เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ

(AUTOMATIC TELEPHONE RECORDER)

นายรุ่ง พวงดอกไม้

นายมานนท์ ศรีสินทร

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ไพศาล สิทธิโยภาสกุล

วัน เดือน ปี 14 ม.ค. 2539
เลขทะเบียน 034920
เลขเรียกหนังสือ T 37025 ร 4

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สาขาเทคโนโลยีอิเล็คทรอนิคส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ

(AUTOMATIC TELEPHONE RECORDER)

นายรุ่ง พวงดอกไม้

นายมานนท์ ศรีสินทร

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีอีเล็คทรอนิคส์

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

( )

..... กรรมการ

( )

..... กรรมการ

( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่องปริญญานิพนธ์ : เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ

ชื่อผู้เขียน : นายรุ่ง พวงดอกไม้
นายมานนท์ ศรีสินทร

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ไพศาล สิทธิโยภาสกุล

ปริญญานิพนธ์ : อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอีเลคทรอนิคส์

บทคัดย่อ

เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์ ที่ได้ออกแบบขึ้นมานี้ ประกอบด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งนับได้ว่าเป็นหัวใจของเรื่อง และส่วนควบคุมการทำงาน (Software) เหตุผลที่นำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งานนั้น เพื่อความยืดหยุ่น กล่าวคือ ในบางครั้งเรามีความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงฟังก์ชั่น การทำงานของระบบที่สร้างขึ้นเพียงบางอย่าง ก็สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลง Software หรือโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงวงจรทางด้าน Hardware

คุณสมบัติของชิ้นงานนี้ บันทึกการใช้งานของเครื่องโทรศัพท์ ทุกกรณีไม่ว่าจะเป็นการโทรออกหรือโทรเข้า รวมทั้งการคำนวณ เพื่อคิดเงินค่าโทรศัพท์ทางไกลภายในประเทศ ทุกเขตได้อีกด้วย ดังตัวอย่างในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TELEPHONE DURATION RECORDER

KMITL 30 SEPTEMBER 1994 09:58:45

EPHONE NO.	START	END	DURING	BAHT/min	TOTAL
	02:15:15	02:18:56	00:03:41	00.00	0.00
	05:21:53	05:23:41	00:01:48	00.00	0.00
	06:10:11	06:11:51	00:01:40	00.00	0.00
	21:53:41	21:57:20	00:04:39	00.00	0.00
	23:17:57	23:37:06	00:19:09	00.00	0.00
1522	23:37:59	23:44:16	00:06:17	03.00	3.00
9162	08:24:39	08:25:47	00:01:08	03.00	3.00
	09:08:14	09:12:04	00:03:50	00.00	0.00

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT REPORT TITLE : AUTOMATIC TELEPHONE RECORDER

NAME MR. RUNG PAUNGDOKMAI

MR. MANON SRISINTHORN

PROJECT REPORT ADVISOR : MR. PAISAN SITTIYOPASAKUL

DEPARTMENT OF : ELECTRONICS TECHNOLOGY

ACADEMIC YEAR : 1994

ABSTRACT

ON THE CREATING AUTOMATIC TELEPHONE RECORDING IS DESIGNED BY MICROPORCESSOR, THAT CONTROLLED ON THIS WORKED PLAN, WHICH USED PROGRAM TO CONTROL THE MICROPROCESSOR. THIS PROJECT HAS THE MANY DETAILS THAT EXPLAIN ABOUT HARDWARE AND THE CONTROLLING PROGRAM (SOFTWARE).

QUANLITY OF AUTOMATIC TELEPHANE RECORDER HAS MORE CONVENIENT UTLITY, i.e, CHECK THE USED OF TELEPHONE, THE NUMBER OF USAGE, THE NATION (DATE - MONTH - TIME), TELEPHONE NUMBER AND TIME OF USAGE. THIS CAPACITY WILL HELP TO ESTIMATION THE COST AND TELEPHONE'S DOFURTIVE.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ" นี้ต้องขอขอบคุณ อาจารย์ไพศาล สิทธิโยภาสกุล ที่ได้ให้คำแนะนำหลักการต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลอง และยังเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วย พร้อมทั้งขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ เพื่อเป็นแนวทางในการทดลองครั้งนี้ ให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ได้สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ปัจจุบันนี้ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางด้านสื่อสาร เป็นไปอย่างรวดเร็วมาก การโทรคมนาคมและการติดต่อสื่อสาร นับเป็นสื่อกลางที่มีความสำคัญมากในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าในวงการธุรกิจ หน่วยราชการ หน่วยงานของเอกชน หรือศูนย์กลางการศึกษาใด ๆ ก็ตาม โทรศัพท์เป็นสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกเป็นอย่างมาก เพราะโทรศัพท์เป็นเครื่องมือสื่อสารที่ใช้ได้สะดวกรวดเร็ว มีใช้กันทั่วประเทศ งานต่อการใช้งาน และยังเสียค่าใช้จ่ายน้อย เมื่อเทียบกับการสื่อสารระบบอื่น ๆ เช่น โทรพิมพ์หรือโทรเลข เป็นต้น สำหรับหน่วยงาน ห้างร้าน บ้านพักอาศัย ตลอดจนแหล่งธุรกิจที่มีการติดต่อกับภายนอกเป็นประจำ จึงทำให้เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์ โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เข้ามามีบทบาท ซึ่งสามารถที่จะอำนวยความสะดวกในด้านการตรวจเช็คการใช้โทรศัพท์ จำนวนครั้งที่ใช้ วัน-เวลา-เดือน ปีที่เท่าไร หมายเลขที่มีการโทรออก หมายเลขอะไรและจับเวลาในการใช้โทรศัพท์ในแต่ละครั้ง พร้อมกับคิดจำนวนเงินทั้งหมดใกล้และไกลภายในประเทศ พร้อมทั้งแสดงผลทุกอย่าง ที่ได้กล่าวมาออกทางเครื่องพิมพ์ ซึ่งทำให้เราสามารถประมาณค่าใช้จ่าย และการลักลอบการใช้โทรศัพท์ได้อีกด้วย

ในฉบับนี้ จะกล่าวถึง เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติเป็นส่วนการควบคุมและการใช้งานของเครื่อง โดยเนื้อหาภายในนี้ประกอบด้วย ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ บล็อกไดอะแกรม วงจรใช้งาน โปรแกรมควบคุมและการนำไปใช้งาน ซึ่งได้รวบรวมไว้ทั้งหมดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	ระบบไมโครโปรเซสเซอร์	1
	- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)	1
	- หน่วยความจำ (MEMORY)	11
	- หน่วยรับส่งข้อมูลเข้าออก (I/O UNIT)	12
	- การสแกนคียบอร์ด (SCAN KEYBOARE)	12
บทที่ 2	สัญญาณพื้นฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย	13
	- สัญญาณสมาชิก	13
	- ระบบต่อด้านผู้เรียก	14
	- ระบบการเรียกด้านผู้รับ	16
บทที่ 3	DOT MATRIX LCD MODULE	18
	- ส่วนประกอบใหญ่	18
บทที่ 4	CP Z84C11 PLUS CONTROLLER	19
	- CPU	19
	- PORT	21
	- Z-80 BUS	23
	- CTC	24
	- KEYBOARD	28
	- PRINTER PORT	31
	- SP	32
บทที่ 5	ENCODE TONE	39
	- คุณสมบัติและการใช้งาน MT 8870	40
	- โครงสร้างของ MT 8870	41
	- การถอดรหัส	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

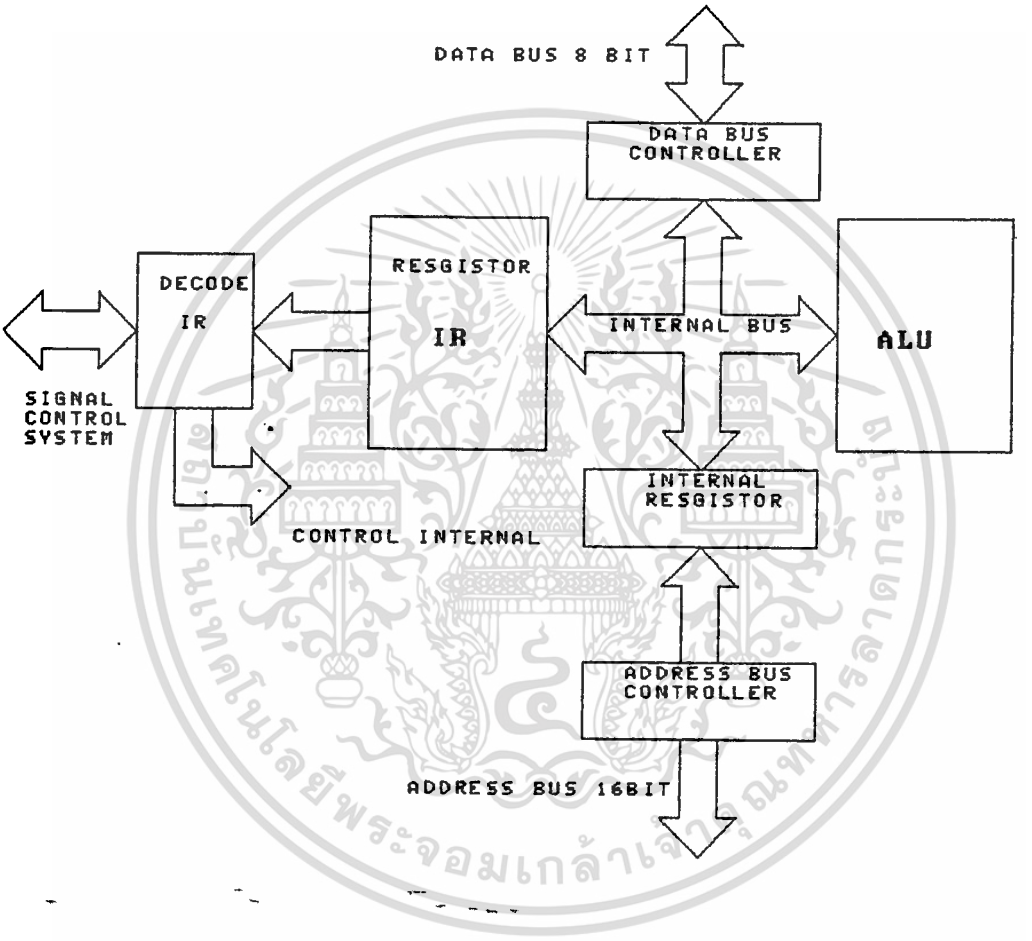
		หน้า
บทที่ 6	การออกแบบวงจรเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ	48
	- บล็อกไดอะแกรมของโครงงาน	49
	- วงจรดีเท็กสัญญาณโทรศัพท์ (SIGNAL DETECT TOT CIRCUIT)	50
	- ลายวงจร	51
	- การทำงานของวงจรดีเท็กสัญญาณโทรศัพท์	52
บทที่ 7	โปรแกรมควบคุมการทำงาน	54
	- FLOW CHART	55
	- PROGRAM LIST	57
บทที่ 8	ส่วนประกอบของชิ้นงาน	88
	- รายละเอียดของส่วน HARDWARD	88
	- รายละเอียดของ PROGRAM MAIN	91
	- รายละเอียดของ SUB PROGRAM	96
	- คุณสมบัติและการใช้งานของ TDR	102
ภาคผนวก		104
	- HD 44780	105
	- Z-80	116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

ระบบไมโครโปรเซสเซอร์

1 หน่วยประมวลผลกลาง



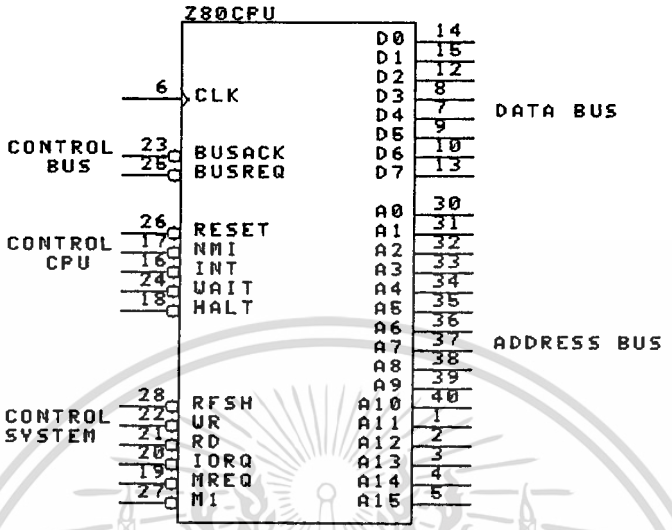
รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมซีพียู Z-80

โครงสร้างภายในของซีพียูจะประกอบบัสข้อมูล 8 บิท ซึ่งเป็นบัสชนิดสองทิศทาง คือ ข้อมูลสามารถวิ่งเข้าและออกจากซีพียูได้ บัสแอดเดรสเป็นบัสขนาด 16 บิท ที่จะทำให้ขีดความสามารถในการอ้างถึงแอดเดรสได้โดยตรงได้ถึง 2^{16} = 64 K

บัสแอดเดรสนี้เป็นสายสำคัญในการอ้างถึงแอดเดรสของหน่วยเทอริเทอรัล ที่เป็นอินพุทหรือเอาท์พุทด้วย สายบัสควบคุมนั้นจะประกอบไปด้วยสัญญาณต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาย ลักษณะการจัดขาใส่แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การแสดงการจัดขางาน Z-80

1.1 รายละเอียดของขาต่าง ๆ และหน้าที่ที่สำคัญมีดังนี้

A0-A15 เป็นสายของแอดเดรสบัส 16 สายที่ส่วนภายในของเอาท์พุทเป็นลอจิก 3 สถานะ ที่จะถูกอินาเบิลเลือกว่าเวลาใดเป็นสัญญาณใด ทั้งนี้เพราะสายของแอดเดรสยังทำหน้าที่เป็นตัวอ้างแอดเดรสสำหรับอุปกรณ์ I/O อีกด้วย

D0-D7 เป็นสายของบัสข้อมูลจำนวน 8 สาย ลักษณะของขานี้เป็นลอจิก 3 สถานะ 2 ทิศทาง เพื่อเลือกทิศทางการไหลของข้อมูลระหว่างซีพียูกับหน่วยความจำหรืออุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท

M1 ลักษณะจะเป็นเอาท์พุท โดยส่งสัญญาณออกมาเพื่อบอกให้ทราบว่ากำลังอยู่ในสถานะเฟทช์ โดยแอคตีฟที่ลดจิค "0"

MERO เป็นเอาท์พุทลอจิค 3 สถานะ สัญญาณเอาท์ของขานี้จะเป็นตัวบอกว่าขณะที่สัญญาณที่แอดเดรสเพื่อเขียนหรืออ่านในหน่วยความจำการแอกตีฟที่ ลอ "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IORQ เป็นการเอาท์พุทที่สัญญาณ เพื่อบอกว่าขณะนี้สัญญาณในแอดเดรสบัสจาก A0-A7 มีค่าแอดเดรสของ I/O อยู่ประโยชน์ของสัญญาณนี้เพื่อดีเทครหัสแอดเดรส ในการเขียนหรืออ่านข้อมูลเพอเฟอรัส

RD เป็นสัญญาณเอาท์พุทที่จะบอกให้ทราบว่า ขณะนี้ซีพียูต้องการจะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ หรือ I/O

WR เป็นขาที่ให้สัญญาณเอาท์พุทเพื่อจะบอกว่า ขณะนี้ซีพียูต้องการจะเขียนข้อมูลในหน่วยความจำ I/O

HALT เป็นสายที่จะแอคตีฟเมื่อซีพียูกระทำคำสั่ง Halt โดยจะแอคตีฟให้ลอจิค "0"

WAIT เป็นสัญญาณที่จะบอกให้ทราบว่าขณะนี้ หน่วยความจำหรือ I/O ยังไม่พร้อมที่จะรับหรือส่งผ่านข้อมูล คือ เมื่อส่งสัญญาณนี้เข้าไป ซีพียูจะหยุดรอจนกว่าเลิกสัญญาณ Wait

INT เป็นสัญญาณจาก I/O ที่จะอินเทอร์รัพท์ซีพียูการอินเทอร์รัพท์จะมีหลายโหมด เป็นมาสเคเบิ้ล (Maskable interrupt)

RESET เป็นสัญญาณที่จะส่งเข้าไปรีเซทซีพียู หรือทำให้โปรแกรมเคาน์เตอร์มีค่าเป็น o

NMI เป็นสัญญาณอินเทอร์รัพท์ที่เป็นนอนมาคเคเบิ้ลอินเทอร์รัพ (Nonmaskable Intreeupt

BUSRQ เป็นสัญญาณบอกซีพียูว่า ขณะนี้ต้องการให้บัสจะทำให้ซีพียูควบคุมบัส โดยใช้หลักการลอจิคสามสถานะ ในการทำให้บัสแอดเดรส และบัสข้อมูลแยกออกจากระบบในซีพียู เพื่อให้หน่วยความจำและ I/O ใช้บัสในการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างกัน

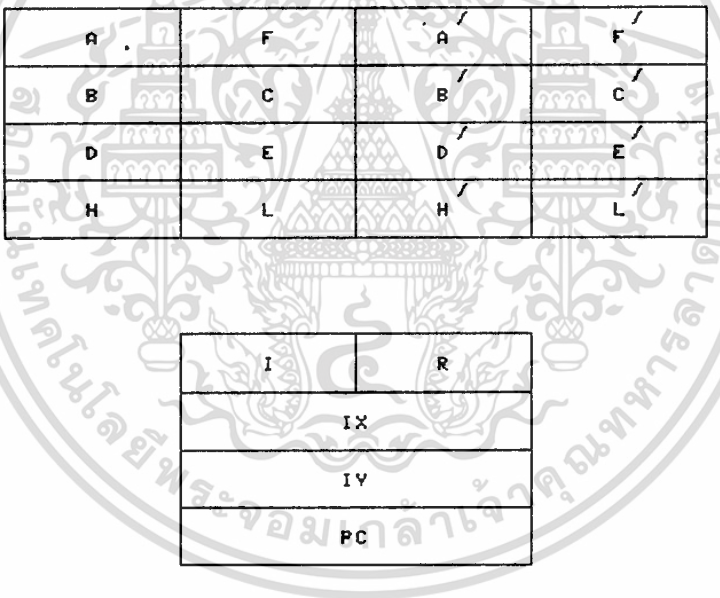
BUSAR เป็นสัญญาณจากซีพียู ที่จะส่งออกไปบอกว่าในขณะนี้ซีพียูไม่ได้ใช้บัสแล้ว

หมายเหตุ การใช้- อยู่เหนือลักษณะ แสดงว่าเป็นการแอคตีฟที่ลอจิค "0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 รีจีสเตอร์ใน Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์

ตัว Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งเป็นศูนย์กลางการควบคุมการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ยของแชาน จะประกอบด้วยรีจีสเตอร์ 22 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 4.3 นอกจากนี้รีจีสเตอร์ยังแบ่งหน้าที่ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ รีจีสเตอร์ทำหน้าที่ทั่วไป ได้แก่ A ,F ,B C ,D ,E ,H ,L ,A′,F′,B′,C′,D′,E′,H′,L′, กับรีจีสเตอร์ทำหน้าที่เฉพาะกิจอันได้แก่ I, R, IX, IY, SP, PC

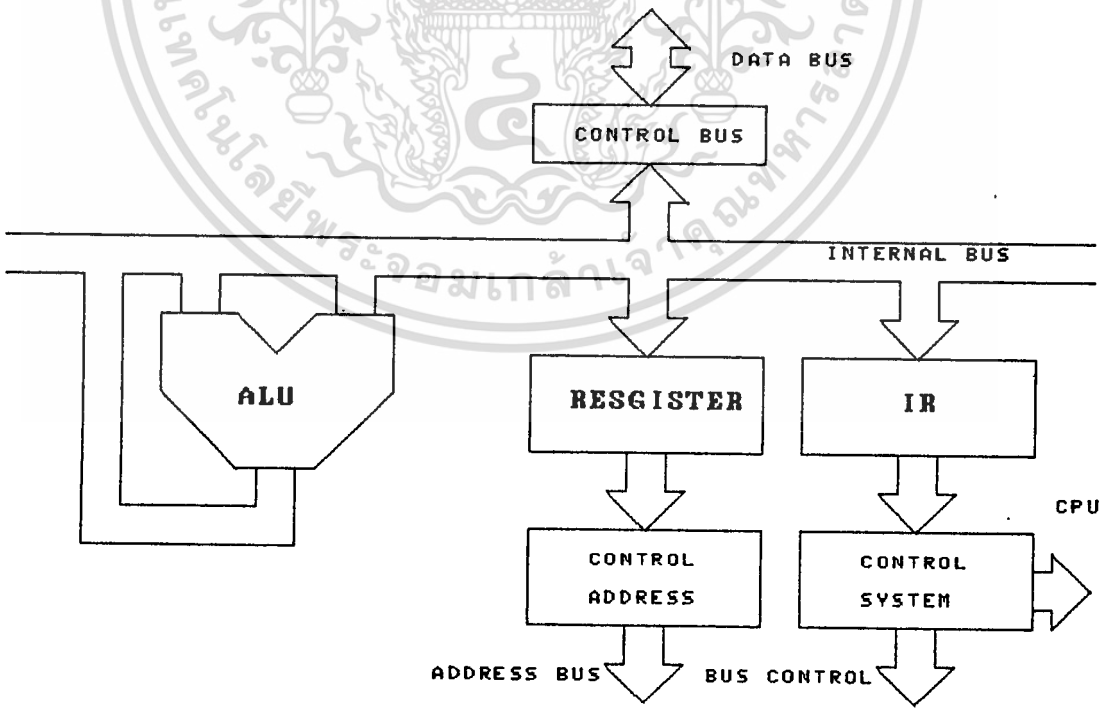


รูปที่ 3 แสดง REGISTER ใน CPU Z-80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 รีจีสเตอร์ทำหน้าที่ทั่วไปรีจีสเตอร์ประเภทนี้มีความจุรีจิสเตอร์ละ 8 บิท A,B,C,D,E,H และ L ทำหน้าที่ข้อมูลชั่วคราว โดยที่ข้อมูลนั้นอาจจะป้อนเป็นตัวเลขโดยตรงเช่น คำสั่ง LD A, 56H หมายถึงป้อนตัวเลขไบนารี 8 บิท 01010110 เก็บไว้ในรีจีสเตอร์ A เป็นต้น นอกจากนี้รีจีสเตอร์เหล่านี้ยังสามารถรับข้อมูลจากหน่วยความจำหรือถ่ายข้อมูลไปเก็บไว้ยังหน่วยความจำได้เลย

รีจีสเตอร์ A บางที่เรียกว่า แอคคิวมูเลเตอร์ (A ย่อมาจาก Accumulator) ยังทำหน้าที่พิเศษ กล่าวคือ ในการทำคณิตศาสตร์ เช่น บวก หรือ ลบ ข้อมูลทั้งสองข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ใน A หรือทำโอเปอร์เรชันทางโลจิกเช่น OR ข้อมูลสองข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ก็จะเก็บไว้ใน A เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.4 ข้อมูลหนึ่งจะอยู่ใน A ส่วนอีกข้อมูลหนึ่งอาจอยู่ในรีจีสเตอร์ใด ๆ ที่เหลือกล่าวคือ B, C, D, E, H หรือ L เมื่อป้อนให้ ALU (Arithmetic/Logic Unit) ซึ่งก็อยู่ใน Z-80 เช่นกันผลความจำที่ได้จะส่งกลับไปเขียนทับข้อมูลเดิมใน A ยกตัวอย่างคำสั่ง ADD A, C จะบวกข้อมูลใน C เข้ากับข้อมูลใน A ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ใน A เป็นต้น

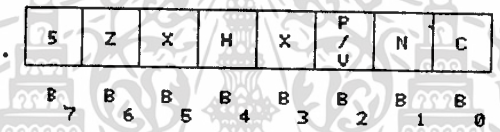


รูปที่ 4 แสดงการทำงานเกี่ยวกับ Arthmetic/Logic Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรีจีสเตอร์ B, C, D, E, H, L นอกจากจะทำงานเป็นอิสระ เก็บข้อมูลรีจีสเตอร์ละ 8 บิทแล้ว ยังสามารถทำงานเป็นคู่ ๆ คือ BC, DE, และ HL เพื่อทำคณิตศาสตร์เลข 16 บิท หรือ บ่งตำแหน่ง (Address) ของข้อมูลในหน่วยความจำได้

รีจีสเตอร์ F ย่อมาจาก Flag มีบทบาทสำคัญตรงที่บ่งภาวะของผลลัพธ์หลักการทำงานของคำสั่งเป็นต้นว่า หลังจากบวกข้อมูลสองข้อมูลแล้ว อยากทราบว่าผลลัพธ์เป็นศูนย์หรือไม่ เราจะตรวจสอบได้จากแฟล็ก หรือภาวะอื่น ๆ ของผลลัพธ์ เช่น มากหรือน้อยกว่าศูนย์ หรือเกิน 8 บิทหรือไม่ เป็นต้น รูปที่ 5 แสดงบิทต่าง ๆ ของแฟล็ก



รูปที่ 5 แสดงบิทต่าง ๆ ของ Flag

Sing Flag หรือแฟล็กเครื่องหมาย (บิทที่ 7) มีค่าเป็น 1 หากผลลัพธ์คำสั่งมีค่าลบ และมีค่าเป็น 0 หากผลลัพธ์คำสั่งมีค่าบวก (ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลในคณิตศาสตร์ของทูคอมพลีเมนท์ ตำแหน่งบิท 7 จะมีค่า 1 หากข้อมูลเป็นลบ และบิท 7 มีค่า 0 หากข้อมูลเป็นบวก)

Zero Flag หรือ แฟล็กศูนย์ (บิทที่ 6) จะมีค่า 1 หากผลลัพธ์ของคำสั่งเป็นศูนย์ แต่จะมีค่า 0 หากผลลัพธ์ไม่ใช่ศูนย์

BCD Half Carry Flag หรือแฟล็กทดครึ่ง (บิทที่ 4) มีเลขชนิดหนึ่งเรียกว่า BCD ข้อมูล 1 ไบท์ สามารถเก็บเลข BCD ได้ 2 หลัก เพราะเลข BCD หนึ่งหลักใช้เพียง 4 บิท เมื่อบวกข้อมูล BCD 1 ไบท์ สองข้อมูลเข้าด้วยกันแฟล็กนี้จะมีค่าเป็น 1 หากมีการทดจากหลักต่ำสุดไปยังหลักถัดไปและมีค่าเป็น 0 หากไม่มีตัวทด ในการลบก็เช่นเดียวกัน หากหลักต่ำสุดยืมจากหลักถัดไป แฟล็กนี้จะมีค่า 1 แต่หากไม่มีการยืมแฟล็กนี้จะมีค่าเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parity/Overflow Flag หรือแฟล็กพาราตี้/โอเวอร์โฟล (บิทที่ 2) มีประโยชน์สองประการ ประการแรกใช้ตรวจสอบผลลัพธ์ของคำสั่งว่ามีพาริตี้คู่หรือคี่ แฟล็กจะมีค่า 1 หากพาราตี้คู่ และมีค่า 0 หากพาราตี้คี่ ยกตัวอย่างเช่น หากผลลัพธ์ของคำสั่งเป็น 00101011 ซึ่งมีบิทค่า 1 ทั้งหมดรวมกัน 4 บิท พาราตี้จึงเป็นคู่ ดังนั้นแฟล็กพาราตี้/โอเวอร์โฟล จะมีค่า 1 แต่หากผลลัพธ์เป็น 00111101 ซึ่งมีบิทค่า 1 ทั้งหมดรวมกัน 5 บิท พาราตี้เป็นคี่ ดังนั้นแฟล็กพาราตี้/โอเวอร์โฟล จะมีค่าเป็น 0 ประโยชน์ประการที่สองของแฟล็กนี้ก็คือ ใช้ตรวจสอบว่าผลลัพธ์เลขคณิต ทูว์คอมพิเมนท์ไม่เกิน +127 และไม่ต่ำกว่า -128 หากผลลัพธ์อยู่เกินย่านดังกล่าวนี้ แฟล็กพาราตี้/โอเวอร์โฟล จะถูกเซ็ทเป็น 1

Subtract Flag หรือ N Flag (บิทที่ 1) ใช้ในคณิตศาสตร์ของเลข BCD หากเป็นการบวกเลข BCD 1 ล็กนี้จะมีค่าเป็น 0 แต่หากเป็นการลบเลข BCD แฟล็กนี้จะมีค่าเป็น 1 แฟล็กลบนี้ใช้คู่กับแฟล็กทดครึ่งในการทำคณิตศาสตร์ของเลข BCD

Carry Flag หรือแฟล็กทด (บิทที่ 10) หากเป็นการบวกเลขไบนารีสองจำนวนมีการทดจากบิทที่ 7 (บิทสูงสุด) แฟล็กทดจะมีค่าเป็น 1 แต่หากไม่มีการทดจากบิทที่ 7 แฟล็กทดจะมีค่าเป็น 0 นอกจากนี้แฟล็กทดยังใช้ประโยชน์ในการทดสอบบิทต่าง ๆ โดยใช้คำสั่งจากรีจีสเตอร์ทีละบิทเข้าไปในแฟล็กทด หากบิทที่เลื่อนเข้าไปมีค่า 1 แฟล็กทดจะเป็น 1 ด้วย หากบิทที่เลื่อนเข้าไปมีค่า 0 แฟล็ก ประโยชน์ที่สามของแฟล็กยังใช้เปรียบเทียบข้อมูลสอง ข้อมูลว่า มาก น้อย หรือเท่ากันอีกด้วย

สำหรับรีจีสเตอร์ A′, F′, B′, C′, D′, E′, F′, H′, L′ใช้เป็นรีจีสเตอร์ชุดสำรอง (Alternate Register Set) ไว้เก็บข้อมูลจากชุด A, F, B, C, D, E, H, L ชั่วคราว ยกตัวอย่างเช่นในขณะที่การประมวลสัญญาณงานที่หนึ่งกำลังดำเนินอยู่เกิดมีความจำเป็นที่ Z-80 ซีพียูต้องหยุดงานนี้ชั่วคราว เพื่อไปทำงานที่เร่งด่วนงานที่สองและเมื่อทำงานที่สองเสร็จ ตัวซีพียูจะกลับไปทำงานที่หนึ่งที่ค้างอยู่ต่อไป ในเหตุการณ์ดังกล่าวนี้เมื่อหยุดงานที่หนึ่งข้อมูลในรีจีสเตอร์ A ,F ,B ,C ,D ,E ,H ,L แล้วดำเนินที่สองจนแล้วเสร็จเมื่อจะกลับไปทำงานที่หนึ่งอีกก็จะถ่ายข้อมูลจากชุด A′, F′, B′, C′, D′, E′, H′, L′กลับสู่ชุด A, F, B, C, D, E, H, L แล้วดำเนินงานที่ค้างอยู่ต่อไปได้ การเก็บข้อมูลชั่วคราวอาจทำได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะหนึ่ง โดยถ่ายจากรีจีสเตอร์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ (โดยการใช้สแต็ก) จากการถ่ายข้อมูลจากรีจีสเตอร์หนึ่งไปยังอีกรีจีสเตอร์หนึ่งจะทำได้เร็ว (เฉพาะรีจีสเตอร์ทุกตัวอยู่ภายใน Z-80 ซีพียู) กว่าการถ่ายข้อมูลจากรีจีสเตอร์และหน่วยความจำ

1.4 รีจีสเตอร์ทำหน้าที่เฉพาะได้แก่ I, R, Ix, Iy, SP และ PC ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน ได้ดังนี้

รีจีสเตอร์ I มาจากชื่อเต็มว่า Interrupt Page Address Register ในการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์มีสิ่งหนึ่งที่เรียกว่าการอินเตอร์รัพ ซึ่งหมายถึง ขณะที่ซีพียูกำลังทำงานที่หนึ่งอยู่ เราสามารถทำให้ซีพียูหยุดทำงานนี้ชั่วขณะ เพื่อไปทำงานที่สองที่เร่งด่วนกว่า เมื่อเสร็จการทำงานที่สองแล้ว จึงกลับไปทำงานที่หนึ่งที่ค้างอยู่ต่อไป เหตุการณ์เช่นนี้เราเรียกว่า การอินเทอร์รัพเกิดขึ้นเราจำเป็นต้องบ่งตำแหน่งข้อมูลในหน่วยความจำที่เก็บคำสั่งของงานที่สองที่ซีพียูต้องทำ รีจีสเตอร์ I ใช้ประโยชน์ในการนี้โดยจะเก็บค่า 8 บิทบนของตำแหน่งบนข้อมูลในหน่วยความจำ ส่วนค่า 8 บิทล่างของตำแหน่งข้อมูลในหน่วยความ ฉะนั้นจะป้อนให้กับภายนอกให้กับซีพียูค่า 8 บิททั้งสองค่า จะประกอบกันเป็นค่า 16 บิทของตำแหน่งในหน่วยความจำที่เก็บตำแหน่งของงานที่สองดังกล่าวแล้ว ค่า 8 บิทในรีจีสเตอร์ I และค่า 8 บิทที่ป้อนจากภายนอกจะเป็นค่าที่เท่าไรก็ได้ ที่เรากำหนดให้ ด้วยเหตุนี้ Z-80 จึงนับว่าให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ที่สามารถจะเรียกคำสั่งเนื่องจากอินเทอร์รัพที่ตำแหน่งใดของหน่วยความจำได้

รีจีสเตอร์ R มาจากชื่อเต็ม Memory Refresh Register หน่วยความจำแรม (RAM) ซึ่งใช้เก็บคำสั่งของโปรแกรมที่เราเขียนลงไปอาจแบ่งออกเป็นสองประเภท กล่าวคือ สแตติคแรม (Stitic RAM) สร้างในลักษณะของวงจรลิปฟล็อกที่ข้อมูลจะไม่สูญหายไปไหนจนกว่าเราจะเขียนข้อมูลใหม่ทับลงไป ส่วนอีกประเภทหนึ่งเรียกว่า ไดนามิคแรม (Dynamic RAM) สร้างในลักษณะของคาแปซิแตนซ์ ทำให้ราคาประหยัดกว่าสแตติคแรม แต่ข้อมูลที่เก็บไว้จะค่อย ๆ สูญหายไป หากไม่มีการปรับ (Refersh) ประจุของคาแปซิแตนซ์ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องปรับประจุดังกล่าวเป็นระยะ ๆ เพื่อรักษาข้อมูลรีจีสเตอร์ มีขนาด 7 บิททำหน้าที่เป็นตัวนับเพื่อบ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งข้อมูลในหน่วยความจำในการปรับประจุของไดนามิคแรม ปกติผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปยุ่งเกี่ยวกับรีจีสเตอร์ R เพราะการปรับปรุงจะกระทำแบบอัตโนมัติโดยซีพียูถ่ายคำสั่ง (Fetch Cycle) จากหน่วยความจำ

รีจีสเตอร์ Ix และรีจีสเตอร์ Iy เป็รีจีสเตอร์ดัชนี (Index Register) ขนาด 16 บิท ในการบ่งตำแหน่งของข้อมูลในหน่วยความจำ อาจทำได้หลายแบบ มีแบบหนึ่งที่ผู้ใช้จะกำหนดให้ค่ารีจีสเตอร์ในดัชนีเป็นค่าฐาน แล้วใช้คำสั่งบ่งว่าตำแหน่งของข้อมูลห่าง (Displacement) จากฐานนี้เท่าไร จะมีประโยชน์ เช่น ทำให้เกิดความคล่องตัว การบ่งตำแหน่งข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ กรณีข้อมูลมีลักษณะเป็นชุดหรือตารางข้อมูล

รีจีสเตอร์ SP มาจากชื่อ Stack Pointer มีขนาด 16 บิท ในหน่วยความจำแรม จะมีงานที่ถูกกำหนดให้เป็นที่เก็บข้อมูลชั่วคราว ย่านดังกล่าวนี้ เรียกว่าสแต็ค (Stack) เมื่อจะเก็บข้อมูลไว้ในสแต็คเราใช้คำสั่ง PUSH แล้วเมื่ออ่านออกจากสแต็กใช้คำสั่ง POP นอกจากนี้สแต็กยังใช้ประโยชน์ในการเก็บตำแหน่งของคำสั่งในหน่วยความจำไว้ชั่วคราว เมื่อซีพียูทำงานตามคำสั่ง CALL หรือ RETURN

รีจีสเตอร์ PC มาจากชื่อเต็ม Program Counter มีขนาด 16 บิท ใช้เก็บตำแหน่งในหน่วยความจำของคำสั่งที่กำลังถูกถ่ายจากหน่วยความจำไปยังซีพียู (โดยค่าของรีจีสเตอร์ PC จะถูกส่งไปตามสายแอดเดรสไปยังหน่วยความจำ) หลังจากถ่ายคำสั่งแล้ว ค่าของรีจีสเตอร์ PC จะเพิ่มขึ้นโดยอัตโนมัติ เพื่อบ่งตำแหน่งของคำสั่งถัดไป ในกรณีคำสั่ง LUMP หรือ CALL ค่าของรีจีสเตอร์ PC จะบ่งตำแหน่งในหน่วยความจำไปที่ JUMP หรือ CALL สำหรับคำสั่ง CALL รีจีสเตอร์ SP จะเข้ามาช่วยในการเก็บตำแหน่งคำสั่งปัจจุบัน (ซึ่งปกติต้องดำเนินการต่อไปถึงแม้ไม่มีคำสั่งในการ CALL) ทั้งนี้เพื่อว่าเมื่อเสร็จภาวะการ CALL แล้วโปรแกรมปกติจะได้ดำเนินต่อไปได้โดยการถ่ายตำแหน่งคำสั่งจากย่านสแต็กคืนสู่จากรีจีสเตอร์ PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ 034725

1.5 ระบบทางฮาร์ดแวร์ไมโครคอมพิวเตอร์ Z-80

วงจรฮาร์ดแวร์พื้นฐานของไมโครคอมพิวเตอร์ Z-80 ประกอบด้วย

1. แหล่งจ่ายไฟตรงขนาด 5 โวลต์
2. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา
3. อุปกรณ์หน่วยความจำ RAM หรือ ROM
4. วงจร I/O
5. ซีพียู Z-80

ในระบบเราจะเห็นว่าซีพียูต้องการแหล่งจ่ายไฟขนาด +5 โวลต์ กับกราว์และวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ส่วนการต่อหน่วยความจำนั้นเราต่อแอดเดรสบัสเข้าตรงกับแอดเดรสของหน่วยความจำ และบัสข้อมูลก็จะต่อโดยตรงกับข้อมูลอินพุทและเอาท์พุทของระบบส่วนสัญญาณที่จะควบคุมที่หน่วยความจำ ซีพียูต้องติดต่อกับหน่วยความจำ และเนื่องจากหน่วยความจำต้องมีสัญญาณที่จะบอกว่าเมื่อไรจึงจะเป็นการอ่านและเขียน ส่วน Z-80-PIO- ชิปไอซีนี้ทำหน้าที่การแยกอินพุทเอาท์พุทได้ พอร์ทเบอร์ต่าง ๆ คือ A, B, C, D ตามการกำหนดของ AO และ AI สัญญาณควบคุม Z-80-PIO คือ IORQ ซึ่งเป็นสัญญาณที่จะบอกว่า ขณะนี้ซีพียูต้องการติดต่อ I/O และเราต่อ RD เข้ามาเพื่อจำกำหนดว่าเมื่อไรจึงจะเป็นการอ่านหรือเขียน

2 หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำแบ่งออกตามความอ่านและเขียนข้อมูลออกได้เป็น 2 ประเภท คือ หน่วยความจำรอม (ROM = Read Only Memory) และหน่วยความจำแรม (RAM = Random Addess Memory) ก่อนอื่นเราควรเข้าใจความหมายของการอ่าน (read) และเขียน (write) หน่วยความจำว่าคืออะไร เมื่อซีพียูรับข้อมูลจากหน่วยความจำ เราเรียกว่าเป็นการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ แต่เมื่อซีพียูถ่ายข้อมูลลงสู่หน่วยความจำ เราเรียกว่าเป็นการเขียนข้อมูลลงสู่หน่วยความจำ โดยที่ข้อมูลเดิมที่เคยมีอยู่จะถูกเขียนทับลงไป

Z-80 ซีพียูบัสแอดเดรส (address bus) อยู่ 16 เส้น ฉะนั้นซีพียูสามารถส่งค่า 16 บิทไปตามบัสแอดเดรสไปยังหน่วยความจำ ทำให้บ่งตำแหน่งได้ทั้งหมดถึง 2^{16} = 65,535 หรือ 64 K ไบท์ (1K = 1.024 ไบท์) โดยที่ 1 ไบท์จะมีค่าเท่ากับ 8 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำรอม ผู้ใช้สามารถอ่านข้อมูลออกมาได้แต่ผู้ใช้ไม่สามารถที่จะเขียนข้อมูลใหม่ทับลงไปในหน่วยความจำชนิดนี้ได้

หน่วยความจำแรม ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยการเขียนข้อมูลที่ต้องการลงไปเก็บไว้ได้ มีประโยชน์ เช่น ผู้ใช้ต้องการทดสอบคำสั่งหรือโปรแกรมก็สามารถเขียนคำสั่งหรือโปรแกรมไปเก็บไว้ในหน่วยความจำแรม จากนั้นก็ให้ไมโครคอมพิวเตอร์ดำเนินงานตามคำสั่งหรือโปรแกรมดังกล่าวได้ เมื่อเกิดการทำงานผิดพลาด โดยทำได้ไม่ตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ก็สามารถที่จะดัดแปลงแก้ไขจนทำงานได้ตามวัตถุประสงค์แล้ว จึงนำชุดคำสั่งหรือโปรแกรมนั้นไปใช้งานจริง ๆ ต่อไป สำหรับประโยชน์ด้านอื่น ก็สามารถที่จะทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำย่านสแต็ก ให้แก่ซีพียูในขณะทำงานได้ สำหรับหน่วยความจำแรมนี้ไม่สามารถที่จะรักษาข้อมูลในหน่วยความจำไว้ได้เมื่อเราปิดสวิทช์ ฉะนั้นเมื่อเราเปิดสวิทช์อีกข้อมูลจะเปลี่ยนแปลงไป ผู้ใช้จำเป็นที่จะต้องป้อนข้อมูลให้กับหน่วยความจำแรมใหม่

3 หน่วยรับส่งข้อมูลเข้าออก (I/O Unit)

หน่วยรับข้อมูลเข้าออกทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ เช่นสามารถรับข้อมูลจากสัญญาณการทำงานของมอเตอร์แล้วนำมาดำเนินการประมวลผล เมื่อประมวลผลเรียบร้อยแล้ว ก็จะส่งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลส่งกลับออกไปควบคุมอัตราความเร็วหรือทิศทางการหมุนของมอเตอร์ต่อไป สำหรับ Z-80 ซีพียูสามารถบ่งหน่วยรับส่งข้อมูลเข้าออกได้ถึง 256 หน่วย โดยใช้ 8 บิทล่างของบัสแอดเดรส

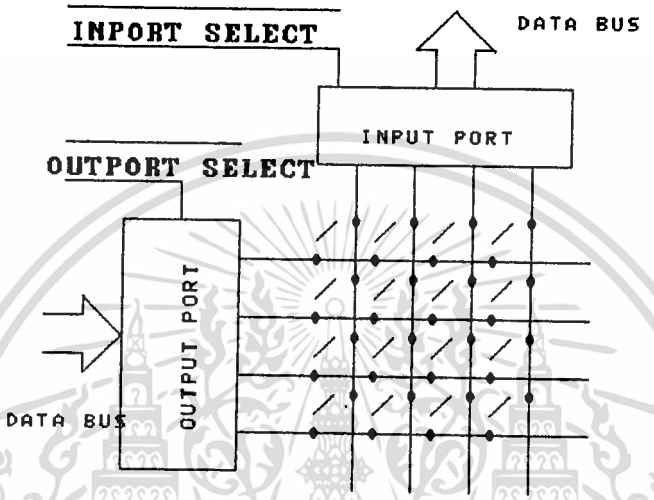
4 การสแกนคีย์บอร์ด (Scan Keyboard)

วัตถุประสงค์เพื่อให้ระบบรับรู้ว่าขณะนี้มีการกดคีย์ และมีการอ่านว่า คีย์ที่เรากดนั้น คือการรับข้อมูลใดเข้าระบบ หรือเป็นการสั่งให้ระบบทำอะไร คีย์บอร์ดเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้นำข้อมูลที่เป็นตัวเลข ตัวอักษร หรือรหัสควบคุมต่าง ๆ เข้าสู่เครื่อง หรือระบบคอมพิวเตอร์ คีย์บอร์ดประกอบด้วยปุ่มกด ซึ่งเป็นตัวอักษรและตัวเลขนำมาจัดเรียงกันในรูปแมทริกซ์ ระบบคอมพิวเตอร์จะรับรู้การกดปุ่มเหล่านี้ได้จะต้องมีการเข้ารหัส (ENCODED) เพื่อแทนตัวอักษรและตัวเลขบนคีย์บอร์ด ซึ่งอาจจะใช้วิธีการทางซอฟท์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ก็ได้ ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อแบบแมทริกซ์จะทำให้โครงสร้างการต่อทางฮาร์แวร์ดูง่ายขึ้นมาก ข้อยุ่งยากบางอย่างจะลดลงไปได้มาก เพราะสามารถใช้วิธีการทางซอฟท์แวร์แทนได้หมด

โครงสร้างการต่อคีย์บอร์ดแบบแมทริกซ์แสดงให้เห็นดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 โครงสร้างการต่อคีย์บอร์ด แบบแมทริกซ์

การต่อแบบแมทริกซ์ จะต่อร่วมกับระบบบัสในลักษณะการเป็นอินพุท 1 พอร์ท และเอาท์พุท 1 พอร์ท ในกรณีนี้ถ้าอินพุทและเอาท์พุทใช้จำนวนบิทเต็มที่ เราจะได้แมทริกซ์ ขนาด 8 x 8 = 64 คีย์ แต่ถ้าเราเพิ่มจำนวนคีย์มากกว่านี้อีก เช่น 128 คีย์ 16 x 8 = 8 x 16 = 128 นั่นคือ เราอาจต้องใช้เอาท์พุทพอร์ท 2 พอร์ท (16 บิท) หรืออินพุทพอร์ท 2 พอร์ทนั่นเอง กล่าวคือ การที่จำนวนคีย์จะมีเท่าไร ก็ขึ้นอยู่กับจำนวนแถวและจำนวนคอลัมน์นั่นเอง

หลักการทำงานทั่วไป คือ เราจะให้โปรแกรมทำการสแกนกล่าวคือกำหนดลอจิคให้แต่ละแถว (เอาท์พุทพอร์ท) เป็น "0" หรือ "1" ที่เวลาต่างกัน เช่น แถวแรกเป็น "0" และแถวอื่นเป็น "1" หมด แล้วทำการอ่านข้อมูลที่อินพุทพอร์ทว่ามีบิทใดบิทหนึ่งทางคอลัมน์เป็น "0" หรือไม่ ถ้ามีก็จะทราบได้ว่า คีย์ในตำแหน่งแถวแรกคอลัมน์ที่เท่าไรเป็นคีย์ที่ได้รับการกด แต่ถ้าไม่มีซีพียูก็จะสแกนไปยังแถวถัดไปวนรอบไปเรื่อย ๆ ตลอดเวลา ดังนั้นการตรวจสอบคีย์กดจะทราบในลักษณะแถวที่เท่าไร และคอลัมน์ที่เท่าไร เป็นคีย์ที่ได้รับการกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

สัญญาณพื้นฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

สัญญาณสมาชิก (SUBSCRIBER SIGNAL)

สัญญาณสมาชิกคือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งสภาวะต่าง ๆ ว่าควรจะทำอย่างไร เมื่อได้ยินสัญญาณนั้นประกอบด้วย

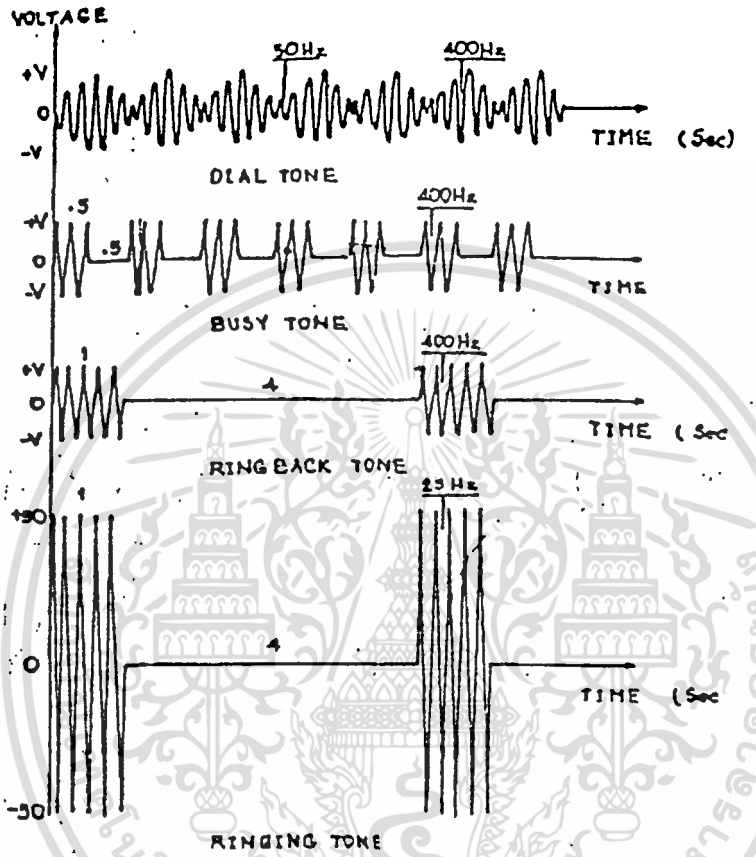
1. สัญญาให้หมุน (DT : DIAL TONE) ใช้เพื่อแสดงให้สมาชิกรู้ว่าให้กดปุ่มเลขหมายผู้รับได้ เป็นสัญญาณเสียงต่อเนื่อง 400 เฮิร์ท กร้ำความถี่ประมาณ 50 เฮิร์ท แบบ AM

2. สัญญาณไม่ว่าง (BT : TUSY TONE) ใช้เพื่อเตือนให้สมาชิกผู้เรียกว่าผู้รับหรือ BOT ไม่ว่างควรวางหูก่อนสักระยะหนึ่งแล้วจึงเริ่มเรียกใหม่เป็นสัญญาณ 400 เฮิรท์ ช่วงของเวลาส่งประมาณ 0.5 วินาที เงียบประมาณ 0.5 วินาที

3. สัญญาณเรียกกลับ (RBT : RING BACK TONE) ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จแจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าการเรียกสำเร็จเป็นสัญญาณ 400 เฮิร์ท ช่วงเวลาการส่งประมาณ 1 วินาที เงียบประมาณ 4 วินาที

4. สัญญากริ่งเรียก (RGT : RINGING TONE) ใช้เมื่อมีการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จด้วยกริ่งเรียกผู้รับมาตอบการเรียกเป็นสัญญาณ 25 เฮิร์ท ช่วงเวลาการส่งและเงียบเช่นเดียวกับสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงสัญญาณพื้นฐานในเครื่องชุมสายโทรศัพท์

ระบบการต่อของเครื่องชุมสายโทรศัพท์และสัญญาณที่คู่สายโทรศัพท์

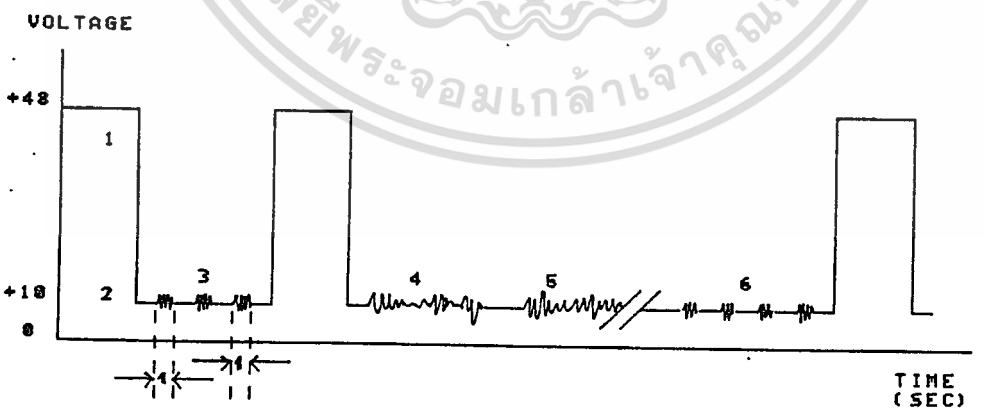
ระบบต่อด้านผู้เรียก

เมื่อผู้เรียกยกหูขึ้นเพื่อจะทำการเรียกจะทำให้ DC VOLTAGE ที่คู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48 V (1) เป็น 10 V (2) ภาพที่ 2ก เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะรู้ว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียกก็จะส่งสัญญาณให้หมุน : DT (4) ไปยังผู้เรียก (กรณี OGT : OUTGOING TRUCK) ไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง : BT (3) ไปยังผู้เรียกทำให้ผู้เรียกวางหู และเริ่มทำการเรียกใหม่) เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน : DT ก็จะทำการกดหมายเลขของผู้รับปลาย

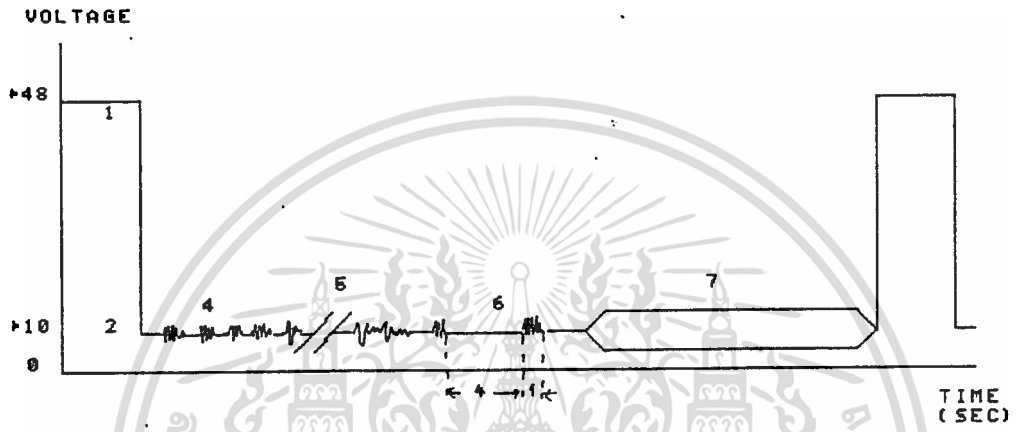
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเป็นสัญญาณดีทีเอ็ม เอฟ DTMF : DUAL TONE MULTI FEQUENCY (5) วงจรคู่สายของเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะทำการแปรรหัสและปฏิบัติการ พร้อมกันนั้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะตัดสัญญาณให้หมุน :DT ทันทีที่รับสัญญาณดี ที เอ็ม เอฟ : DTMF ที่กดหมายเลขตัวแรก เครื่องชุมสายโทรศัพท์รับหมายเลขผู้รับ จะทำการแปรตัวเลขระบุปลายทางจากรหัสชุมสายที่กดหมายเลขมา เมื่อรู้ตำแหน่งของผู้รับแล้ว เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะจองทางผ่านระหว่างผู้เรียก (OGT) และผู้รับหรือ ICT : INCOMING TRUNG แล้วส่งสัญญาณกริ่งเรียกกลับ : RBT (6)ไปยังผู้เรียกและในขณะเดียวกันวงจรคู่สายส่งสัญญาณกริ่งเรียก : RGT ไปยังผู้รับ [กรณีผู้รับกำลังใช้โทรศัพท์หรือ ICT ไม่ว่าง เครื่องชุมสายโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง BT ไปยังผู้เรียกเพื่อให้ทำการวางหู และเริ่มทำการเรียกใหม่ (ก)]

เมื่อผู้รับมาตอบเรียก สัญญาณตอบรับจะถูกส่งไปยังเครื่องชุมสายโทรศัพท์ จะตัดสัญญาณกริ่งเรียก RGT ด้านผู้รับหรือ ICT และยกเลิกสัญญาณเรียกกลับ RBT ด้านผู้เรียก (OGT) และทำให้ทางผ่านระหว่าง RBT และผู้เรียกว่าง ขณะเดียวกันก็จะสร้างทางผ่านด้านผู้รับหรือ ICT การสนทนาจึงจะสามารถเริ่มต้นได้ (2) ภาพที่ 2 (ข) สถานะวางหูของผู้เรียกจะทางเสียงผูกผ่านและผู้รับก็ต้องวางหูตาม ซึ่งจุดตรวจสอบของวงจรคู่สายจะรู้ว่าเป็นการเลิกสนทนาและติดต่อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของสัญญาณเมื่อผู้เรียกทำการเรียกผู้รับ

(ก) ผู้เรียกทำการเรียกผู้รับไม่สำเร็จ

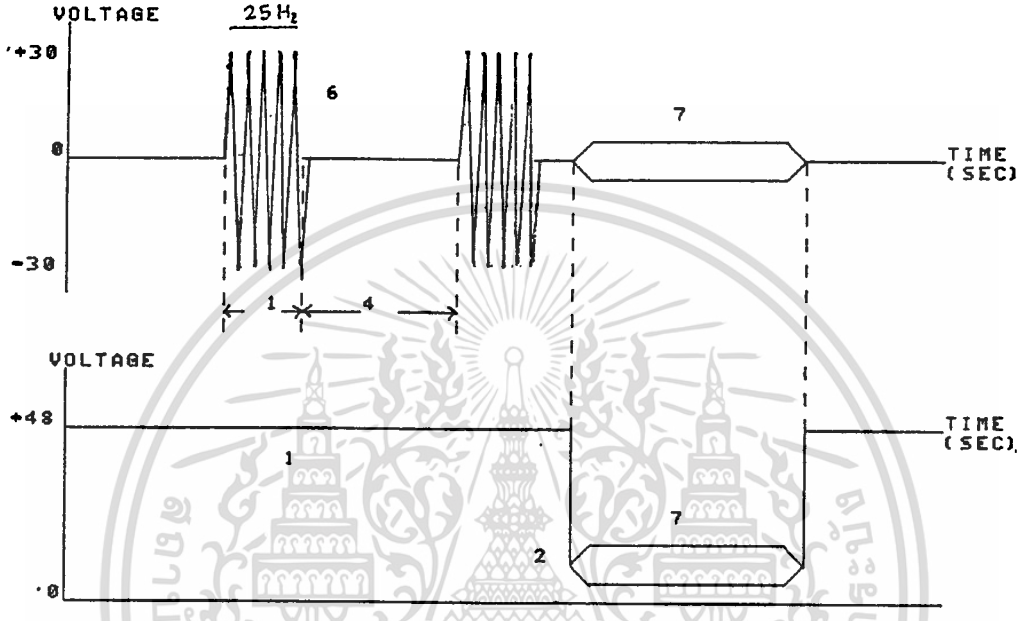
(ข) ผู้เรียกทำการเรียกผู้รับไม่สำเร็จ

ระบบการเรียกด้านผู้รับ

เมื่อผู้รับถูกเรียกจากผู้เรียก เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกริ่งเรียก RGT (3) ขนาด 100 V_{AC} ไปยังผู้รับเพื่อทำการเรียกผู้รับ ภาพที่ 3 (ก) (ถ้าผู้รับไม่ตอบการเรียกสัญญาณกริ่งเรียก RGT ยังคงดำเนินอยู่จนกว่าวงจรคู่จะตัดสายสัญญาณเอง เมื่อไม่มีการตอบเรียกและส่งสัญญาณไม่ว่าง BT ไปยังผู้เรียกเพื่อให้การเรียกใหม่) เมื่อผู้ตอบรับการเรียกจะทำให้ DC VOLTAGE เปลี่ยนจาก 48 V (1) เป็น 10 V (2) ทำให้วงจรคู่ตัดสัญญาณกริ่งเรียก RGT ด้าน ผู้รับหรือ ICT และสัญญาณเรียกกลับ RBT ด้านผู้เรียก (OGT) พร้อมทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างทางผ่านระหว่างผู้รับ หรือ ICT และผู้เรียก (OGT) การสนทนาจึงจะสามารถเริ่มต้นได้ (7) ภาพที่ 3 (ข) สถานะการวางหูของผู้เรียกจะเลิกทางเสียงผู้พูดผ่านและทำให้ผู้รับวางหูตามวงจรคู่สายจะตรวจรู้ว่าเป็นการเลิกสนทนาและติดต่อ



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของสัญญาณทางผู้รับเมื่อถูกเรียก

(ก) ทำการวัดสัญญาณทางด้าน AC

(ข) ทำการวัดสัญญาณทางด้าน DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

DOT MATRIX LCD MODULE

อุปกรณ์ในปัจจุบันนี้ในส่วนแสดงผลนั้นจะใช้ LDC เสียเป็นส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นเครื่องเล่น VEDIO, เครื่องถ่ายเอกสาร, เครื่องมือวัดคุมต่าง ๆ , เครื่องคอมพิวเตอร์ เราพอจะแบ่ง DOT MATRIX LCD MODULE นี้ออกได้เป็นพวก ๆ ดังนี้

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

โดยในแต่ละแบบนี้ก็จะมีส่วนประกอบใหญ่ ๆ แบ่งได้เป็น

1. DOT MATRIX LCD เป็นตัวแสดงผลให้เรามองเห็นในลักษณะการปิดและเปิดตัวเองกับแสงก็คือ ส่วนของที่เป็นตัวกระจกบรรจุผลึก

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

3. CONTROLLER เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาและจัดการควบคุม LCD MODULE ให้ทำงานแสดงผลต่าง ๆ เช่น การลบจอภาพ, การเกิดตัวอักษร เป็นต้น โดยมีเบอร์ IC ที่นิยมใช้กันคือ HD44780 ซึ่งจะใช้ในแบบ CHARACTER LCD MODULE เป็นส่วนใหญ่ เบอร์ IC HD61830 จะใช้ในแบบ GRAPHIC LCD MODULE

ในการศึกษาการทำงานและใช้งาน LCD MODULE นั้นไม่ใช่เรื่องยากเลย ถ้าเราสามารถทำความเข้าใจในส่วนของ CONTROLLER ได้ก็เพียงพอแล้วและโดยมาก LCD MODULE ในแต่ละบริษัทแล้วจะใช้ตัว CONTROLLER ที่มีหลักการทำงานเหมือน ๆ กันเป็นส่วนใหญ่และใน LCD MODULE แต่ละขนาดจำนวนตัวอักษรหรือจำนวนบรรทัดก็มีหลักการทำงานแบบเดียวกันทั้งหมด IC ที่นิยมมากที่สุดตัวหนึ่งที่เป็น CONTROLLER LCD ก็คือ เบอร์ HD44780 โดยรูปแบบการทำงานของมันได้เป็นมาตรฐานให้กับ CONTROLLER LCD ตัวอื่น ๆ ด้วย

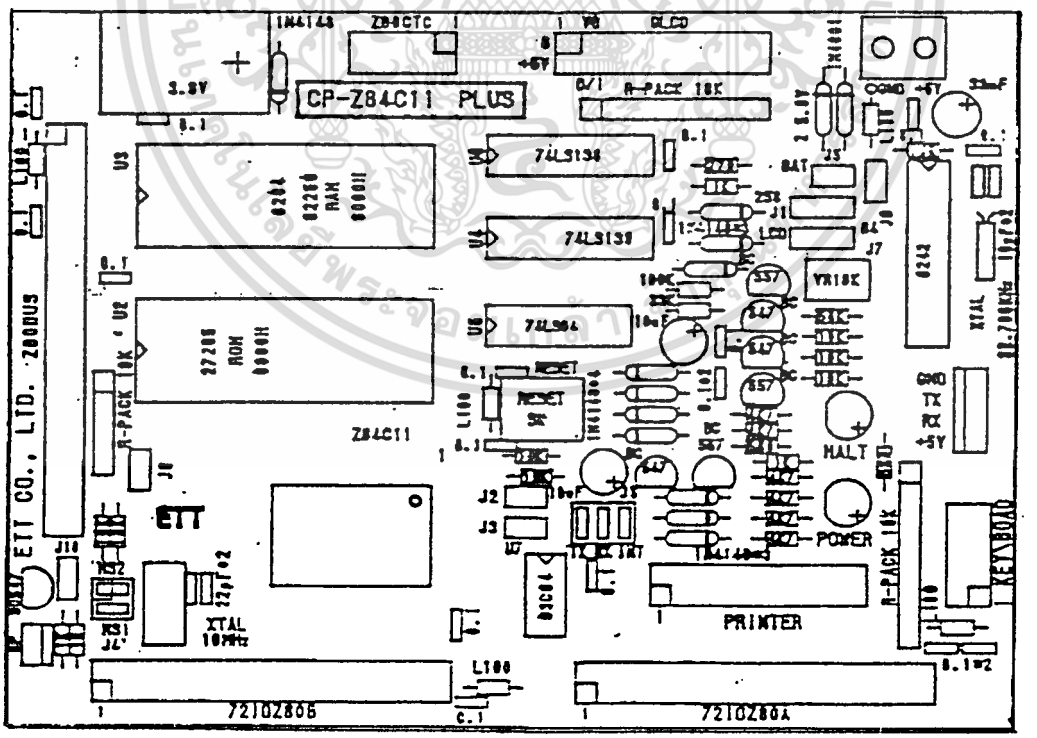
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

CP - Z84C11 PLUS

CPU

Z84C11 ของบริษัท ZILOG โดยเป็น HIGH SPEED OPERATION โดยมีให้เลือก 2 รุ่น คือ RUN ที่ความถี่ 6 MHz, และที่ RUN 10 MHz ในบอร์ดนี้เราใช้CPU รุ่น RUN 10 MHz CPU เบอร์นี้ของ ZILOG จะเป็นแบบ CMOS ทำให้กินกระแสต่ำมากในขณะที่เรา SET ให้อยู่ใน STOP MODE จะกินกระแสเพียง 50 UA ข้อดีอีก อย่างหนึ่งของ CPU ตัวนี้ก็คือ ถึงแม้จะ RUN 10 MHz ก็ตามเราก็สามารถ SET ให้ RUN เพียงครึ่งเดียวก็ได้คือ 5 MHz ในกรณีที่ใช้ RAM หรือ ROM ที่มี ACCESS TIME ต่ำ ๆ โดยเมื่อ POWER ON แล้ว CPU จะ RUN เพียง 5 MHz เท่านั้นตอนเริ่มต้นและเมื่อเราต้องการ RUN 10 MHz ก็สามารถ SET ได้ด้วยโปรแกรม รูปแบบลักษณะของ CPU จะเป็น PACKAGE แบบ 10 PIN QFP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEMORY

CP-Z84C11 สามารถใส่หน่วยความจำได้สูงสุด 64 KBYTE โดยแบ่งเป็น

SOCKET 1 EPROM สามารถใส่ EPROM ขนาด 32 KBYTE ได้โดยเป็นเบอร์ 27256 มีหน่วยความจำเริ่มจาก ADDRESS 0000H ถึง ADDRESS 7FFFH

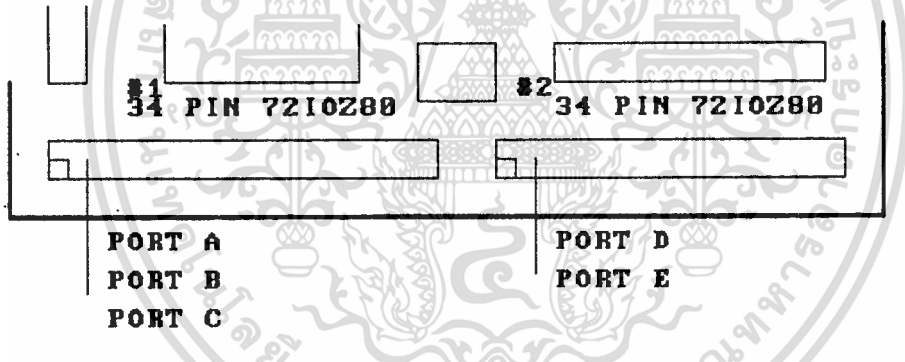
SOCKET 2 RAM สามารถใส่ RAM ขนาด 8-32 DBYTE ได้โดยเป็นเบอร์ 6264 หรือ 62256 มีหน่วยความจำเริ่มจากADDRESS 8000H ถึง FFFFH โดย SET ตำแหน่ง JUMPER ในการกำหนดเบอร์ไอซีดังรูป :-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำ RAM ส่วนนี้เราสามารถต่อ BATTERY 3.6V ใช้ BACKUP ข้อมูลของหน่วยความจำนี้ได้ด้วย

PORT

CP-Z84C11 จะมี PORT ใช้งาน 40 BIT I/O หรือ 5 PORT ด้วยกันโดย 5 PORT นี้จะเป็น PORT ในตัว CPU โดยจะมีตำแหน่งต่อออกมาดังรูป :-

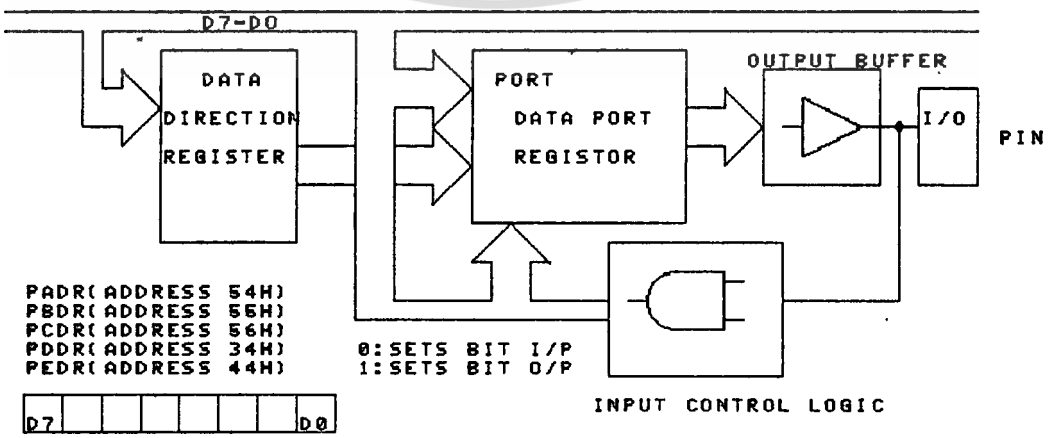


PORT ที่ต่อออกมานี้จะอยู่เป็น CONNECTOR 34 PIN (72IOZ80)สามารถต่อร่วมใช้กับอุปกรณ์สนับสนุนต่าง ๆ ของทาง อีทีที ได้มากมาย เช่น ชุด ET-SSRAC, ชุด ET-AD เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHANNEL PORT	ADDRESS PORT
PORT A DATA PORT	50 H
PORT B DATA PORT	51 H
PORT C DATA PORT	52 H
PORT D DATA PORT	30 H
PORT E DATA PORT	40 H
CHANNEL CONTROL PORT	ADDRESS PORT
PORT A DATA DIRECTION REGISTER	54 H
PORT B DATA DIRECTION REGISTER	55 H
PORT C DATA DIRECTION REGISTER	56 H
PORT D DATA DIRECTION REGISTER	34 H
PORT E DATA DIRECTION REGISTER	44 H

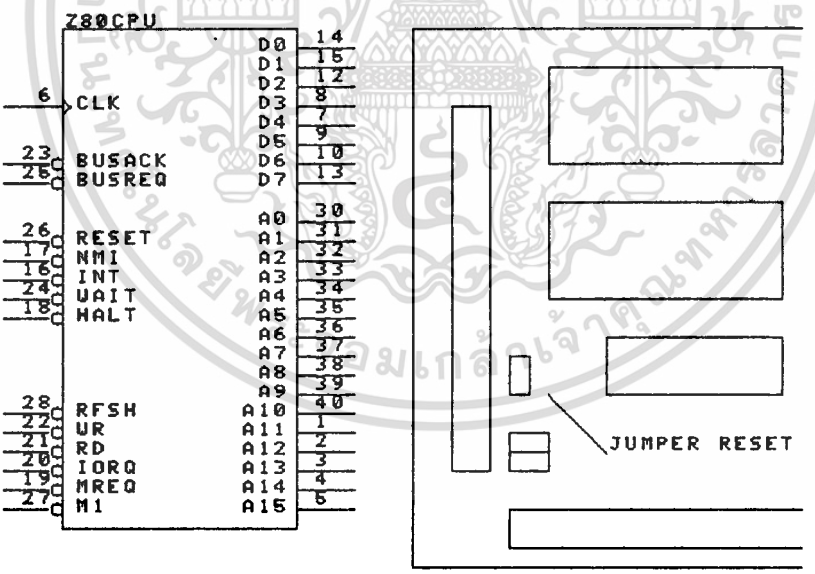
เราสามารถสั่งให้ PORT ของ Z84C11 เป็น INPUT หรือ OUTPUT ได้โดยอิสระ BIT ต่อ BIT โดยถ้าเรา SET ค่าออกที่ PORT DATA DIRECTION REGISTER ถ้าให้ BIT ใดเป็น "1" ก็คือให้ PORT DATA ของ BIT นั้น ๆ เป็น OUTPUT PORT (ถ้า SET PORT นั้นเป็น OUTPUT PORT ! ค่าเริ่มต้นจะเป็นศูนย์) และถ้าเราต้องการให้เป็น INPUT PORT ก็ SET ค่าออกที่ PORT DATA DIRECTION REGISTER เป็นค่า "0"



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z80 BUS

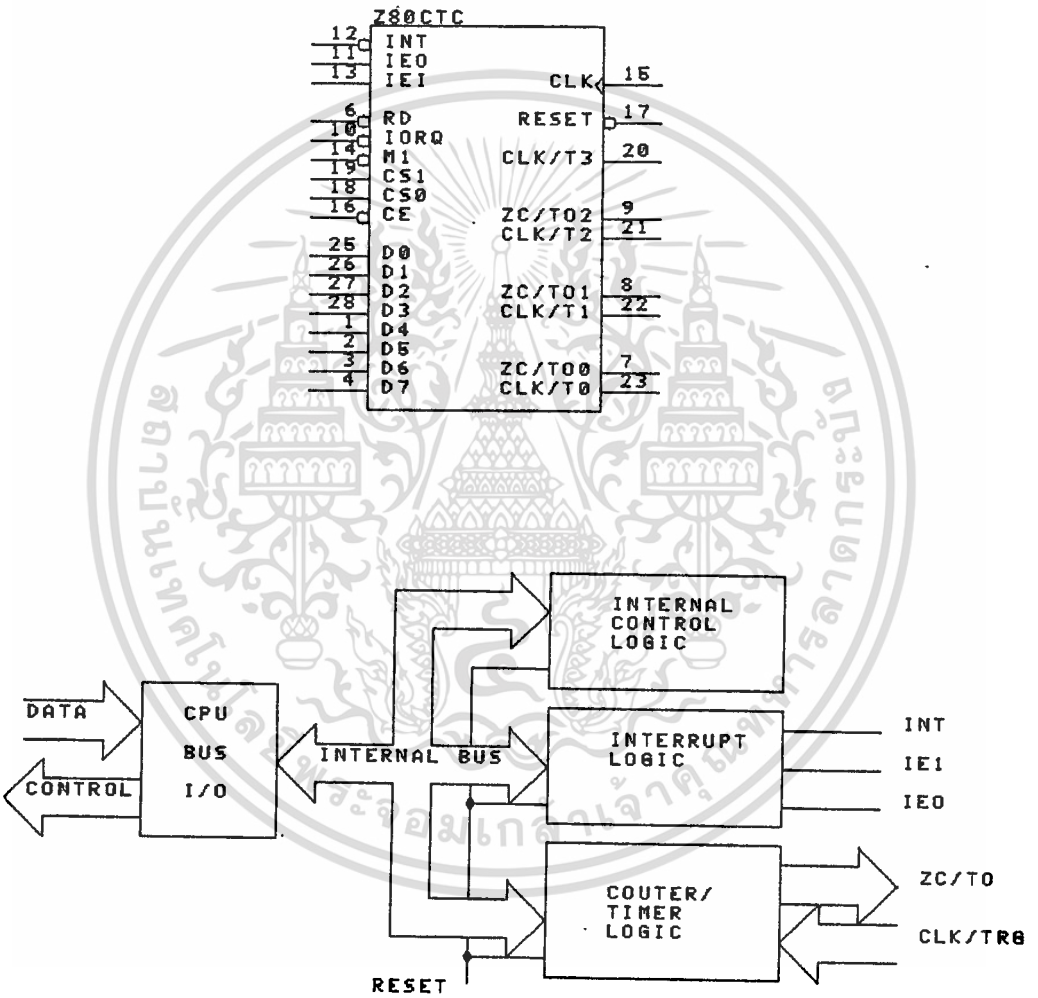
CP-Z84C11 จะมีส่วนขยายระบบได้ทาง Z80 BUS โดยมีลักษณะขาเหมือนกับ CPU Z80 40 PIN ทำให้เราสามารถต่อขยายบอร์ดได้เช่นต่อขยาย PORT 8255 ได้อีกโดยใช้บอร์ด 72IOZ80 เป็นต้น มีข้อพิเศษคือเนื่องจาก CPU Z84C11 นี้มีส่วนวงจร POWER ON RESET ในตัวอยู่แล้วไม่จำเป็นต้องใช้วงจร POWER ON RESET ต่อจากภายนอก เช่น CPU เบอร์อื่น ๆ ฉะนั้นถ้าเราไปต่อร่วมกับ Z80 BUS อื่น ๆ ที่มี R, C ต่ออยู่แล้วอาจจะทำให้ CPU Z84C11 นี้อยู่ในสภาพ RESET ตลอดเวลาได้ บอร์ด CP-Z84C11 จึงมี JUMPER ในการเลือกไม่ให้ต่อ RESET จากขาภายนอกได้ ดังรูป โดยถ้ามีการต่อ R, C ที่ RESET PIN ภายนอกก็ให้ถอด JUMPER RESET ออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CTC

CP-Z84C11 จะมีวงจร Z84C30 (Z80 CTC) ต่อร่วมกันอยู่ในตัวเรียบร้อยแล้วโดยบอร์ด CP-Z84C11 จะต่อขาใช้งานของ CTC ออกมาที่ CONNECTOR 10 PIN แล้วดังรูป ส่วนขา INT ของ CTC นั้นจะต่อกับขา INT ของ Z80 ในตัวโดย เป็นแบบ WIRED-OR เรียบร้อยในตัวแล้ว รายละเอียดของ CTC ในบอร์ดนี้จะเหมือน กับ Z80 CTC ทั่วไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CTC ADDRESS PORT

CHANNEL	ADDRESS PORT
CH 0	10 H
CH 1	11 H
CH 2	12 H
CH 3	13 H

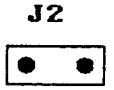
MS1, MS2 (J4)

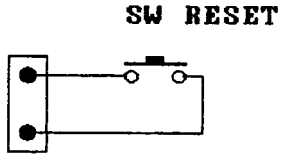
MS1, MS2 จะเป็นขา INPUT ของ CPU Z84C11 โดยเป็นการ SET ให้ CPU ถ้าอยู่ในคำสั่ง HALT แล้วจะให้อยู่ในสภาพใด (RUN, IDLE1, IDLE2, STOP)

MS1	MS2	HALT STATE
1	1	RUN MODE
0	0	IDLE1 MODE
0	1	IDLE2 MODE
1	0	STOP MODE

RESET (J2)

เป็น INPUT ต่อเข้ากับขา RESET CPU Z84C11 ห้ามต่อกับวงจรประเภท R, C RESET





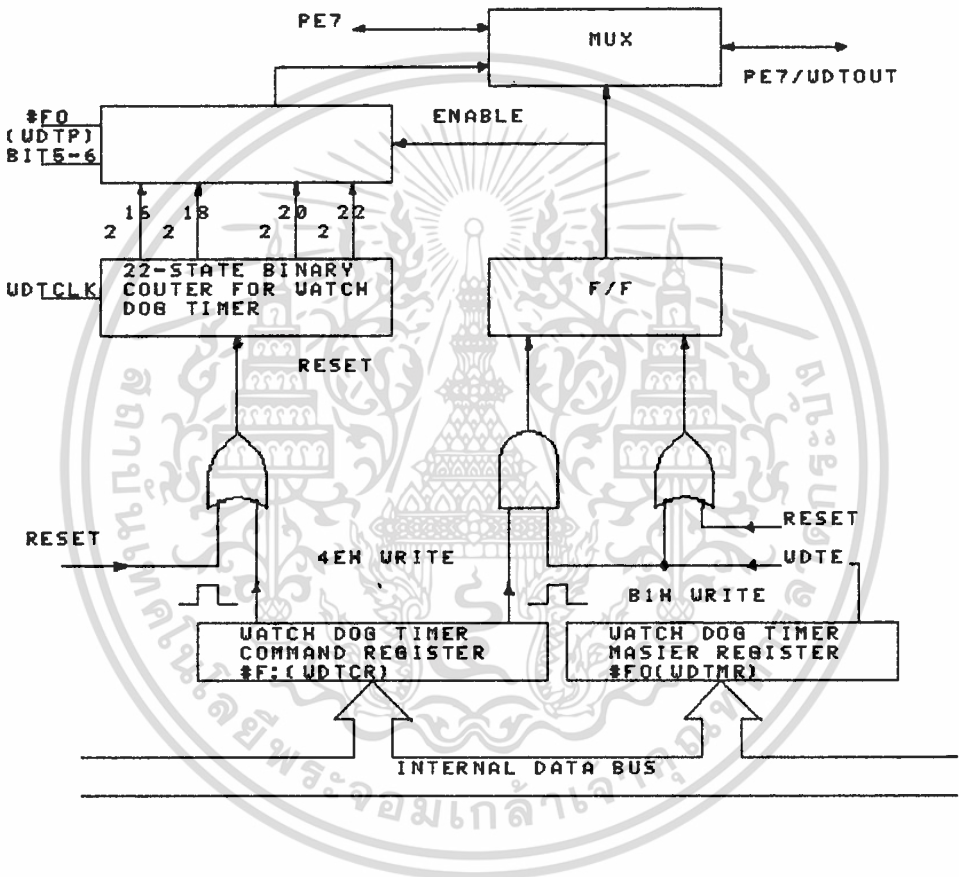
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WDTOUT (J3)

เป็น PIN จาก PORT PE BIT 7 ซึ่งทำหน้าที่ 2 อย่างคือเป็น DATA PORT ทั่ว ๆ ไปแล้วก็ยังเป็น WATCH DOG TIMER OUTPUT ด้วย โดยจะเป็นๆ ODEN-DRAIN I/O เมื่อถูก SET ให้เป็น WDTOUT โดย PIN นี้จะถูกต่อโดยตรงเข้ากับ PIN RESET ของ CPU โดยปกติถ้าเราไม่มีการ SET WDTOUT แล้วให้ถอด JUMPER ออกห้ามต่อถ้าไม่มีการใช้ WDTOUT เพราะเมื่อเราใช้ PORT PE 7 จะทำให้ CPU ถูก RESET ตามคำสั่ง OUT PORT PE 7 นั้นด้วย

(* WATCH DOG เป็นลักษณะวงจรที่จะทำการ RESET CPU อยู่เสมอตามค่าเวลาที่เรากำหนด ซึ่งถ้าเราไม่ทำการ DISABLE WATCH DOG ภายในเวลากำหนด CPU นั้นก็จะถูก RESET เช่น ในโปรแกรมทำงานปกติเราจะ CALL DISABLE WATCH DOG อยู่เสมอ แต่ถ้า CPU กำลัง RUN อยู่นั้นเกิดมีสัญญาณรบกวนขึ้น ทำให้ไม่อาจสามารถมา RUN โปรแกรมปกติที่มีการเรียกใช้ โปรแกรม CALL DISABLE WATCH DOG ได้ CPU ก็จะเกิดการ RESET ขึ้นทันทีเพื่อให้กลับไปเริ่ม RUN ใหม่อีก)

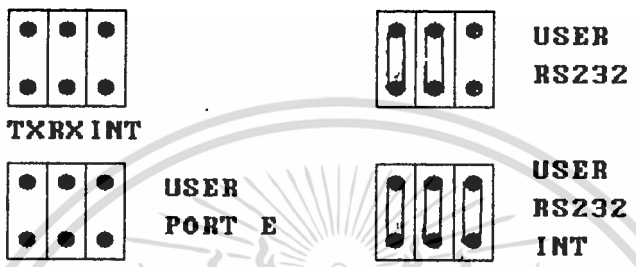
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TX, RX, INT (J6)

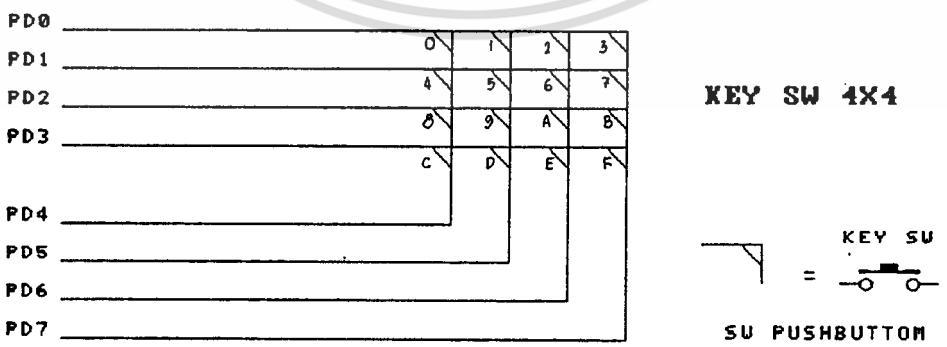
เป็น CONNECTOR 6 PIN ที่ต่อจากวงจร RS-232 ที่ใช้เปลี่ยนระดับสัญญาณต่อเข้า PORT PE6, PE5, และเข้าขา INT ของ Z84C11 โดยถ้าเราไม่ใช้ PORT RS-232 ก็ใช้ถอด JUMPER ออก เพื่อจะใช้ PE6, PE 5 ได้อย่างอิสระ และอีกส่วนหนึ่งคือ JUMPER ของ INT นั้นเราสามารถ SET ให้ PORT RS-232 รับข้อมูลในรูปแบบของขบวนการ INTERRUPT เช่นเดียวกับการ INTERRUPT จาก RS-232 PORT ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KEYBOARD

เป็น CONNECTOR ขนาด 10 PIN ต่อจาก PORT PD โดยมี R-PULL-UP 10K ต่ออยู่ด้วยโดย CONNECTOR 10 PIN นี้จะสามารถต่อเป็นรูปแบบ KEY ขนาด 4x4 คือ 16 KEY โดยเขียนโปรแกรม SCAN KEY ขึ้นหรือจะนำไปใช้เป็น PORT อิสระในงานอื่น ๆ ก็ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BAT ON/OFF (J5)

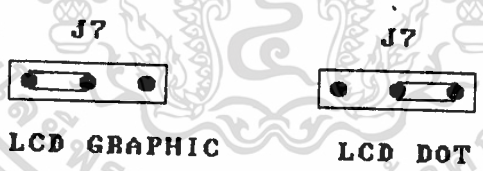
เป็น CONNECTOR 2 PIN โดยเราใช้ JUMPER ในการปิด, เปิดไฟจาก BATTERY 3.6V ถ้ามีการต่อใช้งาน BATTERY

64, 256 (J1)

เป็น CONNECTOR 3 PIN ใช้ JUM เลือกว่าหน่วยความจำ RAM ของเราจะใช้หน่วยความจำไอซีเบอร์ 6264 (8 KBYTE) หรือ 62256 (32 KBYTE)

LCD J7

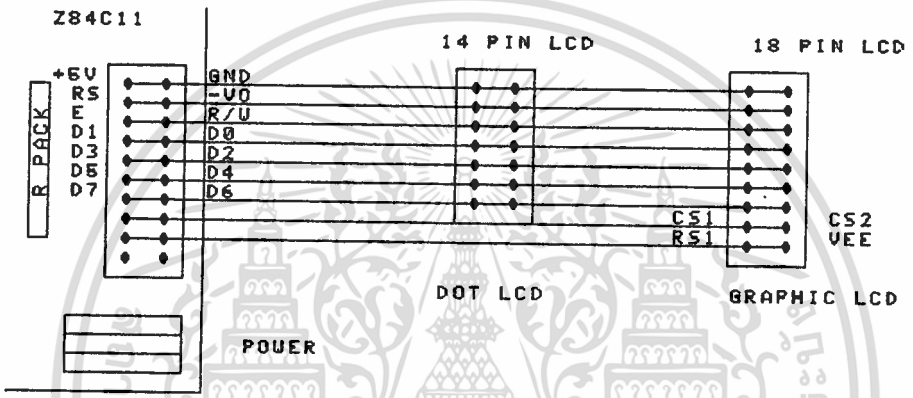
เป็น CONNECTOR 3 PIN ใช้เลือกว่าเราจะต่อ LCE MODULE ประเภทใดคือ LCD MODULE แบบตัวอักษรหรือ LCD MODULE แบบ GRAPHIC



GLCD

เป็น CONNECTOR ขนาด 20 PIN โดยสามารถต่อ LCD ได้ 2 แบบ คือ DOT TYPE หรือ GRAPHIC TYPE โดยเราเลือกต่อได้ถ้าเป็น DOT TYPE คือ ตัวอักษรก็จะใช้ 14 PIN ต่อได้ ดังรูป หรือถ้าจะเลือกต่อแบบ GRAPHIC TYPE ก็จะต่อใช้งาน 18 PIN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เราสามารถปรับความคมชัดของ LCD ได้ด้วยการปรับ VR 10 K ในบอร์ดหรือถ้าต้องการให้ชัดสุดก็จะต่อ JUM VR ตามรูปเลยก็ได้

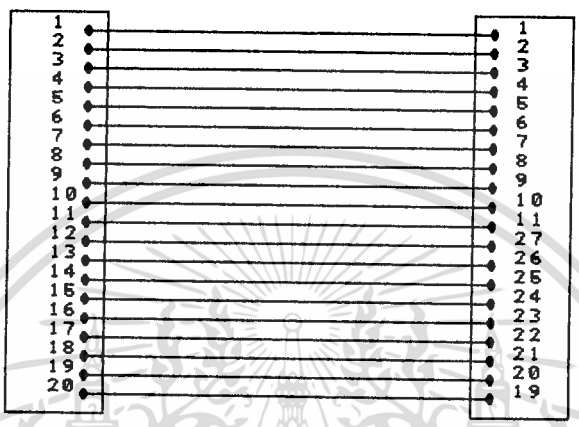
LCD ADDRESS PORT

CHANNEL PORT	ADDRESS PORT
WRITE DATA INSTRUCTION	80 H
WRITE DATE TO OG OR DD RAM	82 H
READ BUSY FLAG AND ADDRESS	84 H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRINTER PORT

เป็น CONNECTOR 20 PIN ใช้ต่อเข้ากับเครื่องพิมพ์ แบบ CENTRONICS ธรรมดาทั่ว ๆ ไปได้ โดย PRINTER PORT นี้จะต่อจาก PORT PE 3-4 และ PD 0-8



PRINTER ADDRESS PORT

CHANNEL	ADDRESS PORT
DATA (PD 0-8)	30 H
STB (PE 4)	40 H (BIT 4)
BUSY (PE 3)	40 H (BIT 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIFICATION

CUP	: ZILOG Z84C11-10 CMOS TYPE
MEMORY	: 27256 (32 KBYTE)
	: 6264/62256 (32 KBYTE)
RTC PORT	: 6242B
EFPROM	: 93C46 (1 KBIT)
PORT	: PA, PB, PC, PD, PE I/O PORT 40 BIT
PRINTER PORT	: 1 PORT
SERIAL PORT	: 1 CHANNEL RS232
LCD PORT	: 1 LCD MODULE (DOT OR GRAPHI)
KEYBOARD	: 1 PORT (8 BIT)
CTC PORT	: 4 CHANNEL COUNTER TIMER CONTROLLER (Z80 CTC)
CLOCK RATE	: 10 MHz
POWER SUPPLY	: COMSUMPTION 5V DC & TERMINAL 5V DC
CONNECTOR	: 1 40 PIN EXPANSION HEADER-STRIP (Z80BUS)
	: 2 34 PIN EXPANSION HEADER-STRIP (72IOZ80 ETT)
	: 1 20 PIN EXPANSION HEADER-STRIP (PRINTER PORT)
	: 1 20 PIN EXPANSION HEADER-STRIP (LCD PORT)
	: 1 10 PIN EXPANSION HEADER-STRIP (Z80 CTC)
	: 1 10 PIN EXPANSION HEADER-STRIP (KEYBOARD)
	: 1 4 PIN EXPANSION (RS 232)
	: 1 2 PIN JUMPER (WATCH DOG)
	: 1 2 PIN JUMPER (RESET SW)
	: 1 6 PIN JUMPER (TX, RX, INT)
	: 1 4 PIN JUMPER (MS1, MS2)
	: 1 2 PIN JUMPER (ON/OFF BAT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

: 1 3 PIN JUMPER (6264/62256)

: 1 3 PIN JUMPER (DOT/GRAPHIC)

: 1 2 PIN JUMPER (RESERT 40 PIN Z80 BUS)

: 1 2 PIN JUMPER (SP)

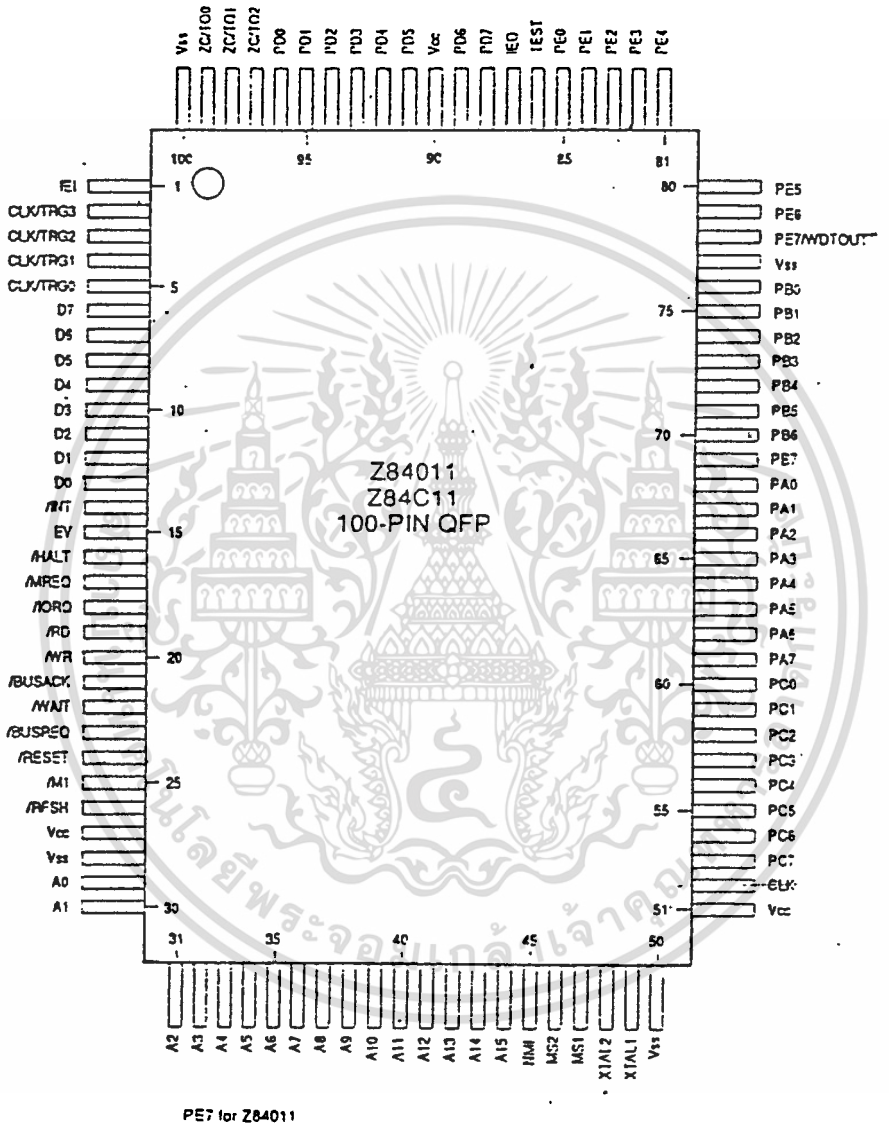
LED : 1 POWER RED LED

: 1 HALT GREEN LED

PCB SIZE : 12.2 X 9 CM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดขา IC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

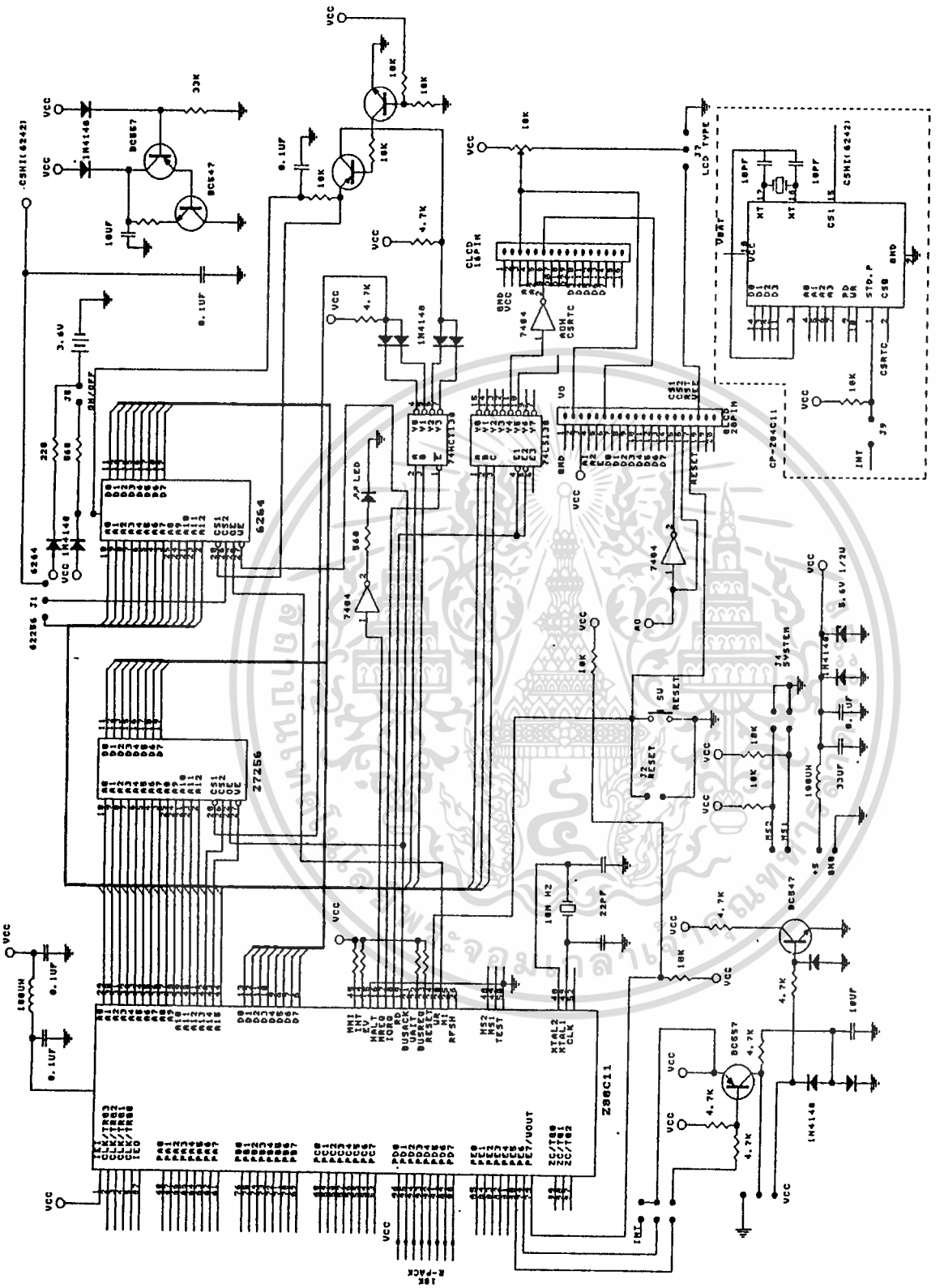
รายการอุปกรณ์ CP-Z84C11

1. CPU Z84C11	1	ตัว	2. RAM 6264	1	ตัว
3. TTL 74LS04	1	ตัว	4. TTL 74LS138	1	ตัว
5. TTL 74LS139	1	ตัว	6. TR BC547	3	ตัว
7. TR BC557	4	ตัว	8. DIODE 1N4148	11	ตัว
9. DIODE 1N4001	1	ตัว	10. DIODE ZENER 5.6V 1W	1	ตัว
11.X'TAL 10 MHz	1	ตัว	12. LED สีแดงกลม	1	ตัว
13.LED สีเหลืองกลม	1	ตัว	14. C 0.1 UF MUTIL	16	ตัว
15.C 10 UF 16V TAN	2	ตัว	16. C 33 UF 16V	1	ตัว
17.C 22 PF 50V	2	ตัว	18. R PACK 10K 9 ขา	2	ตัว
19.R PACK 10K 5 ขา	1	ตัว	20. L 100 UH	4	ตัว
21.MINI SW.	1	ตัว	22. CONNECTOR 4 PIN ตัวผู้	1	ตัว
23.เทอร์มินอล 2 PIN	1	ตัว	24. JUMPER 2 PIN	11	ตัว
25.SOCKET 14 PIN	1	ตัว	26. SOCKET 16 PIN	2	ตัว
27.SOCKET 14 PIN	1	ตัว	28. SOCKET 8 PIN	1	ตัว
29.PCB CP-Z84C11 PLUS1		แผ่น	30. คู่มือ CP-84C11	1	เล่ม
31.SOCKET 20 PIN	1	ตัว	32. C 10 PF	2	ตัว
33.X'TAL 32.678 KH	1	ตัว	34. BAT 3.6V	1	ตัว
35.VR 10K	1	ตัว			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R 1/4W + 5%		HEADER CONNECTOR	
1. 220	1 ตัว	1. 40 PIN	1 ตัว
2. 560	2 ตัว	2. 34 PIN	2 ตัว
3. 1K	3 ตัว	3. 20 PIN	2 ตัว
4. 4.7K	6 ตัว	4. 10 PIN	2 ตัว
5. 10K	7 ตัว	5. 6 PIN	1 ตัว
6. 33K	1 ตัว	6. 4 PIN	1 ตัว
7. 51K	1 ตัว	7. 2 PIN	2 ตัว
8. 100K	1 ตัว		
9. 10	1 ตัว		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



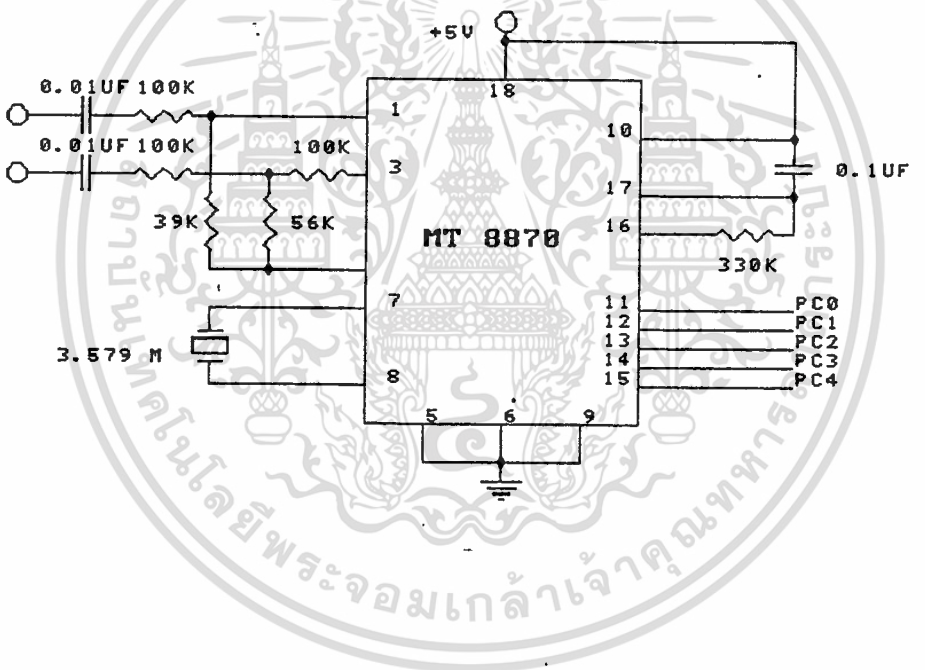
CIRCUIT DIAGRAM FOR Z84C11 PLUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

Encode Tone

เราใช้ IC MT8870 เป็นตัวสร้างสัญญาณ Digital เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่อง การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล ซึ่งไอซี MT 8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต



รูปที่ 5.7 แสดงวงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

จากรูปใช้ IC เบอร์ MT 8870 เป็นตัวเปลี่ยนสัญญาณความถี่โทรศัพท์ เมื่อมีการสั่งงานทางโทรศัพท์เข้ามา หมายเลขที่ใช้ในการก็จะถูกส่งเข้ามาทาง input ของวงจรแล้วก็ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณ Digital ส่งเข้าภาค Z-80 Controller ทำการประมวลผลที่รับเข้ามาแล้วนำผลที่ได้ไปใช้งาน เช่น เปิดหรือปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของ MT 8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF receiver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard time) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

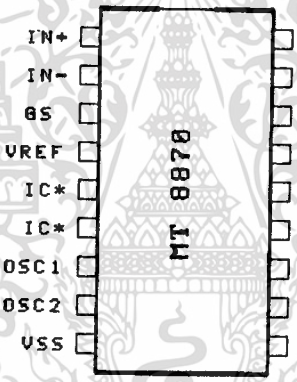
การนำ MT8870 ไปใช้งาน

- นำไปใช้งานทางด้านรีโมตคอนโทรล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดย่อย หรือ PABX
- ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป
- เครื่องกันขโมย
- การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

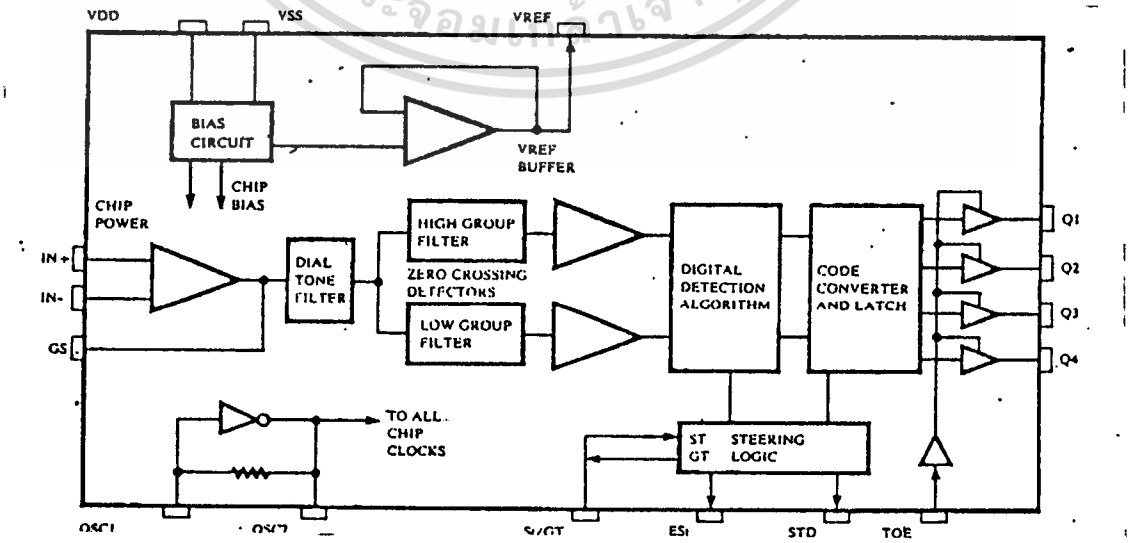
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของไอซี MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO^2 - CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของ สวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูง และความถี่ต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยการต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาท์พุทเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ รูปที่ 5.8 แสดงขาของ MT8870 และรูปที่ 5.9 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870



รูปที่ 5.8 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870



รูปที่ 5.9 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชั่นการทำงานภายใน MT8870

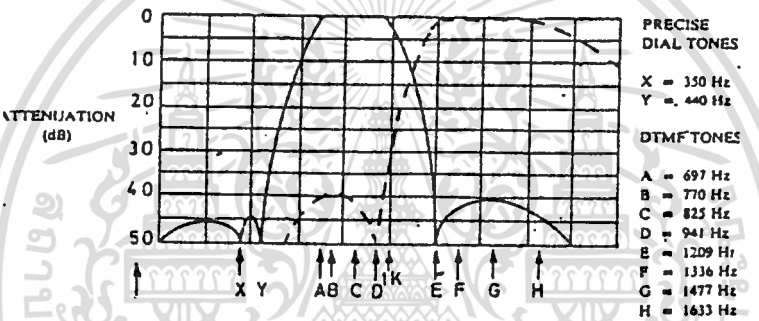
ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

- ภาคกรองความถี่ (filter section)
- ภาคถอดรหัส (decode section)
- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering circuti)
- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential input)
- ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่สูงและความถี่ต่ำโดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิตช์คาปาซิเตอร์ (six-order switched capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและความถี่ต่ำ



รูปที่ 5.10 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิค การนับแบบดิจิตอลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (early steering) ก็จะแอคทีฟสำหรับค่าถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้น แสดงในรูปที่ 5.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

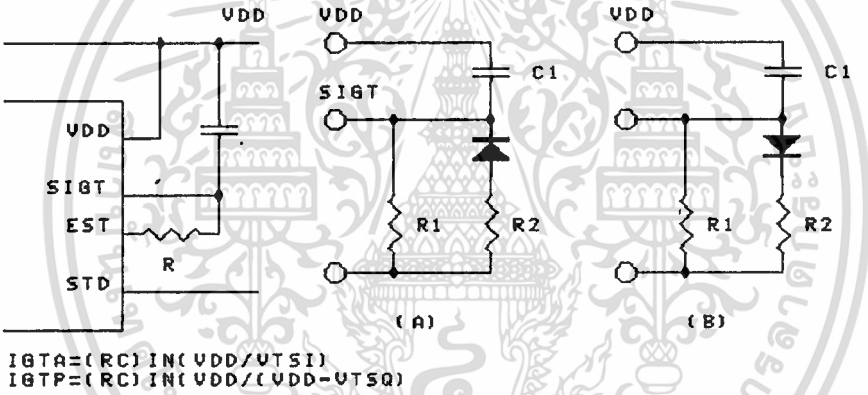
F_{Low}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1447	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1447	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	1	0
770	1663	C	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

รูปที่ 5.11 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตุจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยมีอว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา ESt จะเป็น "High" นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 5.12 เมื่อขา ESt เป็น "High" ทำให้ Vc สูงขึ้นตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดัน Vc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต



รูปที่ 5.12 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ (Gard time) พร้อมวิธีคำนวณ

สำหรับคำว่า การ์ดไทม์ (Gard time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ ซึ่งจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั้นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่ากับหรือมากกว่าที่ตั้งไว้ จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 5.12

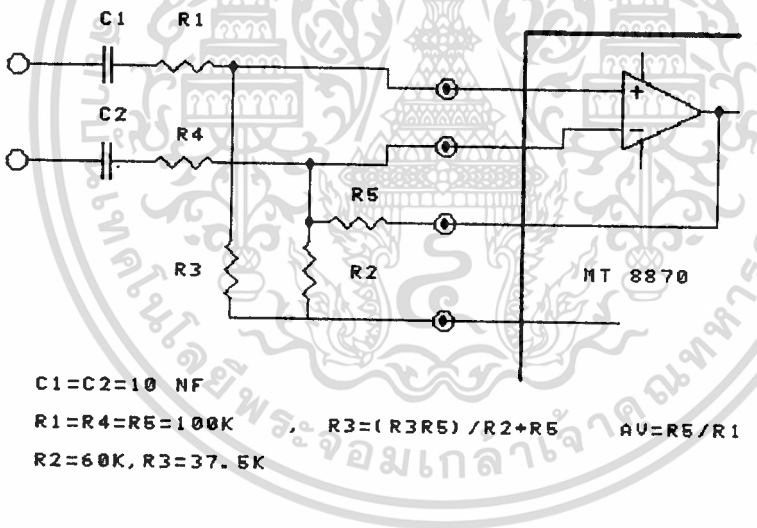
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคของขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปรูปที่ 5.13 แสดง การต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุท ซึ่งสามารถคำนวณอัตราความแตกต่างของอินพุทและอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

อัตราขยาย (A_v diff) = R_5 / R_1

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



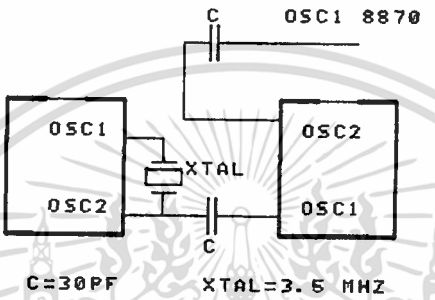
C1=C2=10 NF
R1=R4=R5=100K , R3=(R3R5)/R2+R5 AV=R5/R1
R2=60K, R3=37.5K

รูปที่ 5.13 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคกำเนิดความถี่

ภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงในลังรูปที่ 5.14



รูปที่ 5.14 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

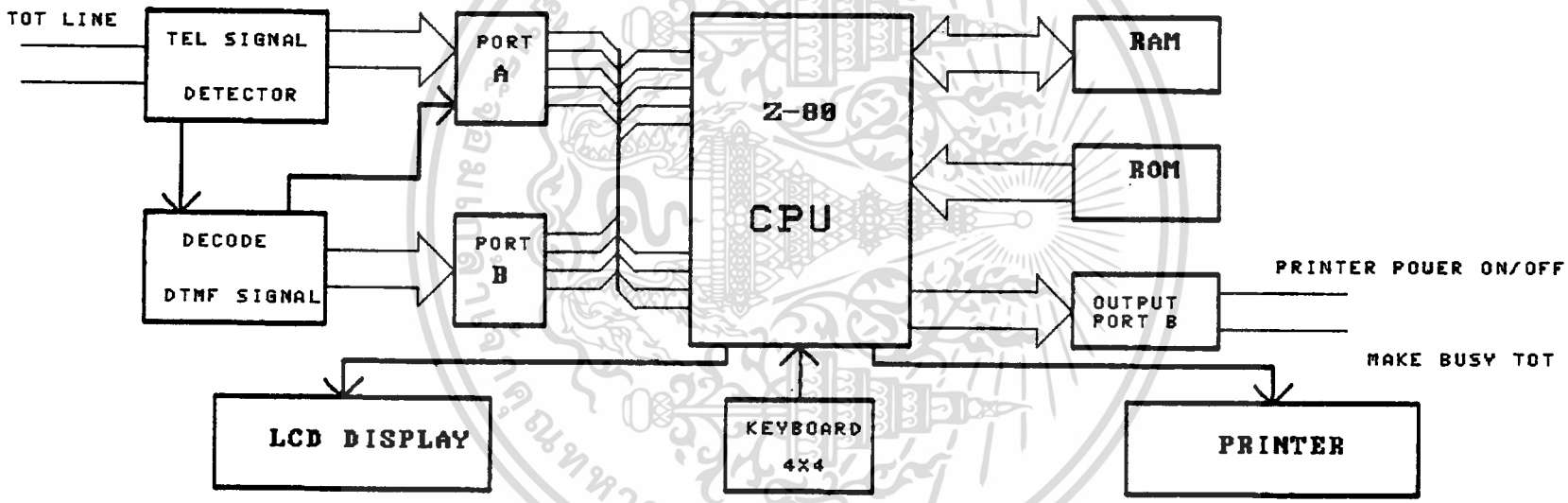
บทที่ 6

การออกแบบวงจรเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ

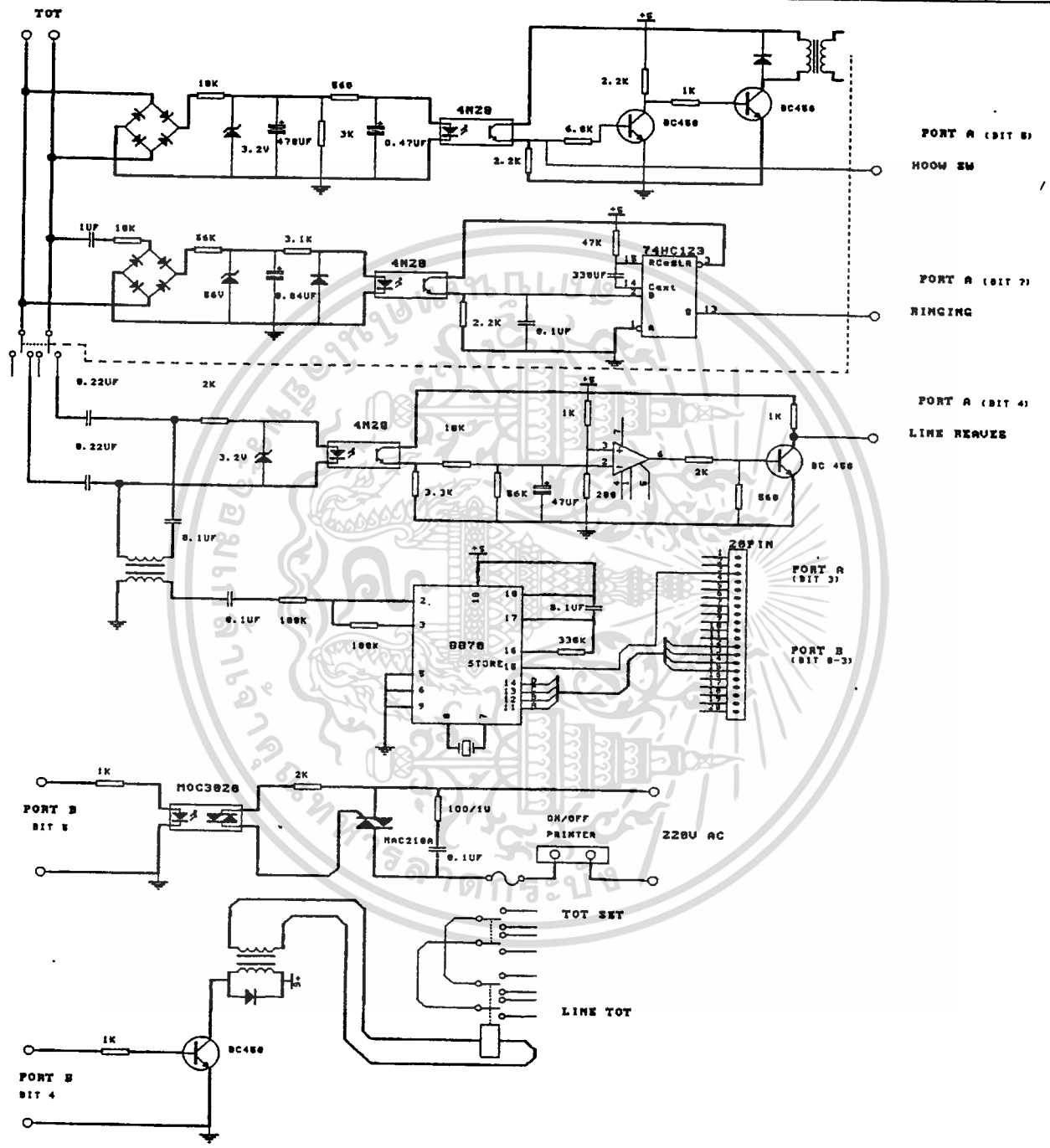
ในระบบของการออกแบบวงจรเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษา บล็อกไดอะแกรม โครงสร้างภายในของระบบและวงจรประกอบจริง ซึ่งจะกล่าวต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

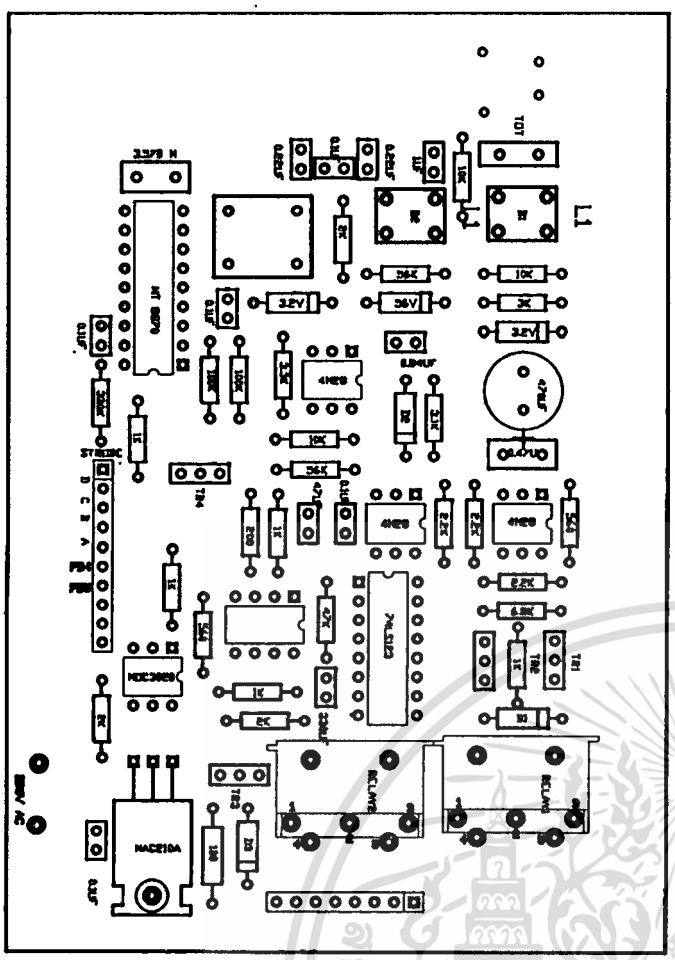
BLOCK DIAGRAM

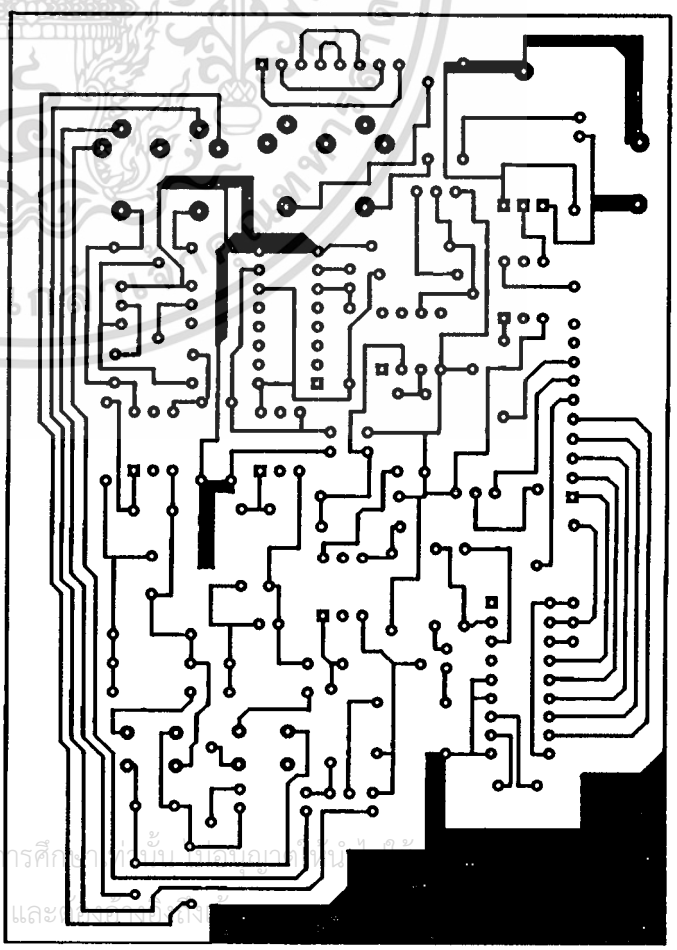


Title		
Size A4	Number	Revision
Date: 21-OCT 1994		Sheet of
File: BLOCK/1		Drawn By:



Title	SIGNAL DETECT CIRCUIT
Size	C
Number	3810311263B103114
Revision	
Date	22-NOV-1994
File	RB7
Sheet	of
Drawn By	





N1 Check Plot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงาน

การทำงานของวงจร DETECT สัญญาณโทรศัพท์

Hook Sw. on-off

ในสภาพปกติ Hook on (วางหู) 48 vdc จะปรากฏ ณ. TOT Line Bridge Diode ทำหน้าที่กำหนดศักย์ดาไฟฟ้าบวกให้กับ R 10k ผ่าน Zener Diode C 470 UF และ R 3k สู่ศักย์ดาไฟฟ้าลบที่ขั้ว Anode ของ Bridge Diode ในขณะนี้ Voltage ปรากฏที่ R 560 เป็น 3.2 v Break Down Voltage ของ Zener Diode ทำให้ Opto นำกระแสสัญญาณ Hook Sw. จึงเป็น high ในลักษณะ Hook Sw. on ในขณะเดียวกัน Tr 01 Conduct ทำให้ Bias Voltage ของ Tr 02 เป็น low Reley (RY 01) จึงยังไม่ทำงาน

C 470 UF ใส่ไว้เพื่อรักษา Hook Sw. Signal ให้คงที่ชั่วขณะหนึ่ง เหตุการณ์ลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเมื่อชุมสายโทรศัพท์กำลังเชื่อมต่อ Line TOT ให้กรณีโทรออก

C 0.47 UF ทำหน้าที่ filter สัญญาณ ringing ซึ่งในส่วนนี้เราไม่ต้องการให้มีขึ้น Ringing Signal

เนื่องจาก Ringing Signal มีระดับ Voltage ประมาณ 90-110 Vp-p Bridge Diode ทำหน้าที่ Rectifier จาก Ac เป็น Dc Zener Diode รักษาแรงดันไว้ที่ 56 V แล้ว filter ด้วย C 0.84 UF Isolate ด้วย Opto Transistor เพราะเหตุว่า Ringing Signal ส่งมาเป็นช่วงๆ เพราะฉะนั้นที่ Transistor ของ Opto จึงให้ Output เป็นช่วงๆตาม Input จึงต้องอาศัย Retrigable Monostable รักษาแรงดัน Output ให้คงที่ตลอดเวลา โดยกำหนดค่า R-C Time Constant มากกว่า 5 วินาที

ทั้ง Hook Sw. on-off และ Ringing Signal ถูกต่อกับ Line TOT โดยตรง เพราะสัญญาณทั้งสอง ไม่อย่างใดก็อย่างหนึ่งจะถูก Detect เป็นอันดับแรกทุกกรณี ส่วนสัญญาณนอกเหนือจากนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ Hook Sw. off ก่อนทั้งสิ้น เช่น สัญญาณ Line Reverse, Strobe BCD Decode และ Dial Tone Signal ดังนั้นเพื่อป้องกันการเสียหายอันจะเกิดขึ้นได้กับวงจร Decode สัญญาณเหล่านี้เราจึงแยกวงจรกับ Line TOT ไว้โดยใช้หน้าสัมผัส Relay ซึ่งควบคุมโดยสัญญาณ Hook Sw. on-off นั่นเอง

Line Reverse สัญญาณนี้เกิดขึ้นเมื่อผู้ที่เรียกปลายทางยกหูรับสายจากผู้เรียกต้นทาง แรงไฟประมาณ 5-8 VDC จะปรากฏ ณ. Line TOT ของผู้เรียกต้นทางขณะยกหูจนถึงกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขเรียกไปยังหมายเลขปลายทาง แรงไฟดังกล่าวจะกลับขั้วบวกเป็นลบทันที เมื่อผู้เรียกปลายทางยกหูเพื่อติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกัน

การ Detect สัญญาณนี้ใช้ Opto Transistor นั่นคือสภาวะปกติเมื่อ Hook Sw. off output ของ Opto จะ high ประมาณ 3.8 V เป็น input ของวงจร Comparator กับแรงไฟ referrence 1.2 V นั่นคือ output ของ Comparator เมื่อสภาวะปกติจะ high และตรงกันข้ามถ้า Line Reverse output จะเป็น low แล้วผ่านวงจร Inverter เป็นสัญญาณที่ต้องการ

สัญญาณเสียง(Speech Signal) ซึ่งถูกส่งไปตาม Line TOT นั้น อาจถูกรบกวนด้วยกระแสไฟฟ้าสลับ 50 Hz โดยง่าย เพื่อป้องกันการรบกวนดังกล่าวอันเนื่องมาจาก A.C. Supply ของเครื่อง Printer ผ่าน Signal Ground ของ Card Control Z84C11HC และ Card Interface ซึ่งต่ออยู่กับ Line TOT โดยตรง เพราะฉะนั้นจึงต้องแยก Signal Ground Line TOT กับ Card Interface ด้วยการใช้ Transformer Isolate 600 ohm เพื่อ Decode สัญญาณ Strobe, BCD Code และ Dial Tone ต่อไป

Strobe

BCD Code

สัญญาณทั้งสองได้อธิบายไว้แล้วใน Data Sheet IC. 8870

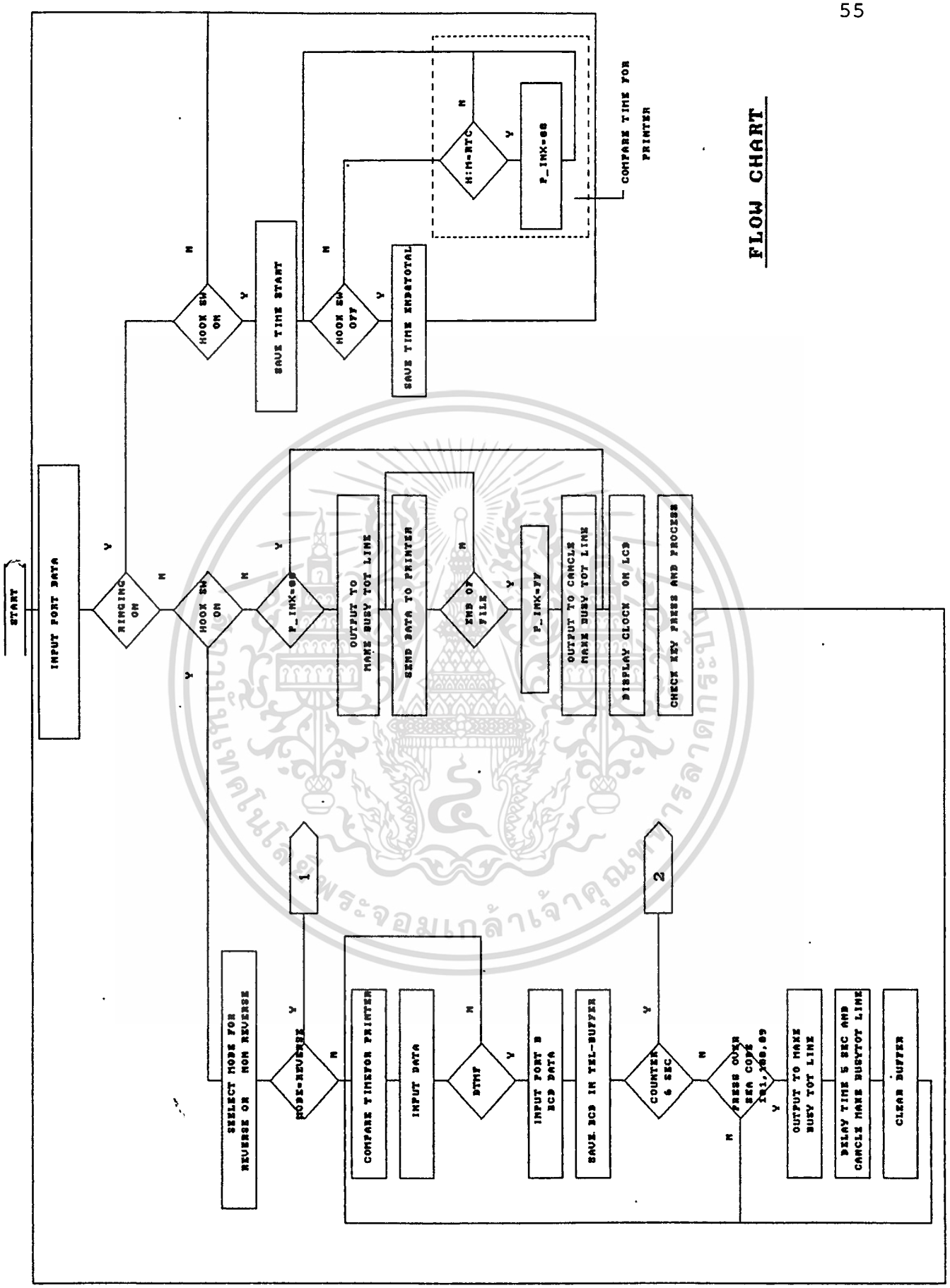
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

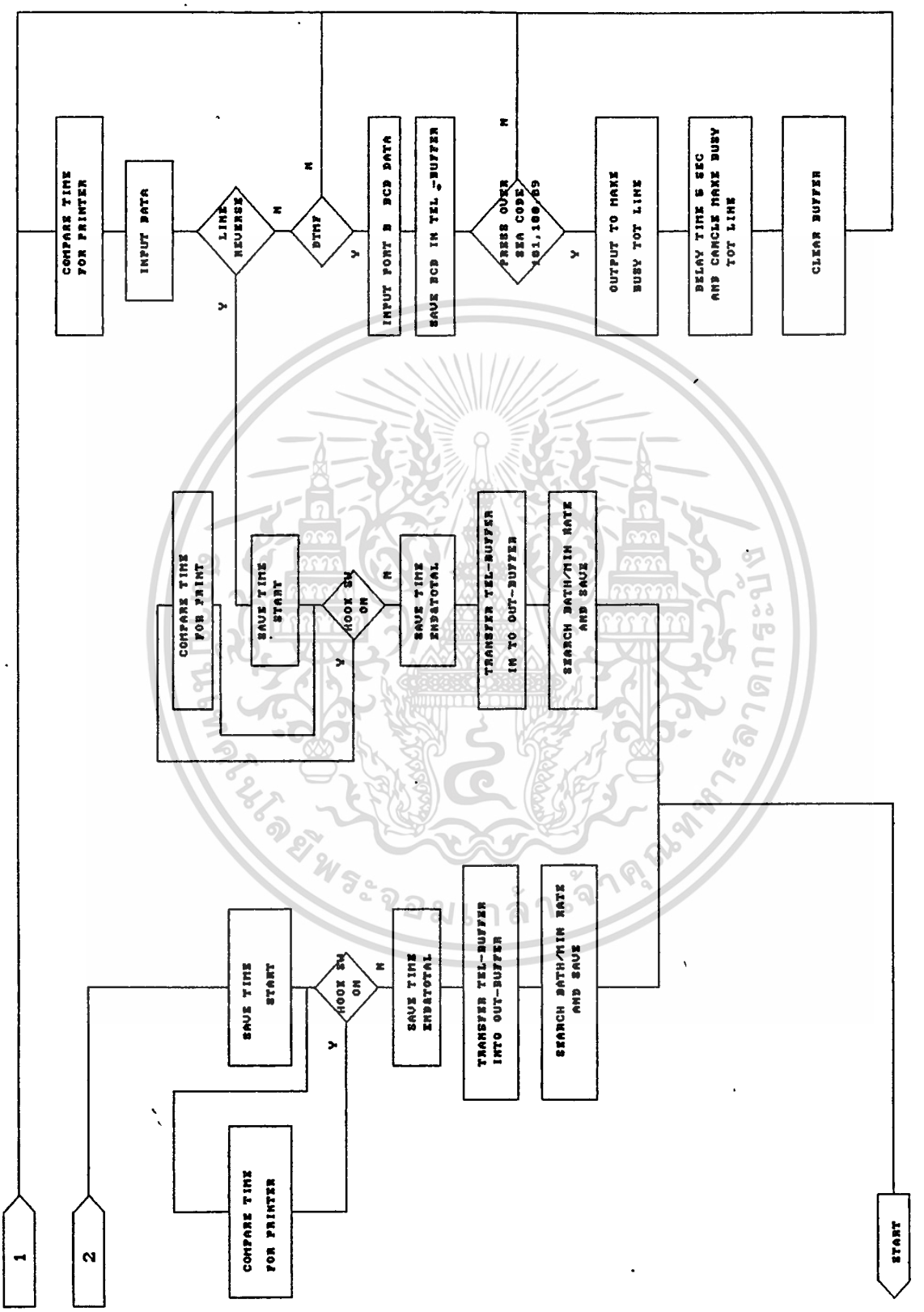
โปรแกรมควบคุมการทำงาน

เนื่องจากเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์อัตโนมัติใช้ CPU Z-80 ควบคุมการทำงาน เพราะฉะนั้นการเขียนโปรแกรม (SOFTWARE) ให้เครื่องทำงานจึงใช้คำสั่งของ Z-80 (รายละเอียดของคำสั่ง Z-80 ได้รวบรวมไว้ท้ายบท) สำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน ได้แสดงไว้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ;       ***********************************
                ;       *   SOFTWARE FOR CP-Z84C11        *
                ;       *   EXAMPLE PROGRAM BY MR.ROONG   *
                ;       *   TELEPHONE DURATION RECORDER   *
                ;       ***********************************
                ;
0000                      CPU "Z80.TBL"
0000                      HOF "INT8"
6000                      ORG  6000H
                ;
                ; I/O CONTROL REGISTER ADDRESS
                ;
0050 =          PA:       EQU 50H
0051 =          PB:       EQU 51H
0052 =          PC:       EQU 52H
0030 =          PD:       EQU 30H
0040 =          PE:       EQU 40H
0054 =          PAC:      EQU 54H
0055 =          PBC:      EQU 55H
0056 =          PCC:      EQU 56H
0034 =          PDC:      EQU 34H
0044 =          PEC:      EQU 44H
                ;
                ;   I/O LCD PORT
                ;
0080 =            PDATA:   EQU 80H
0082 =            PSING:   EQU 82H
0084 =            PREAD:   EQU 84H
                ;
                ;   SYSTEM CALL PRINTER
                ;
0081 =           RXBYTE:   EQU 81H
0087 =             BYTE:   EQU 87H
0088 =             PRNC:   EQU 88H
008A =           PRNSTG:   EQU 8AH
008B =              PLF:   EQU 8BH
                ;
                ;   SYSTEM CALL LCD
                ;
008C =          INITLCD:   EQU 8CH
008D =          GOTOLCD:   EQU 8DH
008E =          WBYTELCD:  EQU 8EH
008F =          DSPCLCD:   EQU 8FH
0091 =           LCDSTG:   EQU 91H
0092 =           CLSLCD:   EQU 92H
                ;
                ;   SYSTEM CALL KEY 4X4
                ;
0093 =            DELAY:   EQU 93H
0094 =             SCAN:   EQU 94H
0095 =            SCANK:   EQU 95H
                ;
                ;   ADDRESS RTC
                ;
00A0 =              RTC:   EQU 0A0H
00A0 =             SEC1:   EQU RTC
00A1 =            SEC10:   EQU RTC+1
00A2 =             MIN1:   EQU RTC+2
00A3 =            MIN10:   EQU RTC+3
00A4 =             HOUR1:  EQU RTC+4
00A5 =            HOUR10:  EQU RTC+5
00A6 =             DAY1:   EQU RTC+6
00A7 =            DAY10:   EQU RTC+7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
00A8 =          MONTH1:   EQU RTC+8
00A9 =          MONTH10:  EQU RTC+9
00AA =           YEAR1:   EQU RTC+0AH
00AB =          YEAR10:   EQU RTC+0BH
00AD =          CREG_D:   EQU RTC+0DH
00AE =          CREG_E:   EQU RTC+0EH
00AF =          CREG_F:   EQU RTC+0FH
0010 =          SYSCAL:   EQU 10H
                ;
6000 3E30       MAIN:     LD   A,30H          ;i/o port control
6002 D355                 OUT  (PBC),A        ;set port B
6004 3E00                 LD   A,00H          ;input port control
6006 D354                 OUT  (PAC),A        ;set port A
6008 3EFF                 LD   A,0FFH         ;set default printer index
600A 321D80               LD   (P_INX),A
600D CD3366               CALL INILCD         ;initial LCD display
6010 CDBF63               CALL CLR_BUF        ;clear buffer for tel.no.
6013 31FE9F               LD   SP,09FFEH      ;set stack pointer address
6016 CD6663     INIT:     CALL INTT           ;compare times for print
6019 3A1D80               LD   A,(P_INX)      ;print on index "00"->printing
601C FE00                 CP   00H            ;               "FF"->printed
601E 2009                 JR   NZ,N_P         ;data printed (off line) jump
6020 CD6D66               CALL PRINT
6023 CDCE61               CALL FIL_FFH        ;after printed set 256 records
6026 CD5463               CALL DELY
6029 CDF661     N_P:      CALL P_INR          ;scan for hit any key
602C CDD163               CALL DIS            ;display clock on lcd
602F DB50                 IN   A,(PA)
6031 CB7F                 BIT  7,A            ;ringing tone signal
6033 2047                 JR   NZ,GET_CK2     ;rec from TEL.exchange jump
6035 CB6F                 BIT  5,A            ;hook switch on/off
6037 20DD                 JR   NZ,INIT        ;switch off (high level) jump
                ;         ********************
                ;         * PHONES CALLOUT *
                ;         ********************
6039 CDC963     GET_TEL:  CALL CLS            ;clear lcd
603C CDBE61               CALL LCDD           ;set position lcd for disp
603F 3A2E80               LD   A,(MODE)       ;check mode select
6042 FE0F                 CP   0FH
6044 2809                 JR   Z,REV
6046 CD6761               CALL NO_REV
6049 CDBF63               CALL CLR_BUF
604C C31660               JP   INIT
                ;         **********************
                ;         * REVERSE LINE MODE *
                ;         **********************
604F 0E00       REV:      LD   C,0H
6051 C5         WAIT:     PUSH BC
6052 CD6663               CALL INTT           ;time compare on [H_P] & [M_P]
6055 C1                   POP  BC
6056 DB50                 IN   A,(PA)
6058 CB6F                 BIT  5,A            ;hook sw.
605A 201A                 JR   NZ,INI         ;sw.off (high level) jump (1)
605C CB67                 BIT  4,A            ;line reverse
605E 285D                 JR   Z,GET_CK1      ;high level jump
6060 CB5F                 BIT  3,A            ;DTMF signal start
6062 28ED                 JR   Z,WAIT         ;low level jump
6064 CD4A61               CALL W              ;get BCD code from DTMF
6067 CDF060               CALL NO_USE         ;unuse oversea telephone 001 100
606A CD0461               CALL NO_USE1        ;                        09
606D 0C                   INC  C              ;     [and display]
606E 79                   LD   A,C
606F FE0A                 CP   0AH            ;10 no.tels maximum
```

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6071 283A               JR    Z,IN
6073 C35160             JP    WAIT
                ;
6076 CDBF63     INI:    CALL  CLR_BUF
6079 C31660             JP    INIT
                ;       ****************************
                ;       * GET CLOCK FOR PHONES IN *
                ;       ****************************
607C DB50       GET_CK2: IN   A,(PA)            ;get clock [start,end,total]
607E CB6F               BIT   5,A               ;  [from ringging signal]
6080 2094               JR    NZ,INIT
6082 CD5463             CALL  DELY              ;confirm hook switch        *
6085 DB50               IN    A,(PA)            ; [ off jump. ]
6087 CB6F               BIT   5,A               ; [ on continue]
6089 208B               JR    NZ,INIT
608B CD6864             CALL  GT_CK             ;get clock start
608E CD6663     XY:     CALL  INTT
6091 CDD163             CALL  DIS               ;display clock on lcd
6094 DB50               IN    A,(PA)
6096 CB6F               BIT   5,A
6098 28F4               JR    Z,XY
609A CDFF63             CALL  READ_CAL          ;get clock end & total
609D CDF169             CALL  C_R_B             ;clear rate buffer
60A0 2A2080             LD    HL,(OUT_INX)      ;set memory address
60A3 110500             LD    DE,0005H          ;[for times record]
60A6 19                 ADD   HL,DE
60A7 CD8563             CALL  PUT_CLK           ;save times
60AA C31660             JP    INIT
                ;
60AD CD6663     IN:     CALL  INTT              ;time compare
60B0 DB50               IN    A,(PA)
60B2 CB6F               BIT   5,A               ;hook sw.
60B4 20C0               JR    NZ,INI
60B6 CB67               BIT   4,A               ;line reverse
60B8 2803               JR    Z,GET_CK1
60BA C3AD60             JP    IN
                ;       ****************************
                ;       * GET CLOCK FOR PHONES OUT *
                ;       ****************************
60BD CD5463     GET_CK1: CALL DELY              ;                           *
60C0 DB50               IN    A,(PA)            ;get clock [start,end,total]
60C2 CB67               BIT   4,A
60C4 208B               JR    NZ,WAIT
60C6 CB6F               BIT   5,A               ;[from reverse line signal]
60C8 2806               JR    Z,G_C
60CA CDBF63             CALL  CLR_BUF
60CD C31660             JP    INIT
60D0 CD6864     G_C:    CALL  GT_CK             ;get clock start
60D3 CD6663     Q:      CALL  INTT
60D6 CDD163             CALL  DIS               ;display clock on lcd
60D9 DB50               IN    A,(PA)
60DB CB6F               BIT   5,A
60DD 28F4               JR    Z,Q
60DF CDFF63             CALL  READ_CAL          ;get clock [start,end,total]
60E2 CD1F61             CALL  PUT_TEL
60E5 E5                 PUSH  HL
60E6 CD1A6B             CALL  RATE_B
60E9 E1                 POP   HL
60EA CD4261             CALL  PUT_TIME
60ED C31660             JP    INIT
                ;
60F0 3A1080     NO_USE: LD    A,(TEL_BUF)
60F3 57                 LD    D,A
```

สำเนาเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
60F4 3A1180             LD    A,(TEL_BUF+1)
60F7 FE00               CP    00H
60F9 C0                 RET   NZ
60FA 7A                 LD    A,D
60FB FE00               CP    00H
60FD 2815               JR    Z,M_B_L
60FF FE01               CP    01H
6101 2811               JR    Z,M_B_L
6103 C9                 RET
                ;
6104 3A1080     NO_USE1: LD   A,(TEL_BUF)
6107 57                 LD    D,A
6108 3A1180             LD    A,(TEL_BUF+1)
610B FE09               CP    09H
610D C0                 RET   NZ
610E 7A                 LD    A,D
610F FE00               CP    00H
6111 2801               JR    Z,M_B_L
6113 C9                 RET
                ;
6114 3E10       M_B_L:  LD    A,10H           ;disconnect line
6116 D351               OUT   (PB),A
6118 CD6063             CALL  D_5S            ;delay time
611B CD6866             CALL  RSET_P_T        ;connect line
611E C9                 RET
                ;       ****************************************
                ;       * TEL.NUM & TIMES MEMORY FOR 1 RECORD *
                ;       ****************************************
611F 111080     PUT_TEL: LD   DE,TEL_BUF      ;store no.tel on buffer
6122 2A2080             LD    HL,(OUT_INX)    ;and save on memory
6125 E5                 PUSH  HL
6126 1A         X:      LD    A,(DE)
6127 FEFF               CP    0FFH
6129 2814               JR    Z,XXX
612B CDFA63             CALL  SHIFT
612E 4F                 LD    C,A
612F 13                 INC   DE
6130 1A                 LD    A,(DE)
6131 FEFF               CP    0FFH
6133 2807               JR    Z,XX
6135 81                 ADD   A,C
6136 77                 LD    (HL),A
6137 13                 INC   DE
6138 23                 INC   HL
6139 C32661             JP    X
613C 79         XX:     LD    A,C
613D F60F               OR    0FH
613F 77         XXX:    LD    (HL),A
6140 E1                 POP   HL
6141 C9                 RET
6142 110500     PUT_TIME:LD   DE,0005H
6145 19                 ADD   HL,DE
6146 CD8563             CALL  PUT_CLK
6149 C9                 RET
                ;
614A C5         W:      PUSH  BC              ;Get Data From Key Telephone
614B CD6663     W_1:    CALL  INTT
614E DB50               IN    A,(PA)
6150 CB5F               BIT   3,A             ;DTMF signal end
6152 20F7               JR    NZ,W_1
6154 DB51               IN    A,(PB)          ;BCD code from DTMF signal
6156 E60F               AND   0FH             ;mask 4 LSB's
6158 FE0A               CP    00001010B       ;convert key "0"  "0AH"->"00H"
```

เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
615A 2001              JR   NZ,AA
615C AF                XOR  A
615D 77        AA:     LD   (HL),A          ;store result on tel.buf
615E 23                INC  HL
615F C630              ADD  A,30H           ;convert BCD -> ASCII code
6161 4F                LD   C,A
6162 3E8E              LD   A,WBYTELCD
6164 D7                RST  SYSCAL          ;display tel no. on lcd
6165 C1                POP  BC
6166 C9                RET
               ;       ************************
               ;       * NO REVERSE LINE MODE *
               ;       ************************
6167 CD6663    NO_REV: CALL INTT            ;No reverse line Mode
616A DB50              IN   A,(PA)
616C CB6F              BIT  5,A
616E C0                RET  NZ
616F CB5F              BIT  3,A
6171 28F4              JR   Z,NO_REV
6173 0E00              LD   C,0H
6175 CD4A61    WAITT:  CALL W
6178 CDF060            CALL NO_USE
617B CD0461            CALL NO_USE1
617E 0C                INC  C
617F 79                LD   A,C
6180 FE0A              CP   0AH
6182 2818              JR   Z,IIN
6184 0680              LD   B,080H          ;delay time for call out cancle
6186 C5        WATI:   PUSH BC
6187 CD6663            CALL INTT
618A CD5A63            CALL DELY_1
618D C1                POP  BC
618E DB50              IN   A,(PA)
6190 CB6F              BIT  5,A
6192 C0                RET  NZ              ;
6193 CB5F              BIT  3,A
6195 2803              JR   Z,ZIP
6197 C37561            JP   WAITT
619A 10EA      ZIP:    DJNZ WATI
619C C5        IIN:    PUSH BC
619D CD6864            CALL GT_CK
61A0 C1                POP  BC
61A1 C5        IINN:   PUSH BC              ;
61A2 CD6663            CALL INTT
61A5 C1                POP  BC
61A6 DB50              IN   A,(PA)
61A8 CB6F              BIT  5,A
61AA 2003              JR   NZ,REC
61AC C3A161            JP   IINN
61AF CDFF63    REC:    CALL READ_CAL
61B2 CD1F61            CALL PUT_TEL
61B5 E5                PUSH HL
61B6 CD1A6B            CALL RATE_B
61B9 E1                POP  HL
61BA CD4261            CALL PUT_TIME
61BD C9                RET                  ;
               ;
61BE 3E00      LCDD:   LD   A,00H           ;set position lcd for disp
61C0 CBFF              SET  7,A
61C2 D380              OUT  (PDATA),A
61C4 CD5366            CALL READ            ;busy
61C7 211080            LD   HL,TEL_BUF      ;load tel.buf
61CA CD5463            CALL DELY            ;delay                    *
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
61CD C9                 RET
                ;       ************************************
                ;       * FILL OFFH IN EACH 24K  MEMORYS *
                ;       ************************************
61CE 2100A0     FIL_FFH: LD   HL,OUT_BUF
61D1 01005F              LD   BC,5F00H
61D4 36FF       FF:      LD   (HL),0FFH        ;set "FF" in  24K memory
61D6 23                  INC  HL               ;from address A000 - FF00
61D7 0B                  DEC  BC
61D8 78                  LD   A,B
61D9 EE00                XOR  0
61DB 20F7                JR   NZ,FF
61DD 79                  LD   A,C
61DE EE00                XOR  0
61E0 20F2                JR   NZ,FF
61E2 2100A0              LD   HL,OUT_BUF       ;set start memory address #A000
61E5 222080              LD   (OUT_INX),HL
61E8 060A                LD   B,10
61EA 218080              LD   HL,8000H
61ED 3600       FIL_TOL: LD   (HL),00H
61EF 23                  INC  HL
61F0 10FB                DJNZ FIL_TOL
61F2 CDC963              CALL CLS
61F5 C9                  RET
                ;       ********************
                ;       * SCAN MODE KEYS *
                ;       ********************
61F6 3E95       P_INR:   LD   A,SCANK          ;check press any key
61F8 D7                  RST  SYSCAL
61F9 FE0E                CP   0EH              ;"Print" key hit
61FB 200A                JR   NZ,SET_T
61FD CD5463              CALL DELY             ;signal cross protect *
6200 CD5463              CALL DELY             ;  [key -> printer]
6203 CD6D66              CALL PRINT            ;send data to printer
6206 C9                  RET
6207 FE0D       SET_T:   CP   0DH              ;"S.d&t" key hit
6209 2007                JR   NZ,SET_TT
620B CD5463              CALL DELY             ;                    *
620E CD7B64              CALL ST_T             ;set date & time
6211 C9                  RET
6212 FE0C       SET_TT:  CP   0CH              ;     set time for printer
6214 200A                JR   NZ,CLR1          ;[on H_P,M_P memory buffer]
6216 CD5463              CALL DELY
6219 CD3366              CALL INILCD
621C CDB862              CALL S_TT
621F C9                  RET
6220 FE0A       CLR1:    CP   0AH              ;clear all data in memory
6222 2043                JR   NZ,SET_MODE
                ;
6224 CD5463              CALL DELY
6227 CD3366     CL1:     CALL INILCD
622A 3E91                LD   A,LCDSTG
622C D7                  RST  SYSCAL
622D 2041726520          DFB  " Are You Sure ?",00h
623D CD7E65              CALL GO_40
6240 3E91                LD   A,LCDSTG
6242 D7                  RST  SYSCAL
6243 434C454152          DFB  "CLEAR ! Yes/No.",00h
6253 CD6A65              CALL KEY
6256 CACE61              JP   Z,FIL_FFH
6259 FE0B                CP   0BH
625B 2803                JR   Z,CL2
625D C32762              JP   CL1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6260 CDC963     CL2:      CALL CLS
6263 CD5463               CALL DELY
6266 C9                   RET
               ;
6267 FE0B       SET_MODE:CP   0BH
6269 C0                   RET  NZ
626A CD5463               CALL DELY
626D CD3366     SET_M:    CALL INILCD
6270 3E91                 LD   A,LCDSTG
6272 D7                   RST  SYSCAL
6273 204C696E65           DFB  " Line Reverse! ",00H
6283 CD7E65               CALL GO_40
6286 3E91                 LD   A,LCDSTG
6288 D7                   RST  SYSCAL
6289 2053656C65           DFB  " Select YES/NO? ",00H
629A CD6A65               CALL KEY
629D 2009                 JR   NZ,N_REV
629F 3E0F                 LD   A,0FH
62A1 322E80               LD   (MODE),A
62A4 CDC963               CALL CLS
62A7 C9                   RET
               ;
62A8 FE0B       N_REV:    CP   0BH
62AA 20C1                 JR   NZ,SET_M
62AC CD5463               CALL DELY
62AF 3E00                 LD   A,00H
62B1 322E80               LD   (MODE),A
62B4 CDC963               CALL CLS
62B7 C9                   RET
               ;
62B8 CD3163     S_TT:     CALL DD1_1
62BB CD7E65               CALL GO_40
62BE CD6A65               CALL KEY
62C1 C8                   RET  Z
62C2 FE03                 CP   03H
62C4 30F2                 JR   NC,S_TT
62C6 FE02                 CP   02H
62C8 CADC62               JP   Z,T1_T
62CB CDFA63               CALL SHIFT
62CE E6F0                 AND  0F0H
62D0 57                   LD   D,A
62D1 D5                   PUSH DE
62D2 CD6A65               CALL KEY
62D5 CAB862               JP   Z,S_TT
62D8 D1                   POP  DE
62D9 C3EA62               JP   GO_CC
               ;
62DC 1620       T1_T:     LD   D,20H
62DE D5                   PUSH DE
62DF CD6A65               CALL KEY
62E2 CAB862               JP   Z,S_TT
62E5 D1                   POP  DE
62E6 FE04                 CP   04H
62E8 30CE                 JR   NC,S_TT
62EA 82         GO_CC:    ADD  A,D
62EB 322B80               LD   (H_P),A
62EE CD2D66               CALL DIS_BYT
62F1 CD6A65               CALL KEY
62F4 C8                   RET  Z
62F5 FE06                 CP   06H
62F7 30BF                 JR   NC,S_TT
62F9 CDFA63               CALL SHIFT
62FC E6F0                 AND  0F0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
62FE 57                 LD   D,A
62FF D5                 PUSH DE
6300 CD6A65             CALL KEY
6303 CAB862             JP   Z,S_TT
6306 FE0A               CP   0AH
6308 D1                 POP  DE
6309 30AD               JR   NC,S_TT
630B 82                 ADD  A,D
630C 322C80             LD   (M_P),A
630F CDC963             CALL CLS
6312 C9                 RET
                ;
6313 0602       OFF_30: LD   B,02H
6315 CD1466     DY_1_S: CALL SEC                ; dely time for print outlet
6318 FE30               CP   30H                ;     and lelease line tot
631A 3005               JR   NC,Z1
631C C630               ADD  A,30H
631E C32463             JP   Z2
6321 D630       Z1:     SUB  30H
6323 27                 DAA
6324 57         Z2:     LD   D,A
6325 CD1466     Z3:     CALL SEC
6328 BA                 CP   D
6329 20FA               JR   NZ,Z3
632B 10E8               DJNZ DY_1_S
632D CD6866             CALL RSET_P_T
6330 C9                 RET
                ;
6331 CDC963     DD1_1:  CALL CLS                ;   display old time
6334 3A2B80             LD   A,(H_P)            ;[for report to printer]
6337 4F                 LD   C,A
6338 3E8F               LD   A,DSPCLCD
633A D7                 RST  SYSCAL
633B CD2D66             CALL DIS_BYT
633E 3A2C80             LD   A,(M_P)
6341 4F                 LD   C,A
6342 3E8F               LD   A,DSPCLCD
6344 D7                 RST  SYSCAL
6345 3E91               LD   A,LCDSTG
6347 D7                 RST  SYSCAL
6348 20205B5265         DFB  "  [Report]",00H
6353 C9                 RET
                ;
6354 3E93       DELY:   LD   A,93H              ;delay
6356 0E0F               LD   C,15
6358 D7                 RST  SYSCAL
6359 C9                 RET
635A 3E93       DELY_1: LD   A,93H              ;delay
635C 0E01               LD   C,1
635E D7                 RST  SYSCAL
635F C9                 RET
6360 3E93       D_5S:   LD   A,93H              ;delay
6362 0E96               LD   C,150
6364 D7                 RST  SYSCAL
6365 C9                 RET
                ;
6366 3A2B80     INTT:   LD   A,(H_P)
6369 47                 LD   B,A
636A CDF865             CALL HOR                ;time compare (hour)
636D B8                 CP   B
636E C0                 RET  NZ
636F 3A2C80             LD   A,(M_P)
6372 47                 LD   B,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6373 CD0666             CALL MIN                ;time compare (minute)
6376 B8                 CP   B
6377 C0                 RET  NZ
6378 CD1466             CALL SEC
637B FE00               CP   00H                ;time compare (second)
637D 2801               JR   Z,SEND_P
637F C9                 RET
                ;
6380 AF         SEND_P: XOR  A                  ;compare OK->reset p.index->00h
6381 321D80             LD   (P_INX),A
6384 C9                 RET
                ;       **************************
                ;       * SAVE TIMES FOR INUSED *
                ;       **************************
6385 3A2280     PUT_CLK: LD  A,(TIME_ST)        ;save clock start on memory
6388 77                 LD   (HL),A
6389 23                 INC  HL
638A 3A2380             LD   A,(TIME_ST+1)
638D 77                 LD   (HL),A
638E 23                 INC  HL
638F 3A2480             LD   A,(TIME_ST+2)
6392 77                 LD   (HL),A
6393 23                 INC  HL
6394 3A2580             LD   A,(TIME_ED)        ;save clock end on memory
6397 77                 LD   (HL),A
6398 23                 INC  HL
6399 3A2680             LD   A,(TIME_ED+1)
639C 77                 LD   (HL),A
639D 23                 INC  HL
639E 3A2780             LD   A,(TIME_ED+2)
63A1 77                 LD   (HL),A
63A2 23                 INC  HL
63A3 3A2880             LD   A,(TIME_TO)        ;save times total on memory
63A6 77                 LD   (HL),A
63A7 23                 INC  HL
63A8 3A2980             LD   A,(TIME_TO+1)
63AB 77                 LD   (HL),A
63AC 23                 INC  HL
63AD 3A2A80             LD   A,(TIME_TO+2)
63B0 77                 LD   (HL),A
63B1 23                 INC  HL
63B2 3A1E80             LD   A,(RATE)           ;save rate (baht/minute)
63B5 77                 LD   (HL),A
63B6 23                 INC  HL
63B7 3A1F80             LD   A,(RATE+1)
63BA 77                 LD   (HL),A
63BB 23                 INC  HL
63BC 222080             LD   (OUT_INX),HL       ;set index for next record
                ;
63BF 211080     CLR_BUF: LD  HL,TEL_BUF         ;put "FF" in no.tel buffer
63C2 060A               LD   B,10               ;      [clear buffer]
63C4 36FF       CLR:    LD   (HL),0FFH
63C6 23                 INC  HL
63C7 10FB               DJNZ CLR
63C9 3E01       CLS:    LD   A,01H              ;clear lcd display
63CB D380               OUT  (PDATA),A
63CD CD5366             CALL READ
63D0 C9                 RET
                ;       ********************************
                ;       * DISPLAY CLOCK ON LCD DMC 1602 *
                ;       ********************************
63D1 3E0C       DIS:    LD   A,00001100B        ;LCD display on/off control
63D3 D380               OUT  (PDATA),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
63D5 CD5A66              CALL DELAY1
63D8 3E40                LD   A,40H
63DA CBFF                SETT 7,A
63DC D380                OUT  (PDATA),A
63DE CD5366              CALL READ
63E1 CDF865              CALL HOR
63E4 CD2266              CALL DIS_C
63E7 CD2D66              CALL DIS_BYT
63EA CD0666              CALL MIN
63ED CD2266              CALL DIS_C
63F0 CD2D66              CALL DIS_BYT
63F3 CD1466              CALL SEC
63F6 CD2266              CALL DIS_C
63F9 C9                  RET
                ;
63FA 07          SHIFT:  RLCA
63FB 07                  RLCA
63FC 07                  RLCA
63FD 07                  RLCA
63FE C9                  RET
                ;        **********************
                ;        * READ DATA FROM RTC *
                ;        **********************
63FF CDF865     READ_CAL:CALL HOR
6402 322580              LD   (TIME_ED),A
6405 CD0666              CALL MIN
6408 322680              LD   (TIME_ED+1),A
640B CD1466              CALL SEC
640E 322780              LD   (TIME_ED+2),A
                ;        *********************
                ;        * TIME CALCULATION *
                ;        *********************
6411 3A2480     TIME:    LD   A,(TIME_ST+2)
6414 6F                  LD   L,A
6415 3A2380              LD   A,(TIME_ST+1)
6418 67                  LD   H,A
6419 3A2780              LD   A,(TIME_ED+2)
641C 5F                  LD   E,A
641D 3A2680              LD   A,(TIME_ED+1)
6420 57                  LD   D,A
6421 7B                  LD   A,E
6422 BD                  CP   L
6423 3008                JR   NC,NO_C
6425 C660                ADD  A,60H
6427 5F                  LD   E,A
6428 7A                  LD   A,D
6429 D601                SUB  01H
642B 27                  DAA
642C 57                  LD   D,A
642D 7B          NO_C:   LD   A,E
642E 95                  SUB  L
642F 27                  DAA
6430 322A80              LD   (TIME_TO+2),A
6433 7A                  LD   A,D
6434 BC                  CP   H
6435 300F                JR   NC,CO_NO
6437 C660                ADD  A,60H
6439 57                  LD   D,A
643A CD5F64              CALL LD
643D 79                  LD   A,C
643E D601                SUB  01H
6440 27                  DAA
6441 4F                  LD   C,A
```

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6442 CD4D64             CALL C_NO
6445 C9                 RET
6446 CD5F64    CO_NO:   CALL LD
6449 CD4D64             CALL C_NO
644C C9                 RET
               ;
644D 7A        C_NO:    LD   A,D
644E 94                 SUB  H
644F 27                 DAA
6450 322980             LD   (TIME_TO+1),A
6453 79                 LD   A,C
6454 B8                 CP   B                  ;conversation 00:00:00
6455 3002               JR   NC,T_T
6457 C624               ADD  A,24H
6459 90        T_T:     SUB  B
645A 27                 DAA
645B 322880             LD   (TIME_TO),A
645E C9                 RET
645F 3A2280    LD:      LD   A,(TIME_ST)
6462 47                 LD   B,A
6463 3A2580             LD   A,(TIME_ED)
6466 4F                 LD   C,A
6467 C9                 RET
               ;        ********************************
               ;        * GET CLOCK START CONVERSATION *
               ;        ********************************
6468 CDF865    GT_CK:   CALL HOR
646B 322280             LD   (TIME_ST),A
646E CD0666             CALL MIN
6471 322380             LD   (TIME_ST+1),A
6474 CD1466             CALL SEC
6477 322480             LD   (TIME_ST+2),A
647A C9                 RET
               ;        **********************
               ;        * SET TIME INTO RTC *
               ;        **********************
647B           ST_T:
647B AF                 XOR A
647C D3AD               OUT  (CREG_D),A         ;clear
647E 3E01               LD   A,01H              ;set 24h or 12h
6480 D3AF               OUT  (CREG_F),A
6482 3E04               LD   A,04H              ;set 24h
6484 D3AF               OUT  (CREG_F),A
6486 CD3366             CALL INILCD
6489 CDC963    GET_K_D: CALL CLS
648C CD7865             CALL GO_00
648F CD8465             CALL LAST_TIME          ;display last yy-mm-dd
6492 3E07               LD   A,07H
6494 D3AF               OUT  (CREG_F),A
6496 CD7E65             CALL GO_40              ;LCD display on line 2
6499 CD6A65             CALL KEY                ;get year from key
649C CAFB64             JP   Z,GET_K_T
649F D3AB               OUT  (YEAR10),A         ;year10
64A1 CD6A65             CALL KEY
64A4 CAFB64             JP   Z,GET_K_T
64A7 D3AA               OUT  (YEAR1),A          ;year1
64A9 CD2766             CALL DISP_BYT
64AC CD6A65             CALL KEY                ;get month from key
64AF CAFB64             JP   Z,GET_K_T
64B2 FE02               CP   02H
64B4 30D3               JR   NC,GET_K_D
64B6 D3A9               OUT  (MONTH10),A        ;month10
64B8 FE01               CP   01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
64BA C2CA64             JP    NZ,VAL_K
64BD CD6A65             CALL  KEY
64C0 CAFB64             JP    Z,GET_K_T
64C3 FE03               CP    03H
64C5 30C2               JR    NC,GET_K_D
64C7 C3D064             JP    GO_C0
64CA CD6A65     VAL_K:  CALL  KEY
64CD CAFB64             JP    Z,GET_K_T
64D0 D3A8       GO_C0:  OUT   (MONTH1),A        ;month1
64D2 CD2766             CALL  DISP_BYT
64D5 CD6A65             CALL  KEY               ;get day from key
64D8 CAFB64             JP    Z,GET_K_T
64DB FE04               CP    04H
64DD 30AA               JR    NC,GET_K_D
64DF D3A7               OUT   (DAY10),A         ;day10
64E1 FE03               CP    03H
64E3 C2F364             JP    NZ,VALI_K
64E6 CD6A65             CALL  KEY
64E9 CAFB64             JP    Z,GET_K_T
64EC FE02               CP    02H
64EE 3099               JR    NC,GET_K_D
64F0 C3F964             JP    GO_CON
64F3 CD6A65     VALI_K: CALL  KEY
64F6 CA5F65             JP    Z,SETEND
64F9 D3A6       GO_CON: OUT   (DAY1),A          ;day1
                ;
64FB CDC963     GET_K_T: CALL CLS
64FE CD7865             CALL  GO_00
6501 CDA965             CALL  LT_TIME           ;display last hh:mm:ss
6504 3E07               LD    A,07H
6506 D3AF               OUT   (CREG_F),A
6508 CD7E65             CALL  GO_40             ;LCD display on line 2
650B CD6A65             CALL  KEY               ;get hour from key
650E CA5F65             JP    Z,SETEND
6511 FE03               CP    03H               ;check invalid time
6513 30E6               JR    NC,GET_K_T
6515 D3A5               OUT   (HOUR10),A        ;hour10
6517 FE02               CP    02H
6519 C22965             JP    NZ,VA_K
651C CD6A65             CALL  KEY
651F CA5F65             JP    Z,SETEND
6522 FE04               CP    04H
6524 30D5               JR    NC,GET_K_T
6526 C32F65             JP    GO_C
6529 CD6A65     VA_K:   CALL  KEY
652C CA5F65             JP    Z,SETEND
652F D3A4       GO_C:   OUT   (HOUR1),A         ;hour1
6531 CD2D66             CALL  DIS_BYT
6534 CD6A65             CALL  KEY               ;get minute from key
6537 CA5F65             JP    Z,SETEND
653A FE06               CP    06H
653C 30BD               JR    NC,GET_K_T
653E D3A3               OUT   (MIN10),A         ;minute10
6540 CD6A65             CALL  KEY
6543 CA5F65             JP    Z,SETEND
6546 D3A2               OUT   (MIN1),A          ;minute1
6548 CD2D66             CALL  DIS_BYT
654B CD6A65             CALL  KEY               ;get second from key
654E CA5F65             JP    Z,SETEND
6551 FE06               CP    06H
6553 30A6               JR    NC,GET_K_T
6555 D3A1               OUT   (SEC10),A         ;second10
6557 CD6A65             CALL  KEY
```

สำเนาเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
655A CA5F65             JP   Z,SETEND
655D D3A0               OUT  (SEC1),A          ;second1
                ;
655F AF         SETEND: XOR  A
6560 D3AD               OUT  (CREG_D),A
6562 3E04               LD   A,04H
6564 D3AF               OUT  (CREG_F),A
6566 CDC963             CALL CLS
6569 C9                 RET
                ;
656A 3E94       KEY:    LD   A,SCAN            ;scan key "00-0F"
656C D7                 RST  SYSCAL
656D F5                 PUSH AF
656E C630               ADD  A,30H             ;convert hex -> ascii
6570 4F                 LD   C,A
6571 3E8E               LD   A,WBYTELCD        ;display on LCD
6573 D7                 RST  SYSCAL
6574 F1                 POP  AF
6575 FE0F               CP   0FH               ;check key "Enter"
6577 C9                 RET
                ;
6578 3E8D       GO_00:  LD   A,GOTOLCD         ;LCD display on line 1
657A 0E00               LD   C,00
657C D7                 RST  SYSCAL
657D C9                 RET
                ;
657E 3E8D       GO_40:  LD   A,GOTOLCD         ;LCD display on line 2
6580 0E28               LD   C,40
6582 D7                 RST  SYSCAL
6583 C9                 RET
                ;
6584 CDCE65     LAST_TIME:CALL YY              ;display last yy-mm-dd
6587 CD2266             CALL DIS_C
658A CD2766             CALL DISP_BYT
658D CDDC65             CALL MM
6590 CD2266             CALL DIS_C
6593 CD2766             CALL DISP_BYT
6596 CDEA65             CALL DAY
6599 CD2266             CALL DIS_C
659C 3E91               LD   A,LCDSTG
659E D7                 RST  SYSCAL
659F 205B792D6D         DFB  " [y-m-d]",00H
65A8 C9                 RET
                ;
65A9 CDF865     LT_TIME: CALL HOR              ;display last hh:mm:ss
65AC CD2266              CALL DIS_C
65AF CD2D66              CALL DIS_BYT
65B2 CD0666              CALL MIN
65B5 CD2266              CALL DIS_C
65B8 CD2D66              CALL DIS_BYT
65BB CD1466              CALL SEC
65BE CD2266              CALL DIS_C
65C1 3E91                LD   A,LCDSTG
65C3 D7                  RST  SYSCAL
65C4 205B683A6D          DFB  " [h:m:s]",00H
65CD C9                  RET
                ;
65CE DBAA       YY:      IN   A,(YEAR1)        ;load "year" to reg A
65D0 E60F                AND  0FH
65D2 4F                  LD   C,A
65D3 DBAB                IN   A,(YEAR10)
65D5 CDFA63              CALL SHIFT
65D8 E6F0                AND  0F0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
65DA 81                 ADD  A,C
65DB C9                 RET
65DC DBA8       MM:     IN   A,(MONTH1)        ;load "month" to reg A
65DE E60F               AND  0FH
65E0 4F                 LD   C,A
65E1 DBA9               IN   A,(MONTH10)
65E3 CDFA63             CALL SHIFT
65E6 E6F0               AND  0F0H
65E8 81                 ADD  A,C
65E9 C9                 RET
65EA DBA6       DAY:    IN   A,(DAY1)          ;load "day" to reg A
65EC E60F               AND  0FH
65EE 4F                 LD   C,A
65EF DBA7               IN   A,(DAY10)
65F1 CDFA63             CALL SHIFT
65F4 E6F0               AND  0F0H
65F6 81                 ADD  A,C
65F7 C9                 RET
65F8 DBA4       HOR:    IN   A,(HOUR1)         ;load "hour" to reg A
65FA E60F               AND  0FH
65FC 4F                 LD   C,A
65FD DBA5               IN   A,(HOUR10)
65FF CDFA63             CALL SHIFT
6602 E6F0               AND  0F0H
6604 81                 ADD  A,C
6605 C9                 RET
6606 DBA2       MIN:    IN   A,(MIN1)          ;load "minute" to reg A
6608 E60F               AND  0FH
660A 4F                 LD   C,A
660B DBA3               IN   A,(MIN10)
660D CDFA63             CALL SHIFT
6610 E6F0               AND  0F0H
6612 81                 ADD  A,C
6613 C9                 RET
6614 DBA0       SEC:    IN   A,(SEC1)          ;load "second" to reg A
6616 E60F               AND  0FH
6618 4F                 LD   C,A
6619 DBA1               IN   A,(SEC10)
661B CDFA63             CALL SHIFT
661E E6F0               AND  0F0H
6620 81                 ADD  A,C
6621 C9                 RET
                ;       ************************
                ;       * DISPLAY DATA ON LCD *
                ;       ************************
6622 4F         DIS_C:  LD   C,A               ;display ASCII from HEX
6623 3E8F               LD   A,DSPCLCD
6625 D7                 RST  SYSCAL
6626 C9                 RET
6627 3E8E       DISP_BYT:LD  A,WBYTELCD        ;display "-" on LCD
6629 0E2D               LD   C,"-"
662B D7                 RST  SYSCAL
662C C9                 RET
662D 3E8E       DIS_BYT: LD  A,WBYTELCD        ;display ":" on LCD
662F 0E3A               LD   C,":"
6631 D7                 RST  SYSCAL
6632 C9                 RET
                ;       **********************
                ;       *    INITIAL LCD     *
                ;       **********************
6633 3E38       INILCD: LD   A,00111000B       ;function set  38H
                                               ;DL=1 8 bit,N=1 1/16 duty,F=0 5x7
6635 D380               OUT  (PDATA),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6637 CD5A66              CALL DELAY1
663A CD5A66              CALL DELAY1            ;DELAY > 4.1 ms
663D 3E0D                LD   A,00001101B       ;display on/off control
                                                ;D=1 off,C=1 cursor on,B=1 blink
663F D380                OUT  (PDATA),A
6641 CD5A66              CALL DELAY1
6644 3E06                LD   A,00000110B       ;entry mode set
                                                ;I/D=1 increment,S=0 right
6646 D380                OUT  (PDATA),A
6648 CD5A66              CALL DELAY1
664B 3E01                LD   A,00000001B       ;clear all display
664D D380                OUT  (PDATA),A
664F CD5366              CALL READ
6652 C9                  RET
6653 DB84      READ:     IN   A,(PREAD)         ;read busy
6655 CB7F                BIT  7,A
6657 20FA                JR   NZ,READ
6659 C9                  RET
665A C5        DELAY1:   PUSH BC
665B F5                  PUSH AF
665C 0680                LD   B,80H
665E 10FE      DELAY12:  DJNZ DELAY12
6660 F1                  POP  AF
6661 C1                  POP  BC
6662 C9                  RET
               ;         ****************************************
               ;         * PRINTER POWER ON & MAKE BUSY TOT LINE *
               ;         ****************************************
6663 3E30      SET_P_T:  LD   A,30H
6665 D351                OUT  (PB),A
6667 C9                  RET
               ;         ****************************************
               ;         * PRINTER POWER OFF & RELEASE TOT LINE *
               ;         ****************************************
6668 3E00      RSET_P_T: LD   A,00H
666A D351                OUT  (PB),A
666C C9                  RET
               ;         ********************************
               ;         *   REPORT TO GENERAL PRINTER  *
               ;         ********************************
666D CD6366    PRINT:    CALL SET_P_T
6670 CD5463              CALL DELY
6673 3E8B                LD   A,PLF             ;line feed & carriage return
6675 D7                  RST  SYSCAL
6676 3E8A                LD   A,PRNSTG          ;send ascii [block] to print
6678 D7                  RST  SYSCAL
6679 2020202020          DFB  "                      TELEPHONE DURATION RECORDER"
66A9 0A0D0A0D            DFB  0AH,0DH,0AH,0DH
66AD 2020204B4D          DFB  "    KMITL",0DH,00H
66B7 CD2768              CALL P_TAB1
66BA CD3668              CALL P_TAB2
66BD CDEA65              CALL DAY
66C0 CD1F69              CALL TMT
66C3 CDDC65              CALL MM
66C6 CD7E68              CALL P_M
66C9 3E8A                LD   A,PRNSTG
66CB D7                  RST  SYSCAL
66CC 313900              DFB  31H,39H,00H       ;ascii "1","9"
66CF CDCE65              CALL YY
66D2 CD1F69              CALL TMT
66D5 CD3668              CALL P_TAB2
66D8 CDF865              CALL HOR
66DB CD1F69              CALL TMT
```

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
66DE CD4768             CALL PR_N
66E1 CD0666             CALL MIN
66E4 CD1F69             CALL TMT
66E7 CD4768             CALL PR_N
66EA CD1466             CALL SEC
66ED CD1F69             CALL TMT
66F0 3E8A               LD   A,PRNSTG
66F2 D7                 RST  SYSCAL
66F3 0A0D0A0D           DFB  0AH,0DH,0AH,0DH
66F7 54454C4550         DFB  "TELEPHONE NO.  START        END          DURING
TOTAL"
673E 0A0D0A0D00         DFB  0AH,0DH,0AH,0DH,00H
6743 2100A0             LD   HL,OUT_BUF
6746 222080     NN:     LD   (OUT_INX),HL
6749 1E00               LD   E,0
674B CDE067     HH:     CALL H_NIBB          ;high nibble hex [tel no.]
674E FE0F               CP   0FH
6750 2814               JR   Z,PT
6752 CD4068             CALL PINT            ;send to print
6755 CDE867             CALL L_NIBB          ;low nibble hex [tel no.]
6758 FE0F               CP   0FH
675A 280A               JR   Z,PT
675C CD4068             CALL PINT            ;send to print
675F 23                 INC  HL
6760 1C                 INC  E               ;10 no.tel max
6761 7B                 LD   A,E
6762 FE05               CP   5H
6764 20E5               JR   NZ,HH
                ;
6766 2A2080     PT:     LD   HL,(OUT_INX)    ;send times to print
6769 110500             LD   DE,0005H
676C 19                 ADD  HL,DE
676D 7E                 LD   A,(HL)          ;end of record
676E FEFF               CP   0FFH
6770 287F               JR   Z,FD_RET
6772 CD2768             CALL P_TAB1
6775 CDBE67             CALL H_H             ;print start time
6778 CD3668             CALL P_TAB2
677B CDBE67             CALL H_H             ;print end time
677E CD3668             CALL P_TAB2
6781 CDBE67             CALL H_H             ;print during time
6784 CD3668             CALL P_TAB2
6787 CDD067             CALL R_B_M           ;print rate (baht/min)
678A E5                 PUSH HL
678B CD3469             CALL TOTAL           ;calculate total baht
678E CD3668             CALL P_TAB2
6791 CD9B67             CALL P_TOTAL         ;print total baht
6794 E1                 POP  HL
6795 3E8B               LD   A,PLF           ;line feed
6797 D7                 RST  SYSCAL
6798 C34667             JP   NN
            ;
679B 0E20       P_TOTAL: LD  C,20H           ;1 space to print
679D CD4D68             CALL PR
67A0 3A0580             LD   A,(BIN+5)       ;send total baht to print
67A3 FE00               CP   00H
67A5 2066               JR   NZ,NP_0
67A7 0E20               LD   C,20H
67A9 CD4D68             CALL PR
67AC 3A0480             LD   A,(BIN+4)
67AF F5                 PUSH AF
67B0 E6F0               AND  0F0H
67B2 FE00               CP   00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
67B4 2864              JR   Z,NP_01
67B6 F1                POP  AF
67B7 CD1F69            CALL TMT
67BA CD0168            CALL PN_0
67BD C9                RET
                ;
67BE 0602       H_H:   LD   B,2              ;send time [hh:mm:ss]
67C0 7E         H_X:   LD   A,(HL)           ;    [to print]
67C1 CD1F69            CALL TMT
67C4 CD4768            CALL PR_N
67C7 23                INC  HL
67C8 10F6              DJNZ H_X
67CA 7E                LD   A,(HL)
67CB CD1F69            CALL TMT
67CE 23                INC  HL
67CF C9                RET
                ;
67D0 7E         R_B_M: LD   A,(HL)           ;send rate (baht/min) to print
67D1 CD1F69            CALL TMT
67D4 0E2E              LD   C,2EH
67D6 CD4D68            CALL PR
67D9 23                INC  HL
67DA 7E                LD   A,(HL)
67DB CD1F69            CALL TMT
67DE 23                INC  HL
67DF C9                RET
                ;
67E0 7E         H_NIBB: LD  A,(HL)           ;hex high nibble
67E1 57                LD   D,A
67E2 E6F0              AND  0F0H
67E4 CDEC67            CALL SHF
67E7 C9                RET
                ;
67E8 7A         L_NIBB: LD  A,D              ;hex low nibble
67E9 E60F              AND  0FH
67EB C9                RET
                ;
67EC 0F         SHF:   RRCA                  ;shift high -> low nibble
67ED 0F                RRCA
67EE 0F                RRCA
67EF 0F                RRCA
67F0 C9                RET
                ;
67F1 0619       FD_RET: LD   B,25            ;25 lines feed
67F3 3E8B       K_K:   LD   A,PLF
67F5 D7                RST  SYSCAL
67F6 10FB              DJNZ K_K
67F8 3EFF              LD   A,0FFH           ;set p index -> FFH
67FA 321D80            LD   (P_INX),A
67FD CD6866            CALL RSET_P_T
6800 C9                RET                   ;return from PRINT: to INIT:
                ;
6801 0E2E       PN_0:  LD   C,2EH
6803 CD4D68            CALL PR
6806 3A0980            LD   A,(BIN+9)
6809 CD1F69            CALL TMT
680C C9                RET
680D CD4D68     NP_0:  CALL PINT
6810 3A0480            LD   A,(BIN+4)
6813 CD1F69            CALL TMT
6816 CD0168            CALL PN_0
6819 C9                RET
681A 0E20       NP_01: LD   C,20H
```

ลิขสิทธิ์เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
681C CD4D68             CALL PR
681F F1                 POP  AF
6820 CD4068             CALL PINT
6823 CD0168             CALL PN_0
6826 C9                 RET
                ;
6827 0E0D       P_TAB1: LD   C,0DH          ;tab for times print
6829 CD4D68             CALL PR
682C 060F               LD   B,15
682E 0E20       DD:     LD   C,20H
6830 CD4D68             CALL PR
6833 10F9               DJNZ DD
6835 C9                 RET
                ;
6836 0605       P_TAB2: LD   B,5            ;tab between times
6838 0E20       N:      LD   C,20H
683A CD4D68             CALL PR
683D 10F9               DJNZ N
683F C9                 RET
                ;
6840 C630       PINT:   ADD  A,30H          ;convert hex -> ascii code
6842 4F                 LD   C,A
6843 CD4D68             CALL PR             ;to printer
6846 C9                 RET
                ;
6847 0E3A       PR_N:   LD   C,3AH          ;":"
6849 CD4D68             CALL PR
684C C9                 RET
                ;
684D C5         PR:     PUSH BC             ;send ascii 1 byte to print
684E D5                 PUSH DE
684F 3E87               LD   A,BYTE
6851 D7                 RST  SYSCAL
6852 D1                 POP  DE
6853 C1                 POP  BC
6854 C9                 RET
                ;
6855 3E8A       M4:     LD   A,PRNSTG
6857 D7                 RST  SYSCAL
6858 2041505249         DFB  " APRIL ",00H
6860 C9                 RET
6861 3E8A       M10:    LD   A,PRNSTG
6863 D7                 RST  SYSCAL
6864 204F43544F         DFB  " OCTOBER ",00H
686E C9                 RET
686F 3E8A       M11:    LD   A,PRNSTG
6871 D7                 RST  SYSCAL
6872 204E4F5645         DFB  " NOVEMBER ",00H
687D C9                 RET
687E FE01       P_M:    CP   01H
6880 2837               JR   Z,M1
6882 FE02               CP   02H
6884 2841               JR   Z,M2
6886 FE03               CP   03H
6888 284C               JR   Z,M3
688A FE04               CP   04H
688C 28C7               JR   Z,M4
688E FE05               CP   05H
6890 2873               JR   Z,M5
6892 FE06               CP   06H
6894 2864               JR   Z,M6
6896 FE07               CP   07H
6898 2855               JR   Z,M7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
689A FE08               CP   08H
689C 2844               JR   Z,M8
689E FE09               CP   09H
68A0 286D               JR   Z,M9
68A2 FE10               CP   10H
68A4 28BB               JR   Z,M10
68A6 FE11               CP   11H
68A8 28C5               JR   Z,M11
68AA 3E8A               LD   A,PRNSTG
68AC D7                 RST  SYSCAL
68AD 2044454345         DFB  " DECEMBER ",00H
68B8 C9                 RET
68B9 3E8A       M1:     LD   A,PRNSTG
68BB D7                 RST  SYSCAL
68BC 204A414E55         DFB  " JANUARY ",00H
68C6 C9                 RET
68C7 3E8A       M2:     LD   A,PRNSTG
68C9 D7                 RST  SYSCAL
68CA 2046454252         DFB  " FEBRUARY ",00H
68D5 C9                 RET
68D6 3E8A       M3:     LD   A,PRNSTG
68D8 D7                 RST  SYSCAL
68D9 204D415243         DFB  " MARCH ",00H
68E1 C9                 RET
68E2 3E8A       M8:     LD   A,PRNSTG
68E4 D7                 RST  SYSCAL
68E5 2041554755         DFB  " AUGUST ",00H
68EE C9                 RET
68EF 3E8A       M7:     LD   A,PRNSTG
68F1 D7                 RST  SYSCAL
68F2 204A554C59         DFB  " JULY ",00H
68F9 C9                 RET
68FA 3E8A       M6:     LD   A,PRNSTG
68FC D7                 RST  SYSCAL
68FD 204A554E45         DFB  " JUNE ",00H
6904 C9                 RET
6905 3E8A       M5:     LD   A,PRNSTG
6907 D7                 RST  SYSCAL
6908 204D415920         DFB  " MAY ",00H
690E C9                 RET
690F 3E8A       M9:     LD   A,PRNSTG
6911 D7                 RST  SYSCAL
6912 2053455054         DFB  " SEPTEMBER ",00H
691E C9                 RET
                ;
691F 4F         TMT:    LD   C,A
6920 3E88               LD   A,PRNC             ;send hex -> ascii to print
6922 D7                 RST  SYSCAL
6923 C9                 RET
                ;       ***************************
                ;       * CALCULATION TOTAL BAHT *
                ;       ***************************
6924 FEF0       LOCAL:  CP   0F0H
6926 2806               JR   Z,LO_CAL
6928 3E03               LD   A,03H
692A 320480             LD   (BIN+4),A
692D C9                 RET
692E 3E00       LO_CAL: LD   A,00H
6930 320480             LD   (BIN+4),A
6933 C9                 RET
6934 3E00       TOTAL:  LD   A,00H
6936 320980             LD   (BIN+9),A
6939 ED5B2080           LD   DE,(OUT_INX)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
693D 1A                 LD    A,(DE)
693E E6F0               AND   0F0H
6940 FE00               CP    00H
6942 20E0               JR    NZ,LOCAL
6944 2B                 DEC   HL              ;time total (minutes)
6945 7E                 LD    A,(HL)          ;bcd -> hex
6946 FE50               CP    50H
6948 201C               JR    NZ,NO_50
694A CD7769             CALL  MUL_NO
694D F5                 PUSH  AF
694E 08                 EX    AF,AF'
694F 5F                 LD    E,A
6950 1600               LD    D,00H
6952 CDDB69             CALL  MUL_16
6955 F1                 POP   AF
6956 B7                 OR    A
6957 CB3F               SRL   A
6959 F5                 PUSH  AF
695A DC7169             CALL  C,P_50
695D F1                 POP   AF
695E 5F                 LD    E,A
695F 1600               LD    D,00H
6961 19                 ADD   HL,DE
6962 CD9769             CALL  MUL_TT
6965 C9                 RET
                ;
6966 CD7769     NO_50:  CALL  MUL_NO
6969 08                 EX    AF,AF'
696A 5F                 LD    E,A
696B 1600               LD    D,00H
696D CD9469             CALL  MUL_T
6970 C9                 RET
                ;
6971 3E50       P_50:   LD    A,50H
6973 320980             LD    (BIN+9),A
6976 C9                 RET
                ;
6977 2B         MUL_NO: DEC   HL
6978 7E                 LD    A,(HL)
6979 CDAB69             CALL  BCD2BN
697C 08                 EX    AF,AF'
697D 2B                 DEC   HL
697E 2B                 DEC   HL
697F 7E                 LD    A,(HL)
6980 57                 LD    D,A
6981 2B                 DEC   HL
6982 7E                 LD    A,(HL)
6983 FE00               CP    00H
6985 2802               JR    Z,LESS_60
6987 3E60               LD    A,60H
6989 82         LESS_60: ADD  A,D
698A C601               ADD   A,01H
698C 27                 DAA
698D CDAB69             CALL  BCD2BN
6990 6F                 LD    L,A
6991 2600               LD    H,00H
6993 C9                 RET
                ;
6994 CDDB69     MUL_T:  CALL  MUL_16          ;calculation = time * rate
6997 7C         MUL_TT: LD    A,H
6998 320180             LD    (BIN+1),A
699B 7D                 LD    A,L
699C 320080             LD    (BIN),A
```

ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
699F 3E00               LD    A,0
69A1 320280             LD    (BIN+2),A
69A4 320380             LD    (BIN+3),A
69A7 CDB969             CALL  BN2BCD          ;hex -> bcd
69AA C9                 RET
                ;       convert bcd to hex
                ;       register A  ->  A
69AB 47         BCD2BN: LD    B,A
69AC E6F0               AND   0F0H
69AE 0F                 RRCA
69AF 4F                 LD    C,A
69B0 0F                 RRCA
69B1 0F                 RRCA
69B2 81                 ADD   A,C
69B3 4F                 LD    C,A
69B4 78                 LD    A,B
69B5 E60F               AND   0FH
69B7 81                 ADD   A,C
69B8 C9                 RET
                ;             convert hex to bcd
                ;       address 9000-9003 _> 9004-9008
69B9 210480     BN2BCD: LD    HL,BIN+4
69BC 0605               LD    B,5
69BE 3600       CLR_BCD:LD    (HL),0
69C0 23                 INC   HL
69C1 10FB               DJNZ  CLR_BCD
69C3 0E20               LD    C,32
69C5 68         LOOP_1: LD    L,B
69C6 0604               LD    B,4
69C8 AF                 XOR   A
69C9 CB16       SHLB:   RL    (HL)
69CB 23                 INC   HL
69CC 10FB               DJNZ  SHLB
69CE 0605               LD    B,5
69D0 7E         BCDADJ: LD    A,(HL)
69D1 8F                 ADC   A,A
69D2 27                 DAA
69D3 77                 LD    (HL),A
69D4 23                 INC   HL
69D5 10F9               DJNZ  BCDADJ
69D7 0D                 DEC   C
69D8 20EB               JR    NZ,LOOP_1
69DA C9                 RET
                ;           16-bit multiplication
                ;         multiplier register HL
                ;       multiplicand register DE
                ;             result register HL
69DB 4D         MUL_16: LD    C,L
69DC 44                 LD    B,H
69DD 210000             LD    HL,0
69E0 3E0F               LD    A,15
69E2 CB23       MLP:    SLA   E
69E4 CB12               RL    D
69E6 3001               JR    NC,MLP1
69E8 09                 ADD   HL,BC
69E9 29         MLP1:   ADD   HL,HL
69EA 3D                 DEC   A
69EB 20F5               JR    NZ,MLP
69ED B2                 OR    D
69EE F0                 RET   P
69EF 09                 ADD   HL,BC
69F0 C9                 RET
                ;       ************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ;       * CAL RATE BAHT/MINUTE *
                ;       ************************
69F1 3E00       C_R_B:  LD    A,00H       ;clear rate buffer
69F3 321E80             LD    (RATE),A
69F6 321F80             LD    (RATE+1),A
69F9 C9                 RET
69FA 3A2580     RATE_3: LD    A,(TIME_ED)
69FD FE22               CP    22H
69FF 3008               JR    NC,DARK_3
6A01 FE18               CP    18H
6A03 300F               JR    NC,NIGHT_3
6A05 FE07               CP    07H
6A07 3016               JR    NC,DAY_3
6A09 3E01       DARK_3: LD    A,01H
6A0B 321E80             LD    (RATE),A
6A0E 3E00               LD    A,00H
6A10 321F80             LD    (RATE+1),A
6A13 C9                 RET
6A14 3E01       NIGHT_3:LD    A,01H
6A16 321E80             LD    (RATE),A
6A19 3E50               LD    A,50H
6A1B 321F80             LD    (RATE+1),A
6A1E C9                 RET
6A1F 3E03       DAY_3:  LD    A,03H
6A21 321E80             LD    (RATE),A
6A24 3E00               LD    A,00H
6A26 321F80             LD    (RATE+1),A
6A29 C9                 RET
                ;
6A2A 3A2580     RATE_6: LD    A,(TIME_ED)
6A2D FE22               CP    22H
6A2F 3008               JR    NC,DARK_6
6A31 FE18               CP    18H
6A33 300F               JR    NC,NIGHT_6
6A35 FE07               CP    07H
6A37 3016               JR    NC,DAY_6
6A39 3E02       DARK_6: LD    A,02H
6A3B 321E80             LD    (RATE),A
6A3E 3E00               LD    A,00H
6A40 321F80             LD    (RATE+1),A
6A43 C9                 RET
6A44 3E03       NIGHT_6:LD    A,03H
6A46 321E80             LD    (RATE),A
6A49 3E00               LD    A,00H
6A4B 321F80             LD    (RATE+1),A
6A4E C9                 RET
6A4F 3E06       DAY_6:  LD    A,06H
6A51 321E80             LD    (RATE),A
6A54 3E00               LD    A,00H
6A56 321F80             LD    (RATE+1),A
6A59 C9                 RET
                ;
6A5A 3A2580     RATE_9: LD    A,(TIME_ED)
6A5D FE22               CP    22H
6A5F 3008               JR    NC,DARK_9
6A61 FE18               CP    18H
6A63 300F               JR    NC,NIGHT_9
6A65 FE07               CP    07H
6A67 3016               JR    NC,DAY_9
6A69 3E03       DARK_9: LD    A,03H
6A6B 321E80             LD    (RATE),A
6A6E 3E00               LD    A,00H
6A70 321F80             LD    (RATE+1),A
```

ข้อความนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6A73 C9                 RET
6A74 3E04       NIGHT_9: LD    A,04H
6A76 321E80              LD    (RATE),A
6A79 3E50                LD    A,50H
6A7B 321F80              LD    (RATE+1),A
6A7E C9                  RET
6A7F 3E09       DAY_9:   LD    A,09H
6A81 321E80              LD    (RATE),A
6A84 3E00                LD    A,00H
6A86 321F80              LD    (RATE+1),A
6A89 C9                  RET
                ;
6A8A 3A2580     RATE_12: LD    A,(TIME_ED)
6A8D FE22                CP    22H
6A8F 3008                JR    NC,DARK_12
6A91 FE18                CP    18H
6A93 300F                JR    NC,NIGHT_12
6A95 FE07                CP    07H
6A97 3016                JR    NC,DAY_12
6A99 3E04       DARK_12: LD    A,04H
6A9B 321E80              LD    (RATE),A
6A9E 3E00                LD    A,00H
6AA0 321F80              LD    (RATE+1),A
6AA3 C9                  RET
6AA4 3E06       NIGHT_12:LD    A,06H
6AA6 321E80              LD    (RATE),A
6AA9 3E00                LD    A,00H
6AAB 321F80              LD    (RATE+1),A
6AAE C9                  RET
6AAF 3E12       DAY_12:  LD    A,12H
6AB1 321E80              LD    (RATE),A
6AB4 3E00                LD    A,00H
6AB6 321F80              LD    (RATE+1),A
6AB9 C9                  RET
                ;
6ABA 3A2580     RATE_15: LD    A,(TIME_ED)
6ABD FE22                CP    22H
6ABF 3008                JR    NC,DARK_15
6AC1 FE18                CP    18H
6AC3 300F                JR    NC,NIGHT_15
6AC5 FE07                CP    07H
6AC7 3016                JR    NC,DAY_15
6AC9 3E05       DARK_15: LD    A,05H
6ACB 321E80              LD    (RATE),A
6ACE 3E00                LD    A,00H
6AD0 321F80              LD    (RATE+1),A
6AD3 C9                  RET
6AD4 3E07       NIGHT_15:LD    A,07H
6AD6 321E80              LD    (RATE),A
6AD9 3E50                LD    A,50H
6ADB 321F80              LD    (RATE+1),A
6ADE C9                  RET
6ADF 3E15       DAY_15:  LD    A,15H
6AE1 321E80              LD    (RATE),A
6AE4 3E00                LD    A,00H
6AE6 321F80              LD    (RATE+1),A
6AE9 C9                  RET
                ;
6AEA 3A2580     RATE_18: LD    A,(TIME_ED)
6AED FE22                CP    22H
6AEF 3008                JR    NC,DARK_18
6AF1 FE18                CP    18H
6AF3 300F                JR    NC,NIGHT_18
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6AF5 FE07              CP   07H
6AF7 3016              JR   NC,DAY_18
6AF9 3E06      DARK_18: LD   A,06H
6AFB 321E80            LD   (RATE),A
6AFE 3E00              LD   A,00H
6B00 321F80            LD   (RATE+1),A
6B03 C9                RET
6B04 3E09      NIGHT_18:LD   A,09H
6B06 321E80            LD   (RATE),A
6B09 3E00              LD   A,00H
6B0B 321F80            LD   (RATE+1),A
6B0E C9                RET
6B0F 3E18      DAY_18:  LD   A,18H
6B11 321E80            LD   (RATE),A
6B14 3E00              LD   A,00H
6B16 321F80            LD   (RATE+1),A
6B19 C9                RET
               ;
6B1A CDF169    RATE_B:  CALL C_R_B        ;clear rate buffer
6B1D 7E                 LD   A,(HL)
6B1E 57                 LD   D,A
6B1F 23                 INC  HL
6B20 7E                 LD   A,(HL)
6B21 5F                 LD   E,A
6B22 CD356B             CALL Z_00          ;local zone
6B25 CD3F6B             CALL Z_01
6B28 CD466B             CALL Z_03
6B2B CDE06B             CALL Z_04
6B2E CD6E6C             CALL Z_05
6B31 CDF66C             CALL Z_07
6B34 C9                 RET
               ;
6B35 7A        Z_00:    LD   A,D
6B36 E6F0               AND  0F0H
6B38 FE00               CP   00H
6B3A C8                 RET  Z
6B3B CD1F6A             CALL DAY_3
6B3E C9                 RET
               ;
6B3F 3E01      Z_01:    LD   A,01H
6B41 BA                 CP   D
6B42 CC1F6A             CALL Z,DAY_3
6B45 C9                 RET
               ;
6B46 3E03      Z_03:    LD   A,03H        ;zone 03XX
6B48 BA                 CP   D
6B49 C0                 RET  NZ
6B4A 3E24               LD   A,24H
6B4C BB                 CP   E
6B4D CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6B50 3E23               LD   A,23H
6B52 BB                 CP   E
6B53 CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6B56 3E22               LD   A,22H
6B58 BB                 CP   E
6B59 CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6B5C 3E26               LD   A,26H
6B5E BB                 CP   E
6B5F CC8A6A             CALL Z,RATE_12
6B62 3E52               LD   A,52H
6B64 BB                 CP   E
6B65 CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6B68 3E56               LD   A,56H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6B6A BB                 CP   E
6B6B CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6B6E 3E55               LD   A,55H
6B70 BB                 CP   E
6B71 CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6B74 3E42               LD   A,42H
6B76 BB                 CP   E
6B77 CCFA69             CALL Z,RATE_3
6B7A 3E43               LD   A,43H
6B7C BB                 CP   E
6B7D CCFA69             CALL Z,RATE_3
6B80 3E44               LD   A,44H
6B82 BB                 CP   E
6B83 CCFA69             CALL Z,RATE_3
6B86 3E47               LD   A,47H
6B88 BB                 CP   E
6B89 CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6B8C 3E45               LD   A,45H
6B8E BB                 CP   E
6B8F CC5A6A             CALL Z,RATE_9
6B92 3E62               LD   A,62H
6B94 BB                 CP   E
6B95 CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6B98 3E63               LD   A,63H
6B9A BB                 CP   E
6B9B CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6B9E 3E64               LD   A,64H
6BA0 BB                 CP   E
6BA1 CC5A6A             CALL Z,RATE_9
6BA4 3E65               LD   A,65H
6BA6 BB                 CP   E
6BA7 CC5A6A             CALL Z,RATE_9
6BAA 3E72               LD   A,72H
6BAC BB                 CP   E
6BAD CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6BB0 3E74               LD   A,74H
6BB2 BB                 CP   E
6BB3 CC5A6A             CALL Z,RATE_9
6BB6 3E73               LD   A,73H
6BB8 BB                 CP   E
6BB9 CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6BBC 3E82               LD   A,82H
6BBE BB                 CP   E
6BBF CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6BC2 3E84               LD   A,84H
6BC4 BB                 CP   E
6BC5 CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6BC8 3E86               LD   A,86H
6BCA BB                 CP   E
6BCB CC5A6A             CALL Z,RATE_9
6BCE 3E85               LD   A,85H
6BD0 BB                 CP   E
6BD1 CC2A6A             CALL Z,RATE_6
6BD4 3E93               LD   A,93H
6BD6 BB                 CP   E
6BD7 CC8A6A             CALL Z,RATE_12
6BDA 3E95               LD   A,95H
6BDC BB                 CP   E
6BDD CC8A6A             CALL Z,RATE_12
                        ;
6BE0 3E04       Z_04:   LD   A,04H      ;zone 04XX
6BE2 BA                 CP   D
6BE3 C0                 RET  NZ
```

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6BE4 3E22        LD   A,22H
6BE6 BB          CP   E
6BE7 CCBA6A      CALL Z,RATE_15
6BEA 3E23        LD   A,23H
6BEC BB          CP   E
6BED CCBA6A      CALL Z,RATE_15
6BF0 3E24        LD   A,24H
6BF2 BB          CP   E
6BF3 CCEA6A      CALL Z,RATE_18
6BF6 3E25        LD   A,25H
6BF8 BB          CP   E
6BF9 CCEA6A      CALL Z,RATE_18
6BFC 3E26        LD   A,26H
6BFE BB          CP   E
6BFF CCEA6A      CALL Z,RATE_18
6C02 3E27        LD   A,27H
6C04 BB          CP   E
6C05 CCEA6A      CALL Z,RATE_18
6C08 3E28        LD   A,28H
6C0A BB          CP   E
6C0B CCBA6A      CALL Z,RATE_15
6C0E 3E32        LD   A,32H
6C10 BB          CP   E
6C11 CCBA6A      CALL Z,RATE_15
6C14 3E34        LD   A,34H
6C16 BB          CP   E
6C17 CCBA6A      CALL Z,RATE_15
6C1A 3E37        LD   A,37H
6C1C BB          CP   E
6C1D CCBA6A      CALL Z,RATE_15
6C20 3E35        LD   A,35H
6C22 BB          CP   E
6C23 CCBA6A      CALL Z,RATE_15
6C26 3E38        LD   A,38H
6C28 BB          CP   E
6C29 CCBA6A      CALL Z,RATE_15
6C2C 3E42        LD   A,42H
6C2E BB          CP   E
6C2F CC8A6A      CALL Z,RATE_12
6C32 3E43        LD   A,43H
6C34 BB          CP   E
6C35 CC8A6A      CALL Z,RATE_12
6C38 3E44        LD   A,44H
6C3A BB          CP   E
6C3B CC8A6A      CALL Z,RATE_12
6C3E 3E48        LD   A,48H
6C40 BB          CP   E
6C41 CC8A6A      CALL Z,RATE_12
6C44 3E46        LD   A,46H
6C46 BB          CP   E
6C47 CC8A6A      CALL Z,RATE_12
6C4A 3E45        LD   A,45H
6C4C BB          CP   E
6C4D CC8A6A      CALL Z,RATE_12
6C50 3E54        LD   A,54H
6C52 BB          CP   E
6C53 CCBA6A      CALL Z,RATE_15
6C56 3E53        LD   A,53H
6C58 BB          CP   E
6C59 CCBA6A      CALL Z,RATE_15
6C5C 3E57        LD   A,57H
6C5E BB          CP   E
6C5F CCBA6A      CALL Z,RATE_15
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6C62 3E56               LD    A,56H
6C64 BB                 CP    E
6C65 CCBA6A             CALL  Z,RATE_15
6C68 3E55               LD    A,55H       ;??AMNARGH JAREARN
6C6A BB                 CP    E
6C6B CCBA6A             CALL  Z,RATE_15
                ;
6C6E 3E05       Z_05:   LD    A,05H       ;zone 05XX
6C70 BA                 CP    D
6C71 C0                 RET   NZ
6C72 3E32               LD    A,32H
6C74 BB                 CP    E
6C75 CCEA6A             CALL  Z,RATE_18
6C78 3E33               LD    A,33H
6C7A BB                 CP    E
6C7B CCEA6A             CALL  Z,RATE_18
6C7E 3E34               LD    A,34H
6C80 BB                 CP    E
6C81 CCEA6A             CALL  Z,RATE_18
6C84 3E35               LD    A,35H
6C86 BB                 CP    E
6C87 CCEA6A             CALL  Z,RATE_18
6C8A 3E36               LD    A,36H
6C8C BB                 CP    E
6C8D CCEA6A             CALL  Z,RATE_18
6C90 3E37               LD    A,37H
6C92 BB                 CP    E
6C93 CCEA6A             CALL  Z,RATE_18
6C96 3E42               LD    A,42H
6C98 BB                 CP    E
6C99 CCEA6A             CALL  Z,RATE_18
6C9C 3E45               LD    A,45H
6C9E BB                 CP    E
6C9F CCBA6A             CALL  Z,RATE_15
6CA2 3E47               LD    A,47H
6CA4 BB                 CP    E
6CA5 CCEA6A             CALL  Z,RATE_18
6CA8 3E44               LD    A,44H
6CAA BB                 CP    E
6CAB CCEA6A             CALL  Z,RATE_18
6CAE 3E52               LD    A,52H
6CB0 BB                 CP    E
6CB1 CC8A6A             CALL  Z,RATE_12
6CB4 3E53               LD    A,53H
6CB6 BB                 CP    E
6CB7 CC8A6A             CALL  Z,RATE_12
6CBA 3E54               LD    A,54H
6CBC BB                 CP    E
6CBD CCBA6A             CALL  Z,RATE_15
6CC0 3E56               LD    A,56H
6CC2 BB                 CP    E
6CC3 CCBA6A             CALL  Z,RATE_15
6CC6 3E57               LD    A,57H
6CC8 BB                 CP    E
6CC9 CC8A6A             CALL  Z,RATE_12
6CCC 3E55               LD    A,55H
6CCE BB                 CP    E
6CCF CCBA6A             CALL  Z,RATE_15
6CD2 3E62               LD    A,62H
6CD4 BB                 CP    E
6CD5 CC8A6A             CALL  Z,RATE_12
6CD8 3E63               LD    A,63H
6CDA BB                 CP    E
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6CDB CC8A6A             CALL Z,RATE_12
6CDE 3E65               LD   A,65H
6CE0 BB                 CP   E
6CE1 CC5A6A             CALL Z,RATE_9
6CE4 3E64               LD   A,64H
6CE6 BB                 CP   E
6CE7 CC5A6A             CALL Z,RATE_9
6CEA 3E67               LD   A,67H
6CEC BB                 CP   E
6CED CC8A6A             CALL Z,RATE_12
6CF0 3E66               LD   A,66H
6CF2 BB                 CP   E
6CF3 CC8A6A             CALL Z,RATE_12
                ;
6CF6 3E07       Z_07:   LD   A,07H      ;zone 07XX
6CF8 BA                 CP   D
6CF9 C0                 RET  NZ
6CFA 3E32               LD   A,32H
6CFC BB                 CP   E
6CFD CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D00 3E33               LD   A,33H
6D02 BB                 CP   E
6D03 CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D06 3E34               LD   A,34H
6D08 BB                 CP   E
6D09 CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D0C 3E35               LD   A,35H
6D0E BB                 CP   E
6D0F CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D12 3E36               LD   A,36H
6D14 BB                 CP   E
6D15 CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D18 3E42               LD   A,42H
6D1A BB                 CP   E
6D1B CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D1E 3E43               LD   A,43H
6D20 BB                 CP   E
6D21 CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D24 3E47               LD   A,47H
6D26 BB                 CP   E
6D27 CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D2A 3E46               LD   A,46H
6D2C BB                 CP   E
6D2D CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D30 3E53               LD   A,53H
6D32 BB                 CP   E
6D33 CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D36 3E54               LD   A,54H
6D38 BB                 CP   E
6D39 CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D3C 3E52               LD   A,52H
6D3E BB                 CP   E
6D3F CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D42 3E56               LD   A,56H
6D44 BB                 CP   E
6D45 CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D48 3E63               LD   A,63H
6D4A BB                 CP   E
6D4B CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D4E 3E64               LD   A,64H
6D50 BB                 CP   E
6D51 CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D54 3E72               LD   A,72H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6D56 BB                 CP   E
6D57 CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D5A 3E73               LD   A,73H
6D5C BB                 CP   E
6D5D CCEA6A             CALL Z,RATE_18
6D60 3E78               LD   A,78H
6D62 BB                 CP   E
6D63 CCBA6A             CALL Z,RATE_15
6D66 3E75               LD   A,75H
6D68 BB                 CP   E
6D69 CCBA6A             CALL Z,RATE_15
6D6C C9                 RET
                ;
8000                    ORG  8000H
8000            BIN:    DFS  9              ;bin -> bcd buffer;
8010                    ORG  8010H
8010            TEL_BUF: DFS 13             ;no.tel buffer
801D            P_INX:  DFS  1              ;printer on index
801E            RATE:   DFS  2              ;rate (baht/minute) buffer
8020                    ORG  8020H
8020            OUT_INX: DFS 2              ;memory index
8022            TIME_ST: DFS 3              ;start  time  buffer
8025            TIME_ED: DFS 3              ;end    time  buffer
8028            TIME_TO: DFS 3              ;total  time  buffer
802B            H_P:    DFS  1              ;hour   print buffer
802C            M_P:    DFS  1              ;minute print buffer
802D            N_TEL:  DFS  1
802E            MODE:   DFS  1              ;mode index
A000                    ORG  0A000H
A000            OUT_BUF: DFS 16*1520        ;1520 records in memory
                ;                             [16 bytes/record]
7FFF                    ORG  7FFFH
7FFF A3                 DFB  0A3H           ;auto start
0000                    END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0007 A
69AB BCD2BN
69B9 BN2BCD
6227 CL1
6220 CLR1
63C9 CLS
00AD CREG_D
644D C_NO
6A99 DARK_12
6A09 DARK_3
65EA DAY
6AAF DAY_12
6A1F DAY_3
682E DD
665A DELAY1
635A DELY_1
662D DIS_BYT
6315 DY_1_S
67F1 FD_RET
61ED FIL_TOL
6489 GET_K_D
008D GOTOLCD
652F GO_C
64F9 GO_CON
0004 H
00A4 HOUR1
67E0 H_NIBB
619C IIN
6076 INI
008C INITLCD
67F3 K_K
61BE LCDD
6989 LESS_60
692E LO_CAL
68B9 M1
68C7 M2
6905 M5
68E2 M8
6606 MIN
69E2 MLP
802E MODE
69DB MUL_16
6997 MUL_TT
6838 N
6B04 NIGHT_18
6A74 NIGHT_9
642D NO_C
6104 NO_USE1
6029 N_P
6313 OFF_30
0050 PA
0055 PBC
0030 PD
0040 PE
008B PLF
0084 PREAD
008A PRNSTG
6766 PT
6142 PUT_TIME
801D P_INX
6836 P_TAB2
801E RATE
6AEA RATE_18
615D AA
69D0 BCDADJ
0087 BYTE
6260 CL2
698E CLR_BCD
0092 CLSLCD
00AE CREG_E
69F1 C_R_B
6AC9 DARK_15
6A39 DARK_6
00A6 DAY1
6ADF DAY_15
6A4F DAY_6
6331 DD1_1
665E DELAY12
63D1 DIS
6622 DIS_C
6360 D_5S
61D4 FF
60BD GET_CK1
64FB GET_K_T
6578 GO_00
62EA GO_CC
6468 GT_CK
674B HH
00A5 HOUR10
802B H_P
61A1 IINN
6633 INILCD
6366 INTT
0005 L
0091 LCDSTG
6924 LOCAL
65A9 LT_TIME
6861 M10
68D6 M3
68FA M6
690F M9
00A2 MIN1
69E9 MLP1
00A8 MONTH1
6977 MUL_NO
6114 M_B_L
6AA4 NIGHT_12
6A14 NIGHT_3
6746 NN
6167 NO_REV
680D NP_0
62A8 N_REV
A000 OUT_BUF
0054 PAC
0052 PC
0080 PDATA
0044 PEC
6801 PN_0
666D PRINT
6847 PR_N
6385 PUT_CLK
6971 P_50
687E P_M
679B P_TOTAL
6A8A RATE_12
69FA RATE_3
0000 B
8000 BIN
0001 C
63C4 CLR
63BF CLR_BUF
6446 CO_NO
00AF CREG_F
0002 D
6AF9 DARK_18
6A69 DARK_9
00A7 DAY10
6B0F DAY_18
6A7F DAY_9
0093 DELAY
6354 DELY
6627 DISP_BYT
008F DSPCLCD
0003 E
61CE FIL_FFH
607C GET_CK2
6039 GET_TEL
657E GO_40
64D0 GO_CO
60D0 G_C
65F8 HOR
67BE H_H
67C0 H_X
60AD IN
6016 INIT
656A KEY
6584 LAST_TIME
645F LD
69C5 LOOP_1
67E8 L_NIBB
686F M11
6855 M4
68EF M7
6000 MAIN
00A3 MIN10
65DC MM
00A9 MONTH10
6994 MUL_T
802C M_P
6AD4 NIGHT_15
6A44 NIGHT_6
6966 NO_50
60F0 NO_USE
681A NP_01
802D N_TEL
8020 OUT_INX
0051 PB
0056 PCC
0034 PDC
6840 PINT
684D PR
0088 PRNC
0082 PSING
611F PUT_TEL
61F6 P_INR
6827 P_TAB1
60D3 Q
6ABA RATE_15
6A2A RATE_6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6A5A	RATE_9
63FF	READ_CAL
6668	RSET_P_T
67D0	R_B_M
6614	SEC
6380	SEND_P
6267	SET_MODE
6212	SET_TT
69C9	SHLB
62B8	S_TT
6411	TIME
8028	TIME_TO
6459	T_T
6529	VA_K
6175	WAITT
614B	W_1
613F	XXX
00AB	YEAR10
6324	Z2
6B35	Z_00
6BE0	Z_04
6B1A	RATE_B
61AF	REC
00A0	RTC
0094	SCAN
00A0	SEC1
655F	SETEND
6663	SET_P_T
67EC	SHF
647B	ST_T
62DC	T1_T
8025	TIME_ED
691F	TMT
64F3	VALI_K
614A	W
6186	WATI
6126	X
608E	XY
65CE	YY
6325	Z3
6B3F	Z_01
6C6E	Z_05
6653	READ
604F	REV
0081	RXBYTE
0095	SCANK
00A1	SEC10
626D	SET_M
6207	SET_T
63FA	SHIFT
0010	SYSCAL
8010	TEL_BUF
8022	TIME_ST
6934	TOTAL
64CA	VAL_K
6051	WAIT
008E	WBYTELCD
613C	XX
00AA	YEAR1
6321	Z1
619A	ZIP
6B46	Z_03
6CF6	Z_07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

ส่วนประกอบของชิ้นงาน (Telephone Recorder)

เราจะแยกออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วนคือ

1. ส่วน Hardware

2. ส่วน Software

1. ส่วน Hardware ประกอบด้วย อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณ key-pad Printer, display LCD, CARD Control Z84 C11 ของบริษัท ETT

2. ส่วน Software เป็นโปรแกรมควบคุมระบบการทำงานของวงจร Assembly language CPU Z.80 โดยแบ่งเนื้อที่ความจำออกเป็น 2 ส่วน คือ ROM ที่ address 0000H-7FFFH และส่วนของ RAM ที่ address 8000H-FFFFH

รายละเอียดของส่วน Hardware

1. อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณ ประกอบด้วย วงจร Detect สัญญาณต่าง ๆ เช่น Ringing Tone, DTMF tone Hook Switch on-off และอื่น ๆ เพื่อป้อนให้กับส่วน input ของไมโครโปรเซสเซอร์ และในส่วนกลับกันเช่นคือ ส่วน output ของไมโครโปรเซสเซอร์ ได้แก่ สถานะ High หรือ Low ในการควบคุมอุปกรณ์ Printer Power On หรือ Off (Autometic Printer Power On-Off และควบคุมการไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องโทรศัพท์ชั่วคราวเป็นต้น วงจรที่กล่าวนี้ การทำงานได้ดังนี้คือ

1.1 Hookswitch เชื่อมติดกับหน่วย input ที่ port A bit 5

1.2 Ringing tone เชื่อมติดกับหน่วย input ที่ port A bit 7

1.3 Reverse line Detect เชื่อมติดกับหน่วย input ที่ port A bit 3

1.4 DTMF Tone Decode เชื่อมติดกับหน่วย input ที่ port A bit 4

1.5 Autometic Printer Power On-Off เชื่อมติดกับหน่วย output ที่ port B bit 0

1.6 Disconnect TOT Line เชื่อมติดกับหน่วย output ที่ port B bit 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. key-pad คือ 4x4 Mattrix Switch ดังรูป ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับหน่วย input ของไมโครโปรเซสเซอร์ในการรับคำสั่ง User เพื่อ set ค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นในการควบคุมระบบงานทำงานหลักของชิ้นงานเช่น Mode select, clear Memory, set current Time, set Report time เป็นต้น

โดยเชื่อมต่อกับหน่วย input ที่ port D Bit 0-7

3. Printer คือส่วนแสดงผลทั้งหมดเพื่อให้บรรลุถึงจุดประสงค์ของปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้ ดังตัวอย่างการ Report ดังรูป

โดยเชื่อมต่อกับหน่วย output ที่ Port D Bit 0-8 (DATA)

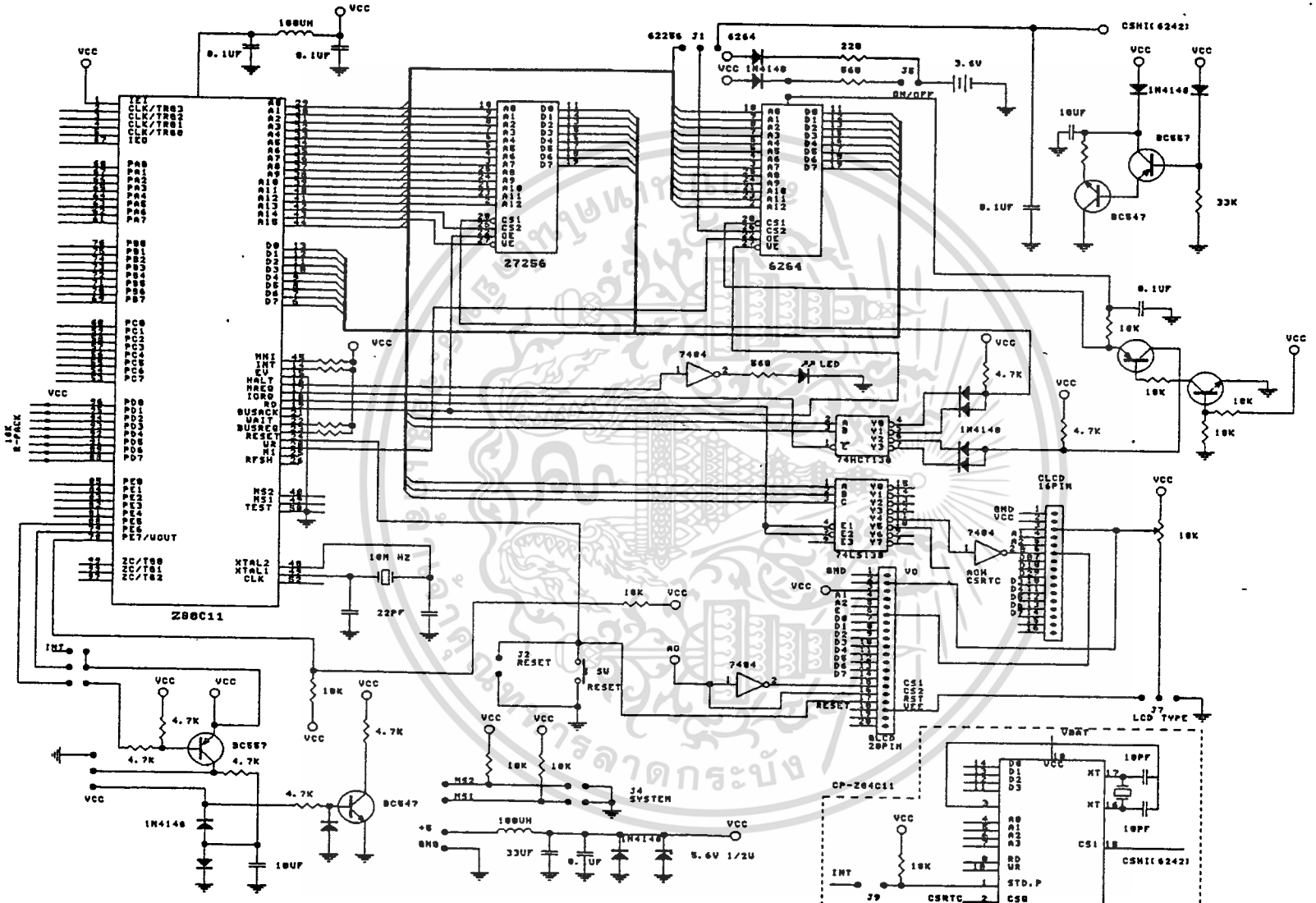
Port E Bit 4 (STB)

Port E Bit 3 (BUSY)

4. Display LCD ซึ่งได้อธิบายรูปลักษณะและคุณสมบัติไว้แล้วอย่างละเอียด (ภาคผนวก) ความจำเป็นของ Display LCD ก็คือเป็นเสมือนจอ Monitor ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไปนั่นคือ ให้เป็นส่วนแสดงข้อความในการโต้ตอบซึ่งกันและกันระหว่าง User กับ ไมโครโปรเซสเซอร์ และส่วนแสดงตัวเลข เช่น แสดงวัน เดือน ปี เวลาปัจจุบัน หมายเลขโทรศัพท์ที่ติดต่อเป็นต้น

5. Card control Z84-C11 ของบริษัท ETT นับได้ว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดของชิ้นงาน ซึ่ง Card ดังกล่าวประกอบด้วยหน่วย input - output ROM-RAM และ CPU อยู่บน Board เดียวกันทั้งหมดและมีคุณลักษณะพิเศษคือ มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพการทำงานสูง และกันกระแส Circuit Diag ดังแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



CIRCUIT DIAGRAM FOR Z84C11 PLUS

Title		
Size C	Number	Revision
Date: 22-Oct-1994	Sheet of	
File: E:\SYS\Z84C11.SCH	Drawn By:	

ส่วนรายละเอียดของ Software

เนื่องจากเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับส่วนของ Hardware โดยตรงและมีความละเอียดอยู่มาก เราจะแยกในส่วนของ Saftware ออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วน Main Program
2. ส่วน Sub Program

1. Main Program คือส่วนที่รวบรวมคำสั่งที่มีทั้งหมดไว้เข้าด้วยกัน แต่มิได้หมายความว่าจะมีการประมวลผลคำสั่งทั้งหมดต่อเนื่องกันตลอดเวลา หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ Main Program คือส่วนควบคุมระบบในขณะ Stand by นั่นเอง และเมื่อใดก็ตามที่มีการใช้โทรศัพท์เกิดขึ้นจำต้องเรียกใช้ Sub Program ต่อไป

รายละเอียดของ Program Main

MAIN : - Set Port A และ B ให้เป็น input และ output Port ตามลำดับ
- initial LCD Display
- Clear Buffer for tet. NO and Ram address 9010-901C
- Set Stack Pointer address ที่ 9FFEH
- Set Printer Inder ให้ในสภาวะ off

INIT : เปรียบเทียบเวลาจริงกับเวลาที่ตั้งไว้ใน Memory (P-INX) เพื่อ Report ออก Printer เมื่อถึงกำหนดเวลาโดยวิธีการ Polling เมื่อ Processer บริการแก่อุปกรณ์ Printer เสร็จแล้วหลังจากนี้ต้อง Set ค่า "FF" ในส่วนของ Record Memory เพราะทำให้ Processer ทราบว่าส่วนที่บันทึกลงใน Record Memory (ซึ่งได้แก่ หมายเลขโทรศัพท์เวลาเริ่มใช้ เวลาวางสาย เวลาที่ใช้การโทรแต่ละครั้งและอัตราค่าโทรศัพท์ ในแต่ละเวลา ซึ่งองค์การโทรศัพท์เป็นผู้กำหนด ทั้งหมดนี้จะบันทึกไว้ใน Record Memory เป็น 1 Record ต่อการใช้โทรศัพท์ 1 ครั้ง) เริ่มต้นบันทึกและสิ้นสุดการบันทึกของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละ Record อยู่ ณ ตำแหน่งใดของ Address หรืออาจเรียกง่าย ๆ ว่าเป็นการ check EOF นั่นเอง (End of file) สมมุติมีการส่ง Data ที่มีอยู่ในแต่ละ Record ออกทาง Printer ทั้งหมดซึ่งมีแต่เฉพาะตัวเลข (0-9) เท่านั้น Processer ก็จะทำการส่งตัวเลขเหล่านี้ไปยัง Printer แต่ก่อนที่จะส่งออกไป Processer จะทำการเปรียบเทียบระหว่างค่าใน Recode กับค่า "FF" เสียก่อน และเมื่อไหร่ก็ตาม ถ้าค่าใน Record มีค่าเป็น "FF" นั่นคือ สิ้นสุดของ Record สุดท้ายแล้ว (EOF) เป็นต้น

N-P : Sean for hit Anykey [Sub Program P-INR] Key pad บนชิ้นงาน Project นี้จะตอบสนองการกดของ User ทุกครั้ง ตราบใดที่ Power on โดยเฉพาะ key "A-F" ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ

key "A" - Clear Record Memory

"B" - Set Mode ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 Mode คือ Reverse line Mode หรือ Non Reverse Line Mode

Reverse Line Mode จะถูก Set เมื่อนำชิ้นงาน Project นี้ไปใช้กับชุมสายโทรศัพท์หรือ PABX ที่มีคุณสมบัติ line Reverse เมื่อปลายทางรับสาย

Non Reverse Line Mode จะ Set เมื่อนำชิ้นงาน Project ไปใช้กับชุมสายโทรศัพท์หรือ PABX ที่มีคุณสมบัติ Non Reverse ling เมื่อปลายทางรับสาย

Key "C" - Set PRN Timer

การตั้งเวลา (HH:MM) เพื่อการ Report ทาง Printer เมื่อค่าของ Current time มีค่าตรงกับ PRN Timer ที่ตั้งไว้ Processer จะทำการส่ง Data ในแต่ละ Record Memory ออกไปยัง Printer ตั้งแต่ Record แรก จนถึง Record สุดท้าย พร้อมทั้งคำนวณค่าโทรศัพท์ที่ต้องใช้ไปในแต่ละ Record อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

key "D" - Set Date and time Current

YY-MM-DD

HH.MM.SS.

key "E" - PRN Processer จะส่ง Data ใน Record Memory ออกทาง Printer ในทันที ที่มีการกดปุ่ม "E" นี้ มีลักษณะเช่นเดียวกันกับการตั้งเวลา Report ดังที่กล่าวมาแล้ว ข้างต้น

key "F" - US & ENT key ที่ใช้ในการโต้ตอบของ User กับ Processer Display Clock on LCD [Sub Program Dis:] แสดงเวลาปัจจุบัน HH : MM : SS ในบรรทัดที่ 2 ของ LCD ในสภาวะ Stand - By

input Port A Bit 7 และ Bit 5 พร้อมที่จะเรียกใช้บริการจาก Processer โดย Bit 7 นั้น เป็นสัญญาณตรวจการ Detect Ringing Tone และ Bit 5 นั้นเป็นสัญญาณจากการ Detect Hook Switch ON-OFF

2. Sub Program เป็นส่วนหนึ่งของ Main Program ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ มากมายเข้าด้วยกัน เราจึงแยกในส่วนของ Sub Program นี้ออกเป็น 7 ส่วน ใหญ่ ๆ ได้แก่

2.1 ส่วนควบคุมเงื่อนไขโทรออก (Call out Condition)

2.2.ส่วนควบคุมเงื่อนไขโทรเข้า (Call in Condition)

2.3.ส่วนควบคุมเงื่อนไขกำหนดค่า Parameter ต่าง ๆ (Set Default)

2.4.ส่วนควบคุมเงื่อนไขการตั้งวันเวลาและแสดงผล (Date-time Current)

2.5.ส่วนควบคุมเงื่อนไขการReport (Report to Printer)

2.6.ส่วนควบคุมเงื่อนไขอัตราค่าโทรศัพท์ในแต่ละเขต (Baht / min Each Zone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

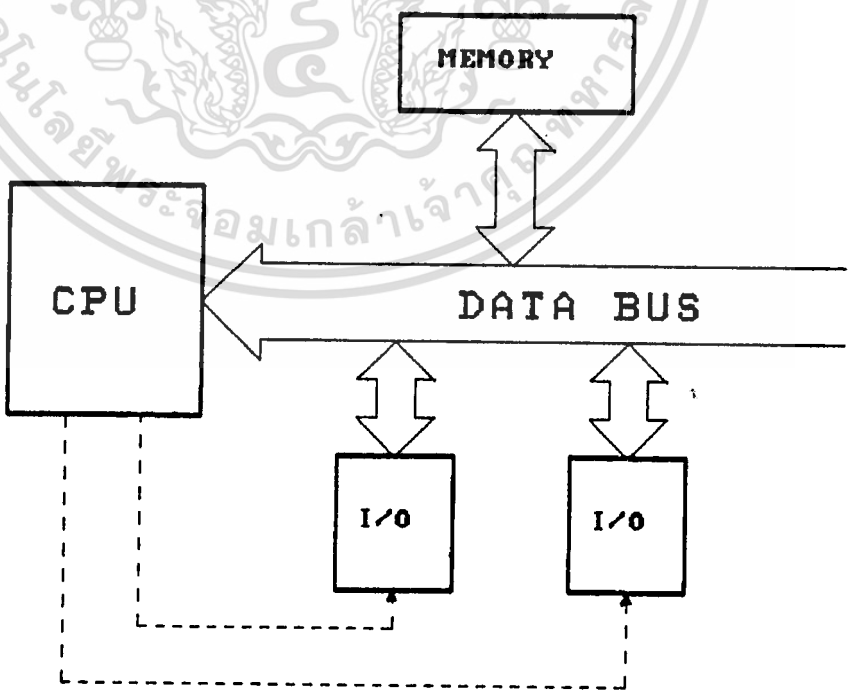
ก่อนที่จะอธิบายรายละเอียดของ Program จะขอกล่าวถึงการ input/outputเสีย ก่อน ดังนี้

การ Input - output ที่ใช้โดยทั่ว ๆ ไป แบ่งได้ 3 แบบคือ

1. Polling
2. Interrupt
3. DMA

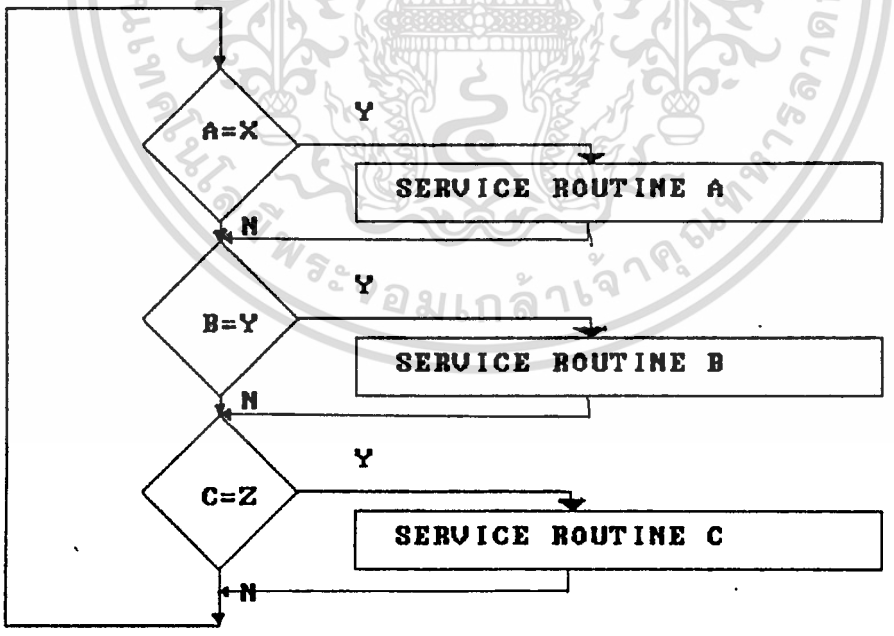
ซึ่งในงาน Project นี้ ได้เลือกวิธีการ input output แบบ Polling มาใช้ เนื่องจาก

1. เป็นวิธีที่ง่าย
2. ไม่ต้องการอุปกรณ์ทางด้าน Hardware เพิ่มเติมมากนัก
3. ให้ผลทางด้าน input output โดยที่สัมพันธ์ (Synchronous) กับ Program รายละเอียดของการ input-output แบบ Polling แสดงให้เห็นดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ Polling เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดสำหรับการจัดการกับอุปกรณ์บริการทางคอมพิวเตอร์ (Peripheral) ตัวเดียวหรือหลาย ๆ ตัว ด้วยวิธีการนี้ Processer จะทำการสอบถามอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับ BUS ของระบบ ถ้าอุปกรณ์ตัวใด ต้องการให้ Processor บริการ Processor ก็จะบริการให้ ถ้าอุปกรณ์ไม่ต้องการการบริการ Processer ก็จะสอบถามไปยังอุปกรณ์ตัวต่อ ๆ ไป การ Polling นี้ จะต้องมี Program หลักเพื่อการตรวจสอบและ Program เพื่อบริการอุปกรณ์แต่ละตัวอีกต่างหาก ตัวอย่างของการ Polling เช่น ถ้าระบบต่ออยู่กับอุปกรณ์หลาย ๆ ตัว เช่น key board, เครื่องพิมพ์, LCD หรือจอภาพ Program การ Polling จะทำการสอบถาม key board ว่ามีอักษรที่ต้องการส่งหรือไม่ถ้าได้คำตอบในลักษณะปฏิเสธ Processor ก็จะไปสอบถามเครื่องพิมพ์ และ LCD ต่อไป เมื่ออุปกรณ์ตัวใดพร้อมและต้องการให้ Processor บริการ Processor ก็จะจัดการตาม Program ของส่วนนั้น ๆ ให้ดัง Flow charge ที่แสดงในรูป



Flow charge ของการ Polling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของ Sub Program

1. Call out

GET-TEL : เมื่อใดก็ตามที่ Hook Switch ถูกยกขึ้นที่ input Port A bit 5 จะอยู่สภาวะ Low Level (TTL) Sub Program CLS : จะ clear LCD, Set Position LCD For Display ต่อจากนั้นจึงเรียก Sub Program REV : หรือ NO-REV : หมายถึง Reverse Line หรือ Non Reverse line ต่อไป

REV : Reverse line Mode

ต้องมีการ Set Mode ให้สัมพันธ์กับชุมสายขององค์การโทรศัพท์ ก่อนทุกครั้งที่จะนำชิ้นงานนี้ใช้งาน เพื่อความถูกต้องและแม่นยำ ในการบันทึกข้อมูลของ Processer

วิธีการทดสอบว่า ชุมสายใด Reverse line หรือไม่ ทดสอบง่าย ๆ ดังนี้

1. ตั้ง Volt-Meter Range DC 50V คร่อม line ของชุมสายโทรศัพท์ ในสภาพวางหูโทรศัพท์มีค่าประมาณ 48 VDC
2. ยกหูโทรศัพท์กดปุ่ม DTMF เพื่อเรียกไปยังหมายเลขปลายทางหมายเลขใดก็ได้ โปรดสังเกต Volt-Meter ขณะนี้มีค่าประมาณ 6 VDC
3. รอจนกระทั่งปลายทางรับสาย แล้วสังเกต Volt-Meter อีกครั้งหนึ่งว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่า Voltage หรือไม่ ถ้าไม่การเปลี่ยนแปลง แสดงว่าชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้งานอยู่นี้ Non Reverse Line และในทางตรงกันข้ามถ้ามีการเปลี่ยนแปลงค่า Voltage โดยเข็มมิเตอร์ตีกลับจากบวกเป็นลบแสดงว่าชุมสายโทรศัพท์แห่งนี้ เป็นชนิด Line Reverse

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ถึงการ input แบบ Polling ใน Sub Program นี้ จะเป็นตัวอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงวิธีการ input แบบ Polling โดยที่มี input อยู่ 3 input ที่ต้องการให้ Processer บริการให้ คือ Hook Sw, Line Reverse และ DTMF Signal Strobe โดยผ่าน Port ที่ใช้งานคือ Port A ตำแหน่ง Bit ที่ 5,4 และ 3 ตามลำดับ Processer จะบริการให้ทันทีที่มีการร้องขอเฉพาะ 3 input นี้ เช่นถ้า input Hook

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sw อยู่ในสภาวะวางหู (High Level) Processer จะบริการให้คืนกลับเข้าสู่ Stand by Mode หรือถ้า input Line Reverse ร้องขอมา Processer ก็จะทำการเช็คเวลาปัจจุบัน (เพื่อรอการบันทึกลงใน Memory) เช็คการวางหู (เพื่อจับเวลาที่ใช้ไปในการใช้เครื่องโทรศัพท์แต่ละครั้งรวมทั้งตรวจสอบเซตรหัสทางไกล และ ตรวจสอบอัตราส่วนลดของค่าโทรศัพท์ทางไกล) แล้วนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนี้ บันทึกลง Memory เป็น 1 Record เป็นต้นยังมี input อีกชนิดหนึ่งที่สำคัญไม่น้อยคือ DTMF Signal Strobe ซึ่งสัญญาณนี้เกิดขึ้นเมื่อมีการกดปุ่ม DTMF ปุ่มใดปุ่มหนึ่ง Processer จะบริการให้ทันที คือนำเลขใด ๆ ที่ถูกกดไปแสดงบนจอ LCD, นำเลขนั้น ๆ ไปเก็บไว้ใน Buffer เพื่อรอการบันทึกลงใน Memory และการไม่อนุญาตให้ผู้ใช้โทรทางไกลระหว่างประเทศทั้งระบบอัตโนมัติ (001) และระบบผ่านพนักงานสลับสาย (100,101,09) เนื่องจากชิ้นงานที่ได้ออกแบบมานี้ สามารถบันทึกหมายเลขโทรศัพท์เฉพาะที่ใช้เรียกภายในประเทศเท่านั้น (ไม่เกิน 10 หลัก)

ที่กล่าวมาเป็นเพียงการเรียกออกลักษณะ line Reverse ต่อไปจะได้กล่าวในกรณีเรียกออกในลักษณะ Non Reverse line บ้าง ซึ่งมีขั้นตอนคล้ายกับ Line Reverse อยู่บ้างที่แตกต่างออกไป คือ input ที่ต้องการบริการมีเพียง 2 input คือ Hook Switch และ DTMF Signal Strobe และส่วนของ Delay time สำหรับการยกเลิกการโทรออก (Delay time for call out cancle) หมายถึงในบางครั้งผู้ใช้กดหมายเลขที่ต้องการโทรออกผิดพลาด ในลักษณะนี้ต้องวางหูโทรศัพท์ก่อนแล้วยกหูเพื่อเริ่มต้นกดหมายเลขใหม่ เพื่อความถูกต้องและประหยัดเนื้อที่ใน Memory หมายเลขที่ผู้ใช้กดผิดพลาดนั้น จะไม่ถูกบันทึกลงใน Memory อย่างแน่นอน ถ้าหากวางหูโทรศัพท์ภายใน 5 วินาที ที่รู้ตัวว่ากดหมายเลขผิดพลาดเกิดขึ้นแล้ว จึงสรุปได้ว่า การบันทึกข้อมูลแบบ Non Reverse line นั้น บางครั้งผู้เรียกไม่สามารถติดต่อกับผู้ถูกเรียกปลายทางได้ แต่ก็มีการบันทึกข้อมูลลงไปด้วย ซึ่งแตกต่างกับ Line Reverse Mode กรณีเช่นนี้ไม่มีโอกาสเป็นไปได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. call in

Sub Program call in นี้ จะถูกเรียกใช้งานภายหลังจากที่หน่วย input รับสัญญาณ Ringing Tone Signal เข้ามา Processer จะบริการให้โดยเรียกใช้ Sub Program นี้

GET-CK 2 : บันทึกเวลาเริ่มต้นของการยกหูโทรศัพท์ขึ้นสนทนา แสดงเวลาปัจจุบันที่ LCD ตรวจสอบหน่วย input (Hook Switch ON-OFF) เพื่อการบันทึกช่วงเวลาที่ใช้ในการสนทนาครั้งนี้

ข้อสังเกต ในกรณี Call in เราไม่สามารถทราบถึง หมายเลขโทรศัพท์ต้นทาง ดังนั้นการบันทึกข้อมูลใน Record Memory จึงสามารถกระทำได้เพียงการบันทึกเวลาเท่านั้น จะเห็นได้ว่า ส่วนของ Record Memory ที่ใช้บันทึกหมายเลขโทรศัพท์นั้น เรากำหนดเพียง 5 Bytes เท่านั้น นั่นคือ หมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถบันทึกได้สูงสุดไม่เกิน 10 ตัว นั่นเอง

3. Set Default

P-INR : "scan mode keys" ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วใน Main Program key "A-F"

4. Date-Time Current

ก่อนอื่นควรทำความเข้าใจ การทำงานของ IC#6242 ซึ่งเป็น Real time Clock/calendar ให้แก่ระบบและ Dot matrix LCD Module โดยใช้ IC # HD44780 เป็นตัวควบคุม ทั้ง RTC และ LCD

ST-T : เราสามารถตั้ง วัน-เดือน-ปี และเวลาปัจจุบัน ชั่วโมง_นาที_วินาที โดยป้อนข้อมูลทาง key pad และแสดงผลทาง LCD อันดับแรกเรากดปุ่ม "D" บน key pad Processer บริการใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของ Sub Program นี้ทันที "ST-T:" ซึ่งได้ป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในขณะป้อนข้อมูลของผู้ใช้งานไว้แล้วกล่าวคือ ไม่สามารถป้อนตัวเลขในหลักชั่วโมง - นาที - วินาที ที่มีค่าเกิน 23-59-59

5. Report to Printer จะเห็นได้ว่า Program ควบคุมระบบที่เขียนขึ้นมานั้น จะพบคำสั่ง "RST SYSCAI" อยู่บ่อย ๆ ซึ่งคำสั่งนี้เป็นคำสั่งพิเศษที่ถูกบันทึกเอาไว้ในส่วนของ address (0000H-5FFFH) หรืออาจเรียกว่าเป็นส่วนของ Program สำเร็จรูปก็ได้ รายละเอียดในส่วนนี้ศึกษาได้จากคู่มือ ET-DEBUGGER Z84C11 V1.1 ของบริษัท อีทีที จำกัด ในหัวข้อเรื่อง System call

PRINT : การ Report จะมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนหัว (Head) ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เช่นคำว่า "Telephone duration Decorder", "KMITL", "Telephone NO.", "Start", "end" เป็นต้น รหัส ASCII code ที่ใช้ในการส่งไปยัง Printer ในส่วน Head จึงถูกเก็บไว้ใน ROM อีกส่วนหนึ่งคือส่วนที่เป็นข้อมูล (Data) จะมีการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลซึ่งแตกต่างกันออกไปในแต่ละ Record เช่นข้อมูลในส่วนของวัน-เดือน-ปี และเวลา ค่าตัวเลขในแต่ละ Field เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะถูกบันทึกไว้ใน RAM โดยใช้ OUT-INX เป็น INDEX ในการชี้ตำแหน่ง Record ส่วนการเช็ค EOF นั้น เราจะใช้ค่าที่อยู่ใน Record Memory นั่นเอง คือค่าของ "FF" ซึ่ง EOF นี้ ได้อธิบายไว้แล้วในส่วนของ Main Program

6. BCD Multiple การคำนวณทางคณิตศาสตร์ ชิ้นงาน Project นี้ นอกจากจะบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ เวลาที่สนทนาแล้วยังมีการคำนวณในส่วนของจำนวนเงิน ของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์ธรรมดาหรือโทรทางไกลได้อีกเช่น หมุนหมายเลข 043-224510 รหัสทางไกล จังหวัดขอนแก่น ในช่วงเวลา 19.30 น. (คิดอัตราลดจากอัตราปกติ 15 บาท/นาทีเป็น 7.50 บาท/นาที) เป็นเวลา 4 นาที 38 วินาที (คิดเป็น 5 นาที) ภายหลังจากการคำนวณจะได้ผลลัพธ์เป็น TOTAL Baht = 7.50x5 = 31.50 บาท ข้อสังเกตการคำนวณนี้จะประมวลผลก็ต่อเมื่อ Processer ส่ง Data ในแต่ละ Record ออกไปยัง Printer เท่านั้น และส่งผลลัพธ์ที่ได้ออกไปยัง Printer เช่นกัน

BCD Multiple นี้ ประกอบด้วย Sub Routine ดังนี้คือ

BCD 2 BN : Convert BCD to HFX

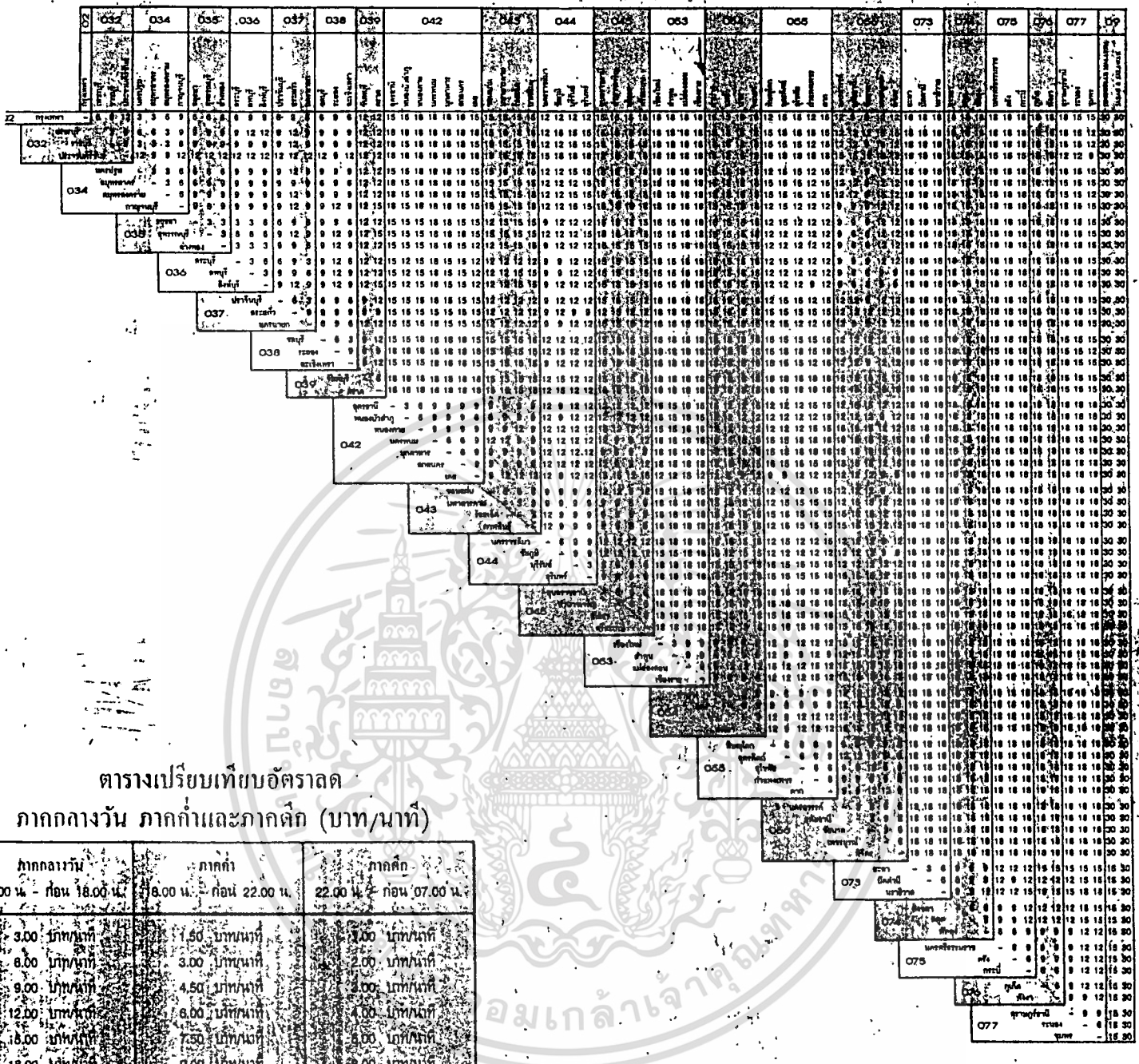
BN 2 BCD : Convert HEX to BCD

MUL-16 : 16-bit Multiplication

7. Baht/Min Each Zone เป็นอัตราค่าโทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติในแต่ละเขต ซึ่งองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยเป็นผู้กำหนดขึ้น มีทั้งหมดในขณะนี้ 20 เขต เฉพาะภายในประเทศซึ่งรายละเอียดต่างๆ ในส่วนนี้ได้แสดงไว้ในรูป B จากรูปจะเห็นได้ว่าอัตราค่าโทรศัพท์ทางไกลในแต่ละเขต หรือแม้แต่ในเขตเดียวกันมีอัตราที่แตกต่างกัน จำนวนเขตที่มีทั้งหมดถึง 20 เขต ตลอดจนอัตราลดของค่าโทรศัพท์ในภาคค่ำและภาคดึกอีก 1/2 และ 1/3 ของภาคกลางวันตามลำดับ ทั้งหมดได้ถูกนำมาเขียนให้อยู่ในรูปของโปรกแกรมควบคุมระบบของชิ้นงาน Project นี้อีกด้วยจึงทำให้ Sub Program มีความยาวพอสมควร ซึ่งได้วางไว้ในส่วนท้ายของ Program

อนึ่ง Program ควบคุมระบบชุดนี้ ไม่อนุญาตให้ผู้ใช้งานโทรทางไกลระหว่างประเทศได้เลย ไม่ว่าจะเป็นกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น ซึ่งได้อธิบายไว้แล้วในหัวข้อ Sub Program ข้อที่ 1 (call out)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางเปรียบเทียบอัตราลด
ภาคกลางวัน ภาคค่ำและภาคดึก (บาท/นาที)

ภาคกลางวัน .00 น. - ก่อน 18.00 น.	ภาคค่ำ 18.00 น. - ก่อน 22.00 น.	ภาคดึก 22.00 น. - ก่อน 07.00 น.
3.00 บาท/นาที	1.50 บาท/นาที	1.00 บาท/นาที
6.00 บาท/นาที	3.00 บาท/นาที	2.00 บาท/นาที
9.00 บาท/นาที	4.50 บาท/นาที	3.00 บาท/นาที
12.00 บาท/นาที	6.00 บาท/นาที	4.00 บาท/นาที
15.00 บาท/นาที	7.50 บาท/นาที	5.00 บาท/นาที
18.00 บาท/นาที	9.00 บาท/นาที	6.00 บาท/นาที

างเปรียบเทียบอัตราลด ภาคกลางวัน และภาคกลางคืน
สำหรับประเทศไทย เรียกไป ประเทศมาเลเซีย

ภาคกลางวัน 07.00 น. - ก่อน 18.00 น.	ภาคกลางคืน 18.00 น. - ก่อน 07.00 น.
15.00 บาท/นาที 30.00 บาท/นาที	10.00 บาท/นาที 20.00 บาท/นาที

รูป B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของชิ้นงาน TDR

1. Lock การโทรทางไกลต่างประเทศทุกกรณี

2. อัตราค่าโทรศัพท์ทางไกลภายในประเทศ คิดจาก อัตราค่าโทรศัพท์ที่องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยกำหนดทุกประการ

ช่วงเวลา 06.00-18.00 น. คิดราคาทางไกลปกติ

ช่วงเวลา 18.00-22.00 น. คิดราคาหนึ่งในสองของราคาการโทรปกติ

ช่วงเวลา 22.00-06.00 น. คิดราคาหนึ่งในสามราคาการโทรปกติ

3. สามารถเชื่อมต่อ Parallel Printer ให้ทั่วไป

4. ใช้เป็นนาฬิกาบองเวลาได้ รวมทั้ง วัน-เดือน-ปี

5. Display หมายเลขโทรศัพท์ที่โทรออกได้ ทั้งหมด 9 หลัก

6. ใช้กับชุมสายโทรศัพท์ Tone mode เท่านั้น

การติดตั้งและการใช้งาน

1. ต่อ Line TOT เข้าด้านหลังชิ้นงาน ณ ช่อง Line โดยใช้สาย Modular Jack

2. ต่อ Telephone Set เข้าด้านหลังชิ้นงาน ณ ช่อง Tel โดยใช้สาย Modular Jack

3. ตรวจสอบสภาพ Line TOT โดยการกดสวิทต์ Push Button แล้วสังเกต LED จะติดหรือดับกล่าวคือ ถ้ากดสวิทต์แล้ว LED ติด แสดงว่าสภาพ Line TOT ปกติ ถ้า LED ดับแสดงว่าสภาพ Line อยู่ในลักษณะ Leverse Line ให้ทำการสลับ line TOT เสีย โดยการผลัก Swich Reverse Line ไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง

4. ต่อสาย Printer เข้าด้านหลังชิ้นงาน ณ ช่อง Printer โดยใช้สาย Printer Parallel card

5. ต่อ Line A.C 220 V. เข้าด้านหลังชิ้นงานแล้ว เปิดสวิทช์ Power ON

6. ก่อนนำ Telephone Duration Recoder นี้ไปใช้งานต้อง Set ค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นเสียก่อนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กด key "SET D&T" 1 ครั้ง เมื่อตั้ง วัน-เดือน-ปี

กด key "SET D&T" 2 ครั้ง เมื่อตั้ง เวลาปัจจุบัน

กด key "SET PRN" เมื่อตั้งเวลาการรายงานผล

กด key "CLR" เมื่อ Clear Memory ก่อนทำการบันทึกข้อมูล

กด key "MODE" เมื่อเลือก Mode ให้สัมพันธ์กับชุมสายโทรศัพท์

หลังจาก Set ค่าต่าง ๆ เหล่านี้เรียบร้อยแล้ว ชิ้นงานนี้ก็พร้อมที่จะทำงานได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item / Model	Character fromat	Character font	Module Size (W x H x Tmm)	Viewing Area (W x H mm)	Character Size (W x H mm)	Dot Size (W x H mm)	Backligh Type	
							EL	LED
DV-1601	16 chars x 1 line	5 x 7 dots + cursor	80.0 x 36.0 x 10.0	64.5 x 13.8	3.07 x 5.73	0.55 x 0.75	○	○
DV-1601B	16 chars x 1 line	5 x 7 dots + cursor	122.0 x 33.0 x 10.0	99.0 x 13.0	4.84 x 9.66	1.10 x 0.92	○	○
DV-1602-30	16 chars x 2 lines	5 x 7 dots + cursor	85.0 x 30.0 x 10.0	62.2 x 17.2	2.78 x 4.27	0.50 x 0.55	○	○
DV-1602-44	16 chars x 2 lines	5 x 7 dots + cursor	84.0 x 44.0 x 10.0	62.2 x 17.8	2.96 x 4.86	0.56 x 0.66	○	○
DV-1604	16 chars x 4 lines	5 x 7 dots + cursor	87.0 x 60.0 x 10.0	61.5 x 25.2	2.95 x 4.15	0.55 x 0.55	○	—
DV-2002	20 chars x 2 lines	5 x 7 dots + cursor	115.0 x 36.0 x 10.0	83.0 x 18.8	3.20 x 4.85	0.60 x 0.65	○	○
DV-2402	24 chars x 2 lines	5 x 7 dots + cursor	118.0 x 36.0 x 10.0	94.5 x 18.0	3.20 x 4.85	0.60 x 0.65	○	○
DV-4002	40 chars x 2 lines	5 x 7 dots + cursor	182.0 x 33.5 x 10.0	154.0 x 16.0	3.20 x 4.85	0.60 x 0.65	○	○

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HOW TO USE THE LCD MODULES WITH CONTROLLER HITACHI HD 44780

▪ INTRODUCTION

The LCD-II (HD44780) is a dot matrix liquid crystal display controller & driver LSI that displays alphanumerics, kana characters and symbols. It drives dot matrix liquid crystal display under 4-bit or 8-bit microcomputer or microprocessor control. All the functions required for dot matrix liquid crystal display drive are internally provided on one chip.

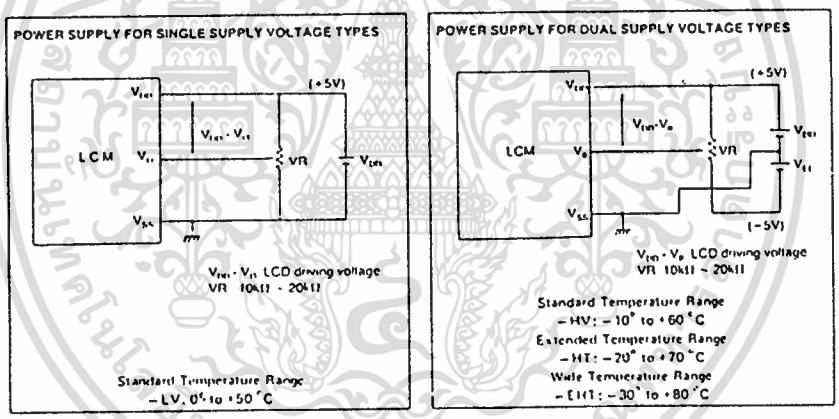
The user can complete dot matrix liquid crystal display systems with less number of chips by using the LCD-II (HD44780). If a driver LSI HD44100H is externally connected to the HD44780, up to 80 characters can be displayed.

The LCD-II is produced in the CMOS process. Therefore, the combination of the LCD-II with a CMOS microcomputer or microprocessor can accomplish a portable battery-drive device with lower power dissipation.

▪ FEATURES

- Capable of interfacing to 4-bit or 8-bit MPU.
- Display data RAM . . . . . 80 x 8 bits (80 characters, max.)
- Character generator ROM . . . .
  - Character font 5 x 7 dots: 160 characters
  - Character font 5 x 10 dots: 32 characters
- Both display data and character generator RAMs can be read from the MPU.
- Wide range of instruction functions
  - Display clear, Cursor home, Display ON/OFF, Cursor ON/OFF, Display character blink, Cursor shift, Display shift
- Internal automatic reset circuit at power ON. (Internal reset circuit)

1. Power Supply



2. Connecting MPU with LCM

2.1. Driver circuit block diagram

Figure 1 shows the driver circuit block diagram of LCM with built-in controller LSI. Controller LSI HD44780 (LCD-II) is built in this LCM. Also extended LCD driver LSI is built in the LCM that displays more than 16 digits.

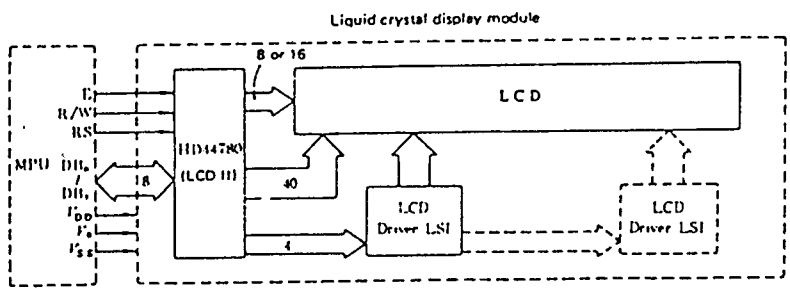


Fig. 1 Driver circuit block diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Interfacing to MPU

In the HD44780, data can be sent in either 4-bit 2-operation or 8-bit 1-operation so it can interface to both 4 and 8 bit MPU's.

(1) When interface data is 4-bits long, data is transferred using only 4 buses: $DB_4 \sim DB_7$. $DB_0 \sim DB_3$ are not used. Data transfer between the HD44780 and the MPU completes when 4-bit data is transferred twice. Data of the higher order 4 bits (contents of $DB_4 \sim DB_7$ when interface data is 8 bits long) is transferred first, then the lower order 4 bits (content of $DB_0 \sim DB_3$ when interface data is 8 bits long) is transferred. Check the busy flag after 4-bit data has been transferred twice (one instruction). A 4-bit 2-operation will then transfer the busy flag and address counter data.

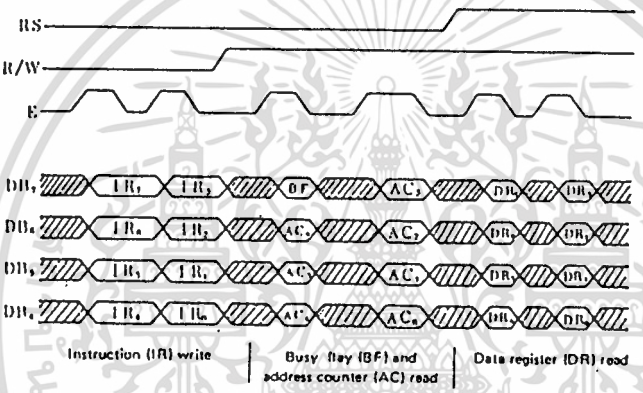


Fig. 2 4-bit data transfer example

(2) When interface data is 8 bit long, data is transferred using the 8 data buses of $DB_0 \sim DB_7$.

2.3 Interface to MPU

(1) Interface to 8-bit MPU

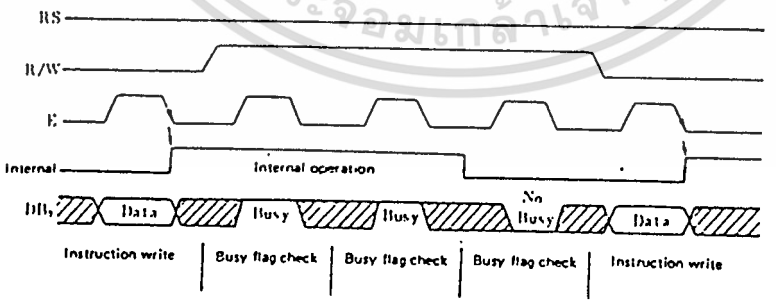


Fig. 3 Example of busy flag check timing sequence

① When connecting to 8-bit MPU through PIA

Fig. 4 is an example of using a PIA or I/O port (for single chip microcomputer) as an interface device. Input and output of the device is TTL compatible.

In the example, PB_0 to PB_7 are connected to the data buses DB_0 to DB_7 and PA_0 to PA_2 are connected to E, R/W and RS respectively. Pay attention to the timing relation between E and other signals when reading or writing data and using PIA as an interface.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

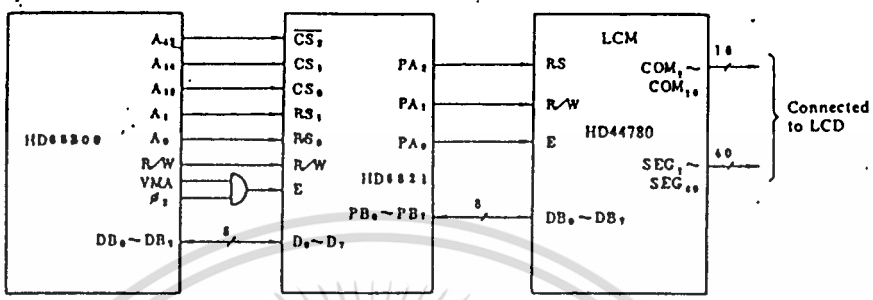
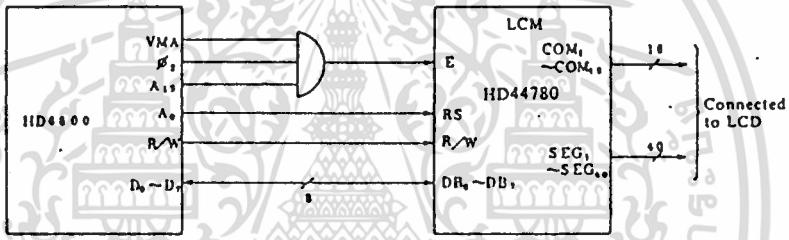
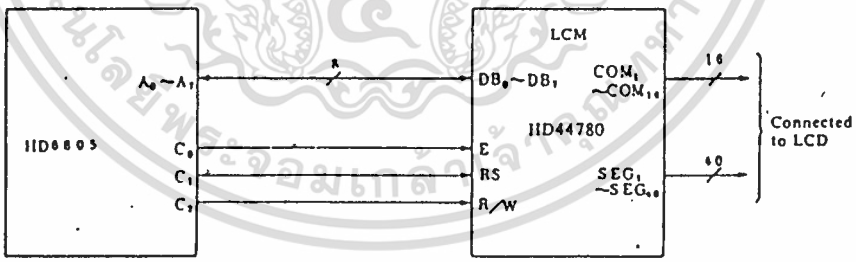


Fig. 4 Example of interface to HD68B00 using PIA (HD68B21)

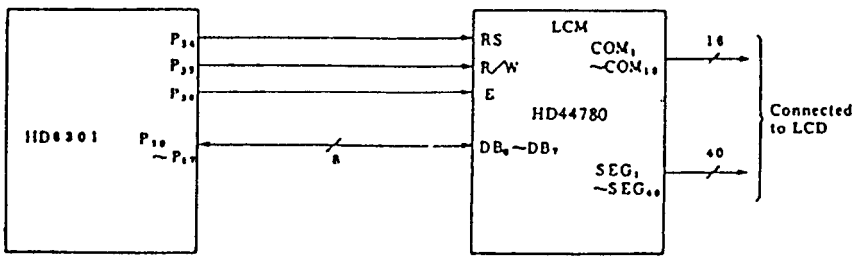
② Connecting directly to the 8 bit MPU bus line



③ Example of interfacing to the HD6805

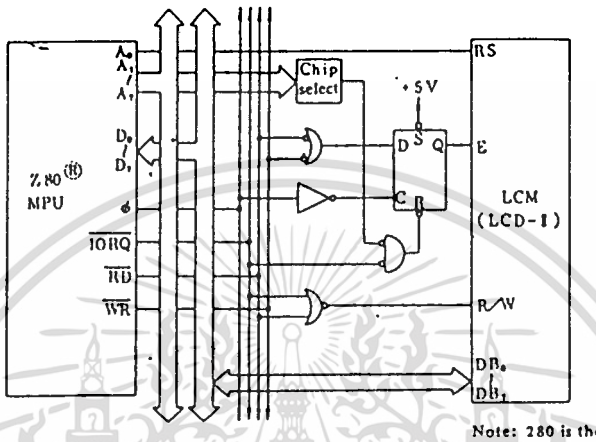


④ Example of interfacing to the HD6301



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

⑤ Example of interfacing to Z80 MPU



Note: Z80 is the trademark of ZILOG, U.S.A.

(a) Above circuit is an example of connection with Z80 MPU and HD44780A00 as an I/O equipment. It can be used as a part of memories by using MREQ signal.

(b) A0 signal can be used for RS signal.
A0 = 0: Instruction register is selected.
A0 = 1: Data register is selected.

(c) In order to check busy flag, transfer the data of $DB_0 \sim DB_7$ to A register (accumulator) by executing In/Out instruction. After that, busy flag can be easily checked by examining DB_7.

⑥ Example of interfacing to 80 CPU family

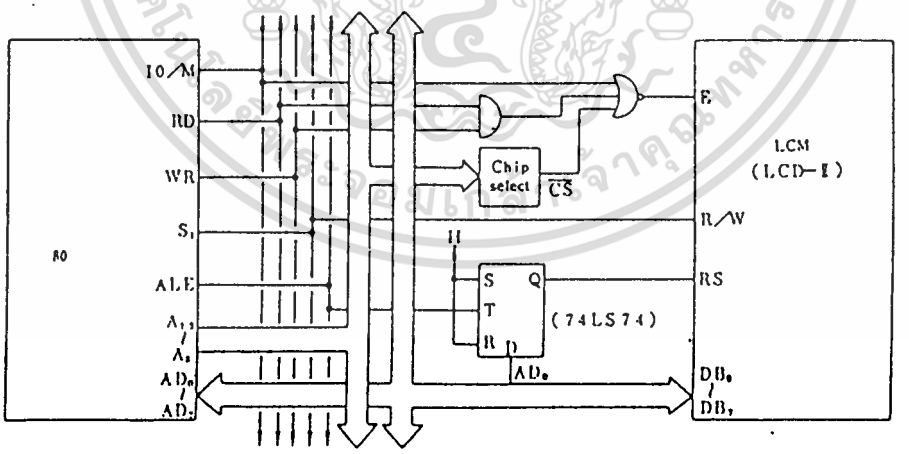


Fig. 5 Example of connection with LCM being used as a part of memories on the determined address.

Figure 5 is an example of connection with LCD module being used as a part of memories on the determined address.

Generates RS signal (Register Select signal) by latching the content of AD_0 at the rising edge of ALE signal. By using this method, you can obtain RS signal from the AD_0 among 8 bit addresses generated at the clock of the first machine cycle. In case of using LCD module as an I/O equipment, chip select signal is necessarily activated when IO/M signal is "High" level.

Furthermore, by using A8 for RS signal, the interface is easily realized.

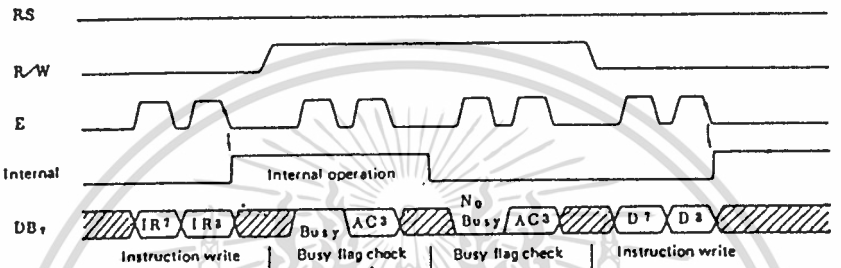
By both methods, busy flag can be checked by storing status data into A register (Accumulator) and examining the bit 7 by software.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) Interface to 4-bit MPU

The HD44780 can be connected to a 4-bit MPU through the 4-bit MPU I/O port. If the I/O port has enough bits, data can be transferred in 8-bit lengths, but if the bits are insufficient, the transfer is made in two operations of 4 bits each (with designation of interface data length for 4 bits). In the latter case, the timing sequence becomes somewhat complex. (See Fig. 6)

Fig. 7 shows an example of interface to the HMCS43C. Note that 2 cycles are needed for the busy flag check as well as the data transfer. 4-bit operation is selected by program.



(Note) IR7, IR3 : Instruction 7th bit, 3rd bit.
AC3 : Address counter 3rd bit.

Fig. 6 An example of 4 bit data transfer timing sequence

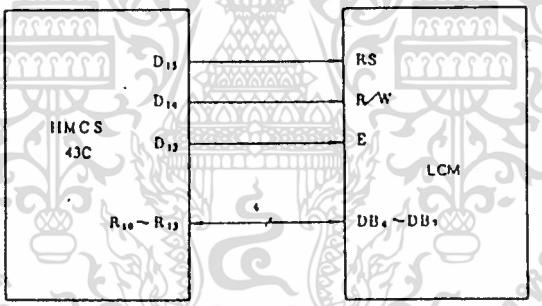


Fig. 7 Example of interface to the HMCS43C

3. Precautions on constituting hardwares

3.1 Chip select

HD44780 has no CS (chip select) terminals. Therefore, when this LSI is connected directly to Data Bus line not through PIA and so on, add the circuit that inhibits the output of Enable signal at the address which is not assigned for HD44780.

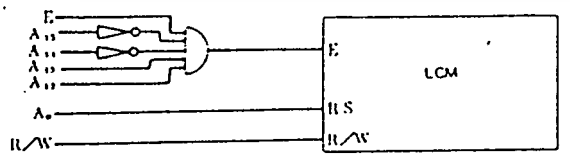


Fig. 8 Example of addresses $(3000)_{16}$ ~ $(3FFF)_{16}$ being assigned for HD44780

3.2 Ability of driving bus line

DB_0 to DB_7 can drive one TTL or capacitance of 130 pF.

The data bus terminals have three-state constructions and remain in high impedance state while Enable signal being low level.

Since the data bus has pull up MOS, it outputs high level voltage during the data bus being opened.

3.3 Power supply voltage for liquid crystal display drive

At interface of liquid crystal display module, there are three power supply terminals, V_{DD}, GND, and V_0. LCD module is driven by the voltage that is equal to $V_{DD} - V_0$, when supplying power for liquid crystal display drive to V_0 terminal. Since suitable voltage of power supply for LCD shifts according to temperature change adjust supplying power to LCD by referring to the figures on Page 3.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Initialization

4.1 Initializing by internal reset circuit

The HD44780 automatically initializes (resets) when power is turned on using the internal reset circuit. The following instructions are executed in initialization. The busy flag (BF) is kept in busy state until initialization ends. (BF = 1) The busy state is 10 ms after V_{CC} rises to 4.5 V.

(1) Display clear

(2) Function set ..... DL = 1 : 8 bit long interface data
N = 0 : 1-line display
F = 0 : 5 x 7 dot character font

(3) Display ON/OFF control ..... D = 0 : Display OFF
C = 0 : Cursor OFF
B = 0 : Blink OFF

(4) Entry mode set .... I/D = 1 : +1 (increment)
S = 0 : No shift

(5) Write DD RAM

When the rise time of power supply (0.2 → 4.5) is out of the range 0.1 ms ~ 10 ms, or when the low level width of power OFF (less than 0.2 V) is less than 1 ms, the internal reset circuit will not operate normally.

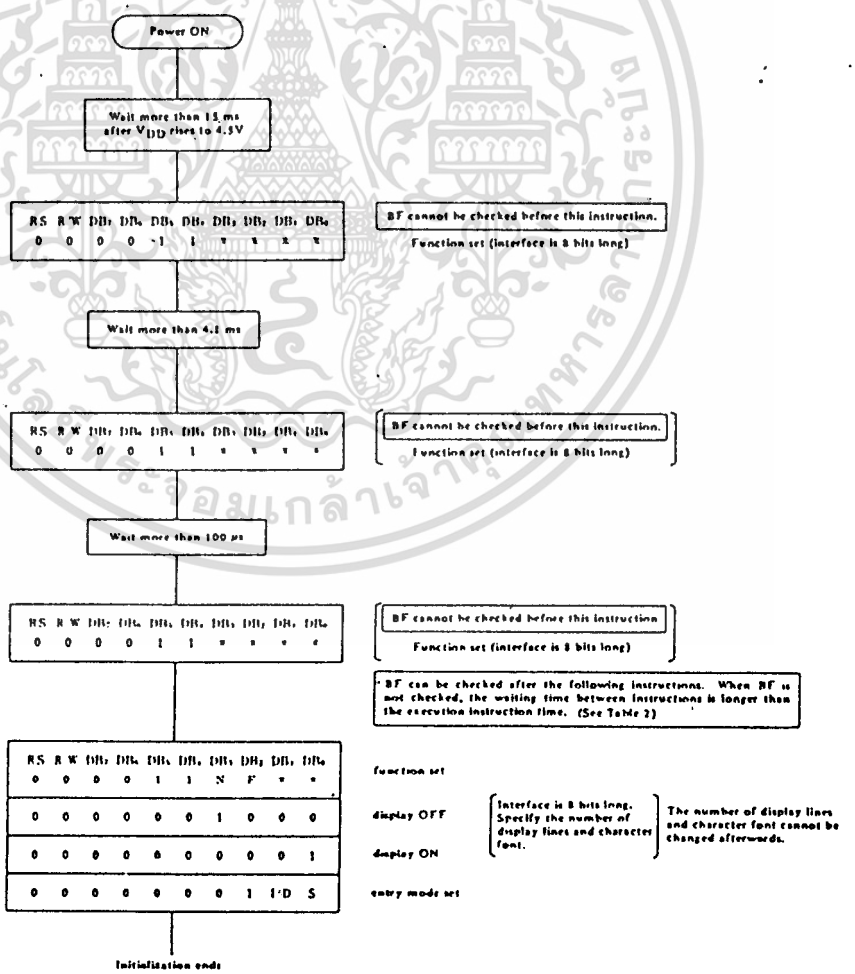
In this case, initialization will not be performed normally. Initialize by MPU according to "4.2 initializing by instruction" at the head of program.

4.2 Initializing by instruction

If the power supply conditions for correctly operating the internal reset circuit are not met, initialization by instruction is required.

Use the following procedure for initialization:

(1) When interface is 8 bits long;



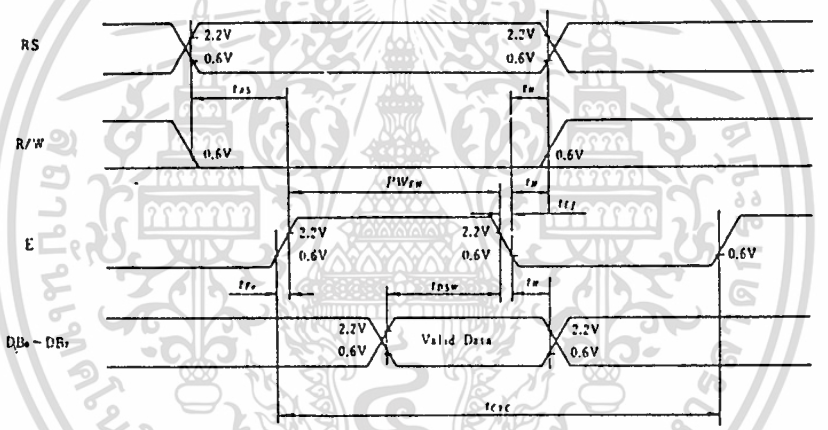
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING CHARACTERISTICS

Item	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Enable cycle time	t_{cyc}	1.0	-	-	μs
Enable pulse width	P_{wEH}	450	-	-	ns
Enable rise/fall time	t_{Er}, t_{Ef}	-	-	25	ns
RS, R/W set up time	t_{AS}	140	-	-	ns
Data delay time	t_{DDR}	-	-	320	ns
Data set up time	t_{DSW}	195	-	-	ns
Hold time	t_H	20	-	-	ns

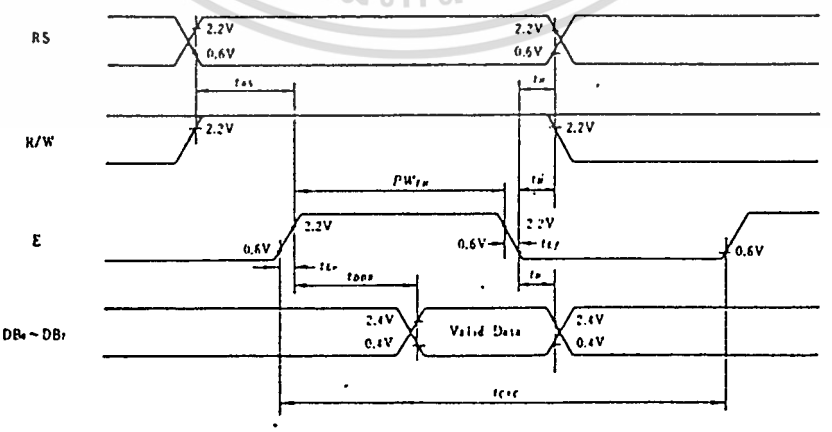
INTERFACE TIMING (Data Write)

Unit: mm



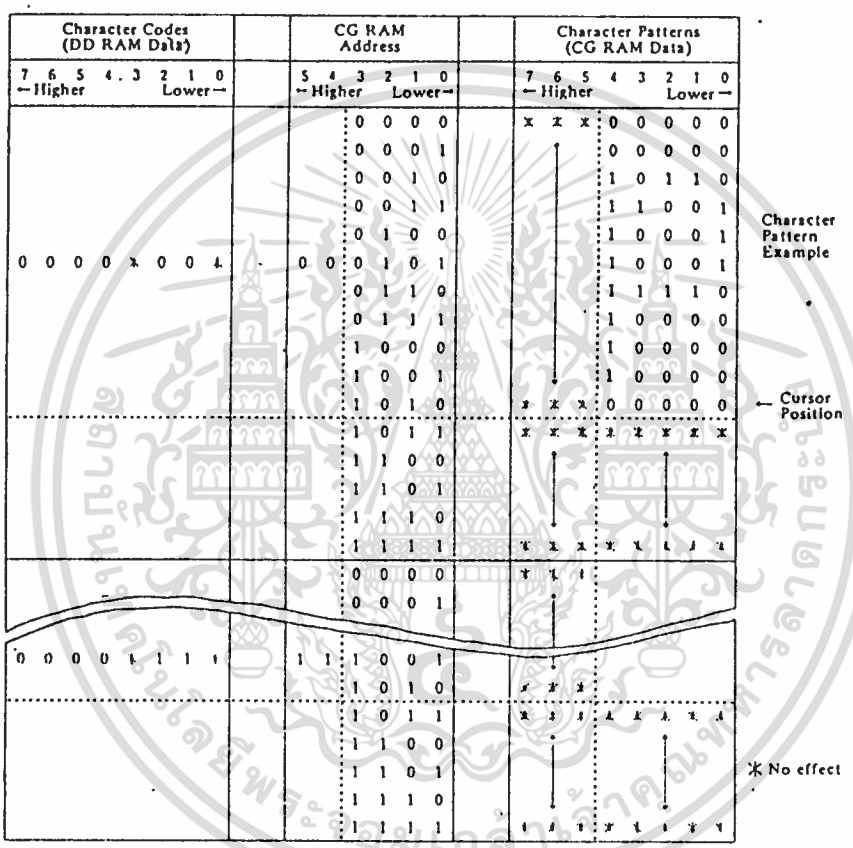
INTERFACE TIMING (Data Read)

Unit: mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) For 5 x 10 dot character pattern



(Note) 1: Character code bits 1, 2 correspond to CG RAM address bits 4, 5 (2 bits: 4 types).

2: CG RAM address bits 0 ~ 3 designate character pattern line position. The 11th line is the cursor position and display is performed in logical OR with cursor.
Maintain the 11th line data corresponding to the cursor display position in the "0" state for cursor display. When the 11th line data is "1", bit 1 lights up regardless of cursor existence. Since the 12th ~ 16th lines are not used for display, they can be used for the general data RAM.

3: Character pattern row positions are the same as 5 x 7 dot character pattern positions.

4: CG RAM character patterns are selected when character code bits 4 ~ 7 are all "0". However, since character code bit 0 and 3 are ineffective bits, "P" display in the character pattern example is selected by character code "00", "01", "08" and "09" (hexadecimal).

5: "1" for CG RAM data corresponds to selection for display and "0" for non-selection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIMUM RATINGS

Electric maximum ratings

Item	Symbol	Min.	Max.	Unit	Remarks
Power supply for logic	$V_{DD} - V_{SS}$	Refer to individual specification		V	
Power supply for LCD drive	$V_{DD} - V_O$			V	
Input voltage	V_I			V	
Static electricity		–	100	V	Note (1)

Note (1) Test and conditions of resistance to static electricity. After the condenser with a capacity of 200 pF is charged with recommended voltage, it is discharged by contact with interface connector pin.

Environmental conditions

Item	Operating		Non-operating		Remarks
	Min.	Max.	Min.	Max.	
Ambient temperature	Refer to individual specifications				No dew
Humidity	Note (2)				
Vibration	–	0.5G	–	2G	
Shock	–	3G	–	50G	XYZ 3 directions
Corrosion gas	No corrosion gas				

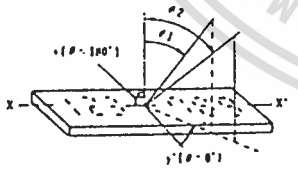
Note (2) Humidity conditions are as follows.

OPTICAL DATA

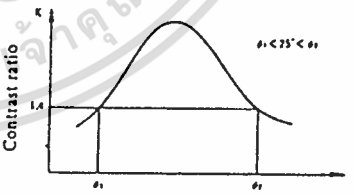
Ta = 25°C

Item	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	Note
Viewing angle	$\phi 2 - \phi 1$	K = 1.4	20	–	–	deg.	1, 2, 8
Contrast ratio	K	$\phi = 25°$ $\theta = 0°$	–	3	–	–	3
Response time (rise)	t_r	$\phi = 25°$ $\theta = 0°$	–	200	400	ms	4, 5
				250	400		4, 6
				150	250		4, 7
Response time (fall)	t_f	$\phi = 25°$ $\theta = 0°$	–	200	400	ms	4, 5
				250	400		4, 6
				150	250		4, 7

Note 1. Definition of θ and ϕ

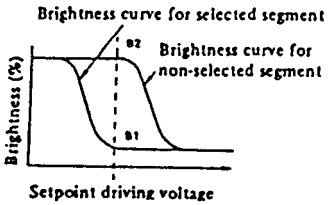


Note 2. Definition of viewing angle $\phi 1$, and $\phi 2$

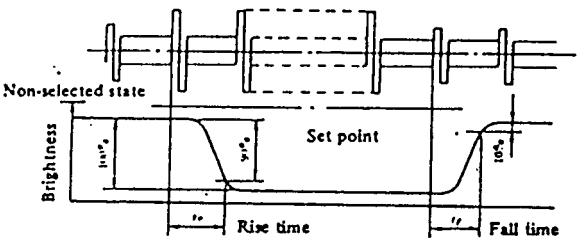


Note 3. Definition of contrast "K"

$$K = \frac{\text{Brightness of non-selected segment } (B_1)}{\text{Brightness of selected segment } (B_2)}$$

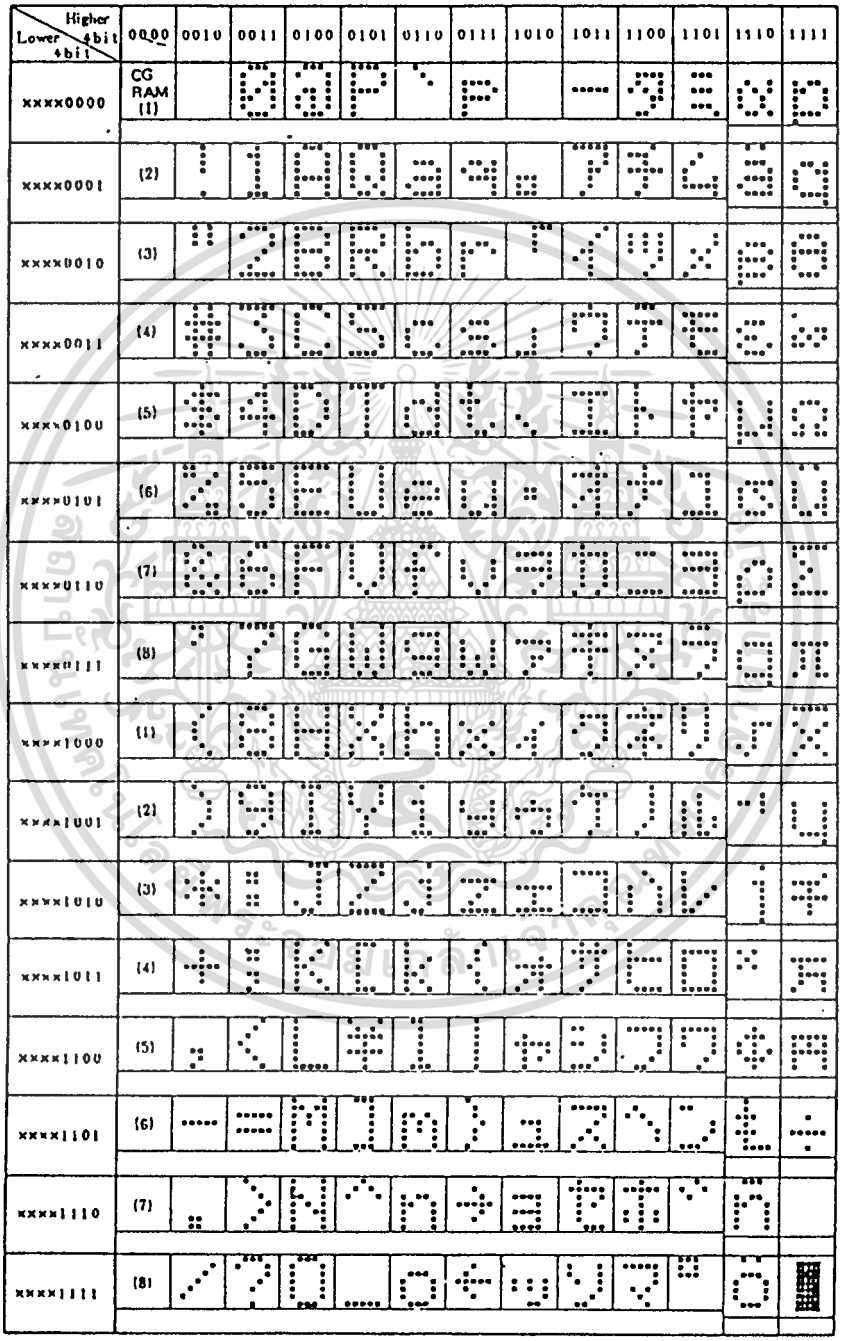


Note 4. Definition of optical response



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FONT TABLE FOR 5 x 7 DOT CHARACTERS



Note: CGRAM is a CHARACTER GENERATOR RAM having a storage function of character pattern which enable to change freely by users program

Details on the controller Hitachi HD 44780 see page 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6-1 กลุ่มการโอนย้ายข้อมูลขนาด 8 บิต

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags C	Z	P/V	S	N	H	Op-Code 76 543 210	No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T Cycles	Comments r, r'	Reg.
LD r,r'	r ← r'	•	•	•	•	•	•	01 r r'	1	1	4	r, r'	Reg.
LD r,n	r ← n	•	•	•	•	•	•	00 r 110	2	2	7	000	B
								← n →				001	C
LD r,(HL)	r ← (HL)	•	•	•	•	•	•	01 r 110	1	2	7	010	D
LD r,(IX+d)	r ← (IX + d)	•	•	•	•	•	•	11 011 101	3	5	19	011	E
								01 r 110				100	H
								← d →				101	L
LD r,(IY+d)	r ← (IY + d)	•	•	•	•	•	•	11 111 101	3	5	19	111	A
								01 r 110					
								← d →					
LD (HL),r	(HL) ← r	•	•	•	•	•	•	01 110 r	1	2	7		
LD (IX+d),r	(IX + d) ← r	•	•	•	•	•	•	11 011 101	3	5	19		
								01 110 r					
								← d →					
LD (IY+d),r	(IY + d) ← r	•	•	•	•	•	•	11 111 101	3	5	19		
								01 110 r					
								← d →					
LD (HL),n	(HL) ← n	•	•	•	•	•	•	00 110 110	2	3	10		
								← n →					
LD (IX+d),n	(IX + d) ← n	•	•	•	•	•	•	11 011 101	4	5	19		
								00 110 110					
								← d →					
								← n →					
LD (IY+d),n	(IY + d) ← n	•	•	•	•	•	•	11 111 101	4	5	19		
								00 110 110					
								← d →					
								← n →					
LD A,(BC)	A ← (BC)	•	•	•	•	•	•	00 001 010	1	2	7		
LD A,(DE)	A ← (DE)	•	•	•	•	•	•	00 011 010	1	2	7		
LD A,(nn)	A ← (nn)	•	•	•	•	•	•	00 111 010	3	4	13		
								← n →					
								← n →					
LD (BC),A	(BC) ← A	•	•	•	•	•	•	00 000 010	1	2	7		
LD (DE),A	(DE) ← A	•	•	•	•	•	•	00 010 010	1	2	7		
LD (nn),A	(nn) ← A	•	•	•	•	•	•	00 110 010	3	4	13		
								← n →					
								← n →					
LD, A,I	A ← I	•	↕	IFF	↕	0	0	11 101 101	2	2	9		
								01 010 111					
LD A,R	A ← R	•	↕	IFF	↕	0	0	11 101 101	2	2	9		
								01 011 111					
LD, I,A	I ← A	•	•	•	•	•	•	11 101 101	2	2	9		
								01 000 111					
LD R,A	R ← A	•	•	•	•	•	•	11 101 101	2	2	9		
								01 001 111					

Notes:
r, r' means any of the registers A, B, C, D, E, H, L
IFF the content of the interrupt enable flip-flop (IFF) is copied into the P/V flag.

Flag Notation:
• = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown,
↕ = flag is affected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6-2 กลุ่มการโอนย้ายข้อมูลขนาด 16 บิต

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags						Op-Code	No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
		C	Z	P/V	S	N	H	76 543 210				
LD dd,nn	dd ← nn	•	•	•	•	•	•	00 dd0 001 ← n → ← n →	3	3	10	dd Pair 00 BC 01 DE
LD IX,nn	IX ← nn	•	•	•	•	•	•	11 011 101 00 100 001 ← n → ← n →	4	4	14	10 HL 11 SP
LD IY,nn	IY ← nn	•	•	•	•	•	•	11 111 101 00 100 001 ← n → ← n →	4	4	14	
LD HL,(nn)	H ← (nn + 1) L ← (nn)	•	•	•	•	•	•	00 101 010 ← n → ← n →	3	5	16	
LD, dd,(nn)	dd_H ← (nn + 1) dd_L ← (nn)	•	•	•	•	•	•	11 101 101 01 dd1 011 ← n → ← n →	4	6	20	
LD IX,(nn)	IX_H ← (nn + 1) IX_L ← (nn)	•	•	•	•	•	•	11 011 101 00 101 010 ← n → ← n →	4	6	20	
LD IY,(nn)	IY_H ← (nn + 1) IY_L ← (nn)	•	•	•	•	•	•	11 111 101 00 101 010 ← n → ← n →	4	6	20	
LD (nn),HL	(nn + 1) ← H (nn) ← L	•	•	•	•	•	•	00 100 010 ← n → ← n →	3	5	16	
LD (nn),dd	(nn + 1) ← dd_H (nn) ← dd_L	•	•	•	•	•	•	11 101 101 01 dd0 011 ← n → ← n →	4	6	20	
LD (nn),IX	(nn + 1) ← IX_H (nn) ← IX_L	•	•	•	•	•	•	11 011 101 00 100 010 ← n → ← n →	4	6	20	
LD (nn),IY	(nn + 1) ← IY_H (nn) ← IY_L	•	•	•	•	•	•	11 111 101 00 100 010 ← n → ← n →	4	6	20	
LD SP,HL	SP ← HL	•	•	•	•	•	•	11 111 001	1	1	6	
LD SP,IX	SP ← IX	•	•	•	•	•	•	11 011 101 11 111 001	2	2	10	
LD SP,IY	SP ← IY	•	•	•	•	•	•	11 111 101 11 111 001	2	2	10	
PUSH qq	(SP — 2) ← qq_L (SP — 1) ← qq_H	•	•	•	•	•	•	11 qq0 101	1	3	11	qq Pair 00 BC 01 DE
PUSH IX	(SP — 2) ← IX_L (SP — 1) ← IX_H	•	•	•	•	•	•	11 011 101 11 100 101	2	4	15	10 HL 11 AF
PUSH IY	(SP — 2) ← IY_L (SP — 1) ← IY_H	•	•	•	•	•	•	11 111 101 11 100 101	2	4	15	
POP qq	qq_H ← (SP + 1) qq_L ← (SP)	•	•	•	•	•	•	11 qq0 001	1	3	10	
POP IX	IX_H ← (SP + 1) IX_L ← (SP)	•	•	•	•	•	•	11 011 101 11 100 001	2	4	14	
POP-IY	IY_H ← (SP + 1) IY_L ← (SP)	•	•	•	•	•	•	11 111 101 11 100 001	2	4	14	

Notes:
dd is any of the register pairs BC, DE, HL, SP
qq is any of the register pairs AF, BC, DE, HL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6-3 กลุ่มการแลกเปลี่ยนข้อมูล โอนย้ายข้อมูลเป็นกลุ่ม และการค้นหาข้อมูล

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags C	Z	P/V	S	N	H	Op-Code 76 543 210	No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
EX DE,HL	DE ↔ HL	●	●	●	●	●	●	11 101 011	1	1	4	
EX AF,AF'	AF ↔ AF'	●	●	●	●	●	●	00 001 000	1	1	4	
EXX	(BC BC' / DE ↔ DE' / HL HL')	●	●	●	●	●	●	11 011 001	1	1	4	Register bank and auxiliary register bank exchange
EX (SP),HL	H ↔ (SP + 1) L ↔ (SP)	●	●	●	●	●	●	11 100 011	1	5	19	
EX (SP),IX	IX_H ↔ (SP + 1) IX_L ↔ (SP)	●	●	●	●	●	●	11 011 101 11 100 011	2	6	23	
EX (SP),IY	IY_H ↔ (SP + 1) IY_L ↔ (SP)	●	●	●	●	●	●	11 111 101 11 100 011	2	6	23	
LDI	(DE) ← (HL) DE ← DE + 1 HL ← HL + 1 BC ← BC — 1	●	●	① ↕	●	0	0	11 101 101 10 100 000	2	4	16	Load (HL) into (DE), increment the pointers and decrement the byte counter (BC)
LDIR	(DE) ← (HL) DE ← DE + 1 HL ← HL + 1 BC ← BC — 1 Repeat until BC = 0	●	●	0	●	0	0	11 101 101 10 110 000	2 2	5 4	21 16	If BC ≠ 0 If BC = 0
LDD	(DE) ← (HL) DE ← DE — 1 HL ← HL — 1 BC ← BC — 1	●	●	① ↕	●	0	0	11 101 101 10 101 000	2	4	16	
LDDR	(DE) ← (HL) DE ← DE — 1 HL ← HL — 1 BC ← BC — 1 Repeat until BC = 0	●	●	0	●	0	0	11 101 101 10 111 000	2 2	5 4	21 16	If BC ≠ 0 If BC = 0
CPI	A — (HL) HL ← HL + 1 BC ← BC — 1	●	② ↕	① ↕	↕	1	↕	11 101 101 10 100 001	2	4	16	
CPIR	A — (HL) HL ← HL + 1 BC ← BC — 1 Repeat until A = (HL) or BC = 0	●	② ↕	① ↕	↕	1	↕	11 101 101 10 110 001	2 2	5 4	21 16	If BC ≠ 0 and A ≠ (HL) If BC = 0 or A = (HL)
CPD	A — (HL) HL ← HL — 1 BC ← BC — 1	●	② ↕	① ↕	↕	1	↕	11 101 101 10 101 001	2	4	16	
CPDR	A — (HL) HL ← HL — 1 BC ← BC — 1 Repeat until A = (HL) or BC = 0	●	② ↕	① ↕	↕	1	↕	11 101 101 10 111 001	2 2	5 4	21 16	If BC ≠ 0 and A ≠ (HL) If BC = 0 or A = (HL)

Notes:
① P/V flag is 0 if the result of BC — 1 = 0, otherwise P/V = 1
② Z flag is 1 if A = (HL), otherwise Z = 0.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6-4 กลุ่มการทำงานคณิตศาสตร์และลอจิก 8 บิต

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags C	Z	P/V	S	N	H	Op-Code 76	543	210	No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
ADD r	A ← A + r	↕	↕	V	↕	0	↕	10	000	r	1	1	4	r Reg.
ADD n	A ← A + n	↕	↕	V	↕	0	↕	11	000	110	2	2	7	000 B
														001 C
								←	n	→				010 D
ADD (HL)	A ← A + (HL)	↕	↕	V	↕	0	↕	10	000	110	1	2	7	011 E
ADD (IX+d)	A ← A + (IX + d)	↕	↕	V	↕	0	↕	11	011	101	3	5	19	100 H
								10	000	110				101 L
								←	d	→				111 A
ADD (IY+d)	A ← A + (IY + d)	↕	↕	V	↕	0	↕	11	111	101	3	5	19	
								10	000	110				
								←	d	→				
ADC s	A ← A + s + CY	↕	↕	V	↕	0	↕		001					s is any of r, n, (HL), (IX + d) (IY + d) as shown for ADD instruction. The indicated bits replace the 000 in the ADD set above.
SUB s	A ← A − s	↕	↕	V	↕	1	↕		010					
SBC s	A ← A − s − CY	↕	↕	V	↕	1	↕		011					
AND s	A ← A ∧ s	0	↕	P	↕	0	1		100					
OR s	A ← A ∨ s	0	↕	P	↕	0	0		110					
XOR s	A ← A ⊕ s	0	↕	P	↕	0	0		101					
CP s	A − s	↕	↕	V	↕	1	↕		111					
INC r	r ← r + 1	•	↕	V	↕	0	↕	00	r	100	1	1	4	
INC (HL)	(HL) ← (HL) + 1	•	↕	V	↕	0	↕	00	110	100	1	3	11	
INC (IX+d)	(IX + d) ←	•	↕	V	↕	0	↕	11	011	101	3	6	23	
	(IX + d) + 1							00	110	100				
								←	d	→				
INC (IY+d)	(IY + d) ←	•	↕	V	↕	0	↕	11	111	101	3	6	23	
	(IY + d) + 1							00	110	100				
								←	d	→				
DEC d	d ← d − 1	•	↕	V	↕	1	↕			101				d is any of r, (HL), (IX + d), (IY + d) as shown for INC. Same format and states as INC. Replace 100 with 101 in OP code.

Notes:
The V symbol in the P/V flag column indicates that the P/V flag contains the overflow of the result of the operation. Similarly the P symbol indicates parity. V = 1 means overflow, V = 0 means not overflow, P = 1 means parity of the result is even, P = 0 means parity of the result is odd.

Flag Notation:
• = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown,
↕ = flag is affected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6-5 กลุ่มการทำทางคณิตศาสตร์ทั่วไป และควบคุมการทำงานของซีพียู

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags C	Z	P/V	S	N	H	Op-Code 76 543 210	No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
DAA	Converts acc. content into packed bcd following add or subtract with packed bcd operands	↕	↕	P	↕	•	↕	00 100 111	1	1	4	Decimal adjust accumulator
CPL	$A \leftarrow \overline{A}$	•	•	•	•	1	1	00 101 111	1	1	4	Complement accumulator (one's complement)
NEG	$A \leftarrow 0 - A$	↕	↕	V	↕	1	↕	11 101 101 01 000 100	2	2	8	Negate acc. (two's complement)
CCF	$CY \leftarrow \overline{CY}$	↕	•	•	•	0	X	00 111 111	1	1	4	Complement carry flag
SCF	CY ← 1	1	•	•	•	0	0	00 110 111	1	1	4	Set carry flag
NOP	No operation	•	•	•	•	•	•	00 000 000	1	1	4	
HALT	CPU halted	•	•	•	•	•	•	01 110 110	1	1	4	
DI	IFF ← 0	•	•	•	•	•	•	11 110 011	1	1	4	
EI	IFF ← 1	•	•	•	•	•	•	11 111 011	1	1	4	
IM 0	Set interrupt mode 0	•	•	•	•	•	•	11 101 101 01 000 110	2	2	8	
IM 1	Set interrupt mode 1	•	•	•	•	•	•	11 101 101 01 010 110	2	2	8	
IM 2	Set interrupt mode 2	•	•	•	•	•	•	11 101 101 01 011 110	2	2	8	

Notes:
IFF indicates the interrupt enable flip-flop
CY indicates the carry flip-flop.

Flag Notation:
• = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown,
↕ = flag is affected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6-6 กลุ่มการทำทางคณิตศาสตร์ขนาด 16 บิต

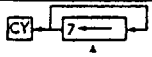
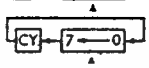
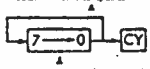
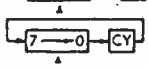
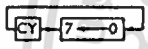
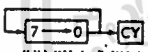
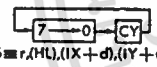
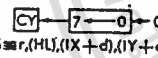
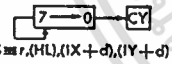
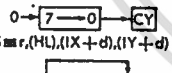
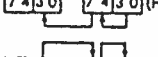
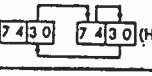
Mnemonic	Symbolic Operation	Flags C	Z	P/V	S	N	H	Op-Code 76 543 210	No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments ss	Reg.
ADD HL,ss	HL ← HL + ss	↕	•	•	•	0	X	00 ss1 001	1	3	11	00	BC
ADC HL,ss	HL ← HL + ss + CY	↕	↕	V	↕	0	X	11 101 101 01 ss1 010	2	4	15	01	DE
SBC HL,ss	HL ← HL − ss − CY	↕	↕	V	↕	1	X	11 101 101 01 ss0 010	2	4	15	10	HL
ADD IX,pp	IX ← IX + pp	↕	•	•	•	0	X	11 011 101 00 pp1 001	2	4	15	11	SP
ADD IY,rr	IY ← IY + rr	↕	•	•	•	0	X	11 111 101 00 rr1 001	2	4	15	pp	Reg.
INC ss	ss ← ss + 1	•	•	•	•	•	•	00 ss0 011	1	1	6	00	BC
INC IX	IX ← IX + 1	•	•	•	•	•	•	11 011 101 00 100 011	2	2	10	01	DE
INC IY	IY ← IY + 1	•	•	•	•	•	•	11 111 101 00 100 011	2	2	10	10	IX
DEC ss	ss ← ss − 1	•	•	•	•	•	•	00 ss1 011	1	1	6	11	SP
DEC IX	IX ← IX − 1	•	•	•	•	•	•	11 011 101 00 101 011	2	2	10	rr	Reg.
DEC IY	IY ← IY − 1	•	•	•	•	•	•	11 111 101 00 101 011	2	2	10	00	BC
												01	DE
												10	IY
												11	SP

Notes:
ss is any of the register pairs BC, DE, HL, SP
pp is any of the register pairs BC, DE, IX, SP
rr is any of the register pairs BC, DE, IY, SP

Flag Notation:
• = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown
↕ = flag is affected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6-7 กลุ่มการหมุนและเลื่อนข้อมูล

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags C	Z	P/V	S	N	H	Op-Code 76 543 210	No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
RLCA		↕	•	•	•	0	0	00 000 111	1	1	4	Rotate left circular accumulator
RLA		↕	•	•	•	0	0	00 010 111	1	1	4	Rotate left accumulator
RRCA		↕	•	•	•	0	0	00 001 111	1	1	4	Rotate right circular accumulator
RRA		↕	•	•	•	0	0	00 011 111	1	1	4	Rotate right accumulator
RLC r		↕	↕	P	↕	0	0	11 001 011 00 000 r	2	2	8	Rotate left circular register r
RLC (HL)		↕	↕	P	↕	0	0	11 001 011 00 000 110	2	2	15	r Reg. 000 B 001 C 010 D 011 E 100 H 101 L 111 A
RLC (IX+d)	 r,(HL),(IX+d),(IY+d)							11 011 101 11 001 011 ← d → 00 000 110	4	6	23	
RLC (IY+d)		↕	↕	P	↕	0	0	11 111 101 11 001 011 ← d → 00 000 110	4	6	23	Instruction format and states are as shown for RLC,s. To form new OP-code replace 000 of RLC,s with shown code
RL s	 S≡r,(HL),(IX+d),(IY+d)	↕	↕	P	↕	0	0	010				
RRC s	 S≡r,(HL),(IX+d),(IY+d)	↕	↕	P	↕	0	0	001				
RR s	 S≡r,(HL),(IX+d),(IY+d)	↕	↕	P	↕	0	0	011				
SLA s	 S≡r,(HL),(IX+d),(IY+d)	↕	↕	P	↕	0	0	100				
SRA s	 S≡r,(HL),(IX+d),(IY+d)	↕	↕	P	↕	0	0	101				
SRL s	 S≡r,(HL),(IX+d),(IY+d)	↕	↕	P	↕	0	0	111				
RLD		•	↕	P	↕	0	0	11 101 101 01 101 111	2	5	18	Rotate digit left and right between the accumulator and location (HL) The content of the upper half of the accumulator is unaffected
RRD		•	↕	P	↕	0	0	11 101 101 01 100 111	2	5	18	

Flag Notation:
• = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown,
↕ = flag is effected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6-8 กลุ่มการเซต รีเซตและทดสอบบิต

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags C	Z	P/V	S	N	H	Op-Code 76 543 210	No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
BIT b,r	$Z \leftarrow \overline{r_b}$	•	‡	X	X	0	1	11 001 011 01 b r	2	2	8	r: 000 B, 001 C, 010 D, 011 E, 100 H, 101 L, 111 A
BIT b,(HL)	$Z \leftarrow \overline{(HL)_b}$	•	‡	X	X	0	1	11 001 011 01 b 110	2	3	12	b: 000 0, 001 1, 010 2, 011 3, 100 4, 101 5, 110 6, 111 7
BIT b,(IX+d)	$\leftarrow \overline{(IX+d)_b}$	•	‡	X	X	0	1	11 011 101 11 001 011 ← d → 01 b 110	4	5	20	
BIT b,(IY+d)	$Z \leftarrow (IY+d)_b$	•	‡	X	X	0	1	11 111 101 11 001 011 ← d → 01 b 110	4	5	20	
SET b,r	$r_b \leftarrow 1$	•	•	•	•	•	•	11 001 011 11 b r	2	2	8	To form new OP-code replace 11 of SET b,s with 10. Flags and time states for SET instruction
SET b,(HL)	$(HL)_b \leftarrow 1$	•	•	•	•	•	•	11 001 011 11 b 110	2	4	15	
SET b,(IX+d)	$(IX+d)_b \leftarrow 1$	•	•	•	•	•	•	11 011 101 11 001 011 ← d → 11 b 110	4	6	23	
SET b,(IY+d)	$(IY+d)_b \leftarrow 1$	•	•	•	•	•	•	11 111 101 11 001 011 ← d → 11 b 110	4	6	23	
RES b,s	$s_b \leftarrow 0$ s ≡ r,(HL), (IX + d), (IY + d)							10				

Notes:
The notation s_b indicates bit b (0 to 7) of location s.

Flag Notation:
• = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown,
‡ = flag is affected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้