



เครื่องมือรับ-ส่ง สัญญาณร่างกายผ่านคู่สายโทรศัพท์
(เครื่องแสดงผลการวัดระยะไกล TELEMETERING)



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2534

007703

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง เครื่องมือรับ-ส่ง สัญญาณเว้ากกายผ่านสายโทรศัพท์

TELEMETERING

ชื่อ นาย อัครวิทย์ วิชาเหลือง รหัส 311405

ภาควิชา โทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.วิไล พิงงมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแสดงผลการวัดระยะไกล

นาย อัครวิทย์ วีวเหลือง

ปีการศึกษา 2534

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อเสนอเรื่องเกี่ยวกับเครื่องแสดงผลการวัดระยะไกล (Telemetry) ซึ่งใช้สายโทรศัพท์สาขาวิชาผ่านข้อมูลโดยโครงการนี้ได้พัฒนาเพื่อใช้งานเกี่ยวกับการวัดอัตราการเต้นของชีพจร และ ความดันโลหิตเพื่อใช้ประโยชน์ในวงการแพทย์

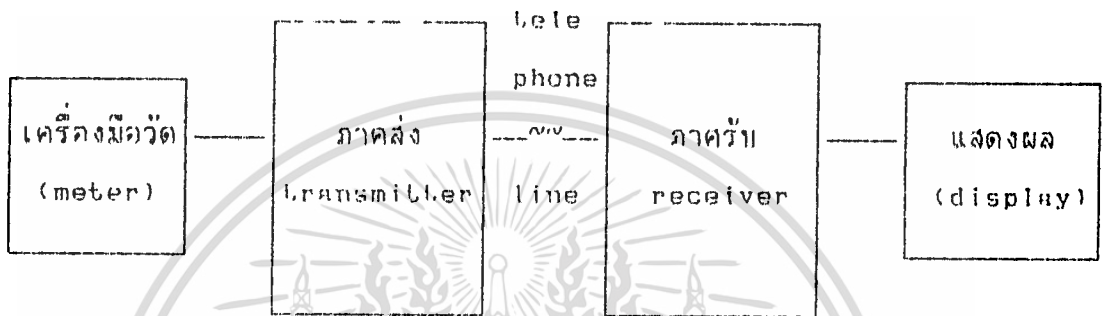
การทำงานของเครื่องทางด้านส่งสัญญาณจากเครื่องวัดความดันโลหิตและเครื่องตรวจอัตราการเต้นของชีพจร จะส่งไปในขณะเดียวกันซึ่งขั้นตอนนี้ข้อมูลจะเป็นแบบขนาน (PARALLEL DATA) จากนั้นจะแปลงข้อมูลให้เป็นอนุกรม (serial data) เพื่อจะส่งผ่านข้อมูลเข้าไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งออกทางสายโทรศัพท์ต่อไป ส่วนด้านรับก็จะรับข้อมูลจากสายโทรศัพท์เข้าไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะแปลงข้อมูลที้ออกจากไมโครคอมพิวเตอร์ให้เป็นแบบขนานเพื่อแสดงผลทางด้านรับ

TELEMETERING

Abstract.

This thesis describes telemetering system which transmit data into telephone lines. This project was developed for use with an electronic blood pressure meter and pulse sensor in the medical field.

The operation of the transmitter involves: the signals from the electronic blood pressure meter and pulse sensor being transmitted together, simultaneously. The data from these devices is parallel data, which is converted into serial data for transfer in the modem before transmitting into telephone lines. The receiver receives the data from the telephone line into the modem. After that, the receiver converts the data from the modem, which is serial data, into parallel data for display.



รูปแสดงระบบการส่งข้อมูลในโครงการ
ระจ่อมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎี	2 26
บทที่ 3	ภาคส่ง-ภาครับ	27-35
บทที่ 4	ผลการทดลอง	36-40
บทที่ 5	บทสรุปและวิจารณ์	41
กิตติกรรมประกาศ		42



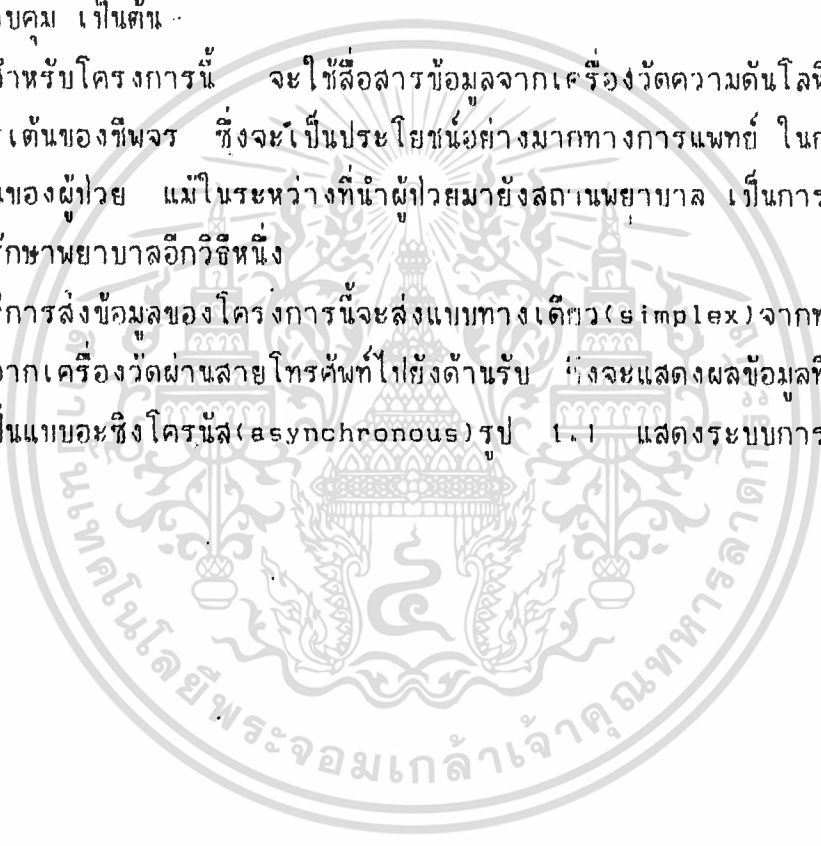
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

ในสังคมยุคปัจจุบันนี้ การติดต่อสื่อสารนับว่าเป็นหัวใจสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทางการค้า การเกษตร หรืออุตสาหกรรมโดยโครงการเครื่อง แสดงผลการวัดระยะไกลนี้ พัฒนาขึ้นเพื่อสื่อสารข้อมูลทางสายโทรศัพท์ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแพทย์ เช่น การส่งข้อมูลต่างๆ ของผู้ป่วย การอุตสาหกรรม เช่น การส่งผลการทำงานของเครื่องจักรต่างๆการชลประทาน เช่น การส่งข้อมูลจากตัวเขื่อน มาถึงศูนย์ควบคุม เป็นต้น

สำหรับโครงการนี้ จะใช้สื่อสารข้อมูลจากเครื่องวัดความดันโลหิตและเครื่อง ตรวจจับการเต้นของชีพจร ซึ่งจะเป็ประโยชน์อย่างมากทางการแพทย์ ในการวินิจฉัยอาการ เบื้องต้นของผู้ป่วย แม้ในระหว่างที่นำผู้ป่วยมายังสถานพยาบาล เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาพยาบาลอีกวิธีหนึ่ง

วิธีการส่งข้อมูลของโครงการนี้จะส่งแบบทางเดี่ยว (simplex) จากทางด้านส่งซึ่ง จะรับข้อมูลจากเครื่องวัดผ่านสายโทรศัพท์ไปยังด้านรับ ซึ่งจะแสดงผลข้อมูลที่รับได้โดยข้อมูล ที่ส่งจะเป็นแบบอะซิงโครนัส (asynchronous) รูป 1.1 แสดงระบบการส่งข้อมูลของ โครงการนี้

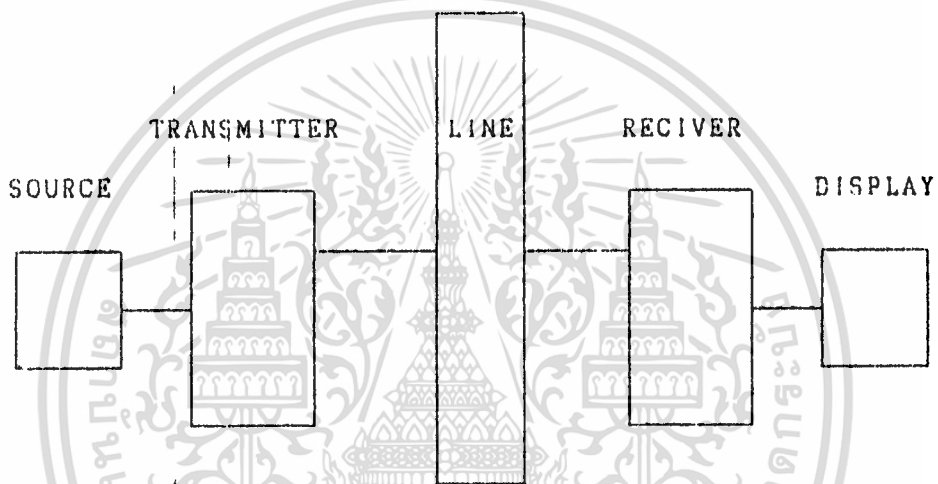


บทที่ 2

ทฤษฎี

โครงการที่ทำขึ้นนี้ ทำเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการส่งผ่านข้อมูล ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูล จากเครื่องวัด เครื่องตรวจจับต่างๆ (sensor) ผ่านไปทางสายโทรศัพท์เมื่อถึงด้านข้อมูล ที่ได้รับจะต้องถูกต้อง คือ จะต้องตรงกับทางด้านล่าง รูป 1.1 แสดงระบบของโครงการ

TRANSMISSION



รูป 1.1 แสดงระบบของโครงการ

สำหรับหลักการหรือทฤษฎีในโครงการนี้ จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการส่งผ่านข้อมูล ทางสายโทรศัพท์ ซึ่งใช้โมเด็มเป็นตัวรับและส่ง โดยโมเด็มจะทำหน้าที่ มอดูเลต ข้อมูล ทางด้านส่ง และ ดิมอดูเลต สัญญาณทางด้านรับ

การมอดูเลชัน (modulation)

การมอดูเลชันมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น

FM (Frequency Modulation)

AM (Amplitude Modulation)

FSK (Frequency-Shift Keying)

PSK (Phase-Shift Keying)

QASK (Quadrature Amplitude Shift Keying) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 8031 SINGLE CHIP MICRO CONTROLLER

8031 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิปเดี่ยว ซึ่งอยู่ในตระกูล MCS-51
ลักษณะโครงสร้างของ 8031 แสดงอยู่ในรูปที่ 1 ซึ่งสถาปัตยกรรมของ 8031 สร้าง
ขึ้นด้วย 11MOS

ลักษณะของ 8031

- เป็น cpu แบบ 8 บิต
- มีวงจรรอสหิลเลเตอร์และ clock อยู่ในตัว
- มีาสัญญาณเข้าและออก (I/O) 32 ขา
- แยกหน่วยความจำของข้อมูลได้ 64k และหน่วยความจำของโปรแกรมอีก 64k
- มี TIMER และ COUNTER แบบ 16 บิตถึง 2 ตัว
- สัญญาณอินเทอร์รัพท์ 5 แบบ ซึ่งแบ่งลำดับความสำคัญออกเป็น 2 ระดับ
- การทำงานแบบ FULL DUPLEX ในขณะส่งข้อมูลแบบอนุกรม
- มีการประมวลผลแบบบูลีน (AND, OR, XOR) ฯลฯ

การจัดหน่วยความจำของ 8031

8031 แบ่งหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลกึ่งอิสระ 64k ในส่วนของ
หน่วยความจำของข้อมูลจะเป็น RAM ซึ่งเป็นหน่วยความจำภายนอก 64K และ ยังมีหน่วย
ความจำประเภทแรมอีก 128 ไบท์ ซึ่งอยู่ในตัวลง 8031 และบน 8031 ยังประกอบด้วย
รีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่พิเศษ "SFRs" (SPECIAL FUNCTION REGISTOR) ซึ่งแสดงใน
ตารางที่ 1

หมายเหตุ * SFRs ที่มีเครื่องหมายดอกจันอยู่ข้างหน้า หมายความว่า สามารถเข้าถึงได้โดยการอ่านแอดเดรสแบบไบท์ และแบบบิท คือสามารถจะเข้าถึงบิตใดบิตหนึ่งใน SFRs ได้โดยตรง

* SFRs ที่มีเครื่องหมายวงแสดงว่า อยู่ใน 803218052 เท่านั้น

รายละเอียดของรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่พิเศษ

ACCUMULATOR

ACC เป็นแอดคิวมูเลเตอร์หรือรีจิสเตอร์ A เหมือนกับ Z80

B REGISTER

รีจิสเตอร์ B ใช้ในคำสั่งคูณและหาร ส่วนในคำสั่งอื่นสามารถให้เหมือนกับรีจิสเตอร์ทั่วๆไปในกรณีข้อมูล

PROGRAM STATUS WORD

PSW ประกอบด้วยรายละเอียดดังในรูปที่ 2
รูปที่ 2. PSW: PROGRAM STATUS WORD

(MSB)		<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">CY</td> <td style="text-align: center;">AC</td> <td style="text-align: center;">FO</td> <td style="text-align: center;">RS1</td> <td style="text-align: center;">RS0</td> <td style="text-align: center;">OV</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">P</td> </tr> </table>							CY	AC	FO	RS1	RS0	OV	-	P	(LSB)	
CY	AC	FO	RS1	RS0	OV	-	P											
SYMBOL			POSITION			NAME		AND SIGNIFICANCE										
CY	PSW.7		CARRY FLAG															
AC	PSW.6		AUXILLARY CARRY FLAG (FOR BCD OPERATE)															
FO	PSW.5		FLAG 0 (FOR GENERAL PURPOSE)															
RS1	PSW.4		REGISTER BANK SELECT CONTROL BIT 1&0 SET/CLEARED BY SOFTWARE TO DETERMINATE															
RS0	PSW.3		WORKING REGISTER BANK (SETNOTE)															
OV	PSW.2		OVERFLOW FLAG															
-	PSW.1		(RESERVED)															

CONTROL REGISTERS

รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ IP, IE, IMOD, TCON, T2CON, SCON และ PCON ประกอบด้วยฟังก์ชันควบคุมและฟังก์ชันสถานะสำหรับระบบการอินเทอร์รัพท์

โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต

8031 มี 160 พอร์ต อยู่ 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะเขียนพอร์ตแบบ 2 บิต ทาง มีการแลตซ์ข้อมูลได้ (SFR.P0-P3) รวมทั้งมีวงจรมัลติเพล็กซ์ทางเข้าพุท และบัฟเฟอร์ทางด้านอินพุท

พอร์ต 0 และพอร์ต 2 ใช้สำหรับติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก ในการใช้ 8031 ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก พอร์ต 0 จะให้เอาพุทเป็น LOW BYTE ของแอดเดรสของหน่วยความจำภายนอกและจะทำการ MULTIPLEX กับข้อมูลที่จะเขียนหรืออ่าน สรฐาคือ P0 จะเป็นทั้ง ADDRESS และ DATA ส่วนพอร์ต 2 จะให้แอดเดรสไบต์สูง (MSB) ของหน่วยความจำภายนอก

ขาของพอร์ต 3 ทั้งหมดกับอีก 2 บิตของพอร์ต 1 (8052) จะทำงานหลายหน้าที่ดังรายละเอียดในรูปที่ 3

*P1.0	T2	(TIMER/COUNTER 2 EXTERNAL INPUT)
*P1.1	T2EX	(TIMER/COUNTER 2 CAPTURE/RELOAD TRIGGER)
P3.0	RXD	(SERIAL INPUT PORT)
P3.1	TXD	(SERIAL OUTPUT PORT)
P3.2	INT0	(EXTERNAL INTERRUPT)
P3.3	INT1	(EXTERNAL INTERRUPT)
P3.4	T0	(TIMER/COUNTER 0 EXTERNAL INPUT)
P3.5	T1	(TIMER/COUNTER 1 EXTERNAL INPUT)
P3.6	WR	(EXTERNAL DATA MEMORY WRITE STROBE)
P3.7	RD	(EXTERNAL DATA MEMORY READ STROBE)

หมายเหตุ p1.0 และ p1.1 สงวนไว้สำหรับ 8052

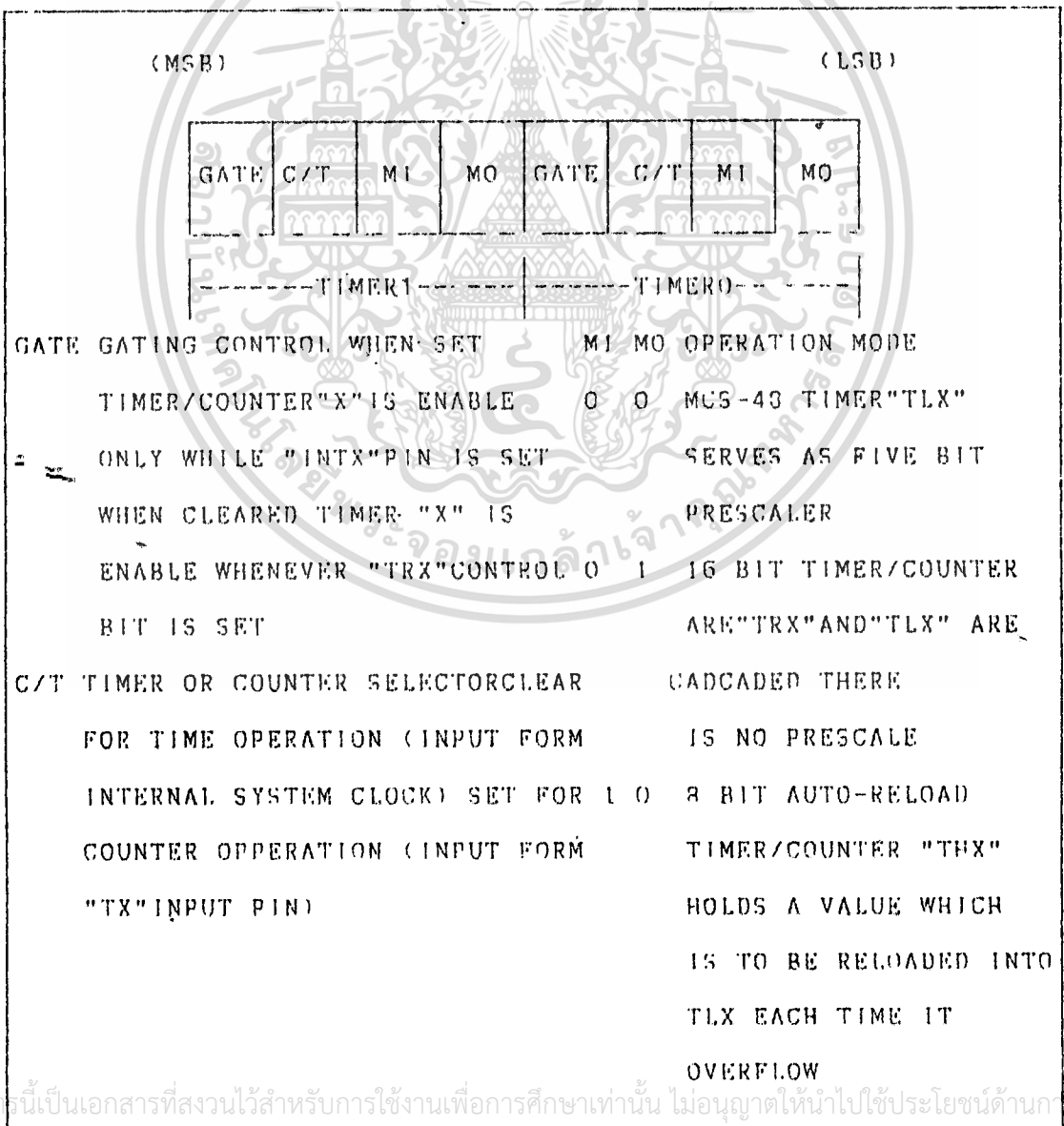
TIMER/COUNTER

8031 มี TIMER/COUNTER อยู่ 2 ตัว คือ TO และ TI สัญญาณ INPUT ที่จะโอนให้ COUNTER นั้นทำงานที่ขอบขาลง (1 TO 0) คือ ต้องเป็นพัลส์ HIGH 1 แมซซิงไซเคิลและเป็น LOW 1 แมซซิงไซเคิล ฉะนั้นความถี่สูงสุดที่ COUNTER จะนับได้นั้น ประมาณ 1/24 ของความถี่ของสก็เลเตอร์ การทำงานของ TIMER/COUNTER แบ่งเป็น 3 โหมด ดังกล่าวต่อไปนี้

โหมด 0

การทำงานในโหมดรีวิจิสเตอร์ถูกกำหนดให้เป็นแบบ 13 บิต โดยการนับจากค่าที่ทุกบิตเป็น HIGH ไปจนทุกบิตเป็น 0 เกิด OVERFLOW และจะให้สัญญาณอินเตอร์รัพท์ โดยเห็นแฟลค TFO หรือ TFI การที่จะให้ TIMER/COUNTER ตัวใดอยู่ในโหมดใดนั้น กำหนดได้จากรีวิจิสเตอร์ TMO0 (รูปที่ 5)

รูปที่ 5. TMO0:TIMER/COUNTER MODER CONTROL REGISTER



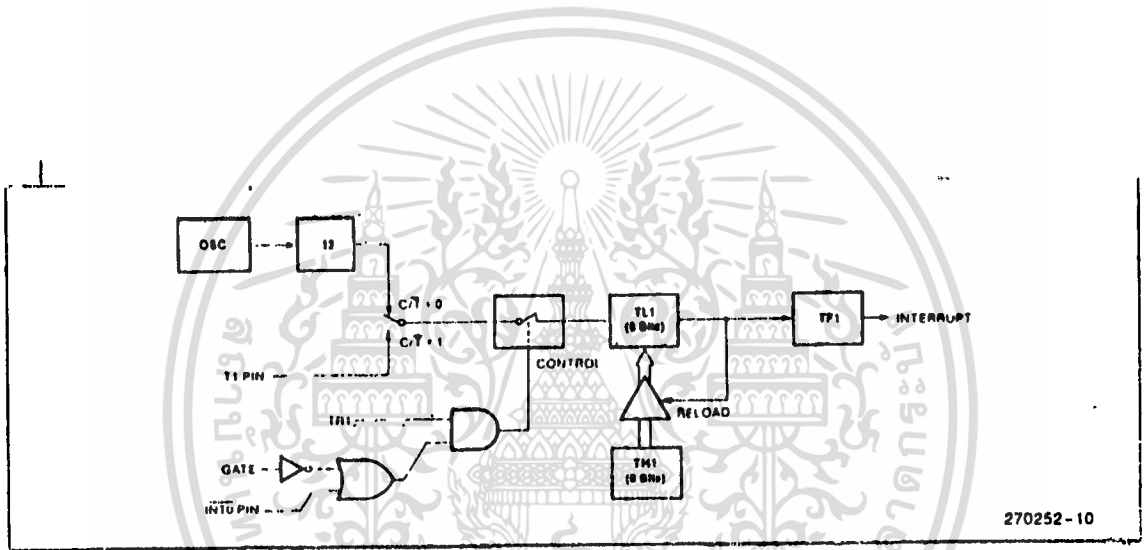
ในโหมด 0 ที่จะแบ่ง TH1 เป็น 8 บิต กับ TL1 อีก 5 บิต โดยที่เหลืออีก 3 บิต นั้นไม่ได้ใช้และการใช้งานจะเหมือนกันทั้ง TIMER 1 และ TIMER 0

โหมด 1

การใช้งานเหมือนกับโหมด 0 ทุกเว้นรีจิสเตอร์ที่ใช้จะเป็นแบบ 16 บิต

โหมด 2

ในโหมด 2 รีจิสเตอร์จะเป็นแบบ 8 บิต โดยที่ TL1 จะสามารถโหมดข้อมูลจาก TL1 ได้ใหม่ (AUTO-RELOAD) เมื่อเกิดโอเวอร์โฟลวจาก TL1 (กรณีที่ n) โดยที่ค่าใน TH1 จะไม่ถูกเปลี่ยนการทำงานอื่นๆจะเหมือนกับโหมด 0



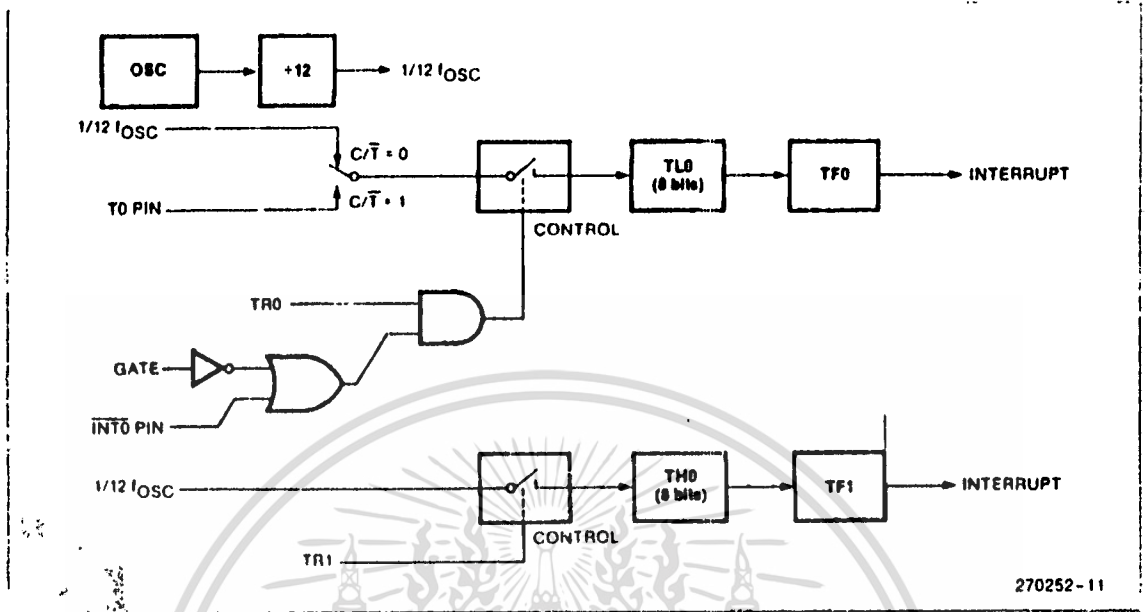
รูปที่ 8. TIMER/COUNTER 1 MODE 2: 8 BIT AUTO-RELOAD

โหมด 3

ในโหมด 3 นี้จะแยก TLO และ TH0 ของ TIMER 0 ให้โดยอิสระ (ดังรูปที่ 9.) TLO จะใช้ที่ควบคุมคือ GATE, TRO, INTO และ TFO ส่วน TH0 ถูกใช้เป็นที่ TIMER (นับแมกซ์ไซเคิล) และรับช่วงการให้ TR1 และ TF1 ของ TIMER 1 ฉะนั้นในโหมด 3 นี้ TH0 จะควบคุมการอินเตอร์รัพท์ของ TIMER 1 (TF1)



เมื่อใช้ TIMER 0 ในโหมดโหมดใหม่ TIMER 1 สามารถจะสลับให้ระหว่าง โหมดเก่าได้ หรือใช้เป็น BAUD RATE GENERATOR



270252-11

รูปที่ 9. TIMER/COUNTER 0 MODE 3: TWO 8 BIT COUNTERS

พอร์ตอนุกรม

พอร์ตอนุกรมที่เห็น FULL DUPLEX ที่สามารถรับข้อมูลใน BYTE ที่สองได้ โดยที่ BYTE แรกยังไม่ถูกอ่านออกไปจาก BUFFER แต่อย่างไรก็ตามข้อมูล BYTE แรกจะต้องถูกอ่านไปก่อนที่การรับข้อมูลใน BYTE ที่สองจะเสร็จสมบูรณ์ฉะนั้นข้อมูล BYTE แรกสูญเสียบ้าง (ถูกทับด้วยข้อมูลที่ตามมา) ข้อมูลที่จะใช้ในการส่งและรับจะถูกพักไว้ ณ ที่เดียวกันคือ SBUF

การเขียนข้อมูลไปที่ SBUF จะเป็นการไหลดาข้อมูลให้กับ TRANSMIT REGISTER และการอ่าน SBUF จะเป็นการอ่านข้อมูลจาก RECEIVER REGISTER พอร์ตอนุกรมแบ่งการทำงานออกเป็น 4 โหมด

โหมด 0 : ข้อมูลจะเข้ามาทาง RXD ส่วนข้อมูลทางออกจะออกทาง TXD ความเร็วในการส่ง (BAUD RATE) จะถูกกำหนดตายตัวเป็น $1/12$ ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ของระบบ ในโหมด 0 จะเป็นการส่งข้อมูลขนาด 8 บิต (โดย LSB ออกไปก่อน)

- โหมด 1 : ส่งและรับข้อมูลขนาด 10 บิต ซึ่งประกอบด้วย START BIT (0) ข้อมูล 8 บิต (LSB ออกก่อน), STOP BIT ในขณะที่รับข้อมูล STOP BIT จะถูกส่งให้ RSR ในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ SCON ความเร็วในการส่งไม่กำหนดตายตัว (ดูการตั้งค่า BAUD RATE)
- โหมด 2 : และรับข้อมูลขนาด 11 บิต ประกอบด้วย START BIT (0) ข้อมูล 8 บิต (LSB ก่อน), ข้อมูลบิตที่ 9 ที่สามารถโปรแกรมได้ และอีก 1 STOP BIT บิต ที่ 9 ของข้อมูลสามารถ SET เป็น 0 หรือ 1 ก็ได้ประโยชน์เวลาให้เป็นตัวส่งพาริตีบิตโดยนำค่าของแฟล็ก P ใน PSW มาไว้ใน TSB และในขณะที่การรับข้อมูลบิตที่ 9 ของข้อมูลจะถูกไหลลงเข้าไปที่ PSB ของ SCON ความเร็วในการส่งจะถูกโปรแกรมเป็น 1/32 หรือ 1/64 ของออสซิลเลเตอร์
- โหมด 3 : การทำงานเหมือนกันโหมด 2 เพียงแต่ความเร็วในการส่งไม่กำหนดตายตัว
- การทำงานทั้ง 4 โหมด ทางด้านส่งจะเริ่มการส่งทันทีเมื่อ SBUF ถูกใช้เป็นปลายทางของคำสั่งต่างๆ เช่น MOV SBUF,A ในทางด้านรับการรับจะเริ่มก็ต่อเมื่อ RI=0 และ REN=1

SERIAL PORT CONTROL REGISTER

ในรูป 8.1 เป็นรายละเอียดของ SFR ที่ทำหน้าที่ควบคุมพอร์ตอนุกรม (SCON) ภายใน SCON ไม่เพียงแต่มีการเลือกโหมดเท่านั้นแต่ยังรวมทั้งบิตที่ 9 ของข้อมูล (TB8, RB8) และ SERIAL PORT INTERRUPT (TI และ RI)

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

Where SM0, SM1 specify the serial port mode, as follows:

SM0	SM1	Mode	Description	Baud Rate
0	0	0	shift register	$f_{osc} / 12$
0	1	1	8-bit UART	variable
1	0	2	9-bit UART	$f_{osc} / 64$ or $f_{osc} / 32$
1	1	3	9-bit UART variable	

- SM2 enables the multiprocessor communication feature in Modes 2 and 3. In Mode 2 or 3, if SM2 is set to 1 then RI will not be activated if the received 9th data bit (RB8) is 0. In Mode 1, if SM2 = 1 then RI will not be activated if a valid stop bit was not received. In Mode 0, SM2 should be 0.
- REN enables serial reception. Set by software to enable reception. Clear by software to disable reception.

- TB8 is the 9th data bit that will be transmitted in Modes 2 and 3. Set or clear by software as desired.
- RB8 in Modes 2 and 3, is the 9th data bit that was received. In Mode 1, if SM2 = 0, RB8 is the stop bit that was received. In Mode 0, RB8 is not used.
- TI is transmit interrupt flag. Set by hardware at the end of the 8th bit time in Mode 0, or at the beginning of the stop bit in the other modes. In any serial transmission. Must be cleared by software.
- RI is receive interrupt flag. Set by hardware at the end of the 8th bit time in Mode 0, or halfway through the stop bit time in the other modes, in any serial reception (except see SM2). Must be cleared by software.

รูปที่ 8.1 SCON : SERIAL PORT CONTROL REGISTER

อัตราความเร็วในการส่ง (BAUD RATES)

ในโหมด 0 ความเร็วในการส่งกำหนดไว้แน่นอนคือ

$$\text{MODE 0 BAUD RATE} = \frac{\text{OSCILLATOR FREQUENCY}}{12}$$

12

ในโหมด 2 ความเร็วในการส่งขึ้นอยู่กับ SMOD ที่ตั้งอยู่ใน PCON ถ้า SMOD=0 ความเร็วจะเท่ากับ $1/64$ ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ ถ้า SMOD=1 ความเร็วจะเป็น $1/32$ ของความถี่ออสซิลเลเตอร์

ความเร็วในการส่งในโหมด 2 คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{MODE2 BAUD RATE} = 2^{\text{SMOD}} \times (\text{OSCILLATOR FREQUENCY})$$

โหมด 1 และโหมด 3 ความเร็วในการส่งถูกกำหนดโดยอัตราของ OVERFLOW ของ TIMER 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ TIMER 1 ในการกำเนิด BAUD RATE

เมื่อใช้ TIMER 1 เป็นตัวกำเนิด BAUD RATE ความเร็วจะขึ้นอยู่กับ OVERFLOW RATE และค่าที่อยู่ที่ใน SMOD ความเร็วคำนวณได้จากสูตร

MODE 1,3 BAUD RATE = $2^{SMOD} \times (\text{TIMER 1 OVERFLOW RATE})$ ในการใช้ TIMER เป็นตัวกำเนิดความเร็วในการส่งข้อมูลนี้จะต้องไม่ยอมให้มีการอินเตอร์รัพท์ของ TIMER 1 วิธีการใช้ TIMER 1 เป็นตัวกำเนิดความเร็วนี้โดยทั่วไปเราจะใช้ให้ TIMER 1/COUNTER เป็น TIMER และอยู่ในโหมด 2 ซึ่ง TIMER ในโหมด 2 นี้ทำ AUTO-RELOAD ได้ (เห็นไหมที่ลูปของ TMOD = 0010B) ในกรณีนี้ความเร็วจะคำนวณได้จากสูตร

MODE 1,3 BAUD RATE = $2^{SMOD} \times \text{OSCILLATOR FREQUENCY}$ โดยที่ค่า TH1 จะเป็นค่าในช่อง RELOAD ของตารางที่ 2.

BAUD RATE	FOSC	SMOD	TIMER 1		
			C/T	MODE	RELOAD VALUE
MODE 0 MAX: 1MHZ	12MHZ	X	X	X	X
MODE 2 MAX: 375K	12MHZ	1	X	X	X
MODE 1,3 : 62.5K	12MHZ	1	0	2	FFH
19.5K	11.059MHZ	1	0	2	FDH
9.6K	11.059MHZ	0	0	2	FDH
4.8K	11.059MHZ	0	0	2	FAH
2.4K	11.059MHZ	0	0	2	F4H
1.2K	11.059MHZ	0	0	2	E8H
137.5	11.059MHZ	0	0	2	10H
110	6MHZ	0	0	2	72H
110	12MHZ	0	0	1	FEFBH

ตารางที่ 2. TIMER 1 GENERATED COMMONLY USED BAUD RATES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับ MODE 0

การส่งข้อมูลออกแรมจะเริ่มต้นเมื่อมีการเขียนข้อมูลมาที่ SBUF และสัญญาณภายในจะไหลลดค่า 1 เข้าไปในบิตที่ 9 ของ TX SHIFT REGISTER ต่อจากนั้นจะเริ่มต้นการส่ง (ดูรูปที่ 9.1)

การเริ่มต้นการส่งบิตข้อมูลจะถูกเลื่อนออกทางขวาและ LOGIC 0 จะเข้าทางซ้ายของข้อมูล เมื่อบิตที่อยู่ทางซ้ายของข้อมูล เมื่อบิตที่อยู่ในไบต์สูง (MSB) ของข้อมูลออกมาที่เว้าที่พุ่มของ SHIFT REGISTER แล้วข้อมูลในบิตที่ 9 จะลลอกมาอยู่ทางซ้ายของ MSB ทำให้ทุกตำแหน่งทางซ้ายมีค่าเป็น 0 ในสภาวะอย่างนี้จะทำให้ TX ถูกเซ็ตโดยฮาร์ดแวร์ภายใน

การรับข้อมูลจะเริ่มเมื่อ REN = 1 และ RI = 0 RX CONTROL จะเขียนค่า 11111110 ไปที่ RECIEVE REGISTER เมื่อมีการรับข้อมูลทาง RX ข้อมูลจะเข้ามาทางขวาโดยเลื่อนออกทางซ้าย เมื่อดล็อก 0 ที่ไหลลดเข้าไปในบิตสุดท้ายของ RX CONTROL UNIT (11111110) มาถึงตำแหน่งซ้ายสุดจะทำให้แฟล็ก RX CONTROL BLOCK ควบคุมทำให้เกิดการเลื่อนทางซ้ายอีก 1 ครั้งและไหลลดข้อมูลมาให้ SBUF, RI จะถูกเซ็ต

รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับ MODE 1 (ดูรูปที่ 10.)

โหมด 1 จะเป็นการส่งรับข้อมูลขนาด 10 บิต โดยมี 1 START BIT (0), 8 บิต ข้อมูลและ 1 STOP BIT (1) การส่งจะเริ่มต้นเมื่อมีการใช้คำสั่งที่ต้องใช้ SBUF เป็นปลายทางเช่น MOV SBUF, A ในขณะที่เขียนข้อมูลไปที่ SBUF บิตที่ 9 ของ TX SHIFT REGISTER จะถูกไหลลดตัวลง 1

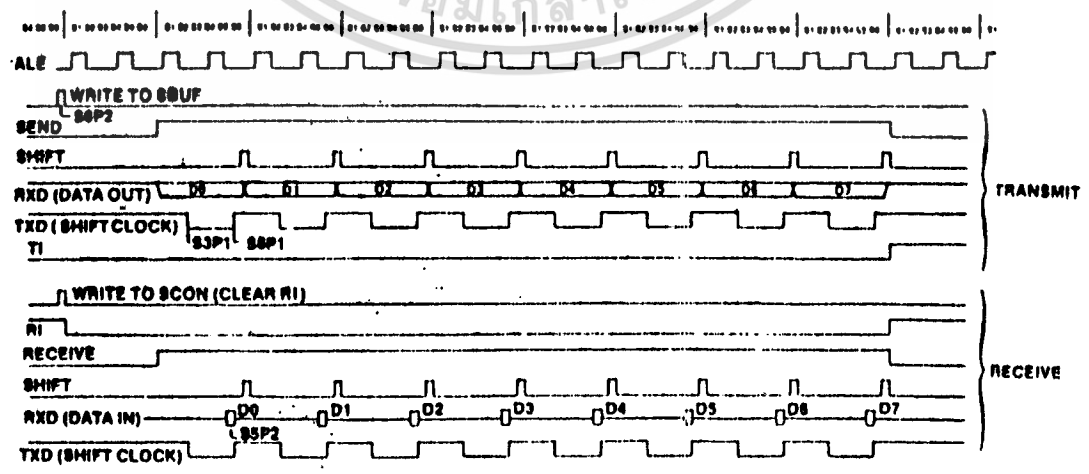
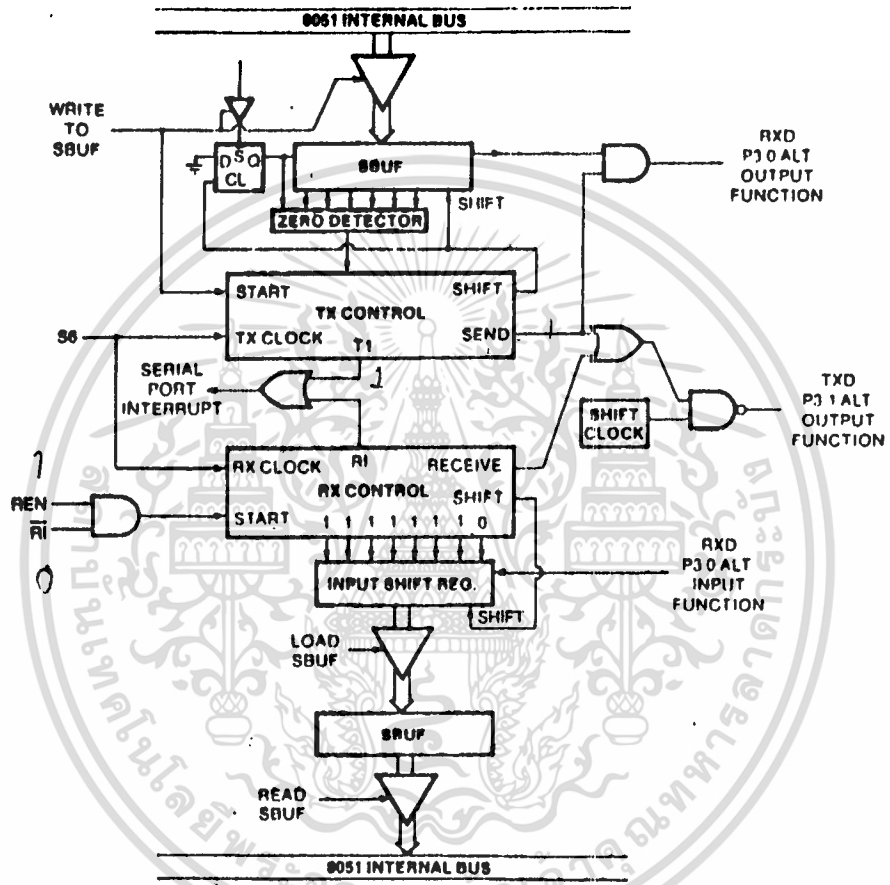
ในทางส่งจะมีการทำงานเหมือนกับโหมด 0 ดังที่ได้อธิบายมาข้างต้น ส่วนทางด้านรับจะเริ่มตั้งแต่ตรวจพบขอบเขาลง (1 TO 0) ของ RXD เมื่อตรวจพบขอบเขาลงของสัญญาณทางขา RXD ข้อมูล 1FFH จะถูกไหลลดให้ INPUT SHIFT REGISTER ข้อมูลจะถูกสุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง และข้อมูลที่ได้อาจข้อมูลจากตัวอย่าง 2 ใน 3 ที่สุ่มมาได้ เหตุที่ ทำอย่างนี้เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นได้ ในระหว่างบิตแรก (START BIT) ถ้าตัวอย่างที่สุ่มมาได้ ไม่ใช่ 0 วงจรส่วนรับข้อมูลจะถูกรีเซ็ต และจะกลับไปรอรับการเกิด START BIT อีกครั้ง ในขณะที่ START BIT เกิดขึ้นถูกต้องข้อมูลจะถูก SHIFT เข้าไปใน INPUT SHIFT REGISTER และจะรับข้อมูลส่วนที่เหลือต่อไป ในขณะที่พิกของข้อมูลจะถูกเลื่อนเข้ามาทางขวา "1" จะถูกเลื่อนออกทางซ้ายเมื่อ START BIT เมื่อถึงตำแหน่งซ้ายสุดของ SHIFT REGISTER จะทำให้ RX CONTROL BLOCK ทำการเลื่อนอีกครั้ง พร้อมทั้งไหลลด SBUF, RBB และเซ็ต RI จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อสภาวะเกิดขึ้นเมื่อในช่วงเวลาการเลื่อนข้อมูลครั้งสุดท้ายจากสภาวะต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. RI=0

2. SM2=0 หรือ THE RECEIVED STOP BIT=1

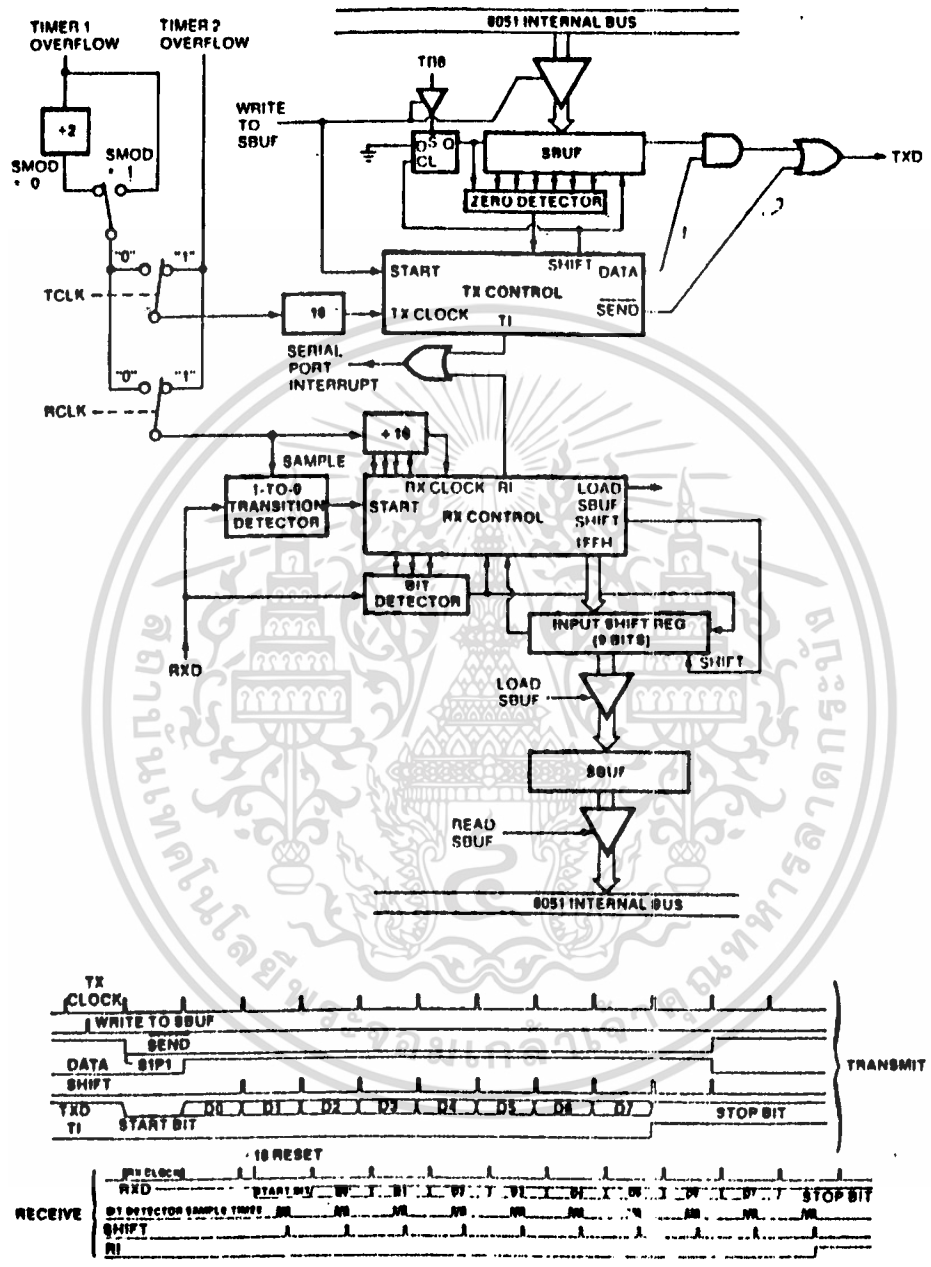
ถ้าไม่พบสภาวะทั้งสองอย่างนี้การรับข้อมูลนั้นถือว่าล้มเหลว ถ้าสภาวะทั้งสองเกิดขึ้นแสดง STOP BIT จะเข้าไปที่ RB6 ข้อมูล 8 บิตจะเข้าไปที่ SBUF และ RI จะถูกยกขึ้น เมื่อถึงขั้นตอนนี้ไม่ว่าสภาวะทั้งสองจะเกิดขึ้นหรือไม่ระบบจะกลับเข้าสู่การคอย START BIT ต่อไป



270252-15

รูปที่ 9.1 SERIAL PORT MODE 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกร้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



270257-16

รูปที่ 10. SERIAL PORT MODE 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดเกี่ยวกับโหมด 2 และ 3

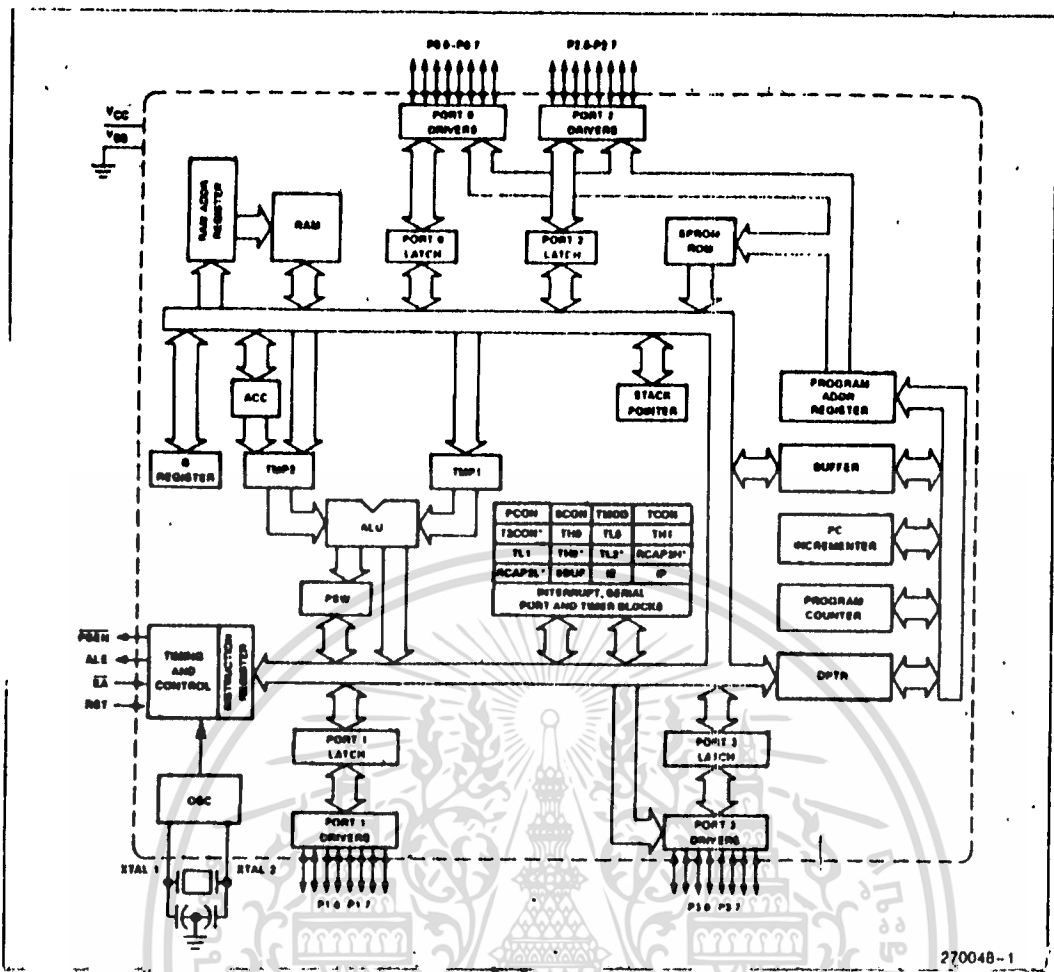
ในโหมด 2 และ 3 นี้เป็นการส่ง-รับข้อมูลขนาด 11 บิต โดยประกอบด้วย START BIT (0).8 บิตข้อมูล (LSB ก่อน), บิตที่ 9 ของข้อมูลสามารถจะโปรแกรมให้เป็น 0 หรือ 1 ได้และ STOP BIT (1) ในทางด้านรับข้อมูลบิตที่ 9 จะเข้าไปสู่ RB8 ใน SCON ส่วนการทำงานอื่นๆ ในส่วนของด้านรับจะเหมือนกับโหมด 1 ความเร็วในการสามารถโปรแกรมได้ 1/32 หรือ 1/16 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์

ทางด้านส่งเมื่อมีคำสั่งส่งข้อมูลมาให้ SBUF จะมีการไหลต TB8 เข้าไปใน บิตที่ 9 ของข้อมูลใน TX SHIFT REGISTER การส่งจะเริ่มด้วย START BIT 1 บิตตามด้วยข้อมูล 8 บิต และบิตที่ 9 ของข้อมูลออกมาที่เข้าที่หนึ่งของ SHIFT REGISTER ต่อจากนั้นจะตามด้วย 1 STOP BIT เมื่อการส่งเสร็จสมบูรณ์ TI จะส่ง INTERRUPT ให้กับระบบการทำงานส่วนใหญ่จะเหมือนกับโหมด 1 รวมทั้งสภาวะต่างๆที่เกิดในโหมด 1 จะต้องพิจารณาดูและใช้ในโหมด 2 และ 3 นี้ด้วย

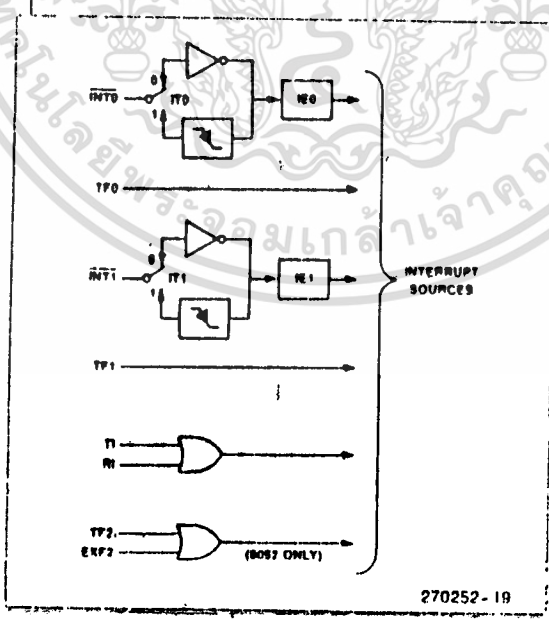
ข้อสังเกตคือ เมื่อ RI ให้สัญญาณอินเตอร์รัพท์แล้วในส่วนของโปรแกรมต้องเคลียร์ RI ให้ด้วย ส่วนในโหมด 2 และ 3 ต้องรีเซ็ตข้อมูลในบิตที่ 9 ต้องเป็น 1 ยกเว้นการใช้งานแบบ MULTI PROCESSOR COMMUNICATION ดังที่กล่าวมาข้างต้น

อินเตอร์รัพท์

0031 จะมีแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ 5 ออก่างดังในรูปที่ 11.



8031



รูปที่ 11. INTERRUPT SOURCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาอินเตอร์รัฟท์ภายนอกมีเพียง 2 ขาคือ (INT0 และ INT1) ซึ่งสามารถโปรแกรมให้เป็นโปรแกรมด้วยระดับสัญญาณ (LEVEL-ACTIVATED) หรือกระตุ้นด้วยขอบของสัญญาณ (TRANSITION-ACTIVATED) ขึ้นอยู่กับกั๊กิท ITO และ ITE ในรีจิสเตอร์ TCON แพลกที่กำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัฟท์ที่แท้จริงคือ IEO และ IEI ใน TCON

เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัฟท์จากภายนอก แพลกที่กำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัฟท์จะถูกเซ็ทเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ (ภายใน ฮยงอี) ขณะที่ CPU กระโดดไปทำในอินเตอร์รัฟท์ที่ขึ้นโดยที่ต้งโปรแกรมให้รับการอินเตอร์รัฟท์แบบของสัญญาณ ถ้ากั๊กิทของอินเตอร์รัฟท์ถูกเซ็ทให้เป็นการอินเตอร์รัฟท์โดยระดับของสัญญาณ แพลกอินเตอร์รัฟท์ต้อง CLEAR ด้วยซอฟต์แวร์ (ภายในตัวรับที่ตนเองอินเตอร์รัฟท์)

อินเตอร์รัฟท์ของ TIMER 0 และ TIMER 1 เกิดขึ้นโดยแพลก TFO และ TFI เมื่อเกิดอินเตอร์รัฟท์ขึ้น แพลกจะถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์เมื่อกระโดดไปทำงานที่ SERVICE ROUTINE

อินเตอร์รัฟท์ของพอร์ตอนกรมเกิดขึ้นจากทางรับ หรือ ทางส่งข้อมูลโดยที่โปรแกรมต้องตรวจเช็คว่าเป็นอินเตอร์รัฟท์จากด้านรับ (RI) หรือด้านส่ง (TI) และจะต้องทำการเคลียร์แพลกอินเตอร์รัฟท์ด้วยซอฟต์แวร์

กั๊กิทกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัฟท์สามารถเซ็ทหรือเคลียร์ได้โดยซอฟต์แวร์โดยจะให้ผลเหมือนกับสัญญาณที่กระทำโดยฮาร์ดแวร์นั้นหมายความว่า สัญญาณอินเตอร์รัฟท์สามารถจะเกิดขึ้นหรืออินเตอร์รัฟท์ที่ค้างอยู่สามารถยกเลิกได้โดยซอฟต์แวร์

แหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัฟท์แต่ละตัวสามารถจะ ENABLE หรือ DISABLE โดยการเซ็ทหรือเคลียร์กั๊กิทอยู่ในรีจิสเตอร์ IE ขั้วสั่ เกตุในรีจิสเตอร์ IE กั๊กิท 7 คือ EA จะเป็นตัวควบคุมการ ENABLE หรือ DISABLE ของสัญญาณอินเตอร์รัฟท์ทุกสัญญาณ ฉะนั้นเมื่อต้องการใช้อินเตอร์รัฟท์ต้งไม่ลืมที่จะเซ็ทกั๊กิท EA ด้วย หลังจากนั้นจึงทำการ ENABLE สัญญาณอินเตอร์รัฟท์ที่ต้งการ

(MSB)								(LSB)	
EA	IE7	IE6	IE5	IE4	IE3	IE2	IE1	IE0	EXO
Enable Bit = 1 enables the interrupt		Enable Bit = 0 disables it							
Symbol	Position	Function							
EA	IE 7	disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt will be acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.							
—	IE 6	reserved.							
IE2	IE 5	Timer 2 interrupt enable bit.							
ES	IE 4	Serial Port interrupt enable bit.							
IE1	IE 3	Timer 1 interrupt enable bit.							
EX1	IE 2	External interrupt 1 enable bit.							
IE0	IE 1	Timer 0 interrupt enable bit.							
EXO	IE 0	External interrupt 0 enable bit.							

† User software should never write 1s to unimplemented bits, since they may be used in future MCS 51 products.

รูปที่ 12. IE : INTERRUPT ENABLE REGISTER

ลำดับความสำคัญของการอินเตอรัพท์

แหล่งสัญญาณอินเตอรัพท์แต่ละสัญญาณสามารถโปรแกรมได้ให้เป็นลำดับความสำคัญสูงหรือลำดับความสำคัญต่ำ โดยที่ลำดับความสำคัญต่ำ จะถูกอินเตอรัพท์ด้วยสัญญาณอินเตอรัพท์ที่มีความสำคัญสูงกว่า และลำดับความสำคัญสูงจะไม่ถูกอินเตอรัพท์โดยสัญญาณอินเตอรัพท์ที่มีความสำคัญต่ำกว่า

ถ้ามีการอินเตอรัพท์ด้วยลำดับความสำคัญเท่ากันมากกว่า 1 สัญญาณ CPU จะทำการตรวจ (POLLING) และตัดสินใจว่าจะให้บริการกับสัญญาณอินเตอรัพท์ตัวใด และนั้นในแต่ละลำดับความสำคัญก็มีการจัดลำดับความสำคัญไว้ก็ดังรายละเอียดข้างล่าง

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

หมายเหตุ ลำดับความสำคัญนี้ใช้เฉพาะเมื่อสัญญาณอินเตอรัพท์ในลำดับความสำคัญเท่ากันมากกว่า 1 สัญญาณ

การทำงานของสัญญาณอินเทอร์รัพท์

แฟลคาของสัญญาณอินเทอร์รัพท์จะถูกส่งตัวอย่างในเสตท 5 เฟลท์ 2 ของทกๆ แมทรีนไซเคิลต่อมาถ้าผลของการส่งตัวอย่างพบว่า แฟลคาอินเทอร์รัพท์ถูกเห็นในเสตทที่ 5 เฟลท์ 2 ของแมทรีนไซเคิลที่ผ่านมาแล้วจะมีการเรีกรไปยังส่วนของโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์ หากว่าไม่ถูกขัดขวางด้วยสภาวะใดสภาวะหนึ่งดังต่อไปนี้

1. กำลังทำคำสั่งอยู่ในโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์ที่มีความสำคัญเท่ากันหรือสูงกว่า
2. ไม่ให้ไซเคิลสุดท้ายของคำสั่งที่กำลังปฏิบัติอยู่
3. คำสั่งที่ปฏิบัติอยู่นั้นคือ RETI หรือ คำสั่งที่ติดต่อกับวีจิสเตอร์ IE หรือ IP

ในสภาวะตามข้อ 2. เพื่อเป็นการประกันว่าคำสั่งที่ปฏิบัติถึงไซเคิลสุดท้ายแล้วจะไม่ถูกอินเทอร์รัพท์จนกว่าจะปฏิบัติคำสั่งนั้นจนจบเสียก่อน

ตามข้อ 3. นั้นในกรณีที่ CPU กำลังทำคำสั่ง RETI หรือกำลังติดต่อกับ IE หรือ IP ตัวใดตัวหนึ่งก่อนแล้วเกิดอินเทอร์รัพท์ขึ้น CPU จะยอมให้มีการอินเทอร์รัพท์แต่ต้องปฏิบัติอย่างช้าอีก 1 คำสั่ง IE, IP หรือ RETI ตัวอย่างเช่น ถูกอินเทอร์รัพท์ในขณะที่กำลังทำคำสั่ง RETI หน่วยประมวลผลจะส่งแอดเดรสคืนให้ PC หลังจากคำสั่ง RETI และปฏิบัติอีก 1 คำสั่งในโปรแกรมหลักต่อจากนั้นจึงจะยอมสนองการอินเทอร์รัพท์ CPU รับรู้การอินเทอร์รัพท์โดยกระโดดไปทำโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์ ในบางกรณีจะไม่เคลียร์แฟลคที่กำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัพท์นั้น กรณีที่ไม่เคลียร์แฟลคส่วนของโปรแกรมของผู้ใช้จะต้องมีคำสั่งเคลียร์แฟลคเอง เช่น การอินเทอร์รัพท์ที่เกิดจากพอร์ตอนุกรม ส่วนสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากภายนอก แฟลคจะถูกเคลียร์ให้ถ้าเป็นโปรแกรมให้บริการอินเทอร์รัพท์แบบการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ การตอบสนองสัญญาณอินเทอร์รัพท์ CPU จะกระโดดไปที่ตำแหน่งของโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์ตามชนิดของอินเทอร์รัพท์ ดังนี้

SOURCE	VECTOR ADDRESS
IE0	0003H
TF0	010BH
IE1	0113H
TF1	021BH
RETI	0023H
TF2+EXF2	003BH (8032/52)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปะลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอินเตอร์รัพท์จากภายนอก

การอินเตอร์รัพท์ภายนอกกระทำได้ 2 อินพุตคือ INTO และ INT1 โดยสามารถโปรแกรมให้เป็นแบบการเปลี่ยนแปลงขอสัญญาณ หรือ เป็นแบบระดับสัญญาณก็ได้โดย เช็ทหรือเคลียร์บิต IT หรือ ITO ในรีจิสเตอร์ TCON ถ้า ITX = 0 จะเป็นการอินเตอร์รัพท์แบบระดับสัญญาณ (LOW) ถ้า ITX = 1 จะเป็นการรับอินเตอร์รัพท์แบบการเปลี่ยนแปลงของขอสัญญาณและในกรณีนี้ที่ขา intx = 1 จะต้องได้ขาสัญญาณ HIGH เลโซเคลิล และ LOW ในโซเคลิลต่อไปส่วนของอินเตอร์รัพท์จะเช็ท IEX ใน TCON ฉะนั้นสัญญาณที่เป็น HIGH และ LOW ที่กล่าวมาจะต้องมีค่าอย่างน้อก 12 คาบเวลาของความถี่ออสซิลเลเตอร์และ IEX จะถูกเคลียเมื่อโปรแกรมกระโดดไปทำงานในส่วนของเซอร์วิซรูทีนโดยอัตโนมัติ ถ้าสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกเป็นการอินเตอร์รัพท์แบบระดับสัญญาณ (LOW) วงจรอินเตอร์รัพท์ภายนอกต้องรักษาระดับสัญญาณ ฉะนั้นกว่าส่วนบริการอินเตอร์รัพท์จะทำงานและต้องถอนตัวจากการอินเตอร์รัพท์ก่อนที่ CPU จะเสริจลีนแตรโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์

เวลาในการตอบสนองการอินเตอร์รัพท์

ถ้าการอินเตอร์รัพท์จากภายนอกเกิดขึ้นในภาวะปรกติ CPU จะใช้เวลาตั้งแต่เช็ทอินเตอร์รัพท์แฟลช ตรวจจอสอบ (POLLING) ไปจนถึงกระโดดไปทำคำสั่งงานของทัพรูทีนเอง น้อกที่สุด 3 เมซินโซเคลิลในทางสภาวะจะใช้เวลามากกว่า 3 เมซินโซเคลิลถ้าผลของอินเตอร์รัพท์ถูกขัดขวางขณะที่ CPU ทำคำสั่งอยู่ทัพรูทีนเองอินเตอร์รัพท์ที่ล้าดับความสำคัญ เท่กันหรือสูงกว่า เวลาจะมากหรือน้อยขึ้นน้อกกับโปรแกรมในทัพรูทีนเองอินเตอร์รัพท์ที่กำลังทำงานอยู่ถ้าคำสั่งที่กำลังดำเนินการอยู่นั้นไม่ใช้เมซินโซเคลิลสุดท้ายเวลาในการตอบสนองการอินเตอร์รัพท์จะมากขึ้นแต่จะไม่เกิน 5 อินเตอร์รัพท์เพราะว่าคำสั่งที่ยาวที่สุด (คูณและหาร) จะยาวเพียง 4 เมซินโซเคลิล และถ้าคำสั่งที่ก่ล้งดำเนินการอยู่เป็นคำสั่ง RETI หรือคำสั่งติดต่อกักรีจิสเตอร์ IE หรือ IP เวลาในการตอบสนองการอินเตอร์รัพท์จะเพิ่มขึ้นแต่ไม่มากกว่า 5 เมซินโซเคลิล (จะต้องทำอ่ก่าเมซินโซเคลิลที่ลุดอีก 1 เมซินโซเคลิลสำหรับทำให้คำสั่ง (RETI) งานสมบูรณ์และอีก 4 เมซินโซเคลิลสำหรับคำสั่งที่ยาวที่สุดอีก 1 คำสั่ง)

สรุป สัญญาณอินเตอร์รัพท์เดี่ยว (โดยไม่ช้ร่วมกับอินเตอร์รัพท์อื่น) จะใช้เวลาในการตอบสนองมากกว่า 3 เมซินโซเคลิล และน้อกกว่า 3 เมซินโซเคลิล

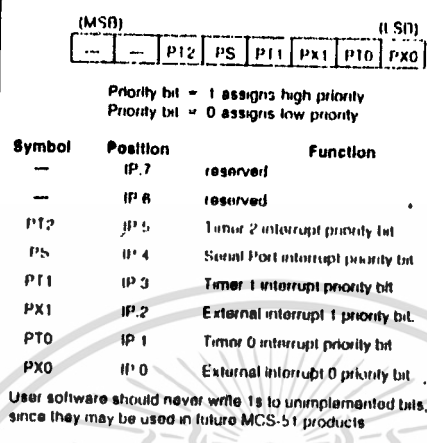
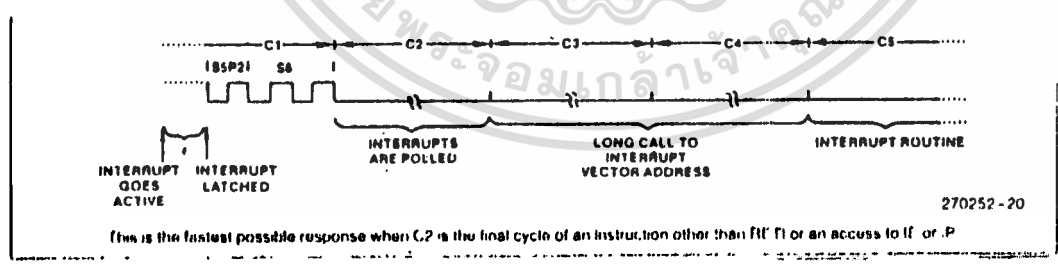


Figure 23. IP: Interrupt Priority Register



รูปที่ 13. INTERRUPT RESPONSE TIMING DIAGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทิงโครนัสและอะซิงโครนัส

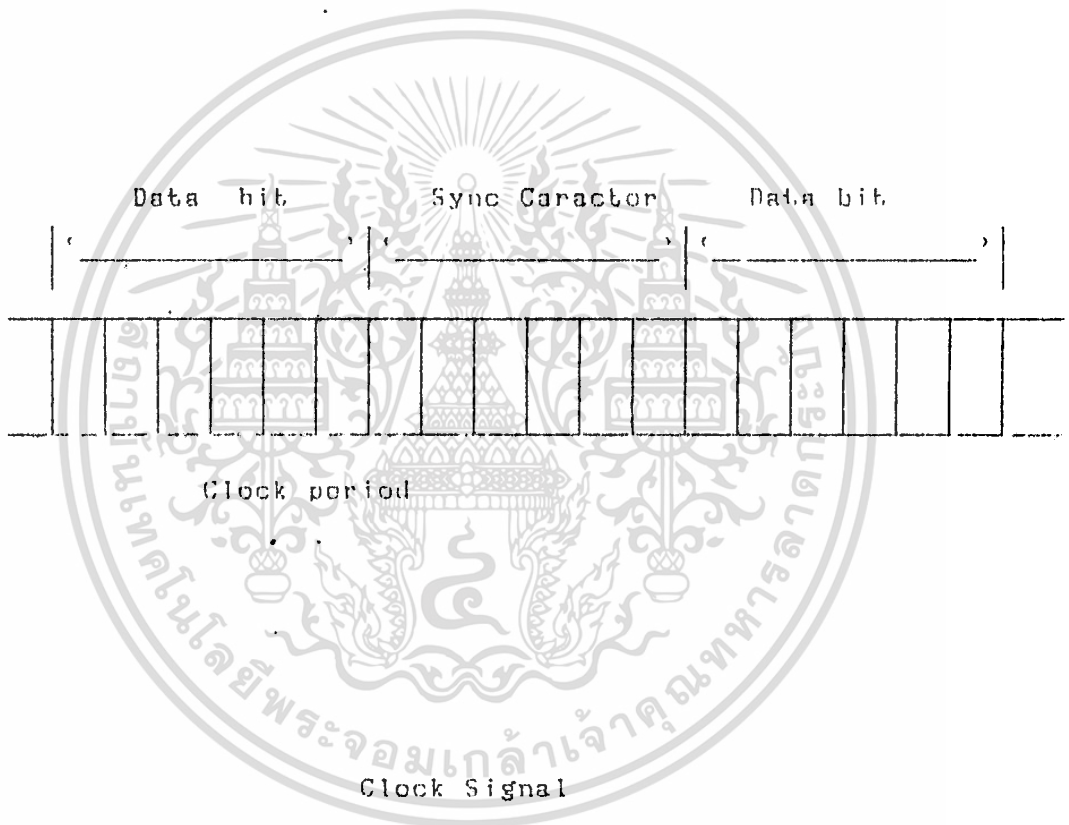
ในการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมนี้ สามารถส่งได้ 2 แบบ คือ แบบทิงโครนัส และ แบบอะซิงโครนัส

แบบอะซิงโครนัส เป็นแบบที่ข้อมูลในแต่ละคาบเวลา มีรูปแบบที่กำหนดขึ้นเอง โดยมีสตาร์ทบิต (start bit) - และสตอปบิต (stop bit) ทำให้เกิดการทิงโครไนซ์ขึ้นทุกๆ คาบเวลาของข้อมูลจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างคาบเวลารับขึ้น การส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโครนัสส่วนมากมักจะใช้กับพวกเครื่องกลไก อย่างไรก็ตามการส่งผ่านข้อมูลแบบนี้จะมีความรวดเร็วน้อยกว่าแบบทิงโครนัส รูปแบบของข้อมูลแสดงดังในรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 แสดงรูปแบบของข้อมูลอะซิงโครนัส

แบบหึ่งโครนัสนี้ รูปแบบของข้อมูลจะไม่มี สตาร์ทบิท และสต็อบบิท แต่จะให้เฟรมของหึ่งคาแรคเตอร์เป็นตัวยิงโครนัสดังรูปที่ 1.6 จะเห็นการส่งแบนี้ข้อมูลจะถูกส่งติดต่อกันไปไม่มีช่องว่างของสตาร์ทบิทและสต็อบบิท ดังนั้นเราทงข้อมูลจะเท่ากับสัญญาณคล็อกที่ใช้



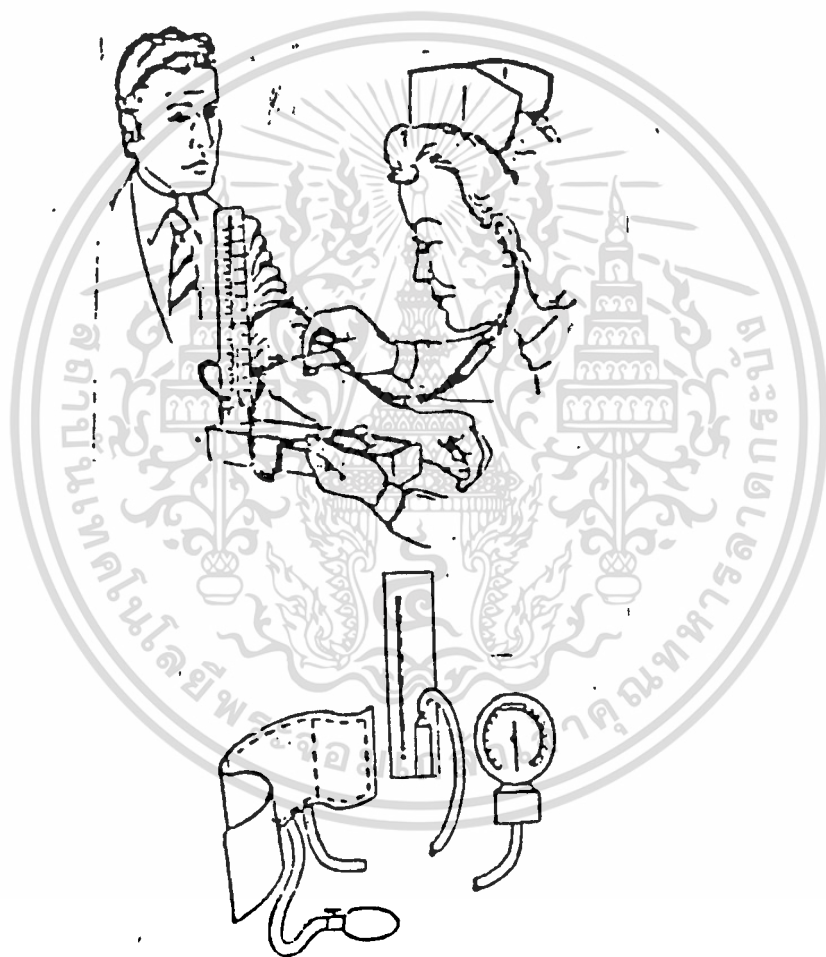
รูป 1.6 แสดงรูปแบบข้อมูลหึ่งโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เครื่องมือวัด

เครื่องมือวัด เป็นอุปกรณ์ซึ่งมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น เพื่อแสดงผลการวัดออกมาเป็นตัวเลขค่าต่างๆ หรือสัญลักษณ์อะไรก็ตามที่ผู้วัดสามารถเข้าใจและจดบันทึกเป็นข้อมูลได้

สำหรับโครงการเครื่องแสดงผลการวัดระยะไกลนี้ ได้พัฒนาขึ้นใช้กับเครื่องมือวัดทางการแพทย์ 2 อย่าง คือ เครื่องมือวัดความดันโลหิต และ เครื่องมือตรวจจับการเต้นของชีพจร แต่ก็ยังสามารถพัฒนาไปใช้กับเครื่องมือวัด หรือข่าวสารอื่นๆ ได้อีกด้วย



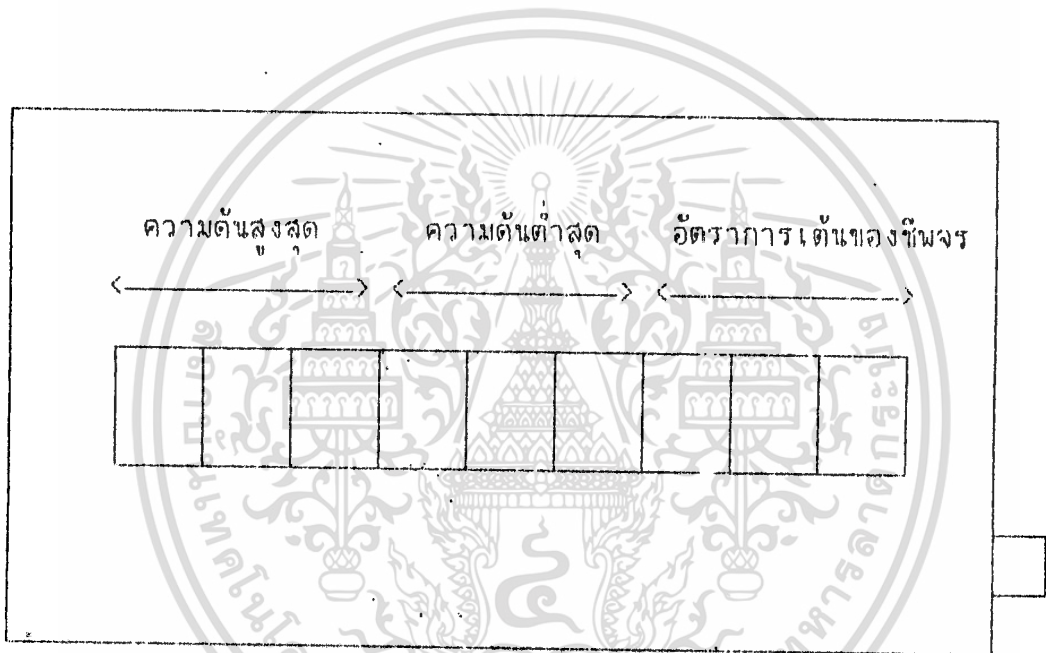
รูป 2.1 แสดงเครื่องมือวัดความดันโลหิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 เครื่องมือวัดความดันโลหิต

เครื่องวัดความดันโลหิตเป็นอุปกรณ์สำคัญทางการแพทย์ ใช้สำหรับวัดความดันของโลหิต (ดูรูปที่ 2.1) เพื่อตรวจจับสภาพความสมบูรณ์ของร่างกาย เครื่องวัดความดันโลหิตที่ใช้กันทั่วไปจะเป็นแบบปรอทซึ่งมีขนาดใหญ่ ในปัจจุบันได้มีเครื่องวัดความดันโลหิตที่เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ใช้กันแล้ว ขนาดของเครื่องจะเล็กลงมาแต่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

สำหรับโครงการนี้ เครื่องวัดความดันโลหิตที่ใช้เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีการแสดงผลการวัดเป็นแบบตัวเลข โดยผลการวัดที่ได้มีค่าความดันสูงสุด 3 ตัวเลข ค่าความดันต่ำสุด 3 ตัวเลข และจำนวนครั้งของการเต้นของหัวใจ 3 ตัวเลข ดังรูป 2.2



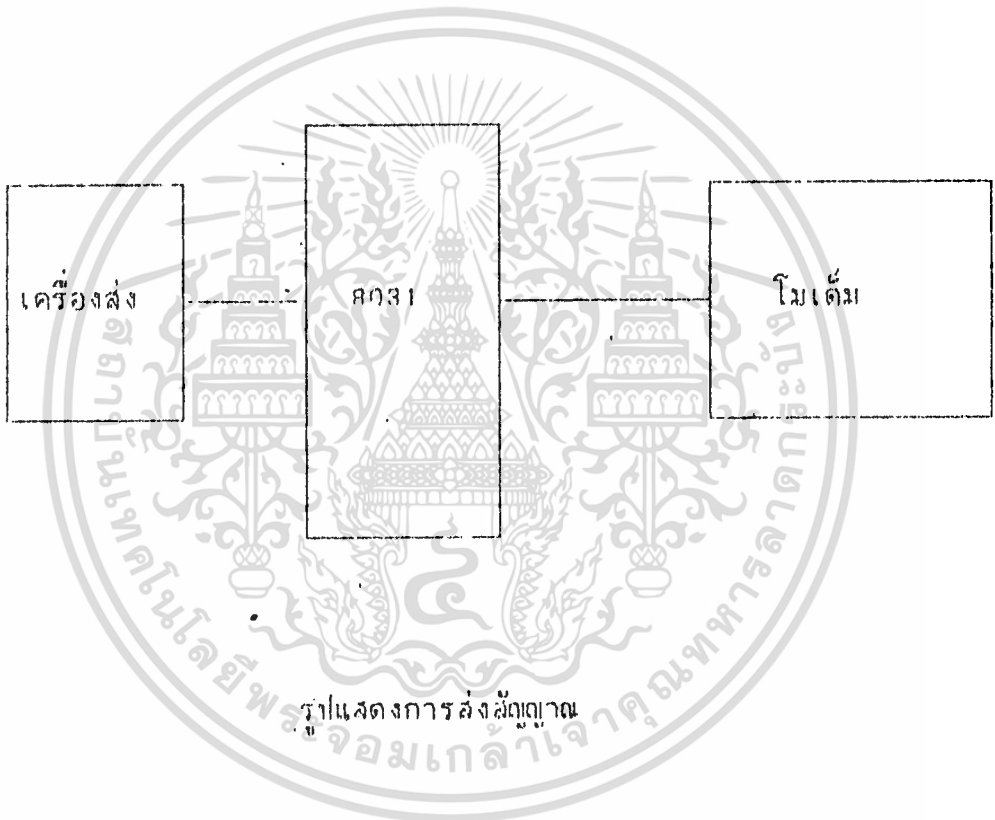
รูป 2.2 แสดงตัวเลขแสดงผลตัวเลขของเครื่องวัดความดันโลหิต

สำหรับเครื่องที่ใช้ มีไอซีหลัก ซึ่งรวบรวมข้อมูลในการแสดงผลของตัวเลข ดังรูป 2.3 โดย $C_0 - C_9$ เป็นตัวที่ตำแหน่งที่จะแสดงผลและ $a - s$ จะเป็นข้อมูลที่แสดงผล เช่นเมื่อ C_0 เป็น 1 a, b, d, e, s เป็น 1 และ c, f เป็น 0 ที่ตำแหน่ง C_n ของตัวเลขจะแสดงเลข 2 ออกมา

บทที่ 3
ภาคส่ง – ภาครับ
(TRANSMITTER – RECEIVER)

3.1 ภาคส่ง

สำหรับเครื่องแสดงผลการวัดระยะไกลในภาคส่งจะประกอบด้วย ส่วนอินเตอร์เฟส ส่วนแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นข้อมูลแบบอนุกรม ส่วนโมเด็ม โดยหลักการการทำงานดังรูป

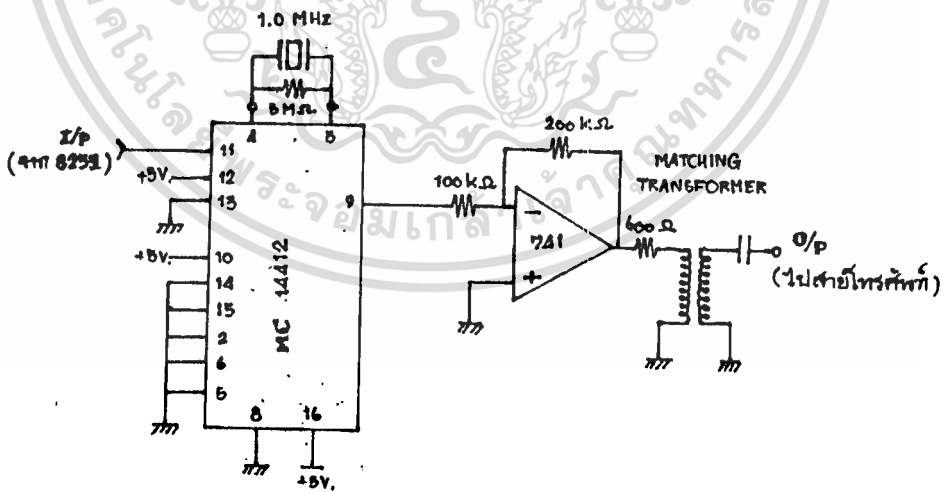


หลักการ

เครื่องส่งจะส่งสัญญาณที่เป็นสัญญาณขนาน (Parallel) จำนวน 8 บิต โดยส่งชุดละ 8 บิต ไปที่วงจรมัลติไพร็อกซ์เซอร์ 8031 หลังจากนั้นวงจรมัลติไพร็อกซ์เซอร์ (8031) จะทำการอ่านข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ จำนวน 9 ชุด ต่อจากนั้นก็ทำการส่งข้อมูลทั้ง 9 ชุดเรียงกันมาเป็นสัญญาณอนุกรมในโมเด็ม

3.1.1 โมเด็มด้านส่ง

ในการที่จะส่งข้อมูลไปในสายโทรศัพท์ได้นั้น จะต้องมอดูเลตสัญญาณก่อนจึงจะส่งไปได้ซึ่งจะใช้โมเด็มเป็นตัวมอดูเลต แต่การมอดูเลตนั้นมีหลายแบบด้วยกัน ในโครงงานจะใช้การมอดูเลตในแบบ FSK (Frequency Shift Keying) ซึ่งมีหลักการมอดูเลตคือเมื่อข้อมูลเป็น 0 ก็จะส่งคลื่นความถี่หนึ่ง และเมื่อข้อมูลเป็น 1 ก็จะส่งด้วยความถี่อีกค่าหนึ่ง โดยจะต้องออกในแถบถี่ของสายโทรศัพท์สำหรับในส่วนโมเด็มด้านส่งจะรับข้อมูลแบบอนุกรม จากส่วนแปลงข้อมูลขนานเป็นอนุกรมผ่านโมเด็มเพื่อมอดูเลต จากนั้นจะผ่านบัฟเฟอร์เพื่อขับสัญญาณจากบัฟเฟอร์ จะต้องผ่านหม้อแปลง (Transformer) ก่อน จึงจะต่อสายโทรศัพท์ได้ หม้อแปลงทำหน้าที่กันแรงดัน 48 โวลต์ ในสายโทรศัพท์ รูป 3.1 แสดงวงจรของส่วนโมเด็มด้านส่ง

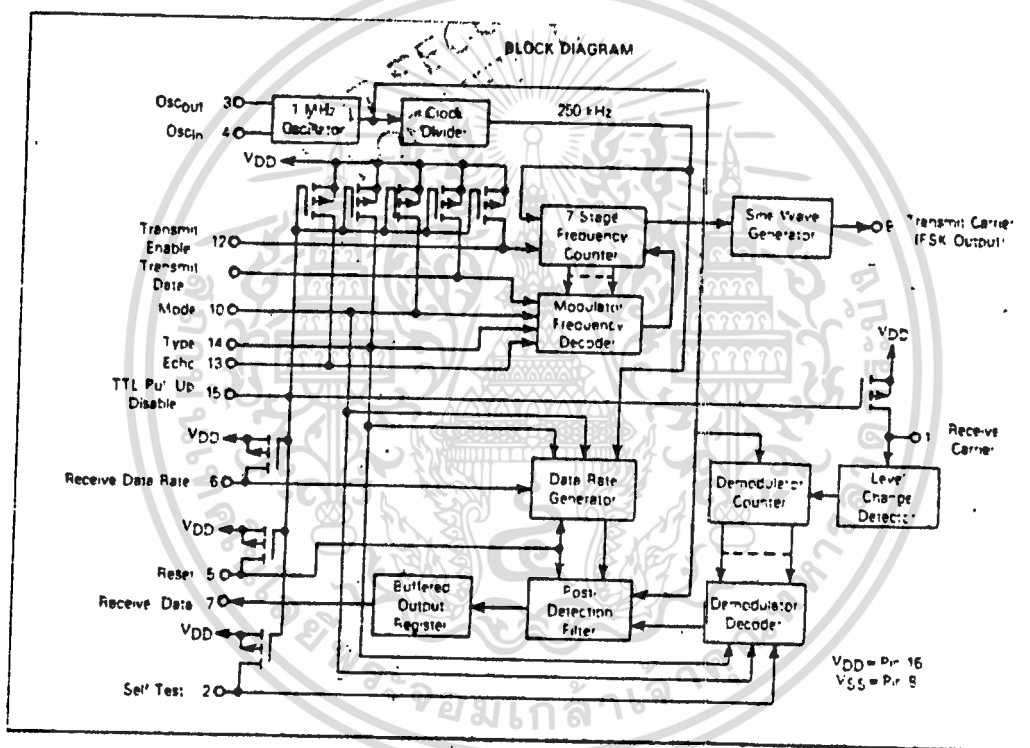


รูป 3.1 วงจรของส่วนโมเด็มด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.1 ไมค์เต็ม

ในโครงการใช้ไมค์เต็ม 14412 ซึ่งมีการมอดูเลตแบบ FSK มีขีดเขต 0-600 บอด สามารถเลือกโหมดความถี่ได้ 2 โหมดทั้งความถี่ใช้งานมีทั้งมาตรฐาน CCITT และอเมริกาบล็อคไดอะแกรมภายในไอซีนั้นดังแสดงในรูป 3.2



รูป 3.2 แสดงบล็อคไดอะแกรมภายในไมค์เต็ม

การใช้งานโมเด็มมีการต่อขาต่างๆ ดังนี้

ขา Type (14) เป็นขาอินพุท ที่ให้เลือกรหัสมาตรฐานการให้ ในโครงการเลือกมาตรฐาน CCITT ขาที่จึงเห็น 1

ขา Mode (10) เป็นขาอินพุท ให้เลือกคู่ความถี่ที่ใช้ในการส่งรับ สำหรับการเลือกโหมดนั้นแสดงดังรูป 3.3 ดังนั้นจะเลือกให้ แชนแนลที่ 1 ขา Mode จึงเห็น 1

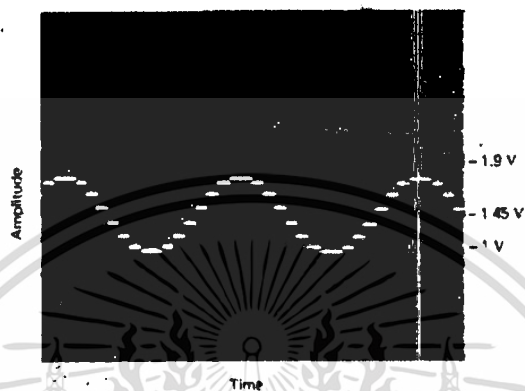
United States Standard				
Type = "1"				
Echo = "0"				
Mode		Tx Data		Tx Car
Originate	"1"	Mark	"1"	1270 Hz
Originate	"1"	Space	"0"	1070 Hz
Answer	"0"	Mark	"1"	2225 Hz
Answer	"0"	Space	"0"	2025 Hz

C.C.I.T.T. Standard				
Type = "0"				
Echo = "0"				
Mode		Tx Data		Tx Car
Channel No 1	"1"	Mark	"1"	980 Hz
Channel No 1	"1"	Space	"0"	1180 Hz
Channel No 2	"0"	Mark	"1"	1650 Hz
Channel No 2	"0"	Space	"0"	1850 Hz

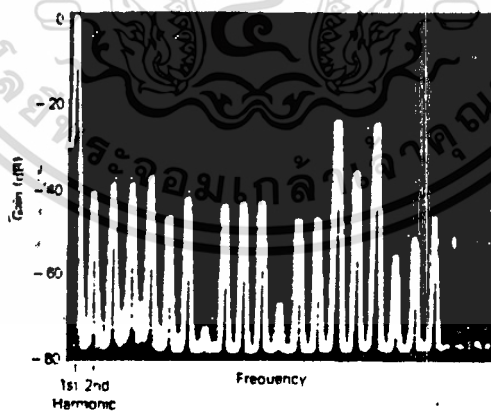
รูป 3.3 แสดงมาตรฐานและโหมดการให้โมเด็ม

ขา Baud Rate (6) ให้เลือกอัตราเร็วสูงสุดในการรับข้อมูล โดยถ้าเป็น 1 จะกำหนดให้อัตราเร็วสูงสุดที่โมเด็มจะรับได้คือ 300 บอด ถ้าเป็น 0 อัตราเร็วสูงสุดเท่ากับ 600 บอด ในโครงการให้ขั้วอัตราเร็ว 600 บอด ขาที่จึงเห็น 0

เอาที่พหุของโมเต็มจะมีลักษณะเป็นคลื่นซายน์แบบที่แน่นอนได้ ในรูป 3.4 ซึ่งจะมี
สเปคตรัมดังรูป 3.5



รูป 3.4 แสดงเอาที่พหุของโมเต็ม



รูป 3.5 แสดงสเปคตรัมของเอาที่พหุโมเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ภาครับ (RECEIVER)

ในภาครับจะประกอบด้วย โมเด็มรับส่วนแปลงข้อมูลแอนาแกรมเป็นขนาน และ ส่วนแสดงผล รูป 4.1 แสดงการทำงานของภาครับ



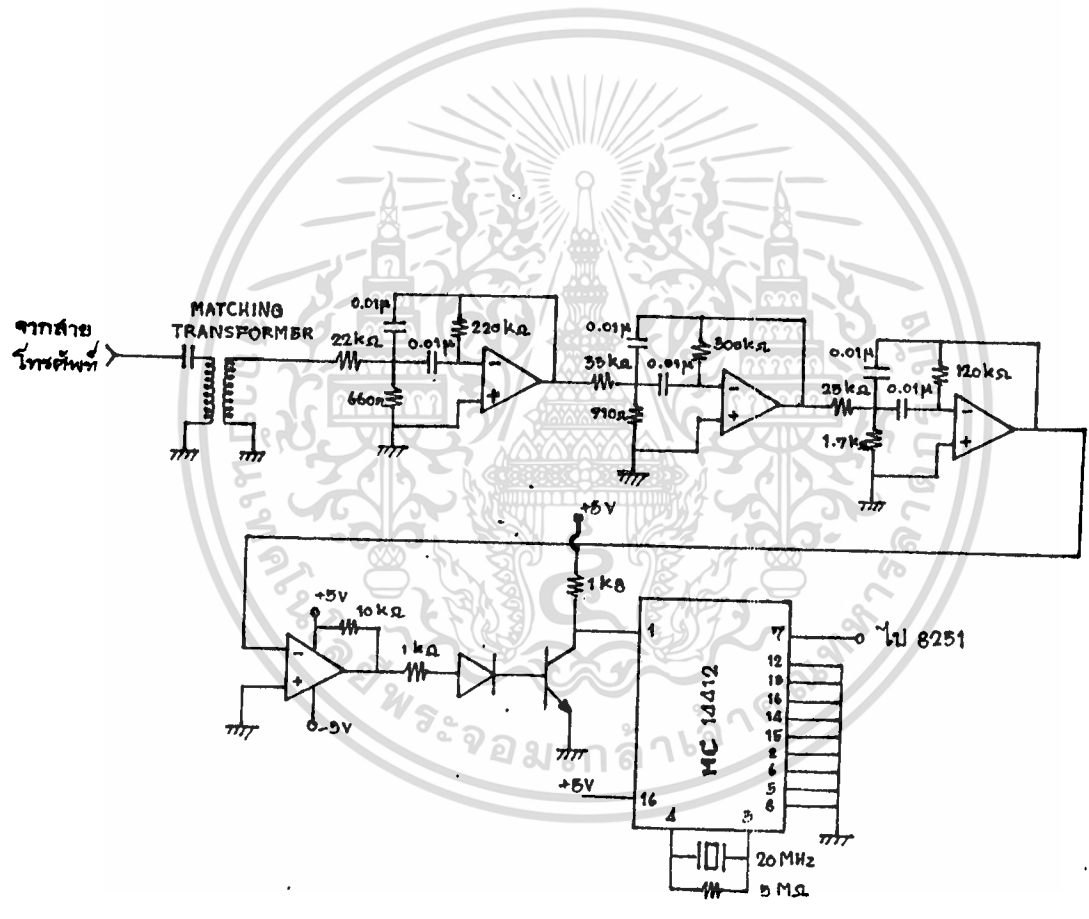
รูป 4.1 แสดงการทำงานของภาครับ

วงจรไมโครโปรเซสเซอร์ (8031) บนตัวรับจะต่อกับ Modem เมื่อข้อมูลอนุกรมผ่านวงจรไมโครโปรเซสเซอร์ (8031) แล้วข้อมูลอนุกรมเหล่านี้จะถูกอ่านเข้าไปเก็บไว้ทั้ง 9 ชุต แล้วจะถูกปล่อยออกมาเป็นสัญญาณขนานไปแสดงผลทาง LED

3.2.1 โมเด็มรับ

จากทางด้านส่ง สัญญาณที่ผ่านสายโทรศัพท์มายังด้านรับมีลักษณะ เป็นคลื่นซายน์ที่แบนโดซึ่งมีฮาร์มอนิกอยู่มาก เราจะต้องกรองเอาฮาร์มอนิกออก โดยใช้วงจรกรองความถี่แบนด์พาส (Bandpass Filter) ซึ่งจะกรองให้เหลือเฉพาะความถี่แค้เรียว ซึ่งมีลักษณะเป็นคลื่นซายน์

ในการตีโมดูลเลขทศนิยมโมเด็ม 14412 นี้ สัญญาณ Rxcdr ต้องเป็นคลื่นสแควร์ +5 โวลต์กึ่งกราวด์ ดังนั้นจากคลื่นซายน์ที่ได้จากแบนด์พาสฟิลเตอร์ต้องผ่านลิมิตเตอร์และวงจรตัดครึ่งลง เพื่อให้ได้ลักษณะของสัญญาณดังกล่าว รูป 4.2 แสดงวงจรโมเด็มรับ



รูป 4.2 แสดงวงจรโมเด็มรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.1 แบนด์พาสฟิลเตอร์

จากทางด้านส่งความถี่ของแควเรอร์ที่ใช้ คือ 980 เฮิรต์ และ 1180 เฮิรต์ ดังนั้นการออกแบบวงจรแบนด์พาสจะต้องมีช่วงผ่านครอบคลุมความถี่ 980 และ 1180

การออกแบบฟิลเตอร์จะใช้แบนด์พาสฟิลเตอร์ 3 ตัว แคลคเคตกัน โดยมีวงจรแต่ละตัวดังรูป

การคำนวณใช้สูตรดังนี้ :-

$$R_1 = Q / (2f_0 GC)$$

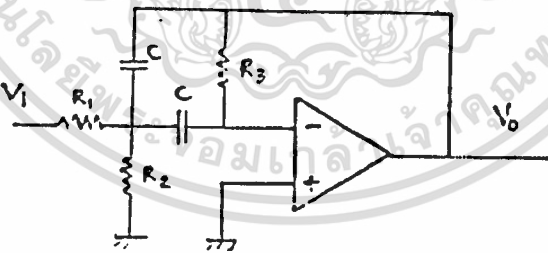
$$R_2 = Q / 2f_0 C (2Q^2 - G)$$

$$R_3 = 2GR_1$$

f_0 คือ ค่าความถี่ตัดคอป

G คือ ค่าเกนของวงจร

โดยค่า C, f_0, G และ Q กำหนดขึ้นเอง (Q ต้องมากกว่า $G/2$)



รูป 4.4 แสดงวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์

สำหรับผลของการตอบสนองความถี่ให้ดู บทผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 ลิมิตเตอร์และวงจรถัดครึ่งลบ

ลิมิตเตอร์ (LM 339) ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นไซน์ที่ได้จากแอมป์พาสฟิลเตอร์ให้เป็นคลื่นสแควร์ โดยมีกราวนด์เป็นระดับอ้างอิง คือ ถ้าสัญญาณมีระดับต่ำกว่ากราวนด์จะให้เอาท์พุท เป็น +5 โวลต์ แต่ถ้าสูงกว่ากราวนด์จะให้เอาท์พุทเป็น -5 โวลต์

วงจรถัดครึ่งลบ ซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์สวิตช์ (Transistor Switch) ต่อแบบคอมมอนอีมิเตอร์ แต่ออกแบบให้สัญญาณที่เข้ามาอยู่ในช่วงคัทออฟ และอิ่มตัว (Saturate) ทำให้สามารถตัดสัญญาณลบเหลือเป็น 0 โวลต์กับกราวนด์ได้

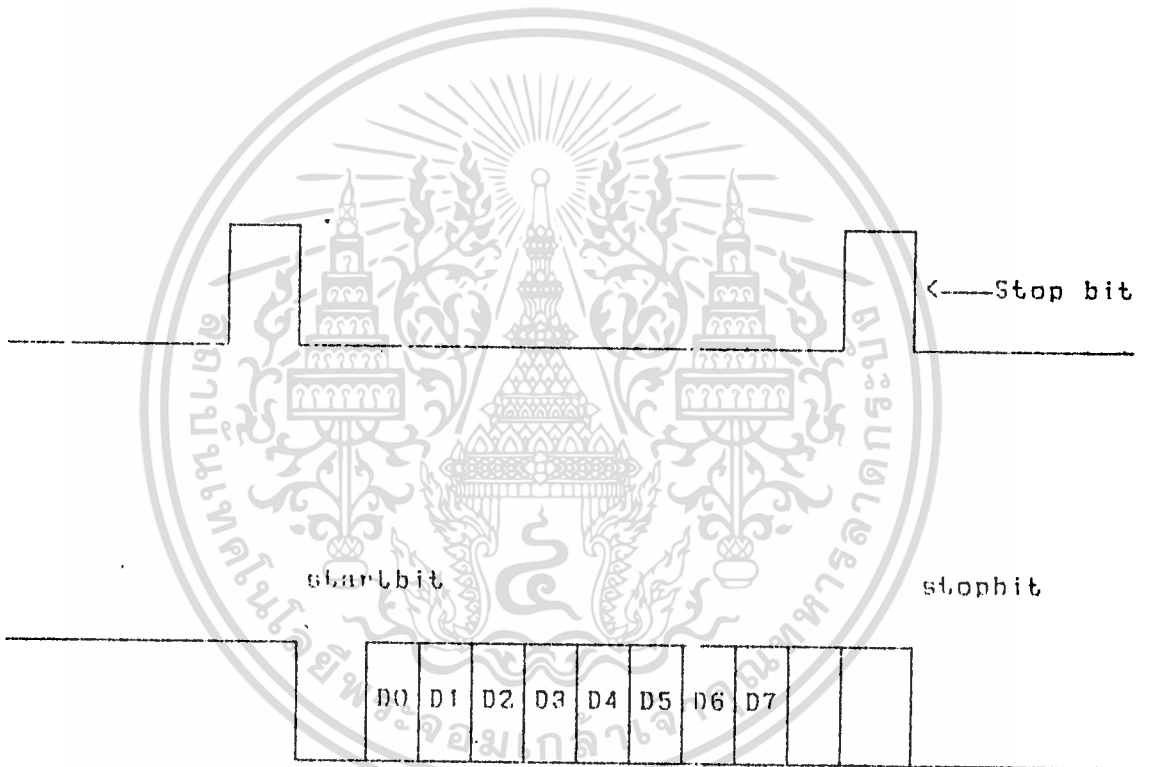


บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการทดลองการส่งข้อมูลตามสายโทรศัพท์ ทางด้านการส่งสัญญาณเราสามารถส่งสัญญาณแบบอนุกรมออกทางด้าน TXD ซึ่งเป็นการส่งสัญญาณแบบ Asynchronous ซึ่งข้อมูลจะต้องมี start bit และ stop bit

กรณีเราส่งข้อมูล 0 ออกมาจะสังเกตเห็น stop bit ดังรูป



ในกรณีที่ส่งข้อมูลออกมาจะได้ลักษณะโครงสร้างดังในรูปข้างบนในอัตราการส่ง 600 baud

ทางด้านกรรับ สัญญาที่เข้ามาข้างด้านรับเป็นสัญญาณอนุกรมจำนวน 8 บิต เข้าที่ขา rxd หลังจากนั้น ข้อมูลที่รับมาจะถูกเก็บไว้จำนวน 9 ชุด แล้วจึงส่งข้อมูลไปแสดงผลที่ seven segment

ในการนี้ที่ส่ง เลข 1 ข้อมูลเข้าที่ด้านรับจะมีลักษณะดังนี้



โมเต็ม

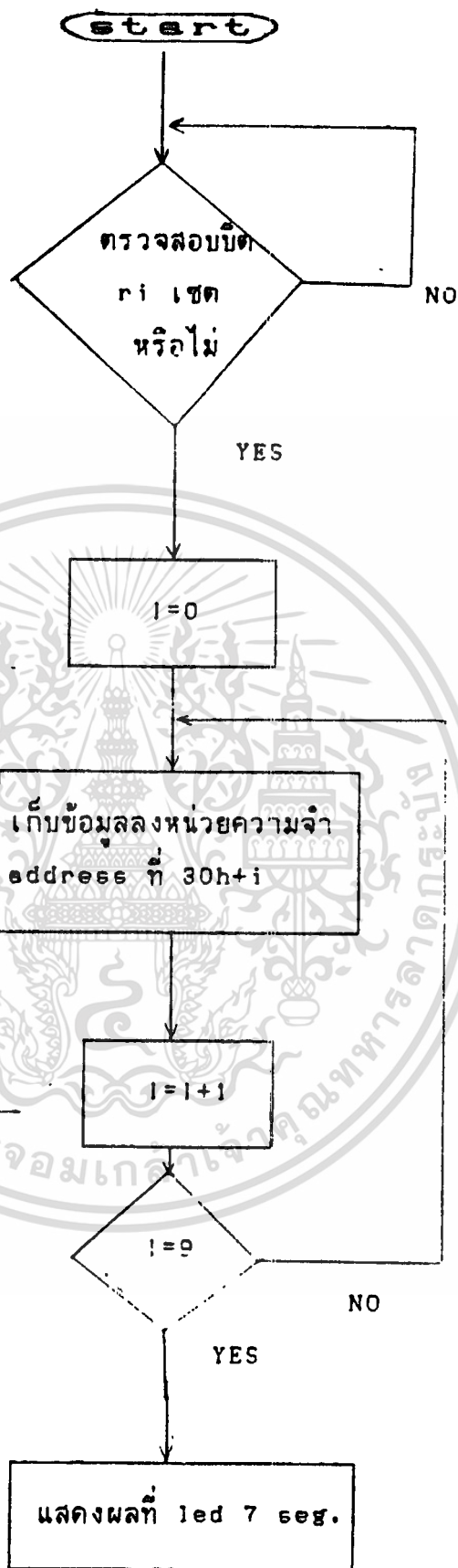
โมเต็มด้านส่ง จะรับข้อมูลมาแล้วจะมอดูเลชันด้วยคลื่นพาความถี่ 980 HZ กับ 1000 HZ

โมเต็มด้านรับ จะรับข้อมูลจากด้านส่งแล้วจะเปลี่ยนเป็น 0 กับ 1

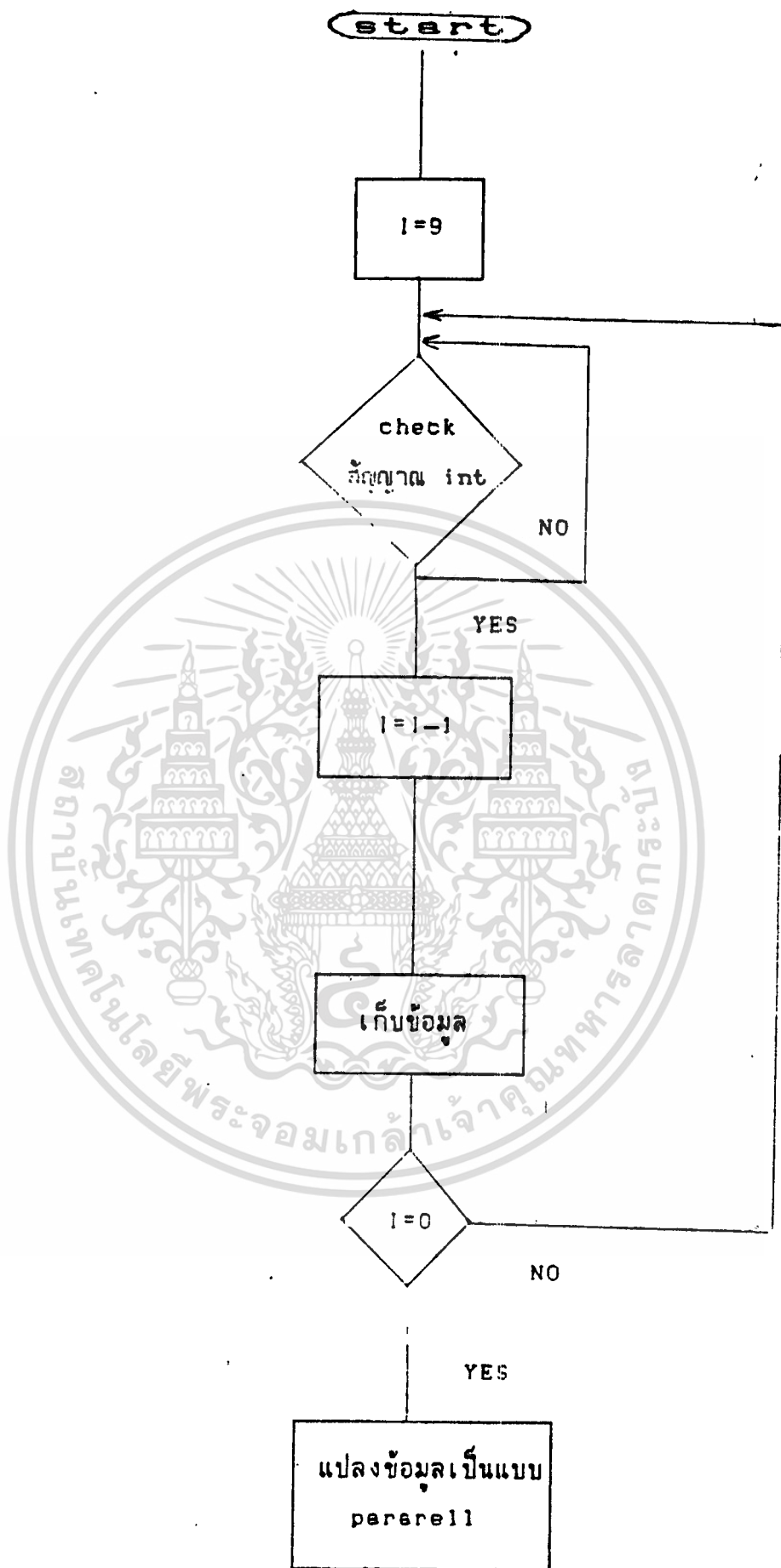
สำหรับทางด้านรับแบบเต้าฟ้าสปีลเตอร์จะมีผลทำให้ความถี่ที่ครอบคลุมมีเอาท์พุทสูง
ดังแสดงตามตารางต่อไปนี้

FREQ (HZ)	V _{OUT (V)}
100	0
300	0.22
800	1.6
900	5.2
1000	4.7
1100	4.0
1200	3.9
1250	3.6
1300	3.0
1400	2.0
1600	1.0
1700	0.6
1800	0.4
1900	0.35
3000	0.04
4000	0.02
7000	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์

จากการทดลองในภาคปฏิบัติ ผลงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจ คือข้อมูลทางด้านรับจะตรงตรงกับข้อมูลทางด้านส่ง มีข้อผิดพลาดบ้างในการรับข้อมูล คือ ได้ค่าข้อมูลไม่ตรงกับด้านส่งเนื่องจากโมเด็ม

1. แบนด์พาสฟิลเตอร์ เนื่องจากโมเด็มที่จะใช้ต้องให้งานคู่กับแบนด์พาสเพื่อกรองความถี่ก่อนที่จะเข้าโมเด็ม ดังนั้นการออกแบบจะต้องออกแบบให้ความถี่ 960 และ 1180 เฮิรตซ์ ที่ส่งมาจากด้านส่งอยู่ในช่วงความถี่คutoff ทั้งทางด้านต่ำและสูง ซึ่งจากการทดลองพบว่า ถ้าความถี่ที่ส่งมาค่าใดค่าหนึ่งหรือทั้ง 2 ค่าไม่อยู่ในช่วงการตอบสนองของวงจร แบนด์พาสฟิลเตอร์จะทำให้โมเด็มไม่สามารถตีเทคได้ หรือ ตีเทคได้แต่จะไม่ตรงกับที่ส่ง
2. การแสดง seven segment นั้นต้องห้วงเวลาให้ได้เวลาที่เหมาะสมไม่เท่ากันแล้วจะไม่ตัดหรือกระพริบ



กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ ฤวิล พึ่งมา ที่ได้ช่วยให้คำปรึกษา
แนะนำและช่วยเหลือทางด้านวงจร และการทดลองในการทำปริญาานิพนธ์นี้และขอขอบคุณ
ผู้ที่ให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือที่มีได้กล่าวถึงทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. "คู่มือทีมอส", ซีเอ็ด, 2522
2. "คู่มือไอซีพัพอร์ดและหน่วยความจำ", ซีเอ็ด, 2529
3. "Telecommunications Device Data", motorola inc, 1984.
4. "The TTL Data Book for Design Engineers", Texas instruments incorporated, 1981

