ปีการศึกษา 2533

SOLID STATE TIMER

โดย

นาย ประเสริฐ แซ่ลี้ 301149

น.ส. ปิยะดา มหาปิยศิลป์ 301158

นาย ปิยะโชติ มุสิกะภุมมะ 301160

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. สุพรรณ กุลพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น. อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

027949

18 ก.ค. 2534

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2533
ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง SOLID STATE TIMER

ผู้จัดทำ

นาย ประเสริฐ แซ่ลี้ 301149

น.ส. ปิยะดา มหาปิยศิลป์ 301158

นาย ปิยะโชติ มุสิกะภูมมะ 301160

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อ.สุพรรณ กุลพาณิชย์)

เลขหมู่ T 33116 ป 1
เลขทะเบียน 027949
วัน ที่ 18 ก.ค. 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

027949

SOLID STATE TIMER

ประเสริฐ แซ่ลี้ 301149
ปิยะดา มหาปิยศิลป์ 301158
ปิยะโชติ มุสิกะภุมมะ 301160
อ.สุพรรณ กุลพาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2533

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีมีความเจริญรุดหน้ารวดเร็วมาก ได้มีการนำเอา timer มาใช้ในงานกันมากขึ้นทั้งในด้านอุตสาหกรรมใหญ่และอุตสาหกรรมย่อยๆ ซึ่งtimerทั่วๆ ไปที่ใช้ในขณะนี้มีโหมดการทำงานเพียงแค่การควบคุมเปิดหรือปิดเท่านั้น ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำการศึกษาการทำงานและพัฒนา timer ให้มีโหมดการทำงานได้ถึง 8 โหมด เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้งานกับงานทั่วไปรวมถึงงานทางอุตสาหกรรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOLID STATE TIMER

PRASERT SAELEE 301149

PIYADA MAHAPIYASILP 301158

PIYACHOAT MUSIKABHUMMA 301160

SUPARN KULAPANIT ADVICER

1991

ABSTRACT

Today the technology are developed rapidly. The timers are uesd for application both the large and small industries ,which the normal timer has a single mode for on-off control only. So, this thesis is presented how to studying and development the timer for having 8 mode in normal applications and industries.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทนำ		1
บทที่ 1	สถาปัตยกรรมและการทำงานของ MCS-51	2
	1.1 การจัดการหน่วยความจำ	2
	1.2 รายละเอียดของรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ	2
	1.3 โครงสร้างของพอร์ทและการทำงาน	5
	1.4 ไทม์เมอร์และเคาน์เตอร์	10
	1.5 การติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก	13
	1.6 พอร์ทอนุกรม (SERIAL PORT)	16
	1.7 การอินเทอร์รัพ (INTERRUPT)	21
	1.8 แอดเดรสซิ่งโหมดและตรรกศาสตร์	23
	1.9 ชุดคำสั่ง	30
บทที่ 2	หลักการและขั้นตอนในการทำงานของ SOLID STATE TIMER	39
	2.1 ฟังก์ชั่นการทำงาน	39
	2.2 ลำดับขั้นตอนในการทำงาน	44
บทที่ 3	ส่วนประกอบของโครงงานและโปรแกรมการทำงาน	47
	3.1 ส่วนแสดงผลหรือ LCD DISPLAY	47
	3.2 การใช้งาน LCD ในทางปฏิบัติ	63
	3.3 คีย์บอร์ด	64
บทที่ 4	บทวิจารณ์และสรุป	65
ภาคผนวก		
กิตติกรรมประกาศ		
หนังสืออ้างอิง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ในปัจจุบันวิวัฒนาการทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ได้พัฒนาก้าวหน้าขึ้นกว่าในสมัยก่อนมาก ทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นและยังสามารถนำไปใช้กับงานชนิดต่าง ๆ ได้อย่างแพร่หลาย ซึ่งก็เป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันโดยเฉพาะระบบควบคุมแบบอัตโนมัติที่สามารถโปรแกรมได้ และนอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาทางเทคโนโลยีในการผลิตไอซีที่ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญอยู่ภายในตัวเดียวกัน เช่น ไอซีตระกูล MCS-51 เป็นต้น ซึ่งสามารถทำการติดต่อกับไมโครคอนพิวเตอร์ได้โดยตรงทำให้สะดวกสำหรับการพัฒนาโปรแกรม

สำหรับเครื่องตั้งเวลาที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไปจะมีการทำงานในลักษณะของวงจรอีเลคทรอนิคส์หรือไม่ก็เป็นลักษณะของแมคคานิคส์ ซึ่งก็สามารถนำไปใช้กับงานที่ไม่มีขั้นตอนในการทำงานซับซ้อนมากนักและไม่ต้องการเวลาที่ละเอียดมาก แต่สำหรับงานบางประเภทที่ต้องการความละเอียดและความเที่ยงตรงสูงก็จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องตั้งเวลาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถที่จะนำไปใช้กับงานได้หลายรูปแบบ ดังนั้นจึงได้มีการนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องตั้งเวลา ทำให้สามารถตั้งเวลาได้มากและมีความละเอียดมากขึ้น สามารถเลือกโปรแกรมการทำงานได้หลายแบบแล้วแต่ความเหมาะสมของผู้ใช้ นอกจากนั้นในเวลาที่นำไปใช้งานจริงก็ไม่จำเป็นที่จะต้องต่อเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์ เพราะว่ามันสามารถที่จะทำได้ด้วยตัวเอง หลังจากนี้เริ่มเปิดเครื่องทำให้สะดวกสำหรับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 สถาปัตยกรรมของ MCS-51 (MCS-51 ARCHITECTURE)

ไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล MCS-51 เป็น Single Chip 8 บิท โดยทั่วไปจะใช้เบอร์ 8051 อ้างถึงทุกตัวในตระกูลนี้ นอกจากนี้ยังมีเบอร์อื่นที่ Compatable คือเบอร์ 8031,8032,8751,8052 เป็นต้น โดยในตระกูลนี้จะใช้เทคโนโลยี่ใหม่ๆ เพื่อประหยัดกำลังงานไฟฟ้า (Power Reduction)

เบอร์	เทคโนโลยี่ที่ใช้ผลิต	On - Chip Program Memory	On - Chip Data Memory
8051AH	HMOS II	4K - ROM	128
8031AH	HMOS II	NONE	128
8751H	HMOS I	4K - EPROM	128
80C51	CHMOS	4K - ROM	128
80C31	CHMOS	NONE	128
8052	HMOS II	8K - ROM	256
8032	HMOS II	NONE	256

ตาราง MCS-51 Family Members

1.1 การจัดการหน่วยความจำ (Memory Organization)

8051 ได้แยกหน่วยความจำที่ใช้ออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)
2. หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

หน่วยความจำโปรแกรมสามารถขยายได้ถึง 64 Kbyte ส่วนหน่วยความจำข้อมูลมี 128 byte บนชิพ พื้นที่ 128 byte นี้ใช้เป็นริจิสเตอร์ทำหน้าที่พิเศษ (Special Function Register <SFR>) และ 64 Kbyte สำหรับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data memory)

1.2 รายละเอียดของริจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ

- แอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator) อ้างถึงโดยใช้ ACC หรือ A
- ริจิสเตอร์ B (B register) ใช้ในการคูณหรือหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

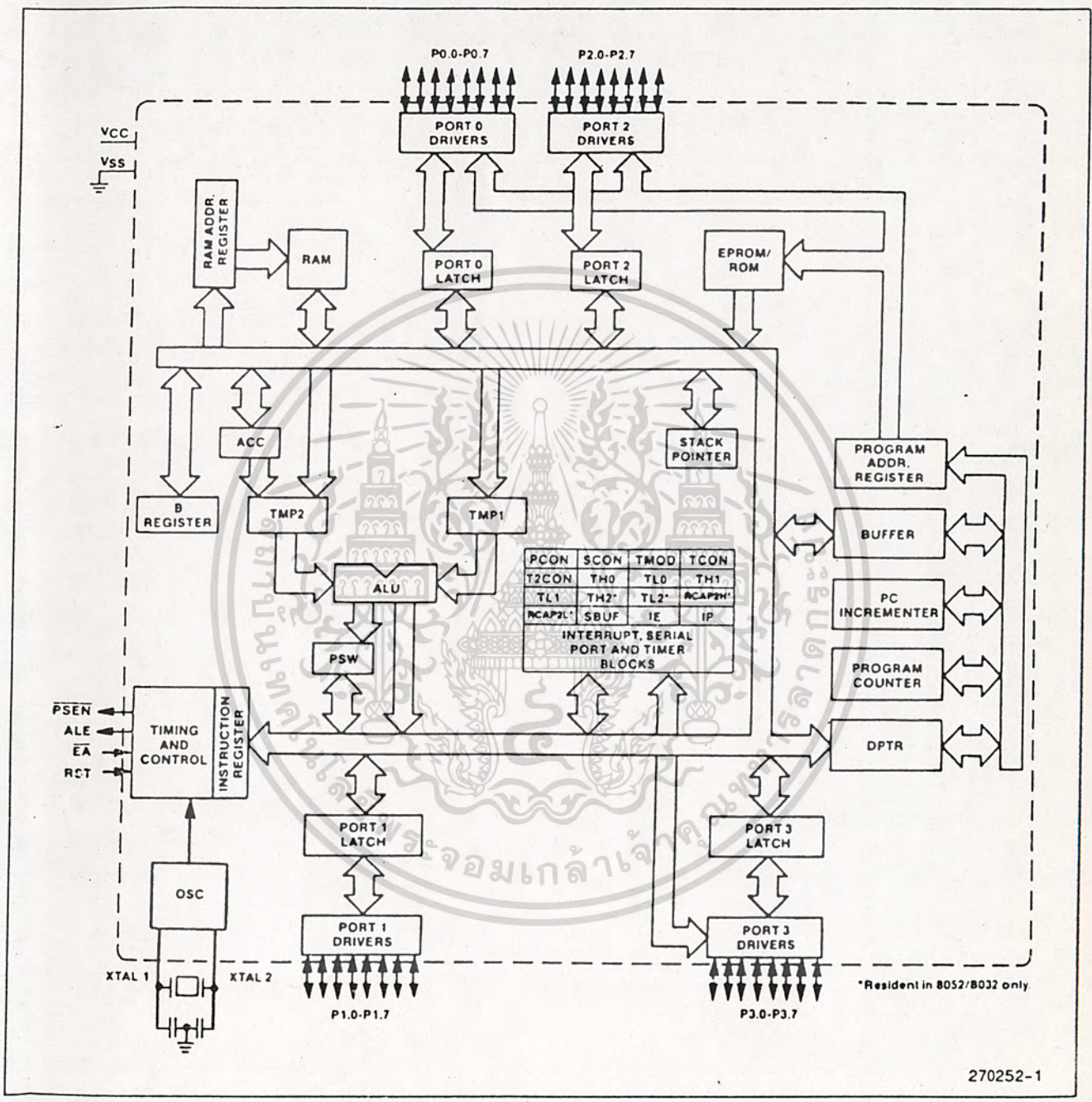


Figure 1. MCS-51 Architectural Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รีจิสเตอร์เก็บสถานะ (Program Status Word) <PSW> บรรจุสถานะแฟลก

(บิทสูง) (บิทต่ำ)

CY	AC	FØ	RS1	RSØ	OV	-	P

สัญญลักษณ์	ตำแหน่ง	รายละเอียด
CY	PSW.7	Carry flag
AC	PSW.6	Auxiliary Carry flag ถ้ามี carry เข้าหรือออกจากบิทที่ 3 จะเซ็ท
FØ	PSW.5	Flag Ø ถูกใช้โดยผู้ใช้ (User)
RS1	PSW.4	รีจิสเตอร์เลือก BANK บิท 1
RSØ	PSW.3	รีจิสเตอร์เลือก BANK บิท Ø
OV	PSW.2	Overflow flag เมื่อเกิด overflow จะเซ็ท
-	PSW.1	reserved
P	PSW.Ø	Parity flag แสดงจำนวนบิทที่เป็น 1 ในแอคคิวมูเลเตอร์

RS1	RSØ	BANK	ตำแหน่ง
Ø	Ø	Ø	ØØh - Ø7h
Ø	1	1	Ø8h - Øfh
1	Ø	2	10h - 17h
1	1	3	18h - 1fh

- สแตคพอยเตอร์ (Stack Pointer) เป็นรีจิสเตอร์ 8 บิท ซึ่งจะเพิ่มค่าก่อนที่จะเก็บข้อมูลระหว่างการ PUSH และ CALL โดยสแตคสูงสุดอยู่ที่ Ø7h หลังจากการรีเซท ฉะนั้นส่วนที่เริ่มเก็บข้อมูลของสแตคคือ Ø8h

- ดาต้าพอยเตอร์ (Data Pointer) <DPTR> ประกอบด้วยไบท์สูง (DPH) และไบท์ต่ำ (DPL) โดยใช้อ้างได้ทั้ง 8 บิทแยกอิสระ และ 16 บิท

- พอร์ท Ø - 3 คือ PØ,P1,P2,P3

- บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรม (Serial Data Buffer) <SBUF> มี 2 รีจิสเตอร์แยกออกจากกัน คือบัฟเฟอร์ส่ง (Transmit buffer) และบัฟเฟอร์รับ (Receive buffer) เมื่อมีข้อมูลเข้ามายัง SBUF ก็จะมาเก็บที่บัฟเฟอร์ส่งซึ่งใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับส่งข้อมูลอนุกรม เมื่อข้อมูลถูกย้ายจาก SBUF มันจะมาจากบัฟเฟอร์รับ

- รีจิสเตอร์ควบคุม (Control Register) รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ IP, IE, TMOD, TCON, T2CON, SCON และ PCON จะบรรจุบิทควบคุมและบิทสถานะสำหรับระบบอินเทอร์รัพท์ , ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ , และพอร์ทอนุกรม

1.3 โครงสร้างของพอร์ทและการทำงาน

พอร์ท 4 พอร์ททั้งหมดใน 8051 เป็นพอร์ท 2 ทิศทาง (Bidirectional) คือพอร์ท P0 - P3 ขับเอาท์พุทและอินพุทบัฟเฟอร์ เอาท์พุทของพอร์ท 0 , 2 และอินพุทบัฟเฟอร์ของพอร์ท 0 จะถูกใช้ในการอ้างหน่วยความจำภายนอก ในการนำไปใช้นั้นเอาท์พุทของพอร์ท 0 จะถูกใช้เป็นไบท์ต่ำของแอดเดรสหน่วยความจำภายนอก เอาท์พุทพอร์ท 2 จะใช้เป็นไบท์สูงของแอดเดรสหน่วยความจำภายนอก

ส่วนพอร์ท 1 และ พอร์ท 3 มีหน้าที่หลายอย่างต่างกันดังนี้

ขาพอร์ท	หน้าที่การใช้งาน
P1.0	T2 (Timer/Counter 2 external input)
P1.1	T2RST (Timer/Counter 2 external reset input)
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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIAL FUNCTION REGISTERS:

Table 1 contains a list of all the SFRs and their addresses.

Table 1

Symbol	Name	Address
*ACC	Accumulator	0E0H
*B	B Register	0F0H
*PSW	Program Status Word	0D0H
SP	Stack Pointer	81H
DPTR	Data Pointer 2 Bytes	
DPL	Low Byte	82H
DPH	High Byte	83H
*P0	Port 0	80H
*P1	Port 1	90H
*P2	Port 2	0A0H
*P3	Port 3	0B0H
*IP	Interrupt Priority Control	0B8H
*IE	Interrupt Enable Control	0A8H
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89H
*TCON	Timer/Counter Control	88H
*+T2CON	Timer/Counter 2 Control	0C8H
TH0	Timer/Counter 0 High Byte	8CH
TL0	Timer/Counter 0 Low Byte	8AH
TH1	Timer/Counter 1 High Byte	8DH
TL1	Timer/Counter 1 Low Byte	8BH
+TH2	Timer/Counter 2 High Byte	0CDH
+TL2	Timer/Counter 2 Low Byte	0CCH
+RCAP2H	T/C 2 Capture Reg. High Byte	0CBH
+RCAP2L	T/C 2 Capture Reg. Low Byte	0CAH
*SCON	Serial Control	98H
SBUF	Serial Data Buffer	99H
PCON	Power Control	87H

* = Bit addressable
+ = 8052 only

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SFR MEMORY MAP

8 Bytes

F8									FF
F0	B								F7
E8									EF
E0	ACC								E7
D8									DF
D0	PSW								D7
C8	T2CON		RCAP2L	RCAP2H	TL2	TH2			CF
C0									C7
B8	IP								BF
B0	P3								B7
A8	IE								AF
A0	P2								A7
98	SCON	SBUF							9F
90	P1								97
88	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1			8F
80	P0	SP	DPL	DPH				PCON	87

↑
Bit
Addressable

Figure 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCON: SERIAL PORT CONTROL REGISTER. BIT ADDRESSABLE.

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

SM0 SCON. 7 Serial Port mode specifier. (NOTE 1).

SM1 SCON. 6 Serial Port mode specifier. (NOTE 1).

SM2 SCON. 5 Enables the multiprocessor communication feature in modes 2 & 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. (See Table 9).

REN SCON. 4 Set/Cleared by software to Enable/Disable reception.

TB8 SCON. 3 The 9th bit that will be transmitted in modes 2 & 3. Set/Cleared by software.

RB8 SCON. 2 In modes 2 & 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 SCON. 1 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. Must be cleared by software.

RI SCON. 0 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 (except see SM2). Must be cleared by software.

NOTE 1:

SM0	SM1	Mode	Description	Baud Rate
0	0	0	SHIFT REGISTER	Fosc./12
0	1	1	8-Bit UART	Variable
1	0	2	9-Bit UART	Fosc./64 OR Fosc./32
1	1	3	9-Bit UART	Variable

SERIAL PORT SET-UP:

Table 9

MODE	SCON	SM2 VARIATION
0	10H	Single Processor Environment (SM2 = 0)
1	50H	
2	90H	
3	D0H	
0	NA	Multiprocessor Environment (SM2 = 1)
1	70H	
2	B0H	
3	F0H	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCON: TIMER/COUNTER CONTROL REGISTER. BIT ADDRESSABLE.

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

TF1 TCON. 7 Timer 1 overflow flag. Set by hardware when the Timer/Counter 1 overflows. Cleared by hardware as processor vectors to the interrupt service routine.

TR1 TCON. 6 Timer 1 run control bit. Set/cleared by software to turn Timer/Counter 1 ON/OFF.

TF0 TCON. 5 Timer 0 overflow flag. Set by hardware when the Timer/Counter 0 overflows. Cleared by hardware as processor vectors to the service routine.

TR0 TCON. 4 Timer 0 run control bit. Set/cleared by software to turn Timer/Counter 0 ON/OFF.

IE1 TCON. 3 External Interrupt 1 edge flag. Set by hardware when External Interrupt edge is detected. Cleared by hardware when interrupt is processed.

IT1 TCON. 2 Interrupt 1 type control bit. Set/cleared by software to specify falling edge/low level triggered External Interrupt.

IE0 TCON. 1 External Interrupt 0 edge flag. Set by hardware when External Interrupt edge detected. Cleared by hardware when interrupt is processed.

IT0 TCON. 0 Interrupt 0 type control bit. Set/cleared by software to specify falling edge/low level triggered External Interrupt.

TMOD: TIMER/COUNTER MODE CONTROL REGISTER. NOT BIT ADDRESSABLE.

GATE	C/$\overline{T}$	M1	M0	GATE	C/$\overline{T}$	M1	M0
TIMER 1				TIMER 0			

GATE When TRx (in TCON) is set and GATE = 1, TIMER/COUNTERx will run only while INTx pin is high (hardware control). When GATE = 0, TIMER/COUNTERx will run only while TRx = 1 (software control).

C/$\overline{T}$ Timer or Counter selector. Cleared for Timer operation (input from internal system clock). Set for Counter operation (input from Tx input pin).

M1 Mode selector bit. (NOTE 1)

M0 Mode selector bit. (NOTE 1)

NOTE 1:

M1	M0	Operating Mode	
0	0	0	13-bit Timer (MCS-48 compatible)
0	1	1	16-bit Timer/Counter
1	0	2	8-bit Auto-Reload Timer/Counter
1	1	3	(Timer 0) TL0 is an 8-bit Timer/Counter controlled by the standard Timer 0 control bits, TH0 is an 8-bit Timer and is controlled by Timer 1 control bits.
1	1	3	(Timer 1) Timer/Counter 1 stopped.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

027949

1.4 TIMER / COUNTER

MLS-51 เบอร์ 8051 ประกอบด้วย 16 bit TIM/CUT register อยู่ 2 ตัว คือ TIMERO และ TIMER 1 แต่ในเบอร์ 8052 จะมีเพิ่มมาอีก 1 ตัว คือ TIMER 2 โดยที่ register ทั้ง 3 ตัวนี้สามารถที่จะทำงานได้ทั้ง TIMER และ COUNTER โดยป้อนคำสั่งไปที่ TMOD. (TIMER/COUNTER MODE CONTRA)

การทำงานในแบบ TIMER นั้นค่าใน register จะเพิ่มขึ้นในทุก ๆ machine cycle และเนื่องจากใน 1 machine cycle จะมีค่าประมาณเท่ากับ 12 oscillater perrods ดังนั้นอัตราแรงในการนับจะเท่ากับ 1/12 ของความถี่ oscillater

การทำงานในแบบ COUNTER ค่าใน register จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของขา external input T0, T1, T2 (ใน 8052) จาก 1 เป็น 0 เนื่องจากในการนับแต่ละครั้งจะเวลาประมาณ 2 machine cycle หรือเท่ากับ 24 oscillator periods ดังนั้นอัตราในการนับสูงสุดจะเท่ากับ 1/24 ของความถี่ oscillator และสัญญาณ input ที่ป้อนเข้าไปไม่ควรจะมีค่าน้อยกว่า 1 machine cycle เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการตรวจจับสัญญาณก่อนที่สัญญาณจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะ

สำหรับการทำงานของ TIMER 0 และ TIMER 1 จะแบ่งออกเป็น 4 mode ด้วยกัน ส่วน TIMER 2 ใน 8052 นั้นจะแบ่งออกเป็น 3 mode คือ capture, atto-relord, boud rate yenerator

TIMER 0 และ TIMER 1

การเลือกฟังก์ชั่นการทำงานในแบบ TIMER หรือ COUNTER สามารถทำได้โดยการป้อนคำสั่งควบคุมไปที่ bit C/$\bar{T}$ ของ TMOD และมีลักษณะการทำงานออกเป็น 4 made คือ mode 0,1,2 และ 3 ซึ่งมีการทำงานที่แตกต่างออกไปจาก 3 made แรก โดยที่รายละเอียดการทำงานของแต่ละ mode เป็นดังนี้

MODE 0

ใน mode นี้จะใช้งาน timer register เพียง 13 bit เท่านั้น โดยที่ TH 1 จะประกอบด้วย 8 bit ส่วน TL 1 ประกอบด้วย 5 bit โดยที่ไม่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าของ 3 bit บน ซึ่งในลักษณะการทำงานจะเป็นในรูปแบบของ counter 8 bit with a diride-by 32 presalar

เมื่อครบรอบการนับแต่ละครั้ง ก็จะมีการ set ค่าของ timer interrupt flay TF 1 และตัว timer จะเริ่มทำงานก็ต่อเมื่อ TR 1 = 1 และ GATE = 0 หรือ $\overline{INT\ 1}$ = 1 จากรูปจะเห็นว่าถ้าให้ GATE = 1 จะเป็นการควบคุม TIMER โดยใช้สัญญาณจากภายนอกคือ $\overline{INT1}$ ส่วน TR1 เป็น control bit ใน TCON และ GATE จะอยู่ใน TMOD

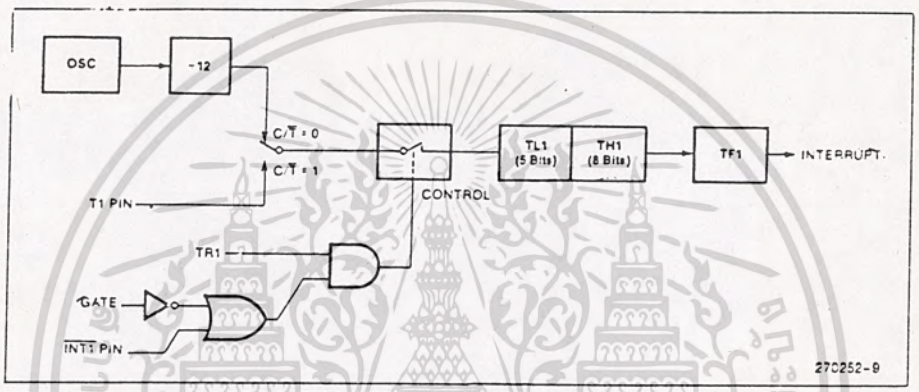


Figure 7. Timer/Counter 1 Mode 0: 13-Bit Counter

ในการทำงาน mode 0 ของ TIMER 0 และ 1 จะเหมือนกัน แต่จะต่างกันตรง control bit เท่านั้น โดยใน TIMER 0 ก็จะเป็น TRO, TNTO, TFO ส่วนใน TMOD นั้นจะมี control bit อยู่ 2 ชุด คือ 4 bit ล่างเป็นของ TIMERO และ 4 bit บนเป็นของ TIMER 1

MODE 1

การทำงานจะเหมือนกับ made 0 แต่จะเป็นในลักษณะ 16 bit timer

MODE 2

การทำงานจะเป็นลักษณะ 8 bit oute-relord โดยที่ TL 1 จะทำหน้าที่เป็น counter 8 bit ที่มีการ lead ค่าโดยอัตโนมัติ และเมื่อเกิด over flow ที่ TL 1 แล้วจะทำให้ TF = 1 นอกจากนั้นค่าใน TH 1 ก็จะถูกกลับเข้ามาที่ TL 1 โดยอัตโนมัติ ซึ่งค่าใน TH 1 นี้สามารถที่จะป้อนได้จาก soft wane และในการ relead นั้นจะไม่ทำให้ค่าของ TH 1 เปลี่ยนไป สำหรับใน TIMER Ø COUNTERO การทำก็จะเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

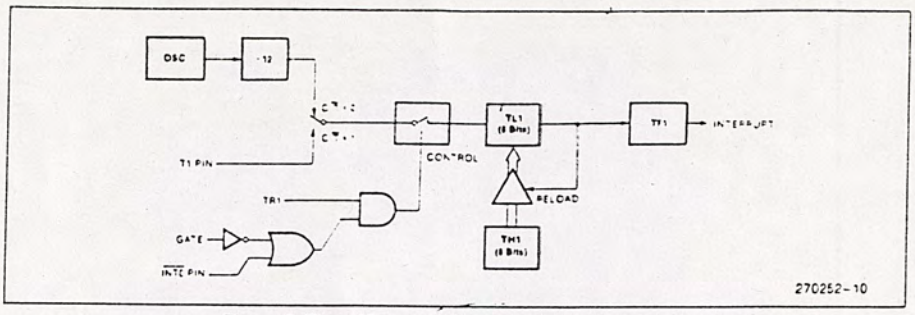


Figure 9. Timer/Counter 1 Mode 2: 8-Bit Auto-Reload

MODE 3

สำหรับ TIMER 1 นั้น จะไม่มีการทำงาน เปรียบเสมือนกับให้ TR 1 = 0 แต่ค่าที่อยู่ใน TIMER ก็จะยังคงถูกเก็บไว้

ส่วน TIMER 0 นั้นใน mode นี้จะทำงานในลักษณะที่เป็น conuter 2 ตัว คือ TL 0, TH0 โดยที่ TL 0 จะใช้ control bit ของ TIMER 0 ได้แก่ C/$\bar{T}$, GATE, TR0, TF0, $\overline{INT0}$ แต่สำหรับ TH0 นั้นจะใช้เป็นตัวควบคุมการ interrupt ของ timer 1 โดยอาศัย countrol bit TR 1 และ TF 1

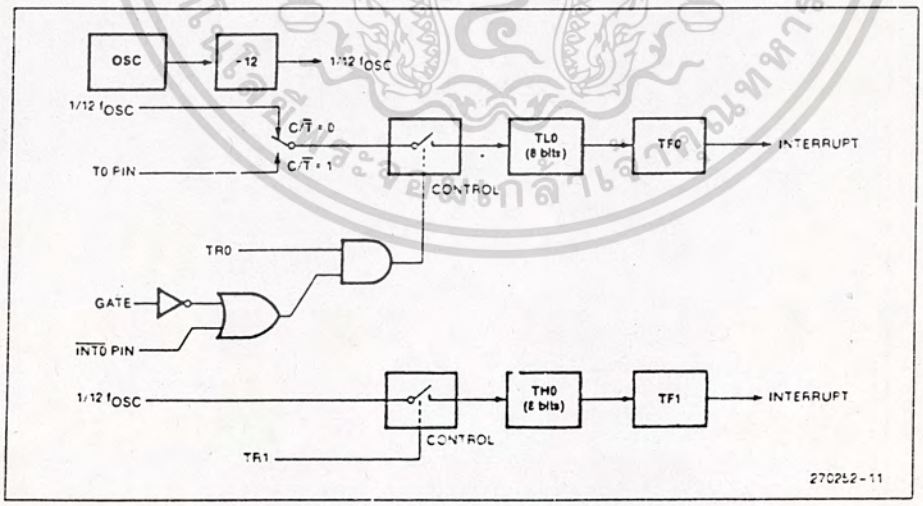


Figure 10. Timer/Counter 0 Mode 3: Two 8-Bit Counters

TIMER/COUNTER 2 ในที่นี้จะไม่กล่าวถึงเนื่องไม่ได้นำมาใช้งานในโครงงานชิ้นนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 การติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกมี 2 แบบ ซึ่งมีการทำงาน คือ ติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับข้อมูลการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอกจะใช้สัญญาณ PSEN (Program store enable)เป็นสัญญาณสโตรป (strobe) สัญญาณ RD และ WR จะใช้เป็นสัญญาณสโตรป (strobe)สำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับข้อมูล การอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกจะใช้แอดเดรส 16บิทเสมอ ส่วนการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับข้อมูลจะใช้แอดเดรสได้ทั้งแบบ 16 บิท (เช่นคำสั่ง MOVX @DPTR) หรือใช้แอดเดรส 8 บิท (เช่นคำสั่ง MOVX @Ri) เมื่อการติดต่อกับหน่วยความจำเป็นแบบ 16 บิท ไบท์ส่งของแอดเดรสจะมาจากพอร์ท 2 ซึ่งจะส่งค่าแอดเดรสออกมา ขณะทำการอ่านและเขียน ในระหว่างนี้ พอร์ท 2 LATCH (ซึ่งเป็นหนึ่งใน Special Function Register, SFR) จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เมื่อหมดคำสั่งการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก ค่าของ SFR พอร์ท 2 ก็จะปรากฏที่พอร์ท 2 ต่อไป ถ้าเป็นคำสั่งการอ้างอิงตำแหน่งหน่วยความจำ 2 จะไม่เปลี่ยนแปลง ในขณะที่มีการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกทั้งการติดต่อแบบ 8 บิท และ 16 บิท ไบท์ต่ำของแอดเดรสจะเป็นแบบมัลติเพลกซ์กับข้อมูลของพอร์ท 0 สัญญาณ ADDR/DATA จะทำให้ FET ของเอาท์พุทพอร์ท 0 ทำงาน ดังนั้นในการใช้งานพอร์ท 0 ลักษณะนี้จำไม่ต่อ PULL UP ภายนอก วงจร LATCH ภายนอกจะเก็บค่าของแอดเดรสไบท์ต่ำ โดยใช้สัญญาณ ALE เป็นตัวกำหนด โดยค่าของแอดเดรสไบท์ต่ำ จะมีค่าคงที่ขณะที่สัญญาณ ALE เปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 ดังนั้นในการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำนั้น ข้อมูลจะถูกส่งออกไปทางพอร์ท 0 ก่อนจะมีสัญญาณ WR เป็น 0 และจะคงค่านั้นไว้จนกว่าสัญญาณ WR จะกลับเป็น 1 ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกนั้น ข้อมูลจะต้องปรากฏที่พอร์ท 0 ก่อนสัญญาณ RD จะเป็น 0 เสมอ

ระหว่างการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกนั้น CPU จะส่งข้อมูล OFFH ไปยังพอร์ท 0 LATCH ทำให้ข้อมูลที่พอร์ท 0 เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

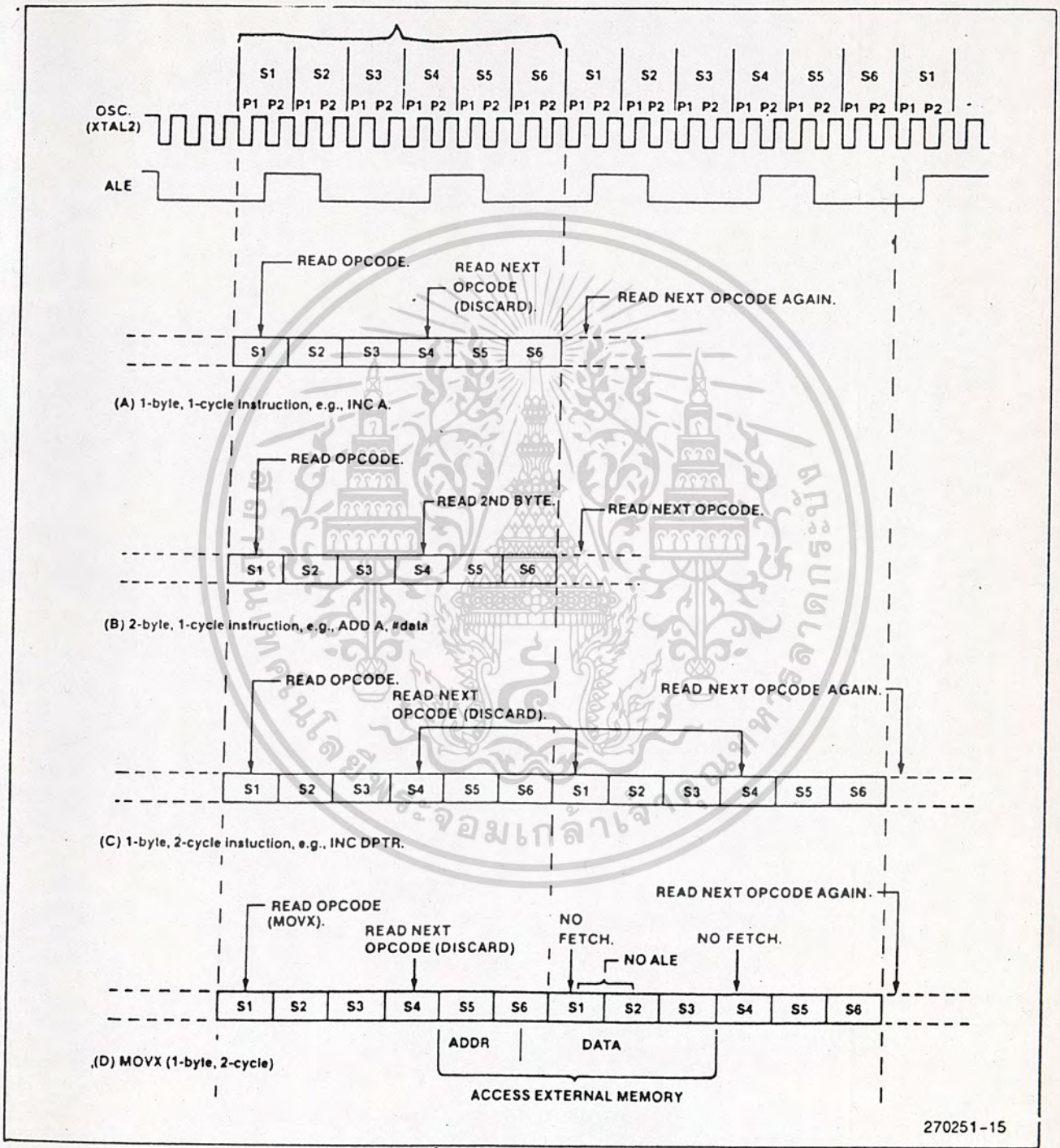


Figure 15. ไทม์มิ่งไดอะแกรมของ **8032**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

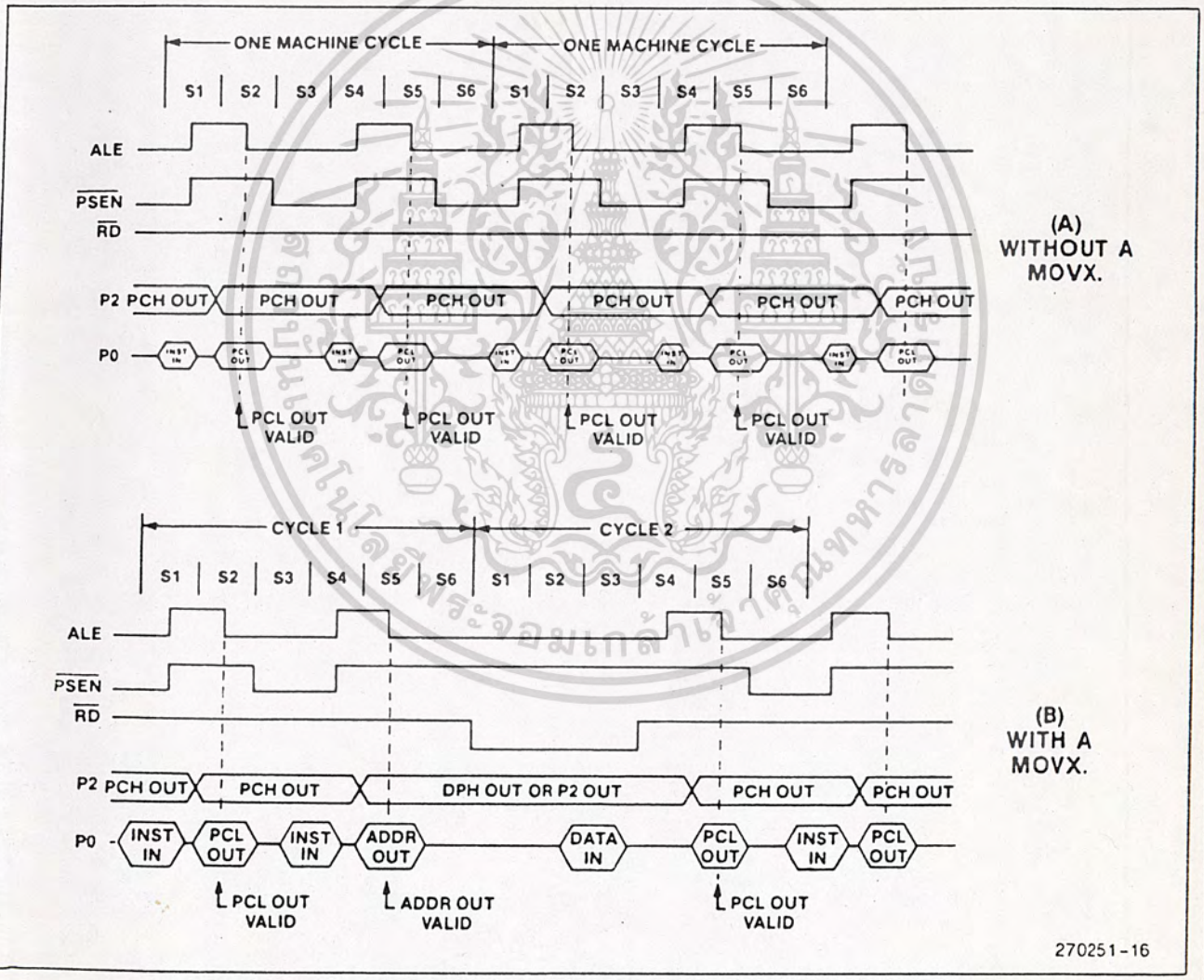


Figure 16. Bus Cycles in MCS®-51 Devices Executing from External Program Memory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกจะเกิดได้ใน 2 กรณี คือ

1. EA เป็น 0

2. เมื่อ EA เป็น 1 จะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกเมื่อโปรแกรมเคาร์เตอร์ (PC) มีค่ามากกว่า 0FFFH หรือ 1FFFH สำหรับ 8052

ดังนั้น ในรุ่นที่ไม่มีรอมภายในจึงต้องต่อ EA ไว้ที่ 0 เพื่อให้มีการอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกเสมอ

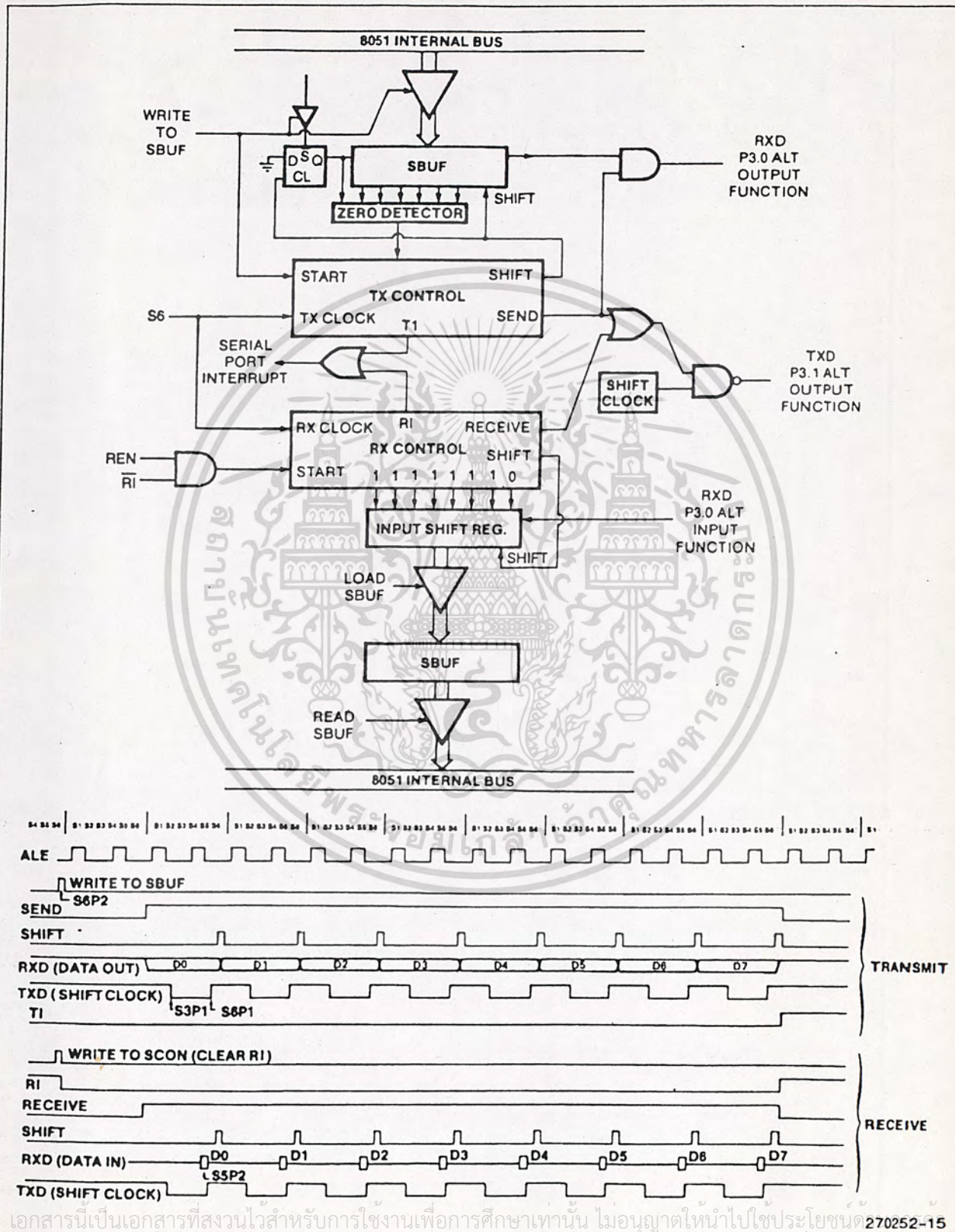
1.6 ลักษณะของพอร์ทอนุกรม (SERIAL INTERFACE)

พอร์ทอนุกรม เป็นแบบสองทาง(fulldupiex) หมายความว่าสามารถทั้งส่งและรับได้พร้อมกัน ในการรับจะมีบัฟเฟอร์ซึ่งสามารถให้รับข้อมูลในไบท์ที่สองโดยที่ไบท์แรกยังไม่ได้ถูกอ่านเข้าไปจากรีจิสเตอร์ตัวรับ แต่ถ้าเมื่อไบท์ที่สองรับเข้ามาครบแล้ว ไบท์ที่ 1 ยังไม่ได้ถูกอ่านเข้าไป แล้วข้อมูลในไบท์ที่ 1 จะหายไป รีจิสเตอร์ SBUFจะใช้เป็นบัฟเฟอร์สำหรับทั้งรับและส่งข้อมูล การเขียนข้อมูลไปยัง SBUF จะเป็นการโหลดค่าไปทำการส่งและโครงสร้างภายในแล้ว รีจิสเตอร์ SBUF ของการส่งและรับข้อมูลเป็นคนละตัวกันแต่เรียกเหมือนกัน CPU จะรู้เองว่าเรียกใช้ SBUF สำหรับการส่งหรือการรับ โดยถ้าเป็นการอ่านค่า SBUF จะเป็นการรับข้อมูล ส่วนถ้าเป็นการอ่านค่า SBUF จะเป็นการส่งข้อมูล Serial พอร์ท สามารถทำงานได้ใน 4 โหมด

โหมด 0 ข้อมูลอนุกรมจะส่งผ่านขา Rxd และ Txd โดยการเลื่อนด้วย อัตราคงที่ = 1/12 ของความถี่ออสซิเลเตอร์ ข้อมูลที่ส่งและรับเป็นแบบ 8 บิท

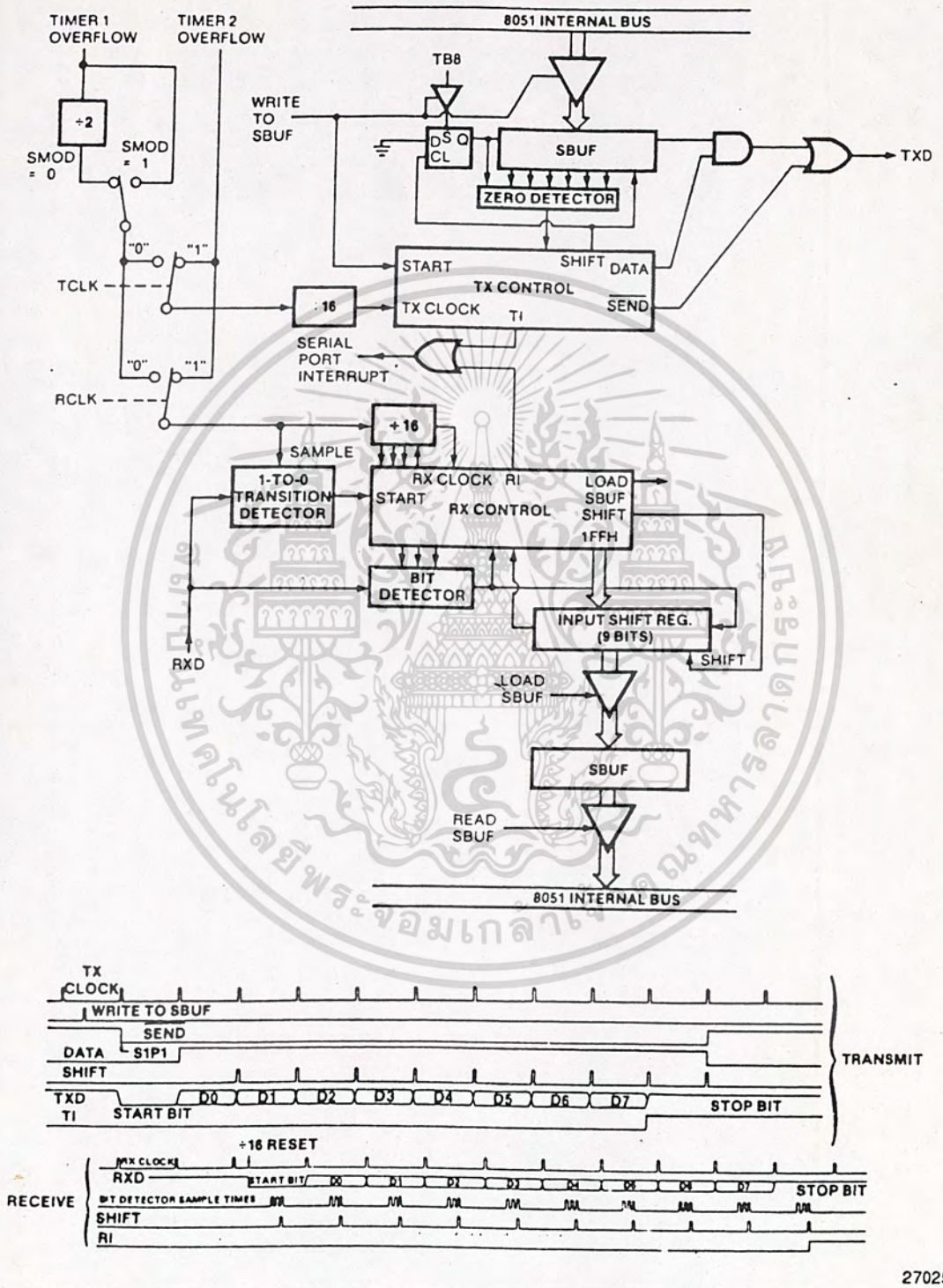
โหมด 1 การส่งข้อมูลผ่าน RXD และ TXD เป็นแบบ 10 บิท ประกอบด้วย 1 start บิท (0) 8 data บิท (บิทต่ำสุดก่อน) และ 1 stop bit (1) ในตอนรับ บิท 10 จะไปอยู่ใน RB8. ใน SFR ชื่อ SCON อัตราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Serial Port Mode 0

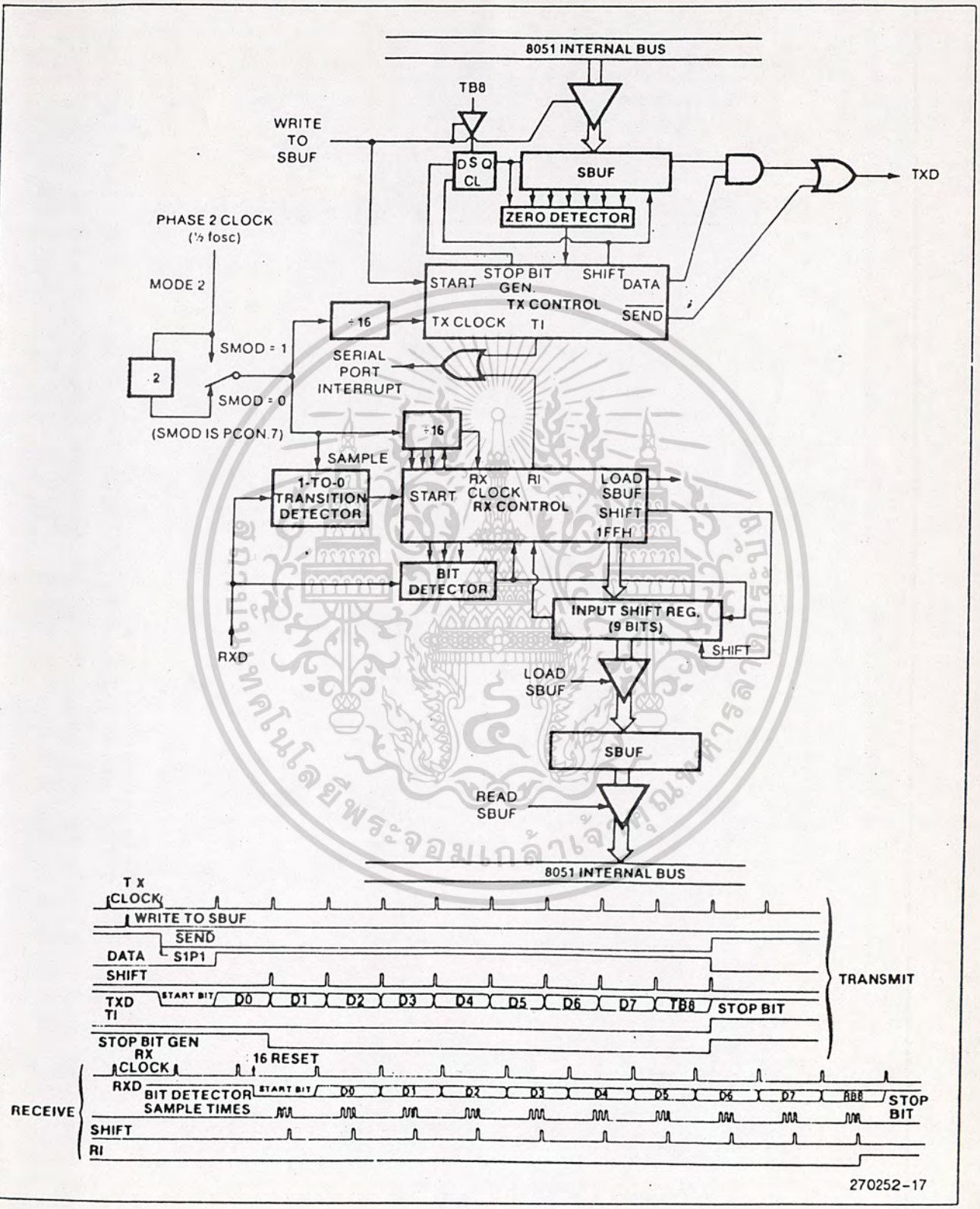
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



270252-16

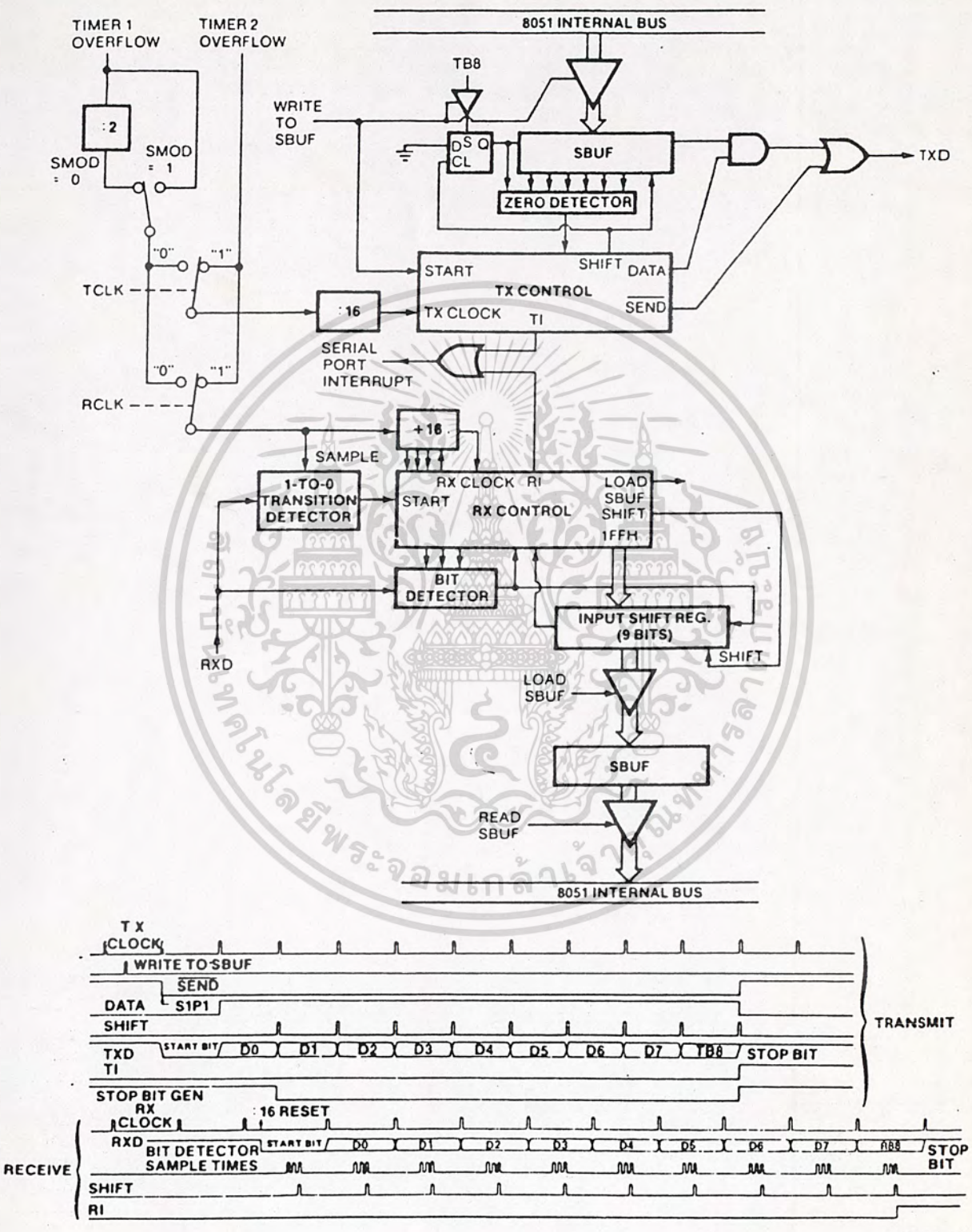
Serial Port Mode 1. TCLK, RCLK and Timer 2 are Present in the 8052/8032 Only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Serial Port Mode 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Serial Port Mode 3. TCLK, RCLK, and Timer 2 are Present in the 8052/8032 Only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งสามารถโปรแกรมได้

โหมด 2 การส่งและรับข้อมูลเป็นแบบ 11 บิท คือ 1 start บิท (0) 8 data บิท (บิท 0-7) บิทที่ 9 สามารถกำหนดได้ และ 1 stop บิท (1) ในการส่งบิทที่ 9 (TB 8 ใน SCON) สามารถกำหนดค่าให้เป็น 1 หรือ 0 ก็ได้ เช่น เอาพาริตี้บิท (Parity, P ใน PSW) ย้ายเข้าไปที่ TB8 หรือในตอนรับบิทที่ 9 จะถูกส่งเข้าไปใน RB8 ของ SCON ขณะที่ stop บิทจะไม่ถูกเก็บไว้ อัตราการส่งสามารถโปรแกรมเป็น 1/32 หรือ 1/64 ของความถี่ออสซิเลเตอร์

โหมด 3 การทำงานของโหมดนี้จะเหมือนกับโหมด 2 ยกเว้นเราสามารถโปรแกรมอัตราการส่งได้

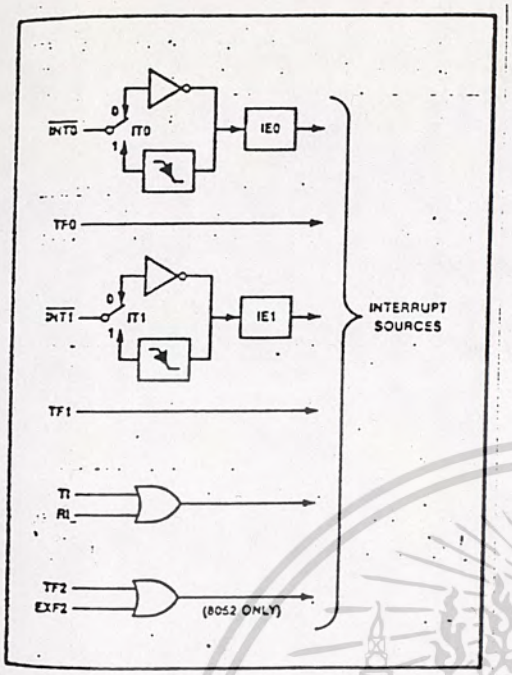
ในทุกโหมด การส่งข้อมูลจะเริ่มจากคำสั่งใดก็ได้ที่มีการส่งข้อมูลไปยัง SBUF ในการรับข้อมูลจะต่างกันเล็กน้อย คือในโหมด 0 การรับข้อมูลจะเริ่มโดย RI = 0 และ REN = 1 ส่วนในโหมดอื่นๆ จะเริ่มการรับข้อมูลเข้ามาโดย REN = 1 เมื่อมี start บิทเข้ามา

1.7 อินเทอรัพท์ (INTRRUPT)

8051 สามารถอินเทอรัพท์ได้ด้วย 5 วิธี ดังรูป 1.4

สัญญาณอินเทอรัพท์จากภายนอก INT0 และ INT1 จะสามารถทำงานได้ทั้งแบบระดับ (LEVEL) และแบบการเปลี่ยนระดับ (TRANSITION) ขึ้นกับ IT0 และ IT1 ใน TCON แฟลกที่ควบคุมสัญญาณอินเทอรัพท์ นี้คือ IE0 และ IE1 ใน TCON เมื่อเกิดการอินเทอรัพท์จากภายนอก แฟลกที่สร้างอินเทอรัพท์จะถูกเคลียร์ด้วยฮาร์ดแวร์ เมื่อมีตัวชี้ตำแหน่งของโปรแกรมตอบสนองอินเทอรัพท์ ถ้าเป็นการอินเทอรัพท์แบบเปลี่ยนสภาวะเท่านั้น อินเทอรัพท์ของ TIMER 0 และ TIMER 1 จะสร้างโดย TF0 และ TF1 ซึ่งถูกเซ็ท โดยการนับถึง 255 ของรีจิสเตอร์ตัวนั้น ๆ เมื่อเกิดอินเทอรัพท์ของ TIMER แฟลกที่เกิดขึ้นจะถูกทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(MSB)							(LSB)
EA	X	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

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
ET2	IE.5	enables or disables the Timer 2 overflow or capture interrupt. If ET2 = 0, the Timer 2 interrupt is disabled.
ES	IE.4	enables or disables the Serial Port interrupt. If ES = 0, the Serial Port interrupt is disabled.
ET1	IE.3	enables or disables the Timer 1 Overflow interrupt. If ET1 = 0, the Timer 1 interrupt is disabled.
EX1	IE.2	enables or disables External Interrupt 1. If EX1 = 0, External Interrupt 1 is disabled.
ET0	IE.1	enables or disables the Timer 0 Overflow interrupt. If ET0 = 0, the Timer 0 interrupt is disabled.
EX0	IE.0	enables or disables External Interrupt 0. If EX0 = 0, External Interrupt 0 is disabled.

รูปที่ 1.4 ภาพแสดงการอินเทอรัพท์และรีจิสเตอร์ IE

การเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ภายในเมื่อมีการชี้ไปยังตำแหน่งของโปรแกรมตอบสนองอินเทอรัพท์

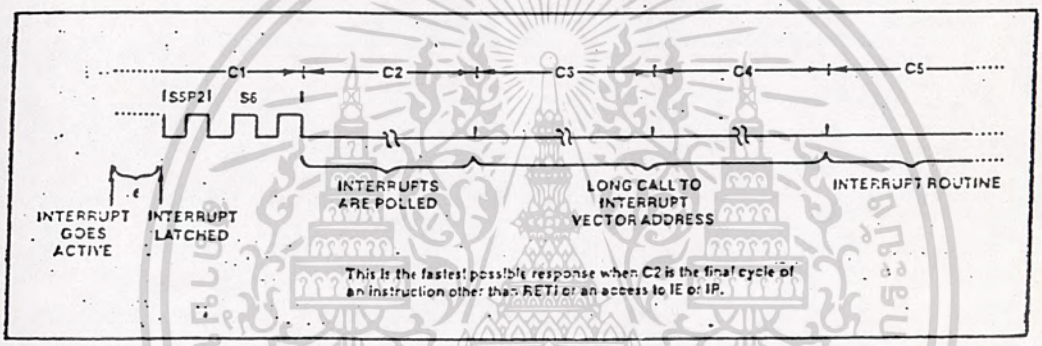
อินเทอรัพท์ของพอร์ทอนุกรม จะสร้างโดยการ OR ของ RI และ TI แฟลกทั้ง 2 ตัวนี้จะไม่ถูกเคลียร์ด้วยฮาร์ดแวร์ เมื่อมีการชี้ยังตำแหน่งโปรแกรมตอบสนองอินเทอรัพท์ในโปรแกรมตอบสนองอินเทอรัพท์จะต้องรู้ว่าเป็น RI หรือ TI แล้วจึงเคลียร์ด้วยซอฟแวร์

ทุกบิทที่สร้างอินเทอรัพท์สามารถทำการเซทหรือเคลียร์บิทได้ด้วยซอฟแวร์เหมือนกับทำด้วยฮาร์ดแวร์ ดังนั้นอินเทอรัพท์สามารถสร้าง หรือยกเลิกได้โดยกำหนดในซอฟแวร์ แต่ละอินเทอรัพท์สามารถอีนาเบิลหรือดิสเอเบิล แยกจากกันโดยอิสระด้วยการกำหนดใน SFR ชื่อ IE (รูป 1.5 ใน IE จะมีบิทหนึ่งคือ EA ซึ่งจะดิสเอเบิลทั้งหมดพร้อมกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(MSB)							(LSB)
X	X	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

Symbol	Position	Function
—	IP.7	reserved
—	IP.6	reserved
PT2	IP.5	defines the Timer 2 interrupt priority level. PT2 = 1 programs it to the higher priority level.
PS	IP.4	defines the Serial Port interrupt priority level. PS = 1 programs it to the higher priority level.
PT1	IP.3	defines the Timer 1 interrupt priority level. PT1 = 1 programs it to the higher priority level.
PX1	IP.2	defines the External interrupt 1 priority level. PX1 = 1 programs it to the higher priority level.
PT0	IP.1	defines the Timer 0 interrupt priority level. PT0 = 1 programs it to the higher priority level.
PX0	IP.0	defines the External interrupt 0 priority level. PX0 = 1 programs it to the higher priority level.



รูปที่ 1.5 แสดง TIMING ของการตอบสนองการอินเทอรัพท์

1.8 โครงสร้างหน่วยความจำ, แอดเดรสซิงโหมดและตรรกศาสตร์

โครงสร้างของตระกูล 51 สามารถใช้งานหน่วยความจำภายในและภายนอกได้อย่างดี วิธีการแอดเดรส ต่าง ๆ จะทำให้คำสั่งมีประสิทธิภาพ

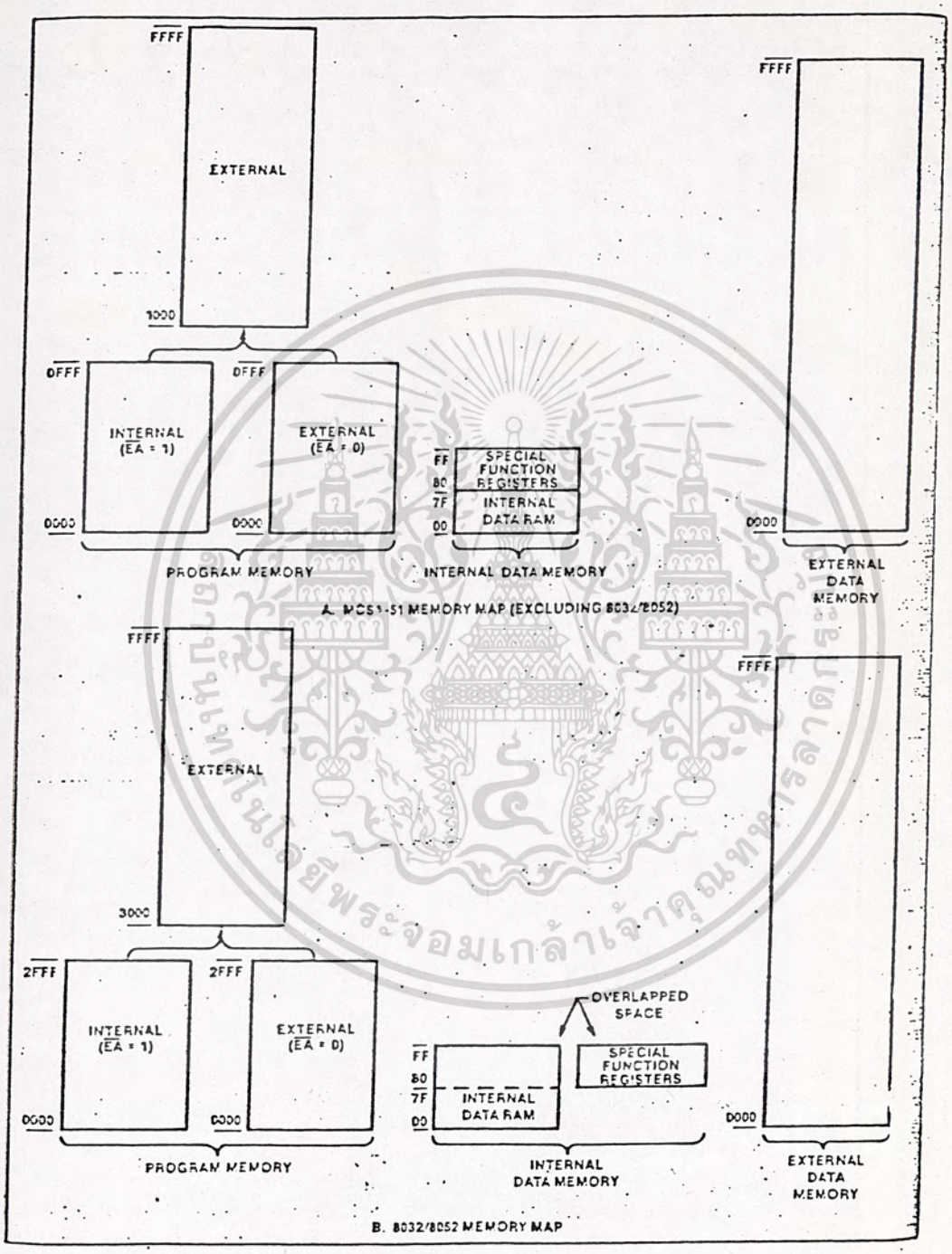
การจัดการหน่วยความจำ

8051 มีหน่วยความจำพื้นฐานได้ดังนี้

- หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม 64 กิโลไบท์
- หน่วยความจำสำหรับข้อมูลอยู่ภายนอก 64 กิโลไบท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน่วยความจำภายในแบบ RAM 256 ไบท์ (ใน 8032/8052 มีถึง 380 ไบท์)



รูปที่ 1.6 แสดงแผนผังของหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำเก็บโปรแกรม (Program Memory Address Space)

หน่วยความจำ 64 กิโลไบท์ สำหรับโปรแกรมจะมีทั้งภายในและภายนอก ถ้าขา EA ต่อไว้ที่ High 8051 จะทำงานจากโปรแกรมภายใน นอกเสียจากจะมีการเรียกโปรแกรมจากตำแหน่งมากกว่า 0FFFH (1FFFH ใน 8052) ตำแหน่ง 1000H ถึง 0FFFFH (2000H ถึง 0FFFFH ใน 8052) จะอยู่ภายนอกเสมอ ถ้าขา EA ต่อไว้ที่ LOW 8051 จะอ่านโปรแกรมจากภายนอกเท่านั้น ทั้งสองแบบจะใช้ PC ขนาด 16 บิท

ตำแหน่ง 00 ถึง 23 H (00 ถึง 2B H ใน 8032/8052)ในหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมจะถูกใช้สำหรับเก็บโปรแกรมตอบสนองการอินเทอรัพท์ ดังตาราง

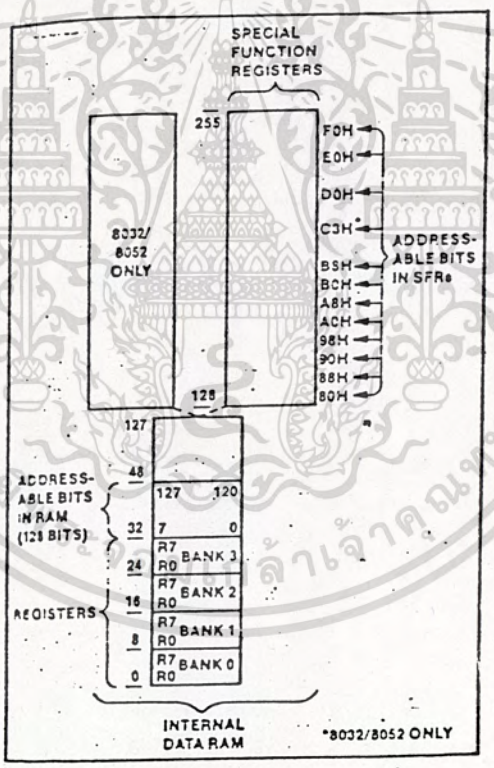
Source	Address
External Interrupt 0	0003H
Timer 0 Overflow	000BH
External Interrupt 1	0013H
Timer 1 Overflow	001BH
Serial Port	0023H
Timer 2 Overflow/TZEX Negative Transition	002BH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ว่างสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory Address Space)

Data Memory Address Space ประกอบด้วยหน่วยความจำภายในและภายนอกการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกจะใช้คำสั่ง MOVX เท่านั้น

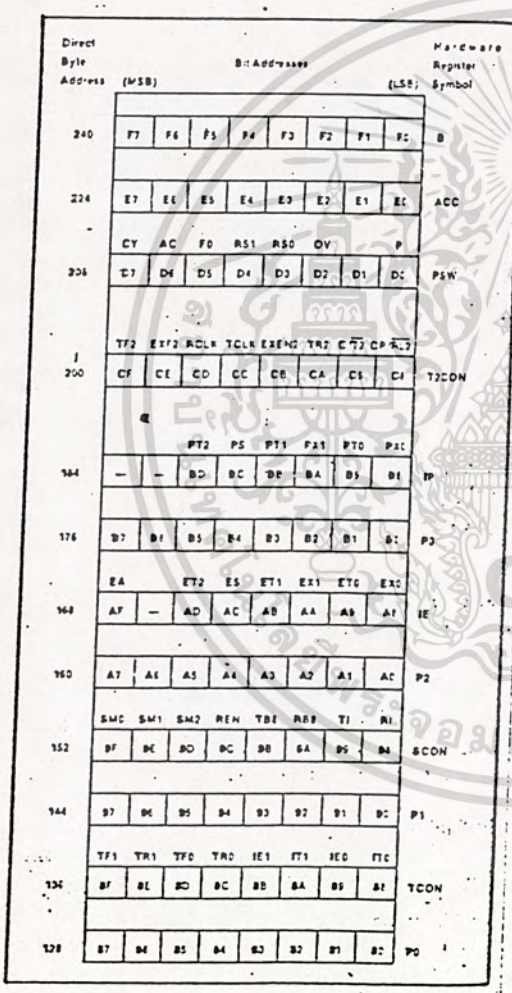
หน่วยความจำ(RAM) ภายในจะแบ่งออกเป็น3 ส่วน 128 ไบท์ต่ำของ RAM,(128 ไบท์สูงของRAM จะติดต่อได้เฉพาะใน 8032/8052 เท่านั้น) และ 128 ไบท์ของ SFR 128 ไบท์ของ RAM จะใช้ตำแหน่งแอดเดรสเดียวกันกับ SFR แต่การติดต่อจะใช้แอดเดรสโหมดต่างกัน ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป



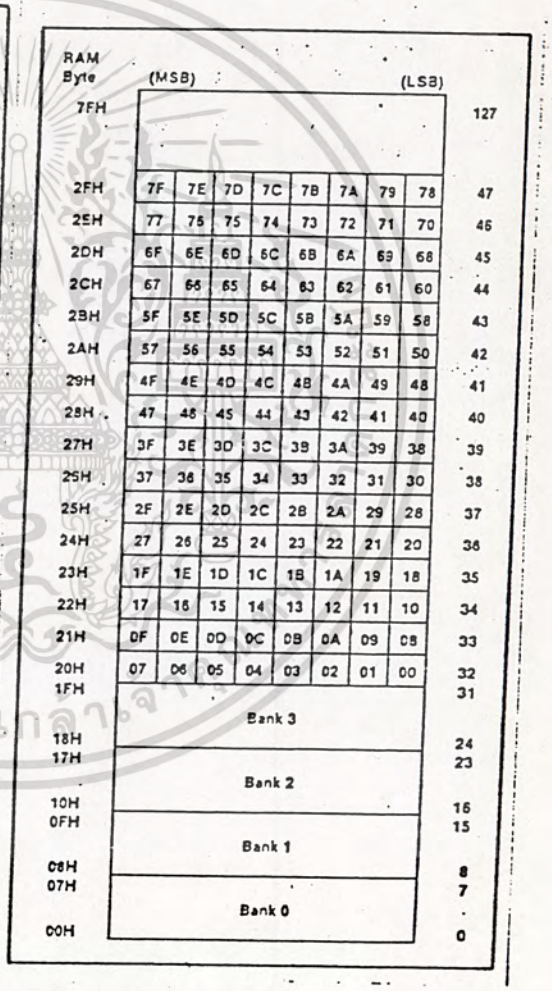
รูปที่ 1.7 ภาพแสดงถึงหน่วยความจำภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 1.7 แสดง address mapping ของหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายในมีรีจิสเตอร์อยู่ 4 ชุด (BANK) ชุดละ 8 รีวิสเตอร์ ในตำแหน่ง 0 ถึง 31ใน RAM ชุดล่าง การใช้งานแต่ละขณะจะใช้ได้เพียงชุดเดียวเท่านั้น (กำหนดใน PSW) 16 ไบท์ต่อมา (ตำแหน่ง 32 ถึง 47) จะใช้สำหรับ 128 บิท แอดเดรสเอเบิล เป็นช่วงของหน่วยความจำซึ่งสามารถอ้างอิงได้ถึงทีละบิท รูป 1.8 แสดงแอดเดรส ของ RAM บิท SFR ก็สามารถใช้แบบบิท-แอดเดรสได้ ดังรูป 1.9



รูปที่ 1.8 แสดงตำแหน่งของ SFR



รูปที่ 1.9 SFR รีจิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านข้อมูลจากตำหน่งหน่วยความจำภายใน ซึ่งไม่ได้ใช้งานจะได้ข้อมูลไม่แน่นอน

แอดเดรสชิงโหมด

8051 มี 5 แอดเดรสชิงโหมด

- รีจิสเตอร์ (Register addressing)
- ไดเรค (Direct addressing)
- รีจิสเตอร์ อินไดเรค (Indirect Register addressing)
- อิมมีเดียท (Immediate addressing)
- เบส-รีจิสเตอร์ ร่วมกับ อินเดค-รีจิสเตอร์ อินไดเรค (Base-Register+Index-RegisterIndirect addressing)

ตาราง 2 สรุป หน่วยความจำที่สามารถทำการติดต่อได้ด้วยแต่ละวิธีแอดเดรสชิงโหมด

รีจิสเตอร์-แอดเดรสชิง

รีจิสเตอร์ แอดเดรสชิงจะทำงานผ่านชุดของรีจิสเตอร์ (R0-R7) ที่กำลังใช้งานอยู่ 3 บิทล่างของชุดคำสั่งจะบอกว่าเป็นการใช้แอดเดรสใด ACC , B, DPTR และ CY Boolean Processor Accumulator สามารถใช้งานโดยการแอดเดรสเหมือนเป็นรีจิสเตอร์

ไดเรคแอดเดรสชิง

ไดเรคแอดเดรสชิงเป็นวิธีเดียวที่จะใช้ติดต่อกับ SFR 128 ไบท์ต่ำของ RAM ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รีจิสเตอร์-อินไดเรค แอดเดรสชิง</u>

รีจิสเตอร์ อินไดเรค แอดเดรสชิง จะใช้ค่าของ R0 หรือ R1 (ของชุดที่กำลังใช้งาน) เป็นตัวชี้ไปยังตำแหน่งใน 258 ไบท์ คือ 128 ไบท์ล่าง ของ RAM ภายใน, 128 ไบท์บน ของ RAM ภายใน (ใน 8032/8052 เท่านั้น) หรือใน 256 ไบท์ของหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก SFR จะไม่สามารถติดต่อได้ด้วยวิธีนี้ และการติดต่อหน่วยความจำภายนอกถึง 64 กิโลไบท์ จะต้องใช้ Date Pointer แบบ 16 บิทเท่านั้น

การทำงานของคำสั่ง PUSH และ POP จะเป็นแบบ รีจิสเตอร์-อินไดเรค แอดเดรสชิง Stack Pointer อาจชี้ตำแหน่งใดก็ได้ในหน่วยความจำภายใน

<u>อิมมีเดียท แอดเดรสชิง</u>

อิมมีเดียทแอดเดรสชิง จะมีค่าคงที่ปรากฏอยู่ในรหัสคำสั่ง (OP Code) ในโปรแกรม

เบส-รีจิสเตอร์ ร่วมกับ อินเดกรีจิสเตอร์ อินไดเรคแอดเดรสชิ่งจะเป็นการแอดเดรสข้อมูลจากหน่วยความจำของโปรแกรม โดยการใช้แอดเดรสจากผลรวมของเบสรีจิสเตอร์ (DPTR) และอินเดกรีจิสเตอร์ Acc จะใช้งานเป็นแบบเปิดตาราง

<u>บูลีนโพรเซสเซอร์</u> (Boolean Processer)

บูลีนโพรเซสเซอร์ เป็นอินทิเกรตบิทโพรเซสเซอร์ ใน 8051 จะมีชุดคำสั่งเฉพาะ , แอคคิวมูเลเตอร์ (Carry Flag) และบิทแอดเดรสเอเบิลใน RAM และอินพุท /เอาท์พุท สามารถใช้ตรวจเงื่อนไขเพื่อให้มีการกระโดดหรือไม่กระโดดเมื่อมีการเซทหรือไม่ถูกเซท , ข้ามถ้ามีการเซทแล้วเคลียร์, MOVX เข้า Carry แอดเดรสเอเบิลบิท หรือค่าคอมพลีเมนท์สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AND หรือ OR กับค่าของ carry Flag ได้ ผลลัพท์จะเก็บใน ตัวทด (Carry) รีจิสเตอร์

1.9 ชุดคำสั่ง

ใน MCS-51 จะมีชุดคำสั่งอยู่ 111 คำสั่ง 49 คำสั่งเป็นแบบไบท์เดียว, 45 คำสั่งเป็นแบบ 2 ไบท์ และ 17 คำสั่งเป็นแบบ 3 ไบท์ รูปแบบรหัสคำสั่งประกอบด้วย นิวโมนิค (MNEMONIC) ตามด้วย "Destination Source" (Operand Field) ซึ่งในโอเปอแรนด์ฟิลด์นี้ จะมีชนิดของข้อมูลและวิธีแอดเดรสซึ่งอยู่ด้วย

ฟังก์ชั่นทั้งหมด (Functional Overview)

ชุดคำสั่ง MCS 51 จะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามการทำงาน ดังนี้

- เคลื่อนย้ายข้อมูล (Data Transfer)
- คำนวณ (Arithematic)
- ลอจิก (Logic)
- คอนโทรลทรานสเฟอร์ (Control Tranfer)

เคลื่อนย้ายข้อมูล (Data Transfer)

การเคลื่อนย้ายข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 แบบ

- การย้ายข้อมูลทั่วไป
- กำหนดแอคคิวมูเลเตอร์
- แอดเดรส ออบเจค

การทำงานข้างบนไม่มีผลต่อแฟลกในPSW ยกเว้น POP หรือ MOV โดยตรงกับ PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การย้ายข้อมูลทั่วไป

* MOV จะสามารถย้ายข้อมูลได้ทั้งแบบบิทหรือไบท์ จาก Source ในโอเปอแรนด์ ไปยัง Destination ในโอเปอแรนด์
* PUSH จะเพิ่มค่าของ รีจิสเตอร์ SP แล้วย้ายข้อมูลจาก Source ในโอเปอแรนด์ ไปยังตำแหน่งที่ชี้โดย SP
* POP จะย้ายข้อมูลจากสแตกตำแหน่งที่ชี้โดย SP ไปยัง Destination ในโอเปอแรนด์ แล้วลดค่า SP

<u>กำหนดแอคคิวมูเลเตอร์</u>

. XCH จะแลกข้อมูลจาก Source Operand กับ Accumulator
. XCHD จะแลกข้อมูลเฉพาะ 4 บิทล่างของไบท์กับ 4 บิทล่างของ Accumulator
. MOVX จะย้ายข้อมูลระหว่างหน่วยความจำภายนอก และแอคคิวมูเลเตอร์ ตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก จะอ้างอิงโดยรีจิสเตอร์ DPTR (16 บิท) หรือรีจิสเตอร์ R1,R0 (8 บิท)
. MOVC ย้ายข้อมูลจากในหน่วยความจำของโปรแกรมไปยังแอคคิวมูเลเตอร์ โอเปอแรนด์ใน A จะถูกใช้เป็นอินเด็กซ์ไปยัง 256 ไบท์ โดยใช้ร่วมกับ DPTR หรือ PC ค่าจากหน่วยความจำจะถูกอ่านมายังแอคคิวมูเลเตอร์

<u>แอดเดรส-ออฟเจค ทรานเฟอร์</u>

MOV DPTR, #data จะกำหนดค่าจากโอเปอแรนด์ให้กับคู่รีจิสเตอร์ DPH และ DPL โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ (Arithmatics)

8051 สามารถทำการคำนวณได้ 4 แบบ และเป็นแบบ 8 บิท ไม่มีเครื่องหมาย มีแฟลกบอกการโอเวอร์โฟลว์ อย่างไรก็ตามในการบวกและลบจะสามารถทำได้ทั้งแบบมีกครื่องหมายและ ไม่มี การคำนวณสามารถให้ผลออกมาในรูปของ ฐานสิบ (BCD) ได้โดยตรง

การบวก

- INC (Increment) บวก 1 เข้ากับ Source ใน Operand และเก็บผลลัพธ์ใน Operand
- ADD บวก A เข้ากับ Source ใน Operand และจะทำการเก็บผลลัพธ์ใน A
- ADDC (Add with Carry) บวก A เข้ากับ Source ในโอเปอแรนด์ และบวกด้วย 1 ถ้า CY ถูกเซท เก็บผลลัพธ์ใน A
- DAA (Decimal-Add-Adjust for BCD Addition) จะปรับค่าของการบวกซึ่งเกิดจาก การบวกเลขฐานสิบเข้าด้วยกัน ให้ได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐานสิบ ค่าที่ได้จะเก็บใน A จะมี CY ถูกเซท ถ้าค่าที่ได้เกิน 99 นอกนั้น CY จะถูกเคลียร์

การลบ

- SUBB (Substract with Borrow) ลบ Source ที่สองในโอเปอแรนด์ออกจาก Source แรก ในโอเปอแรนด (แอคคิวมูเลเตอร์) และลบด้วย 1 ถ้า CY ถูกเซทเก็บผลลัพธ์ใน A
- DEC (Decrement) ลบ 1 ออกจาก Source ในโอเปอแรนด์ และเก็บผลลัพธ์ในโอเปอแรนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคูณ (Multiplication)

. MUL จะทำการคูณค่าจากรีจิสเตอร์ A กับรีจิสเตอร์ B แบบไม่คิดเครื่องหมายเข้าด้วยกันและผลลัพธ์จะเป็น 2 ไบท์ ไบท์ต่ำเก็บใน A และไบท์สูงจะเก็บใน B โอเวอร์โฟล์วจะถูกเคลียร์ ถ้าไบท์บนเป็น 0 และจะถูกเซ็ทถ้าไม่เป็น 0 Cy จะถูกเคลียร์ Accไม่มีการเปลี่ยนแปลง

การหาร

. DIV จะทำการหารแบบไม่คิดเครื่องหมายของรีจิสเตอร์ A ด้วยรีจิสเตอร์ B และเก็บผลหารใน A เก็บเศษในรีจิสเตอร์ B การหารด้วย 0 จะให้ผลลัพธ์ไม่แน่นอนใน A และ B และเกิด OV ถูกเซท นอกนั้น OV จะถูกเคลียร์ CY จะถูกเคลียร์ AC จะไม่เปลี่ยนแปลง

นอกจากที่กล่าวมาข้างบนแล้ว แฟลกใน PSW จะมีการเปลี่ยนแปลง

ดังนี้

. CY จะถูกเซท ถ้าการคำนาณเกิด ตัวทดที่บิทสูงสุดของผลลัพธ์ นอกนั้น CY จะถูกเคลียร์
. AC จะถูกเซทถ้าผลลัพธ์เกิดตัวทดจาก 4 บิทล่างของผลลัพธ์ (ในระหว่างการบวก) หรือ เกิดตัวทดที่บิทสูงสุด(ในระหว่างการลบ) นอกนั้น AC จะถูกเคลียร์
. OV จะถูกเซทถ้าการคำนวณเกิดตัวทดขึ้นในบิทสูงสุดของผลลัพธ์ นอกนั้น OV จะถูกเคลียร์ OV จะถูกใช้ในการทำงานแบบ
. 2's Complement เพราะ OV จะถูกเซทเมื่อผลลัพธ์ไม่สามารถเก็บในค่า 8 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

. P จะถูกเซทเป็น Modulo 2 ผลบวกของ 8 บิท ในแอคคิวมูเลเตอร์เป็น 1 (Odd Parity) นอกนั้น P จะถูกเคลียร์ (Even Parity) เมื่อค่านี้ถูกเก็บใน PSW บิท P จะไม่เปลี่ยนแปลงและจะแสดงพาร์ริตี้ของ A เสมอ

ลอจิก (Logic)

* 8051 สามารถทำงานเกี่ยวกับลอจิกได้ ทั้งแบบบิทและ ไบท์ โอเปอแรนด์ การทำงานโอเปอแรนด์เดียว
* CLR ให้ค่าใน A หรือ ไดเรคแอดเดรสเอเบิล มีค่าเป็น 0
* SETB ให้ค่าใน ไดเรคเอเบิลบิท เป็น 1
* CPL ใช้ทำการคอมพลีเมนต์ค่าของรีจิสเตอร์ A โดยไม่มีผลต่อแฟลก หรือไดเรคแอดเดรสเอเบิลใดๆ
* RL,RLC,RR,REC,SWAP เป็น 5 การทำงานสำหรับการวนข้อมูล โดยสามารถทำงานกับ Acc , RL เป็นการ-วนข้อมูลไปทางซ้าย,RR เป็นการวนข้อมูลไปทางขวา, RLC เป็นการวนข้อมูลไปทางซ้ายผ่าน C , RRC เป็นการวนข้อมูลไปทางขวาผ่าน C และ SWAP เป็นการวนข้อมูลไปทางซ้าย 4 ตำแหน่ง สำหรับ RLC และ RRC ค่าของแฟลก CY จะเท่ากับบิทที่วนเข้ามายัง C SWAP จะวนข้อมูลไปทางซ้าย 4 ตำแหน่ง โดยจะเป็นการสลับข้อมูลบิท 3 ถึง 0 กับ บิท 7 ถึง 4

การทำงานแบบ 2 โอเปอแรนด์

* ANL จำทำการ AND บิทของ 2 Source ในโอเปอแรนด์ (หรือทั้งบิทและไบท์โอเปอแรนด์) แล้วเก็บผลลัพธ์ไว้ในโอเปอแรนด์แรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* ORL จะทำการ OR บิทของ 2 Source ในโอเปอแรนด์ (หรือทั้งบิทและไบท์โอเปอแรนด์) แล้วเก็บผลลัพธ์ไว้ในโอเปอแรนด์แรก
* XRL ทำการ Exclusive OR บิทของ Source ในโอเปอแรนด์เก็บผลลัพธ์ไว้ในโอเปอแรนด์แรก

<u>คอนโทรล ทรานสเฟอร์</u>

มี 3 วิธีสำหรับการคอนโทรลทรานสเฟอร์ การ CALL แบบไม่มีเงื่อนไข, RETURN และ JUMP, การ JUMP แบบมีเงื่อนไข และอินเทอรัพท์ การคอนโทรลทรานเฟอรจะทำให้ การทำงานของโปรแกรมไม่เรียงแอดเดรสต่อเนื่อง

UNCONDITIONAL CALL, RETURNS, และ JUMPS

จะทำให้การทำงานจากโปรแกรมเคาร์เตอร์เดิมแ ไปยังแอดเดรสตำแหน่งใหม่ ทั้งแบบโดยตรงและโดยอ้อม

. ACALL และ LCALL จะเก็บค่าของแอดเดรสของคำสั่งต่อไปไว้ในสแตกแล้วข้ามไปทำงานยังแอดเดรสที่ต้องการ ACALL เป็นคำสั่งแบบ 2 ไบท์ ถูกใช้เมื่อ ตำแหน่งที่จะไปอยู่ภายในแต่ละช่วง 2 K โดยเริ่มนับจาก PC ที่ต่อจากคำสั่ง ACALL , LCALL เป็นคำสั่งแบบ 3 ไบท์ ที่จะอ้างถึง ตำแหน่งหน่วยความจำได้ถึง 64 กิโลไบท์ ใน ACALL ข้อมูล 11 บิทจากโอเปอแรนด์จะรวมกับ 5 บิทบนของ PC ชี้ไปยังตำแหน่งหน่วยความจำที่ต้องการ ถ้า ACALL ชี้ในตำแหน่ง 2 ไบท์สุดท้ายของหน้า 2 K การ CALL จะทำงานในหน้าต่อไป โดยค่าของ PC จะเพิ่มไปเพื่อชี้ตำแหน่งที่จะทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

. RET จะกระโดดข้ามการทำงานไปยังตำแหน่งแอดเดรสที่ถูกเก็บอยู่ในสแตค โดยการ CALL ที่ผ่านมา และลดค่าของ SP ลง 2 เมื่อให้ Sp จะได้ POP แอดเดรสต่อไปได้ถูกต้อง

. AJMP, LJMP และ SJMPเป็นคำสั่งข้ามการทำงานไปยังตำแหน่งในโอเปอแรนด์ การทำงานของ AJMP และ LJMP จะเหมือนกับ ACALL และ LCALL คำสั่ง SJMP ให้การข้ามการทำงานภายในช่วง 128 ไบท์ จากแอดเดรสของคำสั่งต่อไป (-128 ถึง 127) โดยมีแอดเดรสนั้นเป็นกึ่งกลาง

. JMP @A + DPTR คำสั่งข้ามการทำงานแบบอ้างอิงกับ DPTR โอเปอแรนด์ใน A จะใช้สำหรับเป็นออฟเซท (0-255) ยังแอดเดรสในรีจิสเตอร์ DPTR ดังนั้นจะสามารถข้ามไปยังตำแหน่งใดๆ ในหน่วยความจำ

การข้ามแบบมีเงื่อนไข (Conditional Jumps)

การข้ามแบบมีเงื่อนไข จะเป็นการข้ามตามสภาวะที่กำหนด ปลายทางจะอยู่ใน +128 ไบท์ จากกึ่งกลาง คือแอดเดรสเริ่มต้นของคำสั่งต่อไป (-128 -> 127)

- JZ เป็นคำสั่งการข้ามถ้าแอคคิวมูเลเตอร์ เป็น 0
- JNZ เป็นคำสั่งให้ข้ามถ้าแอคคิวมูเลเตอร์ ไม่เป็น 0
- JC คำสั่งให้ข้ามถ้าแฟลกตัวทด (Carry Flag) ถูกเซท
- JNC คำสั่งให้ข้ามถ้าแฟลกตัวทด (Carry Flag) ถูกเคลียร์
- JB คำสั่งให้ข้ามถ้าไดเรคแอดเดรสบิท ถูกเซท
- JNB คำสั่งให้ข้ามถ้าไดเรคแอดเดรสบิท ไม่ถูกเซท
- CJNE จะเปรียบค่าใน 2 โอเปอแรนด์และ ทำการกระโดด ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอเปอแรนด์ตัวแรกมีค่าน้อยกว่า โอเปอแรนด์ที่ 2 CY จะถูกเซท นอกนั้นแล้ว จะถูกเคลียร์ การเปรียบเทียบอาจเป็นระหว่าง A โดยตรงกับแอดเดรสเอมบิลไบท์ ในหน่วยความจำ ข้อมูลภายในหรือ ระหว่างค่าคงที่กับรีจิสเตอร์ A ,รีจิสเตอร์ในชุดรีจิสเตอร์ที่กำลังใช้งาน หรือกับ รีจิสเตอร์-อินไดเรคแอดเดรสไบท์ ของ RAM ภายใน DJNZ ลดค่าของ Source ในโอเปอแรนด์ และเก็บค่าผลลัพธ์ใน โอเปอแรนด์การข้ามจะเกิดขึ้นถ้าผลลัพธ์ไม่เป็นศูนย์ Source ใน โอเปอแรนด์ ในคำสั่ง DJNZ อาจเป็นไบท์ใดในหน่วยความจำข้อมูลภายในก็ได้ หรือรีจิสเตอร์แอดเดรสซึ่ง ก็จะใช้เป็นแอดเดรสใน Source ในโอเปอแรนด์ได้

การวนกลับของอินเทอร์รัพท์(INTERRUPT RETURN)

RETI จะเป็นคำสั่งการข้ามคล้ายกับ RET จะเพิ่มการทำงานในการอินาเบิลอินเทอร์รัพท์ที่มีลำดับความสำคัญเท่ากัน เมื่อให้มีการอินเทอร์รัพท์ต่อไปได้

ความหมายของคำสั่ง (Instruction Definition)

ใน MCS-51ชุดคำสั่งการทำงานของตระกูล MCS-51 เรียงตามลำดับตัวอักษรของนีโมนิค (Mnemonic) ซึ่งแสดงการทำงานของอุปกรณ์ ตัวอย่างสั้นๆที่แสดงไว้ถึงวิธีการใช้งานของคำสั่ง อาจบอกถึงผลที่เกิดขึ้นในแฟลก PSW และยังบอกถึงจำนวนไบท์ และจำนวนวงรอบการทำงาน, คำสั่งในรูปเลขฐานสอง และคำอธิบายสัญญลักษณ์ ก็จะปรากฏอยู่

ข้อสำคัญ จะมีการกล่าวถึงเฉพาะ Carry , Auxillary-Carry และ Overflow แฟลกเท่านั้น พาร์ริตี้บิทจะถูกคำนวณทุกครั้งหลังจากคำสั่งซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงค่าของแอคคิวมูเลเตอร์ ในทำนองเดียวกับคำสั่งที่มีการชี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์โดยตรง ก็จะมีผลต่อสภาวะแฟลก ถ้าคำสั่งนั้นเกี่ยวข้องกับ PSW แฟลกแสดงสภาวะสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยวิธี Bit Manipulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

2.1 ฟังก์ชั่นการทำงานของ solid state timer

สามารถตั้งเวลาในการทำงานได้ตั้งแต่ 0.1 วินาที ถึง 999 ชั่วโมง และมี mode การทำงานที่แตกต่างกันให้เลือกถึง 8 mode เพื่อที่จะได้นำไปใช้กับงานที่ต้องการได้อย่างเหมาะสม โดยมี time unit และ mode การทำงานให้เลือก ดังนี้

Time unit	Rated Time
0.1 S	0.1S. to 99.9 S.
1 S	1.S to 999 S
0.1 m	0.1 m. to 99.9 m
1 m	1 m. to 999 m
0.1 hr	0.1 hr to 99.9 hr
1 hr	1 hr to 999 hr.

mode การทำงาน

mode 1 = on-delay operation

mode 2 = repect cycle operation

mode 3 = signal on/off delay operation (1)

mode 4 = signal off-delay operation (1)

mode 5 = intervol operation

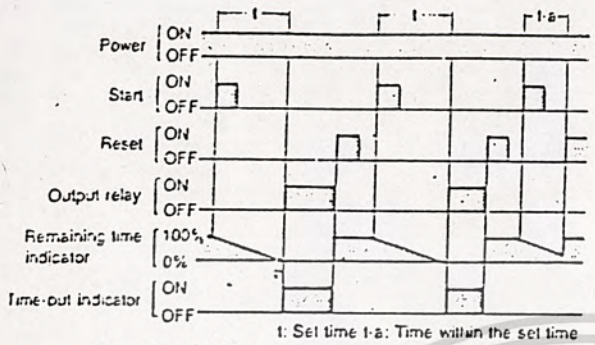
mode 6 = one-shot and flicker operation

mode 7 = signal on/off-delay operation (2)

mode 8 = signal off-delay operation (2)

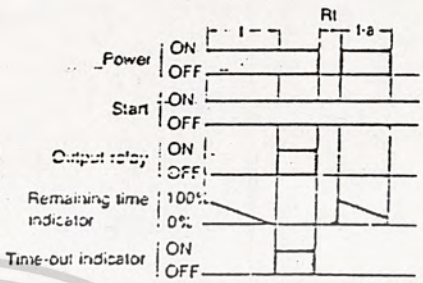
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ON - delay operation (A mode)



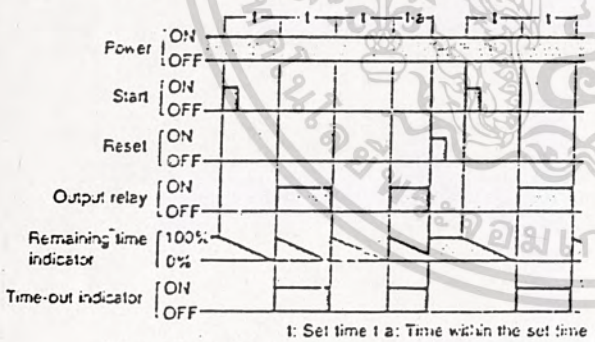
t: Set time t-a: Time within the set time

Note: The minimum signal input time is 0.05 second.



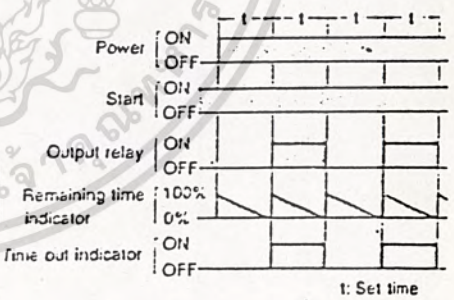
t: Set time R: Resetting time t-a: Time within the set time

timer จะทำงานก็ต่อเมื่อกดปุ่ม Start โดยจะเริ่มจับเวลาตามค่า set ralue ที่ตั้งไว้ และขณะเดียวกัน bar code indicartor ก็จะค่อย ๆ ลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนไป โดยเริ่มจาก 100% จากนั้นเมื่อครบเวลาที่กำหนดแล้ว output relay ก็จะ ON ซึ่งก็จะเปรียบเสมือนการหน่วงเวลา ON ของ output relay นั่นเอง และยังคง ON ค้างอยู่จนกว่าจะทำการกด reset จึงจะกลับไปสภาวะเริ่มต้นพร้อมที่จะจับเวลาใหม่ถ้ากด start อีกครั้ง (ปุ่ม start นั้น จะกดแล้วปล่อยหรือกดค้างไว้ก็ได้)



t: Set time t a: Time within the set time

Note: The minimum signal input time is 0 05 second.



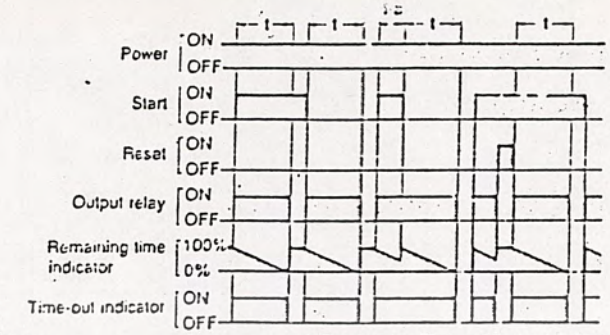
t: Set time

Repeat cycle operation (B mode)

ลักษณะการทำงานจะคล้ายกับ A mode แต่จะแตกต่างกันตรงที่หลังจากกด start แล้ว เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดไว้ output relay จะ ON โดยจะ ON เป็นเวลา OFF เท่ากับค่าที่กำหนดไว้ เมื่อครบกำหนดเวลาก็จะ ON และเมื่อครบกำหนดเวลาอีกครั้งก็จะ ON สลับกันไปเช่นนี้เรื่อย ๆ ตราบใดที่ยังไม่มีการกด start

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sigral ON/OFF -delay operation 1 (c mode)

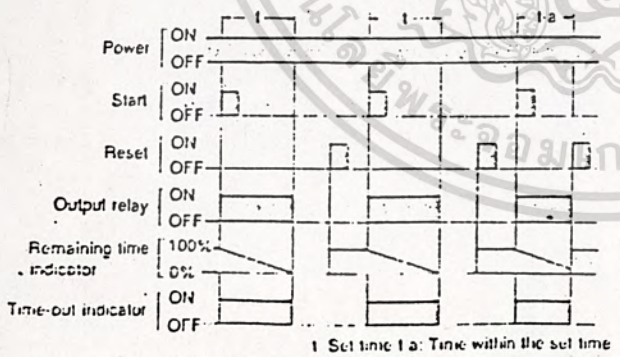


t: Set time t-a: Time within the set time

Note:
1. The minimum signal input time is 0.05 second.
2. Operation 1 refers to the version in which the output relay operates when the Start signal is ON.

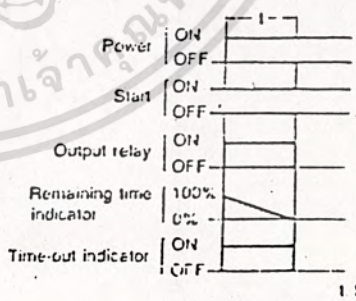
เมื่อเริ่มกด start ไม่ว่าจะกดค้างหรือกดแล้วปล่อยก็ตาม output relay จะ ON ทันที และถ้าไม่มีการกดปุ่มใด ๆ อีก output ralayก็จะ ON และ OFF สลับกันไป โดยช่วงเวลาที่ OFF จะประมาณเท่ากับช่วงเวลาที่กดปุ่ม reset หลังจากนั้นถ้ายังมีการกดปุ่ม start อีกครั้ง timer จะกลับไปทำงานที่สภาวะเริ่มต้นใหม่หลังจากที่ปล่อยปุ่ม start แล้ว ในทำนองเดียวกันถ้ามีการกด reset output relay จะ OFF และจะเริ่มทำงานอีกครั้งเมื่อมีการกด start

Internal operation (E mode)



t: Set time t-a: Time within the set time

Note: The minimum signal input time is 0.05 second.

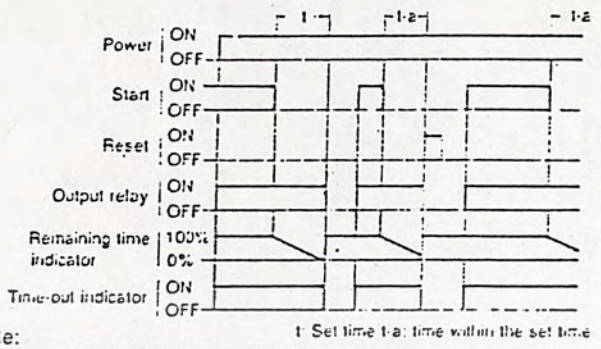


t: Set time

เมื่อกด start output relayจะONทันที จนครบกำหนดตามค่าเวลาที่กำหนดไว้ก็จะ OFF หลังจากนั้นถ้าจะเริ่มทำงานใหม่จำเป็นที่จะต้องกด reset ก่อนทุกครั้งจึงค่อยกด start

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Signal OFF-delay operation 1 (D mode)

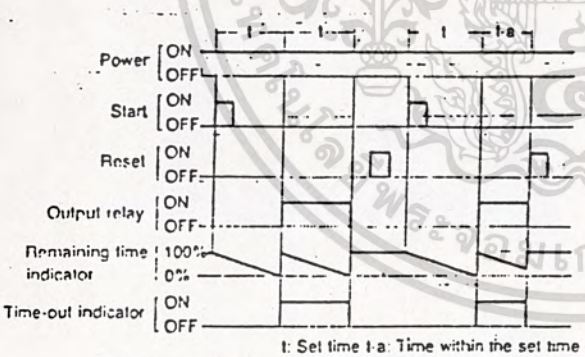


t: Set time t-a: time within the set time

Note:
1. The minimum signal input time is 0.05 second.
2. Operation 1 refers to the version in which the output relay operates when the Start signal is ON.

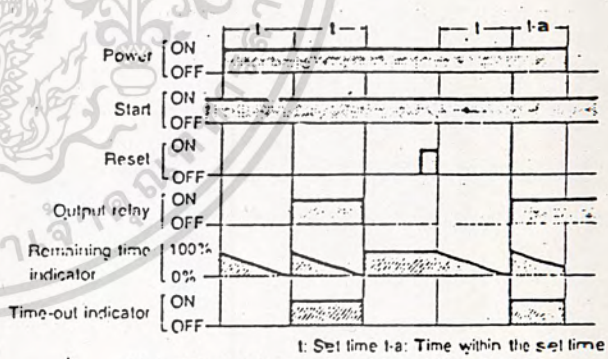
เมื่อกด start output lelay จะ ONแต่ timer จะเริ่มนับเวลาก็ต่อเมื่อปล่อยปุ่ม start แล้วเท่านั้น หลังจากนั้นเมื่อครบตามเวลาที่กำหนดไว้ output relay จะ OFF และ timer จะอยู่ในสภาวะพร้อมที่จะทำงานอีกครั้งถ้ามีการกด start อีกครั้ง หรือถ้าในขณะที่ timer กำลังทำงาน มีการกด reset จะทำให้ output relay OFF และถ้าจะให้ทำงานอีกครั้งจะต้องกด start

One-shot and flicker operation (F mode)



t: Set time t-a: Time within the set time

Note: The minimum signal input time is 0.05 second.



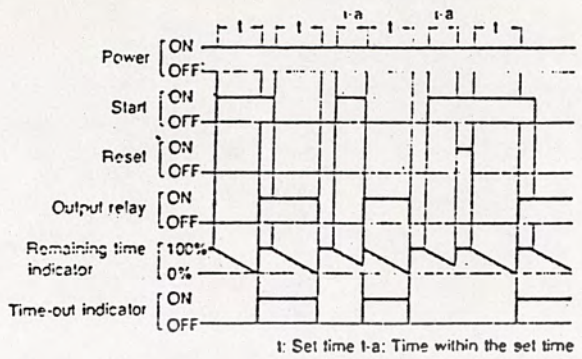
t: Set time t-a: Time within the set time

Note: The minimum signal input time is 0.05 second

เมื่อกด start ตัว timer จะทำงานทันทีจนกระทั่งครบตามเวลาที่กำหนดก็จะทำให้ output relay ON พร้อม ๆ กับที่ timer จะเริ่มทำงานอีกครั้งจนเมื่อครบตามเวลาก็จะทำให้ output relay OFF ถ้าไม่มีการกด reset การทำงานก็จะเป็นลักษณะนี้ไปเรื่อย ๆ แต่ถ้ามีการกด reset ตัว timer จะกลับไปยังสถาวะที่พร้อมจะเริ่มทำงานอีกครั้งแต่จะยังไม่ทำจนกว่าจะมีการกด start

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Signal ON/OFF-delay operation 2 (G mode)

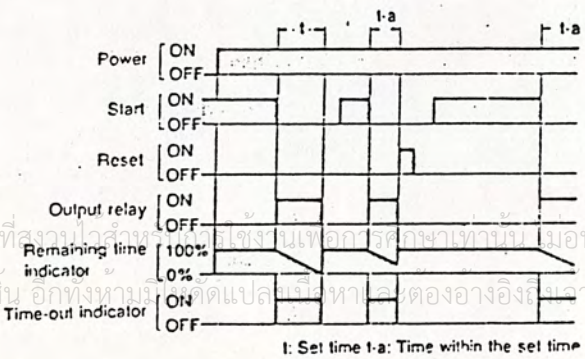


เมื่อกด start ตัว timer จะเริ่มทำงานจนกระทั่งครบตามเวลาที่กำหนด ก็จะทำให้ output relay ON และถ้ายังคงกด start ค้างอยู่ timer ก็จะยังไม่ทำงานอีกครั้ง จนกว่าจะปล่อย start timer จึงจะเริ่มทำงานอีกครั้ง เมื่อครบกำหนดเวลาก็จะทำให้ output relay OFF

หลังจากนั้นถ้ามีการกด start อีก timer จะทำงาน แต่ output relay จะON ก็ต่อเมื่อปล่อยปุ่ม start แล้ว หลังจากครบตามเวลา output relay ก็จะ OFF และถ้ามีการกด reset ขณะที่ timer กำลังทำงานก็จะทำให้ timer กลับมาเริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง ถ้ามีการกด start

Signal ON/OFF-delay operation 2 (H mode)

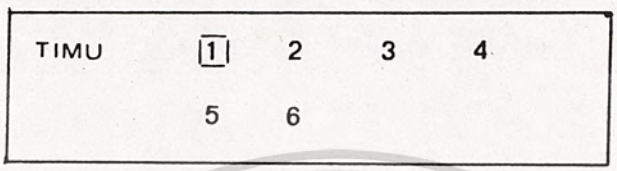
timer จะเริ่มทำงานก็ต่อเมื่อการกด start และปล่อยเรียบร้อยแล้ว ทำให้ output relay ON จนกระครบตามเวลาที่กำหนดก็จะ OFF และถ้าจะให้ทำงานอีกครั้งจะต้องกดและปล่อย start อีกครั้ง และถ้ามีการกด reset ในระหว่างนี้ output relay ON อยู่ก็จะทำให้ OFF และ timer ก็กลับมาเริ่มพร้อมที่จะทำงานใหม่ จนกว่าจะมีการกด start อีกครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ลำดับขั้นตอนในการทำงานของ SOLID STATE TIMER

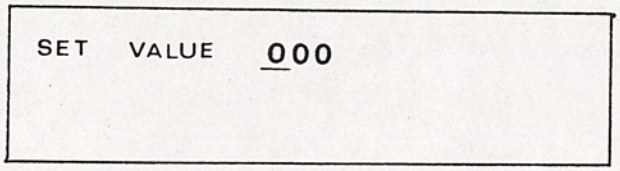
1. เมื่อเปิดเครื่องที่จอ LCD จะแสดงค่า TIME UNIT ทั้งหมด 6 ค่า ดังรูป พร้อมทั้งมี cursor กระพริบที่เลข 1



2. ทำการเลือก time unit ที่ต้องการโดยการเลื่อน cursor ไปทางซ้ายหรือขวา โดยใช้ KEY INC หรือ DEC เมื่อได้ TIME UNIT ที่ต้องการให้กด KEY ENTER

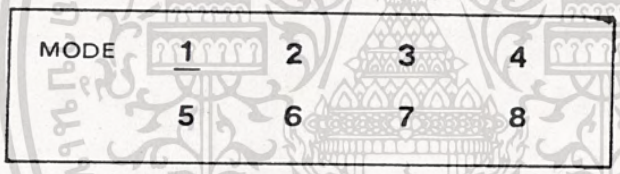
3. หลังจากที่กด ENTER แล้ว ก็จะเป็นการกำหนดค่า SET VALUE ให้กับ TIMER ดังรูป โดยที่จอ LCD จะขึ้นมาเป็นเลข 3 หลัก แต่ละหลักสามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 9 โดยจะมี cursor กระพริบอยู่ใต้หลักที่จะทำการเปลี่ยนค่า โดยจะทำการตั้งทีละหลักจากซ้ายไปขวา การเพิ่มหรือลดตัวเลขในแต่ละหลักทำได้โดยการใช้ KEY INC หรือ KEY DEC เช่นเดียวกับการเลือก TIME UNIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เมื่อได้ค่าที่ต้องการในแต่ละหลักแล้วให้ทำการกด ENTER ทุกครั้ง

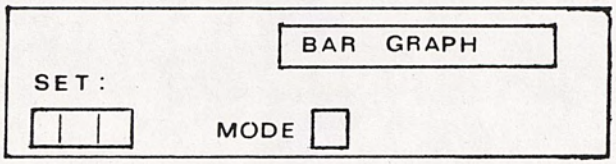
4. หลังจากที่กด ENTER ครั้งสุดท้ายแล้ว ที่จอ LCD จะแสดงค่า MODE เพื่อให้ผู้ใช้ทำการเลือก MODE การทำงานซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 8 MODE ด้วยกัน ดังรูป



5. เลื่อน CURSOR ไปยัง MODE ที่ต้องการ โดยกด KEY DEC จะเลื่อนทางซ้าย และ RIGHT จะเลื่อนทางขวา เมื่อตรงกับ MODE ที่ต้องการก็ให้กด ENTER

6. หลังจากนั้นจอ LCD จะแสดงค่า SET VALUE และ MODE ที่ตั้งไว้ พร้อมทั้ง LCD BAR INDICATOR โดยจะเริ่มจาก 100 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



7. ในขณะนี้ TIMER พร้อมที่จะเริ่มทำงานแล้ว หลังจากนั้นถ้ากด START ก็จะเริ่มทำงานทันที
8. ถ้าต้องการหยุดการทำงานหลังจากที่กด START ไปแล้ว ก็ให้ใช้

KEY RESET

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

3.1 DOT MATRIX LCD MODULE

อุปกรณ์ในปัจจุบันนี้ในส่วนแสดงผลนั้นจะใช้ LCD เสียเป็นส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นเครื่องเล่น VEDIO, เครื่องถ่ายเอกสาร, เครื่องมือวัดคุมต่างๆ, เครื่องคอมพิวเตอร์ เราพอจะแบ่ง DOT MATRIX LCD MODULE นี้ออกได้เป็นพวกๆดังนี้ :-

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

โดยในแต่ละแบบนี้ก็จะมีส่วนประกอบใหญ่ๆแบ่งได้เป็น

1. DOT MATRIX LCD เป็นตัวแสดงผลให้เรามองเห็นในลักษณะการปิดและเปิดตัวเองกับแสงก็คือ ส่วนของที่เป็นตัวกระจกบรรจุผลึก

2. DRIVER เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับผลึก LCD อีกทีหนึ่งโดยมีเบอร์ที่นิยมใช้ใน LCD MODULE เช่น HD44100H, MSM5259

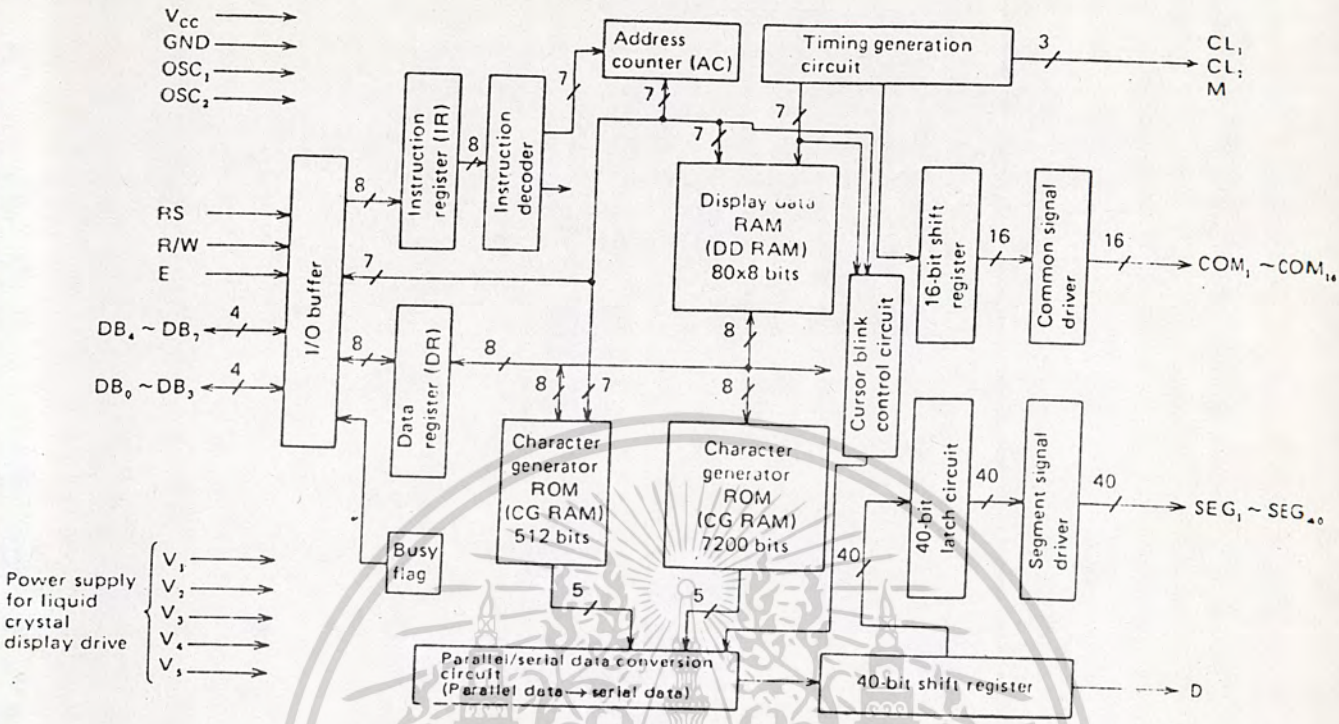
3. CONTROLLER เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาและจัดการควบคุม LCD MODULE ให้ทำงานแสดงผลต่างๆเช่น การลบจอภาพ, การเกิดตัวอักษร, เป็นต้น โดยมีเบอร์ IC ที่นิยมใช้กันคือ HD44780 ซึ่งจะใช้ในแบบ CHARACTER LCD MODULE เป็นส่วนใหญ่ เบอร์ IC HDG1830 จะใช้ในแบบ GRAPHIC LCD MODULE

ในการศึกษาการทำงานและใช้งาน LCD MODULE นั้นไม่ใช่เรื่องยากเลยถ้าเราสามารถทำความเข้าใจในส่วนของ CONTROLLER ได้ก็เพียงพอแล้วและโดยมาก LCD MODULE ในแต่ละบริษัทแล้วจะใช้ตัว CONTROLLER ที่มีหลักการทำงานเหมือนๆกันเป็นส่วนใหญ่และใน LCD MODULE แต่ละขนาดจำนวนตัวอักษรหรือจำนวนบรรทัดก็มีหลักการทำงานแบบเดียวกันทั้งหมด IC ที่นิยมมากที่สุดตัวหนึ่งที่เป็น CONTROLLER LCD ก็คือ เบอร์ HD44780 โดยรูปแบบการทำงานของมันได้เป็นมาตรฐานให้กับ CONTROLLER LCD ตัวอื่นๆด้วย

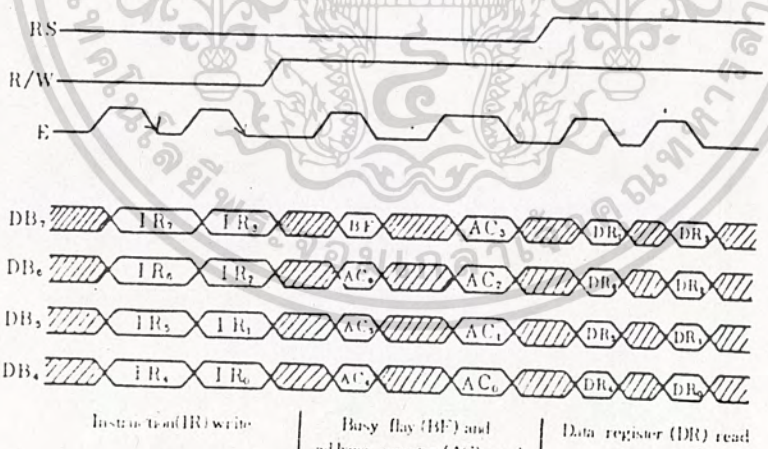
HD44780 เป็นไอซี LSI ตัวหนึ่งใช้ควบคุม LCD โดยแสดงผลในรูปตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ต่างๆตัวมันเองสามารถต่อใช้งานแบบ 4 BIT หรือ 8 BIT ก็ได้ โดยถ้าเราต่อแบบ 4 BIT จะต่อใช้งานที่ DB7-DB4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

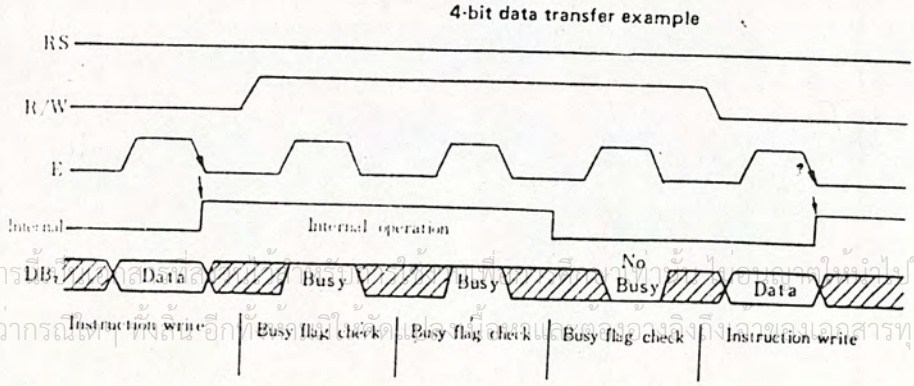
Block diagram of HD44780 interior



เป็นข้อมูล 4 BIT ล่าง



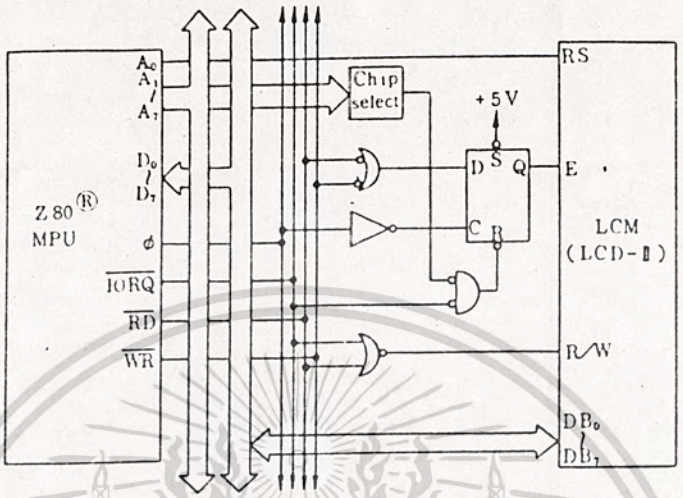
4-bit data transfer example



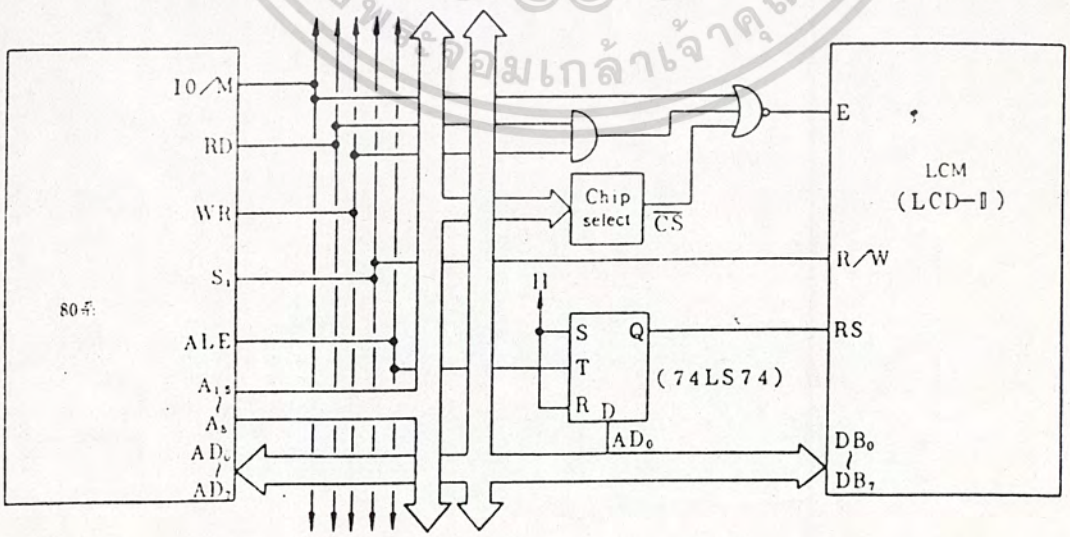
Example of busy flag check timing sequence

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Example of interfacing to Z80 MPU



เราสามารถต่อ LCD MODULE (HD44780 เป็น CONTROLER) เข้ากับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ได้หลายรูปแบบดังรูป



Example of connection with LCM being used as a part of memories on the determined address.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

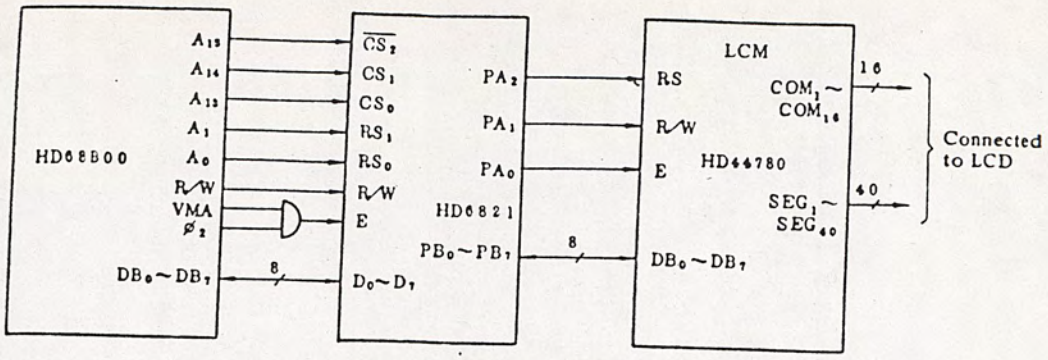
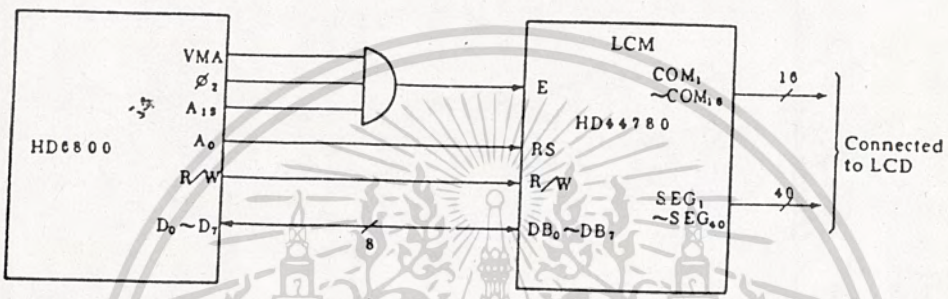
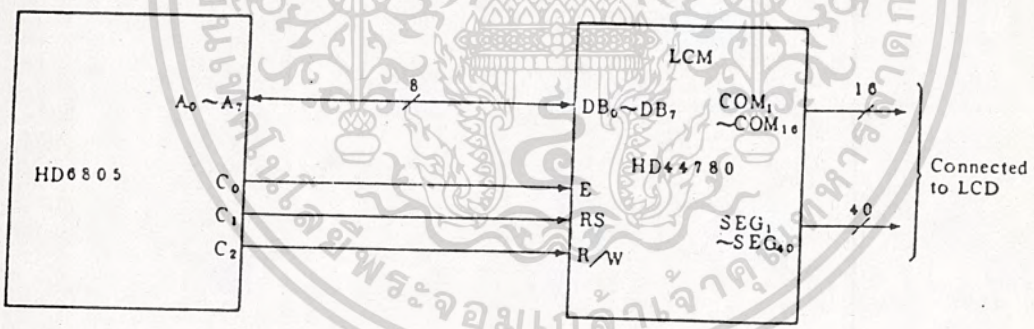


Fig. 4 Example of interface to HD68B00 using PIA (HD68B21)

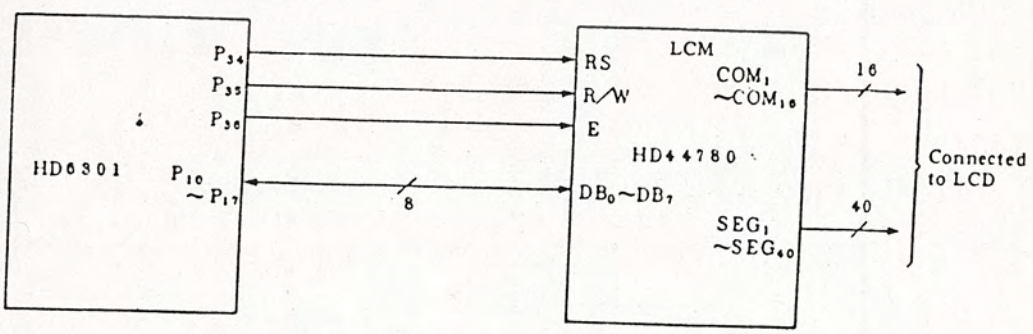
Connecting directly to the 8 bit MPU bus line



Example of interfacing to the HD6805

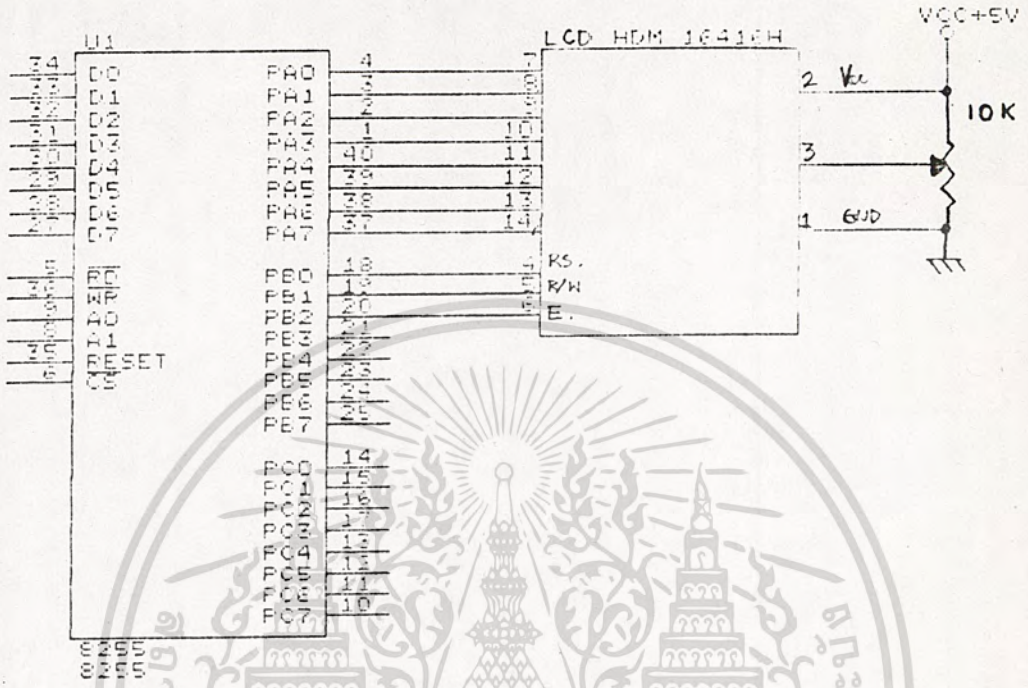


Example of interfacing to the HD6301



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการต่อใช้งานจริงกับ 8255



จากวงจรเป็นการต่อ 8255 ให้เข้าใช้กับ LCD โดยเราจะจำลองสัญญาณต่างๆขึ้นมาโดยการใช้ PORT A และ PORT B โดย PORT A นั้นเราให้เป็น DATA PORT และ PORT B นั้นเราให้เป็นสัญญาณควบคุมไปใช้

เมื่อเราเริ่มเปิดไฟป้อนให้ HD44780 นั้นก็จะทำการ RESET ตัวมันเองโดยจะใช้เวลาประมาณ 10 ms หลังจากไฟ VDD ถึง 4.5 VOLT แล้ว โดยจะ SET ตัวเองดังนี้

1. DISPLAY CLEAR จะทำการลบข้อมูลจอภาพ LCD

2. FUNCTION SET โดยจะ SET ค่าภายใน
   - DL = 1 : เป็นการ SET ให้การติดต่อแบบ 8 BIT
   - N = 0 : SET เป็น 1 บรรทัดการแสดงผล
   - F = 0 : 5X7 DOT ต่อหนึ่งต่ออักษร

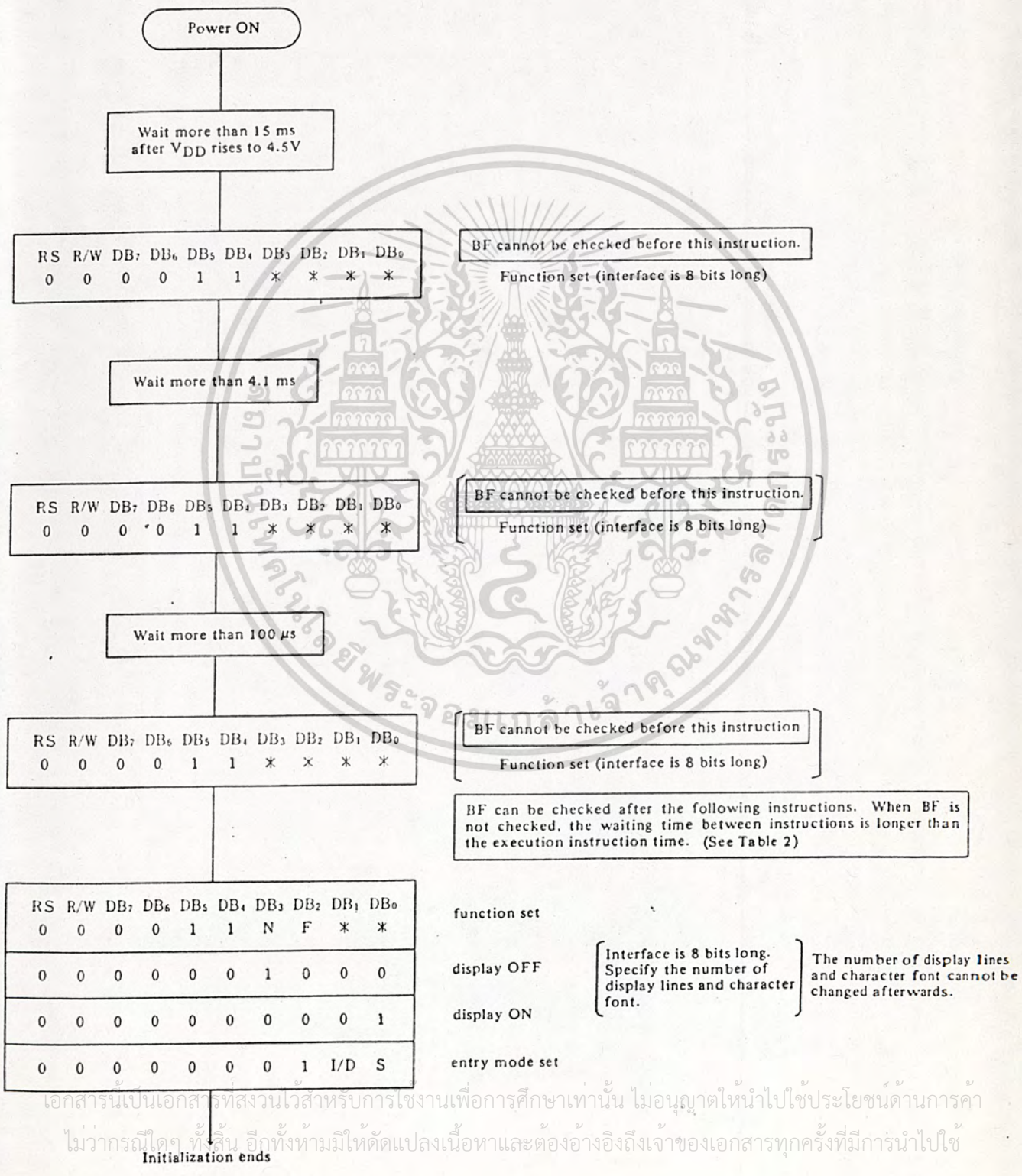
3. DISPLAY ON/OFF
   - D = 0 : DISPLAY OFF
   - C = 0 : CURSOR OFF
   - B = 0 : BLINK OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ENTRY MODE SET I/D = 1 : +1 (เพิ่มค่า COUNTER ขึ้น 1)

S = 0 : NO SHIFT

เมื่อเราเริ่มเปิดเครื่องทำงานแล้วก็จะต้องส่งคำสั่งควบคุมให้มันเริ่มทำงานดังตาราง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำสั่ง HD44780

Instruction	Code										Description	Execution time (when fosc is 250 kHz) Note 1	Execution time (when fosc is 160 kHz) Note 2
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0).	82 μs ~ 1.64 ms	120 μs ~ 4.9 ms
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	•	Returns the cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	40 μs ~ 1.6 ms	120 μs ~ 4.8 ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets the cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operations are performed during data write and read.	40 μs	120 μs
Display ON/ OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of all display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40 μs	120 μs
Cursor and display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	•	•	Moves the cursor and shifts the display without changing DD RAM contents	40 μs	120 μs
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	•	•	Sets interface data length (DL) number of display lines (L) and character font (F).	40 μs	120 μs
Set CG RAM address	0	0	0	1	A_{CG}						Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
Set DD RAM address	0	0	1	A_{DD}							Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
Read busy flag & address	0	1	BF	AC							Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	1μs	1 μs
Write data to CG or DD RAM	1	0	Write Data								Writes data into DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs
Read data to CG or DD RAM	1	1	Read Data								Reads data from DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs

I/D = 1: Increment (+1) I/D = 0: Decrement (−1)
S = 1: Accompanies display shift.
S/C = 1: Display shift S/C = 0: Cursor move
R/L = 1: Shift to the right.
R/L = 0: Shift to the left.
DL = 1: 8 bits DL = 0: 4 bits
N = 1: 2 lines N = 0: 1 line
F = 1: 5 x 10 dots F = 0: 5 x 7 dots
BF = 1: Internally operating
BF = 0: Can accept instruction

DD RAM: Display data RAM
CG RAM: Character generator RAM
A_{CG}: CG RAM address
A_{DD}: DD RAM address Corresponds to cursor address.
AC: Address counter used for both of DD and CG RAM address.

Execution time changes when frequency changes.
(Example)
When fosc is 270 kHz:

$40\ \mu s \times \frac{250}{270} = 37\ \mu s$

effect
es 1. Applied to models driven by 1/8 duty or 1/11 duty.
2. Applied to models driven by 1/16 duty.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของคำสั่ง HD44780

1. CLEAR DISPLAY

Clear display

	RS	R/W	DB_7							DB_0
Code	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่งนี้จะเป็นการเขียนช่องว่างหรือ SPACE (ASCII 20H) เข้าไปใน DD RAM ทั้งหมดและทำการ SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ SET I/D = 1, S ไม่มีการเปลี่ยน

2. RETURN HOME

Return home

	RS	R/W	DB_7							DB_0
Code	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

* No effect

คำสั่งนี้จะทำการ SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพข้อมูลในจอภาพไม่เปลี่ยน

3. ENTRY MODE SET

Entry mode set

	RS	R/W	DB_7						DB_2	DB_1	DB_0
Code	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	

BIT I/D : โดยจะเป็นตัวกำหนดให้ว่าเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DD RAM ADDRESS เพิ่มขึ้นหนึ่งหรือลดลงหนึ่งโดย 1 = เพิ่ม 0 = ลดลงหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BIT S : เป็นตัวกำหนดแสดงผลโดยถ้า S = 1 จะเป็นการใส่ข้อมูลแล้วตัว CURSOR อยู่กับที่ข้อมูลจะถูกดันไปทางซ้าย ถ้า S = 0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ตัว CURSOR จะถูกดันไปทางขวามือ

4. DISPLAY ON/OFF CONTROL

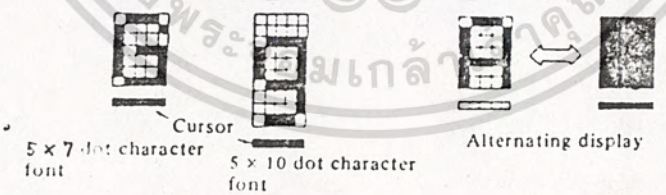
Display ON/OFF control

	RS	R/W	DB_7						DB_2	DB_1	DB_0
Code	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

BIT D : เป็น BIT ให้เปิดปิดหน้าจอภาพโดยถ้า D = 1 จะ ON และ D = 0 จะ OFF

BIT C : จะให้แสดง CURSOR ให้ BIT C = 1 และถ้าไม่ต้องการแสดง CURSOR BIT C = 0 โดยตัว CURSOR จะอยู่ที่ LINE ที่ 8 ในแบบ 5X7 DOT และจะอยู่ LINE ที่ 11 ในแบบ 5X10 DOT

BIT B : เป็น BIT SET การกระพริบของ CURSOR โดย B = 1 มีการกระพริบ B = 0 ไม่มีการกระพริบ โดยมีระยะเวลาการกระพริบประมาณ 379.2 ms



(a) Cursor Display Example (b) Blink Display Example

5. CURSOR OR DISPLAY SHIFT

Cursor or display shift

	RS	R/W	DB_7					DB_3	DB_2	DB_0
Code	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	•	•

• No effect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นคำสั่งกำหนดให้ตำแหน่ง CURSOR หรือข้อมูลไปเคลื่อนทางซ้ายหรือขวาโดยไม่ต้องใช้คำสั่งเขียนหรืออ่าน โดย

S/C	R/L	
0	0	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดิมไปซ้ายมือ 1 ตำแหน่ง
0	1	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดิมไปขวามือ 1 ตำแหน่ง
1	0	เป็นการดันตัวอักษรที่เคลื่อนไปทางซ้าย
1	1	เป็นการดันตัวอักษรที่เคลื่อนไปทางขวามือ

C. FUNCTION SET

Function set

	RS	R/W	DB_7						DB_0
Code	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

* No effect

BIT DL : เป็นการ SET การติดต่อว่าจะให้เป็นแบบ 8 BIT หรือ 4 BIT โดยถ้าต้องการติดต่อ 4 BIT DL = 0 และ 8 BIT DL = 1

N : เป็นการ SET บรรทัดการแสดงผล N = 0 แสดง 1 บรรทัด N = 1 แสดง 2 บรรทัด ในกรณีมากกว่า 2 บรรทัด ก็ให้ SET N = 1

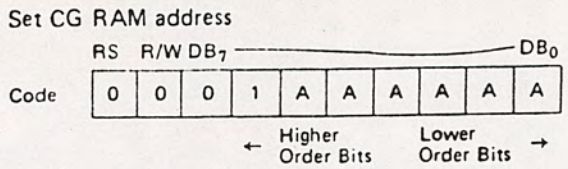
F : เป็นการ SET ขนาด DOT การแสดงผล 5X7 หรือ 5X10 โดย F = 0 เป็นแบบ 5X7 และ F = 1 เป็นแบบ 5X10

N F	No. of display lines	Character font	Duty factor	Remarks
0 0	1	5 x 7 dots	1/8	
0 1	1	5 x 10 dots	1/11	
1 *	2	5 x 7 dots	1/16	Cannot display 2 lines with 5 x 10 dot character font.

* No effect

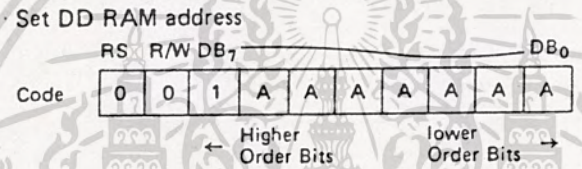
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. SET CG RAM ADDRESS



ใน HD44780 นั้นจะมีหน่วยความจำอยู่ 2 ชุด คือ DISPLAY DATA RAM (DD RAM) จำนวน 80X8 BIT และ CHARACTER GENERATOR ROM ,CG RAM จำนวน 512 BIT และ 7200 BIT คำสั่งนี้จะเป็นการ SET ADDRESS ใน CG RAM โดยต้องทำการ SET ADDRESS ก่อนเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก CG RAM ด้วย

8. SET DD RAM ADDRESS



เป็นคำสั่ง SET ค่า ADDRESS ใน DD RAM ในการเขียนหรืออ่านค่าจาก DD RAM (DD RAM คือ ส่วนที่จะแสดงผลหน้าจอ LCD) โดยจำนวน ADDRESS ที่จะแสดงขึ้นบนจอ LCD จะอยู่กับ SET ค่า N ด้วย

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

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

ตัวอย่างการจัด ADDRESS ของ DD RAM หน้าจอ LCD แบบ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด และ 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด HDM-16416H, HDM-20216H

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	← display position
1-line	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	← DD RAM address
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	
3-line	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	
4-line	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	

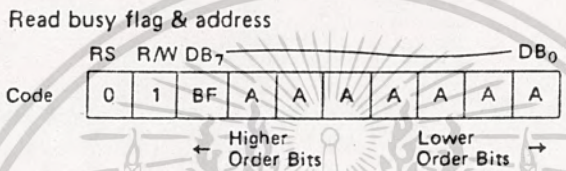
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	← display position
1-line	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	← DD RAM address
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53	
3-line	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27	
4-line	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67	

(Note) Shift display is as same as 2-line type.

HDM-20216H

9. READ BUSY FLAG AND ADDRESS



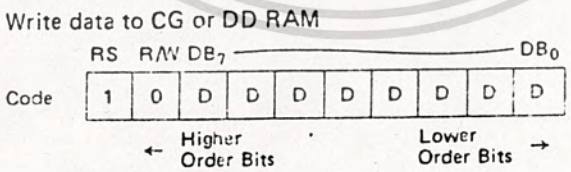
เป็นคำสั่งอ่านค่า BUSY FLAG ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตัว HD44780 นี้อยู่ในขบวนการทำงานภายในอยู่หรืออยู่ในสภาพพร้อมจะรับข้อมูล โดย

BF = 1 อยู่ในขบวนการทำงานภายในไม่พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่ง

BF = 0 พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่งใด

และนอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูล ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ด้วย

10. WRITE DATA TO CG หรือ DD RAM



เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG หรือ DD RAM โดยเมื่อเขียนข้อมูลและ ADDRESS จะเพิ่มหรือลดไปอย่างใดขึ้นอยู่กับคำสั่งที่ SET ใน ENTRY MODE ข้อกำหนดที่จะรู้ว่าเป็นการเขียนข้อมูลของ CG RAM หรือ DD RAM ทำได้โดยการ SET ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ขึ้นมาก่อนจะเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

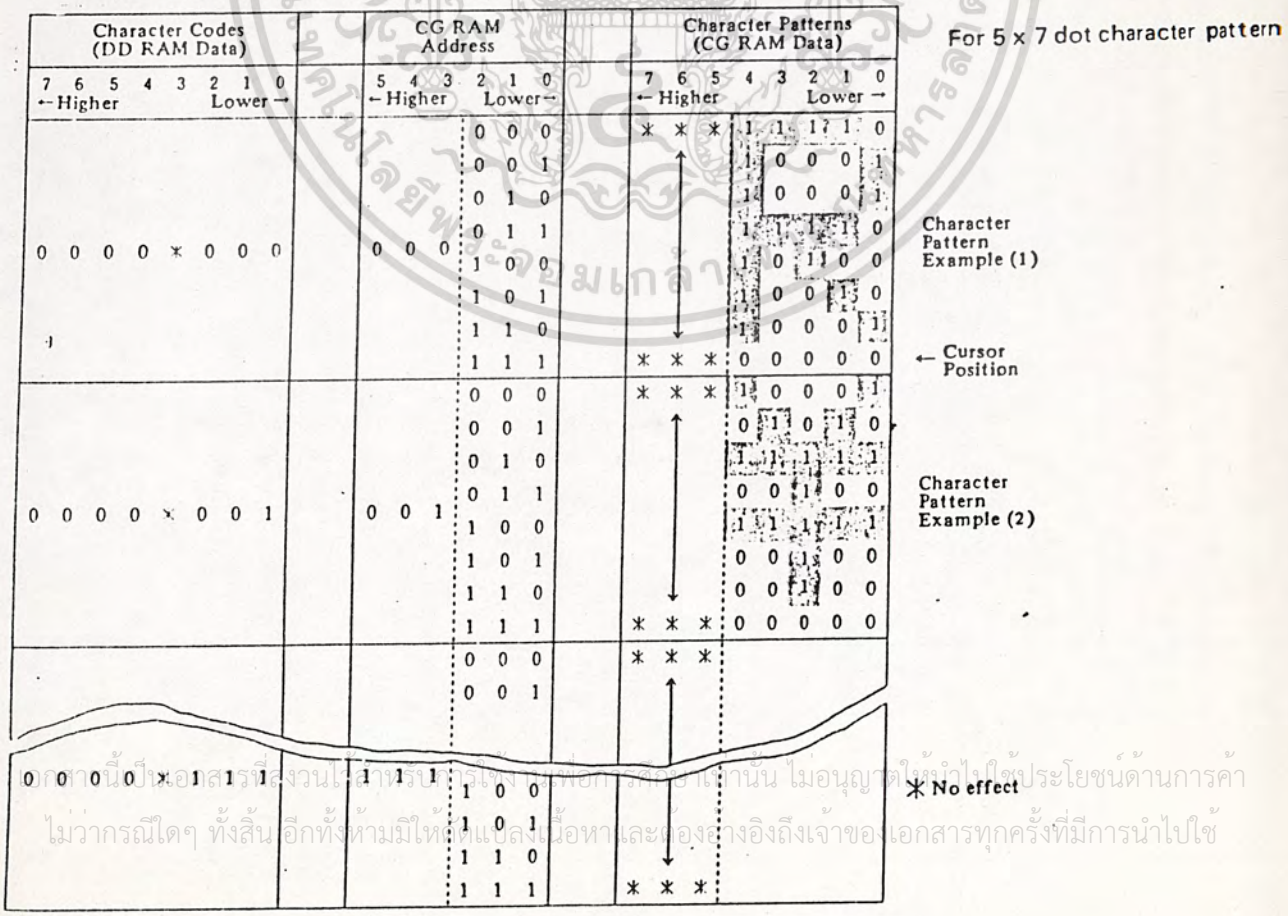
11. READ DATA FROM CG OR DD RAM

Read data from CG or DD RAM

	RS	R/W	DB_7							DB_0
Code	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D
			← Higher Order Bits					Lower Order Bits →		

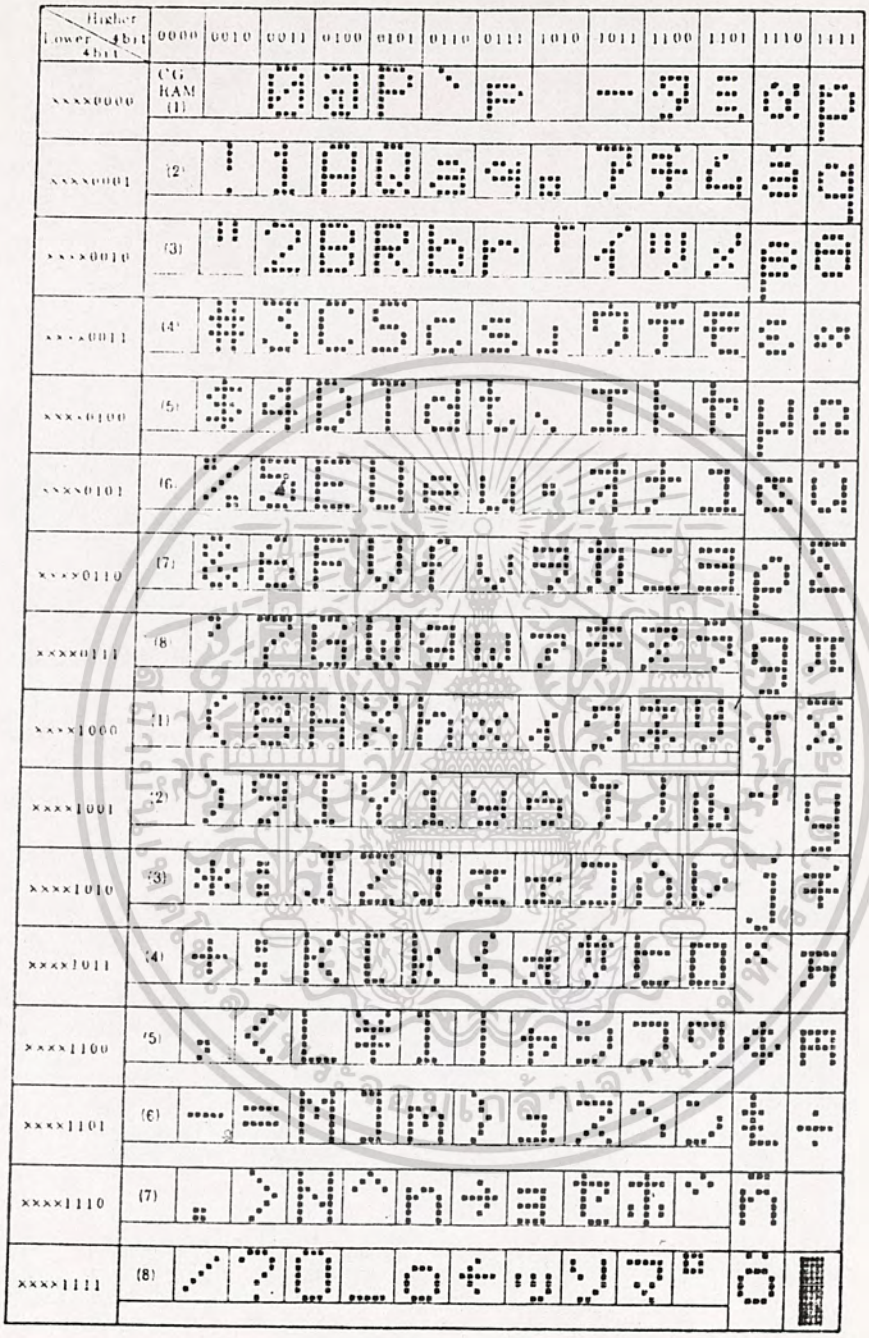
เป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลจาก CG RAM หรือ DD RAM โดยก่อนอ่านค่าจาก DD RAM หรือ CG RAM นี้ควรจะใช้คำสั่ง SET ADDRESS ก่อนเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็น DD หรือ CG RAM

จากตารางการทำงานจะเห็นว่าการใช้งาน LCD MODULE นั้นง่ายเพียงแต่เราส่งคำสั่งเริ่มแรกและ SET ความต้องการในขนาดตัวอักษร, CURSOR หลังจากนั้นเราก็สามารถเขียนตัวอักษรเข้าไปใน DD RAM ตามตารางตัวอักษรที่ให้มานั้นก็จะเกิดอักษรในจอภาพ LCD เรายังสามารถกำหนดตำแหน่งตัวอักษรที่จะให้เกิดบนจอได้โดยการ SET DD RAM ADDRESS ตามตารางที่ให้มาในหัวข้อ SET DD RAM ADDRESS ขอให้นักศึกษาทำความเข้าใจกับตัวโปรแกรมที่ใช้กับ ET-BOARD V3.0 นี้ก่อนจะเห็นว่าจะมีส่วนเริ่มต้นก็คือ ส่วนการ INITIAL LCD เพื่อกำหนดหน้าที่การทำงานต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHARACTER FONT TABLE



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

HANDOK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

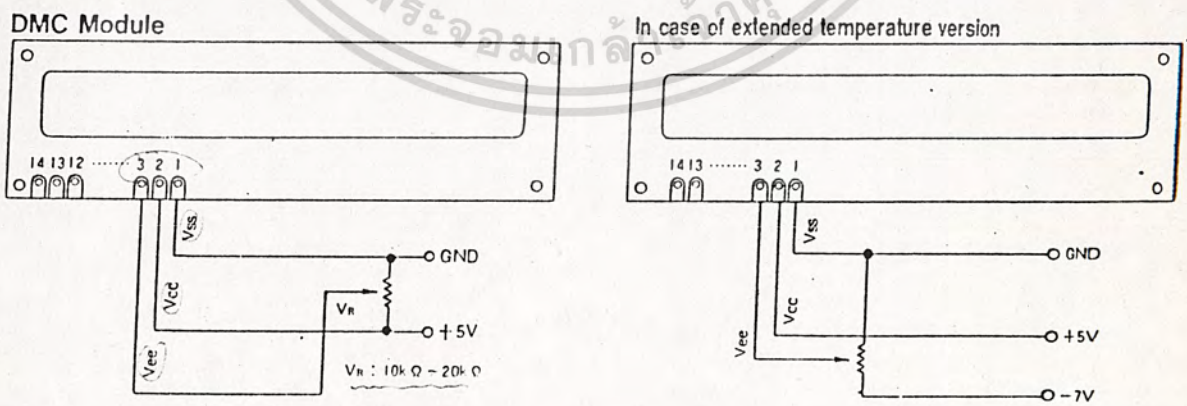
นอกจากนี้ LCD MODULE (HD44780) นี้จะยังมีส่วนหนึ่งของ CHARACTER GENERATOR ที่เราสามารถเขียนข้อมูลในการสร้างตัวอักษรขึ้นได้เอง จากตารางตัวอักษร 5X7 DOT นั้นจะเห็นว่าตัวอักษรตำแหน่งในตารางจาก 00H ถึง 07H ส่วนตำแหน่ง 08H-0FH จะเป็นตำแหน่งเดียวกับ 00H-07H จะเห็นว่าจะมี CHARACTER GENERATOR 8 ตัวที่เราสามารถเขียนข้อมูลกำหนดเองได้และถ้าเป็นแบบ 5X10 DOT จะเขียนได้ 4 ตัวอักษร ซึ่งจากข้อมูลเหล่านี้ทำให้เราสามารถเขียนตัวอักษรสัญลักษณ์หรืออักษรภาษาไทยได้

การเขียนข้อมูล CHARACTER GENERATOR

เราสามารถเขียนข้อมูลได้โดยกำหนด ADDRESS ของ CG RAM ก่อนโดยเขียนได้ 64 ตำแหน่ง BIT 5-BIT 0 และเมื่อกำหนด ADDRESS แล้วก็จะทำการเขียนข้อมูลลงใน CG RAM โดยเป็นลักษณะ BIT ต่อ BIT เช่น 1 ตัวอักษร คือ 5X7 DOT นั้นจะใช้ข้อมูล BIT 4 ถึง BIT 0 ต่อ 1 BYTE เท่านั้น 1 ตัวอักษรจะใช้ข้อมูล 8 BYTE ด้วยกันให้ดูจากตารางประกอบไปด้วยและเมื่อเขียนข้อมูลลงใน CG RAM แล้วเวลาเราจะใช้งานก็ให้เขียนข้อมูลใน DD RAM คือ ข้อมูลตำแหน่งในตาราง CHARACTER ที่ตำแหน่ง 00H-07H

ตัวอย่างโปรแกรมการเขียนข้อมูลตัวหนังสือภาษาไทยเป็นตัว (อ), (ท), และตัว (ว) เข้าไปใน CG RAM ตำแหน่งที่ 00H, 01H และ 02H และนำมาแสดงผลทางจอ LCD โดยใช้ 2 บรรทัดในการแสดงผล

สรุป การใช้งาน LCD MODULE นั้นที่สำคัญคือ ต้องเข้าใจในตัว CONTROLLER ของ LCD MODULE นั้น โดย CONTROLLER ทุกยี่ห้อจะมีการทำงานที่เหมือนกันเป็นส่วนใหญ่



* NOTE: When the voltage of Vee is different from the recommended voltage, the viewing angle may be changed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

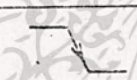
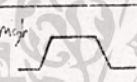
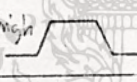
ขาต่างๆในการต่อใช้งาน HD44780

1. RS (REGISTOR SELECTION) จะเป็นขาเลือก REGISTOR ภายในซึ่งมีอยู่ 2 ตัวคือ INSTRUCTION REGISTOR (IR) และ DATA REGISTOR (DR) โดยถ้าเป็น 1 จะเป็นการเลือก DATA และถ้าเป็น 0 จะเป็นการเลือก INSTRUCTION

2. R/W (READ/WRITE) เป็นตัวเลือกว่าจะเขียนหรือจะอ่านข้อมูลจากตัว IC โดยที่ข้อมูล = 1, เขียนข้อมูล = 0

3. E (ENABLE SIGNAL) เป็นขากำหนดสภาพการรับเขียนอ่านข้อมูล

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.

4. DB0-DB7 เป็นขารับส่งข้อมูลจากตัว IC

5. VDD ไฟเลี้ยงตัววงจร

6. VSS เป็นขา GND

7. VO เป็นขาปรับ VOLTAGE ในการขับ LCD ให้สว่างหรือมืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การใช้งาน LCD ในทางปฏิบัติ

สำหรับ LCD ที่ใช้ในโครงงานชิ้นนี้จะไม่ต่อเข้ากับ 8255 ในการใช้งาน แต่จะต่อเข้ากับส่วน EXPANSION 2 บนบอร์ด

แต่มีบางส่วนที่ต้องดัดแปลงเพิ่มเติม คือ ขา E ของ LCD นั้นจะใช้สัญญาณจาก Y_6 จาก 74LS138 และสัญญาณ WR จาก CPU โดยมีความสัมพันธ์กันดังนี้คือ

$$\overline{Y_6 + WR} = E$$

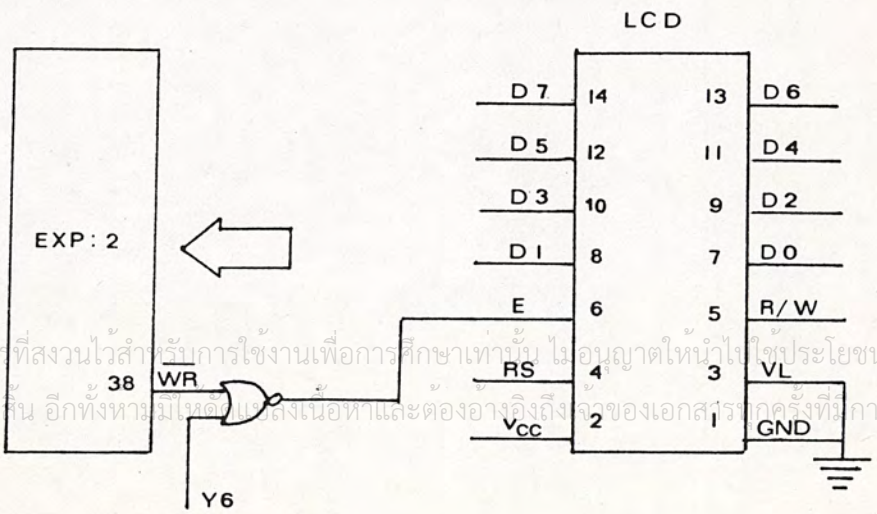
Y_6	WR	E
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

โดยในที่นี้เราจะใช้ NOR GATE เบอร์ 74LS27

Y_6 จะเป็นตัวกำหนด ADRESS ของ LCD เมื่อ CPU จะทำการติดต่อกับ LCD โดยจะทำการเลือกผ่าน

$\overline{WR}$ เป็นสัญญาณสำหรับการเขียนข้อมูล โดยมีภาวะ ACTIVE ที่ "LOW"

สาเหตุที่ต้องใช้วิธีการนี้เนื่องจากว่า ในการเขียนข้อมูลลงใน LCD นั้น สัญญาณ E จะต้องอยู่ในช่วงขอบขาลงมาเสมอตลอดเวลาที่ทำการเขียนข้อมูล และสัญญาณ $\overline{WR}$ ก็จะต้องอยู่ในสภาวะ ACTIVE ตลอดช่วงที่ทำการเขียนข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS = OEOCOH ใช้สำหรับการป้อน INSTUCTION SET ให้กับ LCD

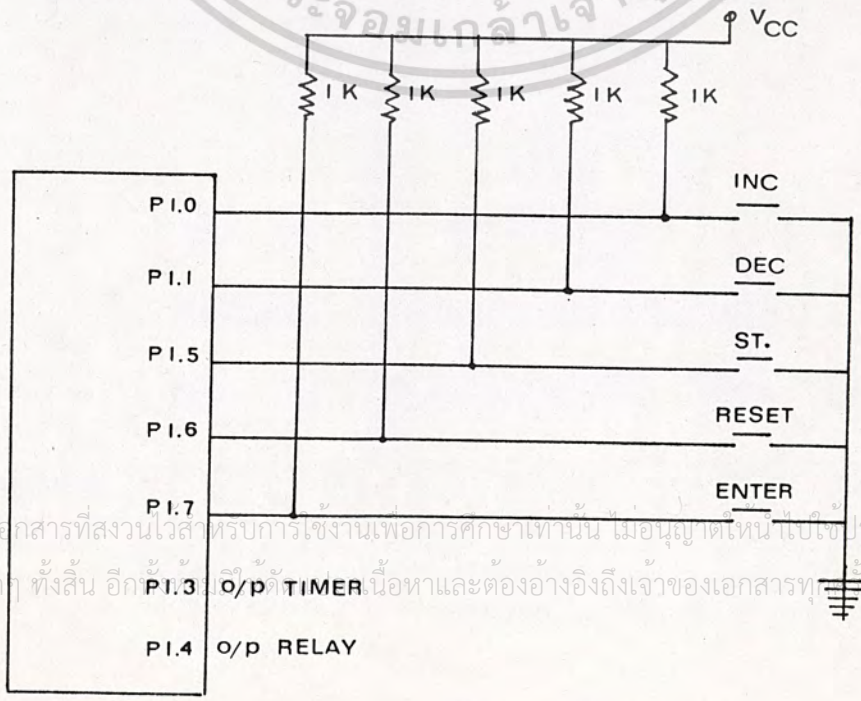
= OEOC2 H ใช้สำหรับการป้อนข้อมูลที่ต้องการเขียนให้กับ

สำหรับตำแหน่งต่าง ๆ บนจอจะเป็นดังนี้ คือ แถวบนเริ่มจาก 80 H ถึง 93 H แถวล่างเริ่มจาก OCOH ถึง OD3H

3.3 คีย์บอร์ด

การต่อคีย์บอร์ดในที่นี้จะไม่ต่อโดยผ่าน 8255 แต่จะต่อเข้ากับพอร์ท 1 ของ CPU โดยตรง และทำการ PULL UP ทุกคีย์ เพื่อให้มีสถานะเป็น "1" ในขณะที่ยังไม่ถูกกด แต่ถ้ามีคีย์ใดคีย์หนึ่งถูกกด อินพุทที่รับเข้ามาก็จะมีสถานะเป็น "0" ได้มีการออกแบบคีย์ที่จำเป็นสำหรับโครงงานชิ้นนี้ไว้ทั้งหมด 5 คีย์ด้วยกัน คือ INC, DEC, ENTER, START, RESET ซึ่งการทำงานของแต่ละคีย์ก็เป็นไปตามที่อธิบายไว้ในบทที่ 2

ค่าที่พอร์ท 1 รับเข้ามาเนื่องจากการกดคีย์นั้น แต่ละคีย์จะมีค่าไม่เท่ากัน ทำให้ CPU สามารถที่จะทราบได้ว่าคีย์ใดที่ถูกกด จากนั้นก็จะข้ามไปทำงานในโปรแกรมของคีย์นั้น เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานในโปรแกรมย่อยแล้ว CPU ก็จะกลับไปทำงานตามที่ยังทำค้างอยู่ในตอนแรก โดยวงจรในการต่อคีย์บอร์ดเป็นดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิจารณ์และสรุป

4.1 บทวิจารณ์

ข้อดีในการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8032 เป็นส่วนหลักในการประมวลผลเมื่อเทียบกับการใช้ Z - 80 มีอยู่หลายประการ ดังนี้

4.1.1 ความเร็วในการทำงานของ 8032 เร็วกว่า Z - 80 คือช่วงความถี่ในการทำงานตั้งแต่ 3 - 12 เมกกะเฮิร์ต รวมทั้งการทำงานทางคณิตศาสตร์ที่รวดเร็วกว่า ซึ่งใน Z - 80 จะช้าและซับซ้อนมากกว่า

4.1.2 มีอินพุทและเอาท์พุทพอร์ทถึง 4 พอร์ท ซีเรียลพอร์ทที่สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรม นอกจากนี้ยังมีไทม์เมอร์และเคาน์เตอร์ภายในขนาด 16 บิท จำนวน 3 ตัว ซึ่งใน Z - 80 จะต้องเพิ่มอุปกรณ์สนับสนุน (CHIP SUPPORT) เช่น Z - 80, Z - 80 SIO, Z - 80 CTC เป็นต้น

4.1.3 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม ในบาง MODE สามารถใช้แบบมัลติ-โพรเซสเซอร์คอมมิวนิเคชั่นได้

4.1.4 สามารถกำหนดระดับความสำคัญของการขออินเทอร์รับได้ (INTERRUPT PRIORITY LEVEL) โดยกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ภายในด้วยการตั้งทางซอร์ปแวร์ ซึ่งใน Z - 80 จะต้องใช้ชิบไอซีที่มีความยุ่งยากกว่า

4.2 บทสรุป

4.2.1 เราสามารถทำการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ 8032 กับโครคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านทาง RS 232 C และนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามลักษณะของโปรแกรมที่เขียนขึ้น เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการ

4.2.2 ลักษณะการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของโครงงานชิ้นนี้ เช่น วงจร LCD หรือ KEY BOARD จะเป็นในลักษณะที่ค่อนข้างง่ายและไม่ยุ่งยากซับซ้อน

4.2.3 การพัฒนาทางด้านซอร์ฟแวร์ในด้านต่าง ๆ เช่นโปรแกรมการทำงานใน MODE ต่าง ๆ ควรที่จะได้มีการพัฒนาต่อไปเพื่อให้โครงงานนี้สามารถนำไปใช้กับงานควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การตั้งเวลาจากเดิมระบุไว้สูงสุด 9990 ชั่วโมง นั้นในการทำงานจริง จะใช้มากที่สุดเพียงแค่ 999 ชั่วโมงเท่านั้นเพื่อความเหมาะสม เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวนานเกินไป

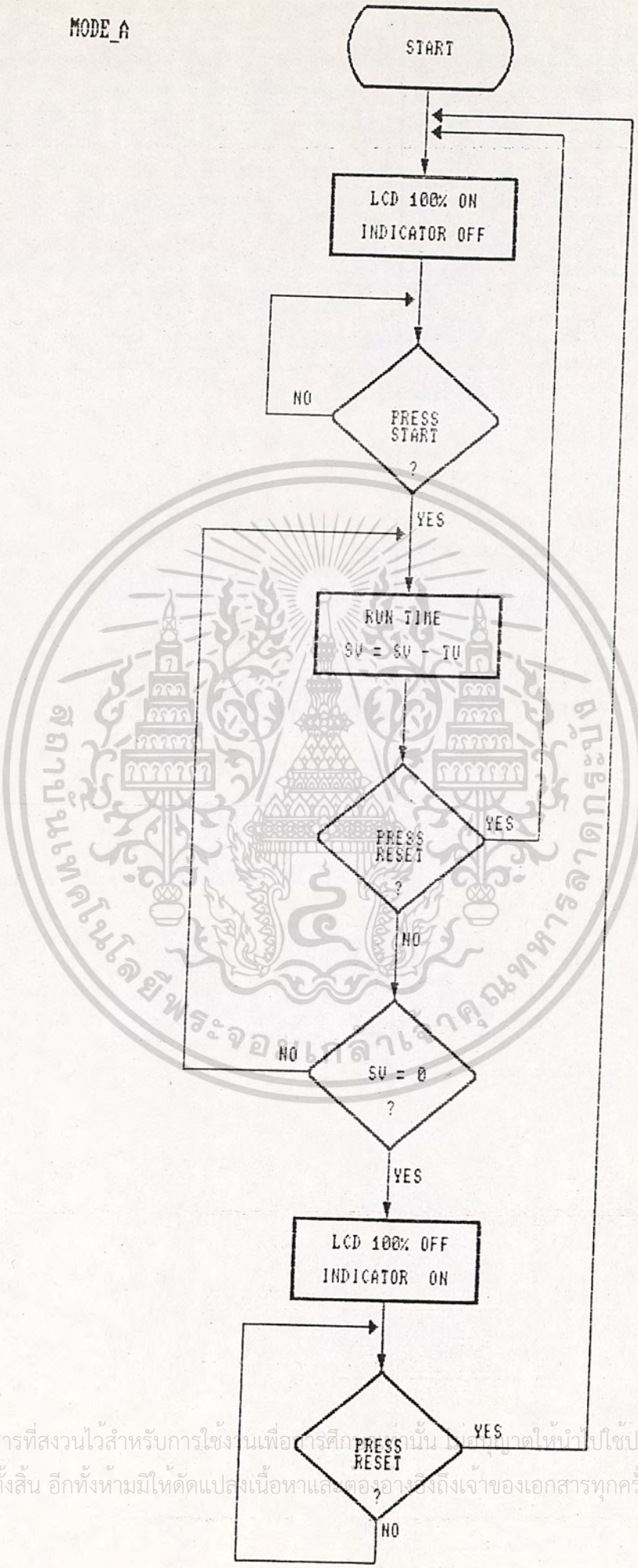
4.2.5 ลักษณะการทำงานที่มีให้เลือกถึง 8 MODE การทำงานนั้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องให้มากขึ้นตลอดจนประสิทธิภาพในการควบคุมงานต่าง ๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

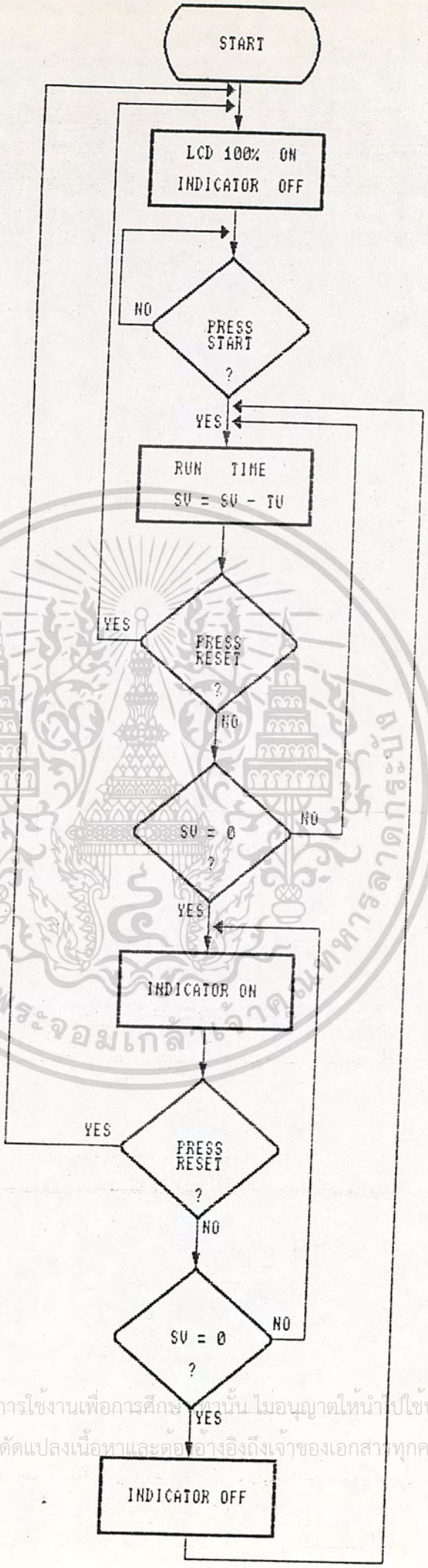
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE_A



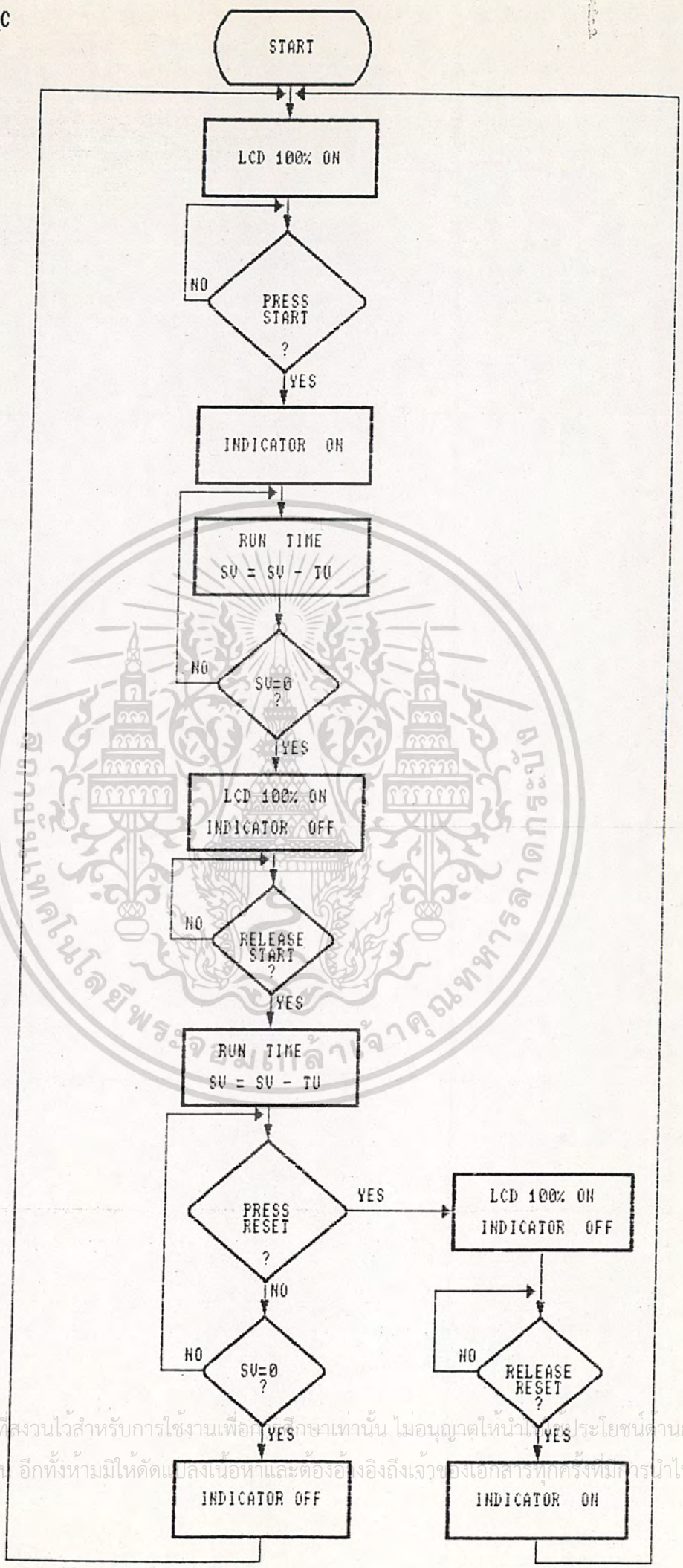
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE_B



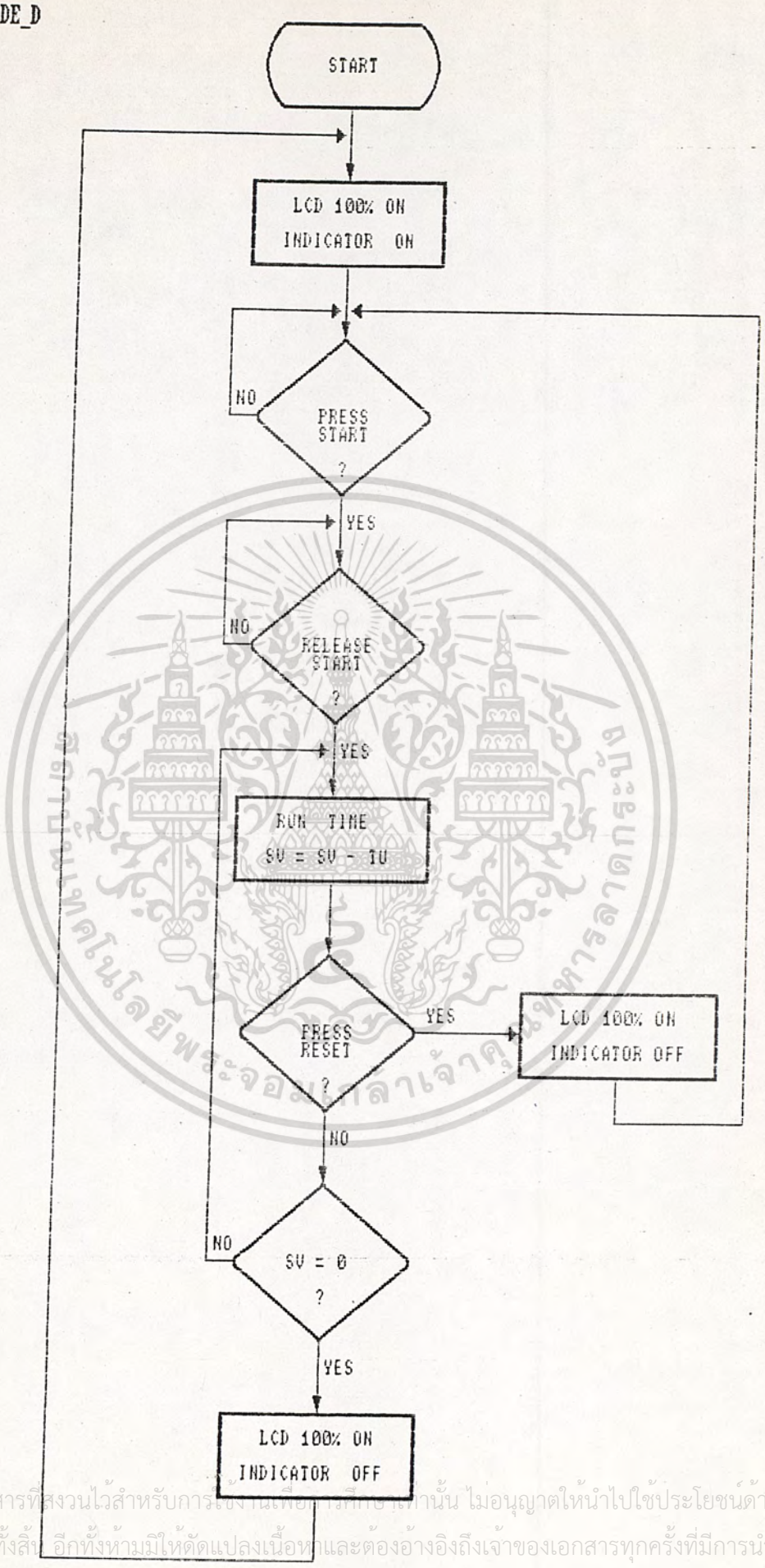
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE_C



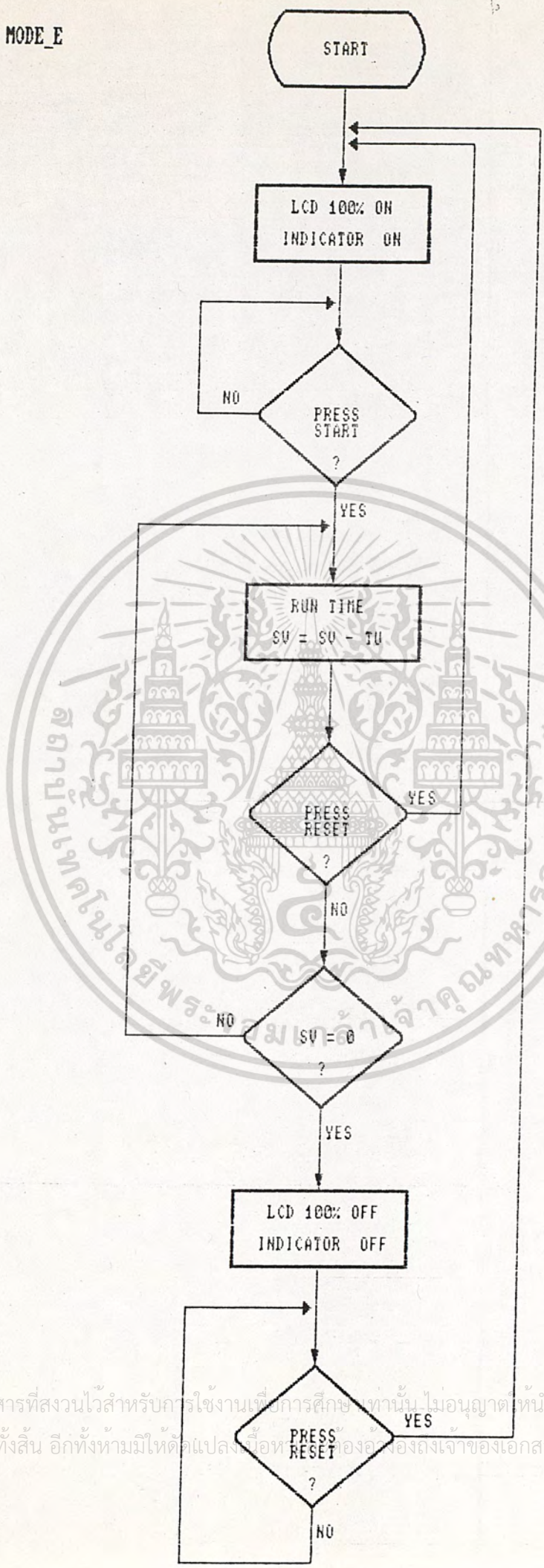
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE_D



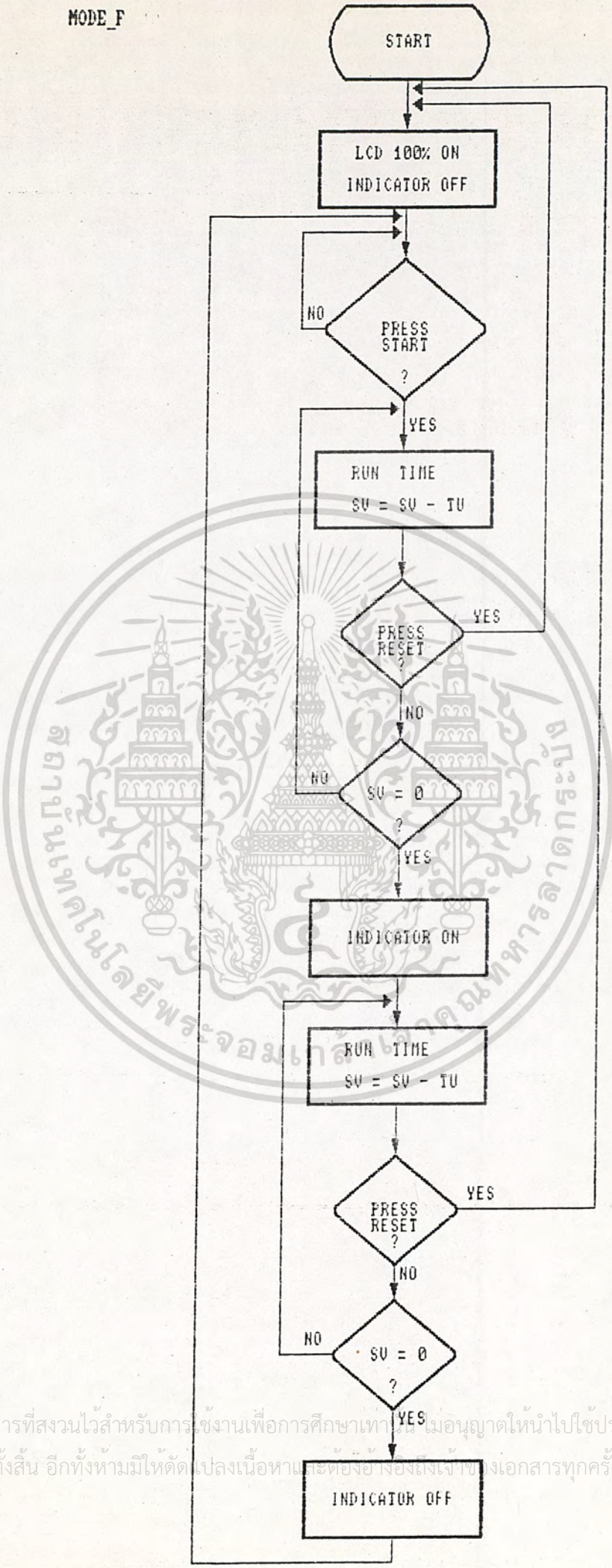
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE_E



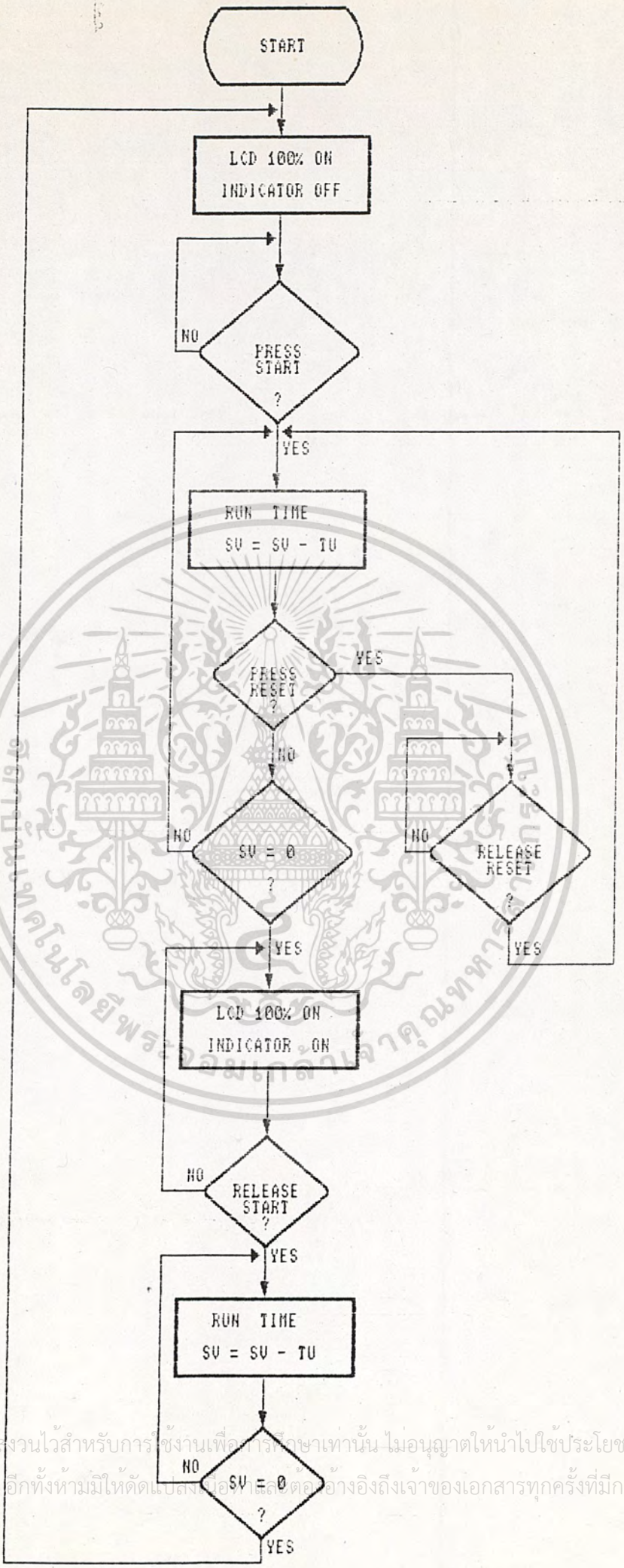
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE_F



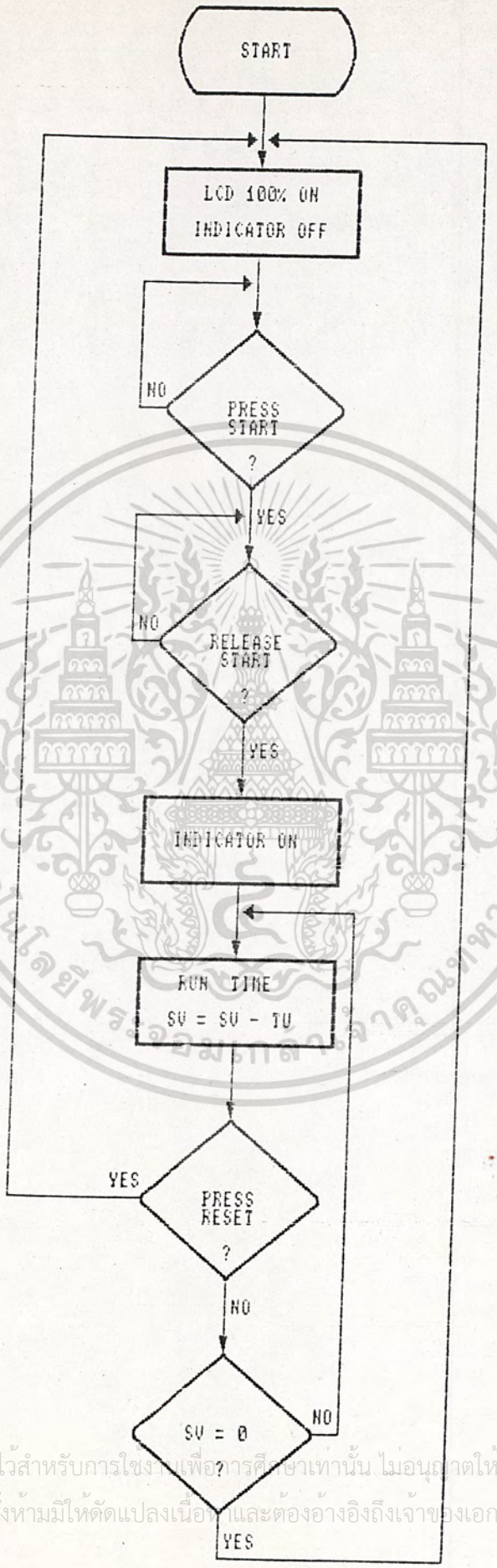
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE_G



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE_H



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การที่โครงงานนี้สำเร็จขึ้นได้ ก็เนื่องมาจากการให้คำแนะนำปรึกษาและอำนวยความสะดวกทางด้านอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ จาก อาจารย์ สุพรรณ กุลวาณิชย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา นอกจากนี้ยังมีอาจารย์และเพื่อน ๆ อีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวชื่อไว้ ณ ที่นี้ ไอ้คอยให้ความช่วยเหลือเมื่อเกิดปัญหาต่าง ๆ ขึ้น ทางผู้จัดทำขอขอบคุณทุก ๆ ท่านเป็นอย่างสูง

ผู้จัดทำ

ประเสริฐ แซ่ลี้

ปิยะดา มหาปิยะศิลป์

ปิยะโชติ มุสิกะภุมมะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. MCS-51 MICROPROSESSER USER MANUAL
2. คู่มือการใช้ LCD ของบริษัท ETT
3. SHEET TIMING DIAGRAM ของบริษัท OMRON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้