บรรณานุกรม

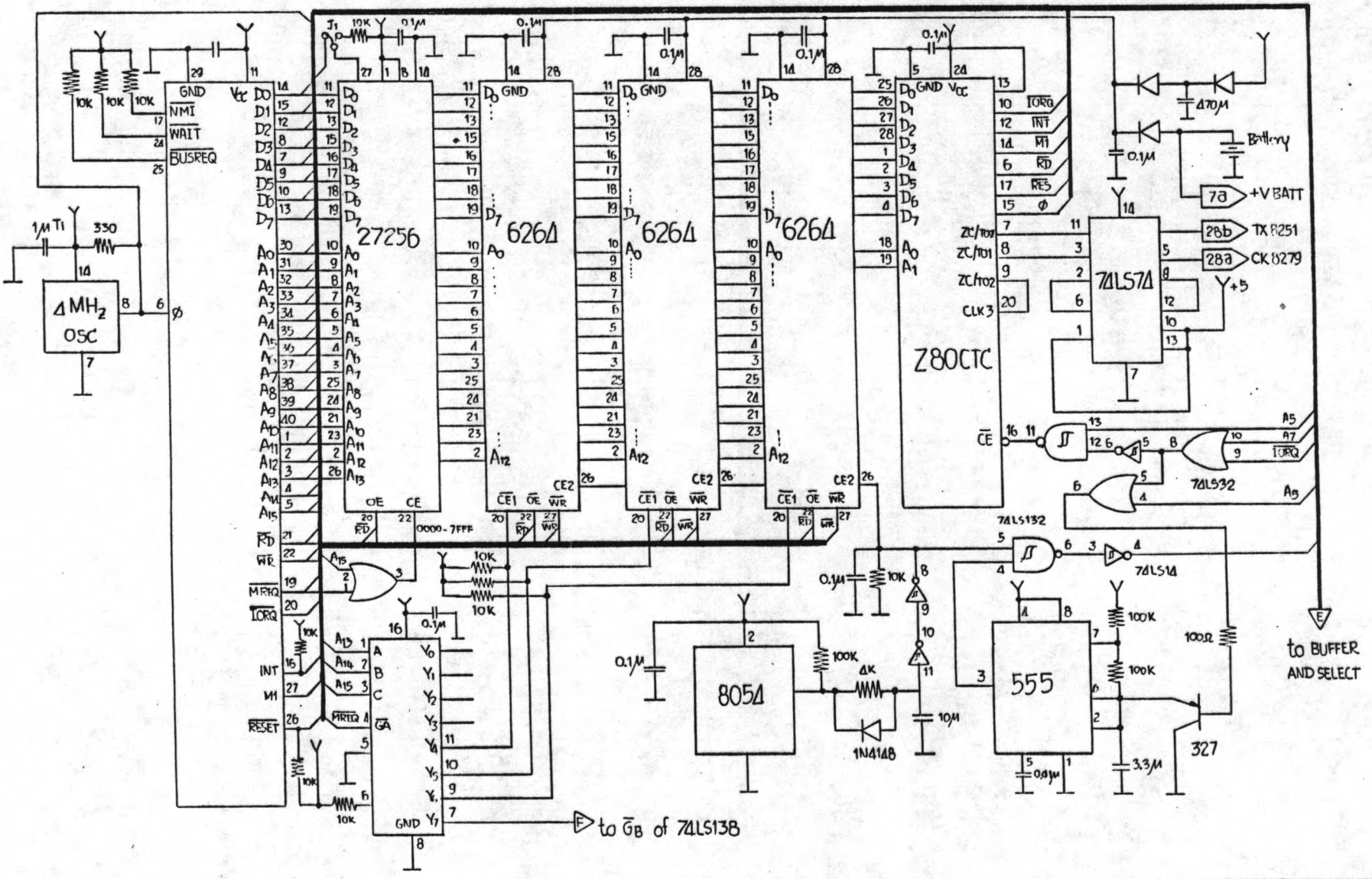
1. กฤษดา วิศวธีรานนท์, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง PLC, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
2. Thomas E.Kissel, Understanding and Using Programmable Controller, Rentice-Hall, Inc.,Englewood Cliffs, New Jersey.
3. Warnock,lan G.,Programmable controllers operation and Application, Prentice Hall International (UK) Ltd. LONDON, 1988
4. O J Struger, R D Gray, R Hall, Conference on programmable Controller ,1st London England,1985
5. Junji Yamada, Batch Process control and recipe management using a distributed control system, Computer Applications in industrial Instrumentation (DCS) Training I , Chulalongkorn University 1990
6. กฤษดา วิศวธีรานนท์,สมบูรณ์ จงชัยกิจ และสมพงษ์ ฉัตรแสงอุทัย,การพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของ PLC , การประชุมวิชาการ วิศวกรรมไฟฟ้า 9 สถาบัน ครั้งที่ 11
7. สมพงษ์ ฉัตรแสงอุทัย, การพัฒนาตัวควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้ขนาดเล็ก วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2532
8. กฤษดา วิศวธีรานนท์,สมบูรณ์ จงชัยกิจ และสิทธิพร ประวัติรุ่งเรือง, เครื่องควบคุมชนิดโปรแกรมได้ซึ่งมีความสามารถในการจัดการข้อมูล, การประชุมวิชาการ วิศวกรรมไฟฟ้า 9 สถาบันครั้งที่ 12
9. J.B.Peatman, Microcomputer-based Design, New York MC-GRAW Hill 1977
10. OMRON, USER'S MANUAL PROGRAMMABLE CONTROLLER SYSMAC C-SERIES
11. OMRON, USER'S MANUAL PROGRAMMABLE CONTROLLER SYSMAC -S6
12. FUJI ELECTRIC, USER'S MANUAL PROGRAMMABLE CONTROLLER
13. GE-FUNUC, USER'S MANUAL PROGRAMMABLE CONTROLLER
14. JOB DENOTTER, Programmable Logic controller operation, interfare and programming, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey
15. E Norup, Small PC design and application , Electromatic, Denmark
16. Joseph A.Benedetto, Preventing Errors in Programmable Control, Machine Design October 1980
17. Martyn Jones, A Modular Approach to Process Control ,Electronics & Power November/December 1985

ภาคผนวก ก

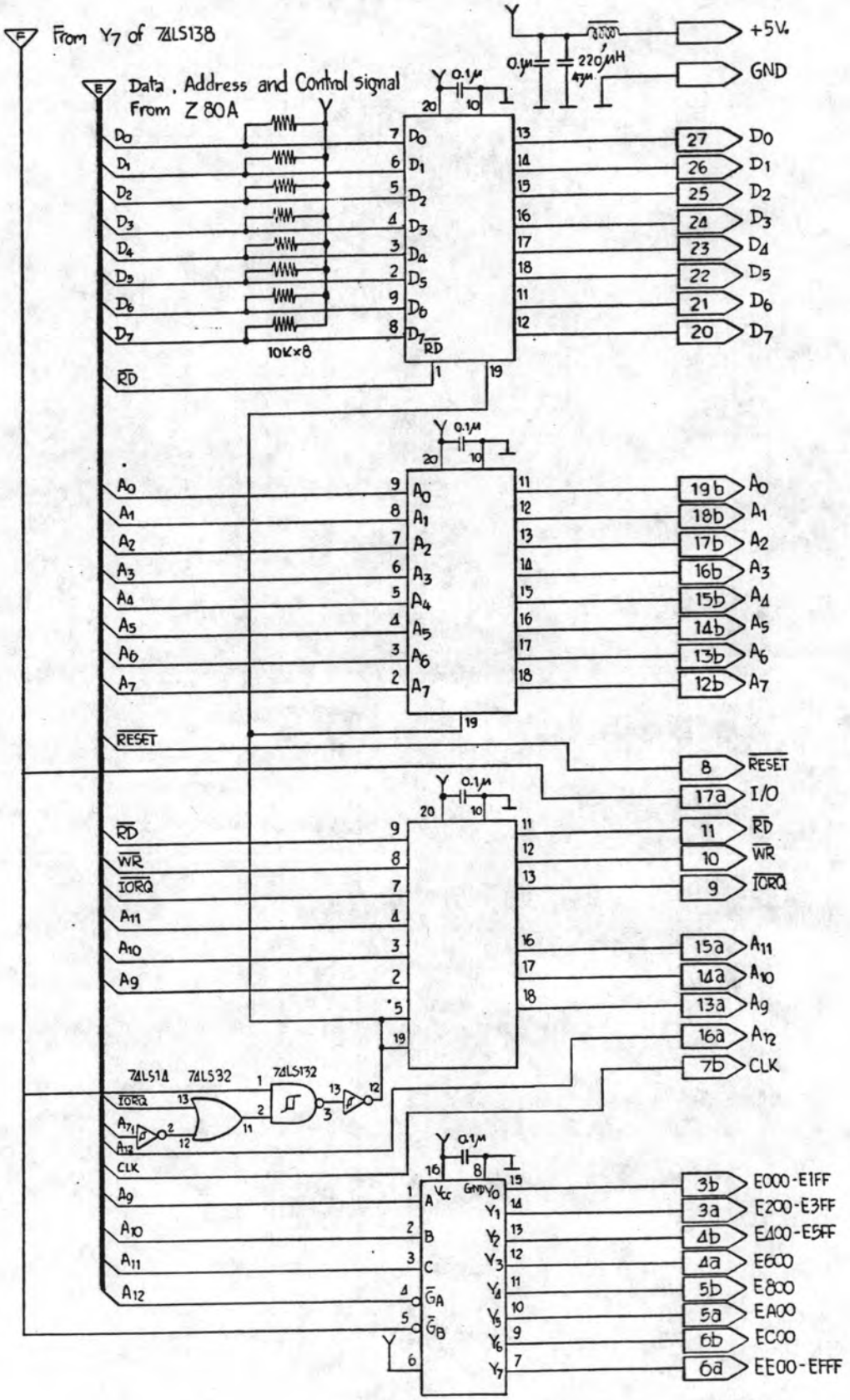
รายละเอียดฮาร์ดแวร์ของเครื่อง

วงจรของเครื่อง PC ที่ออกแบบสร้างทั้งหมด แสดงในรูปที่ ก.1 ถึงรูปที่ ก.10 โดยแบ่งเป็นวงจรของโมดูลต่าง ๆ ดังนี้

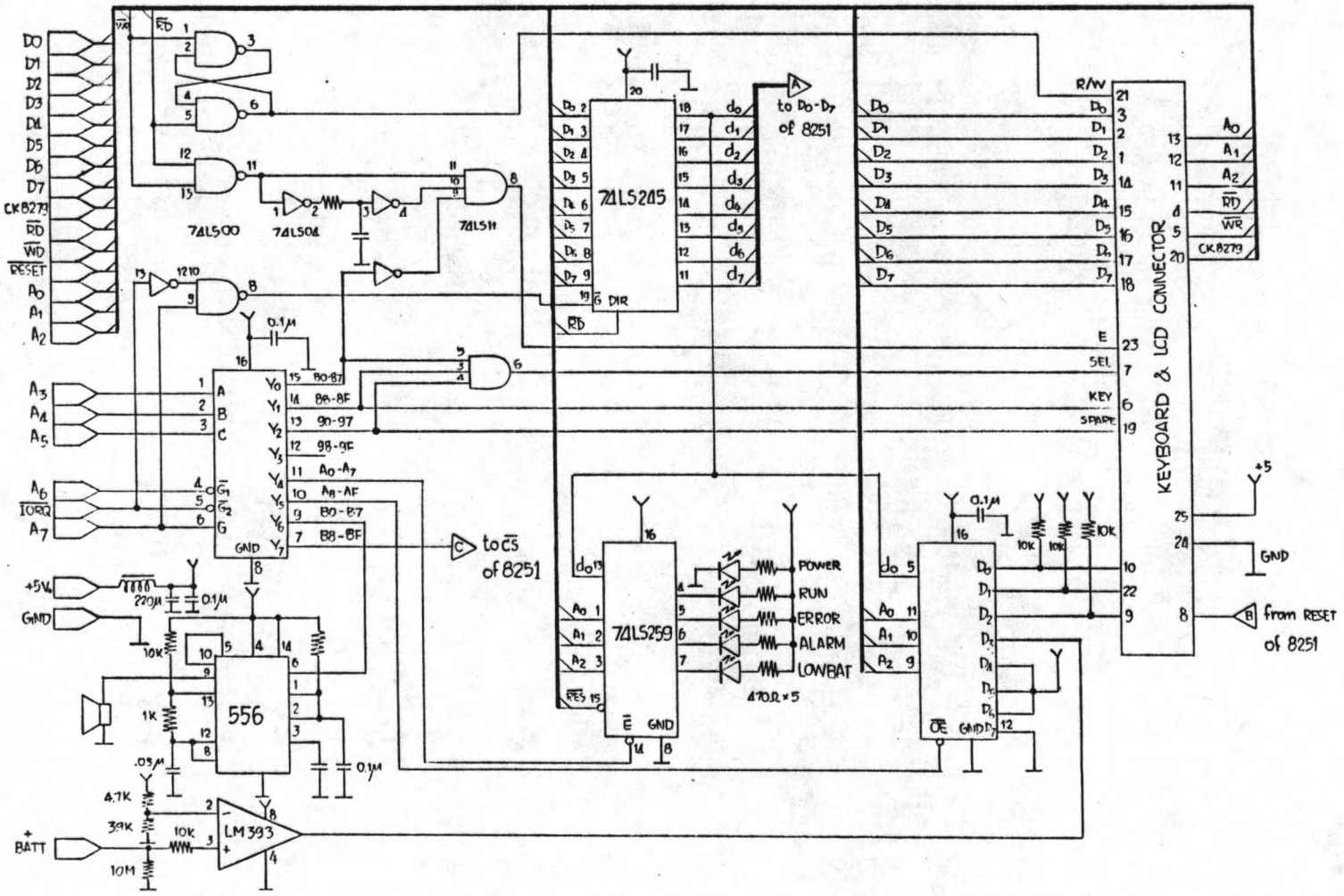
โมดูลประมวลผล	แสดงในรูปที่ ก.1 และ ก.2
โมดูลแสดงผลคีย์บอร์ด และสื่อสาร	แสดงในรูปที่ ก.3 และ ก.4
โมดูลอินพุท	แสดงในรูปที่ ก.5
โมดูลเอาท์พุท	แสดงในรูปที่ ก.6
โมดูลอนาลอกอินพุท	แสดงในรูปที่ ก.7 และ ก.8
โมดูลกำหนดค่าตัวเลข	แสดงในรูปที่ ก.9
ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ	แสดงในรูปที่ ก.10



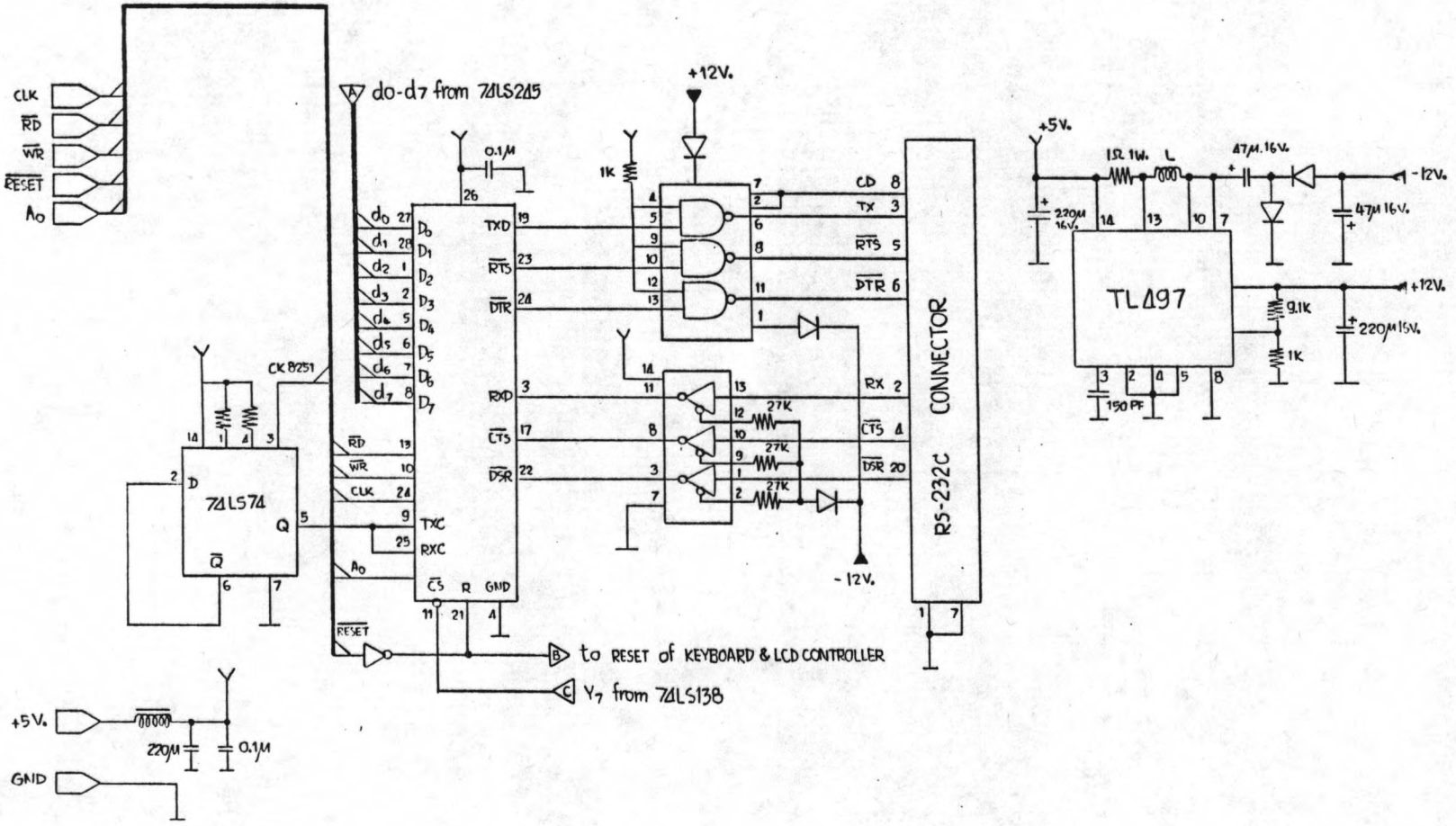
รูปที่ ก.1 แสดงวงจรของโมดูลประมวลผล



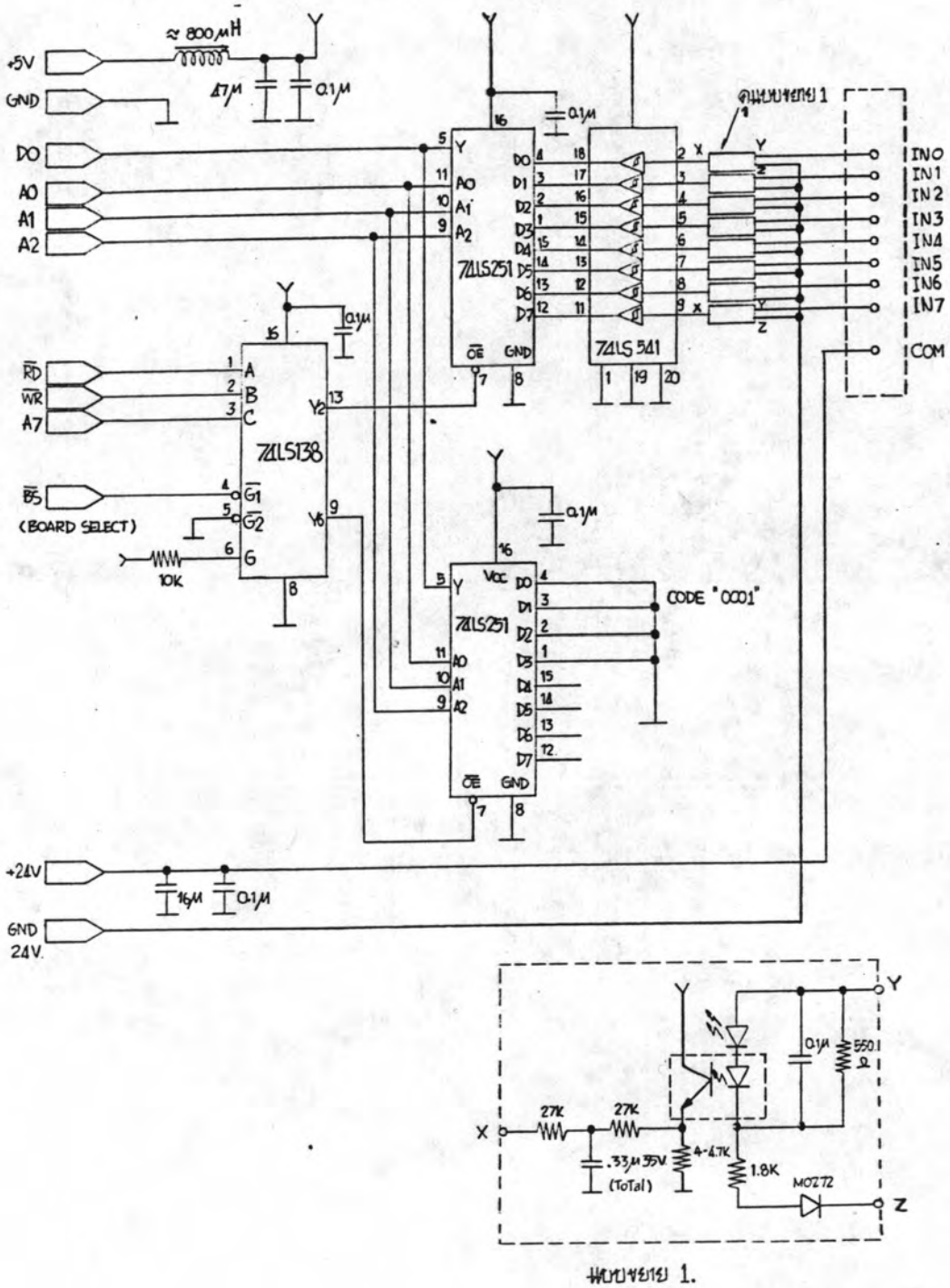
รูปที่ ก.2 แสดงวงจรของโมดูลประมวลผล (ต่อ)



รูปที่ ก.3 แสดงวงจรของโมดูลแสดงผล คีย์บอร์ด และสื่อสาร

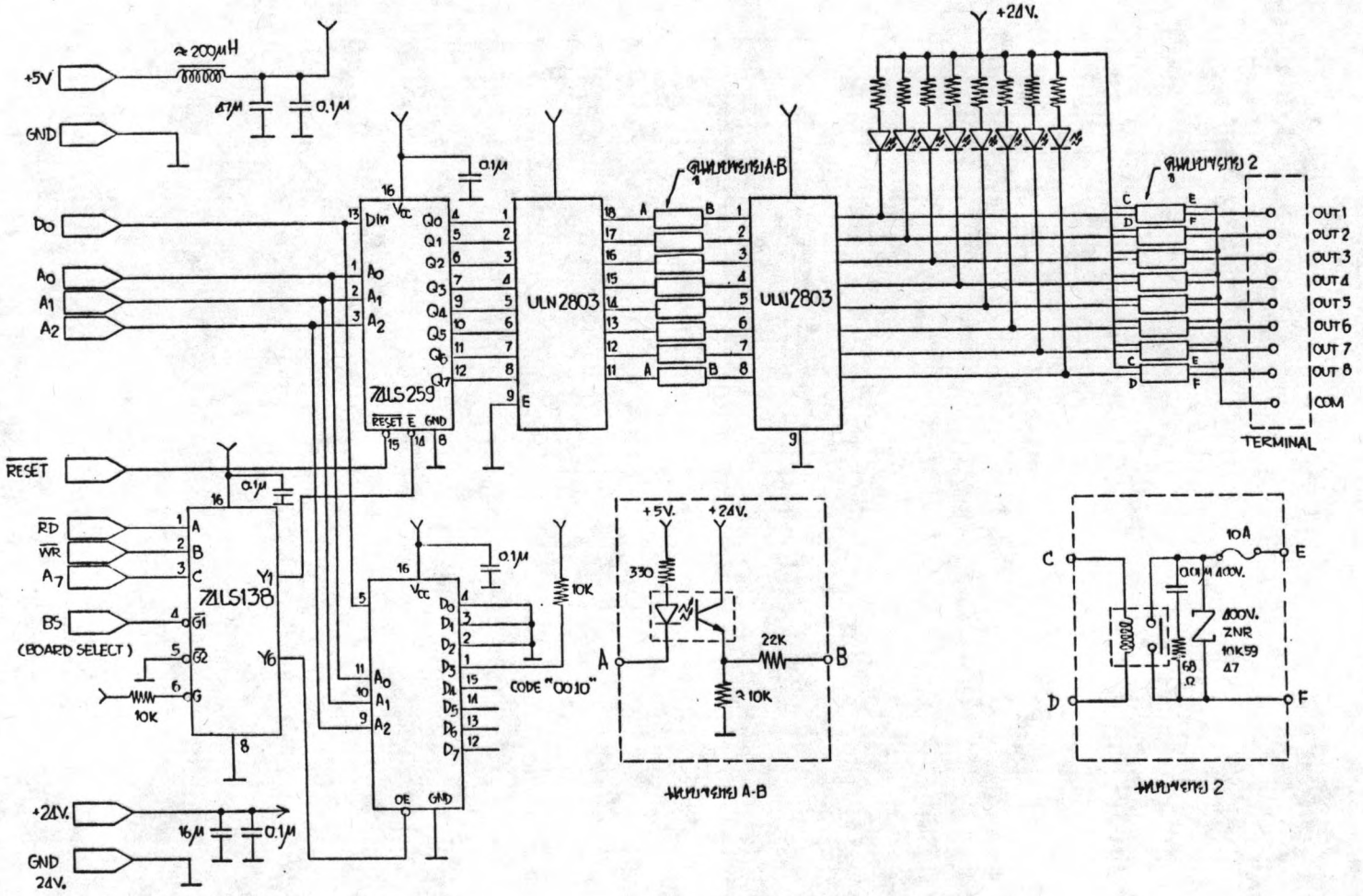


รูปที่ ก.4 แสดงวงจรของโมดูลแสดงผล คีย์บอร์ด และสื่อสาร (ต่อ)

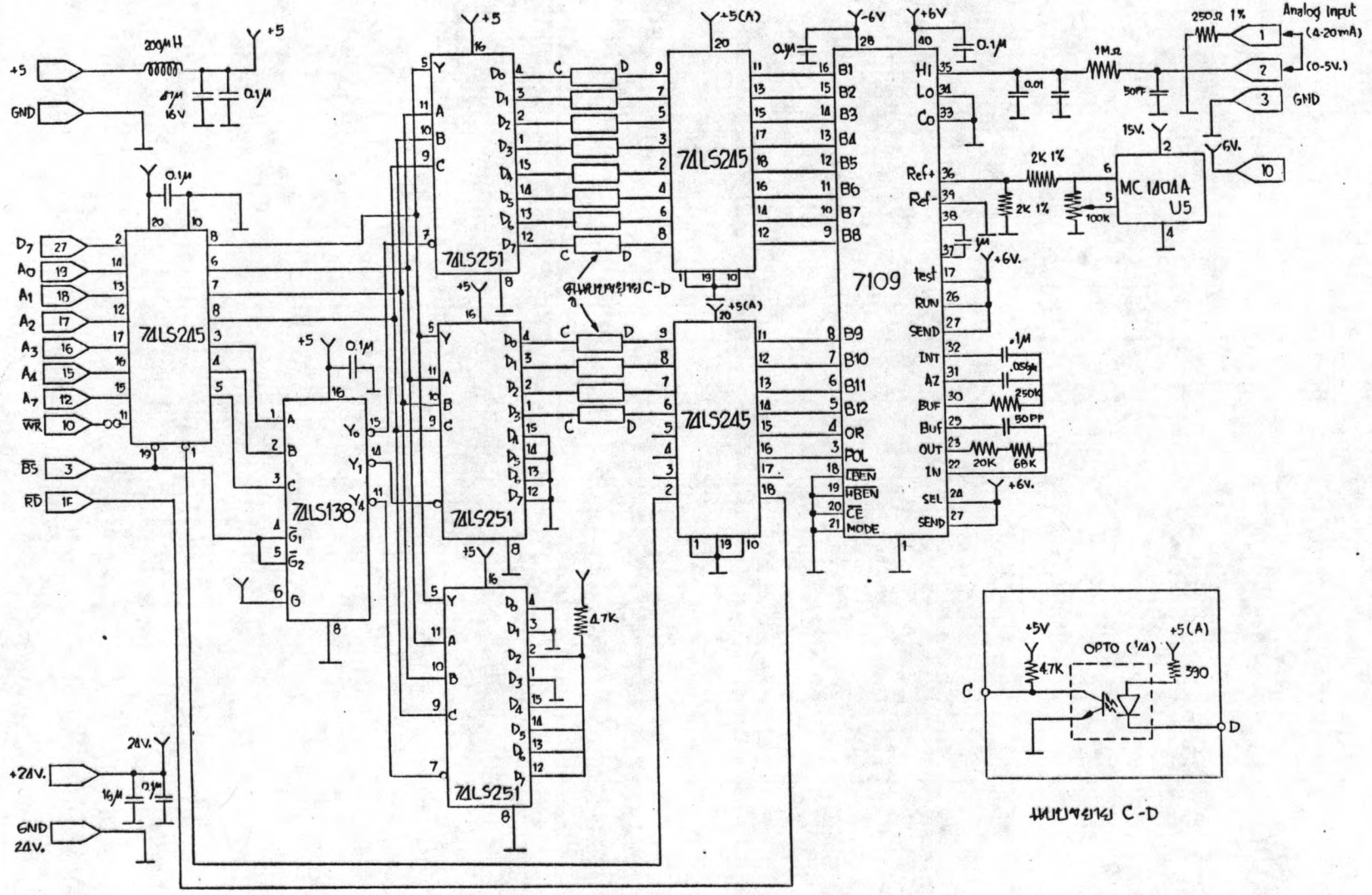


หมายเหตุ 1.

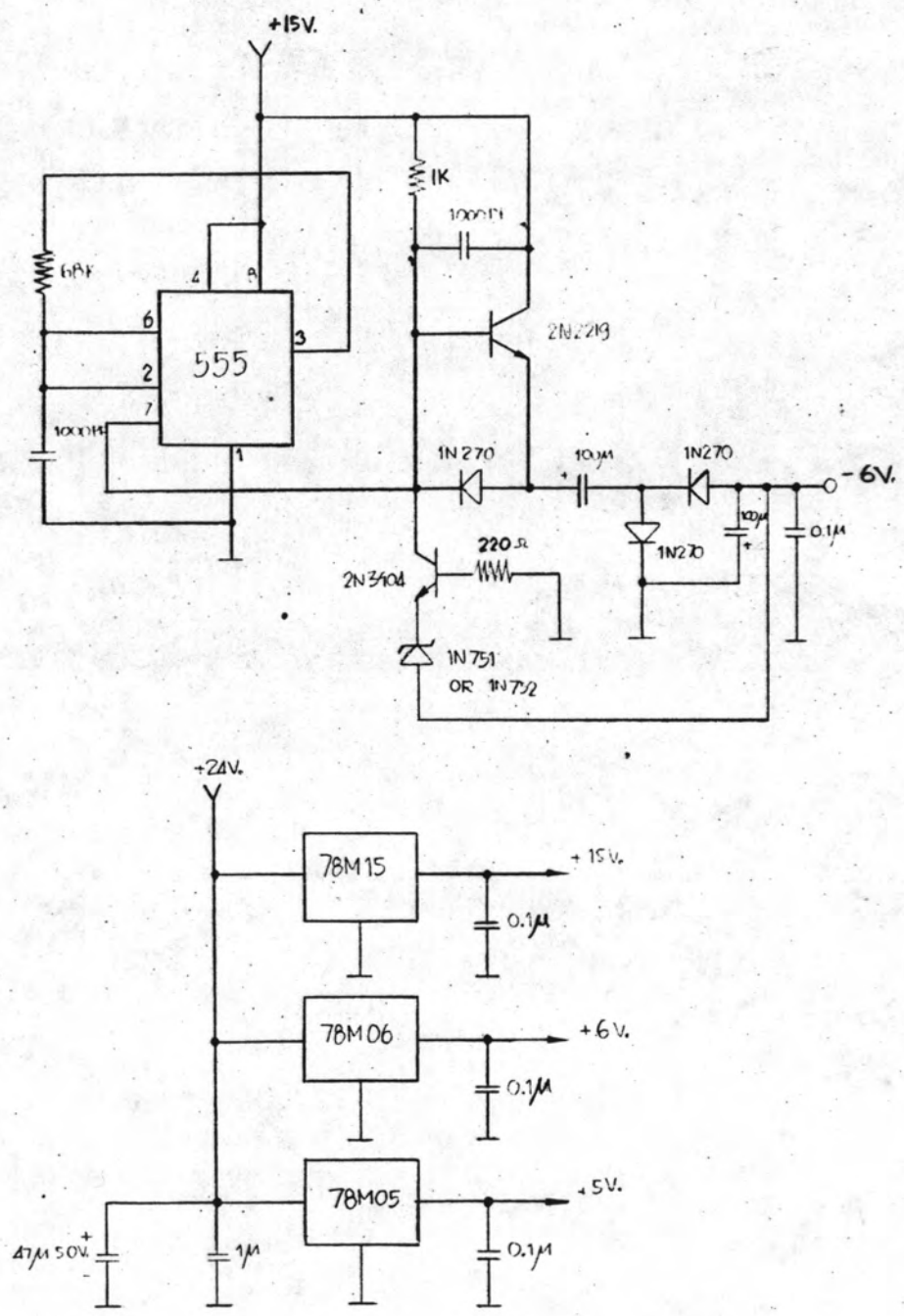
รูปที่ ก.5 แสดงวงจรของโมดูลอินพุท



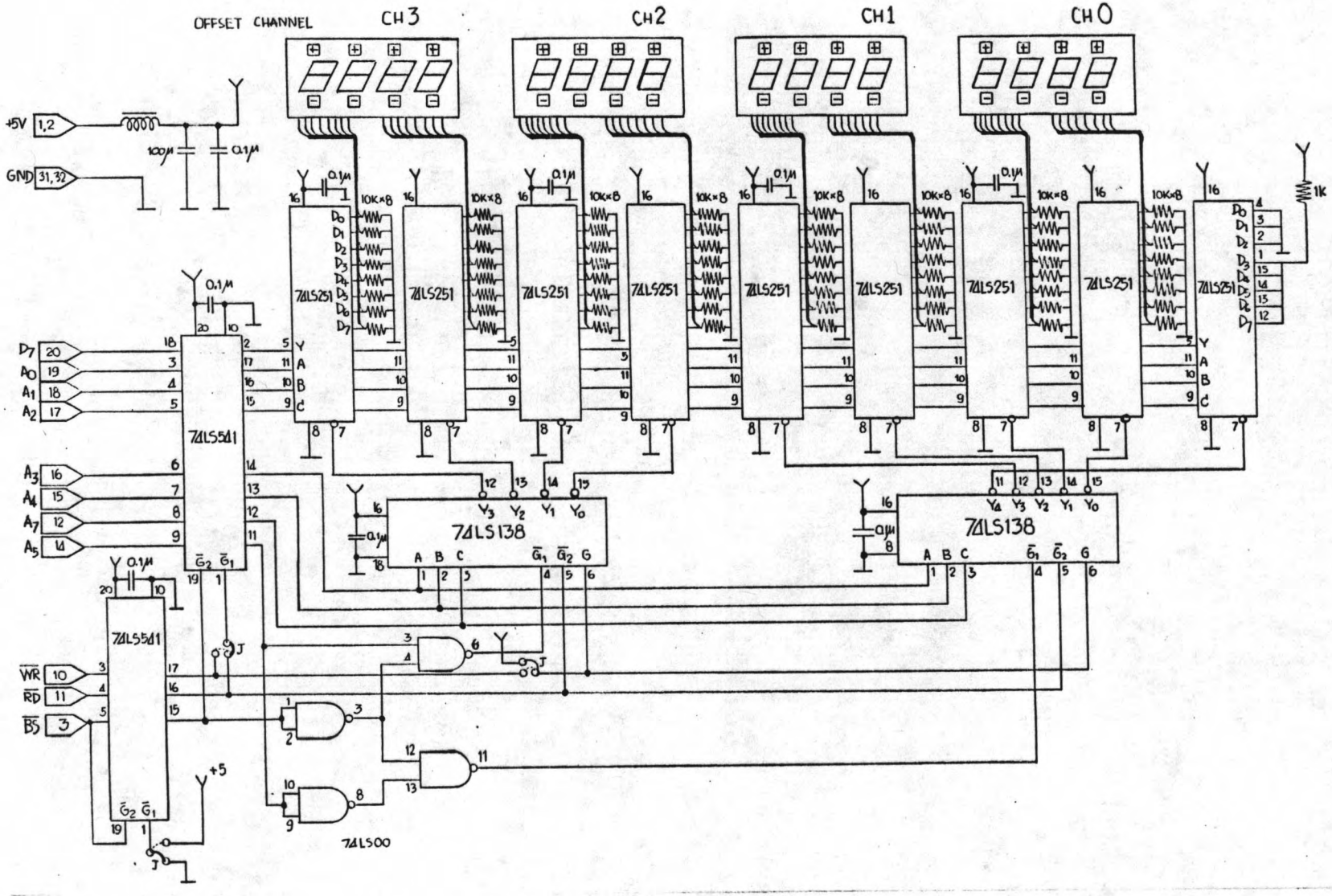
รูปที่ ก.6 แสดงวงจรของโมดูลเอาท์พุท



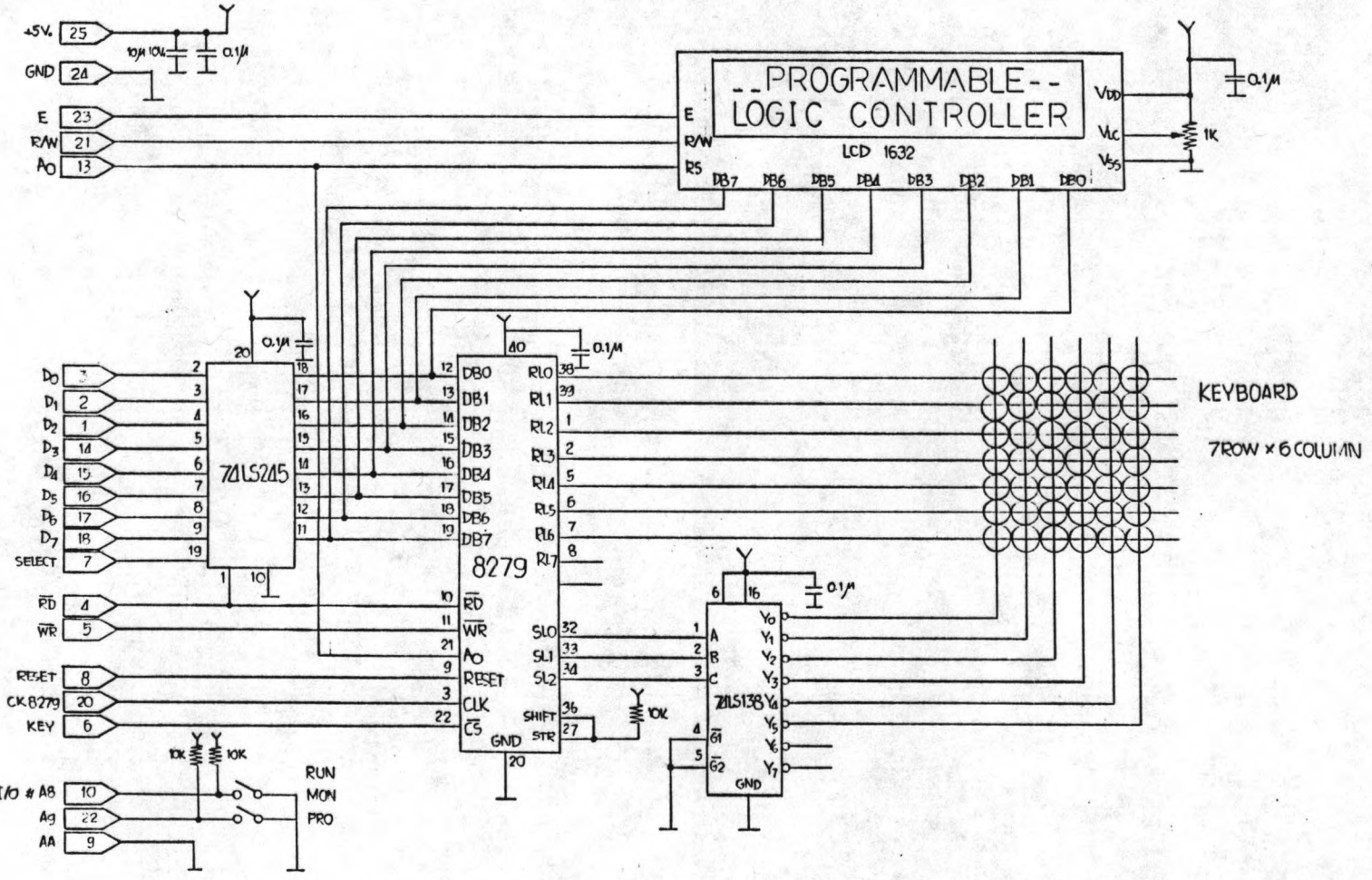
รูปที่ ก.7 แสดงวงจรของโมดูลอนาลอกอินพุท



รูปที่ ก.8 แสดงวงจรของโมดูลอนาลอกอินพุท (ต่อ)



รูปที่ ก.9 แสดงวงจรของโมดูลกำหนดค่าตัวเลข



รูปที่ ก.10 แสดงวงจรของตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ

ภาคผนวก ข

คุณสมบัติของเครื่อง

ลักษณะสมบัติจำเพาะของเครื่อง PC ที่ออกแบบสร้าง เป็นดังนี้คือ

ลักษณะโครงสร้าง	แบบโมดูล
ลักษณะตัวถัง	โลหะเหล็กพ่นสี
แรงดันไฟ	5 vdc, 24 vdc
อุปกรณ์หลักในการควบคุม	LSI, TTL
การควบคุม	โปรแกรมเก็บไว้ในเครื่อง
ภาษาที่โปรแกรม	ภาษาขั้นบันได (Ladder)
จำนวนคำสั่ง	64 คำสั่ง
ความยาวของคำสั่ง	3 ถึง 10 ไบท์
ความเร็วการทำงาน	เฉลี่ย 5.7 μsec/ คำสั่ง (เบื้องต้น)
จำนวนโปรแกรมสูงสุด	ประมาณ 4000 คำสั่ง

จำนวนอินพุท/เอาท์พุท	512 จุด
จำนวนรีเลย์ช่วย (AUX relay)	464 จุด
จำนวน Holding relay	512 จุด
จำนวน Timer/Counter	128 ตัว
จำนวน Data memory	512 คำ (16 บิท/คำ)
จำนวน Temporary relay	8 จุด
จำนวนรีเลย์พิเศษ	40 จุด
การป้องกันข้อมูล	HR relay, Counter, Data memory ยังคงสถานะเดิมเมื่อไฟดับ
แบตตอรี่	3 ปี
การตรวจสอบความผิดพลาด	CPU ผิดพลาด (วงจรวอทช์ดอกไทเมอร์) Battery failure Memory error Program error

ลักษณะสมบัติจำเพาะของโมดูลอินพุท

แรงดันอินพุท	DC 24 V ± 10%
ความต้านทานอินพุท	1.8 K
กระแสอินพุท	10 mA
จำนวนอินพุท	8/16 จุด กราวด์ร่วม
แหล่งจ่ายไฟฟ้าเลี้ยงวงจร	DC 5 V ± 5%

ลักษณะสมบัติจำเพาะของโมดูลเอาท์พุท

แรงดันเอาท์พุทสูงสุด	AC 220 V, DC 24 V
กระแสเอาท์พุท	AC 2 A, DC 24
ชนิดของเอาท์พุท	หน้าสัมผัสรีเลย์
แหล่งจ่ายไฟขับรีเลย์ภายใน	DC 24 V ± 10%
แหล่งจ่ายไฟฟ้าเลี้ยงวงจร	DC 5 V ± 5%
จำนวนเอาท์พุท	8/16 จุด กราวด์ร่วม

ลักษณะสมบัติจำเพาะของโมดูลอนาลอกอินพุท

ชนิดของสัญญาณอินพุท	กระแส/แรงดัน
แรงดันอินพุท	1-5 VDC
กระแสอินพุท	4-20 mA
ความละเอียด	12 บิท
เอาท์พุท	0000-OFFFH (HEX)
แหล่งจ่ายไฟของวงจร	5 VDC ± 5% , 24 VDC ± 10%

ลักษณะสมบัติจำเพาะของโมดูลกำหนดค่าตัวเลข

ชนิดของตัวเลข	BCD 4 หลัก/แชลแนล
จำนวนแชลแนล	4 แชลแนล
แหล่งจ่ายไฟของวงจร	5 VDC ± 5%

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้เครื่องควบคุมชนิดโปรแกรมได้ (IIRL-III)

การใช้เครื่อง PC ที่สร้างจะแบ่งการใช้งานออกเป็น 2 โหมดคือ

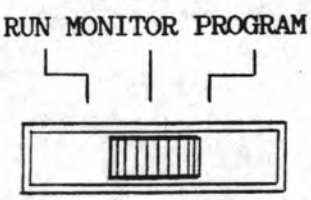
1. โหมดโปรแกรม (Program)
2. โหมดทำงาน (Run)

หน้าที่การทำงานของทั้งสองโหมดคือ โหมดโปรแกรมใช้สำหรับการป้อนโปรแกรม การแก้ไขโปรแกรมต่างๆ โหมดทำงานใช้สำหรับให้เครื่องทำงานตามโปรแกรมชั้นบันไดที่ผู้ใช้เขียน การแสดงชนิดของโหมดที่ใช้งานอยู่ดูได้จาก LED ที่โมดูลแสดงผล หรือดูจากจอLCD ขณะที่เปิดเครื่อง

การเลือกโหมดที่ใช้

ถ้าตัวป้อนโปรแกรมต่ออยู่กับเครื่อง PC เราจะเลือกโหมดโดยการเลื่อนสวิทช์ที่ตัวป้อนโปรแกรม ซึ่งมีตำแหน่งในการเลื่อน 3 ตำแหน่งคือ RUN, MONITOR และ PROGRAM เมื่อเลื่อนสวิทช์ไปที่ตำแหน่ง "PROGRAM" จะเป็นการทำงานโหมดโปรแกรม เมื่อเลื่อนสวิทช์ไปที่ตำแหน่ง "RUN" หรือตำแหน่ง "MONITOR" จะหมายถึงเป็นการทำงานโหมดทำงาน (RUN)

ถ้าโมดูลแสดงผล คีย์บอร์ดและสื่อสาร หรือตัวป้อนโปรแกรมไม่ได้ต่ออยู่กับเครื่อง PC เครื่องจะทำงานในโหมดทำงาน (RUN) โดยอัตโนมัติ



การใช้คีย์บอร์ด

คีย์บอร์ดของตัวป้อนโปรแกรมมีขนาด 7 แถว x 6 คอลัมภ์ ซึ่งมีบางคีย์บอร์ดที่ไม่ได้ใช้งาน รูปของคีย์บอร์ดแสดงในรูปที่ ค.1

FUN	SFT	NOT			SHIFT
AND	OR	CNT	TR .		HR
LD	OUT	TIM	DM	CH *	CONT #
7	8	9			SRCH
E 4	F 5	6	SET	DEL	MONTR
B 1	C 2	D 3	RESET	INS	
A 0		CLR		WRITE	

รูปที่ ค.1 แสดงตำแหน่งคีย์บอร์ดของเครื่อง PC

คีย์บอร์ดต่างๆ เหล่านี้สามารถแบ่งออกตามกลุ่มการใช้งานได้ดังนี้

คีย์ตัวเลข

คีย์เหล่านี้ ได้แก่ คีย์ตัวเลข Ø-9 ซึ่งใช้ในการป้อนค่าตัวเลข สำหรับข้อมูลของคำสั่งขั้นบันไดต่างๆ ใช้ป้อนหมายเลขขั้น(Step) ใช้ป้อนหมายเลขของตัวตั้งเวลา ตัวนับและรีเลย์ต่างๆ

การป้อนตัวเลขฐานสิบหก A-F นั้นจะใช้คีย์ Ø ถึงคีย์ 5 ร่วมกับการคีย์ SHIFT โดยกดคีย์ SHIFT ตามด้วยหมายเลขเหล่านั้น

คีย์ CLR

ใช้สำหรับการลบการแสดงผลที่จอ LCD ใช้ในการลบข้อมูลคำสั่งขั้นบันได และใช้ในการป้อน Password

คีย์ควบคุมการทำงาน

เป็นคีย์ที่ใช้เป็นคำสั่งควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องได้แก่

⇧ ใช้เลื่อนโปรแกรมไปข้างหลัง 1 ขั้น

⇩ ใช้เลื่อนโปรแกรมไปข้างหน้า 1 ขั้น

WRITE ใช้เขียนคำสั่งลงในหน่วยความจำ

INS ใช้แทรกคำสั่งลงในหน่วยความจำ

DEL ใช้ลบคำสั่งออกจากหน่วยความจำ

SRCH ใช้ในการค้นหาคำสั่ง

MONTR ใช้ดูสถานะของรีเลย์ และข้อมูล

SET ใช้เซ็ทสถานะรีเลย์ที่ Monitor อยู่ให้เป็น ON

RESET ใช้เซ็ทสถานะรีเลย์ที่ Monitor อยู่ให้เป็น OFF

คีย์คำสั่ง

ใช้ในการป้อนคำสั่งต่าง ๆ รวมทั้งชนิดของโอเปอร์แรนด์ ได้แก่

FUN ใช้เลื่อนคำสั่งฟังก์ชั่นต่าง ๆ โดยกดคีย์ FUN ตามด้วยหมายเลขฟังก์ชั่น

SFT ใช้ป้อนคำสั่ง SFT(10)

NOT ใช้ป้อนคำสั่งของหน้าสัมผัสปกติปิด (NC)

AND ใช้สำหรับคำสั่ง AND

OR ใช้สำหรับคำสั่ง OR

CNT ใช้สำหรับคำสั่ง Counter หรือหมายถึงรีเลย์ Counter

LD ใช้สำหรับคำสั่ง LD

OUT ใช้สำหรับคำสั่ง OUT

TIM ใช้สำหรับคำสั่ง Timer หรือหมายถึงรีเลย์ Timer

TR ใช้สำหรับป้อน Temperary relay

HR ใช้สำหรับป้อน Holding relay

DM ใช้สำหรับป้อน Data memory

ใช้สำหรับป้อนค่าคงที่ตัวเลข

CH ใช้ป้อนค่า Channel ในการ Monitor

CONT ใช้ป้อนรีเลย์ในการ Monitor

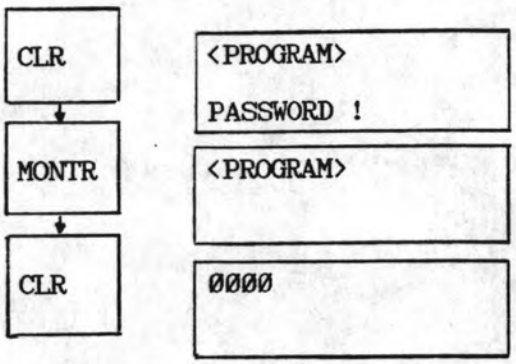
การป้อน PASSWORD ของเครื่อง

เมื่อเริ่มเปิดเครื่อง (Power on) จะต้องป้อน Password ให้ถูกต้องก่อนจึงสามารถใช้ตัวป้อนโปรแกรมสำหรับคำสั่งต่าง ๆ ได้ และถ้าผู้ใช้เลื่อนสวิทซ์เปลี่ยนโหมดที่ใช้งาน เครื่องจะไม่เปลี่ยนโหมดให้จนกว่าจะป้อน Password แล้ว

การป้อน Password ของเครื่องทำโดยการกดปุ่ม CLR MONTR CLR ตามลำดับ

โหมดการใช้งาน

RUN	MONITOR	PROGRAM
X	X	X

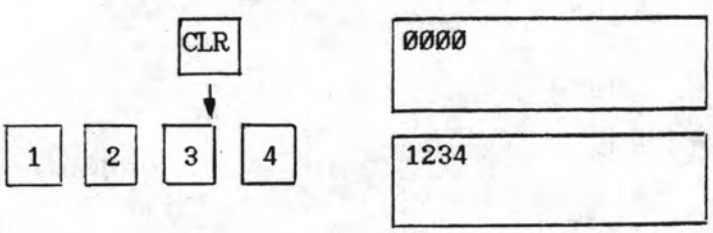


การกำหนดแอดเดรส

เป็นการกำหนดแอดเดรส (Step) ของโปรแกรมขั้นบันไดเพื่อจะใช้งานกับการทำงานอื่นได้แก่ การอ่าน การเขียน การเพิ่ม การลบ การค้นหา การใช้งานโดยกดปุ่ม CLR ตามด้วยหมายเลขแอดเดรสที่ต้องการ

โหมดการใช้งาน

RUN	PROGRAM
X	X



ถ้าต้องการแอดเดรส 0000 หลังจากกดคีย์ CLR แล้ว ไม่จำเป็นต้องกดตัวเลขก็ได้ การกำหนดแอดเดรสนี้เครื่องจะไม่แสดงโปรแกรมที่แอดเดรสนั้น ถ้าต้องการดูโปรแกรมที่แอดเดรสนั้นต้องกดคีย์ ⇧ หรือ ⇩

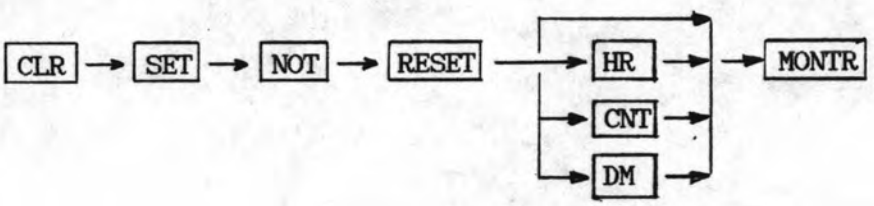
การลบโปรแกรมทั้งหมด

เป็นคำสั่งสำหรับลบโปรแกรมขั้นบันไดทั้งหมดในหน่วยความจำ หลังจากทำงานแล้วโปรแกรมในหน่วยความจำจะเป็นคำสั่ง NOP(ØØ) ทั้งหมด การลบโปรแกรมทั้งหมดนี้เครื่องจะลบข้อมูลใน Holding relay, Counter และ Data memory ด้วย ถ้าไม่ต้องการให้ลบข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องกดคีย์ชนิดของข้อมูลนั้นด้วย

โหมดการใช้งาน

RUN	PROGRAM
-	X

รูปแบบการใช้



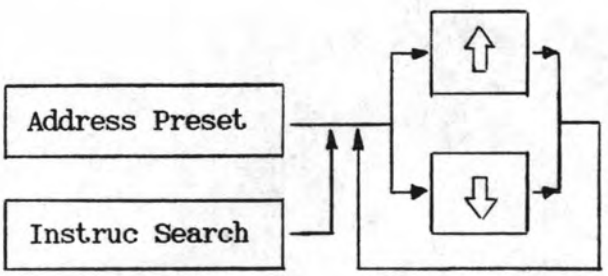
การอ่านโปรแกรม

เป็นคำสั่งสำหรับอ่านโปรแกรมขั้นบันไดที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำ

โหมดการใช้งาน

RUN	PROGRAM
X	X

รูปแบบการใช้



- เมื่อกดคีย์ ⇧ จะเป็นการแสดงโปรแกรมที่ตำแหน่งก่อนหน้าหนึ่งตำแหน่ง
- เมื่อกดคีย์ ⇩ จะเป็นการแสดงโปรแกรมที่ตำแหน่งถัดไปหนึ่งตำแหน่ง
- ถ้าแอดเดรสที่กำหนดมีค่ามากกว่าแอดเดรสสูงสุดของโปรแกรม เครื่องจะไม่ทำงานคำสั่งนี้

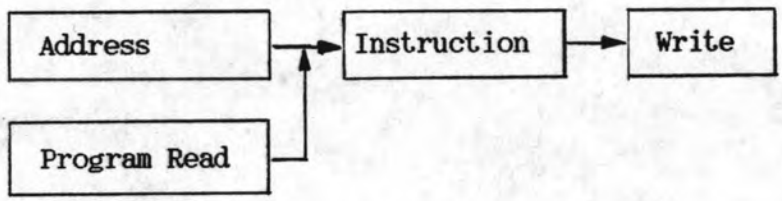
การเขียนคำสั่ง

เป็นการเขียนคำสั่งที่แสดงบนจอ LCD ขณะนั้นลงไปในหน่วยความจำ ณ ตำแหน่งแอดเดรสที่แสดงบนจอ LCD คำสั่งเดิมที่เก็บในหน่วยความจำ ณ ตำแหน่งนั้นจะถูกแทนด้วยคำสั่งใหม่ที่เขียนลงไป

โหมดที่ใช้งาน

RUN	PROGRAM
-	X

รูปแบบการใช้งาน



- หลังจากทำงานแล้ว เครื่องจะนำคำสั่งที่ตำแหน่งถัดไปมาแสดงบนจอ LCD ให้ดู
- เมื่อคำสั่งใหม่ที่จะเขียนมีความยาวกว่าคำสั่งเดิม และหน่วยความจำไม่พอเก็บ คำสั่งนี้จะไม่ถูกทำงาน

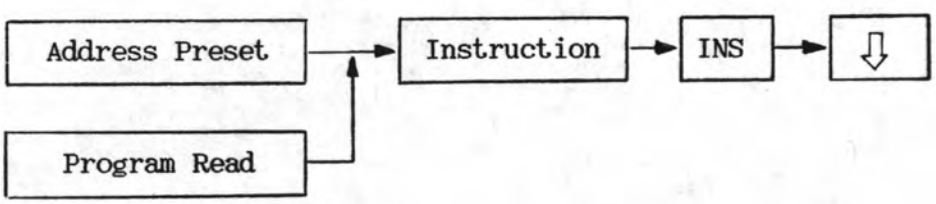
การเพิ่มคำสั่ง

เป็นการแทรกคำสั่งที่แสดงบนจอ LCD ลงไป ณ ตำแหน่งแอดเดรสที่แสดงบนจอ LCD โปรแกรมเดิมตั้งแต่แอดเดรสนั้นจนจบโปรแกรมจะถูกเลื่อนลงไปข้างล่าง

โหมดการใช้งาน

RUN	PROGRAM
-	X

รูปแบบการใช้



- หลังจากทำงานแล้วเครื่องจะนำคำสั่งที่แอดเดรสต่อไปมาแสดงที่จอ LCD
- ถ้าหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมเต็ม คำสั่งนี้จะไม่ทำงาน

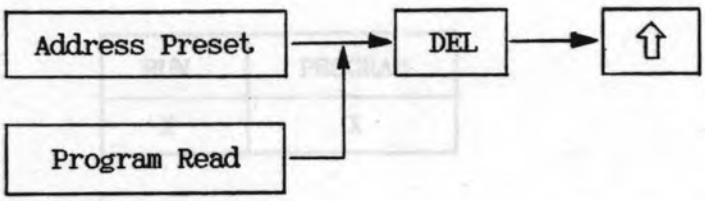
การลบคำสั่ง

เป็นการลบคำสั่ง ณ ตำแหน่งแอดเดรสที่กำหนดบนจอ LCD ออกจากหน่วยความจำและคำสั่งตั้งแต่ตำแหน่งแอดเดรสต่อไปจนจบโปรแกรมจะถูกเลื่อนมาข้างหน้าด้วย

โหมดการใช้งาน

RUN	PROGRAM
-	X

รูปแบบการใช้



- เมื่อกดคีย์ DEL เครื่องจะนำคำสั่ง ณ ตำแหน่งแอดเดรสนั้นจากหน่วยความจำออกมาแสดงที่จอ LCD อีกครั้งเพื่อให้แน่ใจ และจะลบเมื่อกดคีย์ ⇧
- หลังจากทำคำสั่งนี้แล้วเครื่องจะนำคำสั่งใหม่ ณ ตำแหน่งแอดเดรสเดิมมาแสดงที่จอ LCD

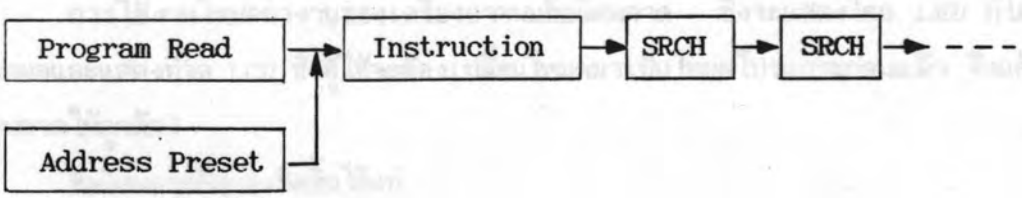
การค้นหาคำสั่ง

เป็นการหาคำสั่งที่กำหนดว่าอยู่ที่ตำแหน่งเท่าใดในโปรแกรม และนำมาแสดงที่จอ LCD การค้นหาจะเริ่มจากแอดเดรสขณะนั้นไปเรื่อย ๆ จนพบคำสั่งนั้น หรือพบคำสั่ง END จึงหยุดและนำคำสั่งนั้นมาแสดงที่จอ LCD ถ้าการค้นจนถึงคำสั่งสุดท้ายแล้วยังไม่พบก็จะแสดงข้อความบอกว่าหาไม่พบ

โหมดการใช้งาน

RUN	PROGRAM
-	X

รูปแบบการใช้



การใช้คำสั่งค้นหาสามารถใช้ต่อเนื่องได้หมายถึงว่า เมื่อกดคีย์ SRCH จะเป็นการหา

คำสั่งนั้นตัวแรก ถ้าต้องการหาตัวที่สอง, สามต่อ ก็กดคีย์ SRCH หาตัวต่อไปได้ โดยจะต้องห้ามกดตัวอื่นในระหว่างนั้น

การดูสถานะ (Monitor)

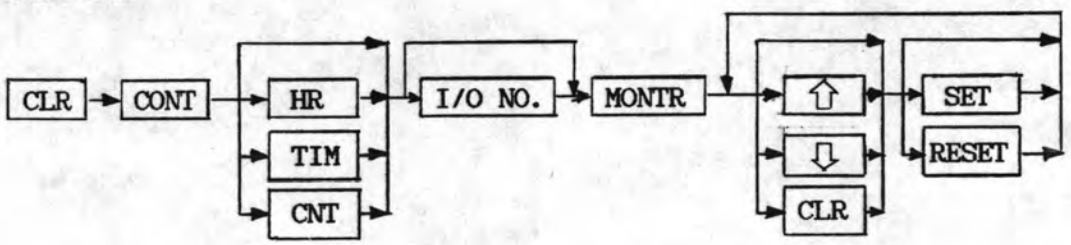
การดูสถานะจะมี 2 อย่างคือ ดูสถานะของรีเลย์ว่าเป็น ON หรือ OFF และดูค่าข้อมูลของแชลแนล ซึ่งแสดงเป็นเลขฐานสิบหกจำนวน 4 หลัก

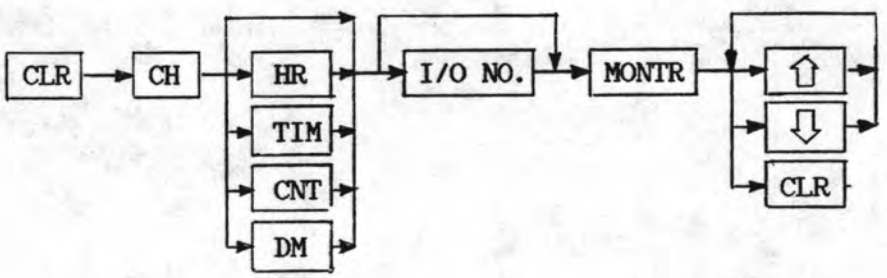
การดูสถานะของรีเลย์แล้วผู้ใช้สามารถ เซ็ท/รีเซ็ทข้อมูลของรีเลย์ที่แสดงสถานะนั้นได้ โดยการกดคีย์ SET หรือ RESET

โหมดการใช้งาน

RUN	PROGRAM
X	X

รูปแบบการใช้





ขณะที่กำลังดูสถานะของรีเลย์ หรือข้อมูลอยู่ผู้ใช้สามารถกดคีย์ ⇧ เพื่อดูสถานะของตำแหน่งถัดไปข้างบน หรือกดคีย์ ⇩ เพื่อดูสถานะของตำแหน่งถัดมา

การใช้งานโหมดทำงานของเครื่องอาจพบข้อผิดพลาด ซึ่งจะแสดงโดย LED ที่โมดูลแสดงผลและแสดงที่จอ LCD ซึ่งผู้ใช้จะต้องเปลี่ยนโหมดมาเป็นโหมดโปรแกรมก่อนแล้ว จึงแก้ไขที่ผิดพลาดให้ถูกต้อง

ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้แก่

"NO END INSTR" หมายถึงไม่มีคำสั่ง END ในโปรแกรมขั้นบันได เครื่องไม่สามารถทำงานได้ ผู้ใช้ต้องกลับไปโหมดโปรแกรมเพื่อป้อนคำสั่ง END ก่อน

"MEMORY ERR" หมายถึงมีคำสั่งขั้นบันได บางคำสั่งที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำผิดพลาด ผู้ใช้ต้องกลับไปโหมดโปรแกรมและลบคำสั่งที่ผิดพลาดทิ้ง

"LOW BATT" หมายถึงแบตตอรี่ที่ต่อกับหน่วยความจำมีกำลังไฟต่ำ แล้วควรจะเปลี่ยนใหม่

คำสั่งขั้นบันไดต่างๆ ที่ใช้เขียนโปรแกรมมีทั้งสิ้น 64 คำสั่ง ซึ่งมีรายละเอียดอยู่ในบทที่ 4 แล้ว

ประวัติผู้เขียน

นายสิทธิพร ประวัติรุ่งเรือง เกิดวันที่ 4 มกราคม พ.ศ.2508 ที่จังหวัดสมุทรปราการ จบการศึกษาชั้นปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เกียรตินิยมอันดับสอง เมื่อปีพ.ศ. 2530 ต่อจากนั้นเข้าศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย