะของสัญญาณที่เข้ามาทางพอร์ท 0 ก็จะมีสัญญาณ Read Pin มาควบคุมการอ่านพอร์ท 0 จะใช้งานหลายอย่างดังนี้

1. ใช้สำหรับส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอกที่ต้องการติดต่อด้วย ตำแหน่งหน่วยความจำสูงสุดที่จะสามารถติดต่อก็ได้คือ 64 กิโลไบต์ จึงมีค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 16 บิตของเลขฐาน 2 ค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิตล่างจะถูกส่งออกไปยังพอร์ท 0 และ 8 บิตบนจะถูกส่งออกไปทางพอร์ท 2
2. ใช้รับ-ส่งข้อมูลกับ Data Memory หรือใช้รับข้อมูลจาก Program Memory
3. ใช้รับ-ส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ทโดยตรง ในกรณีที่ไม่มีการใช้หน่วยความจำของ Program Memory หรือ Data Memory ภายนอก

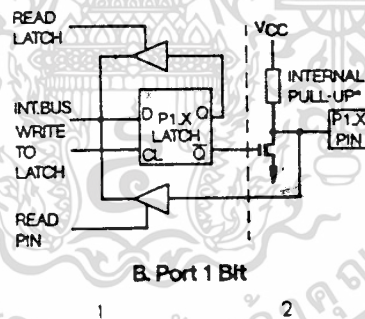
วงจรในส่วนของ Timing and Control จะเป็นตัวสร้างสัญญาณมาควบคุมวงจรในรูปที่ 2.7 เพื่อให้การทำงานแต่ละอย่างข้างต้น เมื่อแต่ละบิตของพอร์ท 0 ทำงานตามข้อ 1 และ 2 ตามข้างต้น วงจร Timing and Control จะทำให้สถานะลอจิกของขา Control เป็น 1 ซึ่งทำให้สวิตช์ MUX อยู่ในตำแหน่งข้างบน เมื่อพอร์ท 0 จะส่งข้อมูลซึ่งเป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำหรือข้อมูลที่จะเขียนออกไปยังหน่วยความจำภายนอก ก็จะส่งค่าดังกล่าวออกมาเป็น ADDR/DATA ถ้าข้อมูลที่ส่งมามีค่าเป็น 1 จะทำให้สัญญาณออกจาก AND GATE เป็น 1 และสัญญาณที่ออกจาก Inverter เป็น 0 ดังนั้น FET ตัวบน ON (สถานะ ON ของ FET คือความต้านทานระหว่างขา D กับ S มีค่าต่ำมากเหมือนกับเป็นวงจรปิด) ส่วน FET ตัวล่าง OFF (สถานะ OFF ของ FET คือความต้านทานระหว่างขา D กับ S มีค่าสูงมากเหมือนกับเป็นวงจรเปิด) สถานะลอจิกที่ขา P0.X Pin จะเป็น 1 แต่ถ้าข้อมูลที่ส่งออกมาเป็น ADDR/DATA เป็น 0 ก็จะทำให้สัญญาณจาก AND GATE เป็น 0 และสัญญาณที่ออกจาก Inverter เป็น 1 ดังนั้น FET ตัวบนจะ OFF ส่วน FET ตัวล่างจะ ON ทำให้สถานะลอจิกที่ขา P0.X PIN เป็น 0 เมื่อ MCS-51 ต้องการใช้พอร์ท 0 สำหรับการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก หรือใช้งานในข้อ 3 ข้างบน จะทำได้โดยวงจร Timing and Control ทำให้สถานะลอจิกของ Control ในรูปเป็น 0 ทำให้เอาท์พุทจาก AND GATE เป็น 0 FET ตัวบนจะ OFF และสวิตช์ MUX จะอยู่ในตำแหน่งข้างล่าง ดังนั้น FET ตัวล่างจะ ON หรือ OFF ก็แล้วแต่ข้อมูลที่ขา Q ของ D-FF เมื่อมีการเขียนข้อมูลจาก Internal Data Bus มายัง D-FF ก็จะมีสัญญาณ Write to Latch มายัง D-FF ด้วย ถ้าข้อมูลที่เขียนมาเป็น 1 จะทำให้ขา Q มีสถานะลอจิกเป็น 0 ทำให้ FET ตัวล่าง OFF ดังนั้นที่ขา P0.X จะอยู่ในสถานะอิมพีแดนซ์สูง (High Impidance) เพราะ FET ทั้งสองตัว OFF แต่ถ้าข้อมูลที่เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มายัง D-FF เป็น 0 จะทำให้ FET ตัวล่าง ON แต่ตัวบน OFF ทำให้สภาวะลอจิกที่ขา P0.X เป็น 1 ดังนั้น PORT 0 เมื่อให้ทำงานเป็นพอร์ตส่งข้อมูล (ไม่ใช่ส่งตำแหน่งหน่วยความจำ) จะไม่สามารถแสดงสภาวะลอจิก 1 ได้จึงต้องต่อตัวต้านทาน Pull Up ไว้ภายนอก ระหว่างขา P0.X กับไฟเลี้ยงวงจร ถ้าจะให้พอร์ต 0 สำหรับรับข้อมูลเข้าจะต้องเขียน 1 มาเก็บไว้ยัง D-FF เสียก่อนเพื่อให้ขา P0.X อยู่ในสภาวะ High Impedance แล้วจึงใช้คำสั่งอ่านสภาวะลอจิกเข้าไปยัง Internal Data Bus ต่อไป โดยคำสั่งอ่านสภาวะลอจิกทางพอร์ต 0 ก็จะทำให้วงจร Timing and Control สร้างสัญญาณ Read Pin สำหรับการอ่านสภาวะลอจิกข้างต้น ถ้าไม่เขียน 1 มาเก็บไว้ยัง D-FF ก่อนที่จะอ่านข้อมูลแล้วอาจมีข้อมูลค้างอยู่ที่ D-FF ทำให้ Q เป็น 0 และ Q เป็น 1 ซึ่งทำให้ FET ตัวล่าง ON สัญญาณที่ต่อเข้ามาที่ขา P0.X ไม่ว่าจะ มีสภาวะลอจิกใดจะถูกดึงลงกราวด์ ดังนั้นเมื่ออ่านข้อมูลเข้าไปก็จะพบว่าเป็น 0 เสมอ ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกนั้นวงจร Timing and Control ก็จะเขียนข้อมูลมายัง D-FF ให้เป็น 1 และสร้างสัญญาณ Control ให้มีลอจิกเป็น 0 ก่อนจะอ่านข้อมูลเข้าไปด้วย

Port 1

เมื่อพอร์ตขนานขนาด 8 บิต ในรูปที่ 2.6 คือขา P1.0 ถึง P1.7 (ขา 1-8) P1.0 หมายถึงบิต 0 ของพอร์ต 1 ซึ่งเป็นพอร์ต Least Significant Bit และบิต P1.7 หมายถึงบิตที่ 7 ของพอร์ต 1 ซึ่งเป็นบิต Most Significant Bit โครงสร้างของพอร์ต 1 แต่ละบิตมีดังรูปที่ 2.8



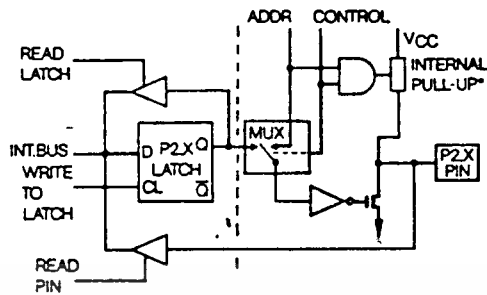
รูปที่ 2.8 โครงสร้างของพอร์ต 1

ส่วนที่ 1 คือพอร์ต 1 Latch ในรูปที่ 2.5 ซึ่งจะมีการทำงานเหมือนส่วนที่ 1 ของพอร์ต 0 ในรูปที่ 2.7 ส่วนที่ 2 คือพอร์ต 1 Driver ในรูปที่ 2.5 Port 1 Driver นี้จะมีตัวต้านทานต่ออยู่เป็น Internal Pull Up พอร์ต 1 นี้จะใช้ทำหน้าที่เป็นตัวรับส่งข้อมูลเท่านั้น ข้อมูลที่ส่งออกมาทางพอร์ต 1 จะต้องเขียน 1 ไปยังทุกบิตของพอร์ต 1 เสียก่อนเพื่อให้ FET อยู่ในสภาวะ OFF ก่อน มิฉะนั้นแล้วเมื่อมีข้อมูล 0 ส่งออกมาค้างอยู่ที่ D-FF จะทำให้ FET อยู่ในสภาวะ ON ดังนั้นเมื่อสัญญาณภายนอกส่งเข้ามาที่ขานี้ก็จะถูกดึงลงกราวด์ โดยไม่สนใจสภาวะของลอจิกของสัญญาณที่เข้ามาจะเป็นอะไร ข้อมูลที่อ่านเข้าไปจึงจะเป็น 0 เสมอ

Port 2

พอร์ตขนานขนาด 8 บิต คือขา P2.0 ถึง P2.7 ในรูปที่ 2.6 โครงสร้างของพอร์ต 2 แต่ละบิตจะมีดังแสดงรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของพอร์ท 2

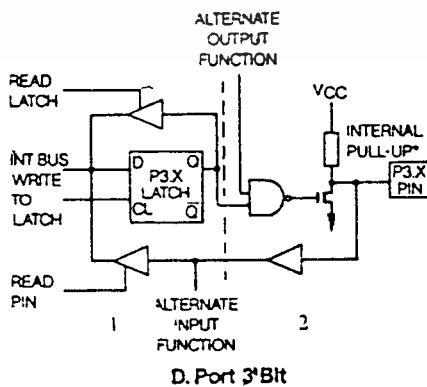
ลักษณะโครงสร้างจะเหมือนกับพอร์ท 0 แตกต่างกันในพอร์ท 2 นั้นภาค Driver จะใช้งานเพียง 2 ลักษณะคือ

1. ใช้ในการส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอกที่ต้องการติดต่อ โดยที่ค่าของตำแหน่งนี้เป็นค่าของตำแหน่ง 8 บิตบน
2. ใช้เป็นพอร์ทรับและส่งข้อมูลกับภายนอก

ดังนั้นภาค Driver ของพอร์ท 2 จึงแตกต่างจาก Driver ของพอร์ท 0 โดยที่ในพอร์ท 2 นั้นจะมีเฉพาะ ADDR (ตำแหน่งหน่วยความจำ) เข้ามาที่ MUX (Multiplexer) เท่านั้น นอกนั้นแล้วการทำงานจะเหมือนกับที่เอาท์พุทของพอร์ท 2 จะมี Internal pull-up ซึ่งเป็นตัวต้านทานและจะทำให้เอาท์พุทของพอร์ท 2 แสดงสถานะลอจิกเป็น 1 ได้ ถ้า FET อยู่ในสถานะ OFF บางครั้งเรียกว่า Quasi-bidirectional เมื่อใช้เป็นพอร์ทอินพุทก็สามารถทำได้โดยการต่อสัญญาณภายนอกเข้ามาโดยตรง ถ้าสัญญาณภายนอกเป็น 0 ก็จะมีกระแสไหลออกจากพอร์ท (Source Current) ในการที่จะใช้พอร์ทนี้เป็นพอร์ทรับข้อมูลเข้า จะต้องทำการเขียน 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ท 2 เสียก่อน ดังได้อธิบายในเรื่องพอร์ท 0 และพอร์ท 1

Port 3

คือขา P3.0 ถึง P3.7 หรือขา 10-17 ตามลำดับในรูปที่ 2.6 พอร์ทนี้มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของพอร์ท 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 ในรูปที่ 2.10 เป็นส่วน Latch ข้อมูลที่เขียนมายังพอร์ท 3 ทาง Internal Bus เหมือนกับพอร์ทอื่นๆ และพอร์ท 3 จะมี Internal pull up อยู่ทุกบิต แต่พอร์ท 3 นี้แต่ละบิตจะใช้ในการทำงานอื่นได้โดยใช้คำสั่งควบคุมการทำงาน ในส่วนที่ 2 จะมีสัญญาณ Alternative Output Function ที่สร้างมาจากส่วน Timing and Control สัญญาณ Alternative Output Function เป็นสัญญาณที่ส่งออกไปในกรณีที่พอร์ท 3 ทำงานในฟังก์ชันอื่น และจุด Alternative Input Function เป็นจุดที่จะเอาสัญญาณไปเข้ากับส่วนอื่นตามการทำงานของบิตนั้น แต่ละบิตของพอร์ท 3 จะมีฟังก์ชันอื่นดังนี้

P3.0/RXD (Serial Input Port) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

P3.1/TXD (Sereal Output Port) เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

P3.2/INT0 (External Interrupt) ใ้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.3/INT1 (External Interrupt) ใ้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.4/T0 (Timer/Counter 0 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยังวงจร Timer/Counter0 ที่ทำหน้าที่นับจำนวนไซเคิลของสัญญาณ T0 นี้หรือสัญญาณนาฬิกาก็ได้

P3.5/T1 (Timer/Counter 1 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยัง Timer/Counter 1 ซึ่งมีการทำงานเหมือนกับ T0

P3.6/WR (External Data Memory Write Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก MCS-51

P3.7/RD (External Data Memory Read Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก

ALE

Address Latch Enable ขานี้จะส่งสัญญาณที่มีความถี่เท่ากับ 1/6 เท่าของสัญญาณนาฬิกาจากวงจรออสซิลเลเตอร์ สัญญาณนี้จะส่งออกมาตลอดเวลาบางส่วนของวงจรติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก MCS-51 สัญญาณนี้จะใช้บอกกับอุปกรณ์ภายนอก MCS-51 ว่าขณะนี้สัญญาณนี้เป็นลอจิก 1 จะมีการส่งข้อมูลที่เป็น 8 บิตล่างของตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก MCS-51 ที่ต้องการติดต่อออกไปทางพอร์ท 0 อุปกรณ์ภายนอกจะใช้สัญญาณนี้ในการ Latch ข้อมูลไว้เพราะพอร์ท 0 จะส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำออกมาเพียงชั่วขณะหนึ่งเท่านั้น ซึ่งในเวลาต่อมาพอร์ท 0 จะใช้รับ-ส่งข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอก สัญญาณ ALE จะสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์ TTL ชนิด LS ได้ถึง 8 อินพุท

PSEN

Program Store Enable เป็นขาที่ 29 ในรูปที่ 2.6 ขานี้ปกติจะให้ลอจิก 1 แต่จะส่งลอจิก 0 เมื่อต้องการอ่านคำสั่ง (Fetch Instruction) ที่จะนำไปทำงานมาจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก MCS-51 ในกรณีที่อ่านคำสั่งซึ่งเก็บอยู่ในหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายใน MCS-51 แล้วสัญญาณนี้จะไม่เปลี่ยนลอจิกเป็น 0 ขา PSEN นี้สามารถต่อไปยังขาอินพุทของ TTL ชนิด LS ได้ถึง 8 อินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RST

ขาริเซ็ทขานี้จะใช้ทำการริเซ็ทการทำงานของ MCS-51 ที่ขา RST ภายใน MCS-51 จะมีตัวต้านทานต่อระหว่างขานี้กับกราวด์ (Ground) ถ้าป้อนสัญญาณที่มีสถานะลอจิก 1 เข้าไปที่ขานี้จะเป็นการริเซ็ทการทำงานของ MCS-51 ดังนั้นจึงสามารถต่อตัวเก็บประจุ (Capacitor) ภายนอกระหว่างขา RST กับไฟเลี้ยง +5 โวลท์ เพื่อให้เกิดการริเซ็ท เมื่อเริ่มป้อนไฟเลี้ยงให้กับ MCS-51 ซึ่งเรียกว่า Power on reset การริเซ็ทจะมีผลทำให้ค่าในรีจิสเตอร์ต่างๆ เปลี่ยนไปเป็นค่าหนึ่งดังในตารางรูปที่ 2.11

REGISTER	CONTENT
PC	0000H
ACC	00H
B	00H
PSW	00H
SP	00H
DPTR	0000H
PO-P3	0FFH
IP	00H
IE	0X000000B
TMOD	00H
TCON	00H
T2CON	00H
TH0	00H
TLO	00H
TH1	00H
TL1	00H
TH2	00H
TL2	00H
RCAP2H	00H
RCAP2L	00H
SCON	00H
SBUF	indeterminate
IOCON	00H

รูปที่ 2.11 ค่าของรีจิสเตอร์เมื่อเกิดการริเซ็ท MCS-51

ในตารางรูปที่ 2.11 ช่องทางขานี้เป็นค่าของรีจิสเตอร์ที่อยู่ทางซ้ายเมื่อสิ้นสุดการริเซ็ท ในรีจิสเตอร์ RBUF เมื่อสิ้นสุดการริเซ็ทจะมีค่าไม่แน่นอน และพอร์ทจะอยู่ในสภาวะลอจิก 1 ทุกบิตตลอดเวลาที่สัญญาณของขา RST เป็น 1 อยู่

เมื่อสัญญาณที่ขา RST กลับเป็น 0 ก็จะออกจากการริเซ็ท MCS-51 จะเริ่มทำงานจากคำสั่งที่อยู่ใน Program memory ตำแหน่ง 0000H เพราะค่าของรีจิสเตอร์ PC (Program Counter) ซึ่งใช้ชี้ตำแหน่งโปรแกรมที่จะทำงานถูกเปลี่ยนให้เป็น 0000H ดังนั้นผู้ใช้จะต้องเขียนโปรแกรมมาเก็บไว้ที่ตำแหน่ง 0000H

EA

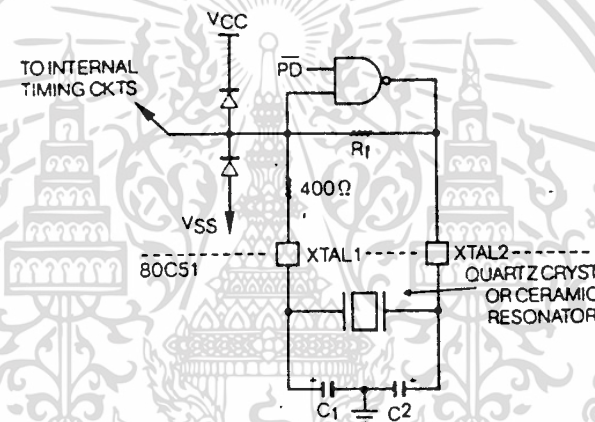
External Access ขา 31 ของรูปที่ 2.6 ขานี้เป็นขาอินพุทที่ต่อเข้าไปยังวงจร Timing and Control ในรูปที่ 2.5 เพื่อควบคุมการสร้างสัญญาณ PSEN ถ้าป้อนสัญญาณลอจิก 0 เข้าไปที่ขา EA นี้แสดงว่าโปรแกรมในตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH ที่ต้องการให้ทำงานถูกเก็บไว้ภายนอก MCS-51 จะต้องสร้างสัญญาณ PSEN ออกไปยังภายนอก เพื่อทำการ Fetch คำสั่งเข้ามาทำงาน แต่ถ้าสัญญาณที่ป้อนให้ขา EA เป็นลอจิก 1 แสดงว่าโปรแกรมที่ทำงานอยู่ในตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH จะถูกเก็บไว้ภายใน MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 1 แสดงว่าโปรแกรมในตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH ถูกเก็บไว้ภายใน MCS-51 การทำงานในตำแหน่งหน่วยความจำช่วงนี้จะอ่านคำสั่งต่างๆ จาก ROM ภายใน MCS-51

XTAL 1

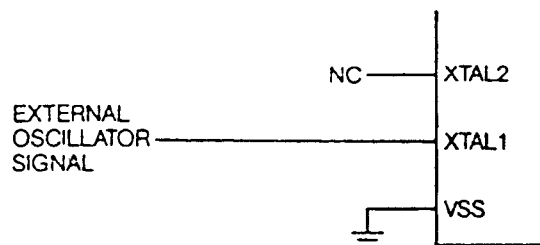
ขานี้จะต่อเข้ากับขาของ Inverting Amplifier ที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ ในรูปที่ 2.12 จะเห็นวงจรภายในของออสซิลเลเตอร์ NAND Gate จะทำหน้าที่เป็นวงจรขยายแบบกลับเฟสของสัญญาณที่จะควบคุมให้มีการออสซิลเลตหรือไม่ก็ขึ้นกับสัญญาณ PD ซึ่งต่อมาจากบิต PD ของรีจิสเตอร์ PCON ถ้าต้องการใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกมาเป็นสัญญาณนาฬิกา ควบคุมการทำงานของ MCS-51 ก็ให้ป้อนสัญญาณเข้ามาที่จุดนี้แต่ถ้าต้องการใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ภายในก็ให้ต่อ Crystal หรือเซรามิครีโซเนเตอร์ดังรูปที่ 2.12 ตัวเก็บประจุในวงจรควรมีค่าประมาณ 20 pF



รูปที่ 2.12 วงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน MCS-51

XTAL 2

ขาที่ 18 ของรูปที่ 2.6 ขานี้เป็นจุดเอาต์พุตของวงจรขยายแบบกลับเฟสสัญญาณ ที่ประกอบกันเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ (อินพุตคือขา XTAL 1) ถ้าจะใช้สัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากภายนอกมาเป็นสัญญาณนาฬิกาของ MCS-51 แล้ว ให้ปล่อยขานี้ลอยไว้แล้วป้อนสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกเข้ามาที่ขา XTAL 1 ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 MCS-51 ที่ทำงานโดยสัญญาณที่มาจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

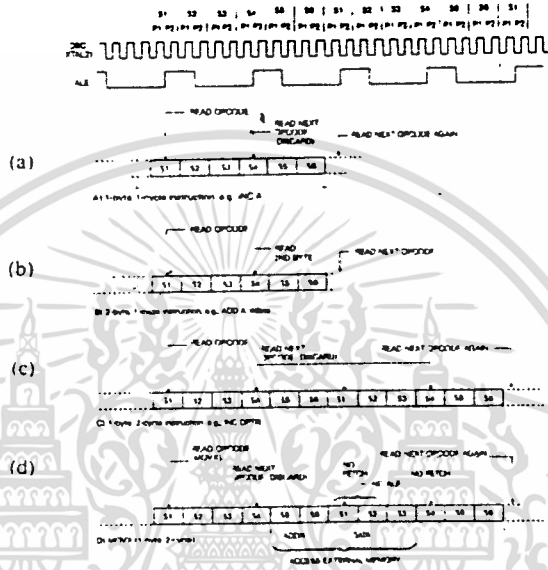
การทำงานของ MCS-51

จากรูปที่ 2.5 เมื่อเริ่มป้อนไฟเลี้ยงให้กับ MCS-51 ซึ่งมีวงจร Power on reset ต่ออยู่จะมีการรีเซ็ตเกิดขึ้น การทำงานภายใน MCS-51 จะเริ่มจากบล็อก Program Counter ซึ่งเป็นวงจรนับ (Counter Circuit) ชนิดหนึ่งส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมลงไปยังบัส (Bus) หมายเลข 1 บัสนี้มีขนาด 16 บิต ค่าตำแหน่งหน่วยความจำนี้จะถูกไปเก็บไว้ที่ Program ADDR Register ที่เป็นวงจร Latch ข้อมูลซึ่งเป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะปรากฏที่บัส 16 บิต หมายเลข 2 ถ้าเป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำแรก หลังจากรีเซ็ตค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะเป็น 0000H หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมจะเลือกได้ว่าเป็น ROM ภายในหรือภายนอก MCS-51 โดยการป้อนสถานะลอจิกเข้าไปที่ MCS-51 ทางขา EA ซึ่งต่ออยู่กับส่วน Timing and Control ทำหน้าที่เป็นวงจรถอดรหัส (Decode) แล้วสร้างสัญญาณควบคุมต่อไป ถ้าป้อนสัญญาณลอจิก 0 เข้าไปที่ขา EA จะเป็นการเลือกใช้ ROM ภายใน MCS-51 โดยที่วงจร Timing and Control จะสร้างสัญญาณไปยัง ROM ภายในให้ส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งจากตำแหน่งที่ถูกชี้ด้วยค่าตำแหน่งที่ส่งมาจากบัสหมายเลข 2 ข้อมูลจาก ROM จะถูกส่งลงไปยังบัสหมายเลข 3 ที่เรียกว่า Internal Data Bus แล้วนำไปเก็บไว้ที่ Instruction Register (เป็นวงจร Latch) เพื่อส่งต่อไปให้กับวงจร Timing and Control ทำการถอดรหัสแล้วควบคุมการทำงานส่วนอื่นๆ ต่อไปแล้วแต่ว่าเป็นคำสั่งให้ทำงานอะไร ในกรณีนี้เลือก ROM ภายนอก MCS-51 โดยป้อนสัญญาณลอจิก 1 เข้าไปที่ขา EA จะทำให้วงจร Timing and Control ส่งสัญญาณไปยังพอร์ท 0 และพอร์ท 2 เพื่อส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำบนบัสหมายเลข 2 ออกไปที่หน่วยความจำภายนอก จากนั้นจะอ่านข้อมูลที่คำสั่งกลับเข้ามาทางพอร์ท 0 ไปยัง Internal Data Bus แล้วไปเก็บที่ Instruction Register เพื่อทำงานต่อไปเหมือนกับตอนอ่านคำสั่งจาก ROM ภายใน การทำงานในช่วงส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำไปยังหน่วยความจำแล้วอ่านข้อมูลที่คำสั่งกลับเข้ามาเก็บไว้ใน Instruction Register เรียกว่าเป็นช่วงของการ Fetch (Fetch Cycle) ช่วงต่อไปจะเป็นช่วงการทำงานตามคำสั่งเรียกว่า Execute Cycle

คำสั่งแต่ละคำสั่งของ MCS-51 จะใช้เวลาทำงาน 1, 2 หรือ 3 ไส้เคลของเครื่อง (Machine Cycle) แล้วแต่ว่าเป็นคำสั่งประเภทใด 1 ไส้เคลของเครื่องจะใช้เวลา 12 ไส้เคลของสัญญาณนาฬิกา ดังนั้นแต่ละคำสั่งของ MCS-51 จะใช้เวลาการทำงาน 12, 24 หรือ 36 ไส้เคลของสัญญาณนาฬิกาตนเอง แต่ละไส้เคลของเครื่องจะถูกแบ่งออกเป็น 6 State คือ S1, S2, S3, S4, S5 และ S6 แต่ละ State จะประกอบด้วย 2 ไส้เคลของสัญญาณนาฬิกา ในไส้เคลแรกจะเรียกว่าเฟส 1 (P1) และไส้เคลที่ 2 เรียกเฟส 2 (P2) ในแต่ละเฟสจะนับตั้งแต่ขอบขาของสัญญาณนาฬิกาถึงขอบขาของสัญญาณนาฬิกาที่อยู่ถัดไปดังรูปที่ 2.14 เมื่อ MCS-51 ทำงานเสร็จ 1 ไส้เคลของเครื่องก็จะเริ่มทำงาน State 1 Phase 1 (S1P1) ของไส้เคลต่อไป ใน 1 ไส้เคลของเครื่อง วงจร Timing and Control จะสร้างสัญญาณ ALE ออกมา 2 ไส้เคลเพื่อ Fetch คำสั่งเข้าไป 2 ครั้งเสมอ ที่บริเวณขอบขาขึ้นของสัญญาณ ALE คำสั่งใดจะมีกี่ไบต์ (Byte) หรือใช้เวลาทำงานก็

ไซเคิลจะดูได้จากตารางชุดคำสั่ง MCS-51 ดังรูปที่ 2.15 และวงจรที่ใช้งานจริงในบริยุณานิพนธ์เล่มนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.16

การทำงานที่กล่าวมาข้างต้นจะขึ้นกับสัญญาณควบคุมที่สร้างจากวงจร Timing and Control และสัญญาณที่สร้างขึ้นนี้จะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างมาจากวงจรออสซิลเลเตอร์ ทำให้การทำงานต่างๆ เป็นไปดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ลำดับสถานะการทำงานใน MCS-51

ARITHMETIC OPERATIONS		
Mnemonic		Description
ADD	A,Rn	Add register to Accumulator
ADD	A,direct	Add direct byte to Accumulator
ADD	A,@Ri	Add indirect RAM to Accumulator
ADD	A,#data	Add immediate data to Accumulator
ADDC	A,Rn	Add register to Accumulator with Carry
ADDC	A,direct	Add direct byte to A with Carry flag
ADDC	A,@Ri	Add indirect RAM to A with Carry flag
ADDC	A,#data	Add immediate data to A with Carry flag
SUBB	A,Rn	Subtract register from A with Borrow
SUBB	A,direct	Subtract direct byte from A with Borrow
SUBB	A,@Ri	Subtract indirect RAM from A with Borrow
SUBB	A,#data	Subtract immediate data from A with Borrow
INC	A	Increment Accumulator
INC	Rn	Increment register
INC	direct	Increment direct byte
INC	@Ri	Increment indirect RAM
INC	DPTR	Increment Data Pointer
DEC	A	Decrement Accumulator
DEC	Rn	Decrement register
DEC	direct	Decrement direct byte
DEC	@Ri	Decrement indirect RAM
MUL	AB	Multiply A & B
DIV	AB	Divide A by B
DA	A	Decimal Adjust Accumulator

LOGICAL OPERATIONS		
Mnemonic		Destination
ANL	A,Rn	AND register to Accumulator
ANL	A,direct	AND direct byte to Accumulator
ANL	A,@Ri	AND indirect RAM to Accumulator
ANL	A,#data	AND immediate data to Accumulator
ANL	direct,A	AND Accumulator to direct byte
ANL	direct,#data	AND immediate data to direct byte
ORL	A,Rn	OR register to Accumulator
ORL	A,direct	OR direct byte to Accumulator
ORL	A,@Ri	OR indirect RAM to Accumulator
ORL	A,#data	OR immediate data to Accumulator
ORL	direct,A	OR Accumulator to direct byte
ORL	direct,#data	OR immediate data to direct byte
XRL	A,Rn	Exclusive-OR register to Accumulator
XRL	A,direct	Exclusive-OR direct byte to Accumulator
XRL	A,@Ri	Exclusive-OR indirect RAM to A
XRL	A,#data	Exclusive-OR immediate data to A
XRL	direct,A	Exclusive-OR Accumulator to direct byte
XRL	direct,#data	Exclusive-OR immediate data to direct
CLR	A	Clear Accumulator
RL	A	Rotate Accumulator Left
RLC	A	Rotate A Left through the Carry flag
RR	A	Rotate Accumulator Right
RRC	A	Rotate A Right through Carry flag
SWAP	A	Swap nibbles within the Accumulator

รูปที่ 2.15 รหัสคำสั่งของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA TRANSFER		
Mnemonic		Description
MOV	A,Rn	Move register to Accumulator
MOV	A,direct	Move direct byte to Accumulator
MOV	A,@Ri	Move indirect RAM to Accumulator
MOV	A,#data	Move immediate data to Accumulator
MOV	Rn,A	Move Accumulator to register
MOV	Rn,direct	Move direct byte to register
MOV	Rn,#data	Move immediate data to register
MOV	direct,A	Move Accumulator to direct byte
MOV	direct,Rn	Move register to direct byte
MOV	direct,direct	Move direct byte to direct
MOV	direct,@Ri	Move indirect RAM to direct byte
MOV	direct,#data	Move immediate data to direct byte
MOV	@Ri,A	Move Accumulator to indirect RAM
MOV	@Ri,direct	Move direct byte to indirect RAM
MOV	@Ri,#data	Move immediate data to indirect RAM
MOV	DPTR,#data 16	Load Data Pointer with a 16-bit constant
MOVC	A,@A-DPTR	Move Code byte relative to DPTR to A
MOVC	A,@A-PC	Move Code byte relative to PC to A
MOVX	A,@Ri	Move External RAM (8-bit addr) to A
MOVX	A,@DPTR	Move External RAM (16-bit addr) to A
MOVX	@Ri,A	Move A to External RAM (8-bit addr)
MOVX	@DPTR,A	Move A to External RAM (16-bit addr)
PUSH	direct	Push direct byte onto stack
POP	direct	Pop direct byte from stack
XCH	A,Rn	Exchange register with Accumulator
XCH	A,direct	Exchange direct byte with Accumulator
XCH	A,@Ri	Exchange indirect RAM with A
XCHD	A,@Ri	Exchange low-order nibble ind RAM with A
BOOLEAN VARIABLE MANIPULATION		
Mnemonic		Description
CLR	C	Clear Carry flag
CLR	bit	Clear direct bit
SETB	C	Set Carry flag
SETB	bit	Set direct Bit
CPL	C	Complement Carry flag
CPL	bit	Complement direct bit
ANL	C,bit	AND direct bit to Carry flag
ANL	C,1 bit	AND complement of direct bit to Carry
ORL	C,bit	OR direct bit to Carry flag
ORL	C,1 bit	OR complement of direct bit to Carry
MOV	C,bit	Move direct bit to Carry flag
MOV	bit,C	Move Carry flag to direct bit
PROGRAM AND MACHINE CONTROL		
Mnemonic		Description
ACALL	addr 11	Absolute Subroutine Call
LCALL	addr 16	Long Subroutine Call
RET		Return from subroutine
RETI		Return from interrupt
AJMP	addr 11	Absolute Jump
LJMP	addr 16	Long Jump
SJMP	rel	Short Jump (relative addr)
JMP	@A+DPTR	Jump indirect relative to the DPTR
JZ	rel	Jump if Accumulator is Zero
JNZ	rel	Jump if Accumulator is Not Zero
JC	rel	Jump if Carry flag is set
JNC	rel	Jump if No Carry flag
PROGRAM AND MACHINE CONTROL (cont.)		
Mnemonic		Description
JB	bit,rel	Jump if direct Bit set
JNB	bit,rel	Jump if direct Bit Not set
JBC	bit,rel	Jump if direct Bit is set & Clear bit
CJNE	A,direct,rel	Compare direct to A & Jump if Not Equal
CJNE	A,#data,rel	Comp. immed. to A & Jump if Not Equal
CJNE	Rn,#data,rel	Comp. immed. to reg & Jump if Not Equal
CJNE	@Ri,#data,rel	Comp. immed. to ind. & Jump if Not Equal
DJNZ	Rn,rel	Decrement register & Jump if Not Zero
DJNZ	direct,rel	Decrement direct & Jump if Not Zero
NOP		No operation

รูปที่ 2.15 รหัสคำสั่งของ MCS-51 (ต่อ)

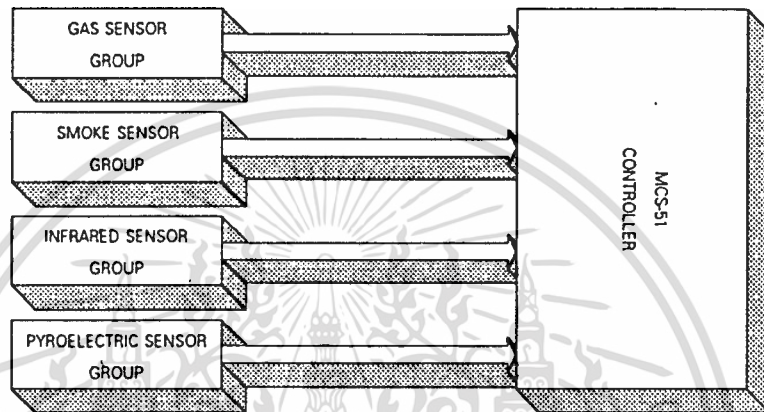
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการงานและการออกแบบ

ส่วนควบคุมระบบความปลอดภัย (Security Control)

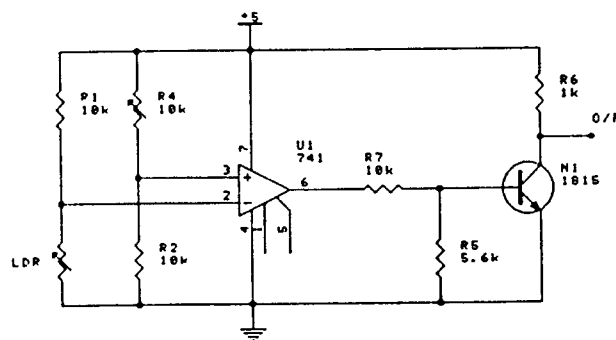
ส่วนควบคุมระบบความปลอดภัย (Security Control) ประกอบด้วยส่วน Sensor ต่างๆ ซึ่งแบ่งออกได้ดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วน Sensor ต่างๆ ของระบบควบคุมความปลอดภัย

วงจรตรวจจับทางแสง

เนื่องจากไฟฟ้าภายนอกอาคารหรือบ้าน จะเป็นไฟฟ้าที่ต้องเปิดทิ้งไว้เพื่อให้แสงสว่างเมื่อพระอาทิตย์ตกดิน และจะต้องปิดในตอนเช้า ซึ่งเป็นงานที่ซ้ำซากและจะเห็นว่าปัจจัยหลักที่เป็นเงื่อนไขของการ เปิด-ปิด หลอดไฟคือแสงสว่างและความมืด ซึ่งค่อนข้างเป็นงานที่ตายตัว ในโครงการนี้จึงออกแบบวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมการ เปิด-ปิด หลอดไฟโดยอัตโนมัติ โดยใช้ตัวตรวจจับทางแสงเป็นตัวบอกเงื่อนไขในการ เปิด-ปิด หลอดไฟ ในวงจรนี้เราใช้ตัวตรวจจับทางแสงที่เรียกว่า Light Dependent Resistance (LDR) กล่าวคือ ความต้านทานของมันจะเปลี่ยนไปตามความเข้มแสง ถ้าความเข้มแสงมากความต้านทานของมันจะต่ำ ในทางกลับกันถ้าความเข้มแสงน้อยความต้านทานของมันจะสูง ซึ่งจากการทดลองวัดค่าความต้านทานจะอยู่ในช่วงระหว่าง 10k - 100k (LDR ตัวเล็ก) รูปที่ 3.2 แสดงวงจรที่ใช้งาน



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรตรวจจับทางแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปเป็นวงจรที่ใช้ตรวจจับแสงโดยใช้ไอซี LM741 ต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage comparator) การทำงานของวงจรดังนี้ คือ ในช่วงเวลากลางวันที่มีแสงสว่างปกติค่าความต้านทาน LDR จะต่ำทำให้ศักดาคร่อมตัวมัน (ที่ขา3) มีค่าน้อยกว่าศักดาอ้างอิง (Vref ที่ขา 2) ทำให้ศักดาที่ขา 6 มีค่าประมาณ 0.7 โวลต์ (เนื่องจากกระแสรั่วไหลทำให้เกิดศักดา) ดังนั้นศักดาที่ขา base ของ Q1 มีค่าประมาณ $1/4 \times (1) = 0.25$ โวลต์ ทำให้ Q1 off ส่วนศักดาที่ขา collector ประมาณ 5 โวลต์ แต่เมื่อเริ่มมืดลง ความต้านทานของ LDR จะเพิ่มขึ้นทำให้ศักดาคร่อมตัวมันสูงขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง คือมีค่ามากกว่า Vref ที่ขา 2 จะทำให้ ขา 6 มีศักดาประมาณ 4 โวลต์ แต่ศักดาที่ขา base ของ Q1 ประมาณ $1/4 \times (4) = 1$ โวลต์ ทำให้ Q1 on ได้ ผลทำให้ศักดาที่ขา collector ประมาณ 0 โวลต์ ส่วนการปรับความไวในการตรวจจับแสงทำได้โดยปรับ VR 50k สัญญาณที่ได้จะถูกส่งให้กับ MCS-51 Controller เพื่อทำการตรวจสอบสถานะของวงจร

วงจรตรวจจับก๊าซและควันไฟไหม้

วงจรตรวจจับก๊าซและควันที่ใช้ในโครงการนี้ ใช้ตัวตรวจจับก๊าซและควันรุ่น TGS#813 และ TGS#812 ตามลำดับซึ่งเป็นของบริษัทฟิสิกโรเอ็นจิเนียริง ของญี่ปุ่น ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำที่ให้ความต้านทานไวต่อปริมาณก๊าซที่ได้รับมาก คำว่า TGS นั้นย่อมาจากคำว่า Taugushi Gas Sensor ซึ่งผู้ผลิตตั้งชื่อให้เป็นเกียรติแก่ผู้ประดิษฐ์คือ นายเอ็น ทากูชิ

นับตั้งแต่ตัวจับก๊าซ TGS ออกจำหน่ายตั้งแต่ราวปี พ.ศ. 2511 และได้รับการพัฒนาเรื่อยมาจนถึงปัจจุบันนี้ ทำให้การสร้างเครื่องตรวจจับก๊าซและควันง่ายขึ้น สะดวกขึ้น มีความเชื่อถือได้สูงขึ้นและมีราคาถูกลง จึงทำให้ได้รับความนิยมมาก และเหมาะที่จะนำมาใช้ทำเป็นเครื่องตรวจจับก๊าซพิษและควันเพื่อใช้ในบ้าน ในเรือ หรือใช้ในการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ในขณะที่การปรับแต่งรถยนต์ หรือแม้กระทั่งนำมาใช้กับรถยนต์ที่ใช้ก๊าซแทนน้ำมันว่ามีก๊าซรั่วออกมาหรือไม่เป็นต้น

คุณสมบัติของ TGS

ภายในตัวตรวจจับก๊าซ TGS นั้น จะมีชั้นสารกึ่งตัวนำชนิด N ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสาร SnO₂ (tin dioxide) สารกึ่งตัวนำนี้มีคุณสมบัติพิเศษตรงที่ตัวมันจะนำไฟฟ้าได้มากขึ้น (มีความต้านทานลดลง) เมื่อได้รับก๊าซที่เผาไหม้ได้ เช่น ไฮโดรเจน คาร์บอนมอนนอกไซด์ มีเทน อีเทน โพรเพนหรือไอของสารละลายอินทรีย์เช่น อัลกอฮอล์ คีโตน เอสเตอร์ และตระกูลเบนโซ

การนำไฟฟ้าของตัวตรวจจับก๊าซ TGS มันจะไวต่อปริมาณก๊าซพวกนี้มาก เช่น เมื่อได้รับก๊าซแม้ปริมาณเพียงเล็กน้อยไม่ถึง 100ppm. ก็ทำให้ค่าความต้านทานของมันลดลงจากขณะทำงานในอากาศบริสุทธิ์ได้ถึง 20 เท่า ที่แต่ละด้านของชั้นสารกึ่งตัวนำมีอิเล็กโทรดหรือขั้วไฟฟ้าต่อออกมาภายนอกอยู่ 2 ชุด แต่ละชุดก็มีสายต่อออกมาสองเส้น ซึ่งตามปกติแล้วเราจะต่อทั้งสองสายของอิเล็กโทรดตัวเดียวกันนี้เข้าด้วยกัน ความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรดทั้งสองจะอยู่ในช่วง 40k - 70k เมื่อตัวตรวจจับอยู่ในอากาศบริสุทธิ์ และจะมีค่าลดลงกว่านี้มากเมื่อพบว่ามีปริมาณก๊าซดังที่กล่าวข้างต้นแม้จะมีเพียงปริมาณเล็กน้อย

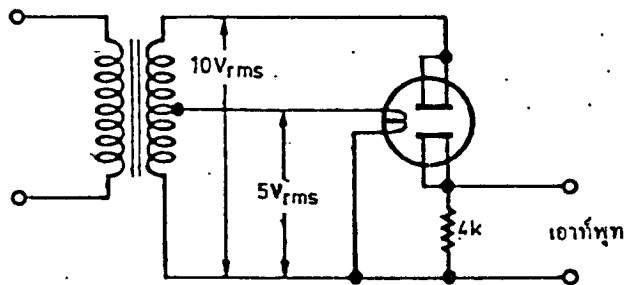
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบ ๆ ขึ้นสารกึ่งตัวนำจะมีสวดความร้อน (Heater) ล้อมรอบอยู่เพื่อทำหน้าที่ให้ก๊าซและไอสามารถถูกดูดซับและระเหยไปได้เร็วขึ้น และยังเป็นการลดผลของอุณหภูมิภายนอกและความชื้นที่จะมามีผลต่อการนำไฟฟ้าของขึ้นสารกึ่งตัวนำ ตัวดักจับก๊าซ TGS ที่ได้รับความนิยมมากคือ เบอร์ 812 และ 813 ทั้งสองรุ่นจะมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเหมือนกัน เบอร์ 812 มีความไวมากๆ ต่อก๊าซพิษ เช่นคาร์บอนมอนนอกไซด์ แอมโมเนีย ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นต้น และไอของสารละลายอินทรีย์ เช่น อัลกอฮอล์และเบนซิน เป็นต้น นิยมใช้เป็นเครื่องเตือนควันไฟและเครื่องวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากท่อไอเสียรถยนต์ เป็นต้น ส่วนเบอร์ 813 นั้นมีความไวมากต่อก๊าซโปรเพน บิวเทน และมีเทน จึงทำให้เหมาะที่จะนำมาใช้ทำเครื่องดักจับปริมาณก๊าซหุงต้ม (ที่รั่ว) ในบ้านพักอาศัย และเนื่องจากไม่วอต่ออัลกอฮอล์และคาร์บอนมอนนอกไซด์จึงลดปัญหาการเตือนผิดพลาดไปได้มาก

ข้อดีอย่างหนึ่งของตัวดักจับก๊าซ TGS นี้คือ สามารถนำไปใช้งานได้อีก นั่นคือเมื่อปริมาณก๊าซลดลง ความต้านทานของตัวมันจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นกลับสู่สภาพเดิมได้อีก รูปร่างหน้าตาของตัวดักจับก๊าซ TGS ทั้งสองรุ่นนี้พร้อมทั้งวิธีการดูขาและสัญลักษณ์แสดงในรูปที่ 3.2 เนื่องจากด้านทั้งสองของสารกึ่งตัวนำไม่มีขั้วแรงดันเจาะจง จึงสลับที่กันได้ดังนั้นถ้าสังเกตจากรูปที่ 3.2 (ข) ให้ดีจะเห็นว่าไม่มีเครื่องหมายอะไรเป็นที่สังเกตว่าขาใดเป็นขา 1 ขาใดเป็นขา 4 เพราะว่ามันกันทั้งสองซีก การระบุขาจึงทำตัวเลขไว้ 2 ชุด ชุดที่ 2 จะอยู่ในวงเล็บ การวงเล็บตัวเลขเพียงบอกว่าเป็นขาเบอร์นั้นก็ได้แล้วแต่ตำแหน่งการหมุนตัวดักจับก๊าซขณะมอง เวลาใช้งานจริงควรเสียบตัวดักจับก๊าซนี้ลงบนซ็อกเก็ต (socket) หลอด 7 ขาขนาดเล็กซึ่งซื้อหาได้ทั่วไปตามร้านจำหน่ายอะไหล่วิทยุ

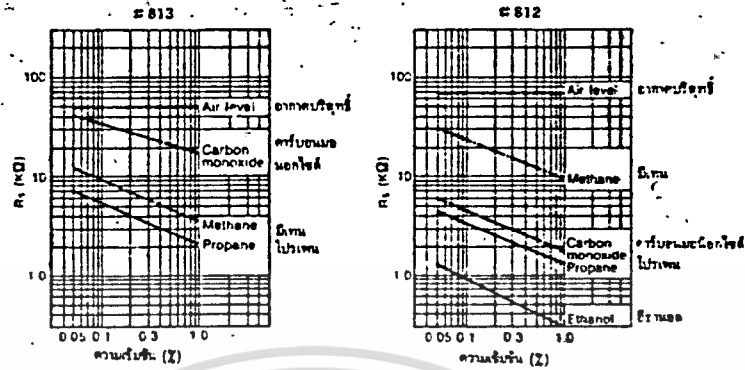


รูปที่ 3.2 ตัวดักจับก๊าซ TGS รุ่น 812 และ 813

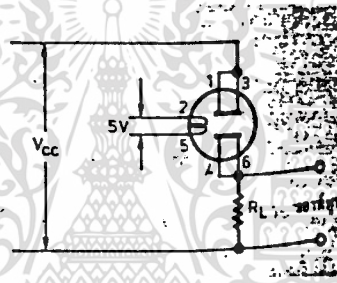


รูปที่ 3.3 แสดงวงจรที่ใช้ทดสอบคุณสมบัติของ 812 และ 813

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงคุณสมบัติของเบอร์ 812 และ 813 ต่อความไวของก๊าซชนิดต่างๆ



รูปที่ 3.5 แสดงวิธีการใช้งานของตัวตรวจจับก๊าซแบบเบื้องต้น

วิธีใช้งาน

วิธีการใช้งานตัวตรวจจับก๊าซเบอร์ 812 และ 813 เพียงแต่ป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ หรือไฟสลับ 5 Vrms ก็ได้ มาป้อนให้แก่สวดความร้อน เพราะให้กำลังงานไฟฟ้าแก่ความร้อนได้เท่ากัน ขดลวดความร้อนจะกินกระแสประมาณ 130 mA. แล้วต่อไปอีเล็กโทรดทั้งสองด้านของชิ้นสารตัวนำพาไฟเลี้ยง โดยผ่านตัวต้านทานตัวหนึ่ง (R_L) ซึ่งทำหน้าที่เป็นโหนดดังในรูปที่ 5 ไฟเลี้ยง (V_{CC}) นี้จะเป็นไฟตรงหรือไฟสลับก็ได้เช่นกันแต่ต้องไม่มากเกินไปกว่า 24 VDC หรือ 24 Vrms อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปเรามักใช้ V_{CC} มีค่าไม่น้อยกว่า 5 โวลต์ และไม่มากกว่า 15 โวลต์ เนื่องจากคุณสมบัติความไวของตัวตรวจจับก๊าซขึ้นกับอุณหภูมิและความชื้นมากดังนั้นเพื่อในมันทำงานได้ดีขึ้นและมีความเชื่อถือสูงขึ้น ไฟเลี้ยงควรเป็นไฟเรกูเลท

แรงดัน output ที่จะนำไปใช้งานนั้นนิยมดึงมาจากแรงดันคร่อมตัวต้านทาน เมื่อมีก๊าซหรือไอของสารดังกล่าวผ่านตระแกรงโลหะด้านหน้าของตัวตรวจจับก๊าซเข้ามากระทบชิ้นสารกึ่งตัวนำ ความต้านทานของมันจะลดลงมาก ดังนั้นแรงดัน output ก็จะมีสูงขึ้นซึ่งเราสามารถนำขนาดแรงดันนี้ไปเปรียบเทียบกับปริมาณขนาดของก๊าซได้หรือจะนำไปกระตุ้นการทำงานของ SCR หรือโซเลนอยด์เมื่อระดับปริมาณก๊าซหรือไอเกินกว่าระดับที่กำหนดไว้ก็ได้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากความต้านทานของชิ้นสารกึ่งตัวนำไม่ได้ลดลงเป็นอัตรา

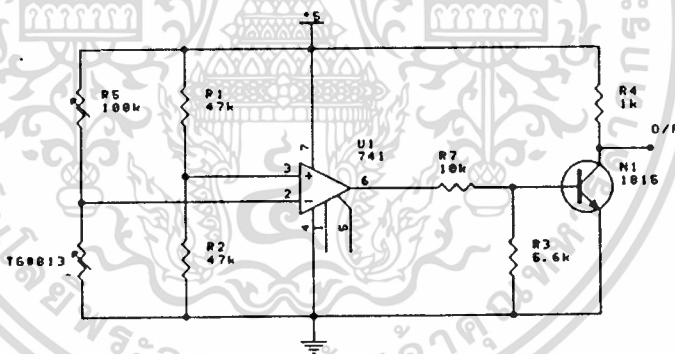
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนกับปริมาณของก๊าซหรือไอ แต่จะลดลงในลักษณะเอ็กซ์โปเนนเชียล (exponential) ดังนั้นจะแปรค่าแรงดัน output ที่อ่านได้มาเป็นความเข้มข้นของก๊าซหรือไอโดยตรงไม่ได้ ใช้ได้แต่เปรียบเทียบว่ามีมากหรือน้อยเท่านั้น แต่ถ้าต้องการระดับความเข้มข้นของก๊าซจริงๆ อาจจะต้องจ่ายไฟให้ชุดลดความร้อนมีเสถียรภาพดีเสียก่อนประมาณ 2 - 3 วัน แล้วจึงทำการปรับแต่งขนาดแรงดันเทียบกับปริมาณก๊าซหรือไอที่ทราบค่าแล้ว

มีข้อเสนอแนะบางประการที่ควรรู้ขณะใช้งานก็คือ เมื่อเริ่มแรกใช้งาน (หมายถึงเมื่อเริ่มป้อนไฟเลี้ยงเข้าวงจร) ควรจะอุ่นตัวดักจับก๊าซก่อนสักประมาณ 10 นาที ให้ความต้านทานของชิ้นสารกึ่งตัวนำเข้าที่เสียก่อนและถ้าไม่ได้ใช้งานมานาน หรือเก็บไว้ในที่มีความชื้นมากมานาน ๆ ก็ควรขับไล่ความชื้นหรือก๊าซพิษที่ตกค้างอยู่ให้ออกไปจากตัวมันโดยเร็ว โดยการป้อนแรงดันให้ชุดลดความร้อนสูงกว่าปกติเล็กน้อย เช่น ป้อนไฟ 6 โวลต์เข้าไปสัก 2-5 นาทีก่อนแล้วจึงค่อยลดลงมาเป็น 5 โวลต์ตามเดิม เมื่อมันพร้อมแล้วจะสามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซพิษได้ภายในเวลาไม่กี่วินาทีเท่านั้น และเมื่อก๊าซพิษหมดไปแล้วก็จะคืนกลับสภาพเดิมได้อีกในเวลาประมาณ 2-3 นาที

เครื่องตรวจจับก๊าซหรือควันในบ้าน

วงจรที่แสดงในรูปที่ 3.6 เป็นเครื่องตรวจจับก๊าซเพื่อใช้ในบ้าน



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรตรวจจับก๊าซและควัน

ไอซี 813 ทำหน้าที่ในการตรวจจับก๊าซและควัน ซึ่งเมื่อพิจารณาจากกราฟที่แสดงคุณสมบัติของไอซี 813 แล้วจะเห็นว่ามีความไวในการตรวจจับก๊าซได้ดีกว่าการตรวจจับควัน และจากการที่ใช้ไอซี 813 แทนไอซี 812 (ซึ่งเป็นตัวตรวจจับควัน) พบว่าสามารถตรวจจับควันได้ดีเช่นกันจึงเลือกใช้ไอซี 813 เป็นตัวตรวจจับควันแทนไอซี 812 จากคุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความเข้มข้นของก๊าซหรือควันของไอซี 813 หรือ 812 นั้นใกล้เคียงกัน เราจึงสามารถใช้วงจรเดียวกันได้เพียงแต่เปลี่ยนคุณสมบัติความไวต่อก๊าซหรือควันโดยการปรับที่ค่าความต้านทานปรับค่า 100k จากวงจรเราใช้ไอซีเบอร์ LM741 เป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage comparator) การทำงานคือ ในสภาวะปกติที่ไม่มีก๊าซหรือควัน ค่าความต้านทานของไอซี 812 หรือ 813 จะมีค่ามาก ทำให้ตักดาที่ขา 2 (inverter) ของไอซี LM741 มีค่ามากกว่าตักดา V_{ref} ที่ขา 3 (noninverter) ทำให้ตักดาที่ขา 6 มีค่าลอจิก " 0 " ดังนั้นทรานซิสเตอร์ Q_1 ไม่ทำงาน เอาท์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พหุประมาณ 5 โวลต์ แต่เมื่อไอซี 812 หรือ 813 ตรวจจับได้ว่ามีก๊าซหรือควันเกิดขึ้น ค่าความต้านทานของ ไอซี 812 หรือ 813 จะมีค่าลดลง ถ้าความเข้มข้นของก๊าซหรือควันมากค่าความต้านทานของไอซีจะมีค่าต่ำ เมื่อความต้านทานลดลงถึงระดับหนึ่งซึ่งต่ำกว่าที่ขา 2 น้อยกว่าต่ำกว่าที่ขา 3 ทำให้ต่ำกว่าที่ขา 6 มีค่าลอจิก " 1 " ดังนั้นทรานซิสเตอร์ O_2 ทำงาน เอาท์พุทประมาณ 0 โวลต์ สัญญาณที่ได้จะถูกส่งให้กับ MCS-51 Controller เพื่อตรวจสอบสถานะของวงจร

ค่า V_{ref} ที่ขา 3 ในวงจรตั้งไว้ที่ระดับ 2.5 โวลต์ และการปรับความไวในการตรวจจับระดับของควันหรือก๊าซนั้นเราสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการปรับค่าของความต้านทานปรับค่าได้คือ VR 100k

สิ่งที่ควรรู้ในการใช้เครื่องตรวจจับควันมาเตือนการเกิดไฟไหม้

การเกิดไฟไหม้แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 จะเกิดไอบประทุที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าแต่อาจได้กลิ่น ระยะนี้จะกินเวลาเพียงไม่กี่นาทีหรืออาจนานเป็นวันก็ได้

ระยะที่ 2 เป็นระยะที่เริ่มมีควัน มองเห็นได้ อันตรายจากควันสามารถทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ ระยะนี้จะกินเวลานานเป็นชั่วโมงหรืออาจสั้นสุดลงในไม่กี่นาทีก็ได้

ระยะที่ 3 เป็นระยะที่เกิดเปลวไฟที่มองเห็นได้ทั้งควันและเปลวไฟ ระยะนี้จะกินเวลาเพียงไม่กี่นาทีหรืออาจรวดเร็วมากเพียงไม่กี่วินาที

ระยะที่ 4 ระยะนี้จะมีความร้อนจากไฟมองเห็นได้ทั้งควันและเปลวไฟที่ให้ความร้อนสูง สามารถเผาผลาญทุกสิ่งลงได้ ระยะนี้เกิดได้ภายในชั่วพริบตาเดียว

จากระยะการเกิดเพลิงไหม้ดังกล่าวนี้ จึงทำให้เครื่องตรวจจับควันมักจะทำงานส่งเสียงเตือนได้เร็วกว่าเครื่องที่อาศัยการตรวจจับความร้อน โดยจะส่งเสียงเตือนในระยะที่ 2 ซึ่งจะทำให้เจ้าของบ้านมีเวลาและมีโอกาสมากขึ้นที่จะดับไฟหรือหนีออกจากบริเวณนั้น

ในกรณีที่เป็นบ้านเรือนทั่วไป สำหรับระดับการเตือนภัยที่ดีที่สุดควรติดตั้งเครื่องตรวจจับควันที่บริเวณช่องทางเดินที่อยู่ระหว่างห้องนอนกับห้องอื่นๆและที่บริเวณฝ้าเพดาน เหนือช่องบันได บริเวณอื่น ๆ ที่ควรติดตั้งเพิ่มเติมคือ ห้องพักผ่อน ห้องนอน ห้องอาหาร โรงรถ ในกรณีที่ติดตั้งเครื่องไว้ที่ฝ้าเพดานบริเวณกลางห้องหรือใกล้เตียง ควรติดห่างจากผนังอย่างน้อย 6 นิ้ว ส่วนกรณีที่ติดเครื่องไว้ที่ฝ้าผนังห้อง ควรติดให้ต่ำลงมาจากฝ้าเพดานอย่างน้อย 9 นิ้ว แต่ไม่ควรเกิน 12 นิ้ว และควรห่างจากมุมห้องอย่างน้อย 12 นิ้ว

วงจรอินฟราเรดรีโมท

วงจรอินฟราเรด (Infrared) ในโครงงานนี้ นำมาใช้เพื่อตรวจจับขโมย โดยติดตั้งตัวส่งและตัวรับที่บริเวณหน้าต่างหรือประตูบางจุดที่เป็นทางเข้าออกของบ้าน โดยใช้สัญญาณอินฟราเรดจากตัวส่ง ส่งไปยังตัวรับ

ซึ่งในสภาวะปกติที่ไม่มีอะไรมาบังระหว่างตัวส่งกับตัวรับ แสดงว่าไม่มีขโมย แต่ถ้ามีการบังเกิดขึ้น แสดงถึงมีขโมยเข้ามาในบ้าน

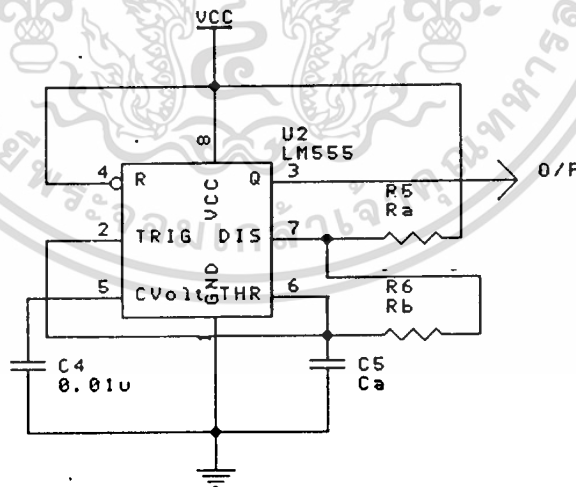
การใช้ไอซี 555 สร้างสัญญาณพัลส์ โดยใช้การกระตุ้นของการ charge C_A ผ่าน R_A และ R_B เมื่อแรงดันคร่อม C_A มีค่า $2/3V_{CC}$ จะทำให้วงจรเปรียบเทียบแรงดันชุดบนทำงาน ไปกระตุ้นให้วงจรควบคุมฟลิปฟล็อปทำงานไปอีกต่อหนึ่งเป็นผลให้ C_A คายประจุผ่าน R_B และขา 7 (ผ่าน Q_1 ในไอซี) ลงกราวด์ ช่วงนี้เอาท์พุทขา 3 จะมีแรงดันต่ำและเมื่อแรงดันที่ C_A ลดลงมาถึง $1/3V_{CC}$ ก็จะไปกระตุ้นให้วงจรเปรียบเทียบชุดล่างทำงานกระตุ้นวงจร Flip-Flop ทำให้แรงดันเอาท์พุทสูงขึ้นและ C_A ไม่สามารถคายประจุได้อีก เพราะทรานซิสเตอร์ภายในซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์จะอยู่ในสภาวะ off ดังนั้น C_A จะเริ่ม charge อีกจนแรงดันเท่ากับ $2/3V_{CC}$ ก็จะเริ่มทำงานแบบเดิมอีกครั้งหนึ่ง

จากลักษณะการทำงานของวงจร จะเห็นว่าช่วงความกว้างของคลื่นที่ได้ทางเอาท์พุทจะขึ้นอยู่กับ การ charge และ discharge ของ C_A จะได้ว่า

$$\text{ช่วง charge} : T_1 = 0.693 (R_A + R_B) C_A$$

$$\text{ช่วง discharge} : T_2 = 0.693 R_A C_A$$

$$f = 1 / (T_1 + T_2)$$



รูปที่ 3.7 แสดงวงจร Astable

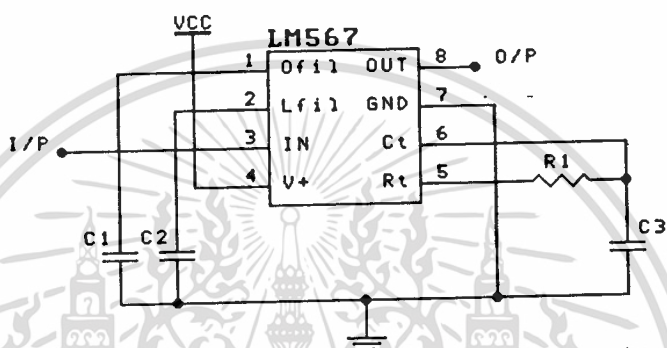
การใช้งานไอซี 567 ซึ่งเป็น Phase Lock Loop (PLL) หน้าที่เป็น Tone Decoder คือ เมื่อรับสัญญาณเข้ามาแล้วจะนำสัญญาณนั้นมาทำการเปรียบเทียบความถี่กับความถี่ที่สร้างขึ้นด้วยตัวมันเอง ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากว่าความถี่ของสัญญาณที่รับเข้ามาได้นั้นเท่ากับความถี่ของตัวเองแล้ว จะให้เอาท์พุทเป็น " Low " แต่ถ้าหากความถี่ไม่ตรงกันแล้วจะให้เอาท์พุทเป็น " High " จึงสามารถใช้เป็นตัวตรวจจับความถี่ได้

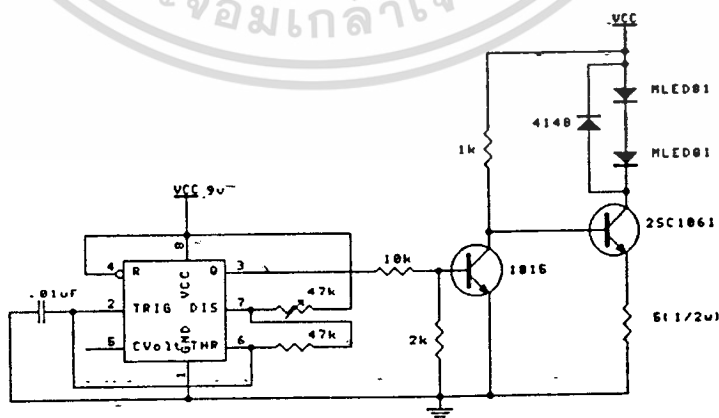
โดยความถี่ที่ใช้เปรียบเทียบในการ Locked คือ f_0 ซึ่งคำนวณได้จากค่า R_1 และ C_1 ที่ขา 5 และ 6 ตามลำดับ

$$f_0 = 1.1 / R_1 C_1$$



PIN NUMBER 1 O/P CAPACITOR
2 LP CAPACITOR I/P
4 VCC
7 GND
6 TIMMING CAP
5 TIMMING RES

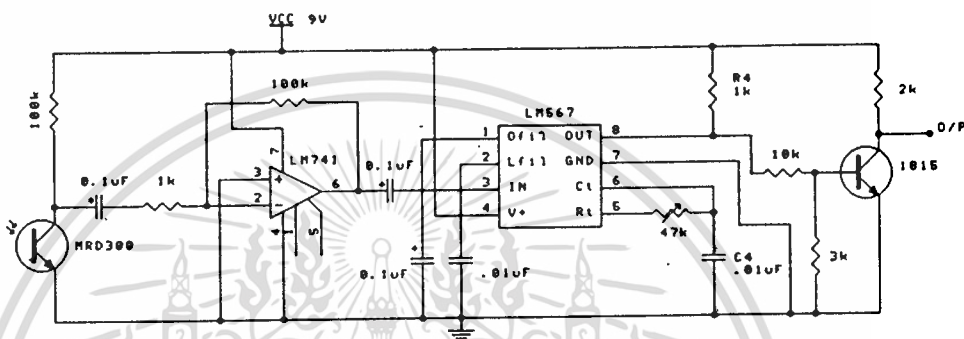
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรการใช้งาน 567



รูปที่ 3.9 วงจรอินฟราเรดทางด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรมีไอซี 555 ในการสร้างสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ที่สร้างขึ้นกำหนดจาก R_1 , R_2 และ C_1 จากสูตรที่ได้กล่าวมาแล้ว ในวงจรมีเราสร้างสัญญาณพัลส์ความถี่ประมาณ 1.1 kHz เพื่อให้ตรงกับความถี่ของวงจร PLL ทางด้านรับซึ่งตั้งความถี่ไว้ที่ค่า 1.1 kHz ซึ่งทำได้โดยการปรับค่า R_1 สัญญาณพัลส์ที่ได้ที่ขา 3 ของไอซี 555 จะถูกส่งไปยังส่วน driver โดยใช้ทรานซิสเตอร์ BC547 ทำหน้าที่เป็นสวิทช์และขับ Power Transistor เบอร์ 2SC1061



รูปที่ 3.10 วงจรอินฟราเรดทางด้านรับ

สัญญาณอินฟราเรดที่ส่งมาจะถูก Detect โดย MRD 800 และถูกขยายให้สัญญาณใหญ่ขึ้นโดยไอซี LM741 ซึ่งต่อเป็นวงจรขยายแบบ inverter มีค่า gain ประมาณ 100 เท่า สัญญาณที่ได้จากการขยายจะส่งให้เป็นความถี่อินพุทของไอซี 567 ซึ่งเป็น PLL ทำหน้าที่ในการ locked ความถี่ที่ส่งมาแล้วนำไปเปรียบเทียบกับความถี่ที่ตัวมันเองสร้างขึ้นมา ในวงจรมีได้ตั้งความถี่ของ 567 ไว้ประมาณ 1.1 kHz (โดยใช้ค่า RC ตามสูตรที่ได้กล่าวมาแล้ว) ถ้าความถี่ทางด้านรับตรงกับทางด้านส่งจะทำให้เอาต์พุทที่ขา 8 มีค่าเป็นลอจิก 0 หมายความว่าไม่มีอะไรมาบังตัวรับกับตัวส่ง ในทางกลับกันถ้าความถี่ไม่ตรงกันเอาต์พุทที่ขา 8 จะมีค่าเป็นลอจิก 1 คือมีการบังระหว่างตัวรับกับตัวส่ง ซึ่งแสดงว่าสวิตช์ไม่เข้ามา สัญญาณที่ได้จากเอาต์พุทที่ขา 8 นี้จะส่งไปให้ MCS-51 Controller เพื่อทำการตรวจสอบสถานะของวงจร

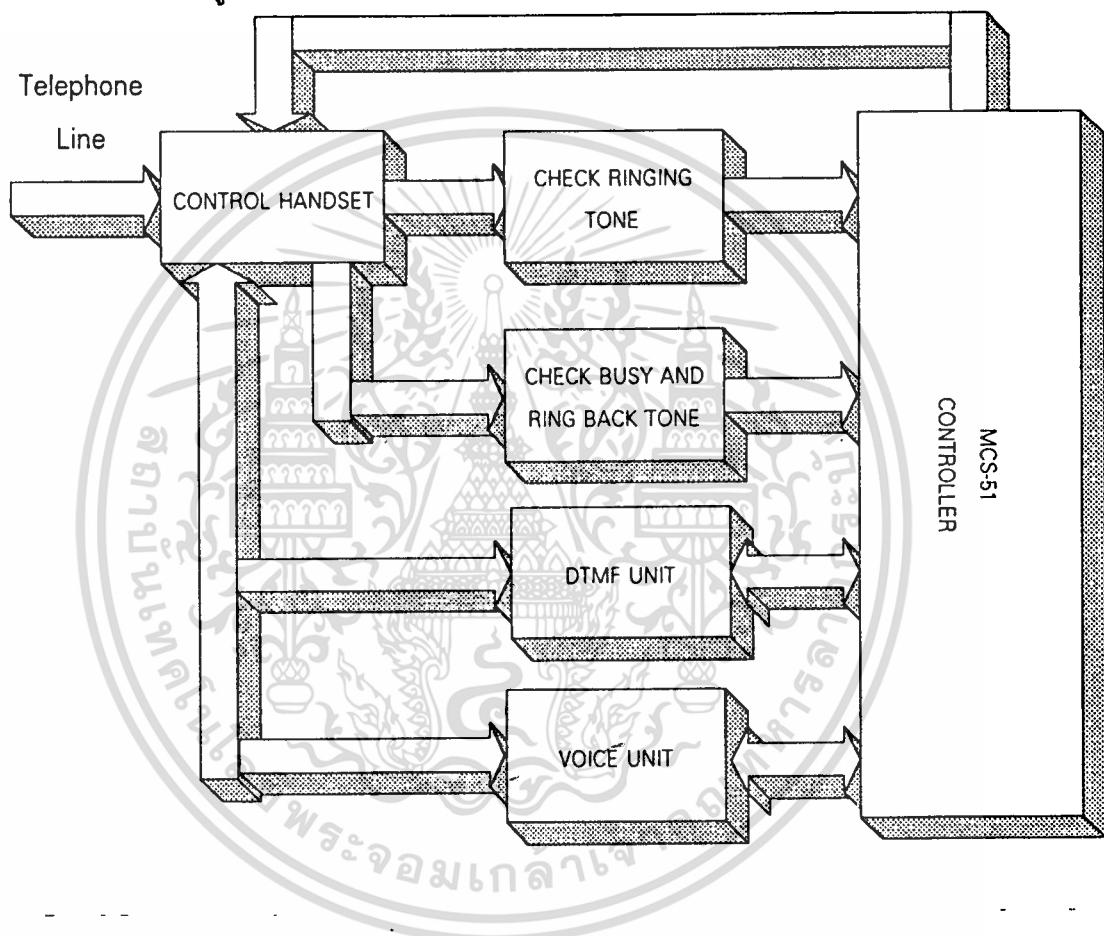
บทที่ 4

หลักการงานและการออกแบบ

ส่วนควบคุมการสื่อสารระหว่างเครือข่ายภายนอกและภายในบ้าน

(Telecommunication Control)

ส่วนการควบคุมการสื่อสารระหว่างเครือข่ายภายนอกและภายในบ้าน แบ่งออกเป็นส่วนๆ ดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมการสื่อสารระหว่างเครือข่ายภายนอกและภายในบ้าน

จากบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 4.1 สามารถอธิบายได้ดังนี้

วงจร Bridge จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟสลับ ซึ่งมีทั้งขั้วบวกและขั้วลบ ให้เป็นสัญญาณไฟตรง ซึ่งมีเพียงขั้วเดียว เราสามารถคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านวงจร Bridge ได้ดังนี้

หากเป็นสัญญาณ Ringing Tone จะมีสัญญาณไฟประมาณ 100 V 20 Hz เมื่อผ่านวงจร Bridge แล้ว จะได้แรงดันไฟเท่ากับ $100 \times 1.414 = 141.4 \text{ V}$

วงจรถรวจจับ Ringing Tone เป็นวงจรถรวจจับสัญญาณ Ringing Tone ว่ามีสัญญาณเข้ามาหรือไม่ ถ้าวงจรถรวจจับพบว่าสัญญาณเข้ามา และทำการตรวจนับสัญญาณ Ringing Tone ว่าดังครบจำนวนที่กำหนดไว้หรือยัง ถ้าครบแล้วก็จะทำการส่งสัญญาณไปที่ขาอินเทอร์รัพ 1 (Interrupt 1) ของ MCS-51 เพื่อให้ MCS-51 สั่งทำการยกหูโทรศัพท์

วงจรถรวจจับ Busy Tone ภาคนี้อาจจะทำการตรวจจับว่ามีสัญญาณ Busy Tone เข้ามาหรือไม่ หากมีจะทำการวางหูโทรศัพท์ของเครื่องส่งงานทางโทรศัพท์ หรือถ้าหากมีการโทรออกก็จะทำการตรวจจับว่ามีสัญญาณ Busy Tone หรือไม่ ถ้าตรวจพบว่าสัญญาณ Busy Tone ก็จะทำการโทรออกใหม่

วงจรถรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone เป็นวงจรถรวจจับสัญญาณเรียกกลับ เมื่อมีสัญญาณเรียกกลับแสดงว่าการติดต่อสำเร็จ แต่ผู้รับปลายทางยังไม่ได้ทำการยกหู ดังนั้นเมื่อสัญญาณนี้หายไปก็แสดงว่าผู้รับปลายทางยกหูแล้ว วงจรนี้ก็จะส่งสัญญาณไปยัง MCS-51 เพื่อไปควบคุมภาค Voice Memory ต่อไป

วงจรถควบคุมการยกหู/วางหู (Control Handset) ภาคนี้อาจจะทำหน้าที่เป็นตัวคอยยกหูหรือวางหูทำให้เครื่องตอบรับทำงาน ซึ่งภาคนี้อาจจะคอยรับสัญญาณจาก MCS-51 ว่าจะสั่งให้ยกหูหรือไม่

วงจรถถอดรหัสความถี่คู่ (DTMF Decoder) เป็นภาคที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณความถี่คู่ที่ได้จากการกดคีย์โทรศัพท์ (DTMF Tone) ของโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณดิจิทัล (Digital) 4 บิต ตั้งแต่ 0000 - 1111 แล้วส่งสัญญาณที่ได้ไปยัง MCS-51 ต่อไป เพื่อนำสัญญาณไปทำการควบคุมการ เปิด-ปิด หรือตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า (เป็นการส่งงานทางโทรศัพท์)

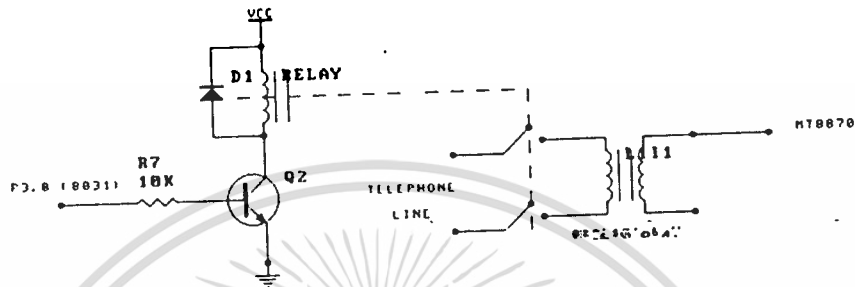
วงจรถเข้ารหัสความถี่คู่ (DTMF Encoder) ภาคนี้อาจจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณดิจิทัล (Digital) 4 บิต จาก MCS-51 ให้เป็นสัญญาณความถี่คู่ (DTMF Tone) ของโทรศัพท์ เพื่อทำการโทรออกไปโดยอัตโนมัติเมื่อมีอุบัติภัยเกิดขึ้นในบ้านโดยเราทำการบันทึกเลขหมายไว้เรียบร้อยแล้ว

Voice Memory เป็นวงจรถทำการบันทึกเสียง ที่ทำการตอบรับไว้เรียบร้อยแล้ว เพียงรอสัญญาณจากภาค MCS-51 มาเป็นตัวสั่งงานให้ทำงานเท่านั้น ภาคนี้อาจยังสามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลงการบันทึกเสียงที่เก็บไว้ใน Memory ได้อีกด้วยตามความต้องการของผู้ใช้

Tape Record เป็นวงจรถทำการบันทึกเสียง เมื่อมีการฝากข้อความหรือเรียกข้อความนั้นออกมาฟังเมื่อต้องการฟัง โดยจะทำงานตามคำสั่งของ MCS-51

MCS-51 ภาคนี้อาจเป็นหัวใจสำคัญของการทำงานต่างๆ ของเครื่องส่งงานทางโทรศัพท์ เพราะทำหน้าที่ในการประมวลผลสัญญาณต่าง ๆ ที่รับเข้ามา แล้วจะทำการส่งสัญญาณนั้นไปควบคุมภาคต่าง ๆ อีกด้วยหน้าที่ของ MCS-51 กับภาคนี้อาจจะจับสัญญาณกระดิ่ง คือ จะทำการรับสัญญาณที่มาจากวงจรถรวจจับสัญญาณกระดิ่ง แล้วก็จะทำการสั่งให้ยกหูโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ ซึ่งเปรียบเสมือนกับการยกหูจริงๆ โดยการสั่งควบคุมที่ภาคควบคุมการยกหู/วางหู (Control Handset) จากนั้น เครื่องก็จะทำการคอยตรวจจับ

อุปกรณ์ที่ใช้จะเป็น แมทซ์ซึ่งทรานฟอเมอร์ค่าความต้านทานประมาณ 600 โอห์ม เพื่อให้เท่ากับขณะทำงานจริง ดังวงจรในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 วงจรควบคุมการยกหู/วางหู

ส่วนตรวจจับสัญญาณ Ring back Tone

วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับจะใช้ในการตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับเมื่อมีสัญญาณเรียกกลับ แสดงว่าการติดต่อสำเร็จ แต่ทางด้านปลายทางยังไม่ได้ยกหูโทรศัพท์ ซึ่งสัญญาณที่ออกทางขาเอาต์พุตเป็น 1 จนกระทั่งมีการยกหูโทรศัพท์ เอาต์พุตจะเป็น 0 ซึ่งเราจะใช้สถานะนี้ร่วมกับ status flag จาก Main program ในการตัดสินใจสถานะในขณะเวลานั้น ๆ ว่าปลายทางยกหูขึ้นจริงหรือไม่ เมื่อ check แล้วพบว่า ปลายทางยกหูขึ้นจริงก็จะส่งสัญญาณไปยัง MCS-51 แล้ว MCS-51 ก็จะส่งสัญญาณไปควบคุมส่วนของ Voice memory ให้ส่งข้อมูลไปยังปลายทาง ซึ่งข้อมูลที่ส่งไปนั้นจะสอดคล้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

วงจรมีใช้ไอซีเบอร์ NE567 ซึ่งเป็น Phase Lock Loop (PLL) ไอซีเบอร์นี้จะมีลอจิกเป็น 1 ในสถานะปกติ และจะเปลี่ยนเป็นลอจิก 0 (pulse ของขาลง) เมื่อมีความถี่ 400 Hz เข้ามาที่ขาอินพุต และเอาต์พุตที่ออกจากไอซีเบอร์ NE567 จะส่งไปให้กับวงจรโมนอสเตเบิล (Monostable) ชุดที่ 1 ของไอซีเบอร์ 74LS123 (Retriggerable monostable) ซึ่งมีวงจรโมนอสเตเบิล (Monostable) อยู่ 2 ชุด โดยเซ็ท (set) ให้ trig ที่ขอบขาลง เอาต์พุตของวงจรโมนอสเตเบิล (Monostable) ชุดที่ 1 จะส่งไปให้กับวงจรโมนอสเตเบิล (Monostable) ชุดที่ 2 โดยที่เอาต์พุตจะเป็นลอจิก 1 ตลอด จนกว่าเรียกกลับจะหยุดไป เมื่อสัญญาณเรียกกลับหมดไปจะมีพัลส์ที่ขอบขาลงไปกระตุ้นทำให้วงจรโมนอสเตเบิล (Monostable) ของชุดที่ 2 มีเอาต์พุตเปลี่ยนจากลอจิก 1 เป็นลอจิก 0

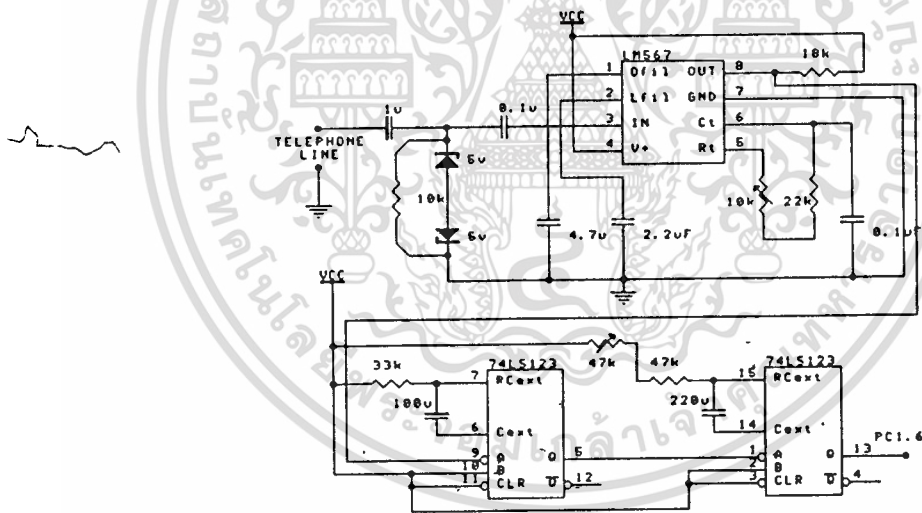
จากรูปที่ 4.5 เนื่องจาก Ring Back Tone เป็นสัญญาณที่มีความถี่ 400 Hz ดัง 1 วินาที หยุด 4 วินาที เราจึงต้องเซ็ทเวลาของไอซี 74LS123 ให้มี function ที่เป็นบวกตามสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T_w = 0.29R_t C_{ext}(1 + 0.7/R_T)$$

โดยที่ R_t ในวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable) ชุดที่ 1 มีค่า 33k และ C_{ext} มีค่า 100uF ทำให้ได้ค่า $T_w = 2.3085$ s และในวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable) ชุดที่ 2 เลือก R_t เท่ากับ 80k และ C_{ext} มีค่า 220 uF ทำให้ได้ค่า $T_w = 5.1841$ s ในขณะที่มีสัญญาณ Ring Back Tone เข้ามาพัลส์จาก NE567 ซึ่งมีระยะห่างระหว่างพัลส์ประมาณ 5 s ซึ่งมีค่ามากกว่า T_w ของวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable) ชุดที่ 1 แต่น้อยกว่าของวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable) ชุดที่ 2 ทำให้สัญญาณที่เอาท์พุทมีลอจิกเป็น 1 ต่อเนื่องกันไปตลอดช่วงที่มีสัญญาณ จนกว่าสัญญาณเรียกกลับจะหายไป สัญญาณที่เอาท์พุทจึงเปลี่ยนเป็นลอจิก 0

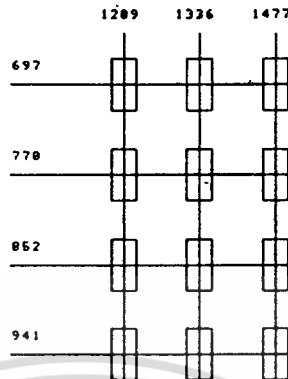
อีกกรณีหนึ่งจะทำการ Check Busy Tone เมื่อสัญญาณที่เข้ามานั้นเป็นสัญญาณ Busy Tone ซึ่งมีค่าระยะห่างระหว่างพัลส์ประมาณ 2 s ซึ่งมีค่าน้อยกว่า T_w ของวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable) ทั้งชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ทำให้สัญญาณที่เอาท์พุทมีลอจิกเป็น 0 ตลอดช่วงที่มีสัญญาณ



รูปที่ 4.5 วงจรตรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone

ส่วนการถอดรหัสและเข้ารหัสความถี่คู่ (DTMF Decoder and Encoder Unit)

เป็นส่วนถอดรหัสและเข้ารหัสความถี่คู่ 2 ความถี่ โดยจะทำการถอดรหัสความถี่คู่ ที่ได้รับมาจาก กิ๊กรกดปุ่มหน้าปัดโทรศัพท์เป็นสัญญาณดิจิตอล 4 บิต และจะทำการเข้ารหัสสัญญาณดิจิตอล 4 บิต เป็นความถี่คู่เพื่อใช้ในการโทรออกอัตโนมัติ เนื่องจากการกดปุ่มหน้าปัดโทรศัพท์จะให้ความถี่ที่แตกต่างกันออกมา 2 ความถี่ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงความถี่ผสมที่ใช้ในระบบโทรศัพท์

ส่วนการถอดรหัสและเข้ารหัสความถี่คู่ (DTMF Decoder and Encoder Unit) ได้ใช้ไอซีที่ทำหน้าที่ในการถอดรหัสและเข้ารหัสความถี่คู่เบอร์ MT-8880

คุณสมบัติของ MT8880

- เป็นตัวรับตัวส่งและเข้ารหัสถอดรหัสความถี่ (DTMF receiver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- มี port เชื่อมต่อกับ MPU
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดโทม์ (Guard time)
- เป็นไอซีคุณภาพสูง
- สามารถเลือกช่วงความถี่ด้านอินพุตได้ (Call Progress Mode)
- มีคุณสมบัติเป็นซุ่มสายย่อยๆ

การนำ MT8880 ไปใช้งาน

- นำไปใช้งานทางด้านรีโมทคอนโทรล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องซุ่มสายขนาดย่อย หรือ PABX
- ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป
- การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์
- ระบบทวนสัญญาณและโทรศัพท์เคลื่อนที่

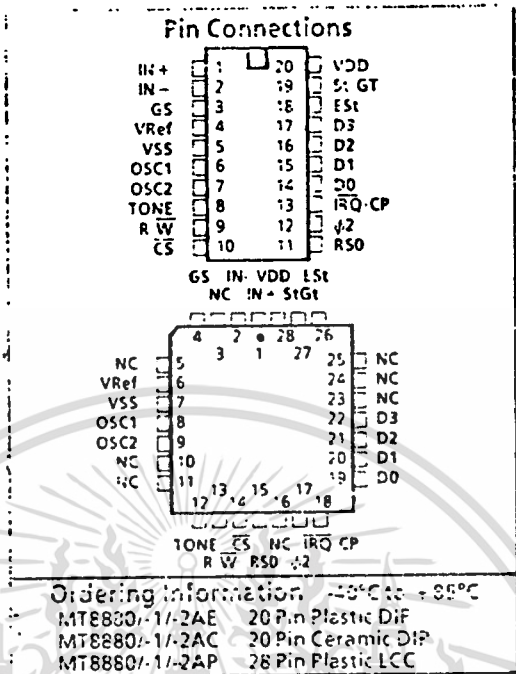
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของขาของ MT8880

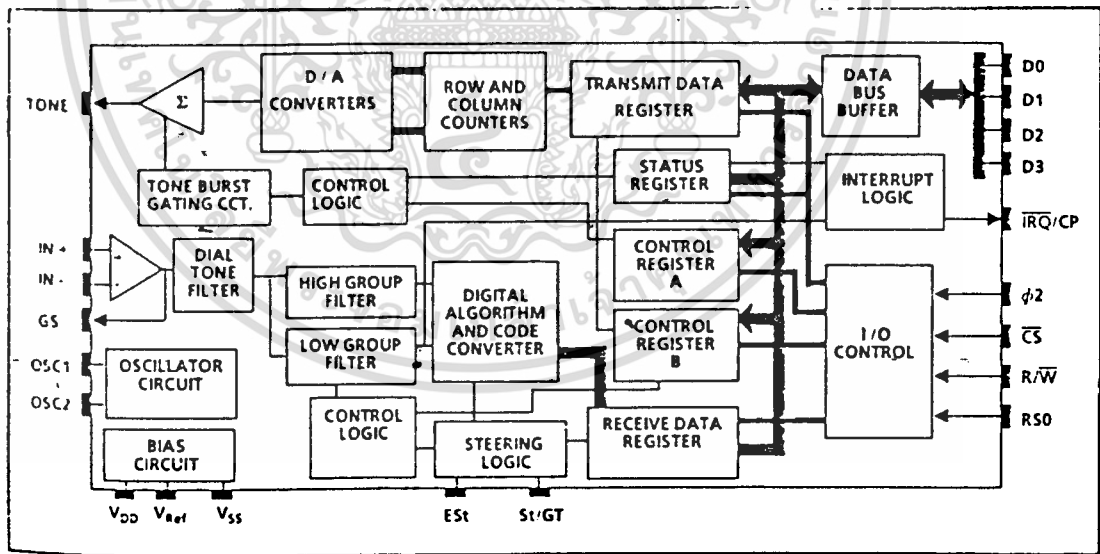
ขา	ชื่อของขา	รายละเอียด
1	IN+	ขาอินอินเวอร์เทอร์ (Non-inverting) ของออปแอมป์
2	IN-	ขาอินเวอร์เทอร์ (Inverting) ของออปแอมป์
3	GS	ขาเลือกเกน (gain)
4	Vref	ขาแรงดันอ้างอิง มีค่าเท่ากับ VDD/2
5	Vss	ไฟเลี้ยงลง
6	OSC1	ขาอินพุท Oscillator 1
7	OSC2	ขาอินพุท Oscillator 2
8	TONE	ขาเอาต์พุทของ DTMF ภาคส่ง
9	R/W	สัญญาณอ่านหรือเขียน รีจิสเตอร์ เพื่อควบคุม MT8880 จาก CPU
10	CS	ขา chip select (CS = 0 เลือกชิพ)
11	RS0	ขาเลือกรีจิสเตอร์
12	O2	ขาอินพุทสัญญาณนาฬิกาของระบบ
13	IRO/CP	ขาอินเทอร์รัพ ไปยัง CPU เมื่ออยู่ในโหมด CP และถูก Enable
14-17	D0-D3	ขาข้อมูลต่อกับ CPU เมื่อ CS = 1 D0-D3 จะ High Impedance
18	EST	ขาแสดงว่าข้อมูล DTMF ที่ตรวจสอบได้ถูกต้องโดยจะเป็นลอจิก "1"
19	ST/GT	ขาที่ต่อวงจร stering Tinput และ Guard time output
20	VDD	ไฟเลี้ยงบวก

โครงสร้างของ MT-8880

MT-8880 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับและตัวส่ง ถอดรหัสและเข้ารหัสความถี่คู่ (DTMF) มีคุณสมบัติในการเลือกช่วงความถี่ด้านอินพุทได้เรียกว่า Call Progress Mode สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO²-CMOS จึงกินไฟน้อยและมีความเชื่อถือสูง ภาครับความถี่คู่สร้างโดยอ้างอิงมาตรฐานจากไอซี MT-8870 ส่วนภาคส่งใช้ข้อดีของวงจรสวิตช์คาปาซิเตอร์ D/A ทำให้มีความเพี้ยนของสัญญาณความถี่คู่ต่ำ ในส่วนของวงจรรองความถี่ใช้เทคนิคของวงจรสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับรองความถี่สูงและความถี่ต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสความถี่คู่ทั้ง 16 ความถี่แบ่งออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และใช้ช่วงเวลาสัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้ โดยการต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาต์พุทเป็นวงจรแลทช์ (Latch) 3 สถานะ ซึ่งรายละเอียดขาต่างๆ ของ MT-8880 แสดงในรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8 แสดงโครงสร้างภายในของ MT-8880



รูปที่ 4.7 แสดงรายละเอียดขาของ MT8880



รูปที่ 4.8 แสดงโครงสร้างภายในของ MT-8880

ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT-8880

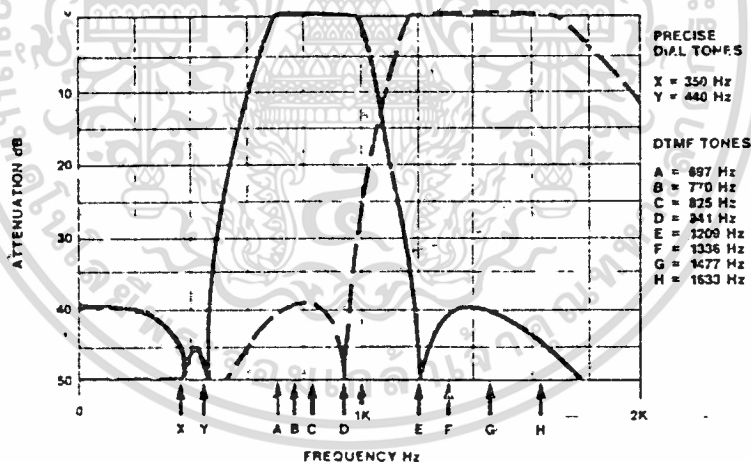
MT-8880 ประกอบด้วยภาครับความถี่คู่ (DTMF) ที่สามารถปรับเกน (Gain) ของวงจรขยายได้และส่วนภาคส่งความถี่คู่ (DTMF) ที่สามารถทำงานแบบ Mode Burst ด้วยความแม่นยำ เนื่องจากมีวงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จรรยาภายใน MPU ที่ต่อกับ MT-8880 สามารถควบคุมการทำงานของ MT-8880 ได้โดยผ่านรีจิสเตอร์ภายในของ MT-8880 ซึ่งประกอบด้วย รีจิสเตอร์แสดงสถานะ ,รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงาน และรีจิสเตอร์ข้อมูลภายใน MT-8880 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 6 ส่วน คือ

- ภาคกรองสัญญาณความถี่ (filter section)
- ภาคถอดรหัสความถี่คู่ (decode section)
- ภาคเข้ารหัสความถี่คู่ (encode section)
- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit)
- ภาคขยายสัญญาณความถี่ต่าง (differential input)
- ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator)

ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่สูงและ ความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิตซ์คาปาซิเตอร์ (six-order switched capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและความถี่ต่ำ ซึ่งแสดงดังกราฟในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

ภาคถอดรหัสความถี่คู่

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิค การนับแบบดิจิทัล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ ขา EST (early steering) ก็ จะแอกทีฟสำหรับค่าถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้น แสดงในตารางในรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW	FHIGH	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
679	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

รูปที่ 4.10 ตารางแสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

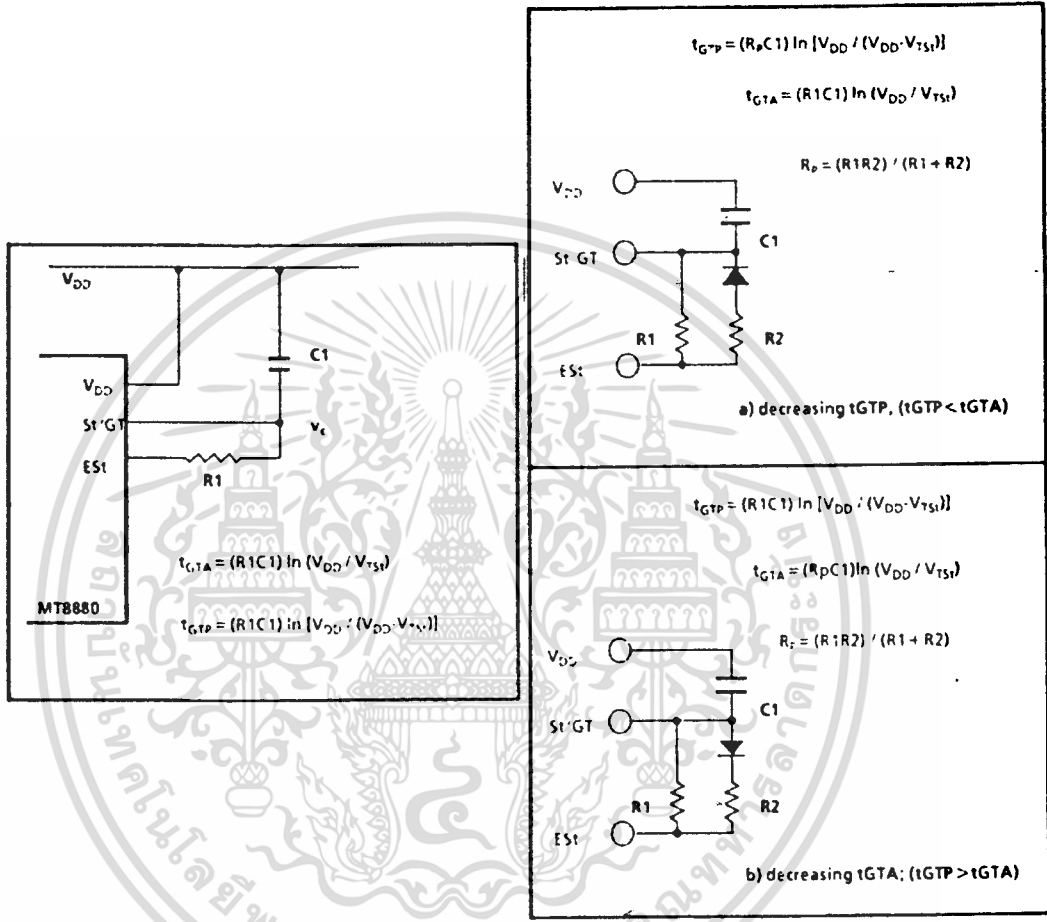
ภาคเข้ารหัสความถี่คู่

ภาคเข้ารหัสความถี่คู่ ทำหน้าที่ในการเข้ารหัสสัญญาณดิจิทัล 4 บิต เป็นสัญญาณความถี่คู่มาตรฐาน 16 คู่ความถี่ ซึ่งมีความเพี้ยนต่ำมาก โดยการหารความถี่จากคริสตัลความถี่ 3.579545 MHz ในการสร้างความถี่คู่ (DTMF) ทำได้โดยเขียนข้อมูลดิจิทัล 4 บิต ไปยังรีจิสเตอร์ข้อมูลภายใน MT-8880 เพื่อใช้ในการโทรออกอัตโนมัติ

ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาร์พูท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่าระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถ

ตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็นลอจิก 1 นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่คู่ DTMF เข้ามาจากรูปที่ 4.11 เมื่อขา EST เป็นลอจิก 1 ทำให้ Vc สูงขึ้นตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้ แรงดัน Vc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต



รูปที่ 4.11 แสดงวงจรตรวจสอบสองสัญญาณอย่างง่ายและแสดง การกำหนดเวลาการ์ดใหม่ (guard time) พร้อมวิธีคำนวณ

สำหรับคำว่า การ์ดใหม่ (guard time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้อง นานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ ซึ่งจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ ว่าเวลาที่เรากำหนดไว้โดย RC ก็คือการ์ดใหม่นั้นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็น ตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาคูได้จากรูปที่ 4.11

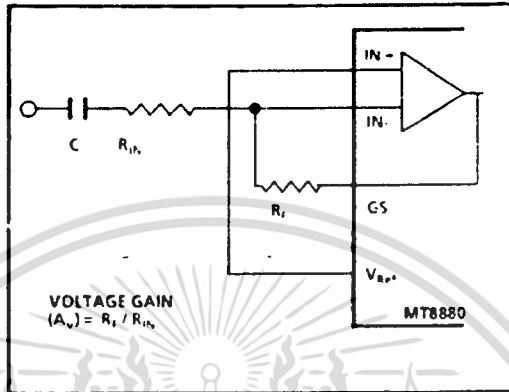
ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT-8880 เป็นภาคออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอก เพิ่มเข้าไปรูปที่ 4.12 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุท ซึ่งสามารถคำนวณอัตราความแตกต่างของอิน พุทและอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราขยาย ($A_V \text{ diff}$) = R_5/R_1

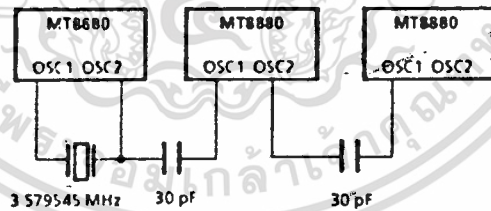
อินพุทอิมพีแดนซ์ ($Z_{in \text{ diff}}$) = $2 (R_1^2 + (1/wC)^2)^{1/2}$



รูปที่ 4.12 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท

ภาคกำเนิดความถี่

ภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.579545 MHz ก็ สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงในดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

Microprocessor Interface

MT-8880 สามารถเชื่อมต่อกับ MPU โดย MPU ควบคุมการทำงานของ MT-8880 จากการเขียนคำสั่งไปยังรีจิสเตอร์ภายในของมัน ซึ่งประกอบด้วยรีจิสเตอร์ 3 ชนิด ดังนี้ คือ รีจิสเตอร์ข้อมูล ,รีจิสเตอร์ควบคุมและรีจิสเตอร์แสดงสถานะ ซึ่งรายละเอียดของคำสั่งและบิตต่างๆของรีจิสเตอร์แสดงดังตารางในรูปที่ 4.14 ดังนี้

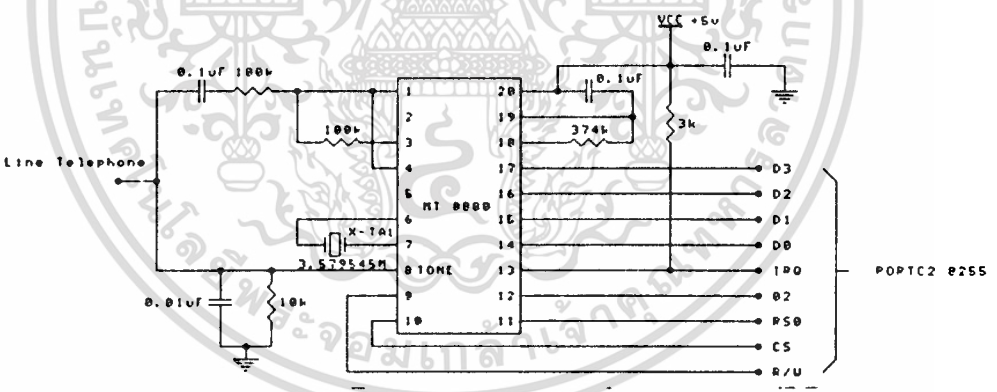
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS0	R/W	FUNCTION
0	0	Write to Transmit Data Register
0	1	Read from Receive Data Register
1	0	Write to Control Register
1	1	Read from Status Register

b3	b2	b1	b0
RSEL	IRQ	CP/DTMF	TOUT

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

รูปที่ 4.14 ตารางแสดงรายละเอียดบิตต่างๆของรีจิสเตอร์



รูปที่ 4.15 แสดงรูปวงจรใช้งานของ MT-8880

ส่วน Voice Memory และ Tape Record

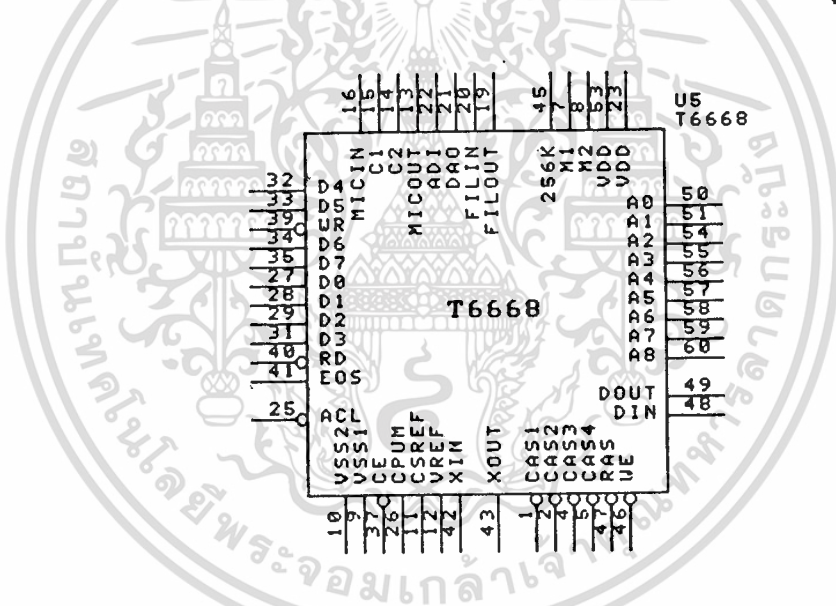
ส่วนของการบันทึกข้อความ จะใช้วงจรบันทึกเสียงพูดโดยใช้ไอซีดิจิทัลเป็นส่วนทำการคอยตอบรับโทรศัพท์ โดยการบอกว่าให้ผู้โทรเข้ามาปฏิบัติอย่างไร ในการที่จะบันทึกข้อความ หรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือใช้บันทึกข้อความที่ต้องการส่งออกไปในกรณีเกิดเหตุร้ายภายในบ้าน เช่น ถ้าหากผู้โทรเข้ามาต้องการสั่งบันทึกข้อความ เครื่องก็จะจัดการบันทึกข้อความลงบนเครื่องเล่นเทปต่อไป โดยภาคนี้จะใช้ ไอซีเบอร์ T6668 เป็นตัวบันทึกเสียงโดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซีเบอร์ T6668 เป็นของบริษัทโตชิบา มีฟังก์ชันใช้งานค่อนข้างสมบูรณ์ประยุกต์ใช้งานได้กว้างและสะดวก มีรูปร่างภายนอกแบบติดตั้งบนผิวหรือเซอร์เฟสเมตขนาด 60 ขา ต่อกับหน่วยความจำชนิดไดนามิก (dynamic RAMs) 64Kx1 บิต หรือ 256Kx1 บิต ได้โดยตรง 4 ตัว ใช้คริสตอลควบคุมความถี่สัญญาณนาฬิกา สามารถเลือกบิตเรท (Bit Rate) เลือกหน้าของหน่วยความจำแยก บันทึก/เล่น กลับได้ โดย T6668 ทำหน้าที่บันทึกเสียงโดยใช้เทคนิค CVSD (Continuous variableslope Delta modulation) ระบบเคลต้ามอดูเลชันต่อเนื่อง ซึ่งภายใต้ตัวไอซี T6668 จะประกอบด้วยวงจรแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Converter) หรือ A/D และส่วนของวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาล็อก (Digital to Analog Converter) หรือ D/A เมื่อใช้หน่วยความจำ 256Kx1 บิต (41256) จำนวน 4 ตัวที่บิตเรท 16K จะบันทึกได้นาน 64 วินาที

รายละเอียดการใช้งานของ T6668

ไอซี T6668 เป็นไอซีชนิด CMOS LSI มี 60 ขาแบบเซอร์เฟสเมต ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แสดงตำแหน่งขาต่างๆ ของไอซี T6668

- A0 - A8 : ขาแอสเตอเรตต่อกับแรม
- DIN , DOUT : ขาดาต้าต่อกับแรม
- RAS , WE : สัญญาณควบคุมแรม
- CAS₁ - CAS₄ : ขาเลือกแรมแต่ละตัวรวม 4 ตัว
- M₁ , M₂ : ใช้กำหนดจำนวนแรมที่ใช้ ดูจากรูปที่ 4.17
- 256K : เลือกขนาดแรม ต่อกราวด์ ใช้ 4164 ต่อไฟบวกใช้ 41256
- EOS : เออร์พูทเป็น " High " เมื่อจบข้อความที่บันทึก
- MIC_{IN} , MIC_{OUT} : อินพุทและเออร์พูทของภาคขยายส่วนหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AD ₁ , AD ₀	: อินพุทสัญญาณอนาล็อกที่จะนำไปแปลงเพื่อบันทึก และ เอาท์พุทอนาล็อกที่ได้จากการอ่าน
FIL _{IN} , FIL _{OUT}	: วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน
C ₁ , C ₂	: ต่อตัวเก็บประจุภายนอก
ACL	: ขารีเซ็ต (Reset) แอคทีฟ Low
X _{IN} , X _{OUT}	: คริสตัลลออสซิลเลเตอร์ความถี่ 650 kHz
CPUM , CE	: ขาสัญญาณควบคุมสำหรับอินเตอร์เฟสกับซีพียู
WR	: ขาอินพุทสัญญาณควบคุมสำหรับเปลี่ยนไปโหมดการบันทึก
D ₄ , D ₅	: เริ่มต้น (D ₄) และหยุด (D ₅) การนับของเคาน์เตอร์ภายใน สำหรับการบันทึกและเล่นกลับ
D ₆ , D ₇	: กำหนดบิตเรท ดูตารางที่ 4.18
D ₀ - D ₃	: เลือกหน้าของหน่วยความจำสำหรับบันทึกแบ่งได้สูงสุด 16 หน้า ตามรหัสเลขฐานสองแต่ละหน้าไม่กำหนดความยาว แล้วแต่จะกดยหยุด (D ₅) เมื่อใดก็จะมี การบันทึกเอาไว้ด้วย โดยอัตโนมัติ
V _{DD} , V _{SS}	: ขาไฟเลี้ยงและกราวด์

ชนิดและจำนวน	256K (ขา 45)	M ₂	M ₃
4164x1	0	0	0
4164x2	0	0	1
4164x3	0	1	0
4164x4	0	1	1
41256x1	1	0	0
41256x2	1	0	1
41256x3	1	1	0
41256x4	1	1	1

รูปที่ 4.17 แสดงตารางการกำหนดชนิดและจำนวนแรมที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิตเรท	D ₇ (ขา35)	D ₆ (ขา34)
8K	0	0
11K	0	1
16 K	1	0
32 K	1	1

รูปที่ 4.18 แสดงตารางการกำหนดอัตราเร็วข้อมูลหรือบิตเรท

การทำงาน T6668 จะทำการรับเสียงพูดเข้ามา จากนั้นจะทำการขยายแล้วเปลี่ยนจากสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณข้อมูลดิจิทัล แล้วไปเก็บไว้ที่ไดนามิคแรม (D-RAMs) โดยส่วนประมวลผลกลาง (CPU) ภายในจะทำการเลื่อนแอดเดรสที่จะนำเข้าไปเก็บเองโดยอัตโนมัติ เมื่อทำการแปลงข้อมูลจากดิจิทัลเป็นอนาล็อก จะใช้อัตรา 10 บิต D/A เพื่อเปลี่ยนกับมาเป็นเสียงเช่นเดิม ในการอัดเข้าไป เราจะสามารถเลือกอัตราเร็วได้ 4 ค่า โดยการเลือกที่ D₆ - D₇ ดังแสดงในรูปที่ 4.18

การทดลองใช้คริสตอล 650 KHz เป็นฐานความถี่ และต่อกับแรม 256 K จำนวน 4 ตัว ให้ความจุของหน่วยความจำเพิ่มขึ้นเป็น 1 Mbit ซึ่งแสดงดังวงจรที่ใช้งานจริงในรูปที่ 4.21

การบันทึกเสียง เมื่อเราทำการบันทึกเสียงที่อัตราเร็วค่าใดค่าหนึ่งเสร็จแล้ว เราสามารถเรียกออกมาฟังในอัตราเร็วอื่นได้ ทำให้สามารถเร่งหรือลดอัตราเร็วของเสียงได้ตามต้องการ ถ้าเราต้องการบันทึกเสียงสูงๆ ให้ได้ผลดีควรจะใช้อัตราเร็วสูงๆ ในการบันทึกด้วย จึงจะทำให้เสียงที่บันทึกออกมาดี

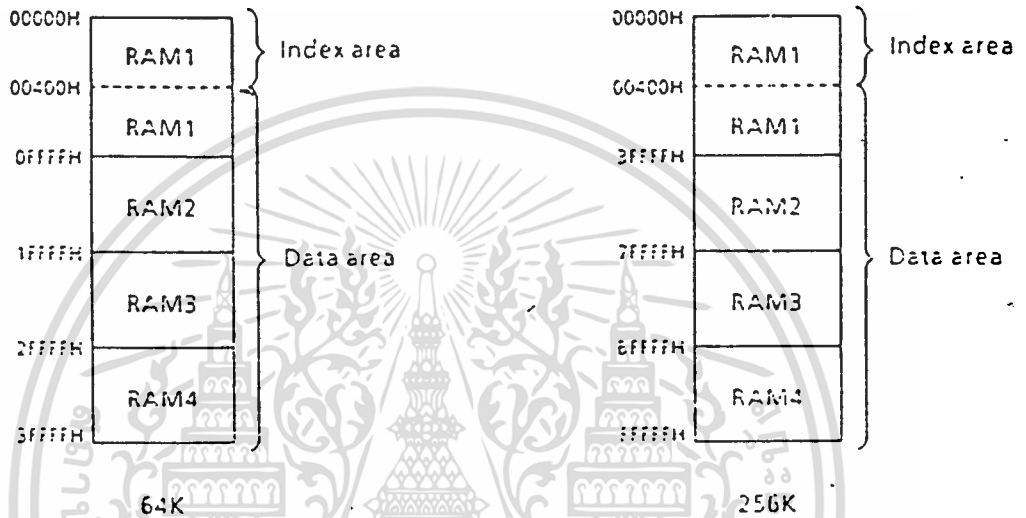
T6668 สามารถเลือกใช้หน่วยความจำได้ 2 ขนาดคือ 64K D-RAMs หรือ 256K D-RAMs โดยการเลือกที่ขา 45 ของไอซี (ที่เขียนไว้ว่า 256K) ถ้าต้องการต่อ D-RAMs 256K ให้กับไอซี T6668 จะต้องต่อขา 45 กับไฟบวก แต่ถ้าต้องการต่อ D-RAMs 64K ต้องต่อขา 45 กับกราวด์ ดังรูปที่ 4.19

ชนิดของแรม	256K	M ₂	M ₁	แอดเดรสที่หยุด
64K DRAMตัวที่1	0	0	0	0FFFFH
64K DRAMตัวที่2	0	0	1	1FFFFH
64K DRAMตัวที่3	0	1	0	2FFFFH
64K DRAMตัวที่4	0	1	1	3FFFFH
256K DRAMตัวที่1	1	0	0	3FFFFH
256K DRAMตัวที่2	1	0	1	7FFFFH
256K DRAMตัวที่3	1	1	0	BFFFFH
256K DRAMตัวที่4	1	1	1	FFFFFFH

รูปที่ 4.19 แสดงการต่อขา 256K ขา M₁ ขา M₂ และ ตำแหน่งแอดเดรสที่หยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มหน่วยความจำให้กับ T6668 สามารถกำหนดได้โดยการต่อขา M₂(ขา 8) ,M₁(ขา 7) ดังรูปที่ 4.19 คือถ้าเราต่อ M₂ ,M₁ ลงกราวด์ T6668 จะทำการเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก 00000H ไปจนถึง 0FFFFH แล้วตัวมันเองก็จะเลิกการอ่านหรือการเขียนมารอการเริ่มต้นใหม่ ดังนั้นเราจึงกำหนดขนาดของหน่วยความจำได้ตามต้องการ เพื่อการประหยัดในการนำไปใช้งานที่ต้องการขนาดหน่วยความจำต่างกันได้ และในรูปที่ 4.20 จะแสดงแผนภูมิของหน่วยความจำที่ใช้ในการทำงานทั้ง 2 แบบ



รูปที่ 4.20 แผนภูมิของหน่วยความจำที่ใช้ในการทำงานทั้ง 2 แบบ

การทำงานในกรณีการรับฝากข้อความ

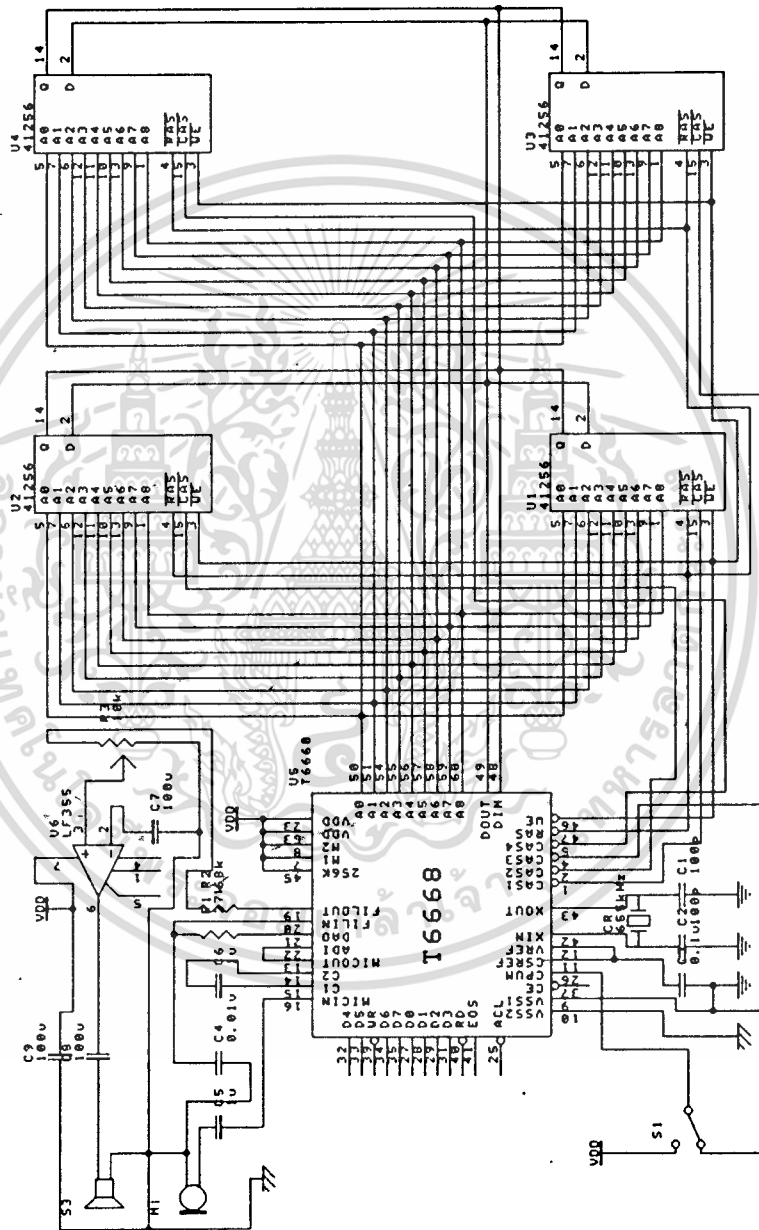
เมื่อมีผู้เรียกเข้ามาหาแต่ภายในบ้านไม่มีใครอยู่ ดังนั้นเมื่อวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งทำการนับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งครบตามจำนวนที่ตั้งไว้ ก็จะส่งสัญญาณไปยัง MCS-51 controller เพื่อให้ MCS-51 สั่งให้ส่วนควบคุมการ ยกหู/วางหู ให้ทำการยกหู จากนั้น MCS-51 ก็จะส่งสัญญาณมาที่ขา Start เพื่อสั่งงานให้วงจร Voice memory ทำการส่งสัญญาณเสียงที่ได้ทำการบันทึกไว้ ออกไปยังผู้เรียกเข้ามา เมื่อข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้ถูกอ่านออกจนหมดที่ขา EOS ของไอซี T6668 จะเป็นลอจิก " 1 " ซึ่งเราจะใช้สัญญาณจากจุดนี้เป็นตัวไปสั่งให้ส่วน Tape record ทำการบันทึก สัญญาณเสียงที่ผู้เรียกจะทำการฝากข้อความ

การทำงานในกรณีมีเหตุร้ายเกิดขึ้นที่บ้าน

เมื่อมีเหตุร้ายเกิดขึ้นที่บ้าน เช่น ไฟไหม้หรือมีขโมยเข้ามา โดยจะถูกตรวจจับได้ด้วยตัว sensor จากส่วนควบคุมระบบความปลอดภัย (Security Control) ก็จะส่งสัญญาณไปยัง MCS-51 จากนั้น MCS-51 จะส่งสัญญาณไปยังส่วนวงจรโทรออกอัตโนมัติ และเมื่อส่วนวงจรตรวจจับสัญญาณ Ring Back

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tone ตรวจสอบได้ว่าที่ปลายทางทำการยกหูแล้วก็จะส่งสัญญาณไปยัง MCS-51 เพื่อให้ MCS-51 ส่งสัญญาณมาที่ขา Start เพื่อสั่งงานให้วงจร Voice memory ทำการส่งสัญญาณเสียงที่ได้บันทึกไว้แล้วไปยังปลายทาง ซึ่งข้อความที่ส่งออกไปและปลายทางที่โทรไปนั้นจะสอดคล้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น



รูปที่ 4.21 วงจรเครื่องบันทึกเสียงที่สมบูรณ์สำหรับการใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

หลักการงานและการออกแบบ

ส่วนควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า (Power Control)

ส่วนควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้าผ่านทางไฟบ้าน (AC-Line) ที่ใช้ในปริมาณหนึ่ง เล่มนี้ ได้นำหลักการของการมอดูเลตแบบดิจิตอล (Digital Modulation) หรือที่เรียกว่า เอฟเอสเค (Frequency Shift Keying : FSK) มาใช้ในการส่งและรับข้อมูลควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการมอดูเลตแบบเอฟเอ็ม (Frequency Modulation : FM) แบบธรรมดาทั่วไป แต่ต่างกันตรงที่สัญญาณที่จะนำมอดูเลตด้วยนั้นเป็นลักษณะของไบนารี (binary) พัลส์ซึ่งมีระดับแรงดันคง ที่อยู่ 2 ระดับ ส่วนของเอฟเอ็มธรรมดานั้นระดับของสัญญาณที่จะนำมอดูเลตจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

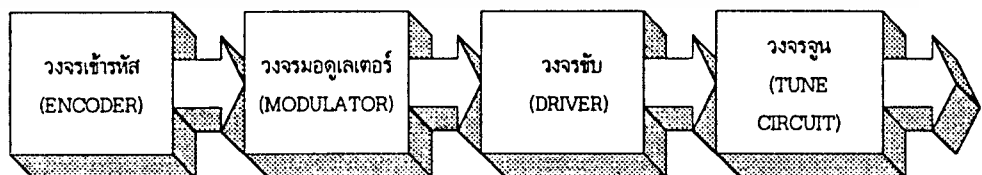
ในสัญญาณเอฟเอสเค (FSK) ความถี่พาหะ (Carrier Frequency) จะถูกเลื่อนไปด้วยค่าข้อมูล ในรูปเลขฐาน 2 ดังนั้นที่เอาท์พุทของเอฟเอสเคมอดูเลเตอร์ จึงมีลักษณะเป็นสเต็ปฟังก์ชัน (step function) ในรูปของความถี่ เมื่อสัญญาณแบบไบนารีที่ถูกป้อนเข้ามาเปลี่ยนจากลอจิก 0 เป็นลอจิก 1 (หรือกลับกัน) สัญญาณเอาท์พุทของเอฟเอสเคจะเลื่อนไปมาระหว่างค่าความถี่ 2 ความถี่ และทางด้านเครื่องรับจะใช้ความถี่ ที่ต่างกัน 2 ความถี่นี้ในการดีมอดูเลต (demodulation) สัญญาณลอจิก 0 และลอจิก 1 กลับมาใช้งาน

วงจรชุดตัวส่งและตัวรับสัญญาณควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า

วงจรตัวส่งและตัวรับสัญญาณควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้านั้น จะมีลักษณะของวงจรที่ คล้ายกันแต่การทำงานของวงจรจะกลับเป็นตรงกันข้าม ซึ่งจะมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

หลักการงานของวงจรชุดตัวส่งสัญญาณควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า

ในชุดตัวส่งสัญญาณควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า จะประกอบด้วยส่วนของวงจรที่ทำหน้าที่ การทำงานต่างกัน แบ่งออกเป็น 4 วงจร อันได้แก่ วงจรเข้ารหัส วงจรมอดูเลเตอร์ วงจรไดรเวอร์ และ วงจรจูน ดังที่ได้แสดงไว้ในบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 5.1



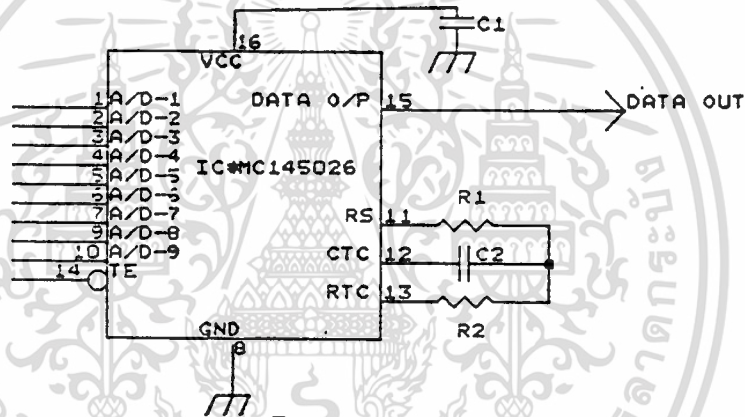
รูปที่ 5.1 บล็อกไดอะแกรมของตัวส่งสัญญาณควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

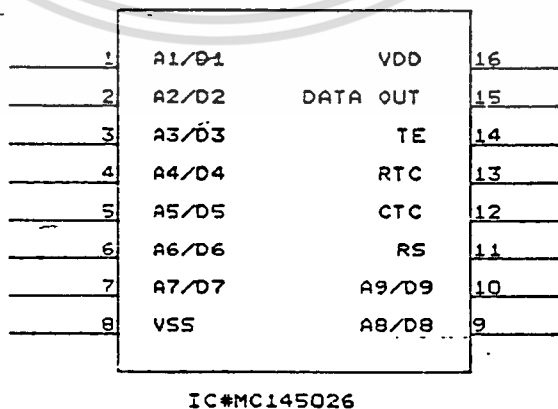
การทำงานของวงจรเข้ารหัส (encoder)

สัญญาณอินพุทของชุดตัวส่งสัญญาณควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า นี้จะรับสัญญาณจาก MCS-51 เป็นสัญญาณไบนารี 7 บิต โดยที่สัญญาณไบนารี 5 บิตแรกจะเป็นการกำหนดแอดเดรสของ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุม สัญญาณไบนารีในบิตที่ 6 ใช้ในการเซ็ทโหมดการทำงานว่าจะส่งหรือรับ ส่วน บิตที่ 7 ใช้ในการสั่งให้อุปกรณ์ทางไฟฟ้านั้นเปิดหรือปิด สัญญาณไบนารีทั้ง 7 บิตจะถูกต่อไปยังวงจรเข้ารหัส ซึ่งทำหน้าที่เข้ารหัส โดยจะมีไอซีเบอร์ MC145026 เป็นหัวใจ สำคัญของภาคนี้

ไอซีเบอร์ MC145026 จะเข้ารหัสแบบ 9 บิต ของสัญญาณไบนารีและจะส่งสัญญาณที่ทำการเข้ารหัส แล้วออกไปเป็นแบบอนุกรม โดยสัญญาณที่เข้ารหัสแล้วจะสามารถส่งออกได้ทันทีที่ขา TE (Transmit Enable) มีสถานะเป็นลอจิกต่ำเท่านั้น



รูปที่ 5.2 วงจรเข้ารหัส

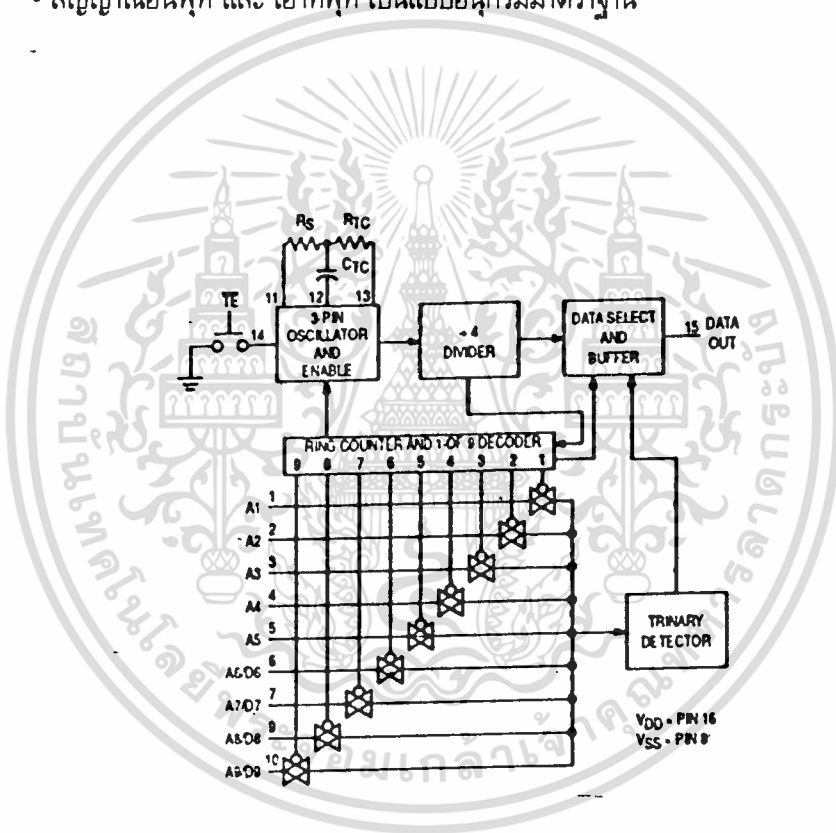


รูปที่ 5.3 ขาต่างๆ ของไอซีเบอร์ MC145026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของไอซีเบอร์ MC145026

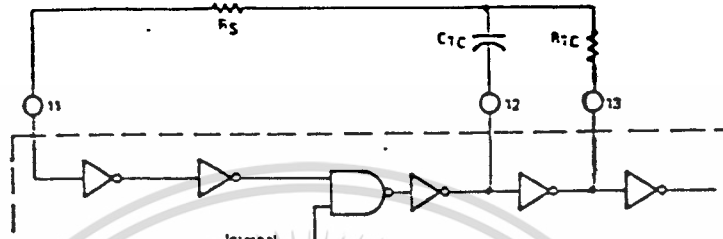
- แอตเดอเรสสามารถเป็นไปได้อันตรรกะไบนารี หรือ 3 สถานะ
- รหัสของแอตเดอเรสที่สูงที่สุดคือ 3 สถานะ
- ใช้ในการอินเตอร์เฟสกับความถี่คลื่นวิทยุ, อนุตร้าโซนิก
- จะส่ง 2 ข้อมูล สำหรับตรวจสอบความผิดพลาด (error checking)
- จะใช้ไฟตั้งแต่ 4.5 ถึง 18 โวลท์
- ภายในชิพนั้นจะมีวงจร R-C ออสซิลเลเตอร์ (R/C oscillator)
- สัญญาณอินพุท และ เอาท์พุท เป็นแบบอนุกรมมาตรฐาน



รูปที่ 5.4 บล็อกไดอะแกรมการเข้ารหัสของ MC145026

วงจรเข้ารหัสนี้สามารถเข้ารหัสได้ โดยขึ้นอยู่กับขาอินพุททั้ง 9 บิต ซึ่งเราสามารถกำหนดสถานะขาของอินพุทของ A1/D1 - A9/D9 ให้ขาเหล่านี้เป็นไปได้อันตรรกะ 3 สถานะ คือ อาจจะเป็น 0, 1, OPEN สถานะใดสถานะหนึ่งก็ได้ โดยที่รหัสที่จะสามารถทำการเข้ารหัสที่เป็นไปได้อันตรรกะที่มีความแตกต่างกันสูงสุดถึง 3^9 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 19683 ซึ่งลำดับในการส่งนั้น จะเริ่มต้นที่ ระดับต่ำ (low level) ของขาอินพุท TE และ VDD ส่วนมากจะใช้เป็น POSITIVE SUPPLY และ VSS ซึ่งส่วนมากจะใช้เป็น NEGATIVE SUPPLY (GND) แล้ววงจรเข้ารหัสนี้ยังมี R_S, R_{TC}, C_{TC} เหล่านี้จะเป็นส่วนของวงจร OSCILLATOR ของการเข้ารหัส ถ้าใช้แหล่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ่ายสัญญาณจากภายนอกแทนออสซิลเลเตอร์ภายใน จะต่อไปที่ขา R_s , R_{TC} , C_{TC} และยกตัวเองออกจากระบบ (left open) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวงจรออสซิลเลเตอร์นี้ทำงานที่ความถี่ที่กำหนดโดยวงจร RC ภายนอก ซึ่งรูปวงจรแสดงไว้ในรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ในไอซี 145026 (การเข้ารหัส)
วงจร RC ภายนอก โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$f = 1 / (2.3 R_{TC} C_{TC}) \quad (\text{Hz})$$

for 1kHz ≤ f ≤ 400 kHz

โดยที่ $C_{TC} = C_{TC} + C_{layout} + 12\text{pF}$

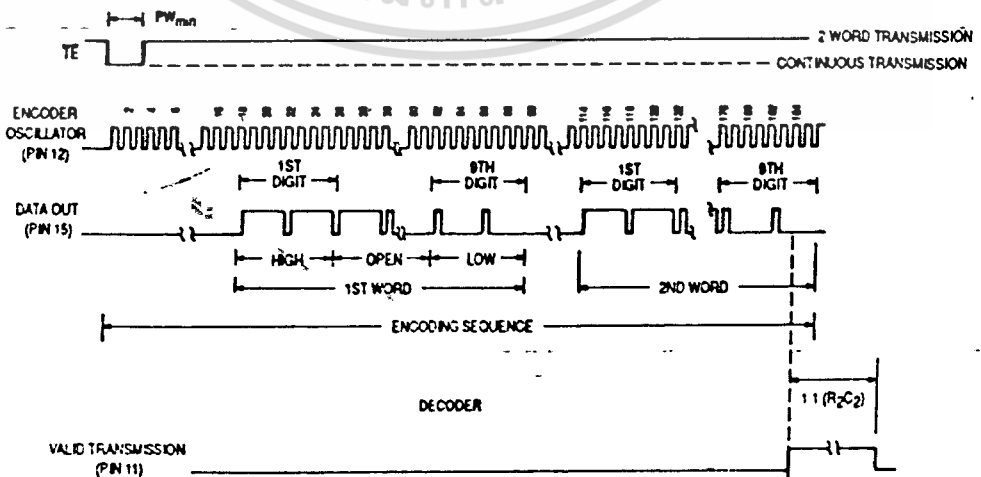
$$R_s = 2R_{TC}$$

$$R_s \geq 20 \text{ Kohms}$$

$$R_{TC} \geq 10 \text{ Kohms}$$

$$400\text{pF} < C_{TC} < 15\mu\text{F}$$

ไอซี MC 145026 ENCODER



รูปที่ 5.6 สัญญาณไทม์มิ่งไอซีของ MC 145026

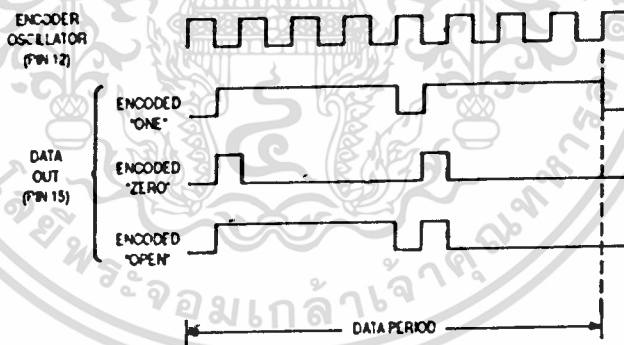
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นข้อมูลออก ที่ขา 15 ของไอซีเบอร์ MC145026 ที่ส่งออกจะส่งไปในลักษณะอนุกรมต่อกันไป ขนาด 9 บิต ซึ่งในแต่ละบิตของข้อมูลที่ส่งออกไปจะมีสภาวะเป็น 0,1 หรือ OPEN สภาวะใดก็ได้ ซึ่งจะมีลักษณะของสัญญาณเป็นพัลส์เข้ารหัสเป็นแบบอนุกรมแล้วดังรูปที่ 5.6 และส่งไปยังวงจรมอดูเลเตอร์ โดยใช้ ไอซีเบอร์ LM1893N ซึ่งจะทำหน้าที่เป็น "ตัวรับส่งกระแสคลื่นพาห้" (Carrier-current tranceiver)

ข้อมูลต่างๆ จะมีการส่งอนุกรมต่อเนื่องกันไป ก็ต่อเมื่อทันทีที่ขา TE ของไอซี MC145026 ได้รับ ระดับสัญญาณลอจิก 0 ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งออกไปมีลักษณะเป็นชุดของข้อมูล (Words) โดยจะถูก ส่งออกไปเป็นจำนวนข้อมูล 2 ชุดด้วยกัน ซึ่งถ้าหากทางรับสามารถรับชุดของข้อมูลทั้งสองชุดนี้ได้เหมือนกัน แสดงว่า การส่งและการรับของข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด จะทำให้ทางด้านรับทำการผลิต สัญญาณ VT (Valid transmission) ออกมา

ในการส่งแต่ละครั้งข้อมูลบิตจะถูกเข้ารหัสแบบ 3 ข้อมูลพัลส์ โดยที่ลอจิก 0 จะมีลักษณะเป็นพัลส์ สั้นๆ จำนวน 2 พัลส์ ต่อเนื่องกันไป และลอจิก "1" จะมีลักษณะเป็นพัลส์ยาวๆ จำนวน 2 พัลส์ต่อเนื่องกัน ไป ส่วนสำหรับสภาวะ "OPEN" จะมีลักษณะการเข้ารหัสเป็นพัลส์ยาว 1 พัลส์ แล้วตามด้วยพัลส์สั้นๆ อีก 1 พัลส์ ดังรูปที่ 5.7 แสดงการเข้ารหัสสภาวะต่างๆ ดังกล่าว

ENCODER DATA WAVEFORMS (MC 145026)



รูปที่ 5.7 ลักษณะการเข้ารหัสของบิตข้อมูล

ดังนั้นข้อมูลออกที่ขา 15 ของ MC145026 ขนาด 9 บิต ซึ่งในแต่ละบิตของข้อมูลที่ส่งออกไปจะมี สภาวะเป็น 0,1 และ OPEN สภาวะใดก็ได้ซึ่งจะมีลักษณะสัญญาณเป็นพัลส์ที่ส่งไปยังวงจรมอดูเลเตอร์

การทำงานของวงจรมอดูเลเตอร์ และไดรเวอร์

ในวงจรมอดูเลเตอร์นั้น จะมีไอซีเบอร์ LM1893N เป็นหัวใจหลักในการทำงานซึ่งไอซี เบอร์ LM1893N จะมีลักษณะการทำงานดังนี้

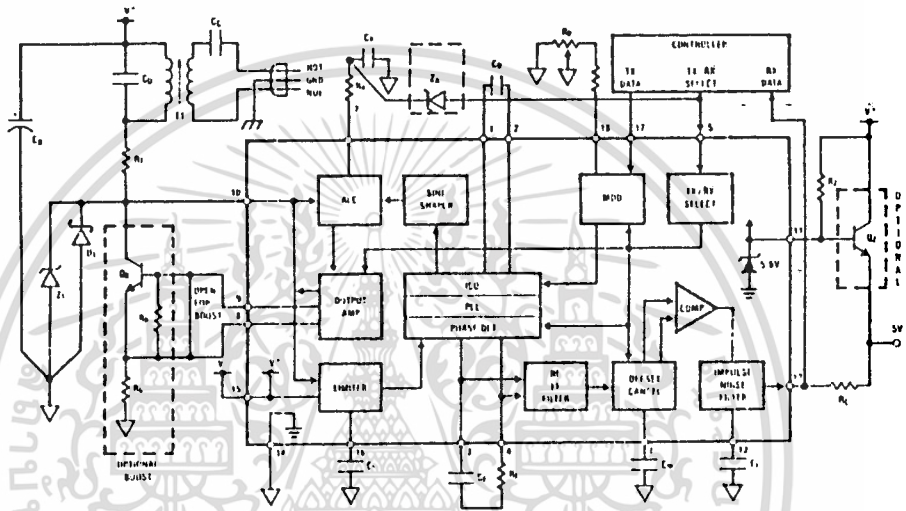
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซีเบอร์ LM1893N จะทำหน้าที่เป็นตัวอินเตอร์เฟสกับสายไฟกำลัง (Power line interface) โดยสามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง และใช้กระแสในการส่งข้อมูล

การส่งข้อมูลของ LM1893N (t=TX MODE)

การทำงานในโหมด TX ทำหน้าที่ 2 อย่างคือ

1. เปลี่ยนสัญญาณอินพุตที่เป็นสัญญาณแบบดิจิตอลให้เป็นแบบ FSK
2. ทำหน้าที่ขับสัญญาณ FSK ให้เข้าไปในสายไฟกำลัง



รูปที่ 5.8 วงจรภายในของชุดรับส่งกระแสคลื่นพาร์ท

จากรูป 5.8 การเลือกโหมดการทำงานในโหมดส่ง จะสามารถทำได้โดยให้ขา [TX/RX] (ขา 5) อยู่ในสภาวะลอจิก "1" เมื่อสัญญาณดิจิตอลซึ่งมี "ระดับเทรชโฮลด์" (THERSHOLD) ประมาณ 2 โวลต์ เข้ามาที่ขา 17 สัญญาณอินพุตนี้จะเข้าไปกระตุ้นภาคมอดูเลเตอร์แบบเอฟเอสเค การมอดูเลตแบบเอฟเอสเคจะไปทำให้ความถี่ของ "กระแสควบคุมออสซิลเลเตอร์" [Current-Control Oscillator (CCO)] นั้นเบี่ยงเบนไป 2.5% ของความถี่ f_0 (Center frequency) โดยความถี่ของ CCO จะถูกตั้งให้อยู่ในช่วง 50-500 KHz ซึ่งสามารถกำหนดค่าโดย RO และ CO (ในวงจรใช้ปรับค่า RO) หลังจากนั้นเอาท์พุทจาก CCO ซึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยม จะถูกเปลี่ยนให้เป็นรูปสัญญาณไซน์ที่มีความเพี้ยนรบกวนน้อยกว่า 2% โดยวงจรปรับแต่งรูปไซน์ (Sine shaper) ซึ่งสัญญาณที่ได้จะผ่านเข้าวงจรควบคุมแรงดันอัตโนมัติ [Automatic Level Control (ALC)] ก่อนที่จะเข้าสู่วงจรขยายกำลัง (Power Amplifier) เพื่อขับกระแส การสวิงของโวลต์เตจที่ภาคเอาท์พุทจะถูกกำหนดโดยกระแสเอาท์พุทคงที่ 60 mA จากเอาท์พุทและค่าอิมพีแดนซ์ของโหลด ดังนั้นค่าอิมพีแดนซ์ของโหลดมีค่าสูงจะทำให้โวลต์เตจเอาท์พุทสวิงขึ้นไปสูงกว่าค่าวงจขยายกำลังสามารถทำงานได้ ซึ่งวงจรควบคุมแรงดันอัตโนมัติจะช่วยลดเอาท์พุทลงมา แต่ถ้าโหลดอิมพีแดนซ์มีค่าต่ำก็จะทำให้เอาท์พุทโวลต์เตจมีค่าต่ำมากเกินไป วงจรควบคุมระดับแรงดันอัตโนมัติก็จะทำงานอย่างเต็มที่ (Full Driver)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่น ผ่านความถี่วิทยุในย่าน AM ซึ่งเกิดจากฮาร์โมนิกค่าต่างๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้เอาท์พุทของสัญญาณที่ได้ ไม่เป็นสัญญาณรูปขยายนัยน์ คัปปลิงคอยล์ที่เอาท์พุท (Output coupling coil) ซึ่งมีหน้าที่ในการคัปปลิงสัญญาณเข้าสู่สายส่งไฟฟ้ากำลังต้องมีค่า Q ต่ำๆ และต้องออกไม่ให้ฮาร์โมนิกขยาย วงจรขับคลาสิก (class B) หรือคลาสิก (class C) ฮาร์โมนิกสามารถผ่านเข้ามาได้ ดังนั้นวงจรที่ใช้จะต้องเป็นวงจรขับคลาสิกเอ (class A)

ในกรณีที่สายส่งไฟฟ้ากำลังมีอิมพีแดนซ์ต่ำ จึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มกระแสที่เอาท์พุท เพื่อให้ได้ขนาดของแอมพลิจูดของสัญญาณตามต้องการ ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องต่อทรานซิสเตอร์ 1 ตัว และตัวต้านทานอีก 2 ตัว ซึ่งอยู่ในกรอบเส้นประในรูปที่ 5.8 ซึ่งจะทำให้กระแสเอาท์พุทถึง 600 mA. (ใช้ค่าตัวต้านทานเท่ากับ 1.1 โอห์ม) โดยกระแสเอาท์พุทจะเป็นส่วนกลับของความต้านทานนี้

ในโหมดส่ง LM1893N จะรับข้อมูลจาก MC145026 (ซึ่งเป็นตัวเข้ารหัส) เพื่อกำหนดรหัสของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการติดต่อด้วย โดยการมอดูเลทเป็นสัญญาณ FSK ส่งผ่านคัปปลิงคอยล์ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรกรองย่านความถี่ผ่าน (Band Pass Filter) ที่ความถี่ f_0 เพื่อส่งเข้าสู่สายไฟฟ้ากำลัง

ในการออกแบบ ผู้ออกแบบจึงต้องคำนวณค่าสำหรับความถี่กลาง (f_0) , อัตราการส่งข้อมูล (Data rate) , แรงดันของแหล่งจ่าย (+V) , กำลังของแรงดันในสาย (V) และความถี่ (FI) ถ้าหากมีพารามิเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งหรือมากกว่าหาไม่ได้ในการออกแบบ ก็จะต้องเอาข้อมูลจากดาต้าชีทของไอซี LM 1893N แล้วทำการทดลองใช้ค่าอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้วงจรที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาค่าอุปกรณ์ต่างๆ ต้องอยู่บนพื้นฐานดังนี้คือ

1. ค่าความถี่กลาง (f_0) ต้องเลือกค่าที่เหมาะสม ยิงมีค่าสูงยิ่งดี
 2. ค่าที่มากที่สุดของข้อมูลเรท (Maximum data rate) ยิงมีค่าน้อยยิ่งส่งได้ถูกต้องดี แต่จะช้า
 3. เวลา และความถี่ที่ใช้ในฟิลเตอร์ (Time and Frequency Filter) ยิงมีค่ามากยิ่งขึ้น
- สำหรับรายงานนี้เลือกใช้ความถี่กลางของคลื่นพาห์เท่ากับ 125 kHz , อัตราการส่งข้อมูลเท่ากับ 360 บอด (Baud) , ความถี่ในการส่งข้อมูลเท่ากับ 180 Hz และใช้ระบบสายไฟฟ้ากำลังที่ระดับแรงดันเท่ากับ 220 โวลท์ ความถี่ 50 Hz

ค่าความถี่กลาง f_0 , ค่าความเร็วอัตราการส่งข้อมูล และค่าความถี่ 50 Hz จะนำไปใช้ในการคำนวณค่า อินดักแตนซ์ ที่ใช้กับ LM1893N โดยใช้ร่วมกับการอ่านค่าจากราฟแสดงความสัมพันธ์ในข้อมูลจากดาต้าชีท ซึ่งสามารถกำหนดค่าอุปกรณ์ต่างๆ ได้ดังนี้

1. C_o และ R_o เป็นตัวกำหนดค่าความถี่กลาง (f_0) ในการเลือก C_o ควรเลือกค่าให้มีค่ามากกว่า 10 pF ในที่นี้จะเลือกค่า C_o เท่ากับ 560 pF สำหรับการเลือกค่า R_o ไม่ควรเลือกให้ค่าต่ำกว่า 5.6k หรือสูงกว่า 7.6k เพราะฉะนั้นในที่นี้จะใช้ค่าความต้านทาน 5.6k ต่ออนุกรมกับความต้านทานที่ปรับค่าได้ 2k

2. C_a และ R_a เป็นตัวกำหนดปรับค่าโพล (Pole) และซีโร (Zero) ของวงจรควบคุมระดับกระแสคงที่ (ALC) โดยใช้ค่า 0.1 uF และค่า 10k ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Cf และ Rf ใช้ในการปรับค่าโพลและซีโร ของวงจรส่วนเฟสล็อกลูป (Phase lock loop : PLL) ของ LM 1893N การออกแบบไม่ควรให้มีค่า Cf มาก และค่า Rf น้อยเกินไปในที่นี้ใช้ค่า Cf และ Rf เท่ากับ 0.047 uF และ 3.3k ตามลำดับ

4. CL ใช้ปรับค่าโพลค่าต่ำ (Lower pole) ของวงจรแบนพาสลิมิตเตอร์ (Bandpass Limiter) เพื่อที่จะขจัดความถี่ของไฟฟ้ากำลัง (50 Hz) โดยเลือกค่า 0.047 uF

5. Cm มีผลต่อเวลาที่ LM1893N ใช้เปลี่ยนจาก TX เป็น RX การเลือกค่าทำจากการทดลอง ในที่นี้เลือกค่า 0.47 uF

6. Cl เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนอิมพัลส์ (Impulse noise) เลือกค่า 0.047 uF

7. Rc เป็นความต้านทานพูลอัพ (Pull up) ใช้ค่า 10k

8. Rz ใช้ไบอัสไดโอดในตัว LM1893N ใช้ค่า 12k

9. Cb ใช้ลดสัญญาณรบกวนในส่วนจ่ายไฟเลี้ยง (Supply bypass) ใช้ค่า 100 uF

10. Zi เป็นทรานเซียนแคลมป์ (Transient clamp) ใช้ค่าเบรคดาวน์โวลท์เตจที่มากกว่า 44 โวลท์ และทนพีดแบคโวลท์เตจ (Feedback Voltage) ไม่น้อยกว่า 66 โวลท์

11. Rt ใช้กำจัดทรานเซียน ใช้ค่า 4.7 โอห์ม

12. Dt ป้องกัน Over-drive Clamp ใช้ค่าเบรคดาวน์โวลท์เตจที่มากกว่า 44 โวลท์ (IRF 11DQ05 หรือ 1N5819)

13. Za มีหน้าที่หยุดการ charge ของวงจรควบคุมแรงดันอัตโนมัติ (ALC) ในโหมดรับ ใช้ Zener 5.1 โวลท์

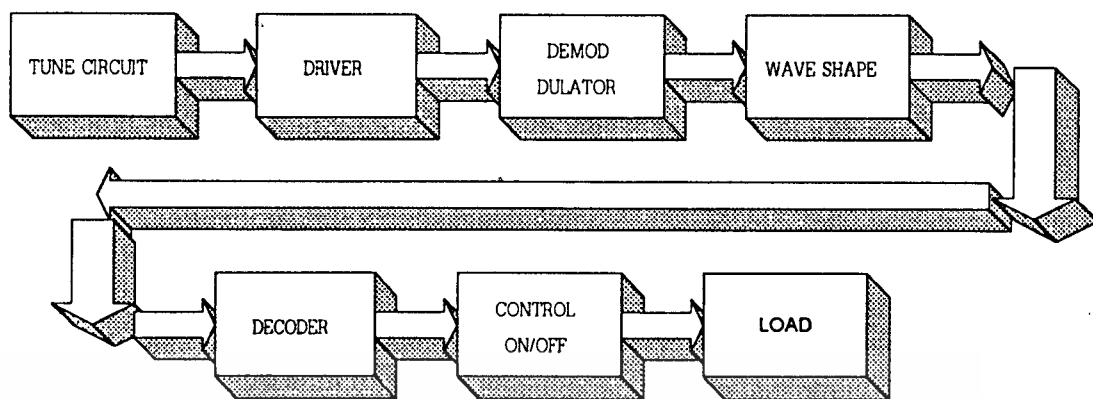
14. Rb จัดการไบอัสของทรานซิสเตอร์ ใช้ค่า 180 โอห์ม

15. Qb เพิ่มอัตราการขยายสัญญาณให้แรงขึ้น ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN มี $F_T > 200$ MHz ในวงจรนี้ใช้เบอร์ 2N3053

16. Rg เป็นตัวต้านทานที่ใช้เซ็ทกระแส โดยที่ $I_o = 70 \left[\frac{10+R_g}{R_g} \right]$ mAmp ใช้ค่า 1.2 โอห์ม

หลักการทํางานของวงจรชุดตัวรับสัญญาณควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า

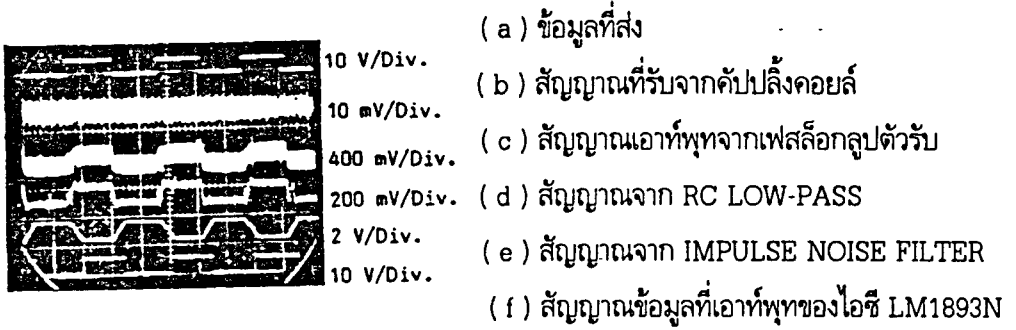
ในโหมดรับสัญญาณที่มาจากสายไฟฟ้าบ้าน ซึ่งอยู่ในรูปของสัญญาณ FSK โดยไอซี LM1893N จะทำการตีโมดูเลทสัญญาณ FSK ให้กลับมาเป็นดิจิตอลแล้วส่งให้ไอซีเบอร์ MC145027 (ตัวถอดรหัส) เพื่อเช็ครหัสตรงกับอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ หรือไม่ แล้วส่งสัญญาณควบคุมให้ส่วนชุดควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งชุดรับส่งสัญญาณควบคุมสามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรม ได้ดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 บล็อกไดอะแกรมชุดตัวรับสัญญาณควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า

การรับข้อมูลของ ไอซีเบอร์ LM1893N

การเลือกการทำงานในโหมดรับ ทำได้โดยทำให้ TX/RX (ขา 5) เป็นค่าลอจิก 0 สัญญาณที่ผ่านเข้ามาทางสายไฟฟ้ากำลัง จะผ่านเข้ามาทางคัปปลิ่งคอยล์แบบเดียวกับที่ใช้ส่งเพราะฉะนั้นการเลือกการทำงานของ ไอซีเบอร์ LM1893N จึงต้องมีการเลือกโหมดใดโหมดหนึ่งเท่านั้น ในรูป 5.10 เมื่อสัญญาณเข้ามาซึ่งประกอบด้วยข้อมูลและสัญญาณรบกวนต่าง ๆ จะผ่านเข้ามาทางวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter) ซึ่งประกอบด้วย C_T และวงจรแทงค์ (Tank Circuit) ทำหน้าที่เป็นวงจรกรองย่านความถี่เพื่อลดสัญญาณรบกวนบางตัวลงไป จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งมายังวงจรลิมิตเตอร์ (Limiter) ซึ่งมี CL เป็นตัวกำหนดความถี่ต่ำส่วนความถี่สูงจะถูกตั้งไว้ที่ 300 kHz สัญญาณที่ผ่านส่วนนี้ความถี่ของไฟฟ้ากำลัง (50 Hz) จะถูกกำจัดออกไป หลังจากนั้นสัญญาณจะผ่านวงจรลิมิตเตอร์เข้าสู่วงจรเฟสล็อกซึ่งมี CCO ประกอบด้วยโดยวงจรเลื่อนนี้ เป็นส่วนของการตีมอดูเลชันสัญญาณเอฟเอสเค เอาท์พุทของเฟสล็อกซึ่งประกอบด้วยสัญญาณเอซี , สัญญาณดีซี , สัญญาณรบกวนออฟเซต (offset) และความถี่ 2 เท่าของความถี่คลื่นพาห์จะผ่านเข้ามา ยังโวลท์พาสฟิลเตอร์แบบพาสซีฟ 3 โพล (Passive 3 Pole Low Pass Filter) เพื่อกรองเอาสัญญาณความถี่คลื่นพาห์ 2 เท่า ทิ้งไป หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้จะถูกทำให้เป็นสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (Square wave) โดยวงจรดาต้าสไลซิงคอมพาราเตอร์ (Data slicing comparator) และกำจัดออฟเซตทิ้ง โดยที่คอมพาราเตอร์ตัวนี้มีการใส่ดีซีออฟเซต (DC offset) ค่าหนึ่งเข้าไปยังสัญญาณที่รับเข้ามาเพื่อหักล้างกับออฟเซตที่ผ่านเข้ามา และสัญญาณที่ได้จะผ่านวงจรคอมพาราเตอร์ที่มีฮิสเตอร์รีซิส (Hysterisys) และวงจรอิมพัลซ์ฟิลเตอร์ และเอาท์พุทที่ได้จะถูกต่อผ่านทรานซิสเตอร์แบบ คอลเลคเตอร์เปิด (Open Colector) ซึ่งเอาท์พุทที่ได้จะสามารถขับวงจรลอจิกที่จะนำมาต่อในภายหลัง

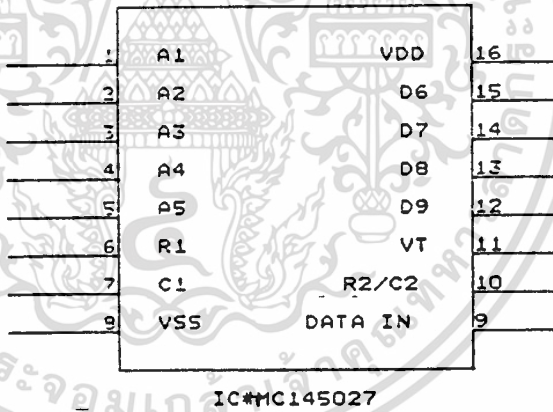


- (a) ข้อมูลที่ส่ง
- (b) สัญญาณที่รับจากคัปปลิงคอยล์
- (c) สัญญาณเอาท์พุทจากเฟสล็อกลูบตัวรับ
- (d) สัญญาณจาก RC LOW-PASS
- (e) สัญญาณจาก IMPULSE NOISE FILTER
- (f) สัญญาณข้อมูลที่เอาท์พุทของไอซี LM1893N

รูปที่ 5.11 สัญญาณต่างๆ ของ LM1893N

การทำงานของวงจรถอดรหัส

วงจรถอดรหัสนี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณที่รับเข้ามา แล้วทำการถอดรหัสว่าตรงกับค่าแอดเดรสที่ตั้งเอาไว้หรือไม่ ถ้าหากตรงกันก็จะให้สัญญาณเอาท์พุทออกมาเพื่อนำไปควบคุมโหลดอีก ในส่วนนี้มีไอซีเบอร์ MC145027 เป็นหัวใจหลักในการถอดรหัสสัญญาณ ซึ่งรูปที่ 5.12 แสดงลักษณะขาของไอซีเบอร์ MC145027



รูปที่ 3.12 ขาของไอซีเบอร์ MC145027

- ขา A1-A4 ขาเหล่านี้เป็นแอดเดรสอินพุทที่เราได้ตั้งไว้ให้ตรงกับค่าแอดเดรสของตัวส่งเพื่อที่จะได้เอาท์พุทออกมา
- ขา D6-D7 ขาเหล่านี้เป็นข้อมูลเอาท์พุท ซึ่งจะให้เอาท์พุทก็ต่อเมื่อแอดเดรสตัวส่งและตัวรับตรงกัน
- ขา R₁, C₁ ขาทั้งสองนี้ต่อกับความต้านทานและตัวเก็บประจุ เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดความแคบหรือความกว้างของพัลส์ที่เป็นรหัส ค่าโหม้คอนสแตนท์ (R₁, C₁) จะถูกตั้งไว้ 1.72 ของช่วงเวลาของสัญญาณนาฬิกาตัวส่ง (Transmit clock period)
โดย $R_1 C_1 = 3.95 R_{TC} C_{TC}$
- ขา R₂, C₂ ขานี้จะมีความต้านทานและคาปาซิเตอร์ ต่อขนานกัน ต่อขาเข้ากับขา Vss

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเป็นการแยกการส่งครั้งสุดท้ายกับครั้งใหม่ซึ่งค่าใหม่คอนสแตนท์ (R_2C_2)

จะเป็น 33.5 ของคาบเวลาการส่ง

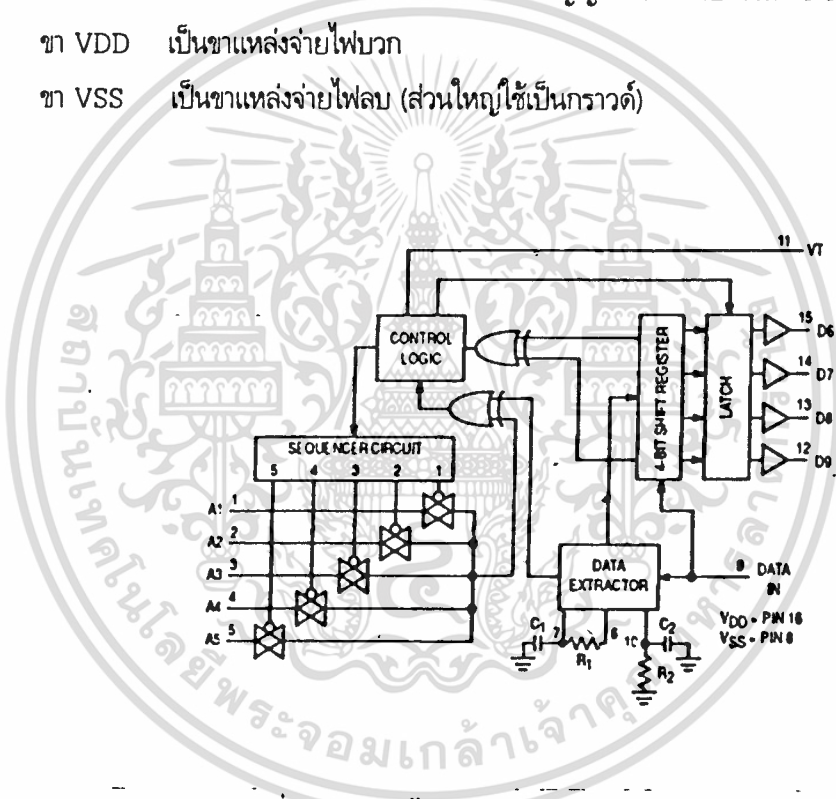
$$\text{โดย } R_2C_2 = 77 R_{TC}C_{TC}$$

ขา VALID TRANSMISSION (VT) เป็นขาเอาต์พุตจะเป็นระดับสูง เมื่อ

1. การส่งแอดเดรสตรงกับแอดเดรสของตัวรับ
2. การส่งชุดของข้อมูลแรกและสอง ต้องเหมือนกัน ขา VT จะเป็นลอจิก 1 จนกระทั่งการรับไม่ตรงตามเงื่อนไข หรือไม่มีสัญญาณเข้ามา เป็นเวลา 4 ข้อมูลบิต

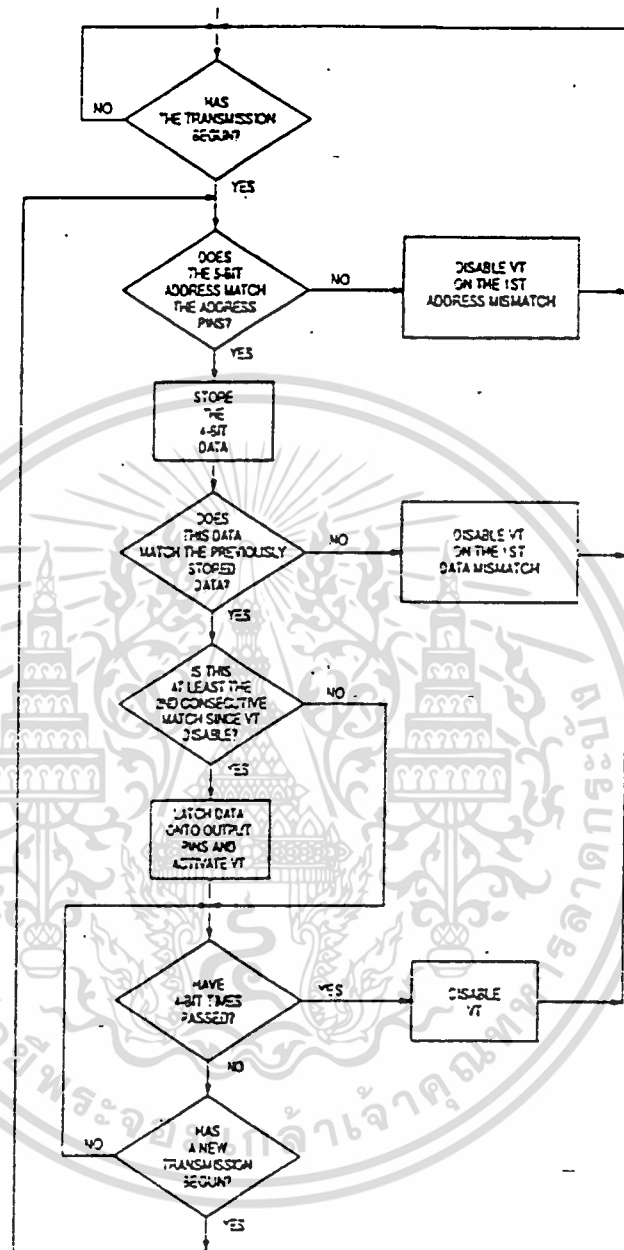
ขา VDD เป็นขาแหล่งจ่ายไฟบวก

ขา VSS เป็นขาแหล่งจ่ายไฟลบ (ส่วนใหญ่ใช้เป็นกราวด์)



รูปที่ 5.13 บล็อกไดอะแกรมการถอดรหัสของ MC145027

โดยที่หลักการทำงานของไอซีเบอร์ MC145027 นั้นเป็นไปตามโฟลว์ชาร์ท (FLOWCHART) ดังแสดงได้ในรูปที่ 5.14



รูปที่ 5.14 FLOWCHART แสดงการทำงานของ MC145027

การออกแบบวงจรถอดรหัสและเข้ารหัส

เราสามารถออกแบบวงจรถอดรหัส ได้ดังแสดงในรูปที่ 5.15 โดยการคำนวณหาค่าของ R_1, C_1, R_2, C_2 จากสูตร

$$f_{osc} = 1/(2.3 R_{TC} C_{TC})$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_1 C_1 = 3.95 R_{TC} C_{TC}$$

$$R_2 C_2 = 77 R_{TC} C_{TC} \text{ เมื่อ } R_{TC} \text{ และ } C_{TC} \text{ คือ ค่าของตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ}$$

ในวงจรออสซิลเลเตอร์

$$\text{ซึ่งค่า } R_{TC} \geq 10 \text{ Kohms}$$

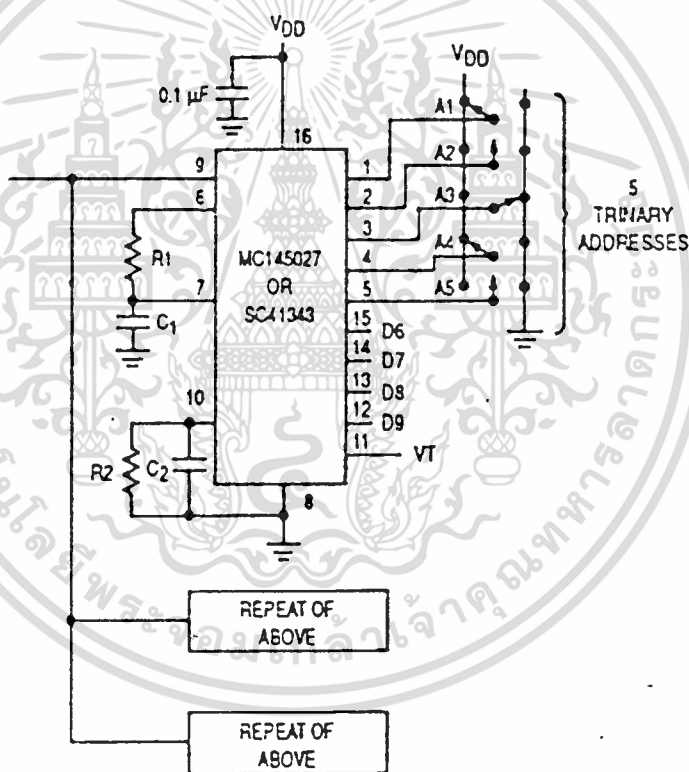
$$100 \text{ pF} \leq C_{TC} \leq 15 \text{ uF}$$

$$R_1 \geq 10 \text{ Kohms}$$

$$C_1 \geq 400 \text{ pF}$$

$$R_2 \geq 100 \text{ Kohms}$$

$$C_2 \geq 700 \text{ pF}$$



รูปที่ 5.15 วงจรออสซิลเลเตอร์

ในวงจรเข้ารหัสเราเลือกส่งข้อมูลเท่ากับ 360 บิต หรือความถี่ในการส่งข้อมูลเท่ากับ 180 Hz และเนื่องจากในการส่งข้อมูลของไอซี MC 145026 แต่ละครั้งจะส่งซ้ำกันจำนวน 2 ครั้ง เพื่อป้องกันการผิดพลาด ดังนั้นจะต้องตั้งความถี่ออสซิลเลเตอร์ของวงจรเข้ารหัส คือไอซี MC 145026 เท่ากับ 720 Hz และในวงจรนี้ ได้เลือกใช้ค่า $C_{TC} = 0.047 \text{ uF}$

$$\text{ดังนั้น } R_{TC} = 1 / (720 \times 2.3 \times 0.047 \times 10^{-6})$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 13.32 \text{ k} \quad \text{ใช้ } 15 \text{ k}$$

$$\text{จาก } R_1 C_1 = 3.95 R_{TC} C_{TC} \quad \text{ให้ } C_1 = 0.1 \text{ uF}$$

$$\text{ดังนั้น } R_1 = (3.95 \times 15 \times 10^3 \times 0.047 \times 10^{-6}) / (0.1 \times 10^{-6})$$

$$= 27.24 \text{ k} \quad \text{ใช้ } 27 \text{ k}$$

$$\text{จาก } R_2 C_2 = 77 R_{TC} C_{TC} \quad \text{ให้ } C_2 = 0.1 \text{ uF}$$

$$\text{ดังนั้น } R_2 = (77 \times 15 \times 10^3 \times 0.047 \times 10^{-6}) / (0.1 \times 10^{-6})$$

$$= 452.4 \text{ k} \quad \text{ใช้ } 470 \text{ k}$$

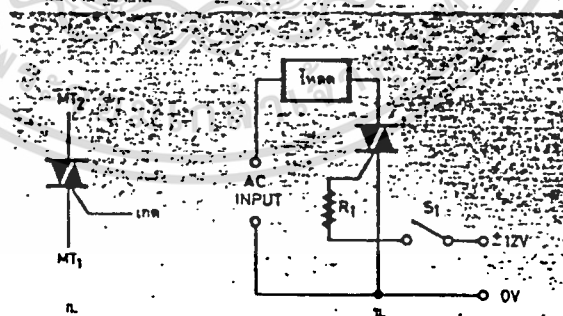
การ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า

การ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าในบริเวณนี้พบที่เล่มนี้ ได้นำเอา ไตรแอด (Triac) มาใช้ควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า โดยมีหลักการทำงานดังนี้

ทฤษฎีพื้นฐานของ ไตรแอด

ลักษณะโครงสร้างของ ไตรแอด เหมือนกับ ไดโอดสองตัวมาต่อขนานกัน ในลักษณะกลับขั้วกัน ส่วนขาเกตต่อร่วมเข้าด้วยกัน ดังนั้น ไตรแอด จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมระบบไฟได้ทั้งไฟตรงและไฟสลับ นั่นคือความสามารถนำกระแสได้ทั้งสองทิศทาง โดยการทริกที่เกตนั่นก็สามารถทำได้ทั้งสองทิศทางเช่นกัน

ในรูปที่ 5.16 ก และ 5.16 ข แสดงถึงสัญลักษณ์และการทำงานแบบพื้นฐานของ ไตรแอด โดยทำหน้าที่คล้ายกับสวิตช์ของแหล่งจ่ายไฟสลับไหลจะถูกต่ออยู่ที่ขั้วด้านหนึ่งของ ไตรแอด ส่วนสวิตช์ S_1 ใช้ป้อนสัญญาณทริกเกต (Gate)



รูปที่ 5.16 (ก) สัญลักษณ์ของ ไตรแอด

(ข) พื้นฐานการใช้งาน

ซึ่งคุณสมบัติพื้นฐานของ ไตรแอดมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โดยปกติถ้าไม่มีสัญญาณทรiggerที่เกิด ไตรแอกจะไม่ทำงานโดยจะมีลักษณะเหมือนกับสวิทช์ที่ถูกเปิดวงจร

2. ถ้าในกรณีที MT_1 และ MT_2 ถูกป้อนด้วยแรงดันบวกและลบตามลำดับไตรแอก จะถูกกระตุ้นให้ทำงานได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เพียงสั้น ๆ ที่เกิดของมัน ไตรแอกใช้เวลาเพียง 2-3 us เท่านั้น ในเวลาเริ่มการทำงานในขณะที่ไตรแอกทำงานนั้นจะมีแรงดันตกคร่อมที่ตัวมัน มีค่าประมาณ 1V หรือ 2V เท่านั้น และเมื่อไตรแอกเริ่มทำงานแล้ว ก็จะสามารถคงสภาพการทำงานอยู่เช่นนั้นไปเรื่อย ๆ ตรวจจับที่มีกระแสไหลผ่านตัวมันอย่างต่อเนื่อง

3. หลังจากที่ไตรแอกคงสภาพการทำงานอยู่นั้นทางเดียวที่จะหยุดการทำงานลงได้ก็โดยการลดปริมาณกระแสที่ไหลผ่านตัวมันลง ให้มีค่าต่ำกว่ากระแสโวลติจของมัน ในกรณีที่ใช้ไตรแอกในการจ่ายกระแส AC การหยุดทำงานจะเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ เมื่อแรงของไฟสลับเข้าใกล้จุดตัดศูนย์ที่เกิดขึ้นทุกครั้งคลื่น นั่นคือกระแสจะลดเป็นศูนย์

4. ไตรแอกถูกกระตุ้นให้ทำงานได้ ทั้งสัญญาณแบบบวกและลบที่ป้อนให้แก่มันเกิด โดยไม่คำนึงถึงขั้วที่ต่ออยู่ที่ MT_1 และ MT_2 ดังนั้นการทำงานของไตรแอกนี้จะมีอยู่ 4 โหมด เมื่อเปรียบเทียบกับขั้วแรงดันที่ป้อนให้แก่มัน ขั้วแตกต่างกันเล็กน้อยของการทำงานในโหมดต่าง ๆ คือในกรณีของโหมดที่ขั้วแรงดันที่ให้แก่มันและ MT_2 เหมือนกันทั้งบวกและลบ จะทำให้มีค่าความไวที่เกิดสูงขึ้น

5. ไตรแอกสามารถทนการกระชากของกระแสได้สูง เช่น โดยปกติสำหรับกระแสที่ทนกระแสปกติได้ 10 Amp(rms) สามารถทนการกระชากของกระแสในช่วงครึ่งคาบของเวลาของไฟ 60 Hz ได้สูงถึง 100 Amp เป็นต้น

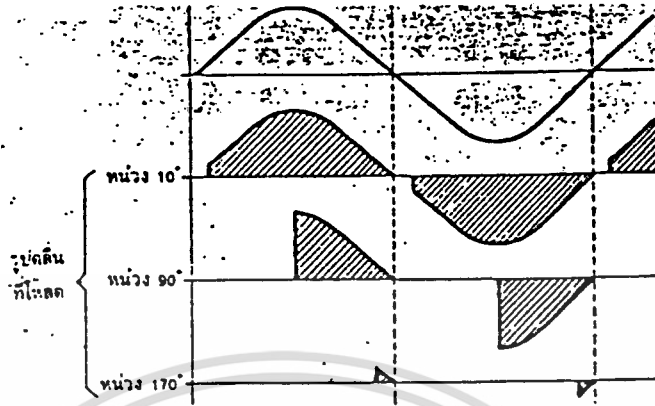
การควบคุมกำลังไฟแบบเฟสทรigger

การใช้งานของไตรแอกมีทั้งแบบใช้งานเป็นสวิทช์ เปิด-ปิด และเรายังสามารถใช้งานในลักษณะอื่น ๆ ได้อีกด้วย เช่น ใช้เป็นวงจรหรี่ความสว่างของหลอดไฟ หรือเป็นวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ ควบคุมความร้อน เป็นต้น ซึ่งก็ล้วนแล้วแต่เป็นวงจรควบคุมกำลังไฟ ที่จะจ่ายให้แก่โหลดในระบบที่เรียกว่า เฟสทรigger

หลักการวงจรที่ลักษณะเป็นเฟสทรiggerนี้ ใช้ไตรแอกเป็นตัวควบคุมกำลังไฟที่จ่ายให้แก่โหลด โดยแทนที่จะทรiggerขาเกตด้วยสัญญาณไฟตรงนั้นตรง ๆ ก็ทรiggerโดยมีการหน่วงวงจรของเฟสด้วยวงจรอีกส่วนหนึ่ง

การหน่วงเฟสมีผลดังนี้คือ ถ้าไตรแอกถูกทรiggerที่ตำแหน่งเฟส 10 องศา หลังจากที่ทุก ๆ ครึ่งรูปคลื่นเริ่มเข้ามา กำลังไฟเกือบทั้งหมดก็จะถูกป้อนให้แก่โหลด แต่ถ้าทำการทรiggerที่ตำแหน่งเฟส 90 องศา หลังจากทุก ๆ ครึ่งคลื่นเริ่มเข้ามา จะทำให้กำลังไฟที่ป้อนให้แก่โหลดนั้นลดลงเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของกำลังทั้งหมด และถ้าไปทรiggerที่ตำแหน่งเฟส 170 องศา หลังจากทุก ๆ ครึ่งคลื่นเริ่มเข้ามาแล้ว จะมีเพียงกำลังไฟส่วนน้อยเท่านั้นที่ป้อนให้แก่โหลด ดูรูปที่ 5.17 ประกอบ

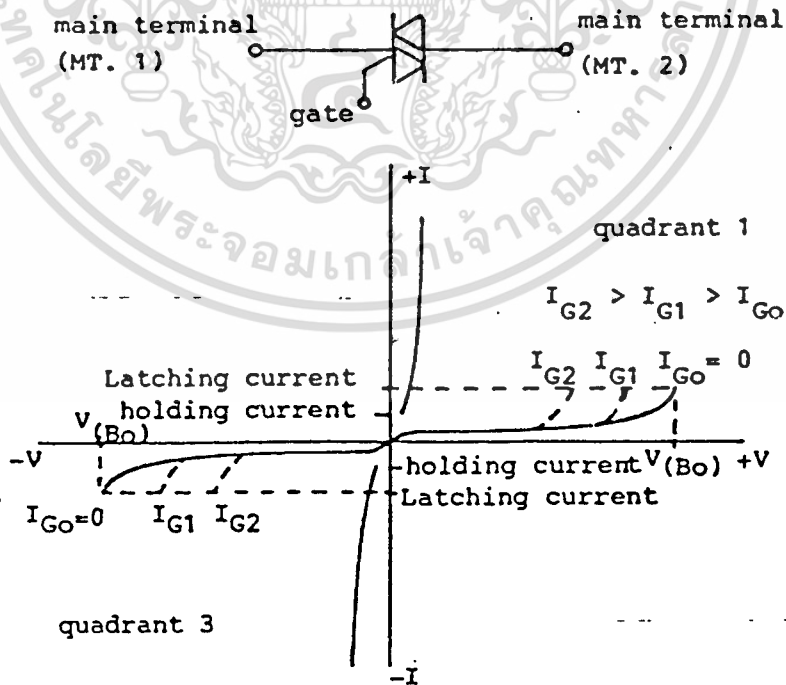
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกริใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.17 การเปลี่ยนแปลงค่าของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่โหลด โดยกำหนดได้จากตำแหน่งเวลาของการทริกที่ให้แก่ไตรแอด

คุณสมบัติของไตรแอด (Static Triac Characteristic)

ไตรแอดมีรูปร่างและคุณสมบัติเหมือนกับเอสซีอาร์ เพียงแต่ว่ามีคุณสมบัติแตกต่างกับเอสซีอาร์คือ ไตรแอดสามารถนำกระแสได้ 2 ทิศทาง ดังแสดงคุณสมบัติของไตรแอดและสัญญาณของไตรแอดตามรูปที่ 5.18 ซึ่งมี 3 ขั้วคือ MT_1 , MT_2 เป็น Main Terminal และ G เป็นเกตของไตรแอด



รูปที่ 5.18 คุณสมบัติและสัญญาณของไตรแอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทรแอกจะนำกระแสเมื่อมีกระแสเกินและกระแสค้าง และมีสัญญาณทรiggerระหว่างเกทกับ MT_1 ของไทรแอกหรือแรงดันคร่อมขั้ว MT_1, MT_2 เกินแรงดันพังทลาย (V_{BO}) ซึ่งคุณสมบัติเหมือนกันไม่ว่าขั้ว MT_1 จะมีแรงดันบวกหรือลบเมื่อเทียบกับ MT_2 แต่ถ้าเกินแรงดันพังทลาย (Breakdown Voltage : V_{BO}) ไทรแอกก็จะนำกระแสเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกระแสค้าง และยังคงนำกระแสอยู่ได้ เมื่อกระแสยังไม่ต่ำกว่ากระแสยึด

สัญญาณทรiggerเกทไทรแอกเพื่อให้ไทรแอกนำกระแส นั้นจะจ่ายแรงดันเข้าที่ขั้ว MT_1 และเกทของไทรแอก โดยที่เกทจะมีแรงดันเป็นบวกหรือลบ เมื่อเทียบกับ MT_1 ก็สามารทำให้ไทรแอกนำกระแสได้ แต่ในสภาวะที่แรงดันเกทเป็นลบ เมื่อเทียบกับ MT_1 (quadrant 3) พื้นที่แรงเป็นพื้นที่ของแรงดัน และกระแสที่จ่ายให้เกทแล้วอาจจะไม่นำกระแสมีขนาดเท่ากัน เมื่อขั้ว MT_2 เป็นบวกหรือลบ ซึ่งเทียบกับ MT_1 ส่วนสภาวะที่แรงดันที่เกทเป็นบวกเมื่อเทียบกับ MT_1 (quadrant 1) พื้นที่แรงจะไม่เท่ากัน ดังได้แสดงคุณสมบัติของเกทของไทรแอกดังแสดงในรูปที่ 5.19 ดังนั้นสัญญาณทรiggerไทรแอกโดยทั่วไปจะทรiggerด้วยสัญญาณลบเมื่อเทียบกับ MT_1



Gate characteristic of BTX94.

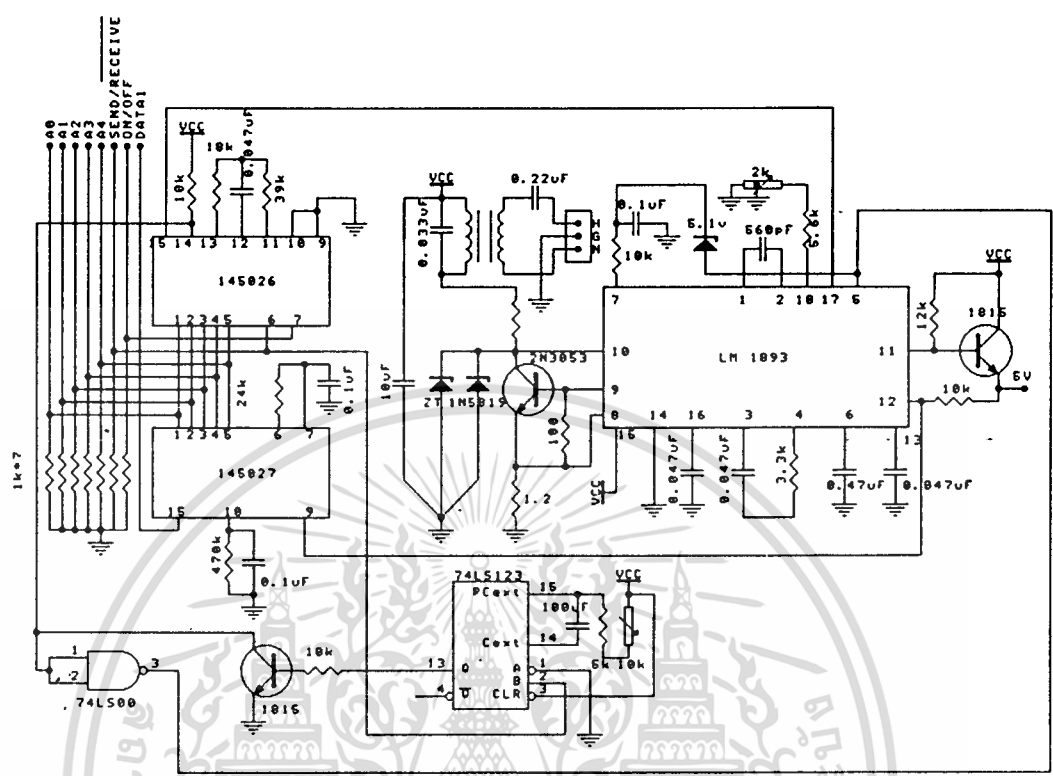
รูปที่ 5.19 คุณสมบัติของเกทของไทรแอก

ซึ่งวงจรที่สมบูรณ์ในการทำงานของส่วนควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 วงจร คือ

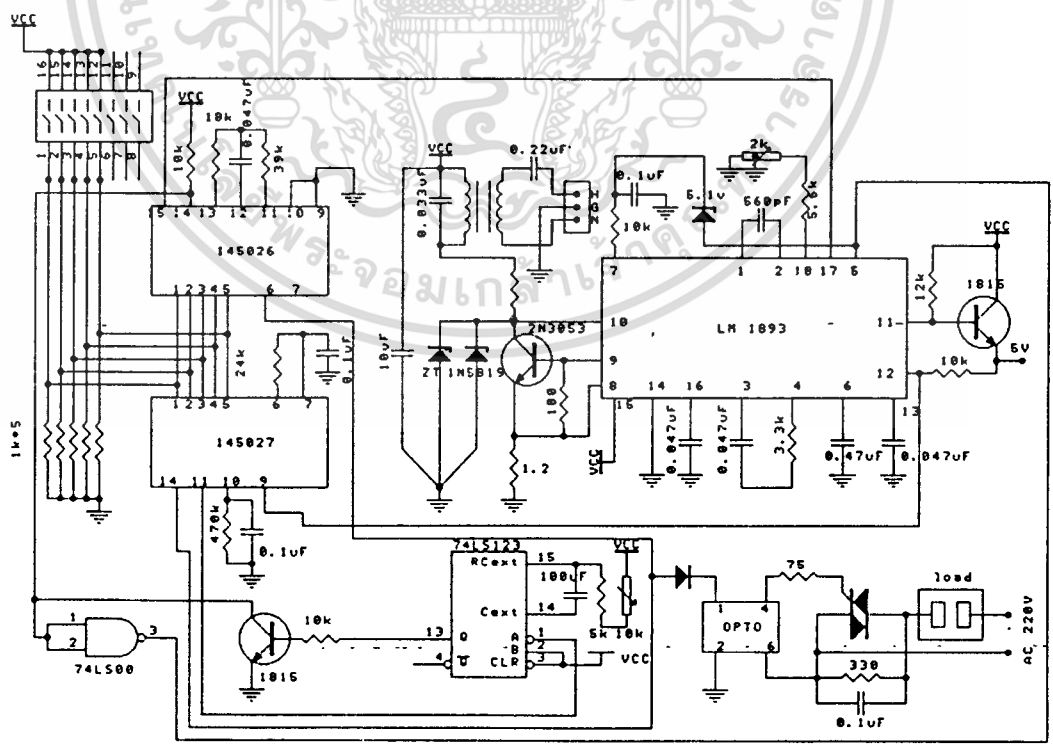
ส่วนเชื่อมต่อกับ MCS-51 Controller แสดงดังรูปที่ 5.20

ส่วนเชื่อมต่อกับโหลด (อุปกรณ์ไฟฟ้า) แสดงดังรูปที่ 5.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.20 วงจรสมบูรณของสวนควบคุมการ เป็ด-ปัด อุปกรณ์ทางไฟฟา (สวนเชื่อมตอกับ MCS-51)



รูปที่ 5.21 วงจรสมบูรณของสวนควบคุมการ เป็ด-ปัด อุปกรณ์ทางไฟฟา (สวนเชื่อมตอกับโหลด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

หลักการงานและการออกแบบส่วนของอุปกรณ์สนับสนุน

ระบบบ้านอัตโนมัตินอกจากประกอบด้วยส่วนควบคุมหลักๆ แล้ว ในระบบบ้านอัตโนมัติยังประกอบด้วยอุปกรณ์สนับสนุนอีก 2 ส่วน คือ

ส่วนคีย์บอร์ด (Key Board)

ส่วนของคีย์บอร์ดนี้ใช้ไอซีเบอร์ MM74C922 (16 KEY ENCODER) เป็นตัวเข้ารหัสคีย์บอร์ดแบบ CMOS การนำไปใช้งานต้องต่อ crystal และตัวเก็บประจุ (capacitor) ภายนอก ตัวเข้ารหัสคีย์บอร์ดนี้มีตัวต้านทานพูลอัพ (pull up) มีค่าประมาณ 50 K ไม่จำเป็นต้องมีไดโอดเพื่อกำจัด ghost switches วงจรกำจัดสัญญาณ Bounce ต้องการเพียงตัวเก็บประจุ (Capacitor) ภายนอกตัวเดียวหรืออาจไม่ต้องต่อเลยก็ได้ ขา Data Available จะมีลอจิก 1 เมื่อมีการเข้ารหัสข้อมูลจากคีย์บอร์ดถูกต้อง และลอจิกจะเป็น 0 เมื่อปล่อยคีย์ จะเป็นจริงเมื่อกดคีย์เพียงคีย์เดียว

ลักษณะของตัวเข้ารหัสคีย์บอร์ด

- ความต้านทาน 50 K พูลอัพ (pull up)
- มีวงจรกำจัดสัญญาณ Bounce โดยใช้ตัวเก็บประจุเพียงตัวเดียวต่อเพิ่ม
- มีรีจิสเตอร์จำค่าคีย์ครั้งล่าสุด
- กินไฟน้อย
- เอาท์พุทเป็น ไตรสเตท (Tri-State)
- ใช้ supply ได้กว้าง

ซึ่งวงจรเข้ารหัสคีย์บอร์ดแสดงดังรูปที่ 6.1

รูปที่ 6.1 วงจรเข้ารหัสคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

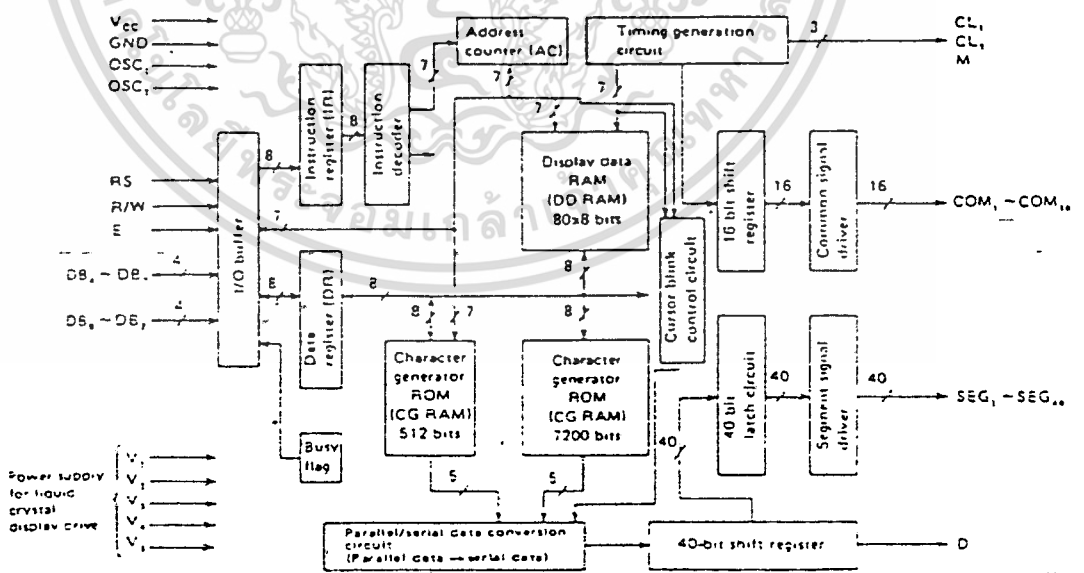
ส่วนแสดงผล (LCD Display)

อุปกรณ์ส่วนใหญ่ในปัจจุบันนิยมใช้ส่วนแสดงผลบนจอ LCD ดังนั้นในโครงการนี้จึงได้นำจอแสดงผล LCD มาใช้ เนื่องจากใช้งานได้สะดวก ซึ่งสามารถที่จะแบ่ง DOT MATRIX LCD MODULE ออกเป็น พวกๆ ดังนี้

1. CHARACTER LCD MODULE
2. GRAPHIC LCD MODULE
3. SEGMENT DISPLAY TYPE LCD MODULE

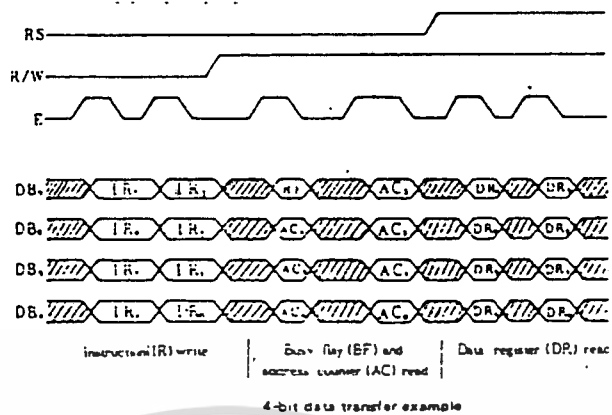
ในแต่ละแบบจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. DOT MATRIX LCD เป็นตัวแสดงผลโดย เปิด-ปิด ตัวเองกับแสง
2. DRIVER เป็นตัวรับสัญญาณควบคุมมาขับ LCD นิยมใช้เบอร์ เช่น HD44100H
3. CONTROLLER เป็นตัวรับข้อมูลจากภายนอกและควบคุม LCD MODULE ให้แสดงผล เบอร์ ที่นิยมคือ HD44780 ซึ่งจะใช้ในแบบ CHARACTER LCD MODULE โดย HD44780 เป็น LSI ใช้ควบคุม LCD สามารถใช้งานแบบ 4 บิตหรือ 8 บิตก็ได้ โดยถ้าต้องการต่อแบบ 4 บิต จะต่อใช้งานที่ DB7-DB4 เท่านั้นโดยข้อมูลครั้งแรกที่ส่งนั้น HD44780 จะถือเป็นข้อมูล 4 บิตบน และข้อมูลที่ส่งต่อมานั้นเป็นข้อมูล 4 บิตล่าง

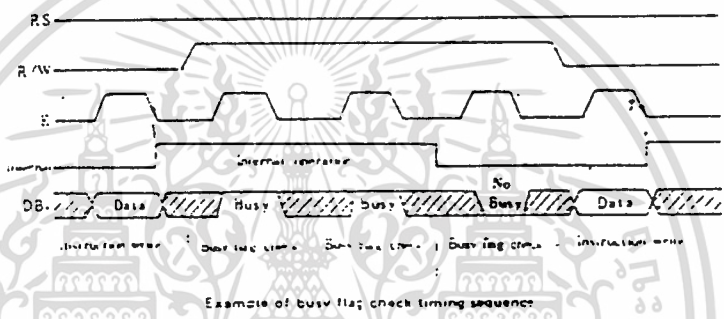


รูปที่ 6.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างภายในของ HD44780

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.3 แสดงตัวอย่างการส่งข้อมูล 4 บิต



รูปที่ 6.4 แสดงตัวอย่างของลำดับเวลาการเช็ค Busy Flag

ขาต่างๆ ในการต่อใช้งาน HD44780

1. RS (Register Selection) จะเป็นขาคือเลือก Register ภายในซึ่งมีอยู่ 2 ตัวคือ Instruction Register (IR) และ Data Register (DR) โดยถ้าเป็นลอจิก 1 จะเป็นการเลือก Data และถ้าเป็นลอจิก 0 จะเป็นการเลือก Instruction
2. R/W (Read/Write) เป็นตัวเลือกว่าจะเขียนหรืออ่านข้อมูลจากตัว HD44780 โดยถ้าเป็นลอจิก 1 อ่านข้อมูล และถ้าเป็นลอจิก 0 จะเขียนข้อมูล
3. E (Enable Signal) เป็นขาคำหนดสภาพการรับเขียนอ่านข้อมูล

The relation between the operation and the combination of RS, R/W

RS	RW	E	OPERATION
0	0		Write instruction code
0	1		Read busy flag and address counter
1	0		Write data
1	1		Read data

When performing data and instruction code by 4 bit, transfer RS, R/W every time.

รูปที่ 6.5 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RS,R/W,E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. DB0-DB7 เป็นขารับส่งข้อมูลจากตัว HD44780
5. VDD ไฟเลี้ยงตัววงจร
6. VSS เป็นขากาวด์ (Ground)
7. VO เป็นขารับโวลต์เตจในการขับ LCD ให้สว่างหรือมืด

รายละเอียดคำสั่งของ HD44780

1. CLEAR DISPLAY เป็นการเขียนช่องว่างลง DISPLAY DATA RAM (DD RAM) ทั้งหมด และ SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนซ้ายสุด

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

2. RETUNE HOME จะ SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ CURSOR ไปอยู่ตำแหน่งบนซ้ายสุด จอภาพจะไม่เปลี่ยน

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	X (No effect)

3. ENTRY MODE SET

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

บิต I/D เป็นตัวกำหนดให้เมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูล จะทำให้ DD RAM ADDRESS เพิ่มขึ้นหนึ่งหรือลดลงหนึ่งโดย 1=เพิ่ม 0=ลด

บิต S เป็นตัวกำหนดแสดงผลโดยถ้า S=1 จะเป็นการใส่ข้อมูลแล้วตัว CURSOR อยู่ที่ข้อมูลจะถูกดันไปทางซ้าย ถ้า S=0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ตัว CURSOR จะถูกดันไปทางขวามือ

4. DISPLAY ON/OFF CONTROL

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

บิต D เป็นบิตให้ เปิด-ปิด หน้าจอภาพโดยถ้า D=1 จะ ON และ D=0 จะ OFF

บิต C จะให้แสดง CURSOR ให้บิต C=1 และถ้าไม่ต้องการแสดง CURSOR บิต C=0 โดยตัว CURSOR จะอยู่ที่ LINE ที่ 8 ในแบบ 5X7 DOT และจะอยู่ LINE ที่ 11 ในแบบ 5X10 DOT

บิต B เป็นบิต SET การกระพริบของ CURSOR โดยถ้า B=1 มีการกระพริบ และถ้า B=0 ไม่มี การกระพริบ โดยมีระยะเวลาการกระพริบประมาณ 379.2 ms

5. CURSOR OR DISPLAY SHIFT

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X (X=No effect)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นคำสั่งกำหนดให้ตำแหน่ง CURSOR หรือข้อมูลไปเกิดทางซ้ายหรือขวา โดยไม่ต้องใช้คำสั่งเขียนหรืออ่าน โดย

S/C	R/L	
0	0	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดิมไปทางซ้ายมือ 1 ตำแหน่ง
0	1	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดิมไปทางขวามือ 1 ตำแหน่ง
1	0	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางซ้าย
1	1	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางขวา

6. FUNCTION SET

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	
0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X	(X=No effect)

บิต DL เป็นการเช็ทการติดต่อกว่าจะให้เป็นแบบ 8 บิต หรือ 4 บิต โดยถ้าต้องการติดต่อบนแบบ 4 บิต จะเช็ทให้ DL เป็นลอจิก 0 และถ้าต้องการติดต่อบนแบบ 8 บิต ต้องเช็ท DL เป็นลอจิก 1

บิต N เป็นการเช็ทบรรทัดการแสดงผล ถ้า N=0 แสดง 1 บรรทัด และถ้า N=1 แสดง 2 บรรทัด ในกรณีมากกว่า 2 บรรทัด ก็ให้เช็ท N=1

บิต F เป็นการเช็ทขนาด DOT การแสดงผล 5x7 หรือ 5x10 โดยถ้า F=0 เป็นแบบ 5x7 และถ้า F=1 เป็นแบบ 5x10

7. SET CG RAM ADDRESS

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	A	A	A	A	A	A

ใน HD44780 นั้นจะมีหน่วยความจำอยู่ 2 ชุด คือ DISPLAY DATA RAM (DD RAM) จำนวน 80x8 บิต และ CHARACTER GENERATOR RAM (CG RAM) จำนวน 512 บิต และ 7200 บิต คำสั่งนี้จะเป็นการเช็ทแอดเดรส (ADDRESS) ใน CG RAM โดยต้องทำการเช็ทแอดเดรสก่อนเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก CG RAM ด้วย

8. SET DD RAM ADDRESS

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	A	A	A	A	A	A	A

เป็นคำสั่งเช็ทค่าแอดเดรสใน DD RAM ในการเขียนหรืออ่านค่าจาก DD RAM (DD RAM คือส่วนที่จะแสดงผลหน้าจอ LCD) โดยจำนวนแอดเดรสที่จะเกิดขึ้นบนจอ LCD จะอยู่กับการเช็ทค่า N ด้วย

ถ้า N=0 (1 บรรทัด) แอดเดรสจะอยู่ 00H-4FH

ถ้า N=1 (2 บรรทัด) แอดเดรสจะอยู่ 00H-27H สำหรับบรรทัดที่ 1 และ 40H-67H สำหรับบรรทัดที่ 2

9. READ BUSY FLAG AND ADDRESS

RS R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0

0 1 BF A A A A A A A

เป็นคำสั่งอ่านค่า BUSY FLAG ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตัว HD44780 นี้อยู่ในขบวนการทำงานภายในหรืออยู่ในสภาพพร้อมจะรับข้อมูล โดย

BF=1 อยู่ในขบวนการทำงานภายใน ไม่พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่ง

BF=0 พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่งได้

และนอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลแอดเดรสของ CG RAM หรือ DD RAM ด้วย

10. WRITE DATA TO CG OR DD RAM

RS R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0

1 0 D D D D D D D D

เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG หรือ DD RAM โดยเมื่อเขียนข้อมูลและแอดเดรสจะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่เขียนใน ENTRY MODE ข้อกำหนดที่จะรู้ว่าเป็นการเขียนข้อมูลของ CG RAM หรือ DD RAM ทำได้โดยการเช็คแอดเดรสของ CG RAM หรือ DD RAM

11. READ DATA FROM CG OR DD RAM

RS R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0

1 1 D D D D D D D D

เป็นคำสั่งอ่านข้อมูลจาก CG OR DD RAM โดยก่อนอ่านค่า CG RAM หรือ DD RAM นี้ควรจะใช้คำสั่งเช็คแอดเดรสก่อน เพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็น CG หรือ DD RAM

การเขียนข้อมูล CHARACTER GENERATOR

เราสามารถเขียนข้อมูลได้โดยกำหนดแอดเดรสของ CG RAM ก่อน โดยเขียนได้ 64 ตำแหน่ง บิต 0 ถึง บิต 5 และเมื่อกำหนดแอดเดรสแล้วก็จะทำการเขียนข้อมูลลงใน CG RAM โดยเป็นลักษณะบิตต่อบิต บนจอ 1 ตัวอักษรคือ 5x7 DOT นั่นจะใช้ข้อมูลบิต 0 ถึง บิต 4 ต่อ 1 BYTE เท่านั้น 1 ตัวอักษรจะใช้ข้อมูล 8 BYTE ด้วยกัน และเมื่อเขียนข้อมูลลงใน CG RAM แล้วเวลาเราจะใช้งานก็ให้เขียนข้อมูลใน DD RAM คือ ข้อมูลตำแหน่งในตาราง CHARACTER ที่ ตำแหน่ง 00H-07H

CHARACTER FONT TABLE

Address	Character
0000	0000 0000 0001 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111
000000	CGRAM (1) 01010101 01010101 01010101 01010101
000001	12" 01010101 01010101 01010101 01010101
000010	131 01010101 01010101 01010101 01010101
000011	141 01010101 01010101 01010101 01010101
0000100	151 01010101 01010101 01010101 01010101
0000101	161 01010101 01010101 01010101 01010101
0000110	171 01010101 01010101 01010101 01010101
0000111	181 01010101 01010101 01010101 01010101
0001000	191 01010101 01010101 01010101 01010101
0001001	201 01010101 01010101 01010101 01010101
0001010	211 01010101 01010101 01010101 01010101
0001011	221 01010101 01010101 01010101 01010101
0001100	231 01010101 01010101 01010101 01010101
0001101	241 01010101 01010101 01010101 01010101
0001110	251 01010101 01010101 01010101 01010101
0001111	261 01010101 01010101 01010101 01010101
0010000	271 01010101 01010101 01010101 01010101
0010001	281 01010101 01010101 01010101 01010101
0010010	291 01010101 01010101 01010101 01010101
0010011	301 01010101 01010101 01010101 01010101
0010100	311 01010101 01010101 01010101 01010101
0010101	321 01010101 01010101 01010101 01010101
0010110	331 01010101 01010101 01010101 01010101
0010111	341 01010101 01010101 01010101 01010101
0011000	351 01010101 01010101 01010101 01010101
0011001	361 01010101 01010101 01010101 01010101
0011010	371 01010101 01010101 01010101 01010101
0011011	381 01010101 01010101 01010101 01010101
0011100	391 01010101 01010101 01010101 01010101
0011101	401 01010101 01010101 01010101 01010101
0011110	411 01010101 01010101 01010101 01010101
0011111	421 01010101 01010101 01010101 01010101

NOTE. CGRAM is a CHARACTER GENERATOR RAM having a storage function of character pattern which enable to change freely by user's program.

รูปที่ 6.5 ตารางแสดงรูปแบบของอักขระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การทดลองและผลการทดลอง

จากการออกแบบในส่วนต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ก่อนที่จะได้วงจรที่นำไปใช้งานจริง ได้มีการทดลองในแต่ละส่วน ดังนี้

ส่วนควบคุมระบบความปลอดภัย (Security Control)

- ส่วนตรวจจับแสง ได้ทดลองปิดไฟในห้อง แล้วปรับค่า VR1 เพื่อปรับความไวในการตรวจจับแสง พบว่าสามารถเปลี่ยนแปลงความไวในการตรวจจับแสงได้ตามต้องการ ซึ่งในตอนแรกได้นำเอาท์พุทที่ออกจาก Voltage Comparator และใส่ไดโอด drop volt ไว้ 1 ตัว ไป drive ทรานซิสเตอร์ ผลปรากฏว่าวงจรทำงานผิดพลาดเพราะทรานซิสเตอร์จะทำงานตลอด เนื่องจากในสภาวะลอจิก " Low " มีกระแสรั่วของไอซีมากพอที่จะไปอัสทรานซิสเตอร์ให้ทำงานได้ จากการทดลองจะต้องใส่ไดโอด drop volt ประมาณ 3 ตัว วงจรจึงทำงานได้ถูกต้อง แต่ในวงจรนี้จึงใช้ voltage divider แทนการใช้ไดโอด drop volt ซึ่งสามารถทำให้วงจรทำงานได้ถูกต้องตามที่ต้องการ

- ส่วนตรวจจับควันและก๊าซ ได้ทดลองวงจรโดยใช้ควันไฟจากการเผากระดาษ พบว่าวงจรสามารถตรวจจับควันได้ โดยสามารถปรับความไวของการตรวจจับได้จากการปรับค่า VR1 ซึ่งในการทดลองนี้ก่อนต่อตัวตรวจจับควันและก๊าซในวงจร ได้ทำการอุ่นตัวตรวจจับควันและก๊าซประมาณ 5 นาที เพื่อไล่ความชื้นและทำความสะอาดของตัวตรวจจับ

- ส่วนอินฟาเรด จากการทดลองพบว่าสามารถรับส่งกันได้ประมาณ 2-3 เมตร ซึ่งระยะของการรับส่งขึ้นอยู่กับส่วน drive ทางด้านส่ง และ gain ของวงจรขยายทางด้านรับ แต่การ drive ทางด้านส่งถูกจำกัดโดย Power สูงสุดที่ตัวส่งอินฟาเรดจะทนได้ ซึ่งระยะในการรับส่งที่ทดลองได้นี้มากพอที่จะนำไปใช้ในการตรวจจับขโมยที่เข้ามาทางประตูหรือหน้าต่างได้

ส่วนควบคุมการสื่อสารระหว่างเครือข่ายภายนอกและภายในบ้าน (Telecommunication Control)

- ส่วนตรวจจับสัญญาณ Ringing Tone ในการทดลองตอนแรกได้ออกแบบวงจรโดยใช้ voltage divider ภาคเดียว และยังไม่มีการใส่ capacitor เป็นตัวกรองสัญญาณ ผลปรากฏว่าสัญญาณที่เอาท์พุทเป็นพัลส์ตามสัญญาณไซน์ของเสียงกระดิ่ง ดังนั้นจึงต้องใส่ capacitor เพื่อกรองสัญญาณไซน์ให้เรียบขึ้น และต้องเพิ่มภาค voltage divider อีกภาคหนึ่งเพื่อลด time constant ผลปรากฏว่าสัญญาณที่เอาท์พุทเป็นพัลส์ตามจำนวนครั้งของเสียงกระดิ่งตามต้องการ โดยเอาท์พุทที่ได้จะส่งมายังวงจรรับ และสามารถเห็นจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งได้โดยเลือกว่าจะให้นับเท่าไร (เลือกได้ 3-10 ครั้ง) และจะมีวงจรตรวจจับสถานะการยกหู/วางหู เพื่อใช้ในการรีเซทวงจรรับทุกๆ ครั้งที่มีการวางหูโทรศัพท์ ซึ่งจากการทดลองวงจรสามารถเลือกจำนวนครั้งของเสียงกระดิ่งได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนควบคุมการยกหู/วางหู (Control Handset) ได้ทดลองโดยการป้อนไฟเลี้ยง 5 โวลต์ แทนสัญญาณที่ส่งมาจาก MCS-51 Controller ผลปรากฏว่าวงจรสามารถทำการ ยกหู/วางหู ได้ตามต้องการ

- ส่วนตรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone และสัญญาณ Busy Tone ได้ทดลองโดยการต่อคู่สายกับวงจรโดยยังไม่ได้ใส่ capacitor กรองสัญญาณไฟตรง ปรากฏว่าวงจรไม่สามารถตรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone และ Busy Tone ได้ ดังนั้นจึงต้องใส่ capacitor เพื่อกรองสัญญาณไฟตรง แล้วทำการปรับค่า VR 47k เพื่อ lock ความถี่ให้ตรงกับความถี่ของสัญญาณ Ring Back Tone และ Busy Tone ผลปรากฏว่าสามารถตรวจจับสัญญาณทั้งสองได้ถูกต้องตามต้องการ

- ส่วนการเข้ารหัสและการถอดรหัสความถี่คู่ ใช้ไอซี MT-8880 ซึ่งหน้าที่ทั้งเป็นตัวเข้ารหัสและถอดรหัส ในส่วนของการเข้ารหัสได้ทำการทดลองโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมการโทรออกอัตโนมัติ ซึ่งทำการเขียนข้อมูล 4 บิต ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำออกไปที่ MT-8880 เพื่อทำการเข้ารหัสเป็นสัญญาณความถี่คู่เพื่อใช้ในการโทรออก ที่ภาคเอาท์พุทของ MT-8880 ต่อกับหม้อแปลง matching เพื่อจำลองเป็น load เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ (600 โอห์ม) ผลปรากฏว่าวงจรสามารถโทรออกไปยังปลายทางได้ถูกต้องตามต้องการ สำหรับในส่วนของการถอดรหัส ได้ทำการทดลองโดยใช้ LED เป็นตัวแสดงผลของการถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ผลปรากฏว่าวงจรสามารถทำงานได้ถูกต้อง

- ส่วน Voice Memory และ Tape Record ได้ทำการทดลองโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมการบันทึกเสียง และทำการบันทึกเสียงลงไป ซึ่งใช้ไอซี T6668 ทำหน้าที่ในการบันทึก ผลปรากฏว่าวงจรสามารถบันทึกเสียงได้ตามที่ต้องการ และในส่วนของ Tape Record ก็สามารถบันทึกเสียงที่พูดเข้าไปได้เช่นเดียวกัน

ส่วนควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า (Power Control)

- ส่วนของการเข้ารหัส ได้ทำการทดลองโดยการต่อตัวต้านทานและตัวเก็บประจุเพื่อเป็นการเช็คความถี่ของวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน แล้วทำการลองส่งรหัส 0 , 1 , OPEN (ปลดปล่อย) แล้วเช็คให้ขา TE เป็นลอจิก " ต่ำ " แล้วทำการวัดสัญญาณเอาท์พุท ผลปรากฏว่าสัญญาณถูกต้อง

- ส่วนของการถอดรหัส ได้ทำการทดลองโดยการต่อตัวต้านทานและตัวเก็บประจุที่มีค่าสัมพันธ์กับวงจรเข้ารหัสตามสูตรที่กล่าวไว้ จากนั้นก็ทดลองโดยการรับสัญญาณจากวงจรเข้ารหัสโดยตรงก่อน (ยังไม่ได้ทำการมอดูเลท) โดยการเช็คขาแอดเดรส A0-A4 ให้ตรงกัน (ถ้าหาก A0-A4 ของวงจรเข้ารหัสและวงจรถอดรหัสไม่ตรงกัน วงจรถอดรหัสจะไม่สามารถถอดรหัสข้อมูลที่ส่งมาได้) จากการทดลองผลปรากฏว่าวงจรถอดรหัสสามารถทำการถอดรหัสข้อมูลได้ถูกต้องกับข้อมูลที่ส่งมา

- ส่วนการมอดูเลทแบบเอฟเอสเค และส่วน Driver สัญญาณผ่านสายไฟบ้าน เมื่อวงจรเข้ารหัสและวงจรถอดรหัสทำงานได้ถูกต้องตามต้องการแล้ว จากนั้นก็ทดลองโดยวงจรที่ใช้งานในการส่งสัญญาณควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าจริง โดยการนำสัญญาณที่ได้ทำการเข้ารหัสโดยวงจรเข้ารหัสเรียบร้อยแล้ว ไปทำ

การมอดูเลทแบบเอฟเอสเค โดยใช้ไอซี LM1893 ซึ่งภายในตัวไอซี LM1893 นี้จะมีภาค Driver อยู่แล้ว และทำการส่งข้อมูลผ่านทางสายไฟบ้าน

- ส่วนการติ่มอดูเลทแบบเอฟเอสเค ซึ่งก็ใช้ไอซี LM1893 เช่นกัน โดยทำการติ่มอดูเลทแบบเอฟเอสเคสัญญาณที่รับได้จากทางด้านส่ง จากนั้นก็ส่งสัญญาณที่ติ่มอดูเลทได้มายังวงจรถอดรหัส ซึ่งจากการทดลองผลปรากฏว่าวงจรสามารถรับข้อมูลจากทางด้านส่งได้ถูกต้อง และสามารถนำมาควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้าได้

- ส่วน เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า ในการทดลองนี้ ได้ใช้ไทรแอกเป็นสวิตช์ควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งในการทดลองได้ทำการป้อนสัญญาณลอจิก " 1 " เพื่อทำการเปิดอุปกรณ์ และป้อนสัญญาณลอจิก " 0 " เพื่อทำการปิดอุปกรณ์ ปรากฏว่าวงจรสามารถทำงานได้ถูกต้องตามต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

สรุปผลการทดลอง บทวิจารณ์ และแนวทางการพัฒนาต่อ

จากการทดลอง ในส่วนควบคุมระบบความปลอดภัย (security control) ซึ่งใช้ในการตรวจจับความผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

- วงจรตรวจจับแสง จากการทดลอง เปิด-ปิด ไฟในห้องพบว่าสามารถตรวจจับความมืดได้ โดยวงจรจะให้สถานะ " High " เมื่อเปิดไฟ และจะให้สถานะ " Low " เมื่อปิดไฟ
- วงจรตรวจจับก๊าซและควัน ทดลองโดยการใช้ก๊าซแอมโมเนียและควันไฟพบว่าวงจรสามารถทำการตรวจจับก๊าซและควันได้ แต่เนื่องจากไอซีเบอร์ 813 เป็นไอซีที่เราใช้เป็นทั้งตัวตรวจจับก๊าซและควัน แต่ตัวมันมีคุณสมบัติตรวจจับก๊าซได้ไวกว่าควัน ดังนั้นวงจรตรวจจับควันจึงยังมีความไวไม่มากนัก
- วงจรรีโมทอินฟราเรด ซึ่งใช้ในการตรวจจับขโมย วงจรสามารถทำงานได้ในระยะประมาณ 2 เมตร การนำมาใช้งานโดยการติดตั้งตัวอินฟราเรดไว้ที่บริเวณประตูหรือหน้าต่าง

ในส่วนควบคุมการติดต่อสื่อสารระหว่างเครือข่ายภายนอกและภายในบ้าน (Telecommunication Control) ซึ่งเป็นการติดต่อระหว่างระบบบ้านอัตโนมัติกับโครงข่ายอื่น ๆ สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

- ส่วนตรวจจับสัญญาณ Ringing Tone จากการทดลอง วงจรสามารถตรวจจับสัญญาณ Ringing Tone ได้ถูกต้อง และสามารถเลือกจำนวนครั้งได้ตามต้องการ
- ส่วนตรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone วงจรสามารถตรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone ได้ โดยเมื่อมีสัญญาณ Ring Back Tone เอาท์พุทจะเป็นลอจิก " 0 " และเมื่อสัญญาณ Ring Back Tone หายไป เอาท์พุทจะเปลี่ยนเป็นลอจิก " 1 "
- ส่วนตรวจจับสัญญาณ Busy Tone วงจรสามารถตรวจจับสัญญาณ Busy Tone ได้ถูกต้อง โดยเมื่อมีสัญญาณ Busy Tone เข้ามา เอาท์พุทจะเป็นลอจิก " 0 " ตลอด ซึ่งจะใช้ Software ในการตรวจสอบ
- ส่วนการยกหู/วางหู (Control Handset) เมื่อต้องการจะยกหูหรือวางหู วงจรสามารถทำงานได้ตามที่เราต้องการ
- ส่วนเข้ารหัสความถี่คู่ วงจรสามารถเข้ารหัสสัญญาณไบนารีเป็นสัญญาณความถี่คู่ เพื่อโทรออกไปยังปลายทางได้โดยอัตโนมัติตามที่เราต้องการ
- ส่วนถอดรหัสความถี่คู่ วงจรสามารถถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ออกมาเป็นรหัสสัญญาณไบนารีได้ถูกต้อง แต่ต้องระวังไม่ให้สัญญาณ Ringing Tone เข้ามาโดยตรงที่ไอซี MT-8880 เพราะจะทำให้ไอซี MT-8880 เสียหายได้

๖- ส่วน Voice Memory และ Tape Record วงจรสามารถทำการบันทึกเสียงพูดตามที่ต้องการได้ ซึ่งความคมชัดของเสียงขึ้นอยู่กับทางเลือกค่าบิทเรตในการ Sampling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนการควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า จากการที่ได้ทำการศึกษาและทดลองสร้างระบบการควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ผ่านทางสายไฟบ้าน ปรากฏว่าผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง เพราะระบบการควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ผ่านทางสายไฟบ้านที่ได้สร้างสำเร็จแล้วนั้น หลังจากการทดลองใช้งานจริงก็สามารถให้ผลการทำงานเป็นไปตามขอบเขตที่วางเอาไว้ทุกประการ คือ เป็นระบบควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารผ่านทางสายไฟบ้านที่สามารถควบคุมได้สะดวก โดยสามารถใช้ MCS-51 Controller สั่งการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกตัวที่มีการต่ออยู่ในสายไฟบ้านเฟสเดียวกัน และสามารถที่จะควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ถึง 32 จุด (32 channel) และยังสามารถกำหนดรูปแบบการควบคุมได้โดยมีรูปแบบการควบคุมสูงถึงจุดละ 4 รูปแบบ ซึ่งก็เพียงพอกับความต้องการของระบบในปัจจุบันและพร้อมที่จะรองรับการขยายตัวของระบบภายในอนาคต

แนวทางในการพัฒนาต่อ

ในส่วนควบคุมระบบความปลอดภัย (Security Control) สัญญาณจากส่วน Sensor ต่างๆ สามารถส่งโดยใช้วงจรเดียวกันกับการส่งสัญญาณควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า โดยนำสัญญาณที่ได้จากส่วน Sensor เป็นข้อมูลอินพุตสำหรับวงจรเข้ารหัส

ในส่วนควบคุมระบบการสื่อสารระหว่างเครือข่ายภายนอกและภายในบ้าน (Telecommunication Control) ในส่วนนี้สำหรับวงจรตรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone และสัญญาณ Busy Tone ยังมีข้อบกพร่องในการตรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone และ Busy Tone อยู่ กล่าวคือถ้าหากว่าทางด้านผู้รับยกหูโทรศัพท์ทันทีเมื่อมีสัญญาณ Ringing Tone ซึ่งมีผลทำให้ไม่มีสัญญาณ Ring Back Tone ตอบกลับมาจึงวงจรตรวจจับสัญญาณ Ring Back Tone และสัญญาณ Busy Tone

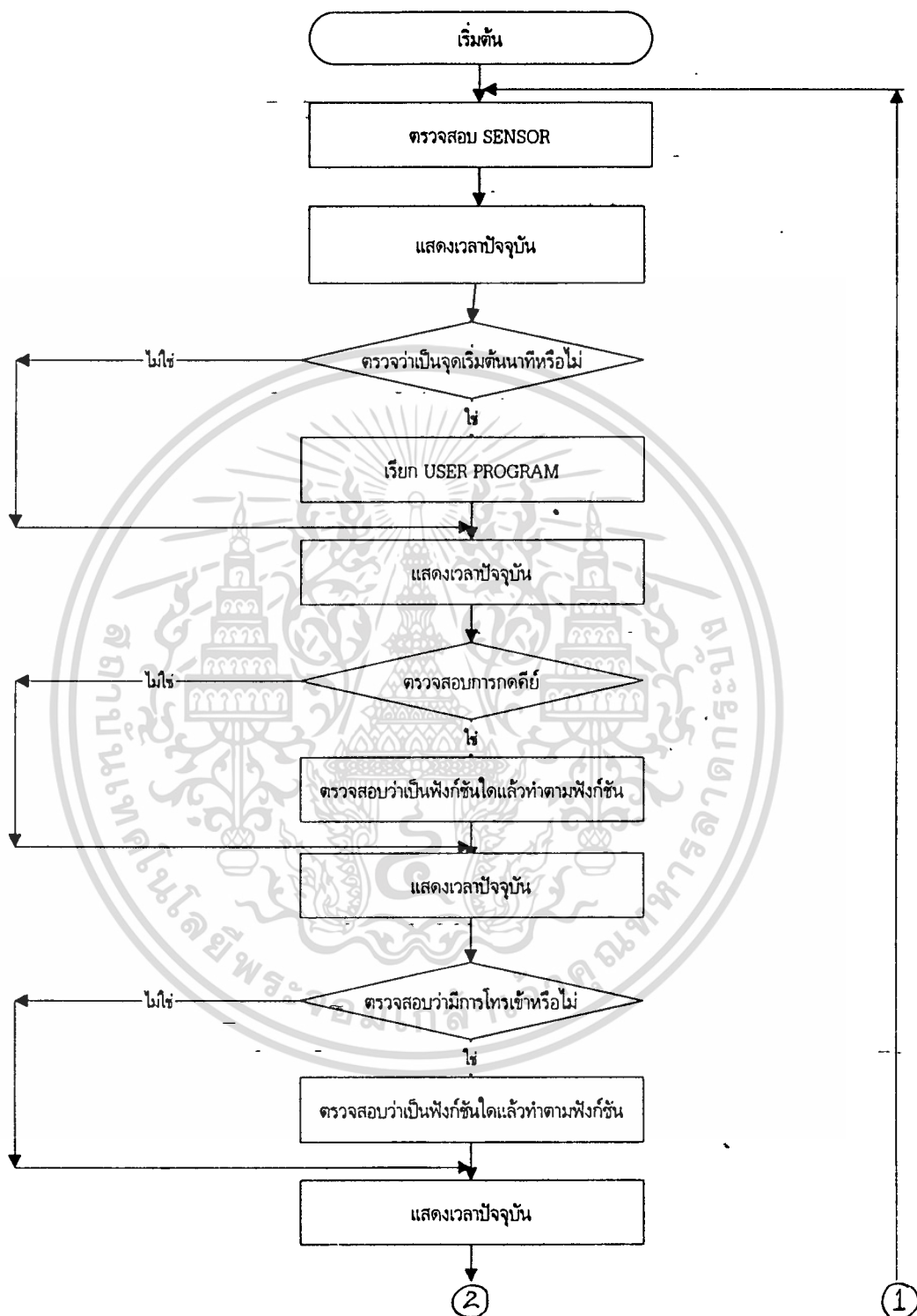
ในส่วนควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า (Power Control) ในส่วนนี้ยังมีข้อบกพร่องอยู่ กล่าวคือ วงจรควบคุมการ เปิด-ปิด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า สามารถทำการควบคุมได้เฉพาะไฟเฟสเดียวเท่านั้น สำหรับไฟ 3 เฟส ไม่สามารถที่ควบคุมได้ และในการทดลองนี้การควบคุมอยู่ในขอบเขตไม่ไกลมาก คือควบคุมได้ประมาณ 100 เมตร ดังนั้นสามารถควบคุมได้เฉพาะภายในบ้านเท่านั้น แต่สำหรับอาคารสำนักงานใหญ่ๆ ยังควบคุมได้ไม่ทั่วถึง ซึ่งแก้ไขได้โดยการปรับปรุงให้ MCS-51 Controller ควบคุมการทำงานของแต่ละชั้น และเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ PC ที่ทำหน้าที่เป็นทั้ง Monitor และส่วนส่งงานกลาง



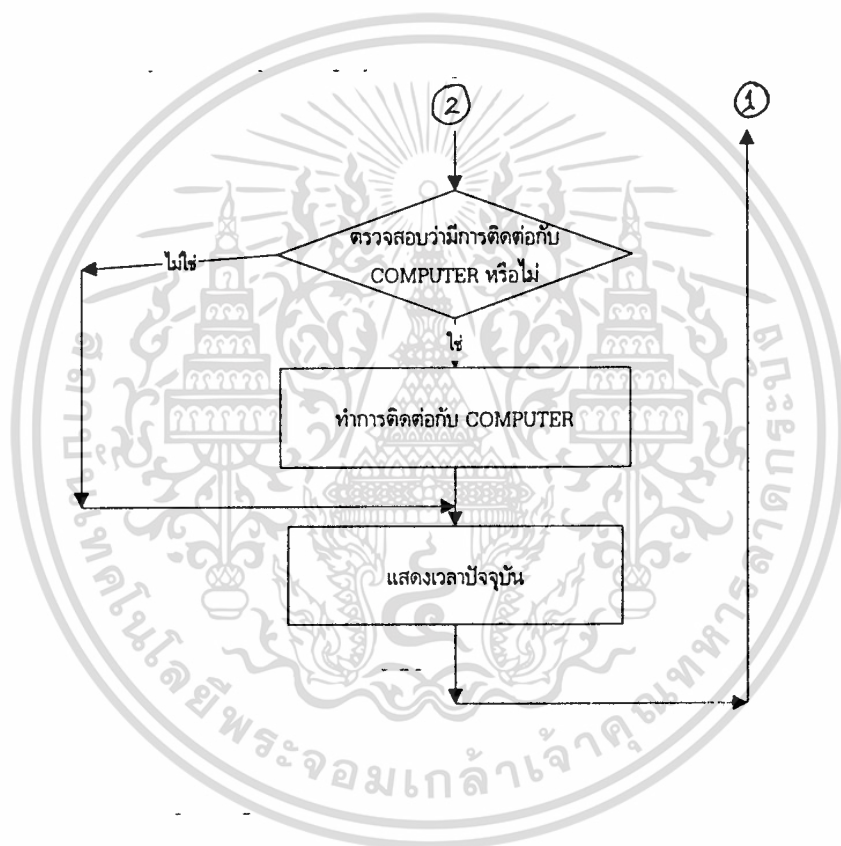
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



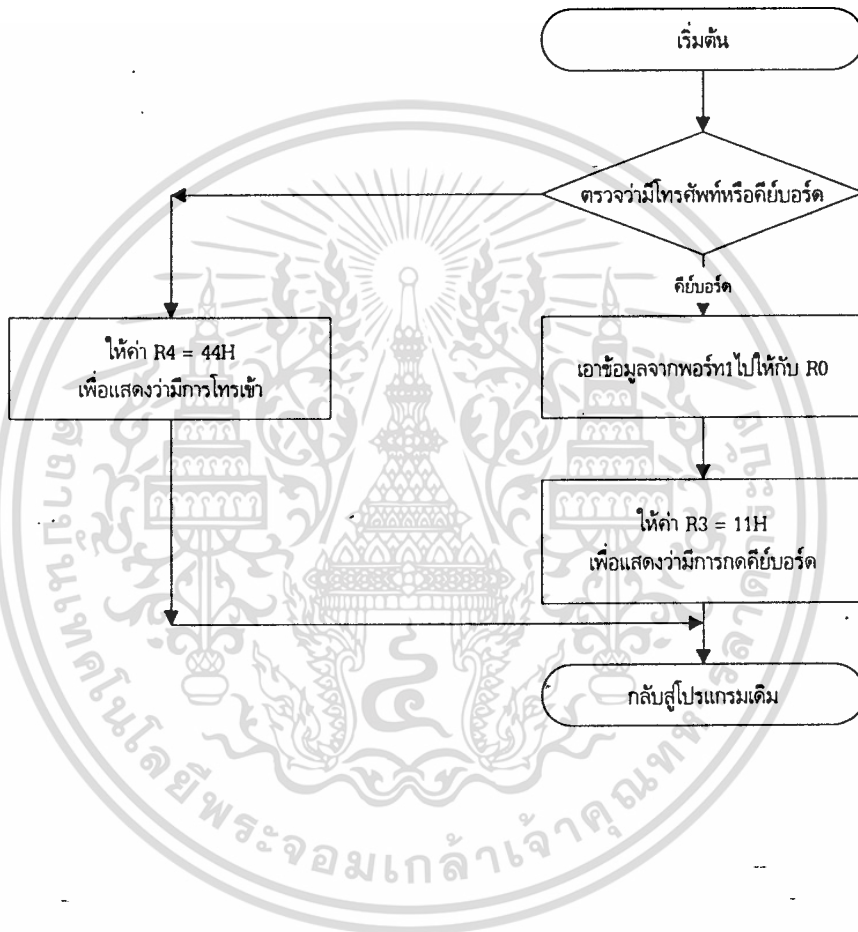
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



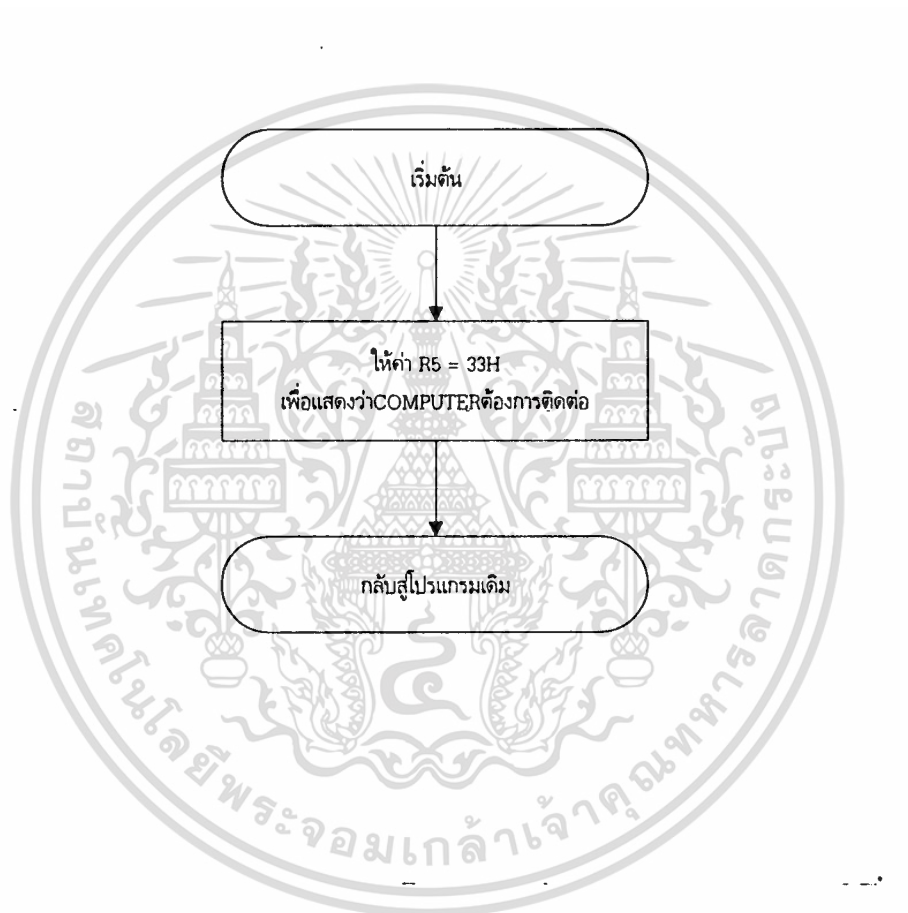
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



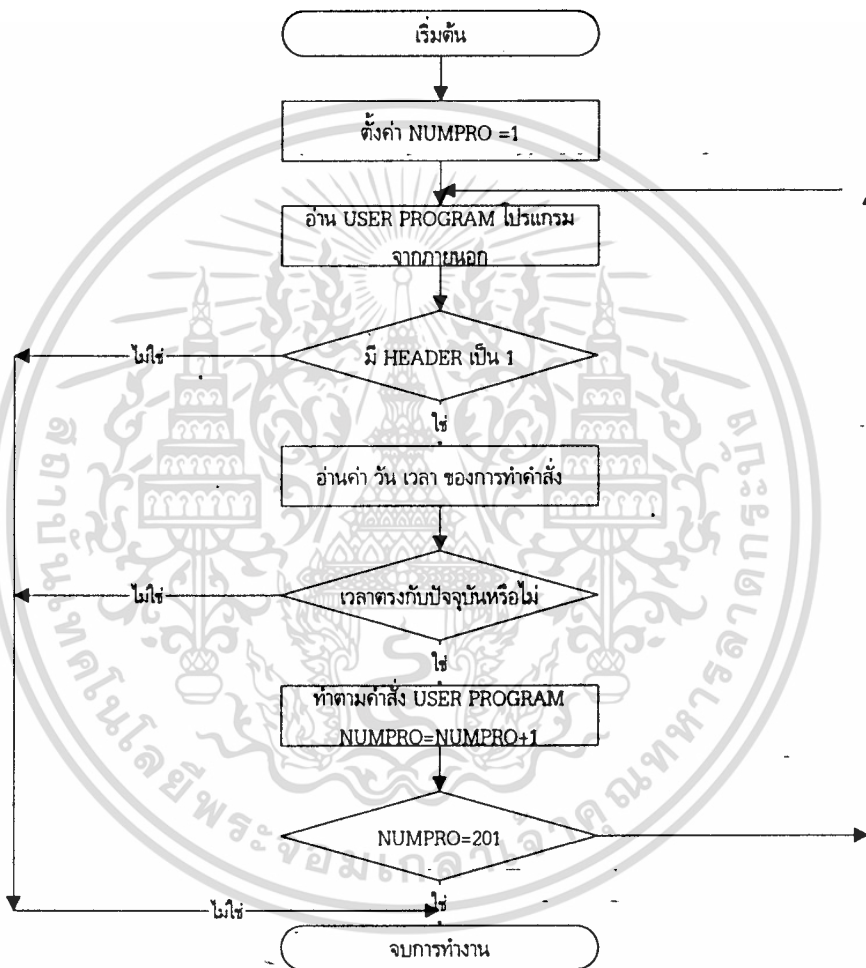
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



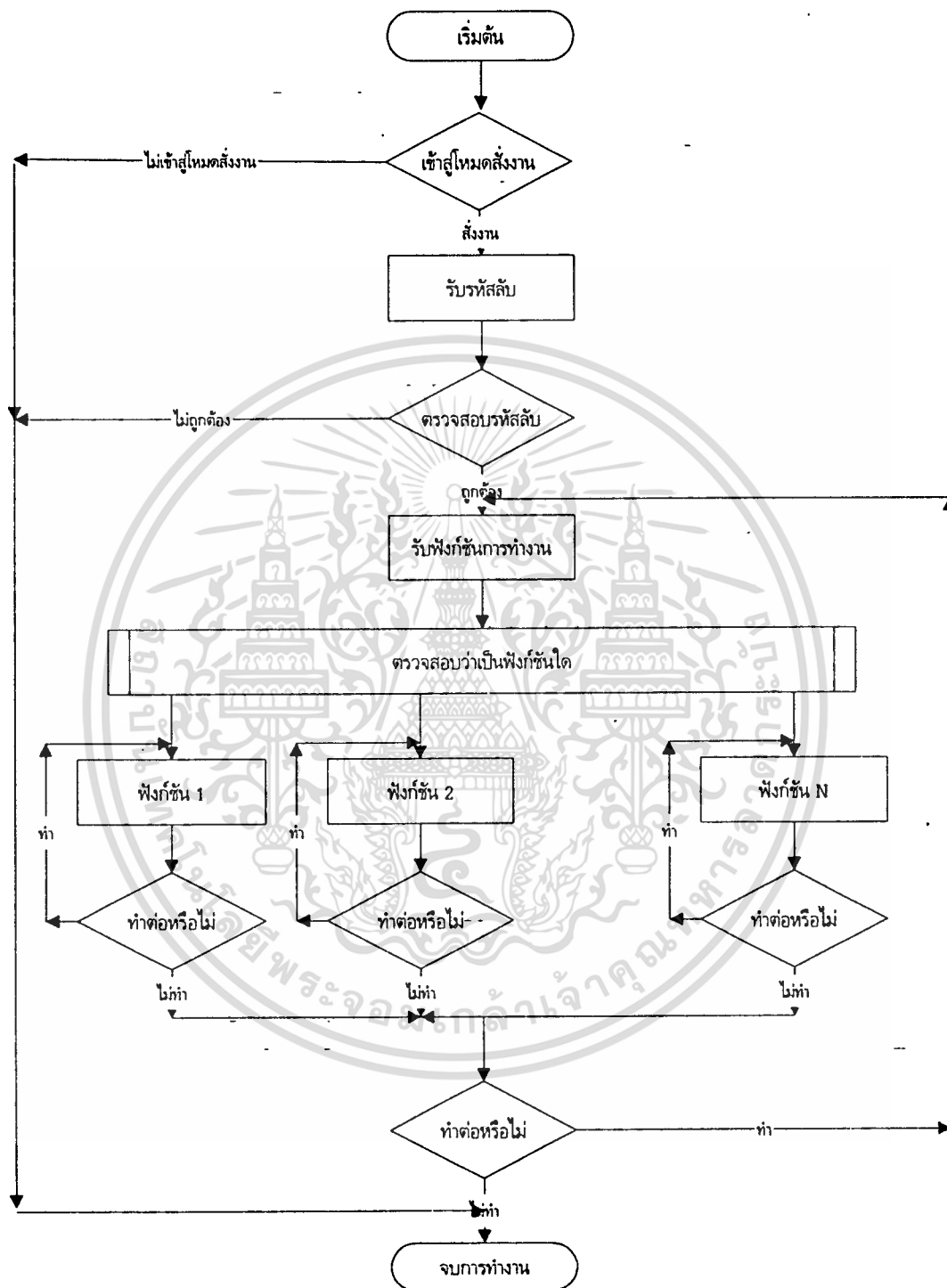
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



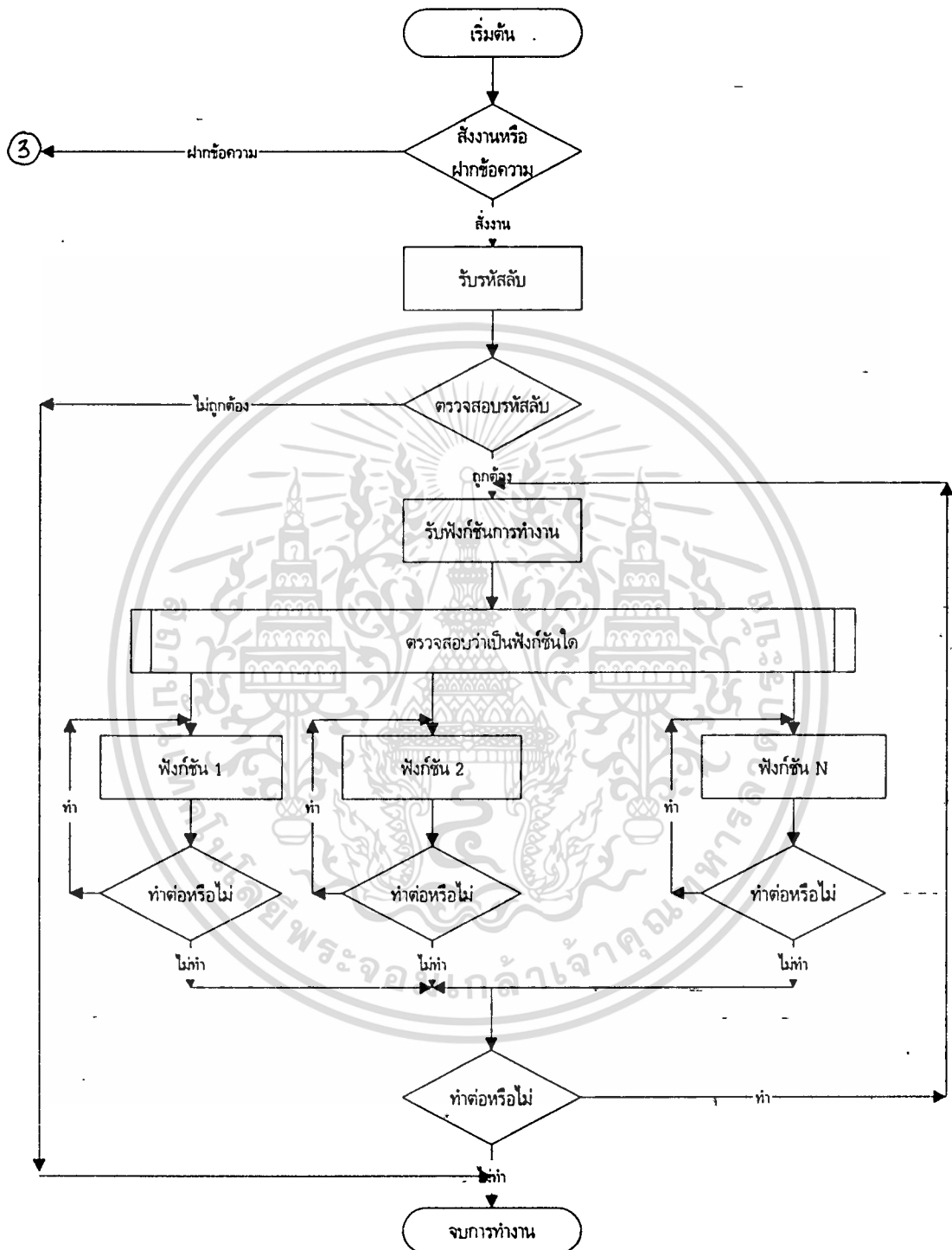
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



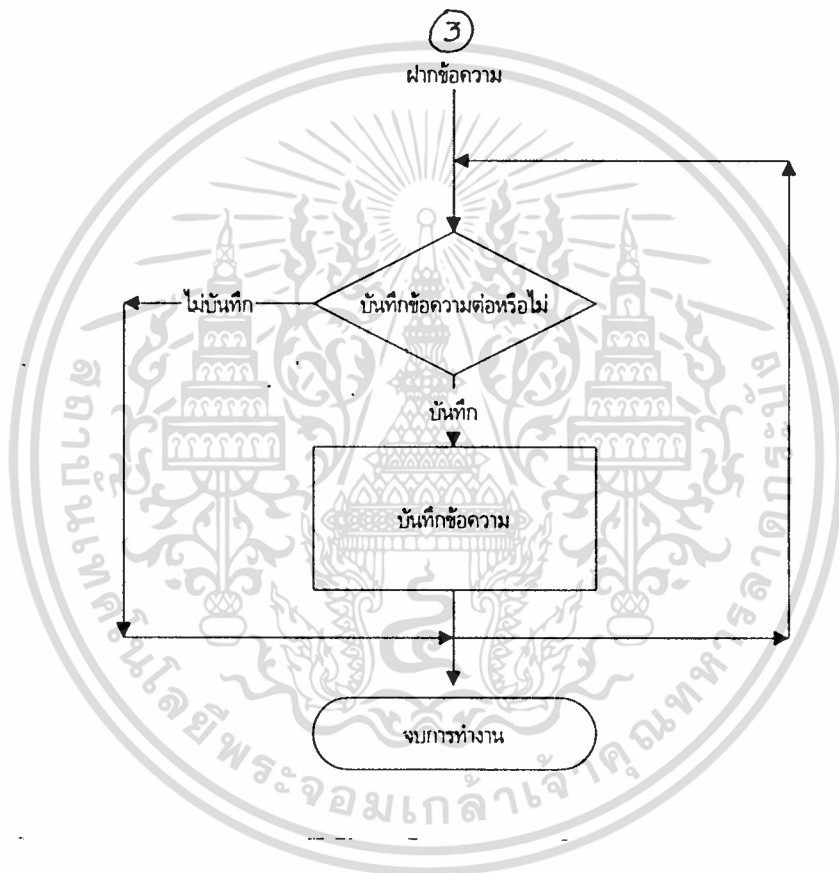
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อิทธิชัย อรุณศรีแสงไชย ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา ตลอดจนดูแลเรื่องเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งท่านอาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้จนสามารถทำวิทยานิพนธ์นี้ได้สำเร็จ ขอขอบคุณ พี่เอกชัย วิมูลชาติ ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาต่างๆ ขอขอบคุณ พี่มานพ มาสีกุก ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาต่างๆ เช่นกัน รวมทั้งพี่ๆ และ เพื่อนๆ ที่ไม่ได้กล่าวชื่อนาม ที่ให้กำลังใจตลอดมา สุดท้ายนี้ ขออำนาจคุณพระศรีรัตนตรัย ช่วยดลบันดาลให้ทุกท่านที่กล่าวมา มีความสุขและความเจริญตลอดไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. สุเจตน์ จันทพงษ์, "ไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยว 8051", คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัย มหานคร, 178หน้า, 2535
2. ผศ.พิพัฒน์ เลาทสงคราม, "ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 CI (1)", วิศวสาร ลาดกระบัง, ฉบับที่ 4, 2532, หน้า 60-68
3. ผศ.พิพัฒน์ เลาทสงคราม, "ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 CI (2)", วิศวสาร ลาดกระบัง, ฉบับที่ 5, 2532, หน้า 49-60
4. MOTOROLA INC, "CMOS APPLICATION-SPECIFIC STANDSRD Ics", 382 p. ,1991