บทที่ 4

ฮาร์ดแวร์ของตัวควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้ (PC)

ในบทที่แล้วได้กล่าวถึงแนวความคิดในการออกแบบฮาร์ดแวร์ และแสดงบล็อคไดอะแกรมต่าง ๆ ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการออกแบบวงจรที่นำไปใช้ทดลองโดยแบ่งออกเป็นฮาร์ดแวร์ของตัวควบคุมหรือ BASIC UNIT และฮาร์ดแวร์ของตัวป้อนโปรแกรม (Programming Console)

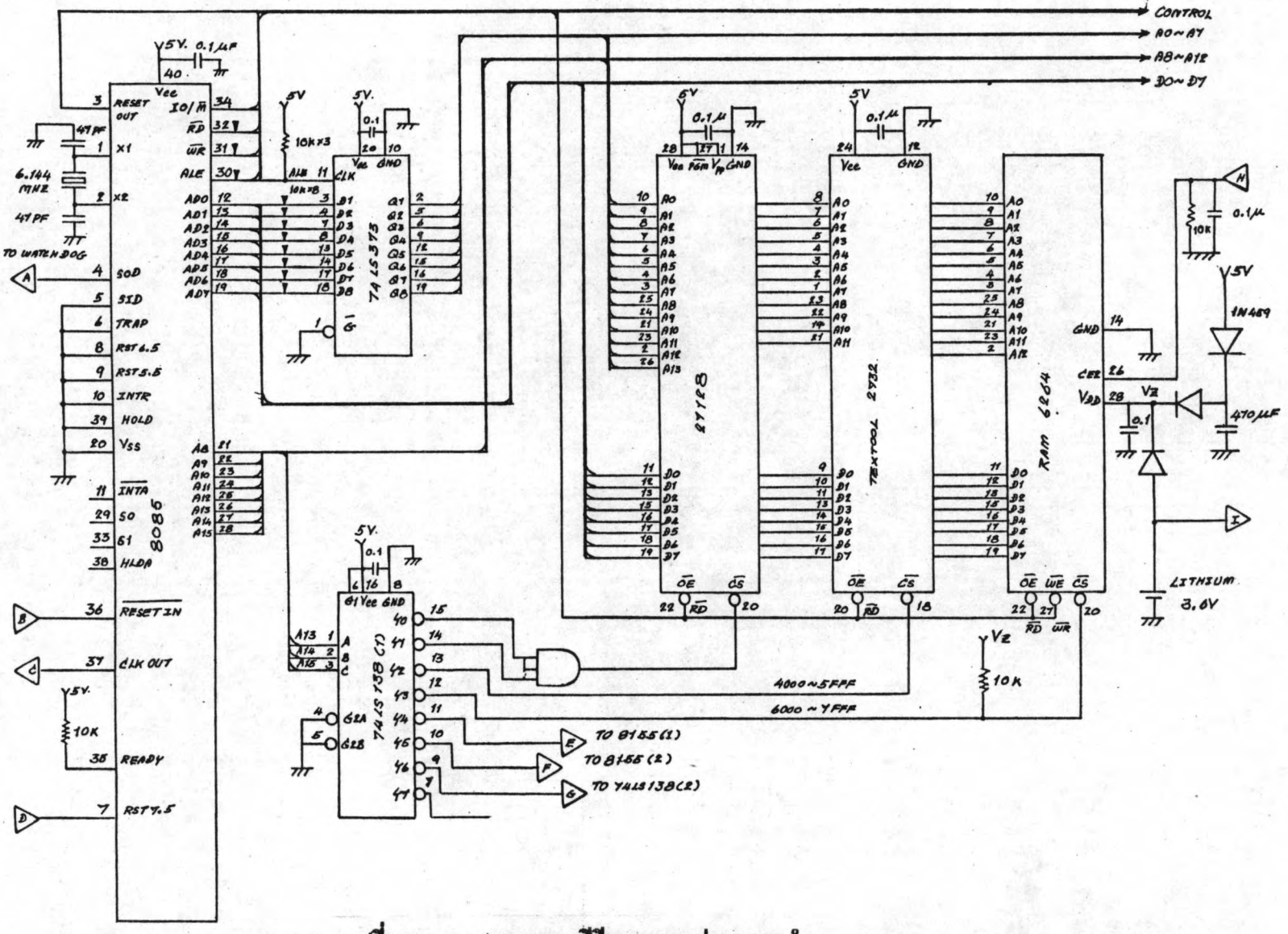
4.1 ฮาร์ดแวร์ของตัวควบคุม (BASIC UNIT)

4.1.1 ซีพียู และหน่วยความจำ

การออกแบบฮาร์ดแวร์ของตัวควบคุมจะใช้ซีพียู เบอร์ 8085 เป็นซีพียูขนาด 8 บิท ทำงานที่ความถี่ 6 MHz ระบบบัสถูกออกแบบมาเป็นแบบมัลติเพล็ก ซึ่งจะทำการมัลติเพล็กระหว่างบัสข้อมูล (Data Bus) และบัสแอดเดรส (Address Bus) ดังนั้นจึงต้องใช้ IC เบอร์ 74LS373 ทำการแลทช์ (Latch) แอดเดรสโดยใช้สัญญาณ ALE (Address Latch Enable) จากซีพียูเป็นสัญญาณควบคุมดังแสดงในรูปที่ 4.1

หน่วยความจำของระบบจะถูกแบ่งออกเป็น 8 ส่วน แต่ละส่วนสามารถเลือกหน่วยความจำได้ 8 กิโลไบท์ โดยใช้บิทที่ A13, A14 และ A15 จากซีพียูเป็นอินพุทของตัวถอดระหัสเพื่อเลือกหน่วยความจำโดยใช้ IC เบอร์ 74LS138 (3 to 8)ทำหน้าที่เป็นตัวถอดระหัส (ดูรูปที่ 4.1)

การเลือกอินพุท เอาท์พุท ของระบบจะเป็นแบบ MEMORY MAP I/O ซีพียูจะมอง อินพุท เอาท์พุท เป็นเหมือนหน่วยความจำ ดังนั้นคำสั่งในการอ่านอินพุทและสั่งให้เอาท์พุททำงาน จะต้องใช้คำสั่งการเคลื่อนย้ายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหน่วยความจำแทน เหตุผลในการเลือกใช้ระบบอินพุท เอาท์พุท เช่นนี้ เพื่อลดความยุ่งยากในการเลือกหมู่ระหว่างหน่วยความจำอินพุทเอาท์พุททำให้ขนาดของระบบเล็กลงซึ่งเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของระบบ



รูปที่ 4.1 แสดงวงจร ซีพียู และ หน่วยความจำ

หน่วยความจำของระบบแบ่งออกเป็น 8 ส่วน(ดูรูปที่ 4.2) ซึ่งจะถูกนำไปใช้ดังนี้

- ส่วนที่ 1 และส่วนที่2 ใช้เป็นที่เก็บโปรแกรมของระบบที่ใช้ควบคุมการทำงานทั้งหมดของ PC ขนาด 16 กิโลไบท์ โดยใช้หน่วยความจำ EPROM เบอร์ 27128 มีแอดเดรสอยู่ระหว่าง 0000H - 3FFFH

- ส่วนที่ 3 สำรองสำหรับเก็บโปรแกรมขั้นบันไดที่เขียนโดยผู้ใช้ สามารถเก็บขั้นโปรแกรมได้สูงสุด 1000 ขั้น ใช้หน่วยความจำ EPROM เบอร์ 2732 ซึ่งเป็นหน่วยความจำขนาด 4 กิโลไบท์ หน่วยความจำที่ยังเหลืออีก 4 กิโลไบท์ ในส่วนที่ 3 นี้ไม่ได้ถูกนำมาใช้งาน หน่วยความจำส่วนนี้ มีแอดเดรสระหว่าง 4000H - 5FFFH

- ส่วนที่ 4 หน่วยความจำในส่วนนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อยคือ ใช้เป็นหน่วยความจำเก็บโปรแกรมของผู้ใช้ (User Program) และใช้เป็นที่เก็บสภาวะการทำงานของรีเลย์ ค่าเวลาของตัวตั้ง และค่านับของตัวนับ ใช้เป็นหน่วยความจำ RAM เบอร์ 6264 เป็นหน่วยความจำขนาด 8 กิโลไบท์ หน่วยความจำใน ส่วนนี้จะมีแบตเตอรี (Battery) จ่ายไฟสำรองเพื่อเก็บรักษาข้อมูลไม่ให้หายเมื่อไฟดับ มีแอดเดรสอยู่ระหว่าง 6000H - 7FFFH

- ส่วนที่ 5 ใช้เป็นสแตกค์ (Stack) และเป็นบัฟเฟอร์ (Buffer) ใช้ IC เบอร์ 8155 ซึ่งเป็น IC ที่รวมเอา I/O หน่วยความจำขนาด 256 ไบท์ (Byte) และตัวตั้งเวลา (Timer) อยู่ในตัวเดียวกัน มีแอดเดรสอยู่ระหว่าง 8000H - 9FFFH

- ส่วนที่ 6 เป็นหน่วยความจำที่ไม่ได้นำมาใช้ หน่วยความจำในส่วนนี้อยู่ใน IC เบอร์ 8155 เช่นเดียวกับหน่วยความจำใน ส่วนที่ 5 มีแอดเดรสระหว่าง A000H - BFFFH

- ส่วนที่ 7 นี้ ใช้เป็นตัวเลือกอินพุท เอาท์พุท โดยจะแบ่งอินพุทเอาท์พุทออกเป็นส่วนย่อย ๆ อีก 8 ส่วน โดยผ่านตัวถอดระหัส เบอร์ 74LS138 3 ส่วนย่อยแรกเตรียมไว้เพื่อการขยายระบบ (I/O Expansion)) มีแอดเดรสระหว่าง C000H - CBFFH ส่วนย่อยที่ 4 มีแอดเดรสระหว่าง CC00H - CFFFH ใช้เป็นตัวเลือก ตัวป้อนโปรแกรม ตัวเลือกอินพุท เอาท์พุท ส่วนย่อยที่เหลือไม่ได้นำมาใช้

- ส่วนที่ 8 เป็นหน่วยความจำสำรองไม่ได้นำมาใช้

0000 : : 3FFF	EPROM # 27128
4000 : 4FFF	EPROM # 2732
5000 : 5FFF	UNUSED AREA
6000 : 7FFF	RAM # 6264
8000 : 80FF	RAM IN 8155(1)
8100 : 9FFF	UNUSED AREA
A000 : A0FF	RAM IN 8155(2)
A1FF : BFFF	UNUSED AREA
C000 : DFFF	MEMORY MAP I/O
E000 : FFFF	UNUSED AREA

รูปที่ 4.2 แสดงการจัดหน่วยความจำของระบบ (Memory Map)

4.1.2 วงจรอินพุท (Input Circuit)

วงจรอินพุทของ PC จะใช้ IC เบอร์ 8155 ภายใน8155 จะประกอบด้วยหน่วยความจำ RAM ขนาด 256 ไบท์ มีพอร์ทที่สามารถโปรแกรมให้เป็นอินพุทหรือเอาท์พุทได้ขนาด 8 บิท 2 พอร์ท และขนาด 6 บิทอีก 1 พอร์ท นอกจากนี้ยังประกอบด้วย ตัวตั้งเวลาที่สามารถโปรแกรมได้ขนาด 14 บิท จากรูปที่ 4.3 แสดงวงจรอินพุท โดยการโปรแกรมให้พอร์ททั้ง 3 ของ 8155 เป็นอินพุททั้งหมด รูปที่ 4.4 แสดงวงจรอินพุทอินเตอร์เฟส

อินพุทพอร์ททั้ง 3 ของ 8155 ทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. **อินพุท ขนาด 8 บิท 2 พอร์ท** จะใช้เป็นอินพุทรับสัญญาณควบคุมจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น สวิทช์ ปุ่มกด และเซนเซอร์ (Sensor) ต่าง ๆ โดยอินเตอร์เฟสผ่านตัวแยกสัญญาณและติดต่อกันด้วยแสง (Opto-Isolator) และมีวงจรกรองความถี่ผ่านต่ำ RC เป็นตัวกรองสัญญาณรบกวน ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ใช้ IC เบอร์ TLP 521-4 เป็นตัวแยกสัญญาณซึ่งใช้กับสัญญาณเข้าความเร็วสูงสุด 5 MHz และจะ มี LED เพื่อบอกสภาวะการทำงานของอินพุททำให้รู้ว่าในขณะนั้นมีสัญญาณอินพุทต่อเข้ามาหรือไม่ วงจรอินพุทที่ออกแบบจะเป็นชนิด DC กระแสไหลเข้า (DC Sink Type) โดยทำงานที่สัญญาณไฟ 24 โวลท์

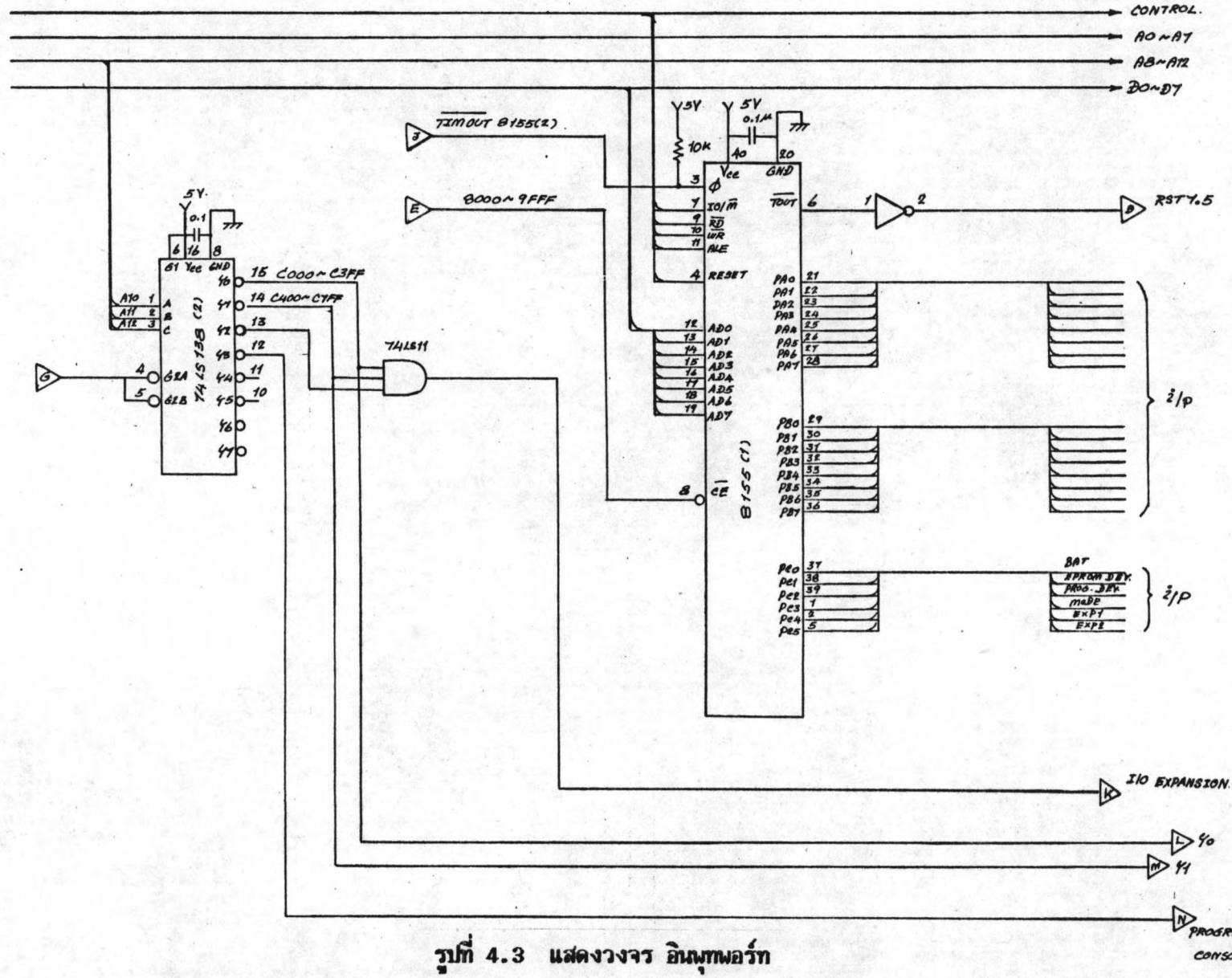
2. **อินพุท ขนาด 6 บิท 1 พอร์ท** ใช้เป็นอินพุทเพื่อบอกสภาวะการทำงานภายในของ PC เอง เช่น

2.1 ใช้เพื่อบอกสภาวะของ แบตเตอรีเช่น ระดับแรงดันไฟต่ำกว่าที่กำหนด

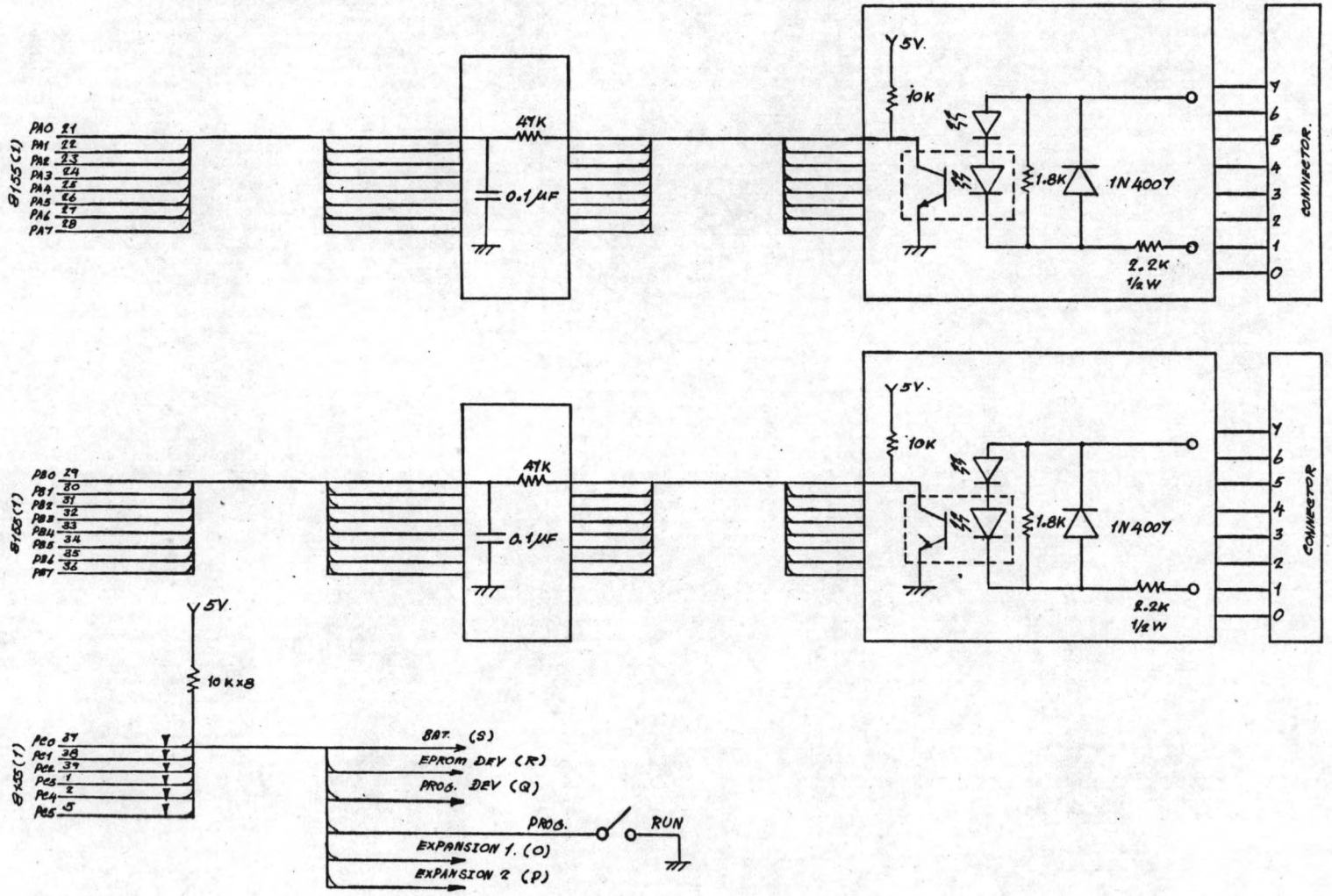
2.2 ใช้เพื่อแสดงโหมดการทำงานของ PCเช่นกำลังทำงานในโหมดทำงานหรือโหมดโปรแกรม

2.3 ใช้เพื่อบอกความแตกต่างของอุปกรณ์ที่ต่อกับ PC เช่น ตัวอัดโปรแกรม (EPROM Programming Device) หรือตัวป้อนโปรแกรม (Programming Console Device)

2.4 ใช้เพื่อแสดงถึงสภาวะที่มีการต่ออุปกรณ์ขยายอินพุทและเอาท์พุท (I/O Expansion Unit)



รูปที่ 4.3 แสดงวงจร อินพุทพอร์ท



รูปที่ 4.4 แสดงวงจร อินพุทอินเตอร์เฟส

4.1.3 <u>วงจรเอาท์พุท (Output Circuit)</u>

วงจรเอาท์พุทของ PC ใช้เบอร์ 8155 เช่นเดียวกับวงจรอินพุท โดยการโปรแกรมให้เป็นเอาท์พุททั้ง 3 พอร์ท ดังแสดงในรูปที่4.5 รูปที่ 4.6 แสดงวงจรเอาท์พุทอินเตอร์เฟส

เอาท์พุทพอร์ททั้ง 3 ของ 8155 ทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

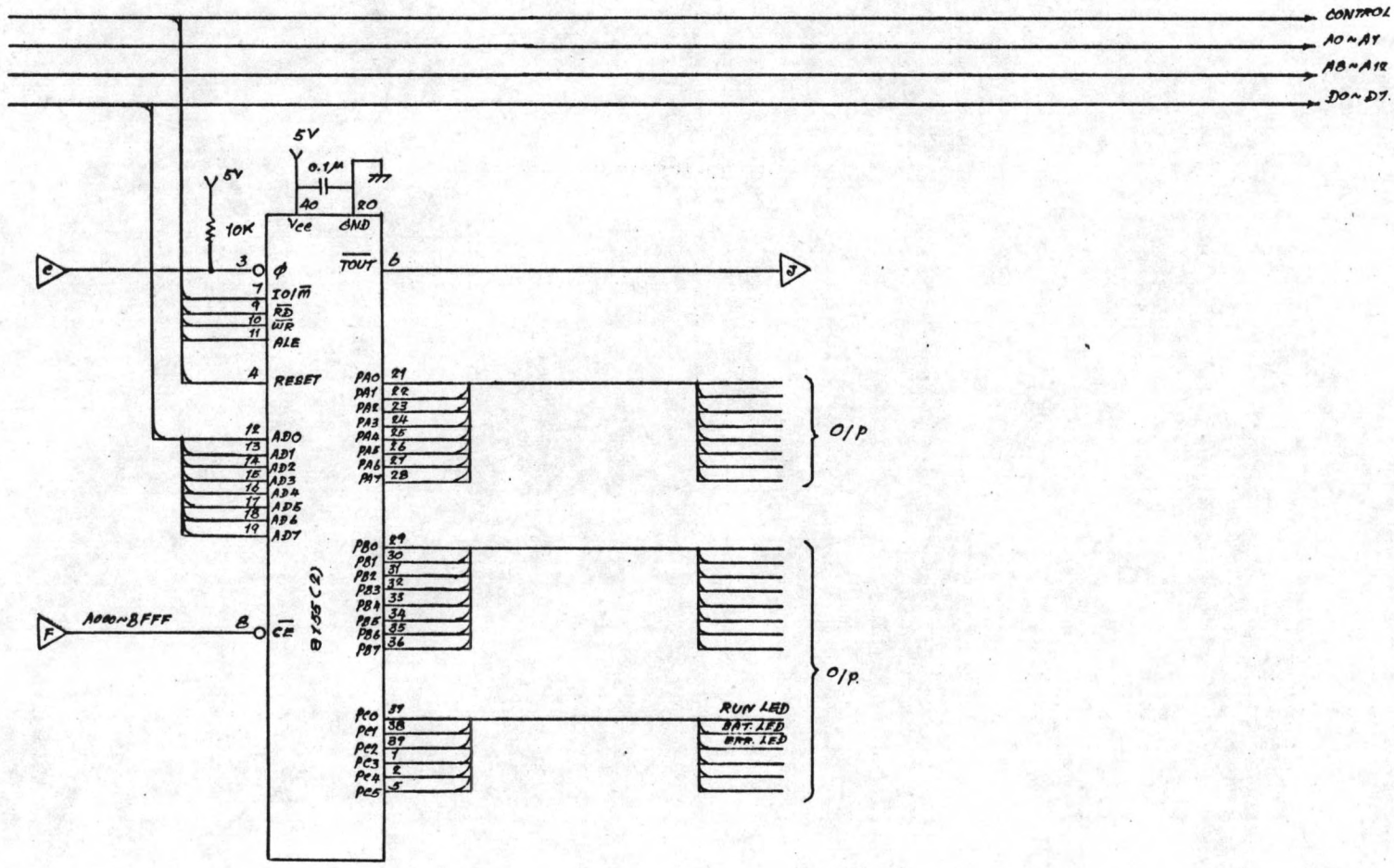
1. **เอาท์พุทขนาด 8 บิท 2 พอร์ท** ใช้เป็นเอาท์พุท เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก อินเตอร์เฟสกับรีเลย์โดยผ่านตัวขับ ULN 2803 ซึ่งสามารถทนภระแสได้สูงสุด 500 มิลลิแอมแปร์ คอยล์ของรีเลย์ทำงานที่แรงดัน 24 โวลท์ หน้าสัมผัสทานภระแสได้ 5 แอมแปร์ มี LED เพื่อบอกสภาวะการทำงานของเอาท์พุท นอกจากนี้ยังมีวงจร RC ต่อขนานหน้าสัมผัสเพื่อป้องกันอัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน (dv/dt) และมี วาริสเตอร์ (Varistor) ต่อเพื่อป้องกันเสอร์จ (Surge) แรงดันสูงจากภายนอก

2. **เอาท์พุทขนาด 6 บิท 1 พอร์ท** เป็นเอาท์พุทต่อกับ LED โดยผ่านบัฟเฟอร์เพื่อใช้แสดงสภาวะการทำงานของ PC ดังนี้

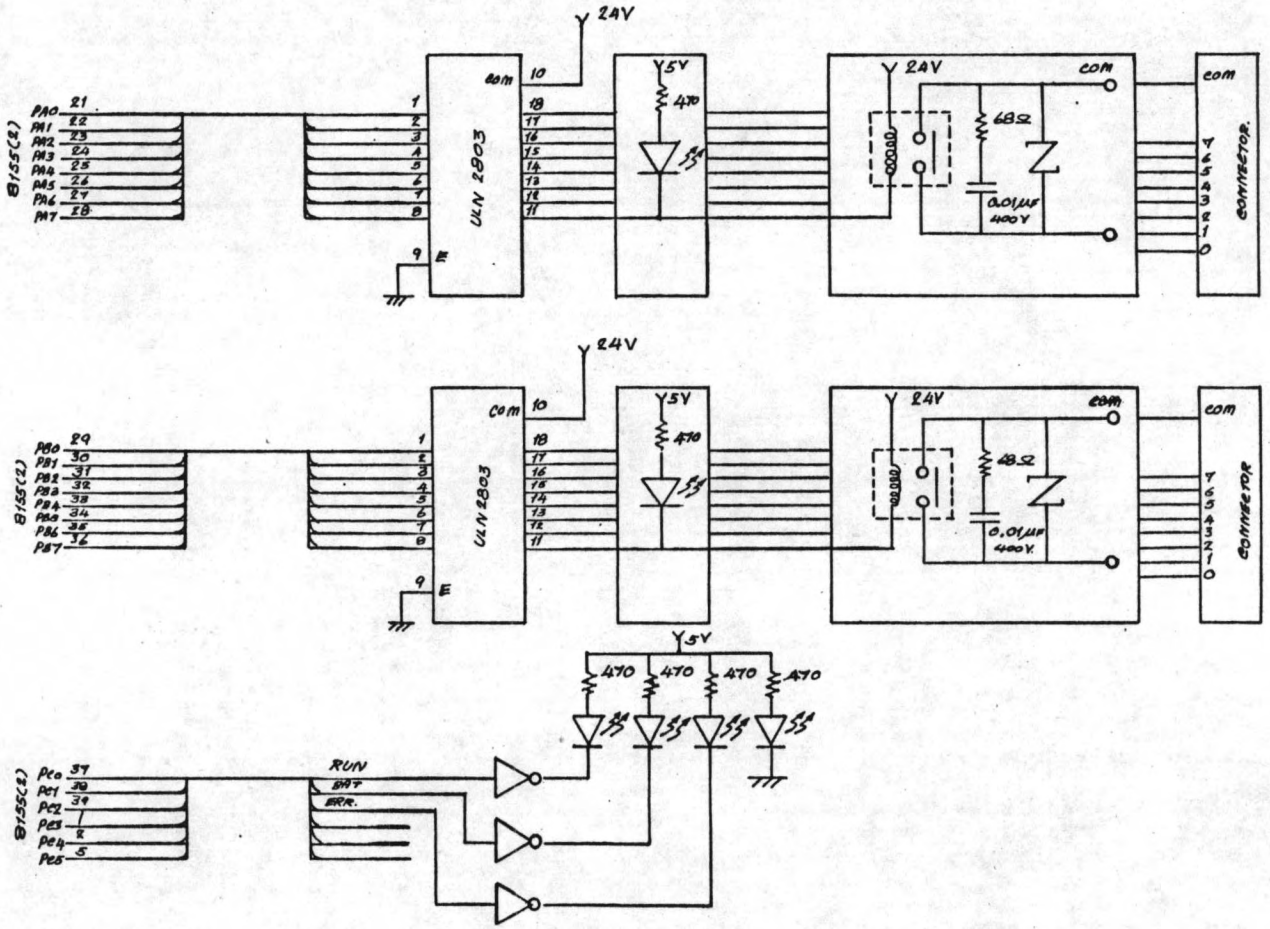
2.1 ใช้แสดงสภาวะแรงดันของแบตเตอรี

2.2 แสดงโหมดการทำงานของ PC

2.3 แสดง ERROR เมื่อมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับ PC เช่น โปรแกรมในหน่วยความจำผู้ใช้ (User Memory) ถูกทำลายเป็นต้น



รูปที่ 4.5 แสดงวงจรเอาท์พุทพอร์ท



รูปที่ 4.6 แสดงวงจรเอาท์พุทอินเตอร์เฟส

4.1.4 ระบบฐานเวลาของ PC (PC Time Base)

ระบบฐานเวลาของPC ที่ใช้กับตัวตั้งเวลา (TIMER) จะมาจาก IC เบอร์ 8155 ทั้ง 2 ตัว โดยตัวแรกใช้สัญญาณนาฬิกาของระบบซีพียูเป็นฐานเวลา และตัวที่ 2 ใช้สัญญาณนาฬิกาจากตัวแรกเป็นฐานเวลาอีกที่หนึ่ง การทำงานในโหมดตัวตั้งเวลาของ 8155 จะแบ่งการทำงานออกเป็น 4 โหมด สามารถโปรแกรมตั้งเวลาด้วยตัวนับขนาด 14 บิท (14-Bit Binary Counter) การเลือกโหมดการทำงานของตัวตั้งเวลาภายใน 8155 ทำได้โดยใช้คำสั่งเลือกในโปรแกรม รูปที่ 4.7 แสดง ฟอร์แมทของตัวตั้งเวลา และรูปที่ 4.8 แสดงโหมดการทำงานของตัวตั้งเวลา

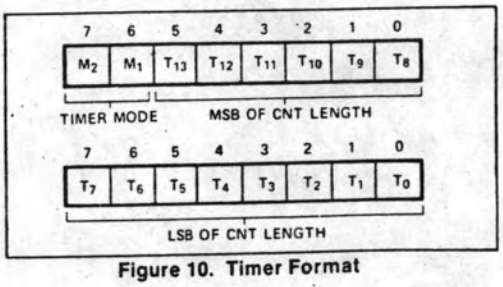


Figure 10. Timer Format

รูปที่ 4.7 แสดงฟอร์แมทของตัวตั้งเวลา

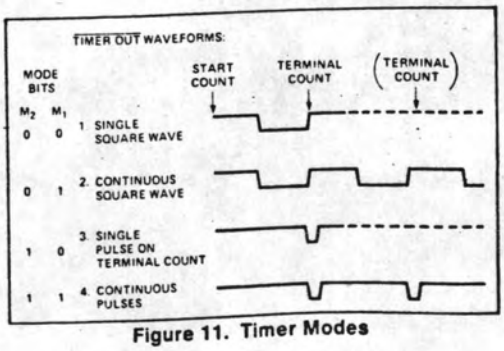


Figure 11. Timer Modes

รูปที่ 4.8 แสดงโหมดการทำงานของตัวตั้งเวลา

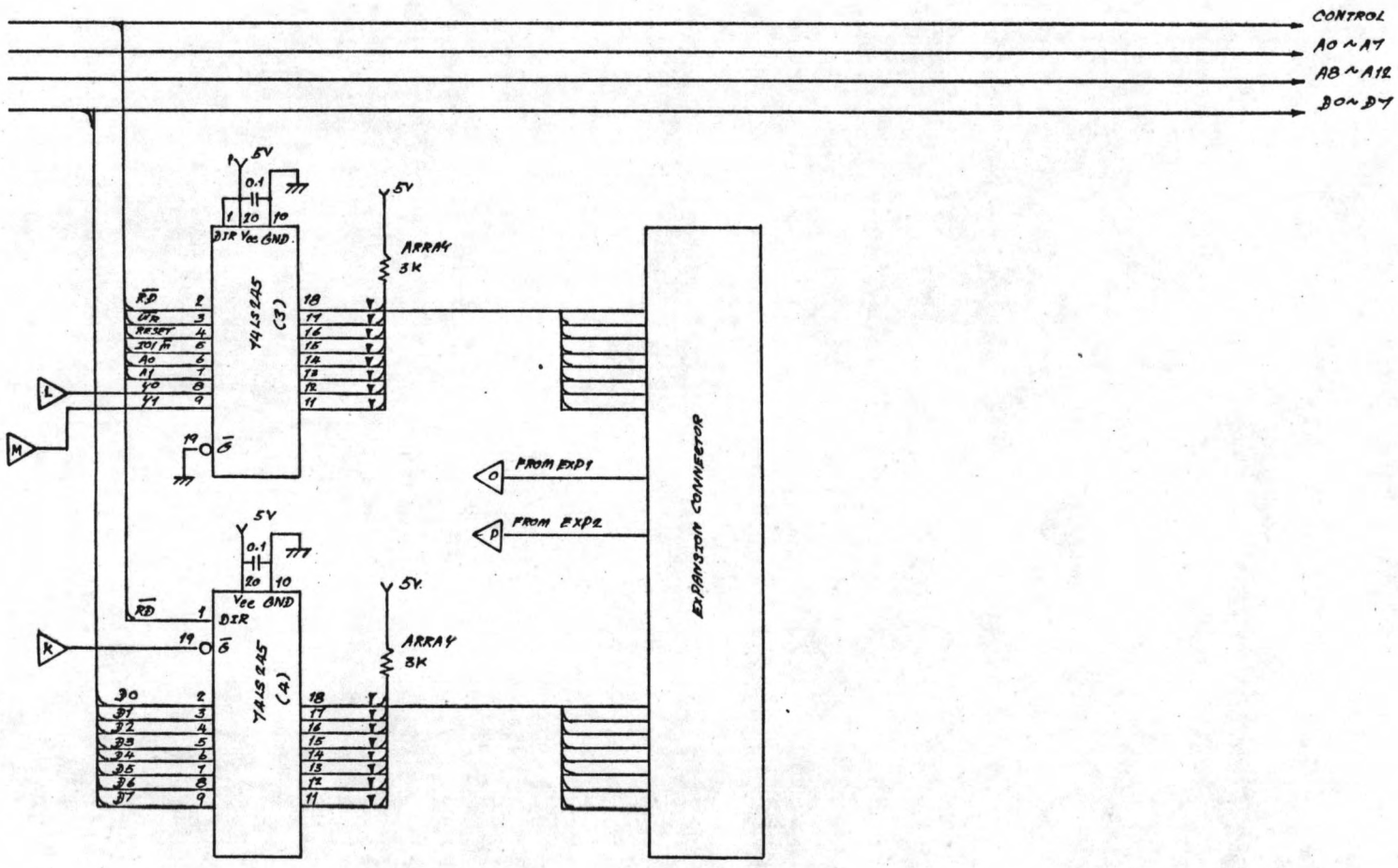
การทำงานของ 8155 ตัวแรกใช้สัญญาณนาฬิกาจากระบบของซีพียูโดยโปรแกรมให้มีการทำงานในโหมด "1" เพื่อกำเนิดฐานเวลาเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมอย่างต่อเนื่อง (Continuous Square Wave) ฐานเวลาที่ได้จะนำไปใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาของ 8155 อีกตัวหนึ่งซึ่งจะถูกโปรแกรมให้มีการทำงานในโหมด "3" เพื่อกำเนิดฐานเวลาเป็นพัลส์อย่างต่อเนื่อง (Continuous Pulse) ฐานเวลาที่ได้จะนำไปใช้เป็นสัญญาณอินเตอร์รัพท์ซีพียูโดยป้อนเข้าทางขา RST 7.5 ซึ่งจะทำงานด้วยขอบขาขึ้นของสัญญาณ (Positive Edge) ดังนั้นสัญญาณอินเตอร์รัพท์จะต้องผ่านตัวอินเวอร์เตอร์ (Inverter) เสียก่อน ซีพียูจะถูกอินเตอร์รัพท์ทุก ๆ 100 msec. ซึ่งจะนำไปใช้เป็นฐานเวลาของ PC ต่อไป

4.1.5 วงจรอินเตอร์เฟสกับอุปกรณ์ (Device Interfacing Circuit)

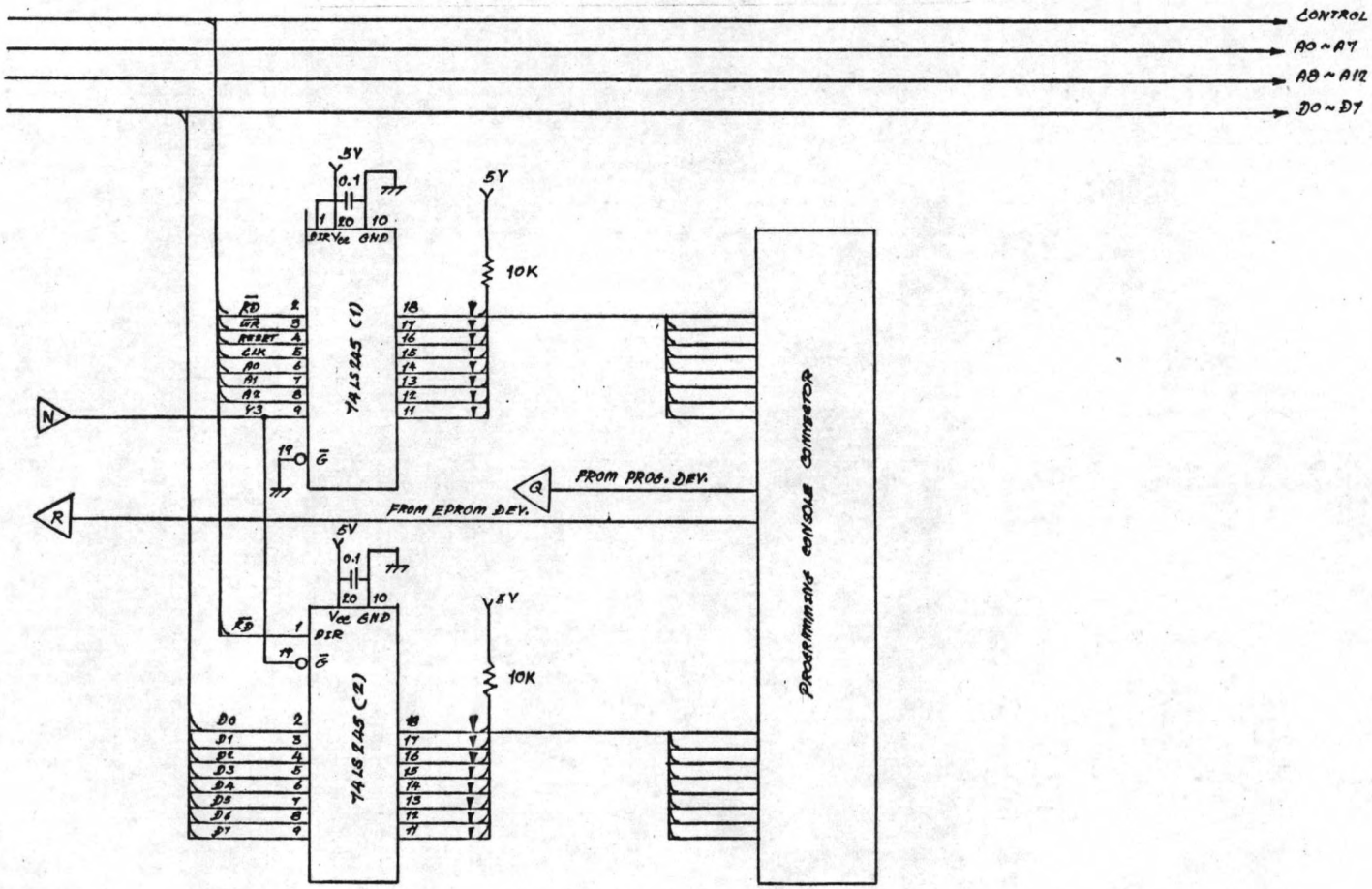
อุปกรณ์ที่จะนำมาอินเตอร์เฟสกับ PC จะประกอบด้วย

1. หน่วยขยายอินพุทและเอาท์พุท (I/O Expansion Unit) รูปที่ 4.9 แสดงวงจรอินเตอร์เฟส โดยใช้ IC เบอร์ 74LS245 เป็นตัวบัฟเฟอร์ (Buffer)

2. ตัวป้อนโปรแกรม (Programming Console) หรือตัวอัดโปรแกรม (EPROM Programming Device) รูปที่ 4.10 แสดงวงจรอินเตอร์เฟส โดยใช้ IC เบอร์ 74LS245 ต่อเป็นบัฟเฟอร์ วงจรอินเตอร์เฟสนี้สามารถต่ออุปกรณ์ได้ 2 ชนิดขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ ซีพียู จะแยกความแตกต่างว่าเป็นอุปกรณ์ชนิดใด โดยใช้สัญญาณที่ขา Q และ R ของตัวคอนเนคเตอร์ (Connector) เป็นตัวบอก ถ้ามีอุปกรณ์ตัวป้อนโปรแกรมต่ออยู่ขา Q ของคอนเนคเตอร์จะถูกดึงให้เป็น "0" โดยตัวป้อนโปรแกรมเอง และถ้ามีอุปกรณ์ตัวอัดโปรแกรมต่ออยู่ ขา R ของคอนเนคเตอร์จะถูกดึงให้เป็น "0" โดยตัวอัดโปรแกรมเช่นกัน



รูปที่ 4.9 แสดงวงจรอินเตอร์เฟสหน่วยขยายอินพุทและเอาท์พุท



รูปที่ 4.10 แสดงวงจรอินเตอร์เฟสตัวป้อนโปรแกรม

4.1.6 วงจรรีเซทระบบ (Reset Circuit)

พิจารณารูปที่ 4.11 ซีพียู จะถูกรีเซทได้ใน 3 กรณี ดังนี้

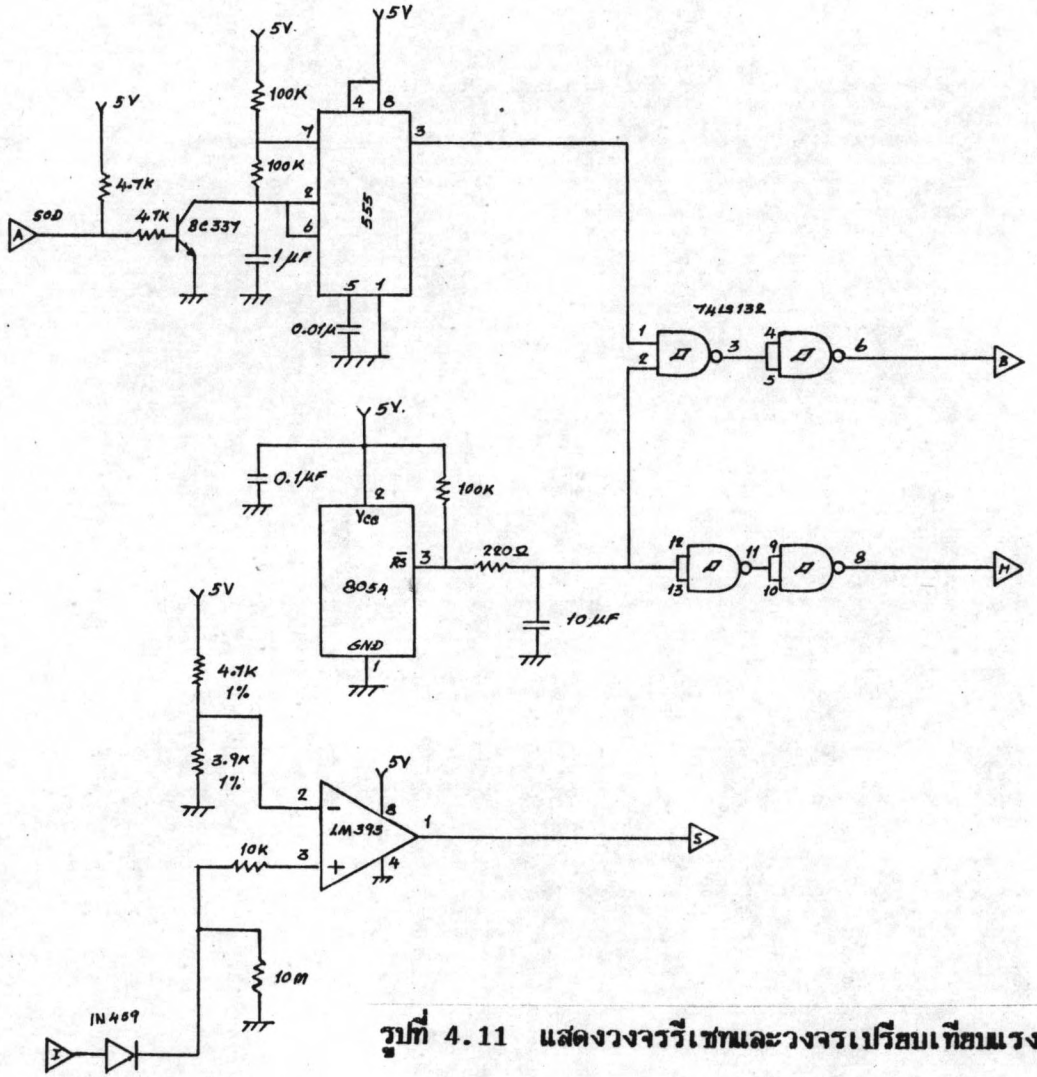
1. POWER ON RESET ซีพียูจะถูกรีเซทเมื่อเริ่มเปิดเครื่อง ใช้วงจรหน่วง เวลา RC

2. POWER DOWN RESET ซีพียูจะถูกรีเซทเมื่อระดับแรงดันไฟเลี้ยงตกลงต่ำกว่า4.4 โวล์ท ใช้ IC เบอร์ 8054 ทำหน้าที่เป็นพาวเวอร์ มอนิเตอร์ (Power Monitor)ซึ่งจะส่งสัญญาณไปรีเซทซีพียูเมื่อระดับแรงดันไฟเลี้ยงตกลงต่ำกว่า 4.4 โวลท์ การทำงานภายใน ของ 8054 ใช้การเปรียบเทียบแรงดันระหว่างแหล่งจ่ายไฟ และแรงดันมาตรฐานคงที่ภายใน เมื่อระดับแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟตกลงต่ำกว่าระดับแรงดันมาตรฐาน ตัวเปรียบเทียบจะส่งสัญญาณเป็น "0" ออกมาที่เอาท์พุท ซึ่งนำไปใช้รีเซท ซีพียูได้

3. WATCHDOG TIMER RESET วงจรนี้ใช้ 555 ต่อเป็นวงจรอะสเตเบิล (Astable Multivibrator) เพื่อทำหน้าที่เฝ้าดูการทำงานของซีพียู โดยซีพียูจะส่งสัญญาณจากขาเอาท์พุท SOD มายังวงจร วอท์ชดอก ไทเมอร์ (Watchdog Timer) เพื่อทำการ ดิสชาร์จประจุเพื่อมิให้ระดับแรงดันภายในตัว 555 ถึงระดับแรงดันที่จะเกิดจากการออสซิเลทได้ โดยซีพียูจะส่งสัญญาณออกไปเป็นระยะ ๆเมื่อซีพียู ยังทำงานตามปกติอยู่ ในกรณีที่ซีพียูทำงานผิดปกติซีพียูจะไม่สามารถส่งสัญญาณไปดิสชาร์จประจุของวอท์ชดอกไทเมอร์ ทำให้ระดับแรงดันภายในถึงระดับการออสซิเลท วอท์ชดอกไทเมอร์ก็จะส่งสัญญาณออกไปรีเซทซีพียูให้กลับมาเริ่ม ทำงานปกติใหม่อีกครั้งหนึ่ง

4.1.7 ระบบจ่ายไฟสำรอง (Battery Back up)

ใช้แบตเตอรีLithium จ่ายไฟให้กับ RAM 6264 เมื่อไฟดับดังแสดงในรูปที่ 4.1 และเมื่อมีการถอดเปลี่ยนแบตเตอรี ตัวเก็บประจุขนาดความจุ 470 uF จะจ่ายไฟแทน รูปที่ 4.11 แสดงวงจรเปรียบเทียบแรงดันของแบตเตอรีโดยใช้ IC เบอร์ LM 393 ในสภาวะที่แรงดันของแบตเตอรีปกติ LM 393 จะให้สัญญาณเอาท์พุทเป็น "1" เมื่อระดับแรงดันไฟของแบตเตอรีต่ำกว่าที่กำหนด ตัวเปรียบเทียบ LM 393 จะส่งสัญญาณเป็น "0" ไปบอกซีพียูให้รับรู้



รูปที่ 4.11 แสดงวงจรรีเซทและวงจรเปรียบเทียบแรงดันแบตเตอรี

4.2 ฮาร์ดแวร์ของตัวป้อนโปรแกรม

หัวใจการทำงานของตัวป้อนโปรแกรม (Programming Console) อยู่ที่ IC เบอร์ 8279 ซึ่งเป็นตัวควบคุมการทำงานที่โปรแกรมได้ของคีย์บอร์ดและตัวแสดงผล (Programmable Keyboard and Display) และมีฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1 อินพุท (Input)

สามารถโปรแกรมเลือกโหมดการทำงานได้ดังนี้

- SCANNED KEYBOARD มีการสแกนทั้งแบบเข้าระหัส (8x8 KEY) และแบบถอดระหัส (4x8 KEY) การกดคีย์แต่ละครั้งจะได้โค๊ดดังนี้ 6 บิทแรกจะแสดงตำแหน่งของคีย์ที่มีการกด ส่วน 2 บิทที่เหลือใช้แสดงสภาวะเมื่อมีการกดคีย์ SHIFT หรือ CONTROL และจะมีการ DEBOUNCE โดยอัตโนมัติ

- SCANNED SENSOR MATRIX มีการSCANเช่นเดียวกับSCANNED KEYBOARD สภาวะของเซนเซอร์จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ RAM ตามแอดเดรสที่ซีพียูกำหนด

- STROBES INPUT ข้อมูลจะถูกสโตรบ(Strobe)เข้าไปเก็บยังหน่วยความจำ FIFO RAM

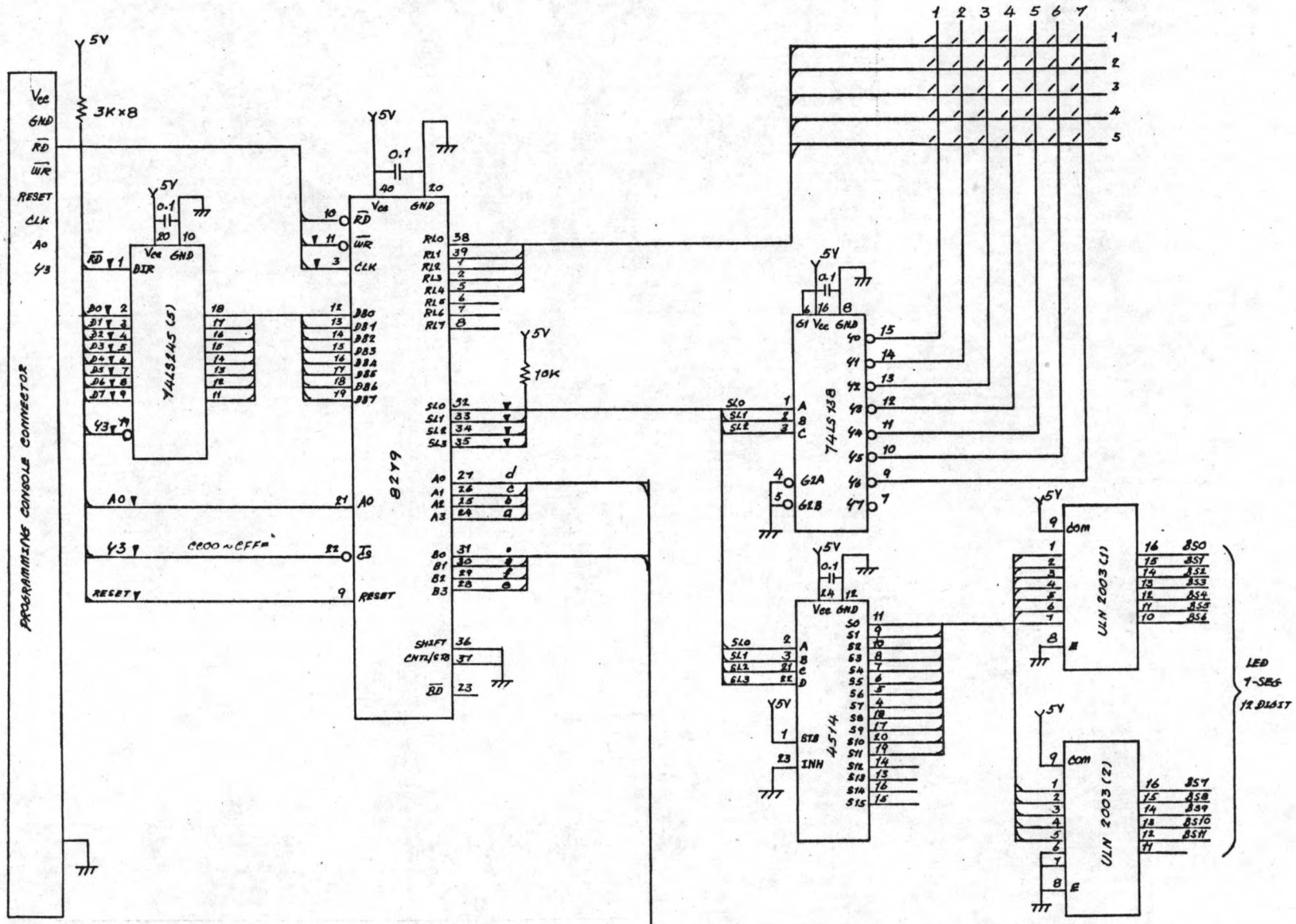
ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้อินพุทในโหมด SCANNED KEYBOARDโดยโปรแกรมให้มีการสแกนแบบเข้ารหัส (Encode) ซึ่งสามารถต่อคีย์ได้สูงสุด 64 คีย์ แต่นำมาใช้เพียง 35 คีย์เท่านั้น โดยต่อเป็น MATRIX ขนาด 5x7

4.2.2 เอาท์พุท (Output)

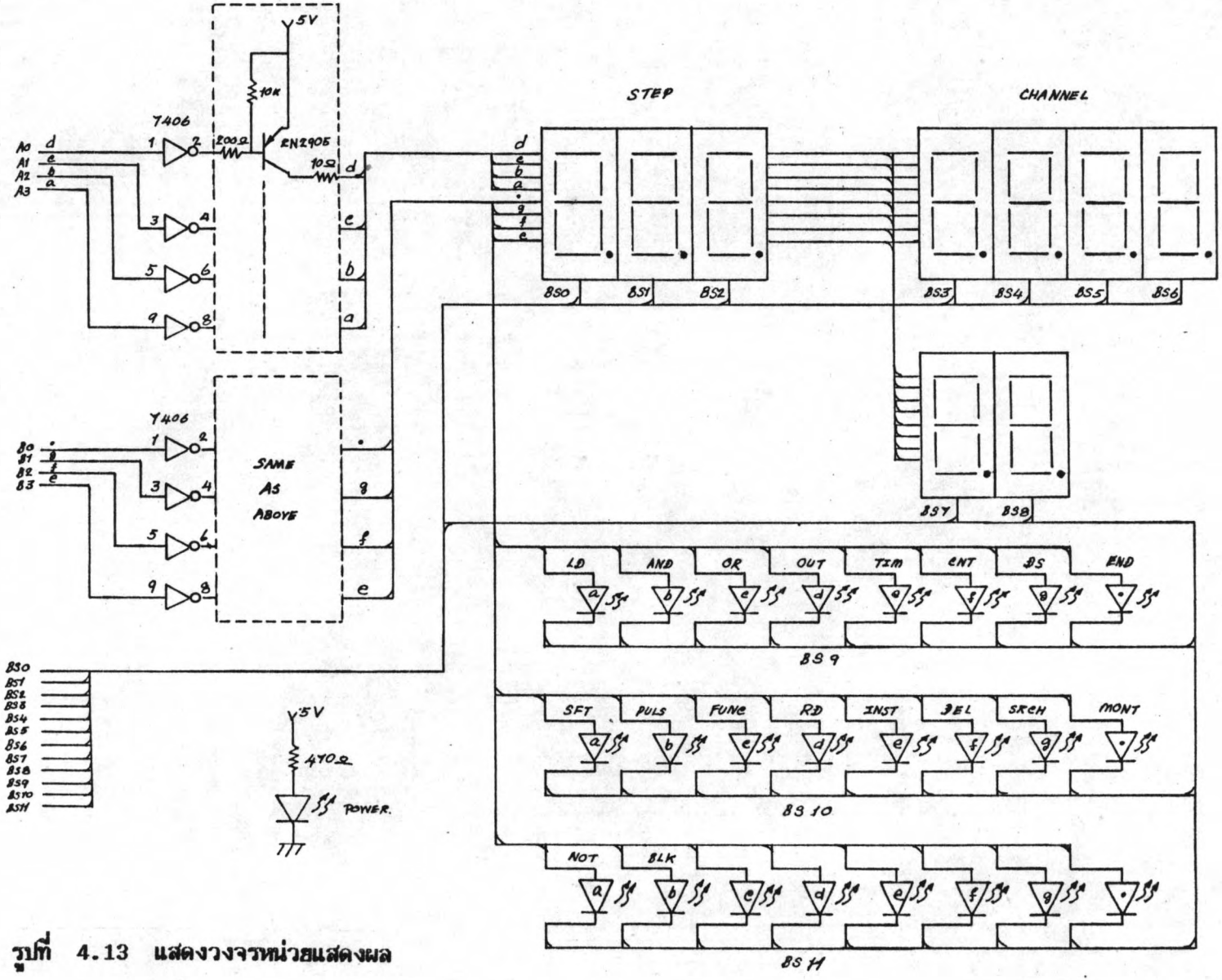
สามารถโปรแกรมให้แสดงผลได้ดังนี้

- แสดงผลด้วย LED 7 ขีดได้ 8 หรือ 16 หลัก ด้วยวิธีมัลติเพล็ก
- การแสดงผลสามารถกำหนดให้แสดงผลโดยเข้าทางขวาหรือเข้าทางซ้ายก็ได้

สำหรับเอาท์พุทได้โปรแกรมให้มีการทำงาน โดยแสดงผลได้ 16 หลักแบบเข้าทางซ้าย ในการออกแบบตัวแสดงผลได้ออกแบบโดยใช้ LED แบบ 7 ขีด 9 หลักและอีก 3 หลัก(ดูรูปที่ 4.13) ได้ใช้ LED มาต่อแทน LED แบบ 7 ขีด เพื่อแสดงคำสั่งของ PC และแสดงสภาวะการทำงานของ PC



รูปที่ 4.12 แสดงวงจรควบคุมคีย์บอร์ดและหน่วยแสดงผล



รูปที่ 4.13 แสดงวงจรหน่วยแสดงผล

ตัวแสดงผลLED 7ขีดที่ใช้(ดูรูปที่4.13)แบบคอมมอนด์คาโทด(Commond Cathode) LED แต่ละหลัก (ดูรูปที่4.12)จะทำงานเมื่อถูกเลือกโดย IC เบอร์ 4514 ซึ่งเป็นตัวเข้าระหัสแบบ 4 ออก 16 8279 จะถูกโปรแกรมให้ทำงานแสดงผล 16 หลัก ดังนั้นที่ขาเอาท์พุท SL3 - SL0 ของ 8279 จะส่งสัญญาณต่อเนื่องเป็นลำดับออกมา โดยเริ่มที่ 0000 - 1111 สัญญาณที่ส่งออกมา จะวนอยู่เช่นนี้ตลอดเวลา ทำให้เอาท์พุทของ 4514 ถูกเลือกให้สัญญาณออกมาที่ S0 เป็น "1" เมื่อสัญญาณที่อินพุทเป็น "0000" และเมื่อสัญญาณอินพุทเป็น "0001" เอาท์พุท S1 จะให้สัญญาณออกมาเป็น "1" แทน จนกระทั่งอินพุทเป็น "1111" เอาท์พุท S15 จะให้สัญญาณออกเป็น "1" สัญญาณจากเอาท์พุทของ 4514 จะผ่านตัวขับ ULN 2003 ซึ่งทนกระแสได้สูง ทำให้ LED แต่ละหลักทำงานในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ

แต่ละเซกเมนท์ (Segment) ของตัว LED จะต่อกับเอาท์พุทของ 8279 ขา A3 - A0 และ B3 - B0 โดยผ่านตัวขับ 7406 (ดูรูปที่ 4.13) ซึ่งจะไปขับตัวทรานซิสเตอร์ (Transistor)2N 2905 ชนิด PNP อีกทีหนึ่ง

เมื่อต้องการแสดงผลเป็นตัวอักษรหรือตัวเลข จะต้องเขียนโค๊ดเซกเมนท์ของตัวอักษรหรือตัวเลขนั้นลงในหน่วยความจำ RAM ขนาด 16 ไบท์ ภายใน 8279 8279 จะส่งโค๊ดเหล่านี้ออกไปแสดงผลยัง LED 7 ขีด โดยอัตโนมัติ

การต่ออินเตอร์เฟส 8279 กับคีย์บอร์ดอย่าง Matrix จะมีการทำงานโดยให้สัญญาณ "0" ออกมาจากแถว (Row) ของคีย์บอร์ดและจะเช็คสัญญาณทางคอลัมน์ (Column) ถ้ามีการกดคีย์บนแถวนั้น คอลัมน์จะถูกดึงให้เป็น "0" ด้วยเพราะการกดคีย์จะทำให้แถวต่อกับคอลัมน์ แต่ถ้าพบว่าคอลัมน์นั้นไม่เป็น "0" สัญญาณ "0" จะไปปรากฏในแถวถัดมาและจะมีการตรวจเช็คที่คอลัมน์อีก ถ้าพบว่าคอลัมน์ใดมีระดับสัญญาณเป็น "0" 8279 จะทำการดีเบาซ์ (Debounce) ช่วงเวลาหนึ่ง แล้วจะทำการตรวจเช็คสัญญาณที่คอลัมน์นั้นอีกทีหนึ่ง ถ้าพบว่าคีย์ยังถูกกดอยู่ก็จะเก็บโค๊ดของคีย์ที่กดนั้นไว้ในหน่วยความจำ FIFO โดยมีฟอร์แมทการเก็บข้อมูลของคีย์ที่กด ดังแสดงในรูปที่ 4.14 จากวงจรรูปที่ 4.12 แสดงการสแกนคีย์บอร์ดโดยใช้ IC เบอร์ 74LS138 ซึ่งรับสัญญาณอินพุทมาจาก SL2 - SL0 เอาท์พุท Y7 - Y0 จะถูกเลือกทีละตัวโดยให้สัญญาณเป็น "0" ที่เอาท์พุทของ 74LS138 เมื่อมีการกดคีย์ สัญญาณ "0" จากเอาท์พุทของ 74LS138 จะดึงให้อินพุทของ RL4 - RL0 ของ 8279 ให้เป็น"0" ตามด้วย

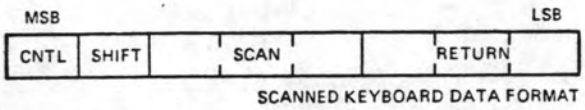
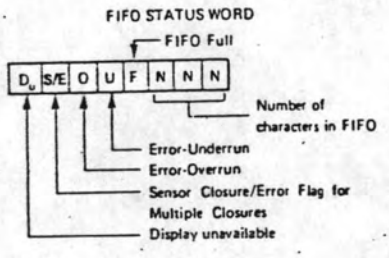


FIGURE 9-28 Format for data word produced by 8279 keyboard encoding.

รูปที่ 4.14 แสดงแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลของคีย์ใน 8279

ภายหลังจากที่ 8279 เก็บโค๊ดของคีย์ที่กดไว้ภายในหน่วยความจำ FIFO RAM ขนาด 8 ไบท์แล้วจะส่งสัญญาณอินเตอร์รัพ IRQ ออกมาและจะเพิ่มค่านับในรีจิสเตอร์เก็บสภาวะ FIFO (FIFO Status Register) เพื่อแสดงจำนวนครั้งของการกดคีย์ ซึ่งสามารถเก็บโค๊ดได้สูงสุด 8 ไบท์

ดังนั้นเราสามารถจะรู้ว่ามีการกดคีย์หรือไม่จากสัญญาณอินเตอรัพท์ของ 8279ที่ส่งออกมาหรือจากการอ่านค่าสภาวะในรีจิสเตอร์เก็บสภาวะของ FIFO ดังแสดงในรูปที่ 4.15 ซึ่งแสดงการเก็บข้อมูลในรีจิสเตอร์สภาวะของ FIFO



รูปที่ 4.15 แสดงสภาวะของรีจิสเตอร์สภาวะ FIFO