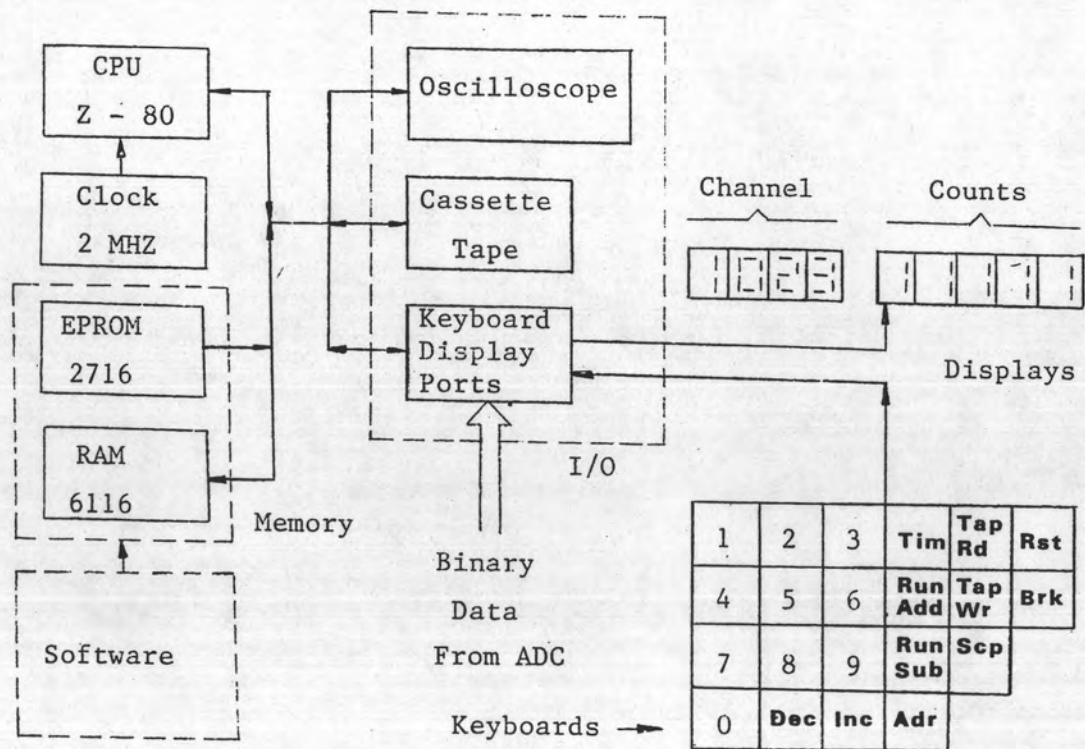


การออกแบบ PHA ซึ่งใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

อุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์ ( PHA - Pulse Height Analyzer ) ขนาดความจุ 1024 ช่อง จำนวนนับ 64 K เลือกใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z - 80 เป็นซีพียู ในการออกแบบอุปกรณ์วิเคราะห์ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องคำนึงถึงส่วนวงจรหรือฮาร์ดแวร์ ( Hardware ) และส่วนโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ ( Software ) ที่สัมพันธ์กันด้วย

4.1 ระบบของอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์ โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

ระบบของอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์แบบหลายช่องโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังแสดงในแผนภาพ รูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์ โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

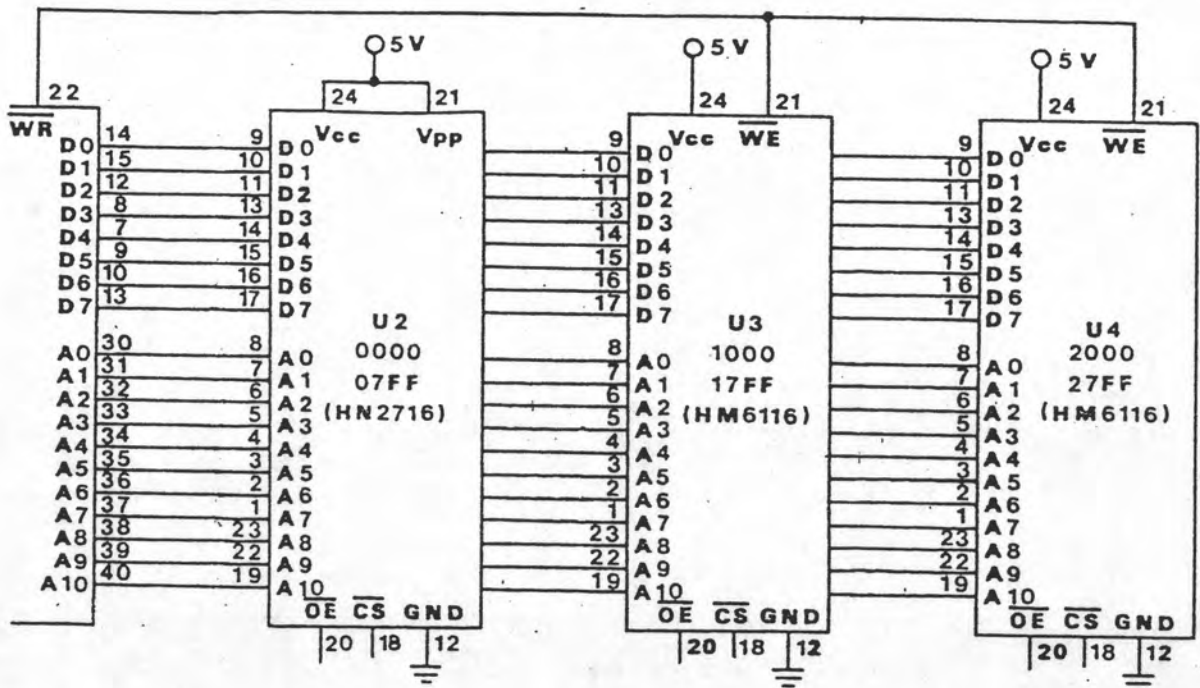
จากแผนภาพ แบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้ 4 ส่วน ดังนี้

4.1.1 ซีพียู ( CPU ) Z - 80 ทำหน้าที่จัดระบบการบันทึกข้อมูลปริมาณนับเรียงที่รหัสไบนารีของความสูงพัลส์ระดับต่าง ๆ จาก ภาคเอตซีซี พร้อมทั้งบันทึกเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล จัดระบบแสดงผลข้อมูลเชิงเลขด้วยตัวเลข 7 ส่วน และแสดงสเปคตรัมบนจอออสซิลโลสโคป นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ตรวจรับคีย์ฟังก์ชันต่าง ๆ ที่ป้อนให้ระบบ ซีพียูจะเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดโดยโปรแกรมมอนิเตอร์ซึ่งเก็บไว้ในหน่วยความจำถาวร ( ROM )

4.1.2 สัญญาณนาฬิกา ( Clock Pulse ) ความถี่ 2 เมกกะเฮิรตซ์กำเนิดจากฐานเวลาที่ควบคุมความถี่ด้วยผลึกควอทซ์ ซึ่งเป็นความถี่ที่ใช้สำหรับ ซีพียู Z - 80. สัญญาณนี้ทำหน้าที่ควบคุมการสื่อสารภายใน ซีพียูให้ทำงานสัมพันธ์กัน

4.1.3 หน่วยความจำ ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ ระบบการับการบันทึกข้อมูลการนับลงเทป และแสดงผลทางจอออสซิลโลสโคป เป็นต้น หน่วยความจำจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อีพรอม ( EPROM Erasable Programable Read Only Memory ) และแรม ( RAM Random Access Memory ) โดยอีพรอมขนาดความจุ 2 กิโลไบต์ จะทำหน้าที่เก็บโปรแกรมมอนิเตอร์ ( Monitor Program ) ซึ่งโปรแกรมมอนิเตอร์นี้เป็นโปรแกรมถาวรที่กำหนดขั้นตอนการทำงานของระบบวิเคราะห์ เพื่อให้ซีพียูทำงานและควบคุมส่วนอื่น ๆ ในระบบได้ ส่วนแรมเป็นหน่วยความจำชั่วคราวที่ข้อมูลสูญหายได้ เมื่อตัดแหล่งจ่ายศักดาต้า แรมที่จัดไว้ขนาด 2 กิโลไบต์ จะทำหน้าที่เก็บจำนวนนับของแต่ละช่องวัดพลังงาน จำนวนช่องวัดทั้งหมดในระบบนี้คือ 1024 ช่อง เฉพาะช่องหมายเลข 0000 ใช้สำหรับเก็บเวลาที่จะใช้ในการวิเคราะห์ และเวลาที่ใช้ไปแล้วในการวิเคราะห์





รูปที่ 4.2 แสดงการจัดหน่วยความจำ

จากรูปที่ 4.2 U2 คืออีพรมซึ่งมีการอ้าแอดเตรสจาก 0000 ถึง 07FF U3 และ U4 คือแรมชนิดสแตติกซึ่ง U3 และ U4 มีช่วงการอ้าแอดเตรสจาก 1000 ถึง 17FF และ 2000 ถึง 27FF ตามลำดับ U3 จะใช้เป็นที่เก็บข้อมูลจำนวนนับ โดยช่วงแอดเตรส 1001 ถึง 13FF ใช้เก็บข้อมูลจำนวนนับลำดับต่ำ ( Low Order Byte ) และช่วงแอดเตรส 1401 ถึง 17FF ใช้เก็บข้อมูลจำนวนนับลำดับสูง ( High Order Byte ) จำนวนนับทั้งหมดสำหรับชั้นแอดเตรสแรกที่จะเห็นทางภาคแสดงผล ( ชั้นแอด 0001 ) จะได้จากจำนวนนับในแอดเตรส 1401 และ 1001 ต่อกันนั่นเอง เช่นเดียวกันชั้นแอดเตรส 1023 ทางภาคแสดงผลจะได้จากจำนวนนับในแอดเตรส 17FF และ 13FF ต่อกันนั่นเอง แอดเตรส 1400 และ 1000 จะใช้เก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์และเวลาที่ใช้ไปแล้ว U4 จะใช้เป็นบัฟเฟอร์และสแตคของระบบ โดยสแตคจะเริ่มที่แอดเตรส 27F0

4.1.4 ส่วนแสดงผลในการอินพุท / เอาท์พุท เป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งของซีพียูและหน่วยความจำใช้ประกอบกันเป็นอุปกรณ์วิเคราะห์

4.1.4.1 ภาคอินพุท จะประกอบไปด้วย

ก. สัญญาณบอกให้ซีพียูเริ่มการวิเคราะห์ สัญญาณนี้เป็นสัญญาณเดี่ยวในภาวะปกติ เป็นลอจิก 1 ( H ) เมื่อแอดคัพ ( Active ) จะเป็นลอจิก 0 ( L ) เมื่อซีพียู

ตรวจสอบพอสัญญานี้จะเริ่มต้นการวิเคราะห์ โดยจะนำกลุ่มสัญญาณไบนารีมาใช้อ้างเป็นแอดเดรส เพื่อเพิ่มหรือลดข้อมูล ( Data ) ที่สอดคล้องกับแอดเดรสนั้น ๆ ต่อไป

ข. กลุ่มสัญญาณไบนารี กลุ่มสัญญาณนี้จะประกอบด้วยสัญญาณ 10 เส้น ซึ่งซีพียูจะนำมาอ้างเป็นแอดเดรสสำหรับหน่วยความจำขนาด 1024 ช่องหรือ 1K (  $2^{10} = 1024$  ) เมื่อเริ่มวิเคราะห์ซีพียูจะทำการเพิ่มหรือลดค่าคอนเท้นท์ ( Data Content ) ที่สอดคล้องกับชั้นแอดเดรสนั้น ๆ ตามแต่คีย์ฟังก์ชันที่กดว่าเป็น RUNADD หรือ RUNSUB

ค. เทปคาสเซทท์ เป็นการอ่านข้อมูลจำนวนนับที่อยู่ในเทปคาสเซทท์กลับเข้าสู่แรมของอุปกรณ์วิเคราะห์ และบันทึกข้อมูลจำนวนนับที่อยู่ในแรมจากอุปกรณ์วิเคราะห์ลงเทป

ง. คีย์บอร์ด ( Keyboard ) คีย์บอร์ดประกอบด้วยคีย์ฟังก์ชัน ( Function Key ) จำนวน 11 ตัว และคีย์ตัวเลข ( Numeric Key ) จำนวน 10 ตัว โดยคีย์ตัวเลขจะประกอบด้วยคีย์หมายเลข 0 - 9 คีย์ฟังก์ชันจะประกอบด้วย

- คีย์ TIM ใช้เป็นคำสั่งตั้งเวลาในการวิเคราะห์ เมื่อกดคีย์นี้แล้วจะพบข้อความแสดง time เมื่อกดคีย์ตัวเลขตามหลังอีก 4 หลัก เลข 4 หลักคือเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์

- คีย์ RUNADD ใช้เป็นคำสั่งเพิ่มจำนวนนับที่ชั้นแอดเดรสใด ๆ ขึ้นอีกหนึ่งครั้ง

- คีย์ RUNSUB ใช้เป็นคำสั่งลดจำนวนนับที่ชั้นแอดเดรสใด ๆ ลงจากเดิมอีกหนึ่งครั้ง

- คีย์ ADR ใช้เป็นคำสั่งเลือกชั้นแอดเดรสที่ต้องการตรวจสอบจำนวนนับ หรือเลือกชั้นแอดเดรส 0000 เพื่อตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้ เมื่อกดคีย์นี้จะพบข้อความ addr เมื่อกดคีย์ตามหลังอีก 4 หลัก เลข 4 หลักเป็นแอดเดรสที่ต้องการทราบจำนวนนับ

- คีย์ INC ใช้เป็นคำสั่งเพิ่มชั้นแอดเดรสขึ้นอีกหนึ่งตำแหน่ง ภาคแสดงผลจะทำการแสดงค่าชั้นแอดเดรสที่เพิ่มขึ้นหนึ่งตำแหน่งพร้อมทั้งจำนวนนับของชั้นแอดเดรสใหม่นี้ด้วย ( INC Increment )

- คีย์ DEC ใช้เป็นคำสั่งลดชั้นแอดเดรสลงหนึ่งตำแหน่ง ภาคแสดงผลจะทำการแสดงค่าชั้นแอดเดรสที่ลดลงหนึ่งตำแหน่ง พร้อมทั้งจำนวนนับของชั้นแอดเดรส



ใหม่นี้ด้วย ( DEC Decrement )

- คีย์ TAPRD ใช้เป็นคำสั่งอ่านข้อมูลจาก เทปคาสเซตที่บันทึกลงในแรมของอุปกรณ์วิเคราะห์
- คีย์ TAPWR ใช้เป็นคำสั่ง เขียนข้อมูลจากแรมในอุปกรณ์วิเคราะห์ลงในเทปคาสเซต
- คีย์ SCP ใช้เป็นคำสั่ง นำข้อมูลจากแรมแสดงผลออกทางออสซิลโลสโคป
- คีย์ RST ใช้เป็นคำสั่ง เคลียร์ ( Clear ) ระบบ เริ่มต้นทำงานใหม่ และข้อความว่า Processor จะปรากฏขึ้นบนส่วนแสดงผล เป็นการแสดงสถานะพร้อมทำงานข้อมูลในหน่วยความจำจะลบหมด
- คีย์ BRK ใช้เป็นคำสั่งที่หยุดการทำงานของซีพียู หรือหยุดการวิเคราะห์นั่นเอง ข้อมูลต่าง ๆ ที่วิเคราะห์ไปแล้วยังคงอยู่ในหน่วยความจำไม่สูญเสีย

#### 4.1.4.2 ภาคเอาต์พุต จะประกอบด้วย

ก. ไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วน ( LED - 7-Segments ) จำนวน 9 หลัคนิตแคโทดรวม 4 หลักรากแสดงชั้นแนลแอต เดรสและ 5 หลักรากแสดงจำนวนนับของชั้นแนลแอต เดรสนั้น

ข. ส่วนเชื่อมโยงสัญญาณออสซิลโลสโคปประกอบด้วย ส่วนกำเนิดสัญญาณออกทางแนวนอน ( Horizontal Signal ) และสัญญาณทางแนวตั้ง ( Vertical - Signal ) แกนนอนบนจอแสดงผลของออสซิลโลสโคปเป็นการแสดงข้อมูล เส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับกับชั้นแนลแอต เดรส

ค. ส่วนเชื่อมโยงสัญญาณ เทปคาสเซต ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลจากแรมเก็บลงในเทป

ง. สัญญาณเสียงบอกสิ้นสุดการวิเคราะห์ครั้งหนึ่ง ๆ และเมื่อสิ้นสุดการเพิ่มหรือลดจำนวนนับของชั้นแนลแอต เดรสในครั้งหนึ่ง ๆ ซีพียูจะส่งสัญญาณเสียงแสดงการตอบสนองการทำงานนั้น

#### 4.2 ตารางหน่วยความจำ ( Memory Map )

แอดเดรสของหน่วยความจำจาก 0000 ถึง FFFF แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ จากแอดเดรส 0000 - 07FF เป็นของหน่วยความจำถาวร บรรจุโปรแกรมมอโนเตอร์สำหรับสั่งงาน ซีพียู แอดเดรส 1000 ถึง 17FF เป็นส่วนของหน่วยความจำชั่วคราว สำหรับบรรจุข้อมูลจำนวนนับลำดับต่ำ และลำดับสูง และแอดเดรสจาก 2000 ถึง 27FF เป็นส่วนของหน่วยความจำชั่วคราว เพื่อรับคำสั่งทางคีย์ ดังแสดงการจัดในตารางหน่วยความจำ รูป 4.3

แอดเดรส	
0000	EPROM U2 ( 2716 )
07FF	
1000	NOT USED
17FF	RAM U3 ( 6116 )
2000	NOT USED
27FF	RAM U4 ( 6116 )
FFFF	NOT USED

รูปที่ 4.3 ตารางหน่วยความจำ

## 4.3 การอ้างแอดเดรสของหน่วยความจำ

ช่วงแอดเดรส (ฐานสิบหก)		ชื่อโปรแกรมที่เรียกใช้
0000 - 0002	RESET	ใช้เริ่มต้นการทำงานใหม่ทั้งหมดของระบบ
0010 - 001F	CHKTM	ตรวจสอบการหมดเวลา
0020 - 0037	INT (CONT)	การอินเตอร์รัพท์
0038 - 0065	INT MODE 1	การอินเตอร์รัพท์ หมวด 1
0066 - 0072	NMI	การอินเตอร์รัพท์แบบนอนมาสค์เคเบิล
0090 - 00DB	ADDRHEX	เรียกแอดเดรสฐานสิบหก
00E0 - 00FA	TIMEOVER	แสดงข้อความเมื่อสิ้นสุดเวลาวิเคราะห์
0100 - 0196	MAIN	โปรแกรมหลักในการเริ่มทำงานครั้งแรก
01A0 - 01C7	CLICK	สร้างเสียงเมื่อกดคีย์
01D0 - 0248	KEYDISP	แสดงค่าคีย์ที่กดบนไดโอดเปล่งแสง
0260 - 0298	TIME	คีย์การตั้งเวลา
0299 - 02A8	TIMEADD	เก็บเวลาที่ใช้
02B0 - 02EF	DNMCHECK	ตรวจสอบคีย์
02FS - 034F	NUMVAL	ค่าตัวเลขของคีย์ที่กด
0350 - 03B6	SETADD	กดคีย์เรียกดูชั้นแนลแอดเดรส
03C0 - 0432	GETADD	นำค่าชั้นแนลแอดเดรสมาแสดง
0440 - 0448	PIOTAB	ตารางตัวเลข
0450 - 046D	ADDA 1	เรียกการดูแอดเดรส
0470 - 047D	ADDATAB	ตารางเทียบแอดเดรสฐาน
047E - 048D	NUMTAB	ตารางเทียบเลขฐาน
0490 - 04BF	SCOPE	การแสดงผลทางออสซิลโลสโคป
04C0 - 050F	CASSETTE	การเขียนและอ่านข้อมูลจากเทป
0515 - 0525	BIT0	บิต ลอจิก 0
0526 - 0536	BIT 1	บิต ลอจิก 1
0537 - 0547	BITST	บิตหยุด

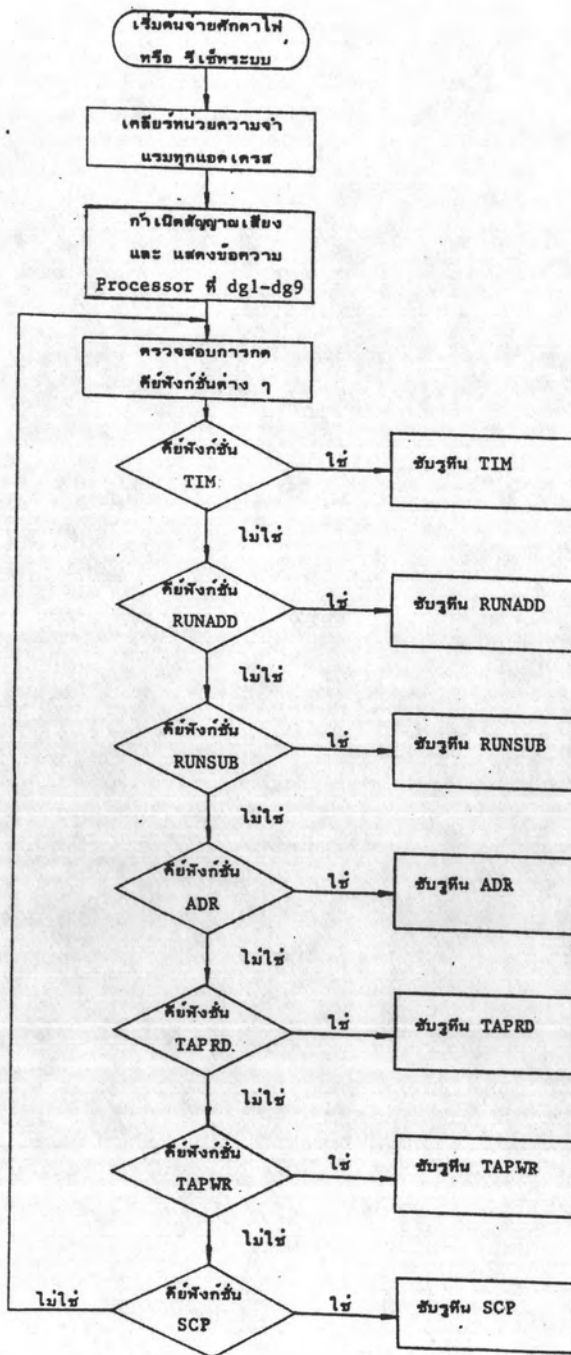
0550 - 05FF	TAPERD	การอ่านข้อมูลจากเทปคาสเซต
0600 - 0654	RUN	โปรแกรมการวิเคราะห์
0655 - 067B	RUNCNT	โปรแกรมการวิเคราะห์
06C0 - 070C	TIMEHEX	การแปลงฐานของเวลาที่ได้
1000 - 13FF	LOW ORDER BYTE ADDRESS	
1400 - 17FF	HIGH ORDER BYTE ADDRESS	
2000 - 2008	DISPLAY BUFFER	
2010 - 2011	FREQUENCY CONSTANT	
2012 - 2013	SOUND LENGTH	
2014 - 2019	KEY BUFFER	
201A	COUNTER KEY NUMERIC	
201B - 201C	ADDRSET BUFFER	
2020 - 2024	DATA OF ADDRSET BUFFER	
2025	RUN BUFFER	
2026 - 2027	TIME USED BUFFER	
2028	START SIGN	
2029	20 TIME FOR 1 SEC	



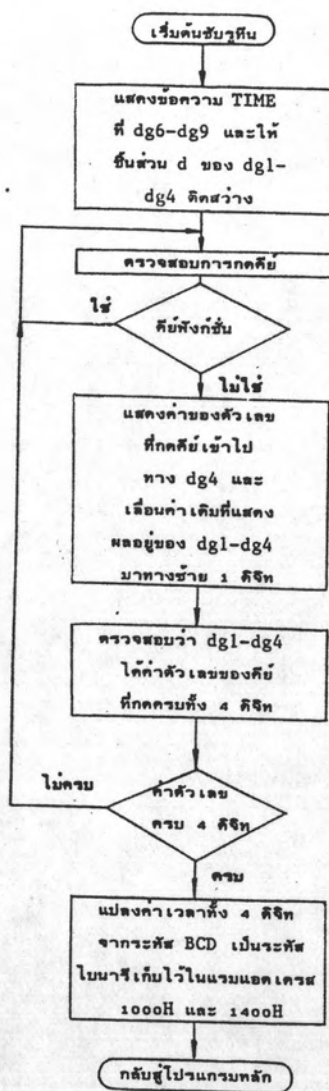
4.4 โปรแกรมมอณีเตอร์

โปรแกรมมอณีเตอร์ คือโปรแกรมที่กำหนดขั้นตอนให้ซีพียูทำงานวิเคราะห์ที่ได้โดยถูกต้อง โปรแกรมมอณีเตอร์ จะถูกบันทึกไว้ในอีพ롬เป็นการถาวร เมื่อจ่ายศักดาไฟฟ้า โปรแกรมมอณี-เตอร์จะถูกเรียกใช้ทันที

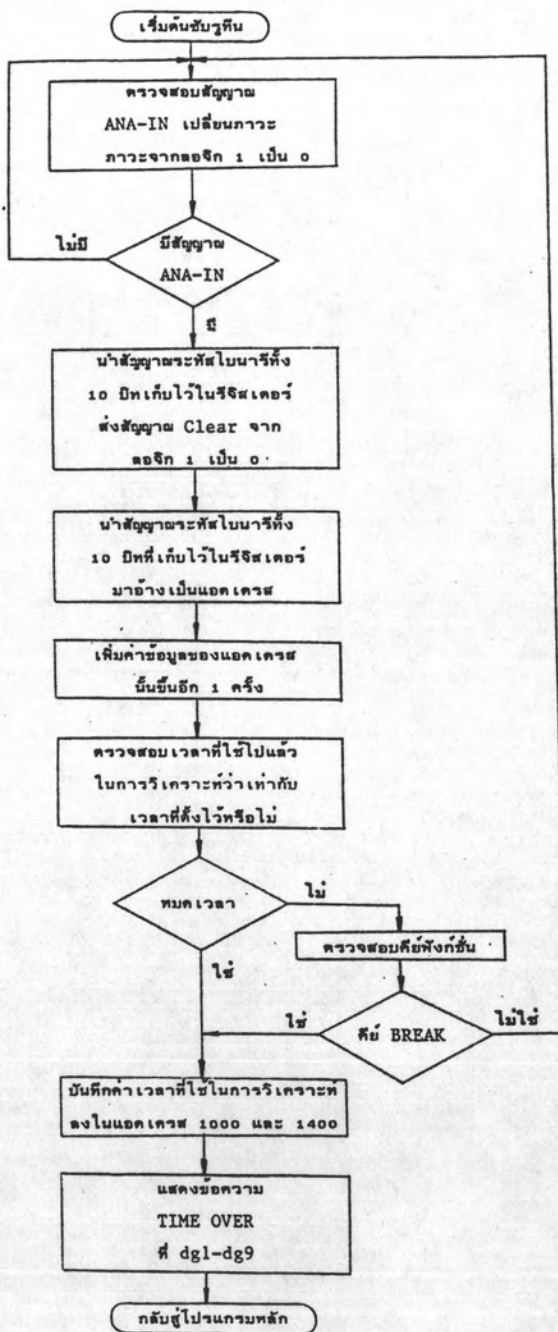
4.4.1 แผนผังของโปรแกรมมอณีเตอร์



## 4.4.1.1 ซึบรูทีน TIM



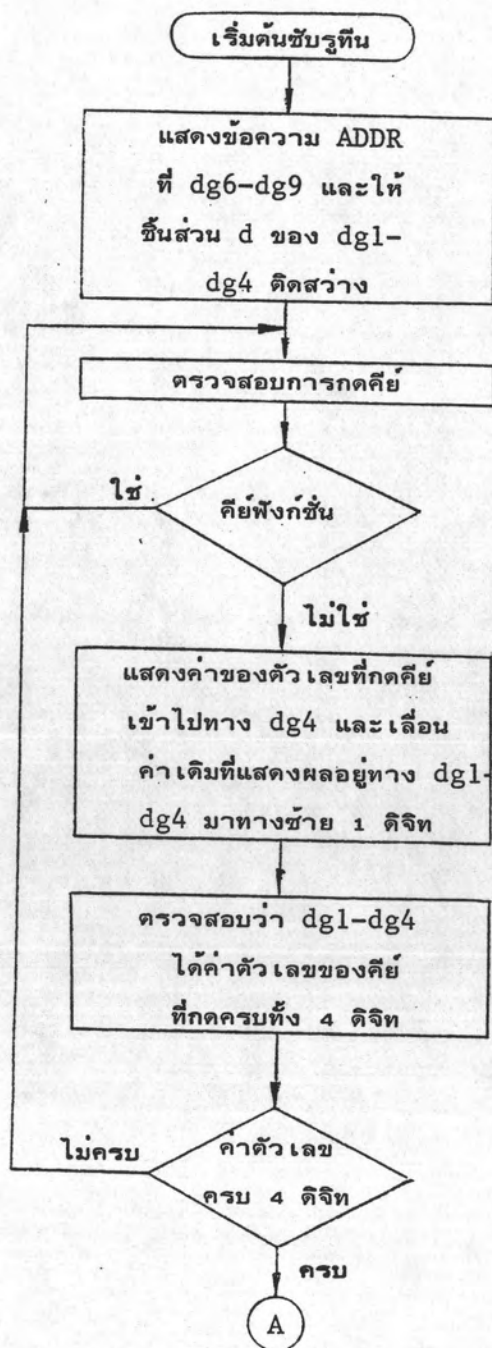
4.4.1.2 ขั้นตอน RUNADD



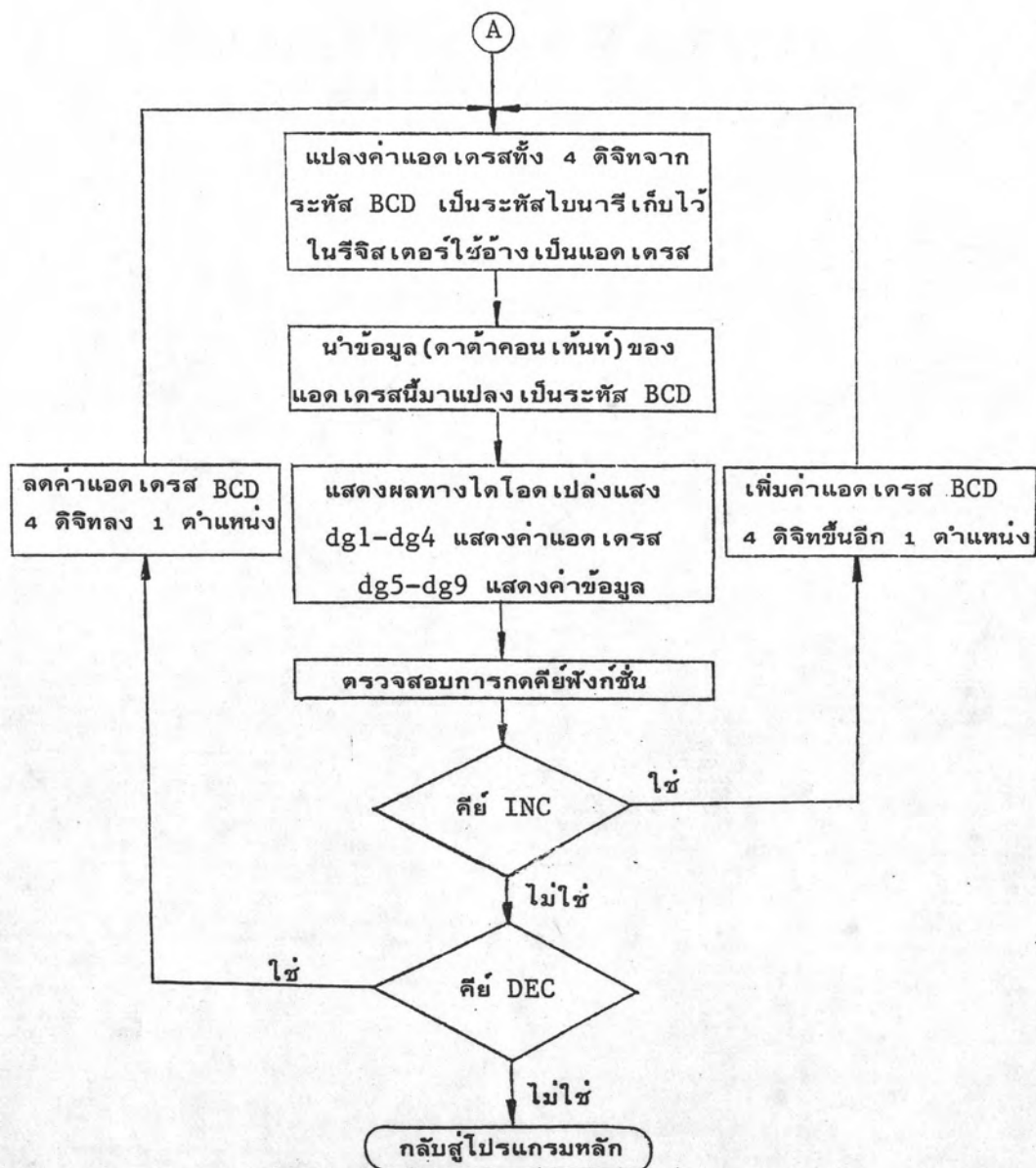
#### 4.4.1.3 ซับรูทีน RUNSUB

แผนผังโปรแกรมของซับรูทีน RUNSUB จะเหมือนกับแผนผังโปรแกรมของซับรูทีน RUNADD ทุกประการ ยกเว้นช่วงการทำงานบวกเพิ่มค่าข้อมูลที่แอดเดรสจากกลุ่มสัญญาณไบนารี 10 บิต ให้เปลี่ยนเป็นให้ทำการลบค่าข้อมูลที่แอดเดรสจากกลุ่มสัญญาณไบนารี 10 บิต

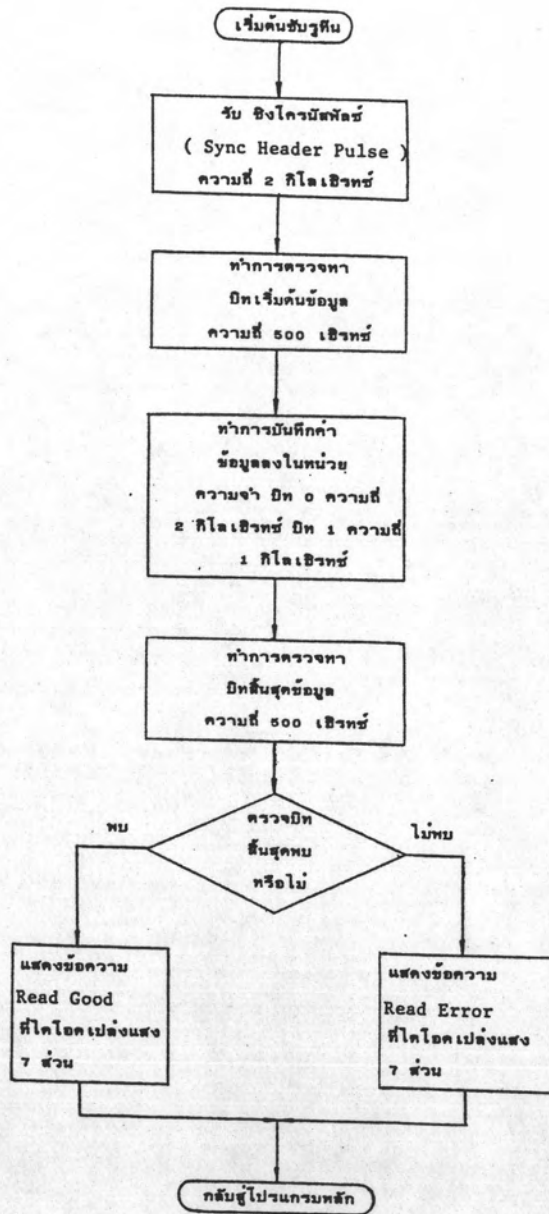
#### 4.4.1.4 ซับรูทีน ADR



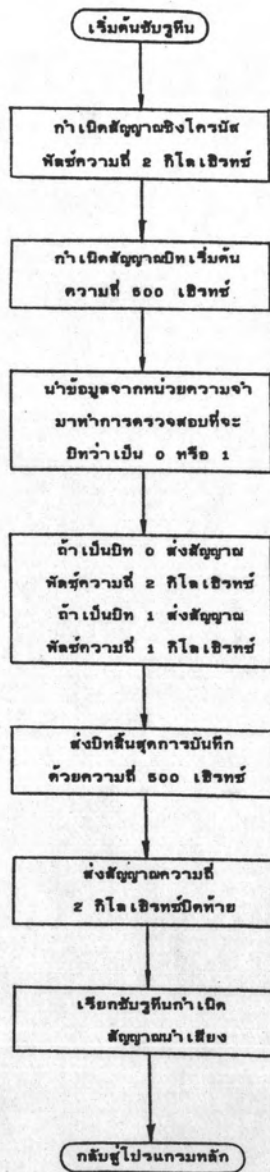


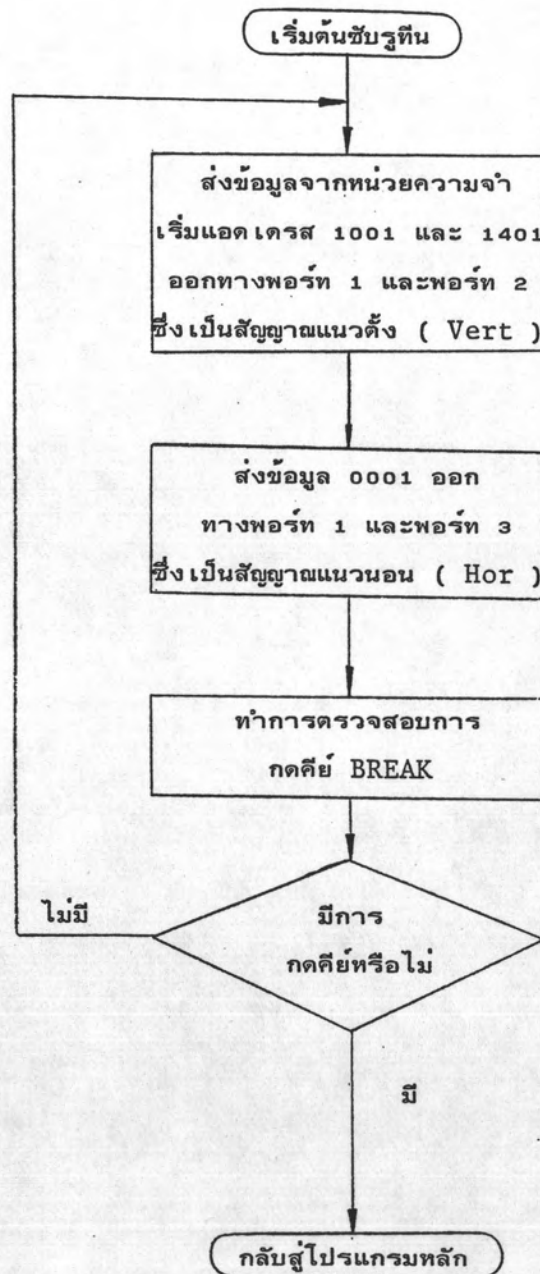


4.4.1.5 ขั้นตอนที่ TAPRD



4.4.1.6 ขั้นตอนที่ TAPWR



4.4.1.7 ขั้นตอน SCP



## 4.4.2 โปรแกรม

จากแผนผังของโปรแกรมมอนิเตอร์ คำสั่งในขั้นตอนต่าง ๆ เขียนเป็นโปรแกรมย่อย และบันทึกลงในหน่วยความจำถาวร ตั้งแต่แอดเดรส 0000 ถึง 07FF (การโปรแกรมแสดงในภาคผนวก ข.) โปรแกรมของอุปกรณ์วิเคราะห์ที่ออกแบบมีดังต่อไปนี้

```

1: ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
2: ;      PROGRAM FOR PHE      ;
3: ;      DATE : JAN 1, 1985.  ;
4: ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
5: ;
6: ;
7:          ORG      0000H          ;START MON PROG.
8:          JP       MAIN          ;JUMP TO MAIN PROG.
9: ;CHECK TIME ROUTINE
10: CHKTM EQU      0010H
11: CHATM LD       A,(1000H)
12:        CP       A,00H
13:        JP       NZ,INT1
14:        LD       A,(1400H)
15:        CP       A,00H
16:        JR       NZ,INT1
17:        JR       INTOUT
18: ;
19: ;INT (CONT) ROUTINE
20: CONT EQU      0020H
21: CONT LD       E,A
22:        DEC      DE
23:        LD       A,E
24:        LD       (1000H),A
25:        LD       A,0
26:        LD       (1400H),A
27:        LD       DE,(2026H)
28:        INC      DE
29:        LD       (2026H),DE
30: INTOUT EX      AF,AF'
31:        EXX
32:        EI
33:        RETI
34: ;
35: ;INT MODE 1 ROUTINE.
36: ;
37:          ORG      0038H          ;INT MODE 1 AT 0038H.
38:          EX      AF,AF'
39:          EXX
40:          OUT     (4),A
41:          LD     DE,2028H
42:          LD     A,(DE)
43:          CP     A,00H
44:          JR     NZ,CHKTM
45:          LD     A,FFH
46:          NOP

```

```

47:      LD      (DE),A
48:      XOR     A
49:      INC     DE
50:      LD      (DE),A
51:      DEC     DE
52:      DEC     DE
53:      LD      (DE),A
54:      DEC     DE
55:      LD      (DE),A
56:      JR      INTOUT
57: INT1   LD      HL,2029H
58:      INC     (HL)
59:      LD      A,14H
60:      CP      (HL)
61:      JR      NZ,INTOUT
62:      LD      (HL),00H
63:      LD      A,(1400H)
64:      LD      D,A
65:      LD      A,(1000H)
66:      JR      CONT
67: ;
68: ;NMI ROUTINE
69: ;
70:      ORG     0066H           ;START NMI AT 0066.
71:      OUT     (7),A
72:      XOR     A
73:      LD      (1000H),A
74:      LD      (1400H),A
75:      DI
76:      RETN
77: ;
78: ;MAIN PROGRAM ROUTINE.
79: ;
80: MAIN   EQU     0100H           ;START MAIN ROUTINE
81: MAIN   OUT     (7),A           ;BREAK DISABLE.
82:      IM      1                 ;SET INT MODE 1.
83:      LD      SP,27F0H           ;SET STACK.
84:      LD      BC,2100H           ;SET COUNTER.
85:      LD      HL,1000H           ;SET START ADDRESS.
86:      XOR     A                 ;CLEAR DATA.
87: CLEAR  LD      (HL),A
88:      INC     HL                 ;INCREMENT ADDRESS.
89:      DEC     BC                 ;DECREMENT COUNTER.
90:      CP      B                 ;TEST FOR ZERO.
91:      JR      NZ,CLEAR           ;RETURN IF NOT ZERO
92:      LD      HL,2010H           ;SOUND ADDRESS.
93:      LD      (HL),19H           ;SET FREQUENCY.
94:      INC     HL
95:      NOP
96:      NOP
97:      INC     HL
98:      LD      (HL),E8H           ;SET TIME PERIOD.
99:      INC     HL
100:     LD      (HL),03H

```

```

101:          CALL      CLICK          ;SOUND-SUBROUTINE.
102: START    LD        HL,2000H      ;GET CHARACTERS.
103:          LD        (HL),0EH      ;"P"
104:          INC       HL
105:          LD        (HL),0AH      ;"R"
106:          INC       HL
107:          LD        (HL),3AH      ;"O"
108:          INC       HL
109:          LD        (HL),9CH      ;"C"
110:          INC       HL
111:          LD        (HL),9EH      ;"E"
112:          INC       HL
113:          LD        (HL),B6H      ;"S"
114:          INC       HL
115:          LD        (HL),B6H      ;"S"
116:          INC       HL
117:          LD        (HL),3AH      ;"O"
118:          INC       HL
119:          LD        (HL),0AH      ;"R"
120:          CALL     KEYDISP        ;DISPLAY SUBROUTINE.
121:          LD        A,(2014H)     ;GET KEY.
122:          LD        B,18H
123:          CP        B            ;KEY "TIME" TESTING.
124:          JR        NZ,SL2
125:          CALL     TIME          ;TIME-SUBROUTINE
126:          JR        START
127: SL2       LD        B,28H
128:          CP        B            ;KEY "RUN" TESTING.
129:          JR        NZ,SL3
130:          XOR       A
131:          LD        (2025H),A
132:          CALL     RUN           ;RUN-SUBROUTINE
133:          JR        START
134: SL3       LD        B,38H
135:          CP        B            ;KEY "RUN" TESTING.
136:          JR        NZ,SL4
137:          LD        A,01H
138:          LD        (2025H),A
139:          CALL     RUN           ;RUN-SUBROUTINE.
140:          JR        START
141: SL4       LD        B,48H
142:          CP        B            ;KEY "SET" TESTING.
143:          JR        NZ,SL5
144:          CALL     SETADR        ;SET ADDRESS SUBROUTINE.
145:          JR        START
146: SL5       LD        B,1AH
147:          CP        B            ;KEY "TAPE-READ" TESTING.
148:          JR        NZ,SL6
149:          CALL     TAPERD       ;TAPE READ SUBROUTINE.
150: SL6       LD        B,2AH
151:          CP        B
152:          JR        NZ,SL7
153:          CALL     TAPEWR       ;TAPE WRITE SUBROUTINE.
154:          JR        START
155: SL7       LD        B,3AH

```

```

156:      CP      B      ;KEY "SCOPE" TESTING.
157:      JR      NZ,START
158:      CALL    SCOPE  ;SCOPE SUBROUTINE.
159:      JR      START
160:      ;
161:      ;CLICK ROUTINE.
162:      ;
163:      CLICK   EQU     01A0H
164:      CLICK   LD      DE,(2012H)      ;SOUND LENGTH
165:      INC     D
166:      CYCLE   LD      A,01H          ;SPEAKER ON.
167:      OUT     (0),A
168:      LD      A,(2010H)      ;SOUND-FREQUENCY.
169:      LD      E,A
170:      LENG1   BIT     0,(IX)
171:      DEC     B
172:      JR      NZ,LENG1
173:      XOR     A          ;SPEAKER OFF.
174:      OUT     (0),A
175:      LD      A,(2010H)
176:      LD      E,A
177:      LENG2   BIT     0,(IX)
178:      DEC     B
179:      JR      NZ,LENG2
180:      DEC     DE
181:      XOR     A
182:      CP      D
183:      JR      NZ,CYCLE
184:      RET
185:      ;
186:      ;KEYDISP-ROUTINE.
187:      ;
188:      KEYDISP EQU     01D0H
189:      KEYDISP LD      IX,COLTAB
190:      LD      B,05H          ;COLUMN CONSTANT.
191:      KDP2    LD      A,(IX+0)      ;COLUMN SCANNING.
192:      OUT     (0),A
193:      KDP1    IN      A,(3)        ;GETTING ROW DATA.
194:      AND     A,0FH
195:      CP      A,0FH          ;TEST ZERO FOR KEYING.
196:      JR      NZ,KDP1
197:      INC     IX          ;ANOTHER COLUMN SCANNING.
198:      DJNZ   KDP2
199:      KDP3    LD      E,10H
200:      LD      HL,2000H      ;GETTING DATA FROM BUFFER.
201:      LD      D,09H        ;DISPLAY 9 DIGITS.
202:      XOR     A
203:      OUT     (0),A
204:      KDP4    LD      A,(HL)
205:      OUT     (1),A
206:      LD      IX,COLTAB
207:      LD      B,05H
208:      KDP3    LD      A,(IX+0)
209:      ADD     A,E
210:      OUT     (0),A          ;DISPLAY AT FIRST DIGIT.

```



```

211:      IN      A,(3)
212:      AND     A,0FH
213:      CP      A,0FH      ;TEST FOR KEYING.
214:      JR      NZ,KDPOUT
215:      INC     IY
216:      DJNZ    KDP3
217:      INC     HL
218:      LD      A,10H
219:      ADD     A,E
220:      LD      E,A
221:      DEC     D      ;DECREMENT DIGIT NUMBER.
222:      JR      NZ,KDP4
223:      JR      KDP5
224:  KDPOUT  LD      E,01H
225:      BIT     0,A
226:      JR      Z,KDPSET
227:      INC     E
228:      BIT     1,A
229:      JR      Z,KDPSET
230:      INC     E
231:      BIT     2,A
232:      JR      Z,KDPSET
233:      INC     E
234:  KDPSET  RLC     E
235:      RLC     E
236:      RLC     E
237:      RLC     E
238:      LD      A,(IY+0)
239:      ADD     A,E
240:      LD      (2014H),A      ;SAVE KEY-DATA IN 2014H.
241:      XOR     A
242:      OUT     (0),A
243:      LD      HL,2010H      ;FREQUENCY CONSTANT.
244:      LD      (HL),10H
245:      INC     HL
246:      INC     HL
247:      LD      (HL),F4H
248:      INC     HL
249:      LD      (HL),00H
250:      CALL   CLICK      ;CLICK SUBROUTINE.
251:      RET
252:  COLTAB  EQU     024AH
253:  COLTAB  DEFB   02H
254:          DEFB   06H
255:          DEFB   08H
256:          DEFB   0AH
257:      ;
258:      ;TIME ROUTINE.
259:      ;
260:  TIME    EQU     0260H
261:  TIME    LD      HL,2000H
262:          LD      (HL),10H      ;"--"
263:          INC     HL
264:          LD      (HL),10H      ;"--"
265:          INC     HL

```



```

266:      LD      (HL),10H      ; "-"
267:      INC     HL
268:      LD      (HL),10H      ; "-"
269:      INC     HL
270:      LD      (HL),00H      ; "BLANK"
271:      INC     HL
272:      LD      (HL),1EH      ; "T"
273:      INC     HL
274:      LD      (HL),08H      ; "I"
275:      INC     HL
276:      LD      (HL),2AH      ; "M"
277:      INC     HL
278:      LD      (HL),9EH      ; "E"
279:      CALL   DNM           ;DNM CHECK SUBROUTINE.
280:      LD      HL,2018H
281:      LD      IX,1400H
282:      CALL   TIMEADD       ;TIMEADD SUBROUTINE.
283:      DEC     HL
284:      LD      IX,1000H
285:      CALL   TIMEADD       ;TIMEADD SUBROUTINE.
286:      CALL   KEYDISP      ;KEYDISP SUBROUTINE.
287:      CALL   TIMEHEX
288:      RET
289:      ;
290:      ;TIMEADD ROUTINE.
291:      ;
292:      TIMEADD EQU      0299H
293:      TIMEADD LD      A,(HL)
294:      SLA     A
295:      SLA     A
296:      SLA     A
297:      SLA     A
298:      DEC     HL
299:      LD      B,(HL)
300:      ADD     B
301:      LD      (IX),A
302:      RET
303:      ;
304:      ;DNM CHECK ROUTINE.
305:      DNM     EQU      02B0H
306:      DNM     LD      IY,2000H
307:      LD      (IY+1A),04H    ;GETTING 4 DIGITS
308:      NGETKY CALL   KEYDISP  ;KEYDISP SUBROUTINE.
309:      CALL   NUMVAL       ;NUMVAL SUBROUTINE.
310:      LD      IY,2000H
311:      LD      A,(IY+19)
312:      LD      B,0AH
313:      CP     B
314:      JR     NC,NGETKY
315:      LD      DE,2018H
316:      LD      HL,2017H
317:      LD      BC,0006H
318:      LDDR
319:      LD      HL,2019H
320:      LOD

```

```

321:      LD      DE,2000H
322:      LD      HL,2001H
323:      LD      BC,0003H
324:      LDIR
325:      LD      HL,2009H
326:      LDI
327:      DEC     (IY+14H)
328:      JR      NZ,NGETKY
329:      RET
330: ;
331: ;NUMVAL ROUTINE.
332: ;
333: NUMVAL EQU      02F5H
334: NUMVAL LD      IY,KNUMTAB
335:      LD      B,10H
336:      LD      IX,2000H
337:      LD      A,(IX+14H)
338:      LD      (IX+19),FFH
339: NUMV1 LD      C,(IY+10H)
340:      CP
341:      JR      Z,NUMV2
342:      INC     IY
343:      DJNZ   NUMV1
344:      RET
345: NUMV2 LD      A,(IY+0)
346:      LD      (IX+19),A
347:      LD      A,(IY+20)
348:      LD      (IX+9),A
349:      RET
350: ;
351: ;KNUMTAB ROUTINE.
352: ;
353: KNUMTAB EQU      0320H
354: KNUMTAB DEFB   00H
355:      DEFB   01H
356:      DEFB   02H
357:      DEFB   03H
358:      DEFB   04H
359:      DEFB   05H
360:      DEFB   06H
361:      DEFB   07H
362:      DEFB   08H
363:      DEFB   09H
364:      DEFB   0AH
365:      DEFB   0BH
366:      DEFB   0CH
367:      DEFB   0DH
368:      DEFB   0EH
369:      DEFB   0FH
370:      DEFB   42H
371:      DEFB   12H
372:      DEFB   14H
373:      DEFB   16H
374:      DEFB   22H
375:      DEFB   24H

```

```

376:      DEFB      26H
377:      DEFB      32H
378:      DEFB      34H
379:      DEFB      36H
380:      DEFB      18H
381:      DEFB      1AH
382:      DEFB      28H
383:      DEFB      2AH
384:      DEFB      38H
385:      DEFB      3AH
386:      DEFB      FCH
387:      DEFB      60H
388:      DEFB      0AH
389:      DEFB      F2H
390:      DEFB      66H
391:      DEFB      B6H
392:      DEFB      BEH
393:      DEFB      E0H
394:      DEFB      FEH
395:      DEFB      F6H
396:      DEFB      EEH
397:      DEFB      3EH
398:      DEFB      9CH
399:      DEFB      7AH
400:      DEFB      9EH
401:      DEFB      8EH
402:      ;
403:      ;SET ADDRESS ROUTINE.
404:      ;
405:      SETADR   EQU      0350H
406:      LD       HL,2000H           ;GETTING ADDRESS BUFFER.
407:      LD       B,04H             ;4-DIGITS.
408:      SETDP   LD       (HL),10H
409:      INC      HL
410:      DJNZ    SETDP
411:      LD       (HL),00H         ;"BLANK"
412:      INC      HL
413:      LD       (HL),EEH        ;"A"
414:      INC      HL
415:      LD       (HL),7AH        ;"D"
416:      INC      HL
417:      LD       (HL),7AH        ;"D"
418:      INC      HL
419:      LD       (HL),0BH        ;"R"
420:      LD       B,04H
421:      LOOP    EXX
422:      HEXIN   CALL    KEYDISP   ;KEYDISP SUBROUTINE.
423:      CALL    NUMVAL
424:      LD       A,(2019H)
425:      CP      A,0AH
426:      JR      NC,HEXIN
427:      LD       DE,2013H
428:      LD       HL,2017H
429:      LD       BC,0003H
430:      LDDR
431:      LD       HL,2019H

```



```

432:          LDD
433:          LD      DE,2000H
434:          LD      HL,2001H
435:          LD      BC,0003H          ;COUNTER CONSTANT
436:          LDIR
437:          LD      HL,2009H
438:          LDI
439:          EXX
440:          DJNZ   LOOP
441:          LD      C,02H
442:          LD      HL,2018H
443:          LD      DE,201CH
444:  ACAD      LD      A,(HL)
445:          LD      B,04H
446:  MULT      SLA      A
447:          DJNZ   MULT
448:          DEC    HL
449:          ADD    A,(HL)
450:          LD    (DE),A
451:          DEC    HL
452:          DEC    DE
453:          DEC    C
454:          JR    NZ,ACAD
455:          CALL  ADDRHEX
456:          JR    GETADDA
457:  ;
458:  ;GETADDA ROUTINE.
459:  ;
460:  GETADDA  EQU    C3C0H          ;START GET ADDRESS ROUTINE.
461:  GETADDA  LD    HL,(2018H)
462:          LD    C,04H          ;4-DIGITS.
463:          LD    A,H
464:  ADSET   SUB    A,D
465:          JR    NC,ADSET
466:          ADD   A,14H
467:          LD    H,A
468:          ADD   A,04H
469:          LD    E,(HL)
470:          LD    H,A
471:          LD    D,(HL)
472:          LD    (2032H),DE
473:          SUB   A,14H
474:          LD    H,A
475:          LD    IX,2039H
476:          LD    C,02H
477:  HEXDEC  LD    IY,P10TAB
478:          LD    B,05H          ;5-DIGITS.
479:  DIG     XOR    A
480:          LD    O,(IY)
481:          LD    B,(IY+1)
482:  SUB     INC    A
483:          OR    A
484:          SBC   HL,DE
485:          JR    NC,SUB
486:          DEC   A

```

```

487:      LD      (IX),A
488:      ADD     HL,DE
489:      DEC     IX
490:      INC     IY
491:      INC     IY
492:      DJNZ   DIG
493:      LD      HL,(203BH)
494:      DEC     C
495:      JR     NZ,HEXDEC
496:      LD      B,09H
497:      LD      HL,2038H
498:      LD      DE,2000H
499: CHANGE LD      A,(HL)
500:      CALL   ADDATAB          ;ADDRESS TABLE ROUTINE.
501:      LD      (DE),A
502:      DEC     HL
503:      INC     DE
504:      DJNZ   CHANGE
505:      CALL   KEYDISP
506:      LD      A,(2014H)
507:      LD      DE,(201BH)
508:      CP     A,46H
509:      JR     NZ,ADD1
510:      INC     DE
511: ADD1   CP     A,44H
512:      JR     NZ,ADD2
513:      DEC     DE
514: ADD2   LD      (201BH),DE
515:      CP     A,48H
516:      JP     NZ,GETADDA
517:      RET
518: ;
519: ;P10TAB ROUTINE.
520: ;
521: P10TAB EQU     0440H          ;START P10TAB
522: P10TAB DEFB   27H
523:      DEFB   10H
524:      DEFB   03H
525:      DEFB   E8H
526:      DEFB   00H
527:      DEFB   64H
528:      DEFB   00H
529:      DEFB   0AH
530:      DEFB   00H
531:      DEFB   01H
532:      DEFB   00H
533:      DEFB   00H
534:      DEFB   00H
535:      DEFB   00H
536:      DEFB   00H
537:      DEFB   00H
538: ;
539: ;ADDA1 ROUTINE.
540: ;
541: ADDA1  EQU     0450H

```

```

542: ADDA1   LD      D,(IX+0)
543:         LD      B,04H
544: LOOP1   SRL     D
545:         DJNZ   LOOP1
546:         CALL  ADDATAB           ;ADDATAB ROUTINE.
547:         LD      (HL),D
548:         LD      D,(IX+0)
549:         RES    7,D
550:         RES    6,D
551:         RES    5,D
552:         RES    4,D
553:         CALL  ADDATAB           ;ADDATAB ROUTINE.
554:         INC    HL
555:         LD      (HL),D
556:         RET
557: ;
558: ;ADDATAB ROUTINE.
559: ;
560: ADDATAB  INC     A
561:         LD     IY,NUMTAB
562: NLOOP1  INC     IY
563:         DEC    A
564:         JR     NZ,NLOOP1
565:         LD     A,(IY-1)
566:         RET
567: ;
568: ;NUMTAB ROUTINE.
569: ;
570: NUMTAB  DEFB    FCH
571:         DEFB    60H
572:         DEFB    DAH
573:         DEFB    F2H
574:         DEFB    66H
575:         DEFB    B6H
576:         DEFB    BEH
577:         DEFB    E0H
578:         DEFB    FEH
579:         DEFB    F6H
580:         DEFB    EEH
581:         DEFB    3EH
582:         DEFB    9CH
583:         DEFB    7AH
584:         DEFB    9EH
585:         DEFB    8EH
586: ;
587: ;CASSETTE ROUTINE.
588: ;
589: TAPEWR  EQU     0400H           ;START CASSETTE ROUTINE.
590: TAPEWR  LD      D,27H
591: TRW1    LD      E,FFH
592: TRW2    CALL   E:TO           ;E:TO ROUTINE.
593:         DEC    E
594:         JR     NZ,TRW2
595:         DEC    D
596:         JR     NZ,TRW1

```

```

597:          CALL    BITST          ;BITST ROUTINE.
598:          LD      HL,1000H
599:          LD      DE,08FFH
600: TPW2      LD      A,(HL)
601: TPW3      LD      C,08H
602:          RRA
603:          JR      NC,TPW5
604:          EX     AF,AF'
605:          CALL    BIT1            ;BIT1 ROUTINE.
606:          EX     AF,AF'
607:          JR      TPW6
608:          EX     AF,AF'
609: TPW5      CALL    BIT0            ;BIT0 ROUTINE.
610:          EX     AF,AF'
611: TPW6      DEC     C
612:          JR      NZ,TPW4
613:          INC    HL
614:          DEC    DE
615:          XOR    A
616:          CP     D
617:          JR      NZ,TPW3
618:          CALL    BITST          ;BITST ROUTINE.
619:          LD      E,FFH
620: TPW7      CALL    BIT0            ;BIT0 ROUTINE.
621:          DEC    E
622:          JR      NZ,TPW7
623:          LD      IX,2000H
624:          LD      (IX+10),18H
625:          LD      (IX+12),00H
626:          LD      (IX+13),00H
627:          CALL    CLICK          ;CLICK ROUTINE.
628:          RET
629:          ;
630:          ;BIT0 ROUTINE.
631:          ;
632: BIT0      EQU     0515H          ;START BIT0 ROUTINE.
633: BIT0      LD      A,0EH
634:          OUT    (0),A
635:          LD      B,26H
636: BT01      DJNZ   BT01
637:          LD      A,0DH
638:          OUT    (0),A
639:          LD      B,26H
640: BT02      DJNZ   BT02
641:          RET
642:          ;
643:          ;BIT1 ROUTINE.
644:          ;
645: BIT1      LD      A,0EH
646:          OUT    (0),A
647:          LD      B,4CH
648: BT11      DJNZ   BT11
649:          LD      A,0DH
650:          OUT    (0),A
651:          LD      B,4CH

```



```

652: BT12      DJNZ      BT12
653:           RET
654: ;
655: ;BITST ROUTINE.
656: ;
657: BITST      EQU       0537H
658: BITST      LD        A,0EH
659:           OUT       (0),A
660:           LD        B,99H
661: BTS1       DJNZ      BTS1
662:           LD        A,0DH
663:           OUT       (0),A
664:           LD        B,99H
665: BTS2       DJNZ      BTS2
666:           RET
667: ;
668: ;TIME HEX ROUTINE.
669: ;
670: TIMEHEX    EQU       06C0H
671: TIMEHEX    LD        HL,0000H
672:           LD        IY,P10TAB+2
673:           LD        IX,1400H
674:           LD        C,02H
675: ADDB       LD        A,(IX)
676:           LD        B,04H
677: ROT        SRL       A
678:           DJNZ     ROT
679:           LD        D,(IY+0)
680:           LD        E,(IY+1)
681:           CP        A,00H
682:           JR        Z,JMP1
683: MULT1      ADD       HL,DE
684:           DEC       A
685:           JR        NZ,MULT1
686: JMP1       LD        A,(IX)
687:           AND       A,0FH
688:           LD        D,(IY+2)
689:           LD        E,(IY+3)
690:           CP        A,00H
691:           JR        Z,JMP2
692: MULT2      ADD       HL,DE
693:           DEC       A
694:           JR        NZ,MULT2
695: JMP2       LD        IX,1000H
696:           LD        B,04H
697: INCR       INC       IY
698:           DJNZ     INCR
699:           DEC       C
700:           JR        NZ,ADDB
701:           LD        A,H
702:           LD        (1400H),A
703:           LD        A,L
704:           LD        (1000H),A
705:           RET
706: ;

```

;START TIME HEX ROUTINE.

```

707: ;SCOPE-OUT ROUTINE.
708: ;
709: SCOPE EQU 0490H ;START SCOPE-OUT ROUTINE.
710: SCOPE LD A,(1000H) ;SAVE TIME.
711: LD (2050H),A
712: LD A,(1400H)
713: LD (2051H),A
714: CALL SETSTA ;SETSTA ROUTINE.
715: RESTIM LD A,(2050H) ;RESTORE TIME.
716: LD (1000H),A
717: LD A,(2051H)
718: LD (1400H),A
719: RET
720: ;
721: ;SETSTA ROUTINE.
722: ;
723: SETSTA EQU 0728H ;START SETSTA ROUTINE.
724: SETSTA LD DE,1401H
725: LD HL,1001H
726: LINE LD A,(HL)
727: OUT (1),A ;VERTICAL OUTPUT.
728: LD A,(DE)
729: OUT (2),A
730: LD A,L
731: OUT (1),A ;HORIZONTAL OUTPUT.
732: LD A,H
733: SUB 10H
734: OUT (3),A
735: INC DE
736: INC HL
737: LD A,H
738: CP 14h
739: JR NZ,LINE
740: OUT (6),A
741: NOP
742: NOP
743: NOP
744: OUT (7),A
745: LD A,(1000H)
746: CP 00H
747: JR NZ,SETSTA
748: LD A,(1400H)
749: CP 00H
750: JR NZ,SETSTA
751: RET
752: ;
753: ;TAPE READ ROUTINE.
754: ;
755: TAPERD EQU 0550H ;START TAPE READ ROUTINE
756: TAPERD LD DE,04FFH ;SYNC HEADER PULSE.
757: HDSYNC CALL COUNT ;COUNT ROUTINE.
758: DEC E
759: JR NZ,HDSYNC
760: DEC D
761: JR NZ,HDSYNC

```

```

762: FNDSTA  CALL    COUNT           ;COUNT ROUTINE.
763:         LD     A,C
764:         CP     29H           ;FIND START BIT.
765:         JR     C,FNDSTA
766:         LD     HL,1000H      ;START HERE.
767:         LD     DE,8FEH
768: ROTATE  LD     B,08H
769: RDBYTE  CALL    COUNT
770:         LD     A,C
771:         CP     14H
772:         JR     C,LOWBIT
773:         SCF
774:         JR     STOBIT
775: LOWBIT  OR     A           ;CLEAR BIT.
776: STOBIT  RR     (HL)        ;SAVE TO MEMORY.
777:         DJNZ  RDBYTE
778:         INC   HL
779:         DEC   DE
780:         XOR   A
781:         CP     D
782:         JR     NZ,ROTATE
783:         CALL  COUNT           ;COUNT ROUTINE.
784:         LD     HL,2000H
785:         LD     A,C
786:         CP     29H           ;FIND STOP BIT.
787:         JR     C,RDERR
788:         CP     43H
789:         JR     NC,RDERR      ;READ ERROR.
790: RDGOOD  LD     DE,GDTAB     ;TABLE "READ GOOD"
791:         JR     MOVCHR
792: RDERR   LD     DE,ERRTAB    ;TABLE "READ ERROR"
793: MOVCHR  LD     B,09H
794: LDCHR  LD     A,(DE)
795:         LD     (HL),A
796:         INC   HL
797:         INC   DE
798:         DJNZ  LDCHR
799:         CALL  KEYDISP
800:         RET
801: ;
802: ;READ GOOD-ERROR TABLE.
803: ;
804: GDTAB   EQU     0508H      ;TABLE GOOD-ERROR.
805: GDTAB   DEFB   0AH
806:         DEFB   9EH
807:         DEFB   EEH
808:         DEFB   7AH
809:         DEFB   00H
810:         DEFB   F6H
811:         DEFB   3AH
812:         DEFB   3AH
813:         DEFB   7AH
814: ERRTAB  DEFB   0AH
815:         DEFB   9EH
816:         DEFB   EEH

```

```

817:          DEFB      7AH
818:          DEFB      9EH
819:          DEFB      0AH
820:          DEFB      0AH
821:          DEFB      3AH
822:          DEFB      0AH
823:          ;
824:          ;PULSE COUNTER.
825:          ;
826: COUNT      EQU      0500H          ;START PULSE COUNTER.
827: COUNT      LD        C,00H
828: WAIT       IN        A,(3)
829:           BIT        S,A
830:           JR        Z,COUNT
831: POSCNT     INC        C
832:           IN        A,(3)
833:           BIT        S,A
834:           JR        NZ,POSCNT
835:           RET
836:          ;
837:          ;ADDRHEX ROUTINE.
838:          ;
839: ADDRHEX    EQU      0090H          ;START ADDRESS HEX ROUTINE.
840: ADDRHEX    LD        HL,0000H
841:           LD        IY,0442H
842:           LD        IX,2010H
843:           LD        C,02H
844: LOOP7      LD        A,(IX+0)
845:           LD        B,04H
846: ROL1       SRL        A
847:           DJNZ      ROL1
848:           LD        D,(IY+0)
849:           LD        E,(IY+1)
850:           CP        A,00H
851:           JR        Z,LOOP2
852: LOOP3      ADD        HL,DE
853:           DEC        A
854:           JR        NZ,LOOP3
855: LOOP2      LD        A,(IX+0)
856:           AND        0FH
857:           LD        D,(IY+2)
858:           LD        E,(IY+3)
859:           CP        A,00H
860:           JR        Z,LOOP4
861: LOOP5      ADD        HL,DE
862:           DEC        A
863:           JR        NZ,LOOP5
864: LOOP4      LD        IX,201BH
865:           LD        B,04H
866: LOOP6      INC        IY
867:           DJNZ      LOOP6
868:           DEC        C
869:           JR        NZ,LOOP7
870:           LD        A,H
871:           LD        (2010H),A

```



```

872:          LD      A,L
873:          LD      (201BH),A
874:          RET
875:          ;
876:          ;TIME OVER ROUTINE.
877:          ;
878: TIMOVR    EQU      00E0H                ;START TIME OVER ROUTINE
879: TIMOVR    LD      HL,2000H
880:          LD      DE,TMOVTB
881:          LD      B,09H
882: TMOV      LD      A,(DE)
883:          LD      (HL),A
884:          INC     HL
885:          INC     DE
886:          DJNZ   TMOV
887:          CALL   KEYDISP                ;KEYDISP ROUTINE..
888:          RET
889: TMOVTB    DEFB    1EH
890:          DEFB    08H
891:          DEFB    2AH
892:          DEFB    9EH
893:          DEFB    00H
894:          DEFB    FCH
895:          DEFB    7CH
896:          DEFB    9EH
897:          DEFB    0AH
898:          DEFB    13H
899:          DEFB    10H
900:          DEFB    FAH
901:          DEFB    CDH
902:          DEFB    D0H
903:          ;
904:          ;RUN ROUTINE.
905:          ;
906: RUN       EQU      0600H
907: RUN       OUT     (5),A
908:          XOR     A                    ;CLEAR A/D
909:          LD      (2028H),A            ;CLEAR START SIGN.
910:          OUT     (4),A
911:          EI
912: WAIT     LD      A,(2028H)
913:          CP     A,00H                ;WAIT FOR START.
914:          JR     Z,WAIT
915: ADAPT    IN      A,(3)
916:          BIT    7,A
917:          JR     Z,ADAPT
918: WAITSTB  IN      A,(3)
919:          BIT    7,A
920:          JR     NZ,WAITSTB           ;HIGH TO LOW SIGNAL.
921:          IN     A,(0)
922:          OUT     (5),A
923:          IN     A,(1)                ;READ DATA.
924:          LD     L,A                    ;STORE TO HL.
925:          LD     A,(2)
926:          LD     H,A

```

```

927:      OUT      (6),A
928:      NOP
929:      NOP
930:      OUT      (7),A
931:      LD      A,(1400H)
932:      LD      C,A
933:      LD      A,(1000H)
934:      OR      C
935:      JR      Z,RUNOUT
936:      CALL   RUNCNT
937:      JR      ADAPT
938: RUNOUT  DI
939:      LD      A,(2026H)
940:      LD      (1000H),A
941:      LD      A,(2027H)
942:      LD      (1400H),A
943:      CALL   TIMOVR
944:      RET
945: ;
946: ;RUNCNT-ROUTINE.
947: RUNCNT  EQU   067BH
948: RUNCNT  LD      B,H
949:      LD      C,L
950:      SRL   B
951:      RR   C
952:      LD      IX,1001H
953:      LD      IY,1401H
954:      ADD   IX,BC
955:      ADD   IY,BC
956:      LD      B,(IY)
957:      LD      C,(IX)
958:      LD      A,(2025H)
959:      CP   A,00H
960:      JR   NZ,DECDT
961:      INC  BC
962:      JR   DTSAVE
963: DECDT   XOR   A
964:      CP   A,B
965:      JR   NZ,DOWN
966:      CP   A,C
967:      JR   Z,CNTOUT
968: DOWN   DEC  BC
969: DTSAVE  LD   (IY),B
970:      LD   (IX),C
971: CNTOUT  RET
972: ;
973: ;;;;;;;;;;;;;;

```

;BREAK ?

;TIME OVER?

;COUNT UP/DOWN.

;DISPLAY TIME OVER.

;GET DATA TO BC.

;INC(L)/DEC(H)?  
;INCREMENT IF ZERO.

;NO COUNT DOWN IF DATA=00.

\*D2000.27FF

```

2000- 03 00 01 00 00 00 00 00
2008- 00 00 00 00 00 00 00 00
2010- 3A 00 10 FE 00 20 3B 3A
2018- 00 14 FE 00 20 34 18 13
2020- 5F 1B 7B 32 00 10 7A 32
2028- 00 14 ED 5B 26 20 13 ED
2030- 53 26 20 08 D9 FB ED 4D
2038- 08 D9 D3 04 11 28 20 1A
2040- FE 00 20 CC 3E FF 00 12
2048- AF 13 12 1B 1B 12 1B 12
2050- 18 E1 21 29 20 34 3E 14
2058- 5E 20 D8 36 00 3A 00 14
2060- 57 3A 00 10 18 BA D3 07
2068- AF 32 00 10 32 00 14 F3
2070- ED 45 00 00 00 00 00 00
2078- 00 00 00 00 00 00 00 00
2080- 80 27 32 00 10 3A 00 14
2088- 89 32 00 14 21 26 20 7E
2090- 21 00 00 FD 21 42 04 DD
2098- 21 1C 20 0E 02 DD 7E 00
20A0- 06 04 CB 3F 10 FC FD 56
20A8- 00 FD 5E 01 FE 00 28 04
20B0- 19 3D 20 FC DD 7E 00 E6
20B8- 0F FD 56 02 FD 5E 03 FE
20C0- 00 28 04 19 3D 20 FC DD
20C8- 21 1B 20 06 04 FD 23 10
20D0- FC 0D 20 C9 7C 32 1C 20
20D8- 7D 32 1B 20 C9 FA CD D0
20E0- 21 00 20 11 F2 00 06 09
20E8- 1A 77 23 13 10 FA CD D0
20F0- 01 C9 1E 08 2A 9E 00 FC
20F8- 7C 9E 0A 13 10 FA CD D0
2100- D3 07 ED 56 31 F0 27 01
2108- 00 21 21 00 10 AF 77 23
2110- 0B B8 20 FA 21 10 20 36
2118- 1B 23 00 00 23 36 E8 23
2120- 36 03 CD A0 01 21 00 20
2128- 36 CE 23 36 0A 23 36 3A
2130- 23 36 9C 23 36 9E 23 36
2138- B6 23 36 B6 23 36 3A 23
2140- 36 0A CD D0 01 3A 14 20
2148- 06 18 B8 20 05 CD 60 02
2150- 18 D3 06 28 B8 20 09 AF
2158- 32 25 20 CD 00 06 18 C5
2160- 06 38 B8 20 0A 3E 01 32
2168- 25 20 CD 00 06 18 B6 06
2170- 4B B8 20 0E CD 50 03 18
2178- AC 06 1A B8 20 05 CD 50
2180- 05 18 42 06 2A B8 20 05
2188- CD 00 04 18 98 06 3A B8
2190- 20 93 CD 90 04 18 SE 00
2198- 00 00 00 20 00 00 00 00

```

21A0- E0 58 12 20 14 3E 01 03  
 21A8- 00 34 10 20 47 00 08 00  
 21B0- 46 05 20 F9 4F 03 00 3A  
 21B8- 10 20 47 00 02 00 46 05  
 21C0- 20 F9 1B AF BA 20 DE C9  
 21C8- 00 00 00 00 00 00 00 00  
 21D0- FD 21 4A 02 06 05 FD 7E  
 21D8- 03 03 00 0B 03 E6 0F FE  
 21E0- 0F 20 F8 FD 23 10 EF 1E  
 21E8- 10 21 00 20 16 09 AF 03  
 21F0- 00 7E 03 01 FD 21 4A 02  
 21F8- 06 05 FD 7E 00 83 03 00  
 2200- 09 03 E6 0F FE 0F 20 0E  
 2208- FD 23 10 EE 23 3E 10 83  
 2210- 5F 15 20 0A 18 D1 1E 01  
 2218- 02 47 28 08 1C 0B 4F 28  
 2220- 06 10 0B 57 28 01 1C 0B  
 2228- 03 0B 03 0B 03 0B 03 FD  
 2230- 7E 00 83 32 14 20 AF 03  
 2238- 00 21 10 20 36 10 23 23  
 2240- 36 F4 23 36 00 CD A0 01  
 2248- 09 00 02 04 06 08 0A 00  
 2250- 00 00 00 00 00 00 00 00  
 2258- 00 00 00 00 00 00 00 00  
 2260- 21 00 20 36 10 23 36 10  
 2268- 23 36 10 23 36 10 23 36  
 2270- 00 23 36 1E 23 36 03 23  
 2278- 36 2A 23 36 9E CD 80 02  
 2280- 21 18 20 DD 21 00 14 CD  
 2288- 99 02 28 DD 21 00 10 CD  
 2290- 99 02 CD D0 01 CD C0 06  
 2298- 09 7E 0B 27 0B 27 0B 27  
 22A0- 0B 27 2B 46 80 DD 77 00  
 22A8- 09 00 00 00 00 00 00 00  
 22B0- FD 21 00 20 FD 36 1A 04  
 22B8- CD D0 01 CD F5 02 FD 21  
 22C0- 00 20 FD 7E 19 06 0A B8  
 22C8- 30 EE 11 18 20 21 17 20  
 22D0- 01 03 00 ED B8 21 19 20  
 22D8- ED A8 11 00 20 21 01 20  
 22E0- 01 03 00 ED B0 21 09 20  
 22E8- ED A0 FD 35 1A 20 C9 C9  
 22F0- 00 00 00 00 00 FD 21 20  
 22F8- 03 06 10 DD 21 00 20 DD  
 2300- 7E 14 00 36 19 FF FD 4E  
 2308- 10 B9 28 05 FD 23 10 F6  
 2310- 09 FD 7E 00 DD 77 19 FD  
 2318- 7E 20 DD 77 09 C9 00 00  
 2320- 00 01 02 03 04 05 06 07  
 2328- 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  
 2330- 42 12 14 16 22 24 26 32  
 2338- 34 36 18 1A 28 2A 38 3A  
 2340- FC 60 0A F2 66 B6 BE E0  
 2348- FE F6 EE 3E 9C 7A 9E 8E  
 2350- 21 00 20 06 04 36 10 23



2358- 10 FB 84 00 23 34 EE 23  
 2360- 84 7A 23 34 7A 23 34 08  
 2368- 06 04 09 00 00 01 00 F5  
 2370- 02 3A 19 20 FE 0A 30 F3  
 2378- 11 18 20 21 17 20 01 03  
 2380- 00 ED B8 21 19 20 ED A8  
 2388- 11 00 20 21 01 20 01 03  
 2390- 00 ED B0 21 09 20 ED A0  
 2398- 09 10 0F 0E 02 21 18 20  
 23A0- 11 10 20 7E 06 04 08 27  
 23A8- 10 FC 32 84 12 28 18 00  
 23B0- 20 F1 00 90 00 18 09 20  
 23B8- 5F 3A 10 20 57 04 04 4F  
 23C0- 2A 1B 20 16 04 70 92 30  
 23C8- FD 06 14 67 06 04 5E 67  
 23D0- 56 ED 53 3B 20 06 14 67  
 23D8- 00 21 39 20 0E 02 FD 21  
 23E0- 40 04 06 05 AF FD 56 00  
 23E8- FD 5E 01 30 87 ED 52 30  
 23F0- FA 30 DD 77 00 19 DD 2B  
 23F8- FD 23 FD 23 10 E6 2A 39  
 2400- 20 00 20 0A 04 09 21 38  
 2408- 20 11 00 20 7E CD 70 04  
 2410- 12 2B 13 10 F7 CD 00 01  
 2418- 3A 14 20 ED 58 18 20 FE  
 2420- 46 20 01 13 FE 44 20 01  
 2428- 1B ED 53 1B 20 FE 48 02  
 2430- 00 03 09 72 03 B5 03 09  
 2438- 00 00 00 00 00 00 00 00  
 2440- 27 10 03 E8 00 64 00 0A  
 2448- 00 01 00 00 00 00 00 00  
 2450- 00 56 00 06 04 CB 3A 10  
 2458- FC CD 70 04 72 DD 56 00  
 2460- CB BA CB B2 CB AA CB A2  
 2468- CD 70 04 23 72 C9 00 00  
 2470- 3C FD 21 7E 04 FD 23 3D  
 2478- 20 FB FD 7E FF C9 FC 60  
 2480- DA F2 66 B6 BE E0 FE F6  
 2488- EE 3E 9C 7A 9E 8E 00 00  
 2490- 3A 00 10 32 50 20 3A 00  
 2498- 14 32 51 20 CD 28 07 3A  
 24A0- 50 20 32 00 10 3A 51 20  
 24A8- 32 00 14 C9 FF FF FF FF  
 24B0- FF FF FF FF FF FF FF FF  
 24B8- FF FF FF FF FF FF FF FF  
 24C0- 16 27 1E FF CD 15 05 1D  
 24C8- 20 FA 15 20 F5 CD 37 05  
 24D0- 21 00 10 11 FE 08 7E 0E  
 24D8- 08 1F 30 07 08 CD 26 05  
 24E0- 08 18 05 08 CD 15 05 08  
 24E8- 00 20 EE 23 1B AF BA 20  
 24F0- E5 CD 37 05 1E FF CD 15  
 24F8- 05 1D 20 FA C9 00 00 00  
 2500- 00 00 00 00 00 00 00 00  
 2508- 00 00 00 00 00 00 00 00  
 2510- 00 00 00 00 00 3E 0E D3

2518- 00 06 26 10 FE 3E 00 03  
 2520- 00 06 26 10 FE 09 3E 0E  
 2528- 03 00 06 40 10 FE 3E 00  
 2530- 03 00 06 40 10 FE 09 3E  
 2538- 0E 03 00 06 99 10 FE 3E  
 2540- 00 02 00 06 99 10 FE 09  
 2548- 00 00 00 00 00 00 00 00  
 2550- 11 FF 04 00 00 05 10 20  
 2558- FA 15 20 F7 00 00 05 79  
 2560- FE 29 38 F8 21 00 10 11  
 2568- FE 08 06 08 00 00 05 79  
 2570- FE 14 33 03 37 18 01 37  
 2578- 08 1E 10 F0 23 1B AF 3A  
 2580- 20 58 00 00 05 21 00 20  
 2588- 79 FE 29 38 09 FE 43 30  
 2590- 05 11 02 05 18 03 11 E1  
 2598- 05 06 09 1A 77 23 13 10  
 25A0- FA 00 00 01 09 FF FF FF  
 25A8- FF FF FF FF FF FF FF FF  
 25B0- FF FF FF FF FF FF FF FF  
 25B8- FF FF FF FF FF FF FF FF  
 25C0- 0E 00 08 03 0E 77 28 FA  
 25C8- 0C 0B 03 05 77 20 F9 09  
 25D0- FF FF FF FF FF FF FF FF  
 25D8- 0A 9E 5E 7A 00 F6 3A 3A  
 25E0- 7A 0A 9E 5E 7A 9E 0A 0A  
 25E8- 3A 0A FF FF FF FF FF FF  
 25F0- FF FF FF FF FF FF FF FF  
 25F8- FF FF FF FF FF FF FF FF  
 2600- D3 05 AF 32 28 20 D3 04  
 2608- FB 3A 28 20 FE 00 28 F9  
 2610- DB 03 0E 7F 28 FA DB 03  
 2618- 0B 7F 20 FA DB 00 D3 05  
 2620- D8 01 6F DB 02 67 D3 06  
 2628- 00 00 D3 07 3A 00 14 4F  
 2630- 3A 00 10 B1 28 05 00 7B  
 2638- 06 18 05 F3 3A 26 20 32  
 2640- 00 10 3A 27 20 32 00 14  
 2648- 00 E0 00 C9 20 32 00 14  
 2650- 00 E0 00 C9 00 62 6B C3  
 2658- 10 07 00 00 00 0B 00 D3  
 2660- 05 DB 01 5F DB 02 57 D3  
 2668- 06 00 00 00 D3 07 3A 00  
 2670- 14 FE 00 20 03 3A 00 10  
 2678- 09 00 00 44 40 CB 38 CB  
 2680- 19 DD 21 01 10 FD 21 01  
 2688- 14 00 09 FD 09 FD 46 00  
 2690- 00 4E 00 3A 25 20 FE 00  
 2698- 20 03 03 18 03 AF B8 20  
 26A0- 03 59 28 07 08 FD 70 00  
 26A8- 00 71 00 C9 32 00 14 F3  
 26B0- 09 00 00 00 00 00 00 00  
 26B8- 00 00 00 00 00 00 00 00  
 26C0- 21 00 00 FD 21 42 04 DD  
 26C8- 21 00 14 0E 02 DD 7E 00

2600- 06 04 0B 3F 10 F0 FD 56  
2608- 00 F0 5E 01 FE 00 28 04  
26E0- 19 30 20 F0 DD 7E 00 E6  
26E8- 0F FD 56 02 F0 5E 03 FE  
26F0- 00 28 04 19 30 20 F0 DD  
26F8- 21 00 10 06 04 FD 23 10  
2700- F0 00 20 09 70 32 00 14  
2708- 7D 32 00 10 09 00 00 00  
2710- 0B 03 0B 7F 28 FA 0B 03  
2718- 0B 7F 20 FA 03 5D 06 00  
2720- 00 00 00 00 00 00 00 00  
2728- 11 01 14 21 01 10 7E 03  
2730- 01 1A 03 02 7D 03 01 7C  
2738- 06 10 03 03 13 23 7C FE  
2740- 14 20 EB D3 06 00 00 00  
2748- 02 07 3A 00 10 FE 00 20  
2750- 07 3A 00 14 FE 00 20 D0  
2758- C9 FF FF FF FF FF FF FF  
2760- FF FF FF FF FF FF FF FF  
2768- FF FF FF FF FF FF FF FF  
2770- FF FF FF FF FF FF FF FF  
2778- FF FF FF FF FF FF FF FF  
2780- FF FF FF FF FF FF FF FF  
2788- FF FF FF FF FF FF FF FF  
2790- FF FF FF FF FF FF FF FF  
2798- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27A0- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27A8- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27B0- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27B8- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27C0- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27C8- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27D0- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27D8- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27E0- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27E8- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27F0- FF FF FF FF FF FF FF FF  
27F8- FF FF FF FF FF FF FF FF