บทที่ ๕

การออกแบบระบบโปรแกรมควบคุม

๕.๑ หลักการและแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

๕.๑.๑ ฟังชั่น (Function) หลักของระบบโปรแกรม

ก. อ่านค่า บี ซี ดี เอ็คซ์ วาย และแซด จากวงจรนับสัญญาณ โดยแต่ละค่ามีความละเอียดตัวเลข ๘ หลัก

ข. อ่านค่า บี ซี ดี เอ็น ซึ่งได้กำหนดค่าไว้ครั้งแรกในหน่วยความจำ

ค. แสดงค่าเอ็คซ์ วาย แซด และเอ็น โดยไดโอดเปล่งแสง

ง. ส่งข้อมูลค่า บี ซี ดี ของเอ็คซ์ วาย แซด และเอ็น ผ่านวงจรอินเตอร์เฟสแบบขนาน

จ. เปลี่ยนรหัสค่า บี ซี ดี ของเอ็คซ์ วาย แซด และเอ็น เป็นรหัสตัวอักษรแอสกิ (ASCII) และส่งข้อมูลผ่านวงจรอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม

๕.๑.๒ การเขียนโปรแกรมใช้ภาษาเครื่องแซด - ๘๐ ไมโครโปรเซสเซอร์ โดยยึดถือหลักการเขียนโปรแกรมเป็น รูทีน ๆ ตามลักษณะฟังชั่นการทำงานของระบบ ซึ่งเป็นการออกแบบโปรแกรมแบบโมดูลา (Modular Design) เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบแก้ไข และง่ายต่อการดัดแปลงเพิ่มเติมระบบโปรแกรมต่อไปในอนาคต

๕.๑.๓ การทำงานของโปรแกรมมีเงื่อนไขเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง ในส่วนการอ่านค่า บี ซี ดี เอ็คซ์ วาย แซด จากวงจรนับสัญญาณ โดยใช้ค่าปริมาณความเร็วในการหมุนแกน แกนใดแกนหนึ่งของเครื่องโฟโตแกรมเมตริกพลอตเตอร์ไม่เกิน ๒ เซ็นติเมตรต่อวินาที จากรายละเอียดสัญญาณในบทที่ ๒ ด้วยความเร็วดังกล่าวจะทำให้เกิดพัลส์จำนวน ๑๐๐๐ พัลส์ต่อวินาที ดังนั้น โปรแกรมจะต้องอ่านค่า บี ซี ดี เอ็คซ์ วาย แซด อย่างน้อยที่สุด ๑ ครั้ง ภายในเวลา ๑ มิลลิวินาที

๕.๑.๔ การส่งข้อมูลแอสกิ-ของค่าเอ็คซ์ วาย แซด และเอ็น ผ่านทางวงจรอินเตอร์เฟสแบบแบบอนุกรม โปรแกรมการควบคุมการส่งต้องสามารถโปรแกรมลักษณะการส่งให้เข้ากับมาตรฐานของอซิงโครนัส ซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะของเครื่องที่จะรับข้อมูล ดังมีรายละเอียดดังนี้

ก. สามารถโปรแกรมความถี่ในการส่งข้อมูล (BAUD rate)

ข. สามารถโปรแกรมจำนวนบิทของข้อมูลแต่ละไบท์ (Character length)

ค. สามารถโปรแกรมจำนวนสต็อบบิท (Stop bit)

ง. สามารถโปรแกรมการส่งและตรวจสอบ พารีตี้บิท (Parity bit)

๕.๑.๕ การส่งข้อมูล บี ซี ดี ของค่า เอ็กซ์ วาย แซด และ เอ็น ผ่านทางวงจรอินเตอร์เฟสแบบขนาน โปรแกรมต้องออกแบบระบบการจัดการ การอินเตอร์รับที่เกิดจากสัญญาณ การตอบรับข้อมูลทางด้านคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดส่งข้อมูลที่เหลือภายในบัฟเฟอร์ให้หมด

๕.๑.๖ การออกแบบโปรแกรม สำหรับคำสั่ง IN และ OUT เพื่อส่งและรับข้อมูล จะต้องคำนึงถึงลักษณะของฮาร์ดแวร์ที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันไประหว่างพอร์ทต่าง ๆ ดังรายละเอียดที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ ๕.๑

๕.๑.๗ การจัดเนื้อที่ของหน่วยเก็บความจำแรม เพื่อเก็บตารางเปรียบเทียบรหัสและใช้เป็นบัฟเฟอร์ของข้อมูล ได้แสดงไว้ในรูป ๕.๑ ซึ่งแสดงตำแหน่งของตารางเปรียบเทียบรหัสทั้งหมดและแสดงแผนผังการประมวลผลข้อมูลจากภาคอินพุตถึงภาคเอาท์พุต นอกจากนี้เนื้อที่ของหน่วยเก็บความจำแรมได้จัดเผื่อไว้สำหรับฟังชั่นการอ่านและส่งข้อมูลโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นภายหลัง

๕.๑.๘ ระบบโปรแกรมได้คำนึงถึงการบำรุงดูแลรักษาเมื่อมีการใช้งาน ดังนั้นจึงได้ออกแบบโปรแกรมซึ่งใช้ในการทดสอบฟังชั่นการทำงานของวงจรต่าง ๆ ขึ้น เพื่อที่จะใช้ตรวจสอบและแก้ไข

๕.๒ <u>การออกแบบและพัฒนาระบบโปรแกรม</u> จากรูป ๕.๒

จากฟังชั่นการทำงานหลักดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นำมาออกแบบระบบโปรแกรมแยกเป็นโมดูลต่าง ๆ ได้ดังรายชื่อต่อไปนี้

๕.๒.๑ MAIN เป็นโปรแกรมหลักซึ่งจะควบคุมการทำงาน (Monitor) ของระบบโปรแกรมซึ่งประกอบด้วยรูทีนต่าง ๆ และประกอบด้วยโปรแกรมรูทีนที่ใช้ในการทดสอบ

๕.๒.๒ INIT เป็นโมดูล ซึ่งประกอบด้วยรูทีน (Routine) การอินนิเชียลไลซ์ (Initialise) วงจรต่าง ๆในระบบเก็บข้อมูล ประกอบด้วยรูทีนดังต่อไปนี้

ก. INITKB รูทีนอินนิเชียลไลซ์ วงจรคีย์บอร์ด

ข. INITSO รูทีนอินนิเชียลไลซ์ วงจรอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม

ตารางที่ ๕.๑

รายละเอียดสัญญาณควบคุมพอร์ทจากคำสั่ง IN และ OUT ในโปรแกรม

วงจร	พอร์ทที่ (ฐาน ๑๖)	อินพุต เอาท์พุต พอร์ท	สัญญาณควบคุมและรายละเอียดการเขียนและอ่านข้อมูล
วงจรแปลสัญญาณ	04	เอาท์พุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ จะแล็ทช์ข้อมูลจากดาต้าบัส บิทที่ ๐๑ และ ๒ จะทำให้เกิดสัญญาณความคุมการอ่านพัลส์ เอ็คซ์ วาย และแซด โดยมีสัญญาณชื่อ MRX MRY MRZ ซึ่งมีลักษณะสัญญาณเป็นค่า ๐ หรือ ๑ หมายเหตุ สัญญาณ MRX MRY MRZ เกิดขึ้นพร้อมกันกับสัญญาณ INX INY INZ เพราะมาจากแล็ทช์ 74LS374 ตัวเดียวกัน
วงจรนับสัญญาณ	09-14	เอาท์พุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ เพื่อใช้ข้อมูลบนดาต้าบัสเป็นค่ากำหนดเริ่มแรกให้กับตัวเลข บีซีดี ของค่า เอ็คซ์ วาย และแซด (ค่าละ ๘ ตัวเลข) โดยมีสัญญาณชื่อ SETXO-3 SETYO-3 SETZO-3
	00-0B	อินพุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ เพื่ออ่านข้อมูลตัวเลขบีซีดี เอ็คซ์ วาย และแซด (ค่าละ ๘ ตัวเลข) เข้าทางดาต้าบัส ๘ บิท โดยมีสัญญาณชื่อ INXO-3 INYO-3 INZO-3
	04	เอาท์พุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ จะแล็ทช์ข้อมูลจากดาต้าบัส บิทที่ ๕ ๖ และ ๗ จะทำให้เกิดสัญญาณควบคุมการแล็ทช์ค่าบีซีดี เอ็คซ์ วาย และแซด พร้อมกัน ๘ หลักของแต่ละค่า จากไอซี 74LS192 โดยมีสัญญาณชื่อ INX INY และ INZ ซึ่งมีลักษณะสัญญาณการเปลี่ยนระดับจากค่า ๐ เป็น ๑ ควบคุมการแล็ทช์

ตารางที่ ๕.๑ (ต่อ)

รายละเอียดสัญญาณควบคุมพอร์ทจากคำสั่ง IN และ OUT ในโปรแกรม

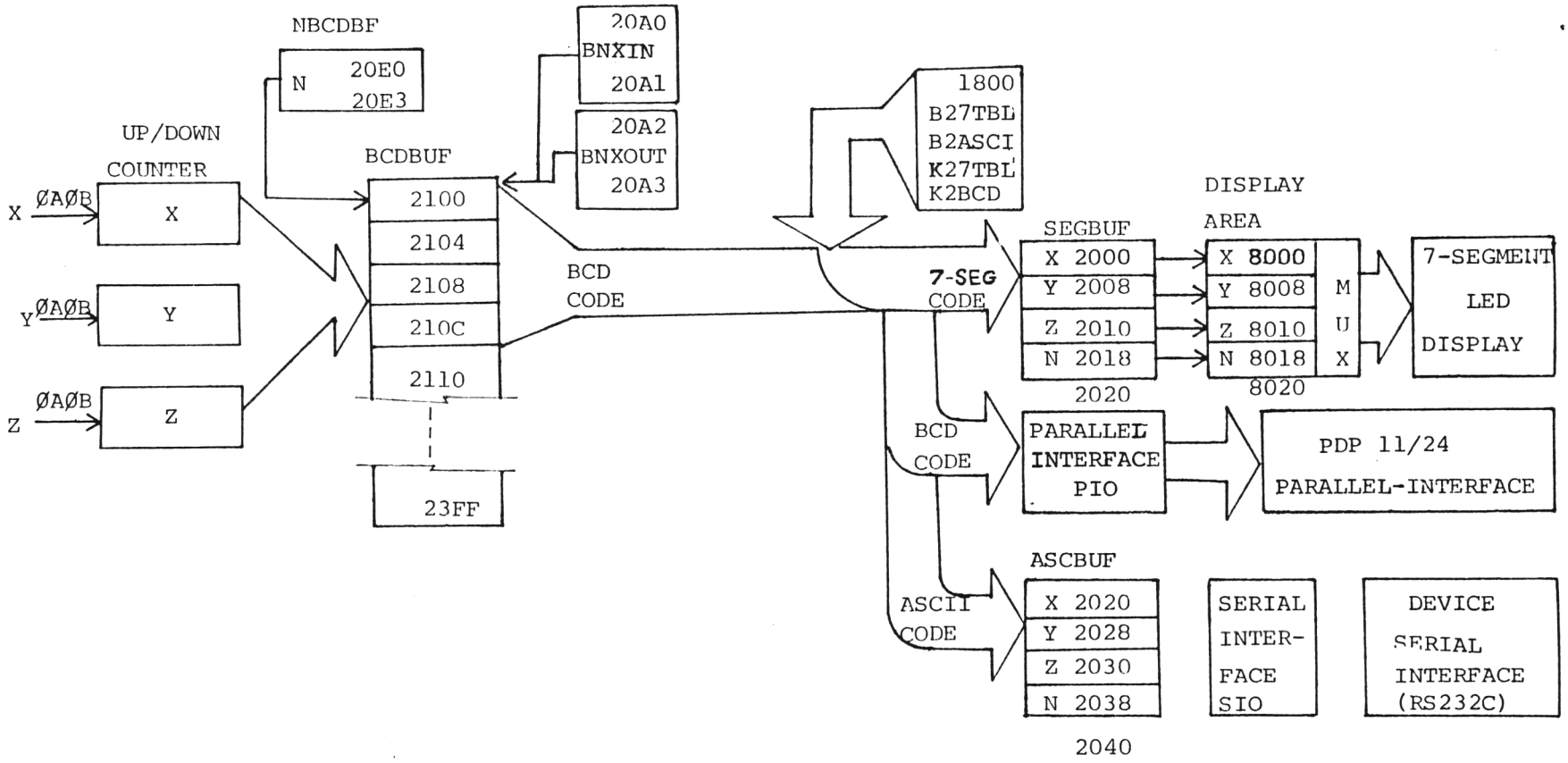
	06-08	เอาท์พุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ ซึ่งอาศัยผ่านไอซี 74LS04 ภายในบอร์ดวงจรแปลสัญญาณเพื่อกลับค่าของสัญญาณ (Invert) จาก ๐ เป็น ๑ ใช้สำหรับล้างตัวเลขบีซีดี เอ็คซ์ วาย แซด ให้เป็นค่าสูญทั้งหมดทุกหลัก สัญญาณที่กลับค่าแล้วจะเป็นสัญญาณสโตรป ๑ มี ชื่อสัญญาณ CLRX CLRY CLRZ
วงจรคีย์บอร์ด	05	เอาท์พุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ ซึ่งผ่านไอซี 74LS04 กลับค่าสัญญาณกลายเป็นสัญญาณการเปลี่ยนระดับจากค่า ๐ เป็น ๑ เพื่อควบคุมการแล็ทช์ข้อมูลจากดาต้าบัส บิทที่ ๐ ถึงบิทที่ ๕ เพื่อกำหนดค่า ๐ ให้กับคีย์บอร์ด คอลัมน์ที่ ๑ ถึงคอลัมน์ที่ ๖
	0C	อินพุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ ซึ่งจะสโตรปข้อมูลจากคีย์บอร์ด แถวที่ ๑ ถึงแถวที่ ๔ เข้าดาต้าบัส บิทที่ ๐ ถึงบิทที่ ๓
วงจรมัลติ-เพล็กเซอร์	-	-	สัญญาณสโตรป ๐ เกิดจากการดีโคด แอดเดรส บิทที่ ๑๕ และสัญญาณควบคุม $\overline{WR}$ และ $\overline{MEMRQ}$ เพื่อที่จะเขียนข้อมูลรหัสตัวเลขที่จะแสดงค่าโดยไดโอดเปล่งแสงชนิด ๗- ส่วน ลงบนหน่วยความจำของวงจร มัลติเพล็กเซอร์ โดยใช้ข้อมูล ๘ บิท จากดาต้าบัส
วงจรอินเตอร์เฟส (แบบขนาน)	01-03	เอาท์พุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ ทั้ง ๔ สัญญาณจะถูกดีโคดโดย ไอซี 74LS21 (AND gate) ให้สัญญาณสโตรป ๐ $\overline{PIOCS}$ เพื่อควบคุมการทำงานของ แอล เอส ไอ พีไอโอ โดยมีการทำงานดังต่อไปนี้ พอร์ท ๐๐ การส่งข้อมูลจากดาต้าบัส กับ พอร์ทเอ ของ พีไอโอ พอร์ท ๐๑ การส่งข้อมูลจากดาต้าบัส กับ พอร์ทบี ของ พีไอโอ พอร์ท ๑๐ การกำหนดฟังชั่นการทำงานของ พอร์ทเอ ของ พีไอโอ พอร์ท ๑๑ การกำหนดฟังชั่นการทำงานของ พอร์ทบี ของ พีไอโอ

ตารางที่ ๕.๑ (ต่อ)

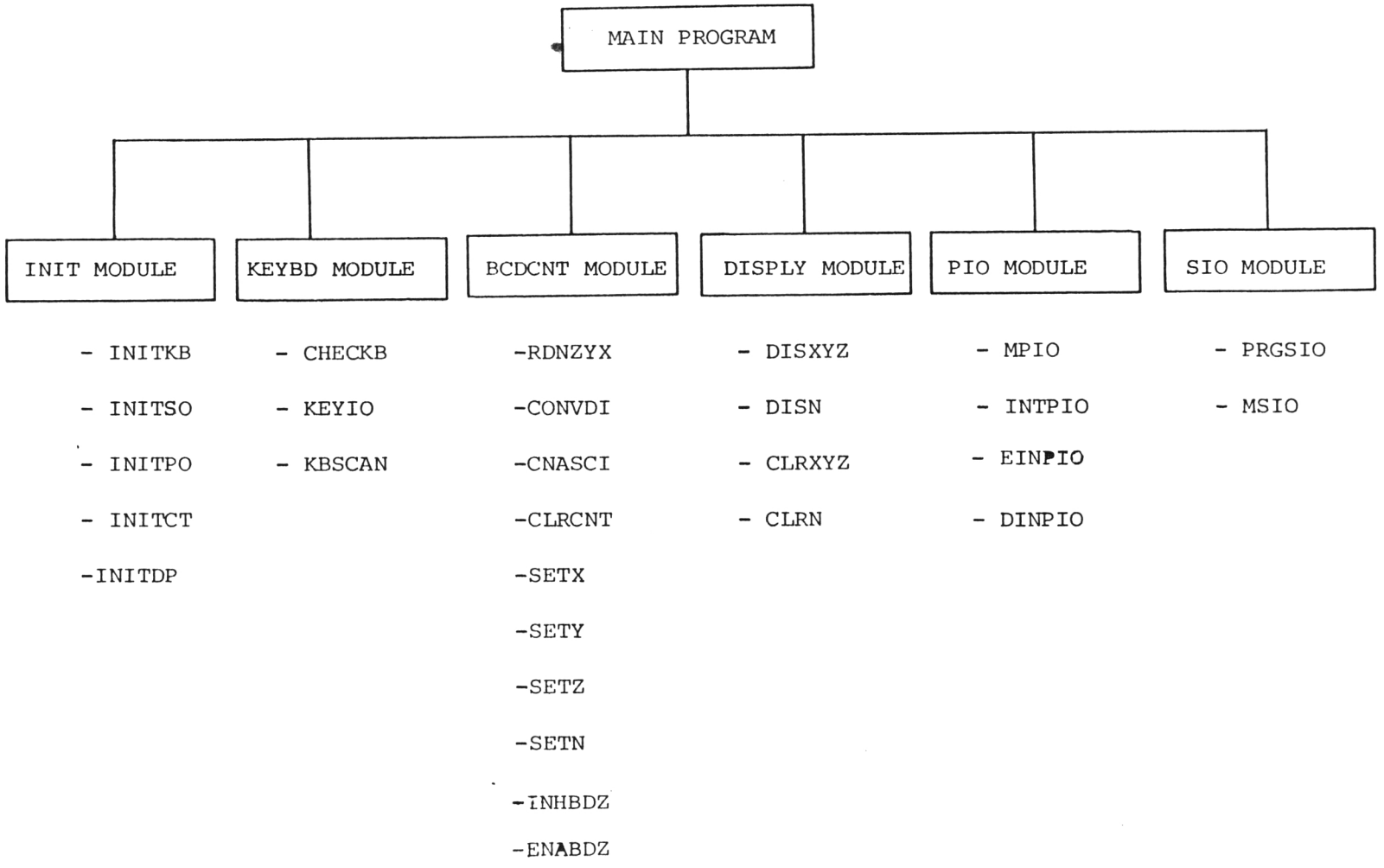
รายละเอียดสัญญาณควบคุมพอร์ทจากคำสั่ง IN และ OUT ในโปรแกรม

วงจรอินเตอร์เฟส (แบบอนุกรม)	OE	อินพุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ ซึ่งผ่านการดีโคดแล้ว จะเป็นสัญญาณการควบคุมการรับข้อมูลเข้ามายังดาต้าบัส ของ เอสไอโอ
	OF	อินพุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ ซึ่งผ่านการดีโคดแล้ว จะเป็นสัญญาณการควบคุมการอ่านค่าสเตตัส (STATUS) ของเอสไอโอ เข้ามายังดาต้าบัส
	1E	เอาท์พุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ ซึ่งผ่านการดีโคดแล้ว จะเป็นสัญญาณการควบคุมการส่งข้อมูลจากดาต้าบัส ผ่าน เอสไอโอ
	1F	เอาท์พุต พอร์ท	สัญญาณสโตรป ๐ ซึ่งผ่านการดีโคดแล้ว จะเป็นสัญญาณการควบคุมการกำหนดฟังชั่น การทำงาน ของ เอสไอโอ

หมายเหตุ สัญญาณทั้ง ๔ สัญญาณจะถูกดีโคดโดยไอซี 74LS21 (AND gate) ให้สัญญาณสโตรป $\overline{\text{SIOCS}}$ เพื่อควบคุมการทำงานของ แอลเอสไอ เอสไอโอ



รูป ๕.๑ แผนผังแสดงการประมวลผลข้อมูลของระบบโปรแกรม



รูป ๕.๒ แผนผังแสดงโครงสร้างระบบโปรแกรม

ค. INITPO รูทีนอินนิเชียลไลซ์ วงจรอินเตอร์เฟสแบบขนาน

ง. INITCT รูทีนอินนิเชียลไลซ์ วงจรนับสัญญาณ

จ. INITDP รูทีนอินนิเชียลไลซ์ วงจรแสดงค่าโดยไดโอดเปล่งแสง

๕.๒.๓ KEYBD เป็นโมดูลซึ่งประกอบด้วย รูทีนในการควบคุมการทำงานของคีย์บอร์ดทั้งหมด ประกอบด้วยรูทีนดังต่อไปนี้

ก. CHECKB รูทีนตรวจสอบว่ามีการกดคีย์หรือไม่

ข. KEYIO รูทีนส่วนหนึ่งใน CHECKB ทำหน้าที่ส่งสัญญาณตรวจสอบการกดคีย์ตามลำดับแถวและลำดับคอลัมน์

ค. KBSCAN รูทีนการสแกนคีย์บอร์ด เพื่อหาตำแหน่งคีย์ที่ถูกกด และให้ค่ารหัสกับคีย์นั้น

ง. WAIT รูทีนหน่วงเวลา

๕.๒.๔ BCDCNT เป็นโมดูล ซึ่งประกอบด้วยรูทีนในการควบคุมการอ่านข้อมูล บี ซี ดี และการแปลรหัสข้อมูล ประกอบด้วยรูทีนดังต่อไปนี้

ก. RDNZYX รูทีนอ่านค่า บี ซี ดี เอ็น แซด วาย และเอ็คซ์ เก็บไว้ในบัฟเฟอร์

ข. CONVDI รูทีนการแปลรหัส บี ซี ดี ให้เป็นรหัสแสดงค่า ๗ ส่วน โดยไดโอดเปล่งแสง และนำไปเก็บไว้ในบัฟเฟอร์

ค. CNASCI รูทีนการแปลรหัสบี ซี ดี ให้เป็นรหัสตัวอักษรแอสกิ

ง. CLRCNT รูทีนล้างค่า บี ซี ดี เอ็คซ์ วาย และแซด ให้เป็นสูญ

จ. SETX รูทีนการกำหนดค่าเริ่มแรกเอ็คซ์

ฉ. SETY รูทีนการกำหนดค่าเริ่มแรกวาย

ช. SETZ รูทีนการกำหนดค่าเริ่มแรกแซด

ซ. SETN รูทีนการกำหนดค่าเริ่มแรกเอ็น

ฌ. INHBDZ รูทีนหยุดการกำเนิดสัญญาณพัลส์ของวงจรแปลสัญญาณ

ญ. ENABDZ รูทีนเริ่มการกำเนิดสัญญาณพัลส์ของวงจรแปลสัญญาณ

๕.๒.๕ DISPLY เป็นโมดูล ซึ่งประกอบด้วยรูทีนในการควบคุมการแสดงค่า โดยไดโอดเปล่งแสง ประกอบด้วยรูทีนดังต่อไปนี้

ก. DISXYZ รูทีนการแสดงค่าเอ็คซ์ วาย แซด

ข. DISN รูทีนการแสดงค่าเอ็น

ค. CLRXYZ รูทีนการแสดงค่า แบล็งค์ (Blank) ของค่าเอ็คซ์ วาย แซด

ง. CLRN รูทีนการแสดงค่าแบล็งค์ของค่าเอ็น

๕.๒.๖ PIO เป็นโมดูล ซึ่งประกอบด้วยรูทีนในการควบคุมการส่งข้อมูลผ่านวงจรอินเตอร์เฟสแบบขนาน ประกอบด้วยรูทีนดังต่อไปนี้

ก. MPIO เป็นรูทีนหลักในการส่งข้อมูล

ข. INTPIO เป็นอินเตอร์รับ รูทีนซึ่งจะส่งข้อมูลทีละ ๑๖ บิท จนหมดบัฟเฟอร์

ค. EINPIO เป็นรูทีนเอ็น เอเบิลอินเตอร์รับของ พี ไอ โอ และกำหนดเวคเตอร์แอดเดรส

ง. DINPIO เป็นรูทีนดีสเอเบิลอินเตอร์รับของ พี ไอ โอ

๕.๒.๗ SIO เป็นโมดูล ซึ่งประกอบด้วยรูทีนในการควบคุมการส่งข้อมูลผ่านวงจรอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม ประกอบด้วยรูทีนดังต่อไปนี้

ก. PRGSIO เป็นรูทีนในการรับค่าเพื่อกำหนดลักษณะการส่งข้อมูลอซิงโครนัส

ข. MSIO เป็นรูทีนหลักในการส่งข้อมูล

๕.๓ <u>การกำหนดตารางรหัสข้อมูลและบัฟเฟอร์ข้อมูล</u>

๕.๓.๑ การกำหนดตารางรหัสข้อมูล

ระบบโปรแกรมได้กำหนดตารางรหัสข้อมูลเป็นลักษณะตารางเปรียบเทียบ (Look up Table) ไว้ ๕ ตาราง ดังต่อไปนี้

ก. B27TBL ตารางเปรียบเทียบรหัส บี ซี ดี เป็นรหัสแสดงค่า ๗ ส่วนโดยไดโอดเปล่งแสงดังได้แสดงไว้ในตาราง ๕.๒ การแปลรหัสได้มาจากการกำหนดส่วนเปล่งแสงของไดโอดสัมพันธ์กับบิทของตาต้า โดยกำหนดให้

ส่วนที่ ๑ ดาต้าบิทที่ ๐

ส่วนที่ ๒ ดาต้าบิทที่ ๑

ส่วนที่ ๓ ดาต้าบิทที่ ๒

ส่วนที่ ๔ ดาต้าบิทที่ ๓

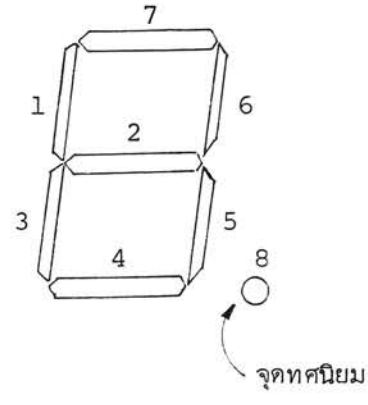
ส่วนที่ ๕ ดาต้าบิทที่ ๔

ส่วนที่ ๖ ดาต้าบิทที่ ๕

ส่วนที่ ๗ ดาต้าบิทที่ ๖

จุดทศนิยมดาต้าบิทที่ ๗

เมื่อบิทมีค่า ๑ แสดงถึงการเปล่งแสงและบิทมีค่า ๐ แสดงถึงไม่มีการเปล่งแสง ส่วนที่เปล่งแสงของไดโอดเปล่งแสงได้แสดงไว้ในรูป ๕.๒



รูป ๕.๒ การกำหนดส่วนเปล่งแสงของไดโอดเปล่งแสง

ข. B2ASCI ตารางเปรียบเทียบรหัส บี ซี ดี เป็นรหัสตัวอักษรแอสกิ ใช้สำหรับการแปลรหัสข้อมูลเพื่อส่งข้อมูลผ่านวงจรอินเตอร์เฟสแบบบอนุกรม ดังได้แสดงไว้ในตาราง ๕.๓

ค. K27TBL ตารางเปรียบเทียบรหัสคีย์บอร์ด เป็นรหัสแสดงค่า ๗ ส่วนโดยไดโอดเปล่งแสง ดังได้แสดงไว้ในตาราง ๕.๔

ง. K2BCD ตารางเปรียบเทียบรหัสคีย์บอร์ด เป็นรหัสค่าเลขฐาน ๑๖ เพื่อใช้ในการกำหนดค่าเริ่มแรกจุดพิกัดฉาก เอ็คซ์ วาย แซด และค่าลำดับจุดที่เอ็น ดังได้แสดงไว้ในตาราง ๕.๕

จ. VECTBL ตารางเก็บค่าเวคเตอร์ แอดเดรส สำหรับรูทีนจัดการอินเตอร์รับโมด ๒ ดังได้แสดงไว้ในตาราง ๕.๖

๕.๓.๒ บัฟเฟอร์ข้อมูล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. BCDBUF บัฟเฟอร์ข้อมูล บี ซี ดี ซึ่งรอการเปลี่ยนรหัสอยู่ที่แอดเดรส 2100-210F จำนวน ๑๖ ไบท์ สำหรับข้อมูล ๑ ชุด ซึ่งประกอบด้วยค่าเอ็น แซด วาย และเอ็คซ์ ตามลำดับค่าละ ๔ ไบท์ เรียงจากหลัก ๑ ถึง หลักที่ ๘

ข. SEGBUF บัฟเฟอร์ข้อมูลรหัส แสดงค่า ๗ ส่วนโดยไดโอดเปล่งแสงพร้อมที่ส่งไปเขียนไว้บนหน่วยความจำแรม ภาคแสดงค่า อยู่ที่แอดเดรส 2000 - 201F จำนวน ๓๒ ไบท์ สำหรับข้อมูล ๑ ชุด ซึ่งประกอบด้วยค่า เอ็คซ์ วาย แซด และเอ็นตามลำดับ ค่าละ ๘ ไบท์ เรียงจากหลักที่ ๘ ถึงหลักที่ ๑

ค. ASCBUF บัฟเฟอร์ข้อมูล รหัสตัวอักษณแอสกี พร้อมที่ส่งข้อมูลผ่านวงจรอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม อยู่ที่แอดเดรส 2020-203F จำนวน ๓๒ ไบท์ สำหรับข้อมูล ๑ ชุด ซึ่งประกอบด้วย ค่าเอ็คซ์ วาย แซด และเอ็นตามลำดับค่าละ ๘ ไบท์ เรียงจากหลักที่ ๘ ถึงหลักที่ ๑

ง. BNXIN แอดเดรส 20A0 - 20A1 จำนวน ๒ ไบท์ เก็บค่าแอดเดรสของบัฟเฟอร์ BCDBUF ที่ว่างสำหรับการอ่านข้อมูลเข้า ไบท์แรกเป็นไฮแอดเดรส (High Adress) ไบท์ที่สองเป็นโลแอดเดรส

จ. BNXOUT แอดเดรส 20A20- 20A1จำนวน ๒ ไบท์ เก็บค่าแอดเดรสของบัฟเฟอร์ BCDBUF ซึ่งเก็บข้อมูลรอการเปลี่ยนรหัส ไบท์แรกเป็นไฮแอดเดรส ไบท์ที่สองเป็นโลแอดเดรส

ฉ. NBCDBF บัฟเฟอร์ข้อมูลเอ็น แอดเดรส 20E - 20E3 จำนวน ๔ ไบท์ เรียงจากหลักที่ ๑ ถึงหลักที่ ๘ เป็นข้อมูลที่รอการอ่านไปประมวลผล

ช. FLAG แอดเดรส 2030 จำนวน ๑ ไบท์ เก็บค่ารหัสสภาวะการทำงานของระบบโปรแกรมโดยใช้บิทแต่ละบิท แสดงความหมายสภาวะตามค่า ๐ หรือ ๑

ซ. MWSIO แอดเดรส 20B1 จำนวน ๑ ไบท์ เก็บพารามิเตอร์ของการอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม

ฌ. CWSIO แอดเดรส 20B2 จำนวน ๑ ไบท์ เก็บพารามิเตอร์ของการอินเตอร์เฟส แบบอนุกรม

ญ. STSIO แอดเดรส 20B3 จำนวน ๑ ไบท์ เก็บค่าสเตตัสของเอส ไอ โอ

ฎ. CWPIO แอดเดรส 20B4 จำนวน ๑ ไบท์ เก็บพารามิเตอร์ของการอินเตอร์เฟส แบบขนาน

ฏ. BCTPIO แอดเดรส 20B5 จำนวน ๑ ไบท์ สำหรับนับจำนวนไบท์ที่ส่งผ่าน พี ไอ โอ แต่ละครั้ง

ฐ. BCTSIO แอดเดรส 20B6 จำนวน ๑ ไบท์ สำหรับนับจำนวนไบท์ที่ส่งผ่าน เอส ไอ โอ แต่ละครั้ง

ตารางที่ ๕.๒

B27TBL ตารางเปรียบเทียบรหัส บี ซี ดี เป็นรหัส ๗ ส่วนของไดโอดเปล่งแสง

ตัวเลขรหัสบี ซี ดี	รหัส ๗ ส่วนของไดโอดเปล่งแสง
0	7DH
1	3OH
2	6EH
3	7AH
4	33H
5	5BH
6	5FH
7	71H
8	7FH
9	7BH
BLANK	00H

ตารางที่ ๕.๓

B2ASCI ตารางเปรียบเทียบรหัส บี ซี ดี เป็นรหัสตัวอักษรแอสกิ

ตัวเลขระหัส บี ซี ดี	รหัสตัวอักษรแอสกิ
0	30H
1	31H
2	32H
3	33H
4	34H
5	35H
6	36H
7	37H
8	38H
9	39H

ตารางที่ ๕.๔

K27TBL ตารางเปรียบเทียบรหัสคีย์บอร์ดเป็นรหัส ๗ ส่วนของไดโอดเปล่งแสง

ตำแหน่งคีย์	รหัสคีย์บอร์ด (เลขฐาน 16)	รหัส ๗ ส่วนของไดโอดเปล่งแสง
0	00H	7DH
1	01H	30H
4	02H	33H
7	03H	71H
.	04H	80H
2	05H	6EH
5	06H	5BH

ตารางที่ ๕.๔ (ต่อ)

ตำแหน่งคีย์	รหัสคีย์บอร์ด (เลขฐาน 16)	รหัส ๗ ส่วนของไดโอดเปล่งแสง
8	07H	7FH
PROJ ID	08H	00H
3	09H	7AH
6	0AH	5FH
9	0BH	7BH
A/SETN	0CH	77H
B/SETZ	0DH	1FH
C/SETY	0EH	4DH
D/SETX	0FH	3EH
E/ENTER	10H	4FH
F/STP-PRN	11H	47H
STP-PDP	12H	1EH
CLR-XYZ	13H	1CH
TEST	14H	1AH
AUTO-PRN	15H	37H
AUTO-PDP	16H	02H
SW-RESET	17H	06H

ตารางที่ ๕.๕

K2BCD ตารางเปรียบเทียบรหัสคีย์บอร์ดเป็นรหัสค่าเลขฐาน 16

รหัสคีย์บอร์ด (เลขฐาน 16)	รหัสค่าเลขฐาน 16
00H	00H
01H	01H

ตารางที่ ๕.๕ (ต่อ)

รหัสคีย์บอร์ด (เลขฐาน 16)	รหัสค่าเลขฐาน 16
02H	04H
03H	07H
04H	FOH
05H	02H
06H	05H
07H	08H
08H	F1H
09H	03H
0AH	06H
0BH	09H
0CH	0AH
0DH	0BH
0EH	0CH
0FH	0DH
10H	0EH
11H	0FH
12H	F2H
13H	F3H
14H	F4H
15H	F5H
16H	F6H
17H	F7H

ตารางที่ ๕.๖

VECTBL ตารางเวคเตอร์ แอดเดรสสำหรับอินเตอร์รับโมด ๒

แอดเดรส	ค่าเลขฐาน 16	ดีไวซ์ที่	ไบท์ที่ดีไวซ์ส่งให้
1FF0	B0	1	F0
1FF1	1E		
1FF2	00	2	F2
1FF3	1E		
1FF4	A0	3	F4
1FF5	1F		

๕.๔ <u>การทำงานของโปรแกรม MAIN</u>

โปรแกรม MAIN มีอัลกอริซึม (Algorithm) ในการทำงานเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

๕.๔.๑ อินนิเชียลไลซ์ระบบโปรแกรม

ก. กำหนดแอดเดรสของสแต็ค (Stack Address)

ข. กำหนดโมด (Mode) การทำงานของการอินเตอร์รับ

ค. วิ่งโมดูล INIT ซึ่งประกอบด้วย รูทีน INITKB รูทีน INITSO รูทีน INITPO รูทีน INITCT และรูทีน INITDP

๕.๔.๒ สแกนคีย์บอร์ด (โมดูล KEYBD) เพื่อเลือกการปฏิบัติงาน

ก. สแกนพบการกดคีย์ TEST ให้ไปทำขั้นตอนที่ ๑๑

ข. สแกนพบการกดคีย์ STP-PRN ให้ไปทำขั้นตอนที่ ๑๒

ค. สแกนพบการกดคีย์ ENTER ทำขั้นตอนที่ ๓ ถัดไป

ง. สแกนไม่พบคีย์ หรือ คีย์อื่น ๆ ให้กลับทำขั้นตอนที่ ๒ ซ้ำอีก

๕.๔.๓ สแกนคีย์บอร์ด เพื่อกำหนดค่าเริ่มแรก เอ็คซ์ วาย แซด และเอ็น

ก. รูทีน INHBDZ

ข. รูทีน SETX รูทีน SETY รูทีน SETZ และรูทีน SETN

ค. รูทีน ENABDZ

๕.๔.๔ วิ่งรูทีน RDNZYX อ่านค่า เอ็น แซด วาย และเอ็คซ์ มาเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ BCDBUF

๕.๔.๕ วิ่งรูทีน CONVDI เปลี่ยนข้อมูลเป็นรหัสแสดงว่า ๗ ส่วน มาเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ SEGBUF

๕.๔.๖ วิ่งรูทีน DISXYZ แสดงค่าเอ็คซ์วายแซด

๕.๔.๗ สแกนคีย์บอร์ด เพื่อเลือกฟังชั่นการส่งข้อมูล

ก. สแกนพบการกดคีย์ STED-PDP ให้ไปทำขั้นตอน ๘

ข. สแกนพบการกดคีย์ STEP-PRN ให้ไปทำขั้นตอน ๙

ค. สแกนพบการกดคีย์ SW-RESET ให้เริ่มไปทำขั้นตอนที่ ๑ ใหม่

ง. สแกนไม่พบคีย์ หรือ เป็นคียย์อื่น ๆ ให้กลับทำขั้นตอนที่ ๗ ซ้ำอีก

๕.๔.๘ วิ่งรูทีน MPIO และรูทีน INTPIO เพื่อส่งข้อมูลผ่านวงจรอินเตอร์เฟสแบบขนาน เมื่อส่งจนหมดให้กลับไปทำขั้นตอนที่ ๔ ซ้ำอีก

๕.๔.๙ วิ่งรูทีน CNASCI เปลี่ยนข้อมูลเป็นรหัสตัวอักษรแอสกิ และเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ ASCBUF

๕.๔.๑๐ วิ่งรูทีน MSIO เพื่อส่งข้อมูลผ่านวงจรอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม เมื่อส่งจนหมดให้กลับไปทำขั้นตอนที่ ๔ ซ้ำอีก

๕.๔.๑๑ สแกนคีย์บอร์ด เพื่อเลือกฟังชั่นการทดสอบวงจร

๕.๔.๑๒ วิ่งโปรแกรมทดสอบ ไปจนกระทั่งมีการกดสวิทช์ RESET จึงกลับไปเริ่มทำขั้นตอนที่ ๑ ใหม่

๕.๔.๑๓ วิ่งรูทีน PRGSIO เพื่อสแกนคีย์บอร์ด รับค่าพารามิเตอร์ของการส่งข้อมูลอซิงโครนัสผ่านวงจรอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม เมื่อครบแล้วให้กลับไปทำขั้นตอนที่ ๓

๕.๕ <u>การทำงานของรูทีนต่าง</u> ๆ

๕.๕.๑ รูทีน INITKB

๑. กำหนดดาต้าบัสเป็นค่า ๑ ทุกบิท

๒. ใช้คำสั่ง OUT ส่งค่าดาต้าบัสไปยังคีย์บอร์ดเอาท์พุต พอร์ท ทำให้คอลัมน์ของคีย์บอร์ดอยู่ในสภาวะไฮทั้งหมด ซึ่งไม่ตอบสนองต่อการกดคีย์ใดๆ

๕.๕.๒ รูทีน INITSO

ก. กำหนดค่าพารามิเตอร์ MWSIO

บิทที่ ๐-๑ เท่ากับ ๐๑ บ็อดเรทเฟคเตอร์ ๑๖

บิทที่ ๒-๓ เท่ากับ ๑๑ ความยาวตัวอักษร ๘ บิท

บิทที่ ๔ เท่ากับ ๑ เอ็นเอเบิล พาริตี้ (Enable Parity)

บิทที่ ๕ เท่ากับ ๑ อีเว็น พาริตี้ (Even Parity)

บิทที่ ๖-๗ เท่ากับ ๑๐ หนึ่ง สต๊อบบิท (Stop bit)

ข. กำหนดค่าพารามิเตอร์ CWSIO

บิทที่ ๐ เท่ากับ ๑ เอ็นเอเบิลการส่งข้อมูล (Transmit enable)

บิทที่ ๑ เท่ากับ ๐ ไม่ใช้สัญญาณ DTR

บิทที่ ๒ เท่ากับ ๑ เอ็นเอเบิลการรับข้อมูล (Receive enable)

บิทที่ ๓ เท่ากับ ๐ ไม่ใช้ตัวอักษรเบรค (Break character)

บิทที่ ๔ เท่ากับ ๑ รีเซ็ทค่าความผิดพลาด (Error Reset)

บิทที่ ๕ เท่ากับ ๐ ไม่ใช้สัญญาณ RTS

บิทที่ ๖ เท่ากับ ๐ ไม่ใช้

บิทที่ ๗ เท่ากับ ๐ ไม่ใช้

ค. ล้าง บัฟเฟอร์ STSIO ให้เป็นสูญ

ง. OUT ค่า MWSIO ไปยังพอร์ท 1FH เพื่อกำหนดโมดการทำงานของเอสไอโอ

จ. OUT ค่า CWSIO ไปยังพอร์ท 1FH เพื่อกำหนดคำสั่งการทำงานของเอสไอโอ

๕.๕.๓ รูทีน INITPO

ก. กำหนดค่าพารามิเตอร์ CWPIO

บิทที่ ๐-๓ เท่ากับ ๑๑๑๑ เป็นพารามิเตอร์โมด

บิทที่ ๔-๕ เท่ากับ ๐๐ ไม่ใช้

บิทที่ ๖-๗ เท่ากับ ๐๐ กำหนดโมดการทำงาน เป็นเอาท์พุตอย่างเดียว

ข. OUT ค่า CWPIO ไปยังพอร์ท 02H กำหนดพอร์ทเอของ PIO เป็นเอาท์พุต

ค. OUT ค่า CWPIO ไปยังพอร์ท 03H กำหนดพอร์ทบีของ PIO เป็นเอาท์พุต

ง. วิ่งรูทีน DINPIO เพื่อดีสเอเบิลอินเตอร์รับ พีไอโอ

๕.๕.๔ รูทีน INITCT

ก. วิ่งรูทีน INHBDZ เพื่อหยุดนับสัญญาณพัลส์จากวงจร

ข. วิ่งรูทีน CLRCNT เพื่อล้างค่าบีซีดี เอ็คซ์ วาย และแซด

๕.๕.๕ รูทีน INITDP

ก. กำหนดค่ารหัส ๗ ส่วน แทนค่าแบล็งค์ (ไม่แสดงค่าอะไรเลย)

ข. เขียนรหัสแบล็งค์ลงบนหน่วยความจำแรม แอดเดรส ๘๐๐๐ ถึง ๘๐๑F

๕.๕.๖ รูทีน CHECKB

ก. โหลด (Load) รีจีสเตอร์ A ด้วยค่าศูนย์

ข. วิ่งรูทีน KEYIO เพื่อกำหนดค่าโลให้กับคอลัมน์ของคีย์บอร์ดและพร้อมที่รับการกดคีย์บอร์ด

๕.๕.๗ รูทีน KEYIO

ก. OUT ค่าของรีจีสเตอร์ A ไปยังเอาท์พุตพอร์ทของคีย์บอร์ด ค่าของบิท ๐ ถึง ๕ เมื่อมีค่าเป็น ๐ จะทำให้คอลัมน์ ๑ ถึง ๖ เป็นโล ตามลำดับบิท

ข. IN ข้อมูลเข้ามาในรีจีสเตอร์ A จาก อินท์พุตพอร์ทของคีย์บอร์ด

ค. พิจารณาค่าใน รีจีสเตอร์ A ซึ่งแทนการกดคีย์ แต่ละแถวของคีย์บอร์ด

ง. กำหนดค่า Z Flag ให้เป็นศูนย์เพื่อแสดงว่าไม่มีการกดคีย์

๕.๕.๘ รูทีน KBSCAN

ก. สแกนคอลัมน์คีย์บอร์ดโดยกำหนดค่าโลของคีย์บอร์ดที่ละคอลัมน์

ข. วิ่งรูทีน KEYIO

ค. พิจารณาค่าในรีจีสเตอร์ A เพื่อหาตำแหน่งคีย์

ง. กำหนดค่า รหัสคีย์บอร์ด ตามตำแหน่งคีย์ ใน รีจีสเตอร์ A และ C

จ. วิ่งรูทีน INITKB

๕.๕.๙ รูทีน WAIT

ก. กำหนดค่าไว้ในรีจีสเตอร์ DE และ HL ตามเวลาที่ต้องการหน่วง

ข. ลบค่ารีจีสเตอร์เหล่านี้ต่อเนื่องกันจนค่าเป็นศูนย์

๕.๕.๑๐ รูทีน RDNZYX

ก. โหลดค่ารีจีสเตอร์ A ด้วยค่า 07H

บิท ๐-๒ เท่ากับ ๑๑๑ ซึ่งทำให้สัญญาณ MRX MRY และ MRZ เป็นค่าไฮ

บิท ๓-๔ เท่ากับ ๐๐ ไม่ใช้

บิท ๕-๖ เท่ากับ ๐๐๐ ซึ่งทำให้สัญญาณ INX INY และ INZ เป็นค่าโล

ข. OUT ค่ารีจีสเตอร์ A พอร์ท WSCNT ทำให้ INX INY และ INZ เป็นค่าโล

ค. โหลดค่ารีจีสเตอร์ A ด้วยค่า E7H ทำให้ INX INY และ INZ เป็นค่าไฮ

ซึ่งช่วงการเปลี่ยนสภาวะจากโลเป็นไฮจะทำให้เกิดสัญญาณแล็ทช์ ค่าบีซีดี จาก

ไอซี ซึ่งนับสัญญาณเป็นค่าบีซีดี

ค. อ่านค่าเอ็นจากบัฟเฟอร์ NBCDBF มา เก็บไว้ในบัฟเฟอร์ BCDBUF ที่แอดเดรส 2100-2103

ง. IN ค่า บีซีดี แซด วาย และเอ็คซ์ มาเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ BCDBUF ที่แอดเดรส 2104-210F

๕.๕.๑๑ รูทีน CONVDI

ก. ใช้คำสั่ง RLD รับค่าข้อมูลจาก บัฟเฟอร์ BCDBUF ทีละครึ่งไบท์ (๑ ตัวเลข) เข้าไว้ในรีจีสเตอร์ A

ข. เปรียบเทียบรหัสในรีจีสเตอร์ A กับตาราง B27TBL ได้ค่าที่แปลรหัสแล้วเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ SEGBUF

ค. ทำขั้นตอน ๑ และ ๒ จนหมดบัฟเฟอร์ BCDBUF ได้รหัสแสดงค่า ๗ ส่วน ของค่าเอ็คซ์ วาย แซด และเอ็น ในบัฟเฟอร์ SEGBUF แอดเดรสที่ 2000-201F

๕.๕.๑๒ รูทีน CNASCI

ก. ใช้คำสั่ง RLD รับค่าข้อมูลจากบัฟเฟอร์ BCDBUF ทีละครึ่งไบท์ (๑ ตัวเลข) เข้าไว้ในรีจีสเตอร์ A

ข. เปรียบเทียบรหัสในรีจีสเตอร์ A กับตาราง B2ASCI ได้ค่าที่แปลรหัสแล้วเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ ASCBUF

ค. ทำขั้นตอน ๑ และ ๒ จนหมดบัฟเฟอร์ BCDBUF ได้รหัสตัวอักษรแอสกิ ของค่าเอ็คซ์ วาย แซด และเอ็น ในบัฟเฟอร์ ASCBUF แอดเดรส 2020-203F

๕.๕.๑๓ รูทีน CLRCNT

ก. โหลดรีจีสเตอร์ A ด้วยค่าดาต้าศูนย์

OUT ค่ารีจีสเตอร์ A ยัง พอร์ท CLRX CLRY และ CLRZ

ข. ค่า บีซีดี เอ็คซ์ วาย และแซด จะมีค่าศูนย์ทุกตัวเลข

๕.๕.๑๔ รูทีน SETX

ก. โหลดค่ารีจีสเตอร์ A ด้วยค่า E3H

บิท ๐-๒ เท่ากับ ๐๑๑ ซึ่งทำให้สัญญาณ MRX เป็นค่าโล

บิท ๓-๔ เท่ากับ ๐๐ ไม่ใช้

บิท ๕-๗ เท่ากับ ๑๑๑ ซึ่งทำให้สัญญาณ INX INY และ INZ เป็นค่าไฮ

ข. OUT ค่ารีจีสเตอร์ A ยังพอร์ท WSCNT ทำให้สัญญาณ MRX เป็นค่าโล

ค. วิ่งโมดูล KEYBD เพื่อรับค่าตัวเลขของค่าเอ็คซ์ ทีละตัวเลขจากคีย์บอร์ด

ง. เปลี่ยนรหัสคีย์บอร์ดเป็นรหัสค่า บีซีดี

จ. OUT ค่าดาต้า รหัส บีซีดี ไปยังตัวเลข ค่าเอ็คซ์ของเลขหลักนั้น ๆ

ฉ. ทำขั้นตอนที่ ๓ ถึง ๕ จนกระทั่งครบ ๘ หลัก

ช. วิ่งรูทีน ENABDZ เพื่อเริ่มการนับสัญญาณ

๕.๕.๑๕ รูทีน SETY

ก. โหลดค่ารีจีสเตอร์ A ด้วยค่า E5H

ข. OUT ค่ารีจีสเตอร์ A ยังพอร์ท WSCNT ทำให้สัญญาณ MRY เป็นค่าโล

ค. วิ่งโมดูล KEYBD เพื่อรับค่าตัวเลขของค่าวาย ทีละตัวเลขจากคีย์บอร์ด

ง. เปลี่ยนรหัสคีย์บอร์ดเป็นรหัสค่า บีซีดี

จ. OUT ค่าดาต้ารหัส บีซีดี ไปยังตัวเลขค่าวายของเลขหลักนั้น ๆ

ฉ. ทำขั้นตอนที่ ๓ ถึง ๕ จนกระทั่งครบ ๘ หลัก

ช. วิ่งรูทีน ENABDZ เพื่อเริ่มการนับสัญญาณ

๕.๕.๑๖ รูทีน SETZ

ก. โหลดค่ารีจีสเตอร์ A ด้วยค่า E6H

ข. OUT ค่ารีจีสเตอร์ A ยังพอร์ท WSCNT ทำให้สัญญาณ MRZ เป็นค่าโล

ค. วิ่งโมดูล DEYBD เพื่อรับค่าตัวเลขของค่า แซด ทีละตัวเลขจากคีย์บอร์ด

ง. เปลี่ยนรหัสคีย์บอร์ดเป็นรหัสค่าบีซีดี

จ. OUT ค่าดาต้ารหัสบีซีดี ไปยังตัวเลขค่า แชด ของเลขหลักนั้น ๆ

ฉ. ทำขั้นตอนที่ ๓ ถึง ๕ จนกระทั่งครบ ๘ หลัก

ช. วิ่งรูทีน ENABDZ เพื่อเริ่มการนับสัญญาณ

๕.๕.๑๗ รูทีน SETN

ก. วิ่งโมดูล KEYBD เพื่อรับค่าตัวเลขของค่า เอ็น ทีละตัวเลขจากคีย์บอร์ด

ข. เปลี่ยนรหัสคีย์บอร์ดเป็นรหัสค่าบีซีดี

ค. เขียนค่าดาต้ารหัสบีซีดียังบัฟเฟอร์ NBCDBF ของเลขหลักนั้น ๆ

ง. ทำขั้นตอนที่ ๑ ถึงขั้นตอนที่ ๓ จนกระทั่งครบ ๘ หลัก

๕.๕.๑๘ รูทีน INHBDZ

ก. โหลดค่ารีจีสเตอร์ A ด้วยค่า EOH

บิท ๐-๒ เท่ากับ ๐๐๐ ซึ่งทำให้สัญญาณ MRX MRY และ MRZ เป็นโล

บิท ๓-๔ เท่ากับ ๐๐ ไม่ใช้

บิท ๕-๗ เท่ากับ ๑๑๑ ซึ่งทำให้สัญญาณ INX INY และ INZ เป็นค่าไฮ

ข. OUT ค่ารีจีสเตอร์ A ยังพอร์ท WSCNT ทำให้วงจรแปลสัญญาณหยุดการส่งสัญญาณพัลส์ที่แปลแล้วออกมา

๕.๕.๑๙ รูทีน ENABDZ

ก. โหลดค่ารีจีสเตอร์ A ด้วยค่า E7H

บิท ๐-๒ เท่ากับ ๑๑๑ ซึ่งทำให้สัญญาณ MRX MRY และ MRZ เป็นไฮ

บิท ๓-๔ เท่ากับ ๐๐๐ ไม่ใช้

บิท ๕-๗ เท่ากับ ๑๑๑ ซึ่งทำให้สัญญาณ INX INY และ INZ เป็นค่าไฮ

ข. OUT ค่ารีจีสเตอร์ A ยังพอร์ท WSCNT ทำให้วงจรแปลสัญญาณเริ่มการส่งสัญญาณพัลส์อีก

๕.๕.๒๐ รูทีน DISXYZ

มีขั้นตอนเดียวคือ ใช้คำสั่ง LDIR อ่านค่าบัฟเฟอร์ SEGBUF แอดเดรส 2000-2017 และเขียนลงในหน่วยความจำแรม แอดเดรส 8000-8017

๕.๕.๒๑ รูทีน DISN

มีขั้นตอนเดียวคือ ใช้คำสั่ง LDIR อ่านค่าบัฟเฟอร์ SEGBUF แอดเดรส 2018-201F และเขียนลงในหน่วยความจำแรม แอดเดรส 8018-801F

๕.๕.๒๒ รูทีน CLRXYZ

ก. กำหนดดาต้าเป็น ค่าแบล็งค์ รหัสแสดงค่า ๗ ส่วน

ข. เขียนลงใน บัฟเฟอร์ SEGBUF แอดเดรส 2000-2017

ค. วิ่งรูทีน DISXYZ

๕.๕.๒๓ รูทีน CLRN

ก. กำหนดดาต้าเป็นค่าแบล็งค์รหัสแสดงค่า ๗ ส่วน

ข. เขียนลงใน บัฟเฟอร์ SEGBUF แอดเดรส 2018-201F

ค. วิ่งรูทีน DISN

๕.๕.๒๔ รูทีน MPIO

ก. กำหนดค่า บัฟเฟอร์ BCTPIO เท่ากับ OOH

ข. โหลดรีจีสเตอร์ A ด้วยไบท์แรกของ บัฟเฟอร์ BCDBUF

ค. OUT รีจีสเตอร์ A ไปยังพอร์ท OOH เพื่อส่งข้อมูลไบท์แรกไปยัง พอร์ทเอ ของ พีไอโอ

ง. โหลดรีจีสเตอร์ A ด้วยไบท์สองของ บัฟเฟอร์ BCDBUF

จ. OUT รีจีสเตอร์ A ไปยังพอร์ท O1H เพื่อส่งข้อมูลไบท์สองไปยัง พอร์ทบี ของ พีไอโอ

ฉ. บวกค่าในบัฟเฟอร์ BCTPIO ด้วย 02H

ช. โหลดรีจีสเตอร์ A ด้วยค่า FOH ซึ่งเป็นเวคเตอร์แอดเดรสอิเตอร์รับโมด ๒

ฌ. OUT รีจีสเตอร์ A ไปยังพอร์ท 03H เพื่อกำหนดอินเตอร์รับเวคเตอร์แอดเดรสให้กับพอร์ทบี

ญ. วิ่งรูทีน EINPIO เพื่อเอ็นเอเบิลอินเตอร์รับให้กับ พีไอโอ

๕.๕.๒๕ รูทีน INTPIO

ก. ตรวจสอบค่า บัฟเฟอร์ BCTPIO

๑) ถ้ามีค่าไม่เท่ากับ 20H ให้ทำขั้นตอนที่ ๒ ต่อไป

๒) ถ้าเท่ากับ 20H ให้วิ่งรูทีน DINPIO เพื่อ ดีสเอเบิลอินเตอร์รับของพีไอโอ

๓) จบรูทีน INTPIO

ข. โหลดรีจีสเตอร์ A ด้วยไบท์แรก ของตัวเลขที่เหลือในบัฟเฟอร์ BCDBUF

ค. OUT รีจีสเตอร์ A ไปยังพอร์ท OOH เพื่อส่งข้อมูลไบท์แรกไปยังพอร์ทเอของพีไอโอ

ง. โหลดรีจีสเตอร์ A ด้วยไบท์สองของตัวเลขที่เหลือในบัฟเฟอร์ BCDBUF

จ. OUT รีจีสเตอร์ A ไปยังพอร์ท 01H เพื่อส่งข้อมูลไบท์สองไปยัง พอร์ทบีของพีไอโอ

ฉ. บวกค่าในบัฟเฟอร์ BCTPIO ด้วยค่า 02H

๕.๕.๒๖ รูทีน EINPIO

มีขั้นตอนเดียวคือ OUT ค่าดาต้า 87H ไปยังพอร์ท 03H เพื่อเอ็นเอเบิลอินเตอร์รับของพีไอโอ

๕.๕.๒๗ รูทีน DINPIO

มีขั้นตอนเดียวคือ OUT ค่าดาต้า 07H ไปยังพอร์ท 03H เพื่อดีสเอเบิลอินเตอร์รับของพีไอโอ

๕.๕.๒๘ รูทีน PRGSIO

ก. วิ่งโมดูล KEYBD เพื่อรับค่าตัวเลข ๑ หรือ ๐

ข. แปลรหัสคีย์บอร์ด เป็น รหัสเลขฐาน ๑๖

ค. ใช้คำสั่ง SET บิท ของค่า พารามิเตอร์ MWSIO

ง. ทำขั้นตอน ๑ ถึง ๓ จนกระทั่งครบ ๘ บิท

จ. ทำขั้นตอน ๑ ถึง ๓ เพื่อ SET บิทของค่าพารามิเตอร์ CWSIO
จนกระทั่งครบ ๘ บิท

ฉ. OUT ค่า MWSIO ไปยังพอร์ท 1FH เพื่อกำหนดโมดการทำงานของเอสไอโอ

ช. OUT ค่า CWSIO ไปยังพอร์ท 1FH เพื่อกำหนดคำสั่งการทำงานของเอสไอโอ

๕.๕.๒๙ รูทีน MSIO

ก. กำหนดค่า บัฟเฟอร์ BCTSIO เท่ากับ OOH

ข. โหลดรีจีสเตอร์ A ด้วยหนึ่งไบท์ ของบัฟเฟอร์ ASCBUF

ค. IN ค่า สเตตัสของ SIO เขียนลงบัฟเฟอร์ STSIO

ง. ตรวจสอบบิท ๐ ของค่า STSIO ซึ่งแสดงความพร้อมที่จะส่งข้อมูล

๑) ถ้าเป็นศูนย์ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ ๓ ใหม่

๒) ถ้าเป็นหนึ่งให้ทำขั้นตอนถัดไป

จ. OUT รีจีสเตอร์ A ไปยังพอร์ท 1EH ส่งข้อมูล ๑ ตัวอักษรผ่านเอสไอโอ

ฉ. บวกค่าในบัฟเฟอร์ BCTSIO ด้วย 01H

ช. ตรวจสอบค่า BCTSIO

๑) ถ้ามีค่าไม่เท่ากับ 20H ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ ๒ ใหม่

๒) ถ้าเท่ากับ 20H จบรูทีน