บทที่ ๔.

การพัฒนาและออกแบบวงจรระบบเก็บข้อมูล

หลักการในการพัฒนาและออกแบบวงจร เริ่มต้นจากการศึกษาโดยทั่วไปเกี่ยวกับความต้องการของระบบ ซึ่งมีความต้องการเป็นหลักใหญ่ ดังต่อไปนี้

ก. ระบบเก็บข้อมูล จะต้องสามารถแปลสัญญาณสิ่นที่ได้รับ มาจากแต่ละแกนให้เป็นค่าระยะทาง โดยสัมพันธ์กับทิศทางการหมุนของแกนนั้น ๆ

ข. ค่าระยะทางที่ได้ ๓ ค่า ซึ่งประกอบกันเป็นค่าพิกัดฉาก จะแสดงเป็นค่าตัวเลข ๘ หลัก

ค. ค่าระยะทางทั้ง ๓ ค่า ต้องสามารถกำหนดค่าเริ่มต้นได้

ง. ค่าลำดับที่จุด เป็นค่าที่กำหนดค่าเริ่มต้นของจุดพิกัดฉากที่ต้องการวัดค่านี้จะแสดงพร้อมไปกับค่าพิกัดฉาก ค่าลำดับที่จุดจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการส่งค่าจุดพิกัดฉากนั้นไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ค่าลำดับที่จุดจะแสดงเป็นค่าตัวเลขอย่างน้อย ๖ หลัก

จากความต้องการข้างต้นได้ออกแบบแผนผังระบบเก็บข้อมูล ตามรูปที่ ๔.๑ โดยใช้แซด - ๘๐ ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวควบคุมวงจรทั้งหมด การออกแบบได้เลือกใช้เทคนิคของวายแล็ป (wire wrap) เพราะสะดวกต่อการดัดแปลงแก้ไข ส่วนภาคอินเตอร์เฟสได้เลือกแอลเอสไอ ๘๒๕๑ เป็นตัวควบคุมการส่งข้อมูลแบบอนุกรมและแอลเอสไอ แซด--๘๐ พีไอโอ เป็นตัวควบคุมการส่งข้อมูลแบบขนาน

วงจรระบบการเก็บข้อมูลได้แบ่งเป็นวงจรส่วนต่าง ๆ ตามฟังชั่น การทำงานของระบบเก็บข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น ๙ วงจร ดังนี้

ก. วงจรแปลสัญญาณ และจับทิศทาง (Wave shape & Detect direction)

ข. วงจรนับสัญญาณ รหัส บี ซี ดี (BCD Counter)

ค. วงจรคีย์บอร์ด (Key board)

ง. วงจรมัลติเพล็กเซอร์ (Display Multiplexer)

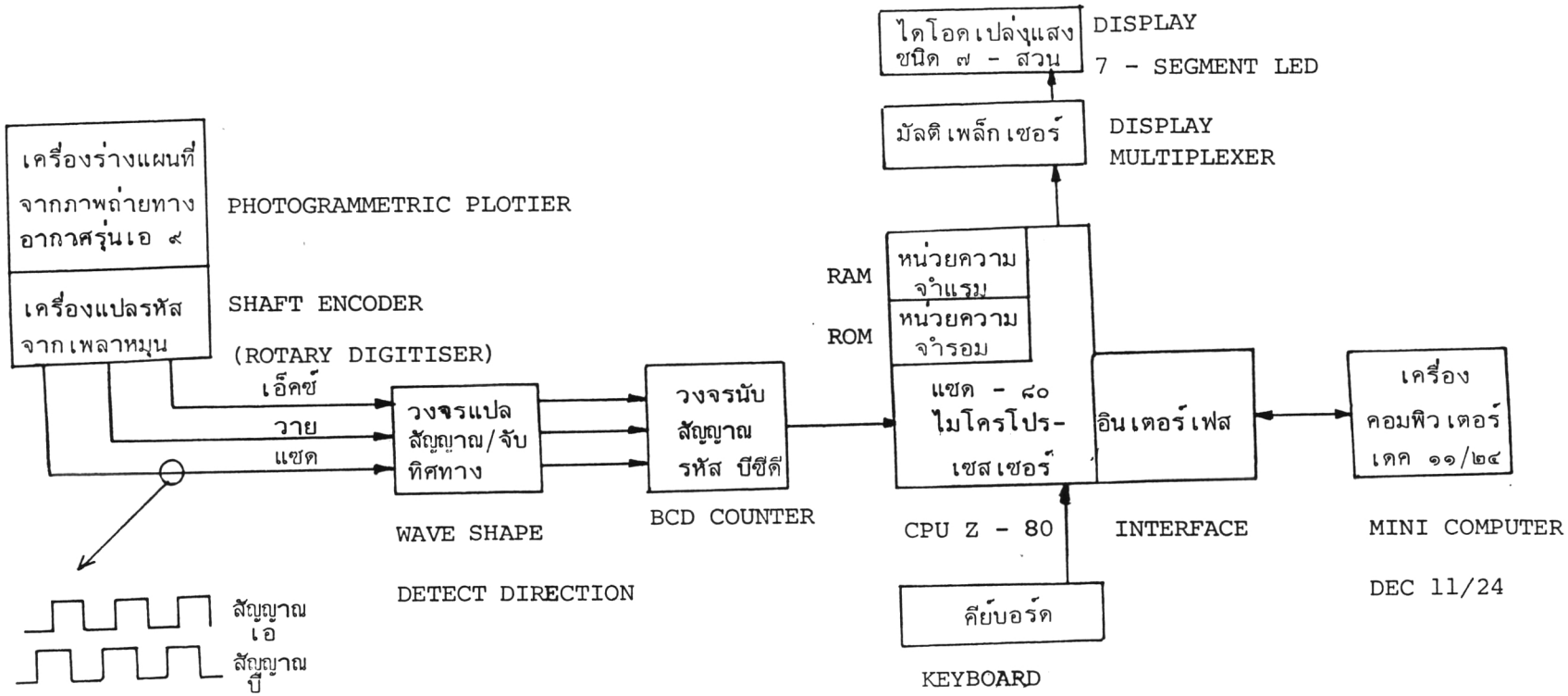
จ. วงจรแสดงค่าโดยไดโอดเปล่งแสงชนิด ๗ ส่วน (Display 7 - Segment LED)

ฉ. วงจร ซี พี ยู แซด - ๘๐ ไมโครโปรเซสเซอร์ (CPU Z - 80)

ช. วงจรอินเตอร์เฟส (Interface) รวมอยู่ในบอร์ดวงจรหน่วยควบคุมกลาง

แผนผังแสดงการทำงานระบบเก็บข้อมูล

(DATA ACQUISITION SYSTEM FLOW)



รูป ๔.๑

๔.๑ วงจรแปลสัญญาณและจับทิศทาง

๔.๑.๑ แนวคิดในการออกแบบวงจร

ก. จากข้อมูลสเปคของเครื่องแปลรหัสจากเพลาหมุนรูป ๔.๒ มีข้อมูลที่สำคัญนำมาพิจารณา คือ

- เพลาหมุน ๑ รอบ จะให้กำเนิดสัญญาณ ๑๐๐ พัลส์
  เนื่องจากเครื่องร่างแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศรุ่น เอ ๙ มีความละเอียดต่อการหมุน ๑ รอบ เท่ากับ ๒ มิลลิเมตร
  ∴ สัญญาณ ๑ พัลส์ (๑ ลูกคลื่น) จะมีค่าเท่ากับ ๐.๐๒ มิลลิเมตร
- ขนาดของสัญญาณคลื่น
  ค่า ๐ = ๐.๒ โวลท์
  ค่า ๑ = ๓.๒ถึง ๓.๓ โวลท์

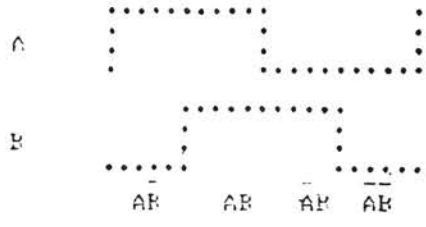
ข. การวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบของคลื่น เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทางจากรูป ๔.๓ พิจารณาโอกาสที่จะเกิดการเปลี่ยนทิศทางนั้นจะเกิดได้เท่ากับ $(๒)^{๒}$ หรือเท่ากับ ๔ วิธีคือ

๑. เอ ๐ บี ๐
๒. เอ ๐ บี ๑
๓. เอ ๑ บี ๐
๔. เอ ๑ บี ๑

จากจุดต่าง ๆที่สามารถจะเปลี่ยนทิศทางนี้ เมื่อพิจารณาสภาวะของคลื่นก่อนการเปลี่ยนทิศทางโดยการสุ่มตัวอย่างจากการเปลี่ยนค่าของสัญญาณ (Edge Sampling) จะได้รูปแบบที่ตายตัว ดังตารางข้างล่างนี้

MODEL NUMBER: 77L-1(-B03-100
SERIAL NUMBER: 30808

LINE COUNT: 100



CW ROTATION

QUADRANT WIDTH IN PHASE DEGREES

$\overline{AB}$=92.8 AVG.	91.8 MIN.	94 MAX.
AB=89.2 AVG.	87.8 MIN.	90.2 MAX.
$\overline{AB}$=91.8 AVG.	90.6 MIN.	93.2 MAX.
AB=86.1 AVG.	84.9 MIN.	87.3 MAX.

CH A TO CH B PHASE =92.3 DEGREES

SYMMETRY CH A =1.02 ON/OFF
SYMMETRY CH B =1.01 ON/OFF

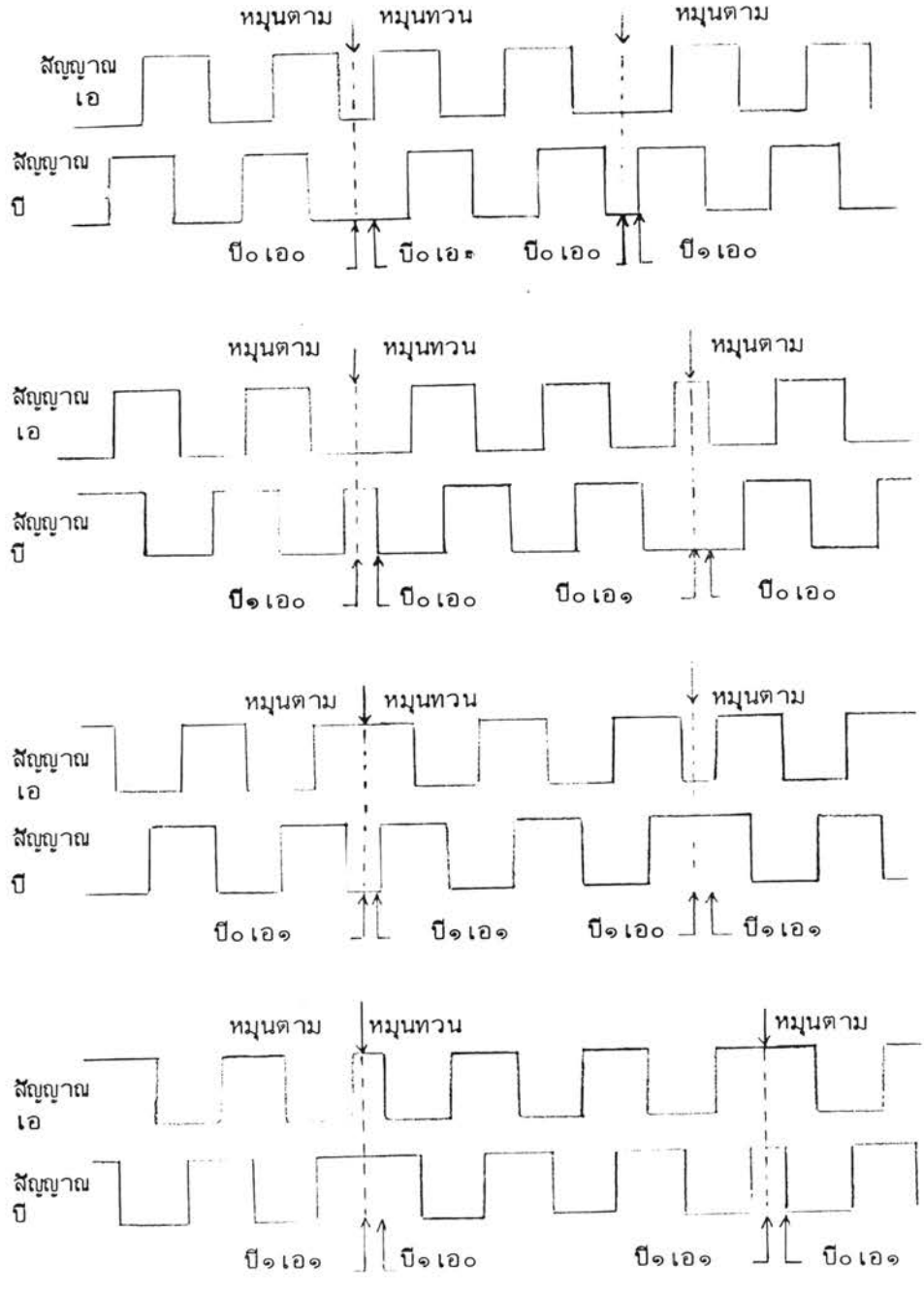
AMPLITUDES (VOLTS)

CH	ONE	ZERO
A	3.3	.2
B	3.2	.2

รูป ๔.๒ ข้อมูลสเปค ของเครื่องแปลรหัสของเพลาหมุน

008795

1759 1181



รูป ๔.๓ ลักษณะรูปแบบของสัญญาณคลื่น เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง

ตารางที่ ๔.๑

รูปแบบความสัมพันธ์ของสภาวะสัญญาณ

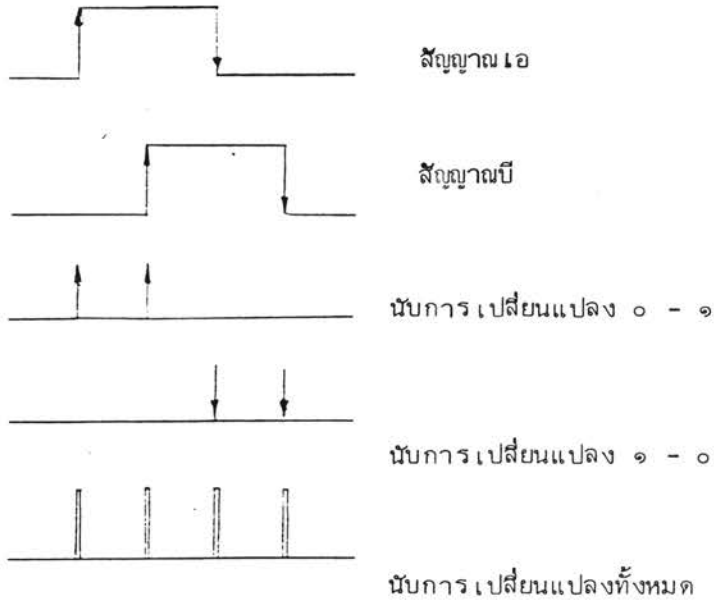
การเปลี่ยนทิศทาง จากตามเข็มเป็นทวนเข็มนาฬิกา					การเปลี่ยนทิศทาง จากทวนเข็มเป็นตามเข็มนาฬิกา				
สภาวะก่อนหน้า		สภาวะขณะสุ่มค่า		ค่าไบนารี	สภาวะก่อนหน้า		สภาวะขณะสุ่มค่า		ค่าไบนารี
บี	เอ	บี	เอ		บี	เอ	บี	เอ	
๐	๐	๐	๑	๑	๐	๐	๑	๐	๒
๑	๐	๐	๐	๘	๐	๑	๐	๐	๔
๐	๑	๑	๑	๗	๑	๐	๑	๑	๑๑
๑	๑	๑	๐	๑๔	๑	๑	๐	๑	๑๓

เมื่อพิจารณาค่าไบนารีของการเปลี่ยนทิศทางสามารถนำใช้ออกแบบวงจรที่จะจับทิศทางการเคลื่อนที่ได้ โดยการแปลรหัสค่าระดับของสัญญาณ (๐ กับ ๑) ทั้ง เอ และ บี ขณะที่มีการเปลี่ยนค่า (จาก ๐ ไป ๑ หรือ ๑ ไป ๐) เทียบกับช่วงเวลาก่อนหน้าที่สัญญาณจะมีการเปลี่ยนตัว

ถ้าแปลรหัสได้เป็นค่า ๑ ๘ ๗ หรือ ๑๔ แสดงการหมุนทวนเข็มนาฬิกา

ถ้าแปลรหัสได้เป็นค่า ๒ ๔ ๑๑ หรือ ๑๓ แสดงการหมุนตามเข็มนาฬิกา

ค. การวิเคราะห์การนับสัญญาณเพื่อให้ได้ความละเอียดสูงสุด จากรูปที่ ๔.๔ พบว่าการนับขอบของการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณของทั้งสองสัญญาณทำให้ได้ความละเอียดสูงที่สุด ซึ่งจะทำให้สัญญาณ ๑ พัลส์ของเอ และ บี นับได้ถึง ๔ ค่า ดังนั้นค่าที่นับ ๑ ครั้ง จะมีความถูกต้องเท่ากับ ๐.๐๒ ÷ ๔ = ๐.๐๐๕ มิลลิเมตร



รูป ๔.๔ การนับสัญญาณ

๔.๑.๒ การออกแบบและลักษณะการทำงานของวงจร จากรูปที่ ๔.๕

วงจรแปลสัญญาณและจับทิศทาง (ต่อ ๑ คู่สัญญาณ) แบ่งการทำงานเป็น ๓ ส่วน คือ

ก. ส่วนแปลรหัส ใช้ไอซี 74LS154 แปลรหัสจากสัญญาณเอ และบี ซึ่งเกิดขึ้นขณะนั้นกับสัญญาณเอ บี ซึ่งเกิดขึ้นก่อน โดยผ่านวงจรหน่วงเวลา รหัสที่แปลแล้วจะถูกเลือกเพื่อเข้าวงจรนับขึ้นและนับลงโดยผ่าน 74LS20 ทั้งหมด ๔ ตัว ทำให้การนับสัมพันธ์กับการหมุนของแกน

ข. ส่วนการหน่วงเวลาของสัญญาณ เอ และ บี ใช้ D Q FLIPFLOP ไอซี 74LS74A เพื่อหน่วงสัญญาณโดยอาศัยสัญญาณทริกจากส่วนนับพัลส์หน่วงเวลาโดยผ่านไอซี 74LS04A

ค. ส่วนการนับพัลส์ของสัญญาณจากรูปที่ ๔.๔ การนับขอบการเปลี่ยนแปลงสัญญาณทั้งการเปลี่ยนแปลงจาก ๐ ไป ๑ และจาก ๑ ไป ๐ ของทั้งสองสัญญาณใช้ ไอซี 74LS86 เพื่อรวมสองสัญญาณเข้าด้วยกัน และใช้ไอซี 74LS121 ONE SHOT ๒ ตัว เพื่อสร้างสัญญาณทริกใช้ในการนับ โดยตัวแรกจะสร้างสัญญาณทริกจากการเปลี่ยนระดับสัญญาณจาก ๐ ไป ๑ และตัวที่สองจะสร้างสัญญาณทริกจากการเปลี่ยนระดับสัญญาณจาก ๑ ไป ๐ โดยใช้ไอซี 74LS04 กลับสัญญาณขาเข้าเสียก่อน สัญญาณทริกที่ได้จะมี ๔ ลูก ต่อสัญญาณเอ และ บี ๑ พัลส์ สัญญาณนี้ส่วนหนึ่งจะถูกหน่วงเวลาด้วยไอซี 74LS04 และอีกส่วนหนึ่งจะต่อไปยัง 74LS20 เพื่อทริกสัญญาณนับด้านเอาท์พุตต่อไป ความกว้างพัลส์ของสัญญาณนี้ได้จากการใช้ค่าRC ต่อกับ 74LS121 ที่ขา ๑๑ และ ๑๐

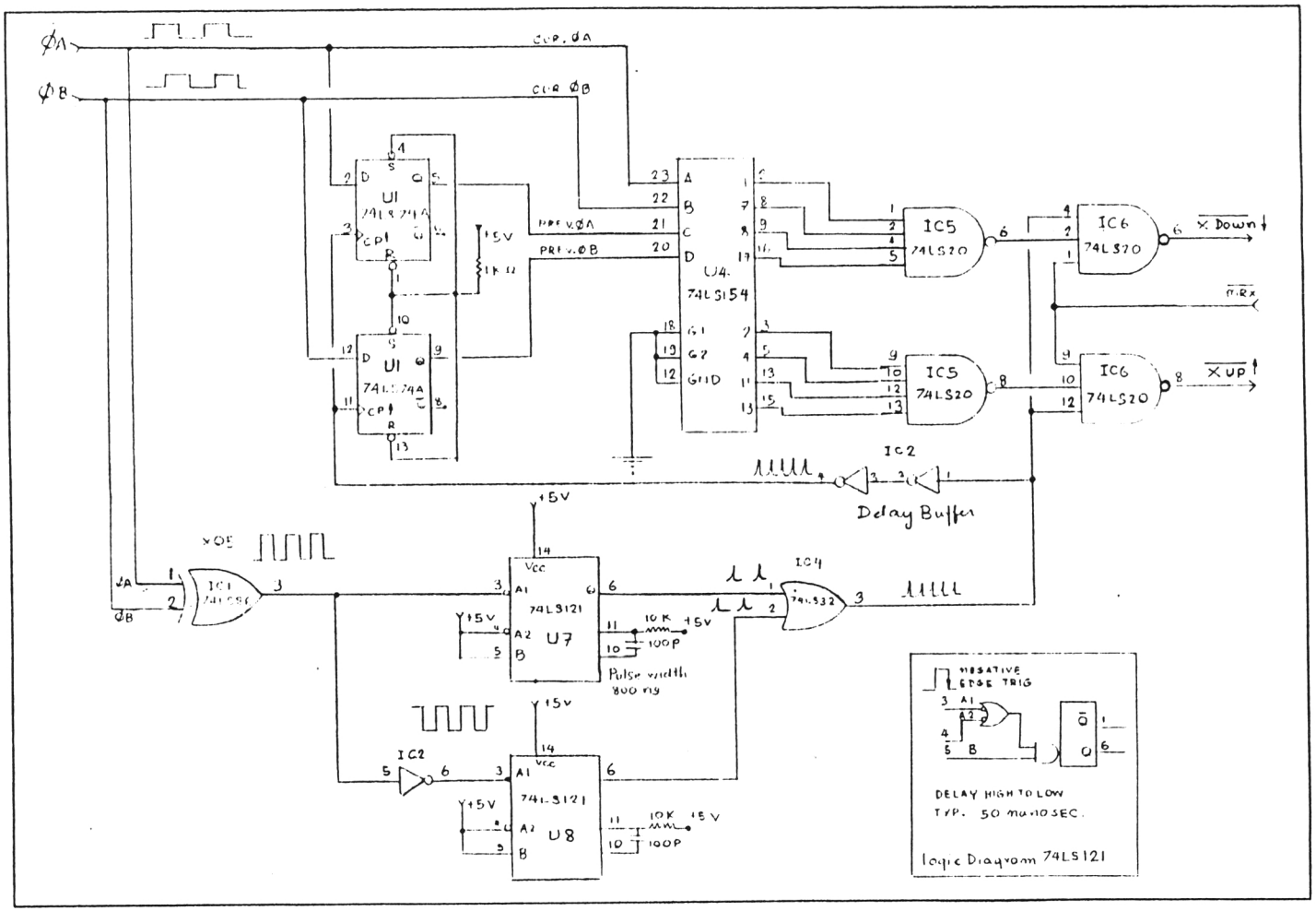
$$R = ๑๐\ K \qquad C = ๑๐๐\ P$$

จากตารางในสเปค 74LS121 ได้ความกว้างของพัลส์ประมาณ ๘๐๐ นาโนวินาที (nanosecond)

๔.๑.๓ อินพุต เอาท์พุตของวงจร

ก. อินพุตของวงจร คือ สัญญาณเอ และ บี ทั้งหมด ๓ คู่ จากแกนเอ็คซ์ แกนวาย และแกนแซด โดยต่อมาจากเครื่องแปลรหัสจากเพลาหมุน ซึ่งคิดกับแกนค่าพิกัดฉากแต่ละค่าของเครื่องร่างแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ

- สัญญาณเอ และ บี มีเฟสต่างกันประมาณ ๙๐ องศา



รูป ๔.๕ แผนผังวงจรแปลสัญญาณและจับทิศทาง

- ค่า ๐ มีแรงดันไฟฟ้า ประมาณ ๐.๒ โวลท์
- ค่า ๑ มีแรงดันไฟฟ้า ประมาณ ๓.๒ ถึง ๓.๓

ข. สัญญาณเอคทีฟโล เอ็มอาร์ (Active low MR) จากวงจร ซี พี ยู ใช้ศัด สัญญาณนับทั้งหมด

ค. เอาท์พุตของวงจร คือ สัญญาณแอคทีฟโล เป็นพัลส์ที่มีความกว้างประมาณ ๘๐๐ นาโนวินาที สัญญาณที่จะออกมา ๒ ส่วน คือ ส่วนที่นับขึ้นและส่วนที่นับลง

ตารางที่ ๔.๒

รายละเอียดอินพุต เอาท์พุต ของวงจรแปลสัญญาณ

อินพุต	รายละเอียด
ØAX	สัญญาณเอ จากเครื่องแปลรหัสจากเพลาหมุน แกนเอ็คซ์
ØBX	สัญญาณ บี จากเครื่องแปลรหัสจากเพลาหมุน แกนเอ็คซ์
ØAY	สัญญาณ เอ จากเครื่องแปลรหัสจากเพลาหมุน แกนวาย
ØBY	สัญญาณ บี จากเครื่องแปลรหัสจากเพลาหมุน แกนวาย
ØAZ	สัญญาณ เอ จากเครื่องแปลรหัสจากเพลาหมุน แกนแซด
ØBZ	สัญญาณ บี จากเครื่องแปลรหัสจากเพลาหมุน แกนแซด
$\overline{MRX}$	สัญญาณล้างตัวเลข แกนเอ็คซ์จาก ซี พี ยู
$\overline{MRY}$	สัญญาณล้างตัวเลข แกนวายจาก ซี พี ยู
$\overline{MRZ}$	สัญญาณล้างตัวเลข แกนแซดจาก ซี พี ยู

เอาท์พุต	รายละเอียด
$\overline{X\ UP}$	สัญญาณพัลส์ นับขึ้นแกนเอ็คซ์ ต่อไปยังวงจรนับสัญญาณ
$\overline{X\ DOWN}$	สัญญาณพัลส์ นับลงแกนเอ็คซ์ ต่อไปยังวงจรนับสัญญาณ
$\overline{Y\ UP}$	สัญญาณพัลส์ นับขึ้นแกนวาย ต่อไปยังวงจรนับสัญญาณ
$\overline{Y\ DOWN}$	สัญญาณพัลส์ นับลงแกนวาย ต่อไปยังวงจรนับสัญญาณ

เอาท์พุต	รายละเอียด
$\overline{Z\ UP}$	สัญญาณพัลส์ นับขึ้นแกนแซด ต่อไปยังวงจรนับสัญญาณ
$\overline{Z\ DOWN}$	สัญญาณพัลส์ นับลงแกนแซด ต่อไปยังวงจรนับสัญญาณ

๔.๒ วงจรนับสัญญาณรหัส บี ซี ดี

๔.๒.๑ แนวคิดในการออกแบบวงจร

ก. นับสัญญาณจากวงจรแปลสัญญาณ โดยมีความถูกต้องตัวเลข ๘ หลัก สัญญาณที่เข้าแยกเป็นสัญญาณนับขึ้น และสัญญาณนับลง ของแต่ละแกน

ข. วงจรนับสัญญาณสามารถกำหนดค่าเริ่มแรกได้ และสามารถลบค่าเดิมที่มีอยู่ได้ จุดทศนิยม สามารถกำหนดได้ตอนกำหนดค่าเริ่มแรก

ค. การอ่านค่าวงจรนับสัญญาณจากวงจร ซี พี ยู จะทำได้โดยวงจรนับสัญญาณไม่ต้องหยุดการนับ การอ่านค่าจะต้องทำการอ่านตัวเลขได้ ๘ หลัก พร้อมกันในทันทีเพื่อป้องกันปัญหาการขาดตัวเลขของแต่ละหลัก

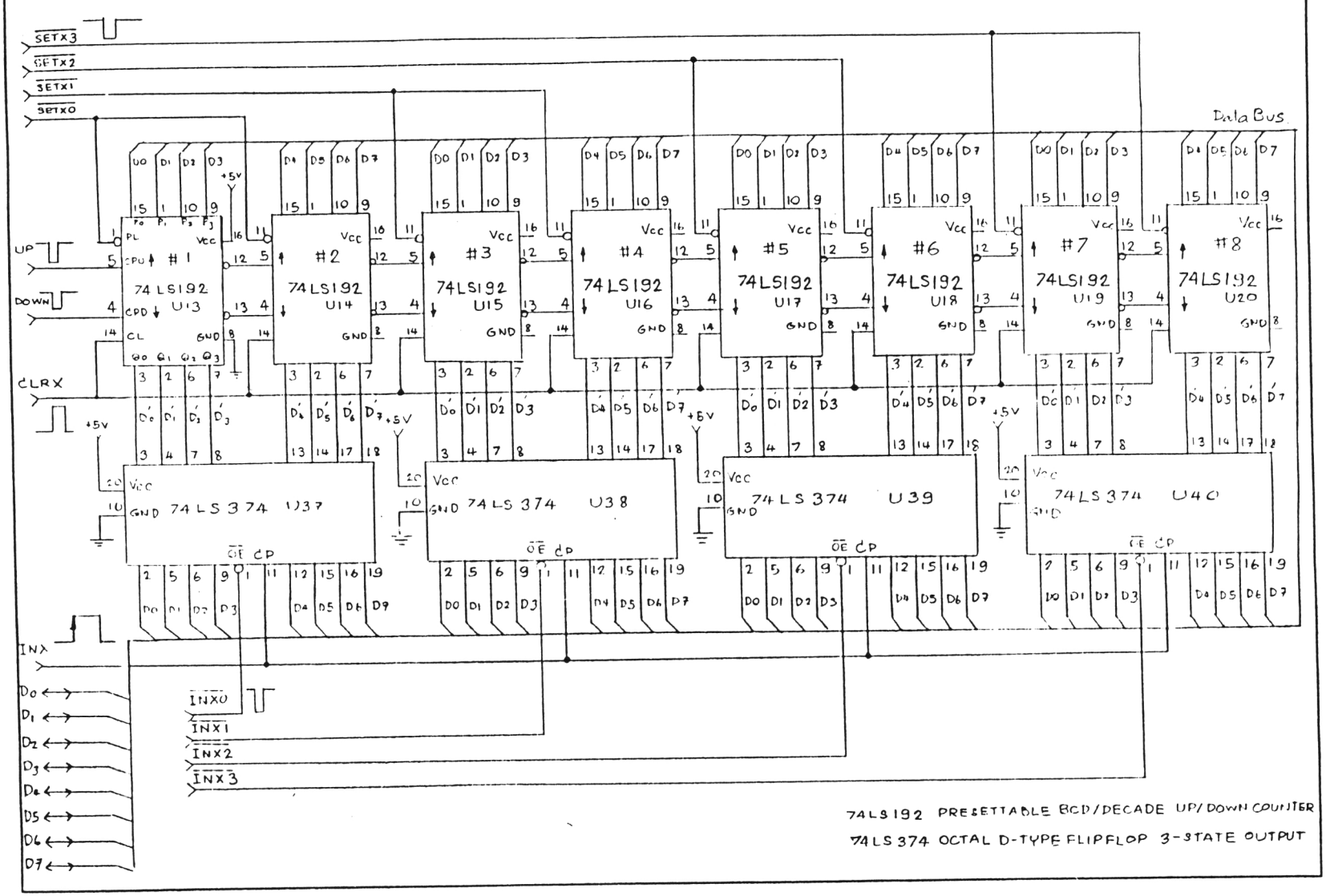
๔.๒.๒ การออกแบบและลักษณะการทำงานของวงจร จากรูปที่ ๔.๖

วงจรนับสัญญาณรหัส บี ซี ดี (ต่อ ๑ แกน) แบ่งการทำงานเป็น ๒ ส่วน คือ

ก. ส่วนการนับสัญญาณขึ้นและลงใช้ไอซี 74LS192 ซึ่งจะนับจำนวนสัญญาณพัลส์ที่เข้ามาเป็นรหัส บี ซี ดี คือ ค่า ๐ ถึง ๙ เมื่อค่ามากกว่า ๙ จะทดตัวเลขไปยังไอซีตัวถัดไป ใช้ไอซีทั้งหมด ๘ ตัว โดยต่อขาทดและยืมของไอซีตัวข้างหน้าเข้ากับขานับขึ้นและขานับลงของตัวถัดไป การล้างค่าตัวเลขทำโดยสัญญาณแอคทีฟไอซีแอลอาร์เอ็กซ์ ($\overline{CLRX}$) จากวงจร ซี พี ยู เข้าขาที่ ๑๔ ของไอซี 74LS192 การกำหนดค่าเริ่มแรกสามารถทำได้โดยสัญญาณสโตรปเอคทีฟโลเอส ฮีทเอ็กซ์ ($\overline{SETX}$)

จากวงจร ซี พี ยู เข้าขาที่ ๑ ของไอซี 74LS192 โดยดาต้า ๔ บิท ซึ่งแสดงรหัส บี ซี ดี ๑ ตัว จะเข้าที่ขา ๑๕ ขา ๑ ขา ๑๐ และ ขา ๙ เรียงตามบิทค่าน้อยไปมาก

ข. ส่วนการอ่านตัวเลข บี ซี ดี จากวงจร ซี พี ยู ส่วนนี้ใช้ไอซี 74LS374 ซึ่งเป็นไตรสเตทแล็ทช์ (Tri-State Latch) ทั้งหมด ๔ ตัว ต่อ ๘ ตัวเลข การอ่านใช้สัญญาณสโตรป ไอเอ็นเอ็กซ์(INX)ใช้ช่วงการเปลี่ยนสัญญาณจาก ๐ ไปเป็น๑ ควบคุมการอ่านข้อมูลจากไอซี



รูป ๔.๖ แผนผังวงจรนับสัญญาณ รหัส บี ซี ดี

74LS192 พร้อมกัน ๔ ตัวเลข ของแต่ละแกน เก็บค่ารอไว้ในแล็ทช์ไอซี 74LS374 ซึ่งรอวงจร ซี พี ยู ส่งสัญญาณเอ็คทีฟโล ไอเอ็นเอ็คซ์ ๐ ถึง ๓ มาสโตรปเอาข้อมูลทั้งหมดเข้าดาต้าบัส (Data Bus) อีกทีหนึ่ง

๔.๒.๓ อินพุต เอาท์พุตของวงจร จากตารางที่ ๔.๓

แยกอินพุตได้ ๒ ส่วน คือ ส่วนที่เป็นสัญญาณสำหรับนับและส่วนที่เป็นสัญญาณควบคุมการนับและการอ่านตัวเลขเข้ายังวงจร ซี พี ยู ผ่านดาต้าบัสโดยใช้ดาต้าบัสเป็นเอาท์พุต

ตารางที่ ๔.๓

รายละเอียดอินพุต เอาท์พุตของวงจรนับสัญญาณรหัส บี ซี ดี

อินพุต	รายละเอียด
$\overline{\text{X UP}}$	สัญญาณพัลส์ นับขึ้นแกนเอ็คซ์ จากวงจรแปลสัญญาณ
$\overline{\text{X DOWN}}$	สัญญาณพัลส์ นับลงแกนเอ็คซ์ จากวงจรแปลสัญญาณ
$\overline{\text{Y UP}}$	สัญญาณพัลส์ นับขึ้นแกนวาย จากวงจรแปลสัญญาณ
$\overline{\text{Y DOWN}}$	สัญญาณพัลส์ นับลงแกนวาย จากวงจรแปลสัญญาณ
$\overline{\text{Z UP}}$	สัญญาณพัลส์ นับขึ้นแกนแซด จากวงจรแปลสัญญาณ
$\overline{\text{Z DOWN}}$	สัญญาณพัลส์ นับลงแกนแซด จากวงจรแปลสัญญาณ
$\overline{\text{DATA BUS}}$	ดาต้าบัส อินพุตจากวงจร ซี พี ยู
INX	สัญญาณสโตรปแล็ทช์ ตัวเลข แกนเอ็คซ์จากวงจร ซี พี ยู
INY	สัญญาณสโตรปแล็ทช์ ตัวเลข แกนวาย จากวงจร ซี พี ยู
INZ	สัญญาณสโตรปแล็ทช์ ตัวเลข แกนแซด จากวงจร ซี พี ยู
$\overline{\text{SETXO}}$	สัญญาณสโตรป กำหนดตัวเลข หลักที่ ๑ และ ๒ ของแกนเอ็คซ์ จากวงจร ซี พี ยู
$\overline{\text{SETX1}}$	สัญญาณสโตรป กำหนดตัวเลข หลักที่ ๓ และ ๔ ของแกนเอ็คซ์ จากวงจร ซี พี ยู
$\overline{\text{SETX2}}$	สัญญาณสโตรป กำหนดตัวเลข หลักที่ ๕ และ ๖ ของแกนเอ็คซ์ จากวงจร ซี พี ยู

ตารางที่ ๔.๓ (ต่อ)

รายละเอียดอินพุต เอาท์พุตของวงจรนับสัญญาณรหัส บี ซี ดี

อินพุต	รายละเอียด
$\overline{SETX3}$	สัญญาณสโตรปกำหนดตัว เลข หลักที่ ๗ แล ๘ ของแกน เอ็คซ์จากวงจร ซี พี ยู
$\overline{SETY0}$	สัญญาณสโตรปกำหนดตัว เลข หลักที่ ๑ และ ๒ ของแกนวายจากวงจร ซี พี ยู
$\overline{SETY1}$	สัญญาณสโตรปกำหนดตัว เลข หลักที่ ๓ และ ๔ ของแกนวายจากวงจร ซี พี ยู
$\overline{SETY2}$	สัญญาณสโตรปกำหนดตัว เลข หลักที่ ๕ และ ๖ ของแกนวายจากวงจร ซี พียู
$\overline{SETY3}$	สัญญาณสโตรปกำหนดตัว เลข หลักที่ ๗ และ ๘ ของแกนวายจากวงจร ซี พี ยู
$\overline{SETZ0}$	สัญญาณสโตรปกำหนดตัว เลข หลักที่ ๑ และ ๒ ของแกนแซดจากวงจร ซี พี ยู
$\overline{SETZ1}$	สัญญาณสโตรปกำหนดตัว เลข หลักที่ ๓ และ ๔ ของแกนแซดจากวงจร ซี พี ยู
$\overline{SETZ2}$	สัญญาณสโตรปกำหนดตัว เลข หลักที่ ๕ และ ๖ ของแกนแซดจากวงจร ซี พี ยู
$\overline{SETZ3}$	สัญญาณสโตรปกำหนดตัว เลข หลักที่ ๗ และ ๘ ของแกนแซดจากวงจร ซี พี ยู
$\overline{INX0}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัว เลขหลักที่ ๑และ ๒ของแกน เอ็คซ์จากวงจรซีพียู
$\overline{INX1}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัว เลขหลักที่ ๓ และ ๔ ของแกน เอ็คซ์จากวงจรซีพียู
$\overline{INX2}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัว เลขหลักที่ ๕ และ ๖ ของแกน เอ็คซ์จากวงจรซีพียู
$\overline{INX3}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัว เลขหลักที่ ๗ และ ๘ ของแกน เอ็คซ์จากวงจรซีพียู

ตารางที่ ๔.๓ (ต่อ)

รายละเอียด อินพุต เอาท์พุตของวงจรนับสัญญาณรหัส บี ซี ดี

อินพุต	รายละเอียด
$\overline{INY0}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัวเลขหลักที่ ๑ และ ๒ ของแกนวายจากวงจรซีพียู
$\overline{INY1}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัวเลขหลักที่ ๓ และ ๔ ของแกนวายจากวงจรซีพียู
$\overline{INY2}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัวเลขหลักที่ ๕ และ ๖ ของแกนวายจากวงจรซีพียู
$\overline{INY3}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัวเลขหลักที่ ๗ และ ๘ ของแกนวายจากวงจรซีพียู
$\overline{INZ0}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัวเลขหลักที่ ๑ และ ๒ ของแกนแซดจากวงจรซีพียู
$\overline{INZ1}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัวเลขหลักที่ ๓ และ ๔ ของแกนแซดจากวงจรซีพียู
$\overline{INZ2}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัวเลขหลักที่ ๕ และ ๖ ของแกนแซดจากวงจรซีพียู
$\overline{INZ3}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่าตัวเลขหลักที่ ๗ และ ๘ ของแกนแซดจากวงจรซีพียู

เอาท์พุต	รายละเอียด
DATA BUS	ดาต้าบัสเอาท์พุตไปวงจร ซี พี ยู ซึ่งควบคุมโดยสัญญาณสโตรปควบคุมการอ่านค่า

๔.๓ <u>วงจรคีย์บอร์ด</u>

๔.๓.๑ แนวคิดในการออกแบบวงจร

คีย์บอร์ด เป็นส่วนวงจรที่จะรับข้อมูลอินพุตจากผู้ใช้ระบบเก็บข้อมูลซึ่งสามารถแบ่งลักษณะอินพุตซึ่งเกิดจากการกดคีย์แต่ละคีย์ได้ ๒ ประเภท คือ

ก. อินพุตที่ใช้เลือกฟังชั่นการทำงานของระบบการเก็บข้อมูลซึ่งประกอบด้วย

- เลือกการกำหนดค่าเริ่มแรกของค่าพิกัดฉาก ค่าเอ็กซ์ ค่าวาย และค่าแซด
- เลือกการล้างค่าตัวเลขของค่าพิกัดฉากให้เป็นศูนย์
- **ส่ง**ข้อมูลค่าพิกัดฉากไปยังคอมพิวเตอร์
- เลือกโปรแกรมการทดสอบและตรวจ**หาความ**ผิดพลาดของฮาร์ดแวร์ของระบบเก็บข้อมูล
- ล้มเลิกการทำงานของระบบเก็บข้อมูลทั้งหมดและเริ่มต้นทำใหม่

ข. อินพุต ที่ใช้สำหรับกำหนดค่าตัวเลข ๐ ถึง ๙ สำหรับกำหนดค่าเริ่มแรกพิกัดฉากและค่าลำดับที่จุดของจุดพิกัดฉาก

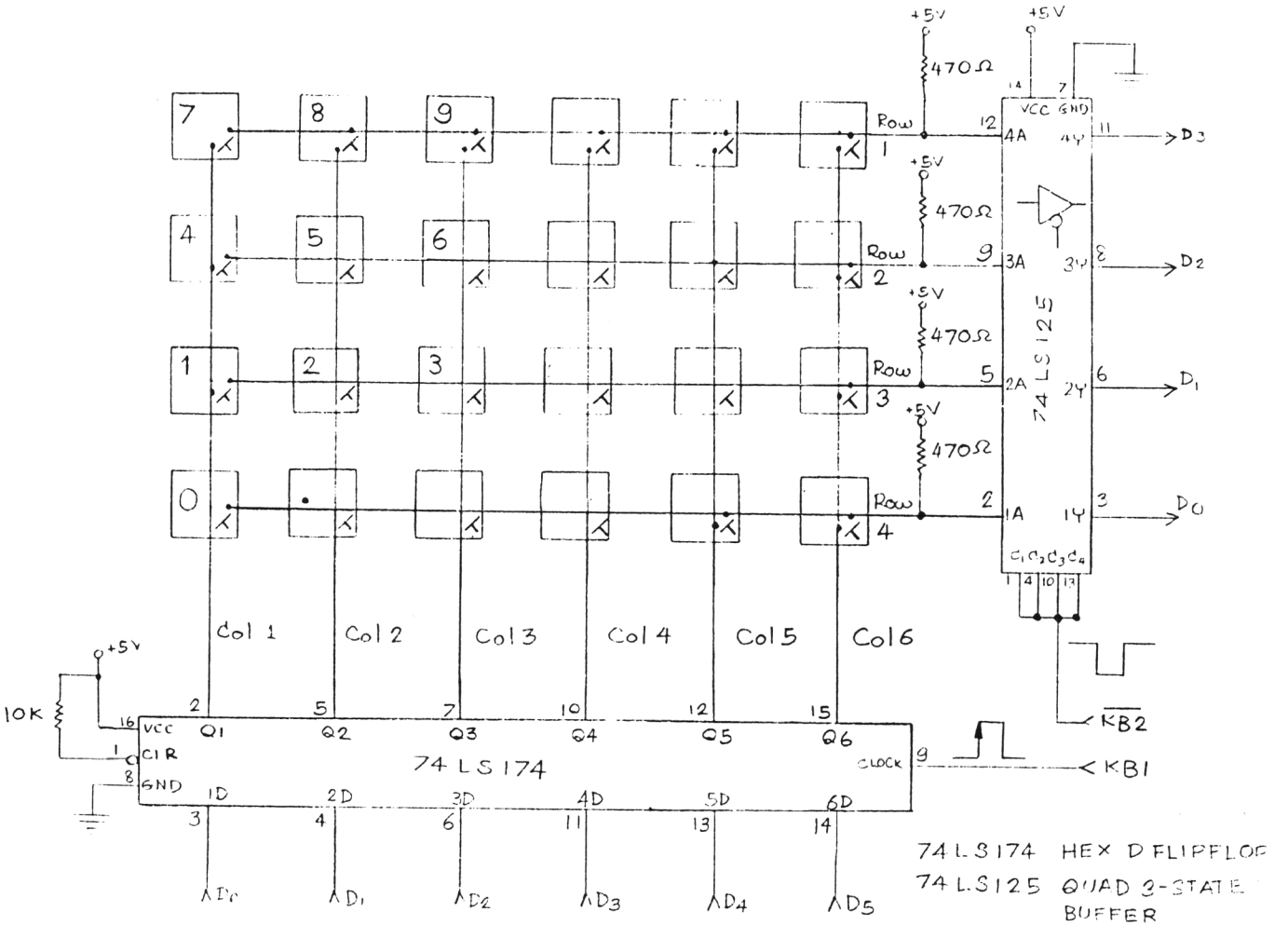
๔.๓.๒ การออกแบบและลักษณะการทำงานของวงจร จากรูปที่ ๔.๗ก รูปที่ ๔.๗ข

ก. การออกแบบคีย์บอร์ดและจำนวนคีย์ นอกจากพิจารณาถึงคีย์ตัวเลขและคีย์ฟังชั่นที่ต้องการใช้แล้ว ได้คำนึงถึงการพัฒนาโปรแกรมใช้งานในอนาคตของระบบเก็บข้อมูลนี้อีกด้วย ดังนั้นจึงได้ออกแบบการวางตำแหน่งคีย์และการกำหนดตัวคีย์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ๔.๔

การวางตำแหน่งและกำหนดตัวคีย์

ประเภทคีย์	กำหนดตัวคีย์	แถวที่	คอลัมน์ที่	รายละเอียดการใช้งาน
ตัวเลข	.	๑	๒	ใช้สำหรับคีย์ตัวเลขกำหนดค่า
ตัวเลข	๐	๑	๑	ใช้สำหรับคีย์ตัวเลขกำหนดค่า
ตัวเลข	๑	๒	๑	ใช้สำหรับคีย์ตัวเลขกำหนดค่า
ตัวเลข	๒	๒	๒	ใช้สำหรับคีย์ตัวเลขกำหนดค่า
ตัวเลข	๓	๒	๓	ใช้สำหรับคีย์ตัวเลขกำหนดค่า
ตัวเลข	๔	๓	๑	ใช้สำหรับคีย์ตัวเลขกำหนดค่า
ตัวเลข	๕	๓	๒	ใช้สำหรับคีย์ตัวเลขกำหนดค่า
ตัวเลข	๖	๓	๓	ใช้สำหรับคีย์ตัวเลขกำหนดค่า
ตัวเลข	๗	๔	๑	ใช้สำหรับคีย์ตัวเลขกำหนดค่า
ตัวเลข	๘	๔	๒	ใช้สำหรับคีย์ตัวเลขกำหนดค่า
ตัวเลข	๙	๔	๓	ใช้สำหรับคีย์ตัวเลขกำหนดค่า
ฟังชั่นปัจจุบัน	SETX	๔	๔	กำหนดเริ่มแรก เอ็กซ์
ฟังชั่นปัจจุบัน	SETY	๓	๔	กำหนดเริ่มแรก วาย
ฟังชั่นปัจจุบัน	SETZ	๒	๔	กำหนดเริ่มแรก แซด
ฟังชั่นปัจจุบัน	SETN	๑	๔	กำหนดเริ่มแรก เอ็น
ฟังชั่นปัจจุบัน	CLRXYZ	๔	๕	ล้างตัวเลข เอ็กซ์ วาย แซด
ฟังชั่นปัจจุบัน	STEP-PDP	๓	๕	ส่งค่าพิกัดฉาก ค่าเอ็นให้คอมพิวเตอร์
ฟังชั่นปัจจุบัน	TEST	๑	๖	เลือกโปรแกรมทดสอบ
ฟังชั่นปัจจุบัน	SW-RESET	๔	๖	เริ่มทำงานใหม่
ฟังชั่นในอนาคต	STEP-PRN	๒	๕	ส่งค่าพิกัดฉากค่าเอ็นออกพิมพ์
ฟังชั่นในอนาคต	AUTO-PDP	๓	๖	ส่งค่าโดยอัตโนมัติไปเครื่องคอมพิวเตอร์
ฟังชั่นในอนาคต	AUTO-PRN	๒	๖	ส่งค่าโดยอัตโนมัติออกพิมพ์
ฟังชั่นในอนาคต	PROJ-ID	๑	๓	รับรหัสตัวเลขประจำโมเดล
ฟังชั่นในอนาคต	ENTER	๑	๕	จบข้อมูลทางคีย์บอร์ด



รูป ๔.๗ ก. แผนผังวงจรคีย์บอร์ด

	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6
Row 4	7	8	9	Set X D	CLR X Y Z	SW RESET
Row 3	4	5	6	Set Y C	STEP PDP	AUTO PDP
Row 2	1	2	3	Set Z B	STEP PRN F	AUTO PRN
Row 1	0	.	PROJ ID	Set N A	ENTER E	TEST

รูปที่ ๔.๗ ข. การวางตำแหน่งคีย์

เนื่องจากระบบได้ออกแบบมาให้มีโปรแกรมตรวจสอบหาความผิดพลาดของฮาร์ดแวร์ ซึ่งตัวเลขจำเป็นต้องใช้ตัวเลขฐาน ๑๖ ซึ่งมีค่า A B C D E และ F เพิ่มขึ้นจากตัวเลขทศนิยม ๐ ถึง ๙ ตัวเลขฐาน ๑๖ นี้ได้ออกแบบให้ใช้ฟังชั่นคีย์แทน โดยจะใช้ได้ในขณะการทดสอบเท่านั้น ฟังชั่นคีย์ที่แทนเลขฐาน ๑๖ มีดังต่อไปนี้

คีย์	SETN	=	ค่า A
คีย์	SETZ	=	ค่า B
คีย์	SETY	=	ค่า C
คีย์	SETX	=	ค่า D
คีย์	ENTER	=	ค่า E
คีย์	STEP-PDP	=	ค่า F

ข. ส่วนของวงจรรับค่าข้อมูลจากคีย์บอร์ด

เนื่องจากคีย์บอร์ดออกแบบไว้เป็นลักษณะการต่อสวิทช์แมทริกมี ๔ แถว แถวละ ๖ คอลัมน์ วงจรได้ออกแบบให้ใช้ไอซี 74LS125 เป็นไตรสเตทบัฟเฟอร์ เพื่อรับข้อมูลการกดคีย์สวิทช์ของแถวที่ ๑ ถึงที่ ๔ และใช้ไอซี74LS174 เป็นแล็ทช์ สำหรับกำหนดค่า ๐ และ ๑ ของแต่ละคอลัมน์หรือทั้งหมด เพื่อที่จะหาตำแหน่งซึ่งคีย์ถูกกด

๔.๓.๓ อินพุต เอาท์พุตของวงจร

อินพุตใช้ดาต้าบัส ๔ บิท ต่อจากไอซี 74LS125 เพื่อเป็นข้อมูลของสวิทช์ในแต่ละแถวที่ถูกกด การรับข้อมูลจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณสโตรปจากวงจร ซี พี ยู เป็นสัญญาณเอดทีฟโลเคบีสอง ($\overline{KB2}$) ส่วนเอาท์พุตใช้ดาต้าบัส ๖ บิท ต่อเข้าไอซี 74LS174 เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดค่า ๐ ให้กับคีย์ของแต่ละคอลัมน์ เอาท์พุตดาต้าบัสถูกควบคุมโดยใช้สัญญาณสโตรปจากวงจร ซี พี ยู เคบีหนึ่ง ($\overline{KB1}$) โดยใช้ช่วงการเปลี่ยนสัญญาณจาก ๑ เป็น ๐ ในการแล็ทช์ข้อมูล

๔.๔ <u>วงจรมัลติเพล็กเซอร์</u>

๔.๔.๑ แนวคิดในการออกแบบ

ก. วงจรมัลติเพล็กเซอร์ เป็นวงจรที่ออกแบบเพื่อสแกน (Scan) รหัส ๗ ส่วน ซึ่งเก็บอยู่ในหน่วยความจำแรม (RAM) ออกแสดงตัวเลขบนไดโอดเปล่งแสงชนิด ๗ ส่วน วงจรนี้ช่วยลดภาระการทำงานของวงจร ซี พี ยู ในภาคแสดงค่าตัวเลข โดยค่าตัวเลขที่ต้องการจะแสดงผลจะถูกแปลเป็นรหัส ๗ ส่วน เขียนลงบนหน่วยความจำแรมของวงจรมัลติเพล็กเซอร์

ข. การแสดงค่าตัวเลขบนไดโอดเปล่งแสงชนิด ๗ - ส่วน ต้องคำนึงถึงอายุการใช้งานของไดโอดเปล่งแสง โดยอาศัยหลักการของ ดิวตี้ไซเกิล (Duty Cycle) มาพิจารณาเพื่อกำหนดความถี่

ในการสแกนของวงจรมัลติเพล็กเซอร์ และความถี่นี้ต้องไม่ต่ำกว่า ๒๐ ไซเกิลต่อวินาที เพราะเป็นความถี่ต่ำสุดที่ตาของคนเราจะเห็นภาพได้ต่อเนื่อง

ค. วงจรมัลติเพล็กเซอร์จะต้องสแกนค่าตัวเลขได้ทั้งหมด ๓๒ ตัวเลข ซึ่งประกอบด้วยค่าเอ็คซ์ ๘ ตัวเลข ค่าวาย ๘ ตัวเลข ค่าแชด ๘ ตัวเลข และค่าลำดับที่จุดอีก ๘ ตัวเลข การที่ได้เผื่อตัวเลขขึ้นอีก ๒ หลักแทนที่จะเป็น ๖ หลักตามความต้องการความถูกต้องของระบบเก็บข้อมูลนั้น เพื่อไว้เป็นเลขหลังจุดทศนิยม ๒ ตำแหน่ง ส่วนค่าลำดับจุดที่ต้องมี ๘ หลักนั้น มีเผื่อไว้สำหรับการแสดงผลข้อมูล เมื่อรั่งโปรแกรมตรวจสอบ

๔.๔.๒ การออกแบบและลักษณะการทำงานของวงจรจากรูปที่ ๔.๘

วงจรมัลติเพล็กเซอร์ แบ่งการทำงานเป็น ๔ ส่วนคือ

ก. ส่วนให้กำเนิดสัญญาณความถี่สำหรับการสแกนค่ารหัส ๗ ส่วน ในแรม ซึ่งใช้แอดเดรส ๕ บิท สำหรับการสแกนหาค่า ๓๒ ตำแหน่งในหน่วยความจำแรม วงจรใช้ไอซี 74LS93 ๒ ตัว เพื่อหาสัญญาณความถี่ซึ่งได้จากวงจร ซี พี ยู ความถี่ทั้ง ๕ ความถี่จะลดลงทีละครึ่งเมื่อเทียบกับความถี่แรก

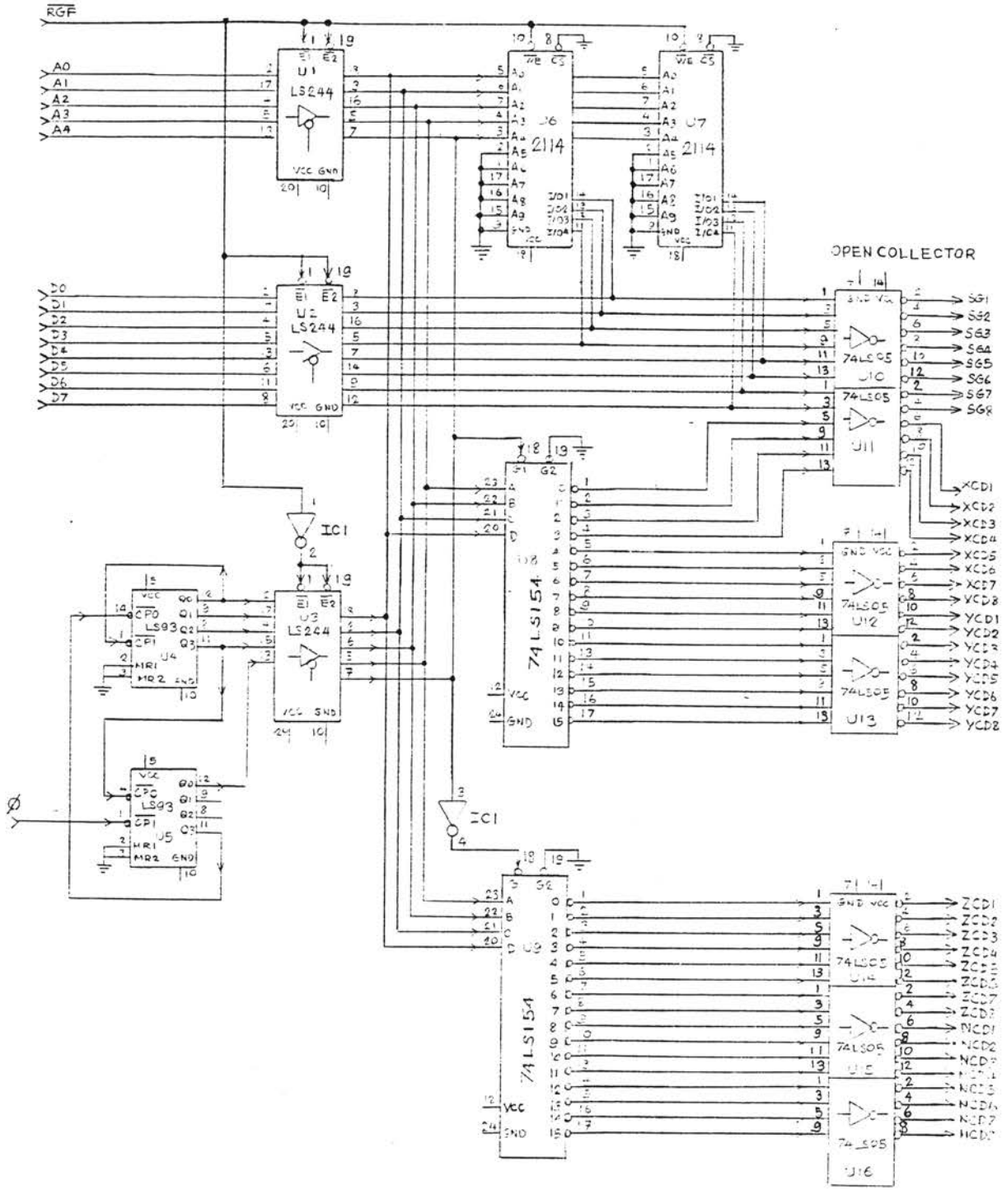
ข. ส่วนการเขียนค่ารหัส ๗ ส่วนจากวงจร ซี พี ยู ใช้ไอซี 74LS244 ๒ ตัว ซึ่งเป็นไตรสเตทบัฟเฟอร์ สำหรับดาต้าบัส ๘ บิท และแอดเดรส ๕ บิท ซึ่งควบคุมการทำงานโดยสัญญาณแอดทีฟโลอาร์จีเอฟ จากวงจร ซี พี ยู

ค. ส่วนการสแกนค่าตัวเลขประกอบด้วยหน่วยความจำแรม ๒๑๑๔ ๒ ตัว เก็บรหัสสำหรับสแกนไปยังส่วนต่าง ๆ ของไดโอดเปล่งแสง รวมทั้งส่วนที่แสดงจุดทศนิยมรวมเป็น ๘ ส่วน ส่วนการสแกนตัวเลขใช้ไอซี 74LS154 เพื่อดีโคดแอดเดรส(decode address) เป็นตำแหน่งของไดโอดเปล่งแสงที่จะแสดงผลทั้งหมด ๓๒ ตำแหน่ง

ง. ส่วนที่เป็นไดเวอร์ (driver) สำหรับวงจรแสดงค่าใช้ไอซี 74LS05 ซึ่งเป็นโอเพนคอเลคเตอร์ (open collector) เพื่อจ่ายกระแสให้กับวงจรแสดงค่าได้อย่างเพียงพอ

๔.๔.๓ อินพุต เอาท์พุตของวงจร

อินพุตเป็นรหัสของตัวเลขที่ต้องการแสดงมาจากวงจร ซี พี ยู ส่วนเอาท์พุตเป็นสัญญาณการสแกน ซึ่งแบ่งเป็นสแกนส่วนเปล่งแสงของไดโอด และสแกนส่วนที่เป็นคาโทดของไดโอด ดังแสดงไว้ในตารางข้างล่างนี้



รูป ๔.๘ แผนผังวงจรมัลติเพล็กเซอร์

ตารางที่ ๔.๕

รายละเอียดอินพุต เอาท์พุตของวงจรมัลติเพล็กเซอร์

อินพุต	รายละเอียด
$\overline{RGF}$	สัญญาณสโตรปควบคุมการเขียนรหัสในแรมจากวงจร ซี พี ยู
ดาต้าบัส	ดาต้าบัส ๘ บิท สำหรับเขียนรหัสในแรมจากวงจร ซี พี ยู
แอดเดรสบัส	แอดเดรสบัส ๕ บิท สำหรับการเลือกตำแหน่งในแรมจากวงจร ซี พี ยู
Ø	สัญญาณความถี่จากวงจร ซี พี ยู

เอาท์พุต	รายละเอียด
SG1	สัญญาณสแกนส่วนเปล่งแสงที่ ๑ ไปยังวงจรแสดงค่า
SG2	สัญญาณสแกน ส่วนเปล่งแสงที่ ๒ ไปยังวงจรแสดงค่า
SG3	สัญญาณสแกน ส่วนเปล่งแสงที่ ๓ ไปยังวงจรแสดงค่า
SG4	สัญญาณสแกน ส่วนเปล่งแสงที่ ๔ ไปยังวงจรแสดงค่า
SG5	สัญญาณสแกน ส่วนเปล่งแสงที่ ๕ ไปยังวงจรแสดงค่า
SG6	สัญญาณสแกน ส่วนเปล่งแสงที่ ๖ ไปยังวงจรแสดงค่า
SG7	สัญญาณสแกน ส่วนเปล่งแสงที่ ๗ ไปยังวงจรแสดงค่า
SG8	สัญญาณสแกน ส่วนแสดงทศนิยม ไปยังวงจรแสดงค่า
XCD1	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๑ ค่าเอ็คซ์ ไปยังวงจรแสดงค่า
XCD2	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๒ ค่าเอ็คซ์ ไปยังวงจรแสดงค่า
XCD3	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๓ ค่าเอ็คซ์ ไปยังวงจรแสดงค่า
XCD4	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๔ ค่าเอ็คซ์ ไปยังวงจรแสดงค่า
XCD5	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๕ ค่าเอ็คซ์ ไปยังวงจรแสดงค่า
XCD6	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๖ ค่าเอ็คซ์ ไปยังวงจรแสดงค่า
XCD7	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๗ ค่าเอ็คซ์ ไปยังวงจรแสดงค่า
XCD8	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๘ ค่าเอ็คซ์ ไปยังวงจรแสดงค่า
YCD1	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๑ ค่าวาย ไปยังวงจรแสดงค่า
YCD2	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๒ ค่าวาย ไปยังวงจรแสดงค่า
YCD3	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๓ ค่าวาย ไปยังวงจรแสดงค่า
YCD4	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๔ ค่าวาย ไปยังวงจรแสดงค่า
YCD5	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๕ ค่าวาย ไปยังวงจรแสดงค่า
YCD6	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๖ ค่าวาย ไปยังวงจรแสดงค่า
YCD7	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๗ ค่าวาย ไปยังวงจรแสดงค่า
YCD8	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๘ ค่าวาย ไปยังวงจรแสดงค่า

ตารางที่ ๔.๕ (ต่อ)

รายละเอียดอินพุต เอาท์พุตของวงจรมัลติเพล็กเซอร์

เอาท์พุต	รายละเอียด
ZCD1	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๑ ค่าแซด ไปยังวงจรแสดงค่า
ZCD2	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๒ ค่าแซด ไปยังวงจรแสดงค่า
ZCD3	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๓ ค่าแซด ไปยังวงจรแสดงค่า
ZCD4	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๔ ค่าแซด ไปยังวงจรแสดงค่า
ZCD5	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๕ ค่าแซด ไปยังวงจรแสดงค่า
ZCD6	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๖ ค่าแซด ไปยังวงจรแสดงค่า
ZCD7	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๗ ค่าแซด ไปยังวงจรแสดงค่า
ZCD8	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๘ ค่าแซด ไปยังวงจรแสดงค่า
NCD1	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๑ ค่าเอ็น ไปยังวงจรแสดงค่า
NCD2	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๒ ค่าเอ็น ไปยังวงจรแสดงค่า
NCD3	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๓ ค่าเอ็น ไปยังวงจรแสดงค่า
NCD4	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๔ ค่าเอ็น ไปยังวงจรแสดงค่า
NCD5	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๕ ค่าเอ็น ไปยังวงจรแสดงค่า
NCD6	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๖ ค่าเอ็น ไปยังวงจรแสดงค่า
NCD7	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๗ ค่าเอ็น ไปยังวงจรแสดงค่า
NCD8	สัญญาณสแกนตัวเลขที่ ๘ ค่าเอ็น ไปยังวงจรแสดงค่า

๔.๕ วงจรแสดงค่าโดยไดโอดเปล่งแสงชนิด ๗ ส่วน (Display 7 - Segment LED)

๔.๕.๑ แนวคิดในการออกแบบวงจร

ก. วงจรต้องสามารถจ่ายกระแสให้ไดโอดเปล่งแสงได้เพียงพอ ซึ่งมีทั้งหมด ๓๒ ตัว (เอ็คซ์ ๘ วาย ๘ แซด ๘ และเอ็น ๘)

ข. เนื่องจากอินพุตของวงจรเป็นโอเพนคอเลคเตอร์ ดังนั้น วงจรแสดงค่าสามารถเลือกแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า ๕ โวลท์ได้ ซึ่งทำให้ออกแบบวงจรได้ง่าย

ค. ไดโอดเปล่งแสงชนิด ๗ ส่วน และมีส่วนที่เป็นจุดทศนิยมซึ่งรวมเป็น ๘ ส่วน เป็นไดโอดเปล่งแสงชนิดคอมมอนคาโทด (Common Cathode)

ง. การสแกนส่วนเปล่งแสงของไดโอดทั้ง ๘ ส่วน ใช้ ๘ อินพุตในการสแกน ซึ่งหมายความว่า ส่วนเปล่งแสงส่วนหนึ่งของไดโอดเปล่งแสงทั้ง ๓๒ ตัว ใช้สัญญาณอินพุตร่วมกัน

๔.๕.๒ การออกแบบและลักษณะการทำงานของวงจร รูปที่ ๔.๙

ก. วงจรแสดงค่าได้เลือกแรงดัน ๑๒ โวลท์ โดยใช้ทรานซิสเตอร์ บี ซี ๕๕๗ และ บี ซี ๓๓๗ เป็นตัวสวิทช์ให้กระแสไหลผ่านไดโอด ซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์ บี ซี ๕๕๗ เป็นตัวควบคุมกระแสด้านส่วนเปล่งแสง โดยสัญญาณอินพุตที่สแกนส่วนเปล่งแสงจะเป็นตัวไบแอส (Bias) ขาเบส (Base) ของทรานซิสเตอร์ บี ซี ๕๕๗ ซึ่งเป็นแบบเนคกาทีฟไบแอส (Negative bias) สำหรับการควบคุมกระแสผ่านไดโอดทั้งหมดที่คาโทดใช้ทรานซิสเตอร์ บี ซี ๓๓๗ เป็นตัวควบคุมโดยสัญญาณอินพุตที่สแกนตัวเลขจะเป็นตัวไบแอสขาเบสของทรานซิสเตอร์ บี ซี ๓๓๗ ซึ่งเป็นแบบโพสซิทีฟไบแอส (Positive bias)

ข. การกำหนดค่าดิวตี้ไซเกิลของไดโอด จากความถี่ ๒๐ ไซเกิลต่อวินาทีเป็นความถี่ต่ำสุด ซึ่งมนุษย์สามารถมองเห็นภาพได้โดยต่อเนื่อง การออกแบบใช้ค่า ๓๐ ไซเกิลต่อวินาทีเป็นจำนวนครั้งที่ไดโอดตัวหนึ่งในทั้งหมด ๓๒ ตัว จะเปล่งแสงแสดงค่าตัวเลข

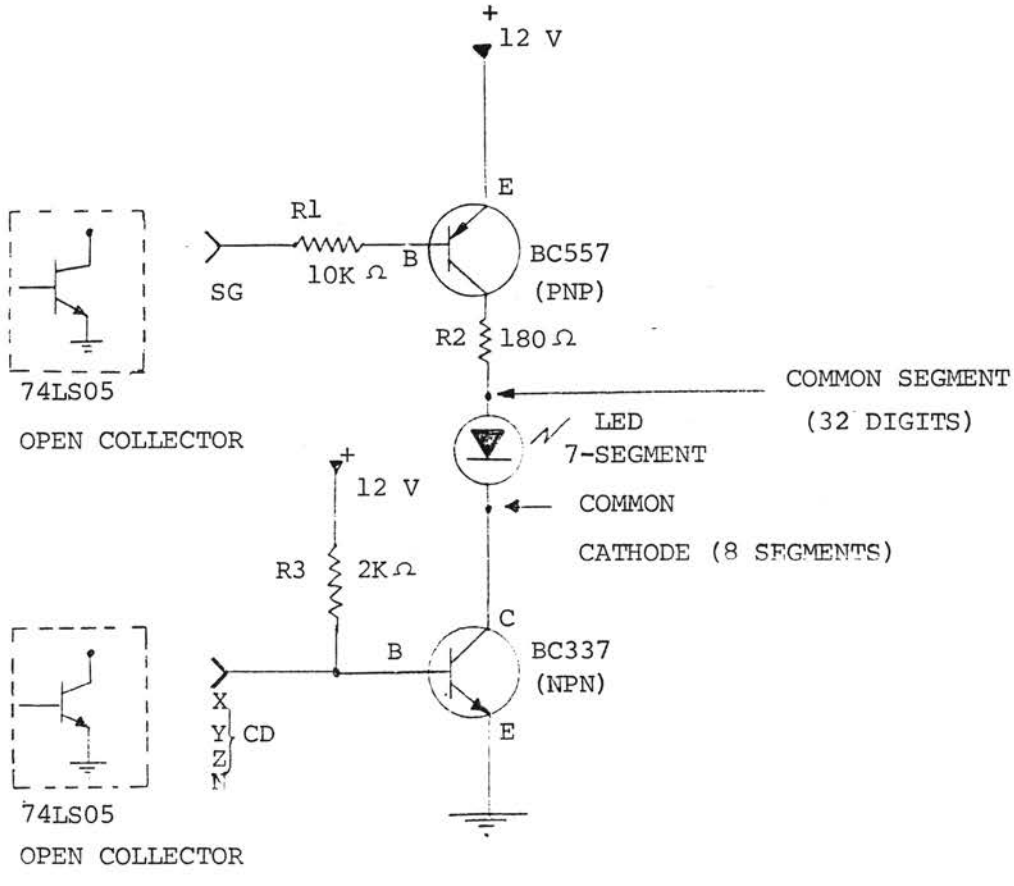
ความถี่การเปล่งแสงของไดโอด ๑ ตัว = ๓๐ ครั้งต่อวินาที

ความถี่สำหรับการสแกนไดโอด ๓๒ ตัว = ๓๐ x ๓๒ ครั้งต่อวินาที

∴ ความถี่ต่ำสุดที่ใช้สแกนไดโอด (ตัวเลข) = ๙๖๐ ครั้งต่อวินาที

ค. การคำนวณวงจร

กระแสไหลผ่านส่วนเปล่ง ๑ ส่วน (ตลอดเวลา) ประมาณ ๑๕.๐ มิลลิแอมป์



รูป ๔.๙ แผนผังวงจรแสดงค่าโดยไดโอดเปล่งแสง

จากดิวตี้ไซเกิลกำหนดให้ไดโอดคิดปริมาณกระแสเป็น ๔ เท่าหรือ ๖๐ มิลลิแอมป์

แรงดันไฟฟ้าคร่อมขาซีอีของทรานซิสเตอร์ขณะอิ่มตัว ๐.๒ โวลท์

แรงดันไฟฟ้าคร่อมขาบีอีของทรานซิสเตอร์ขณะอิ่มตัว ๐.๗ โวลท์

แรงดันไฟฟ้าคร่อมไดโอดเปล่งแสง (๑ ส่วน) ขณะอิ่มตัว ๑.๒ โวลท์

๑. การคำนวณค่าความต้านทานอาร์ ๒ เพื่อจำกัดกระแสไหลผ่านไดโอด

จากข้อมูลข้างต้น กำหนดให้

Vce BC557 = แรงดันไฟฟ้าขาซีอีของทรานซิสเตอร์บี ซี ๕๕๗

Vce BC337 = แรงดันไฟฟ้าขาซีอีของทรานซิสเตอร์ บี ซี ๓๓๗

Vd = แรงดันไฟฟ้าคร่อมไดโอดเปล่งแสง

Vs = แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟ

$\therefore$ แรงดันตกคร่อมอาร์ ๒ = Vs - Vd - Vce BC557-Vce BC337

= ๑๒ - ๑.๒ - ๐.๒ - ๐.๒

= ๑๐.๔ โวลท์

$\therefore$ ความต้านทานอาร์ ๒ = ๑๐.๔ ÷ กระแสที่ผ่านไดโอด

= ๑๐.๔ ÷ ๖๐ =๑,๐๐๐

= ๑๗๓.๓

เลือกใช้ความต้านทานค่า = ๑๘๐ โอมห์

๒. การคำนวณค่าความต้านทานอาร์ ๑ และอาร์ ๓ เพื่อไบแอสให้ทรานซิสเตอร์เปลี่ยนสภาวะจากไม่มีกระแสไหล เป็นมีกระแสไหลจนอิ่มตัว จากสเปคข้อมูลของทรานซิสเตอร์ บี ซี ๕๕๗ และ บี ซี ๓๓๗ กำหนดอัตราขยายประมาณ ๕๐ เท่า

$\therefore$ กระแสเบสจะมีค่าประมาณ = กระแสผ่านไดโอด ÷ ๕๐

= ๖๐ ÷ ๕๐

= ๑.๒ มิลลิแอมป์

ค่าความต้านทานอาร์ ๑ เลือกใช้ค่า ๑๐ กิโลโอมห์

ซึ่งเมื่อคำนวณกระแสผ่านความต้านทาน = (๑๒ - ๐.๒) ÷ (๑๐ × ๑,๐๐๐)

= ๑.๑๘ มิลลิแอมป์

โดยประมาณค่ากระแสนี้ใกล้เคียงกับกระแสเบสที่คำนวณโดยใช้อัตราขยาย ๕๐ และไม่คำนึงถึงกระแสที่ผ่านโอเพนคอเลคเตอร์ 74LS05 และแรงดันตกคร่อมขา ซี บีของทรานซิสเตอร์ บี ซี ๕๕๗

การคำนวณความต้านทานอาร์ ๓

เนื่องจากโอกาสที่ไดโอดเปล่งแสงได้มากที่สุด ๘ ส่วนต่อหนึ่งคาโทด ตัวเลข ๑ หลัก

∴ กระแสสูงสุดที่ผ่านทรานซิสเตอร์ บี ซี ๓๓๗ = ๖๐ × ๘

= ๔๘๐ มิลลิแอมป์

เมื่อคำนวณกระแสไบแอสจากอัตราขยาย ๕๐ จะได้= ๔๘๐ ÷ ๕๐

= ๙.๖ มิลลิแอมป์

∴ ค่าความต้านทานอาร์ ๓ = (๑๒ - ๐.๒) ÷ ๙.๖

= ๑.๒๒๙ กิโลโอมห์

แต่เลือกใช้ความต้านทานค่อนไปทางค่ามากคือ ๒ กิโลโอมห์ เพราะป้องกระแสไหลผ่านโอเพนคอเลคเตอร์มากเกินไป ซึ่งทำให้ไม่อยู่ในสภาพอิ่มตัวและมีแรงดันตกคร่อมซี อี สูงกว่า ๐.๒ โวลท์ ซึ่งจะกวนทรานซิสเตอร์ บี ซี ๓๓๗ ไม่ให้อยู่ในสภาพไม่มีกระแสไหลจริง จะมีผลทำให้ตัวเลขอื่นมีแสงเรืองขึ้นมา เพราะเกิดมีกระแสรั่วผ่านทรานซิสเตอร์ บี ซี ๓๓๗

๔.๕.๓ อินพุต เอาท์พุตของวงจร

อินพุตของวงจร คือ โอเพนคอเลคเตอร์จากวงจรมัลติเพล็กเซอร์ทั้งหมด ส่วนเอาท์พุตนั้นคือ การแสดงค่าตัวเลขของค่าพิกัดฉากเอ็คซ์ วาย แซด และค่าลำดับที่จุดเอ็นบนไดโอดเปล่งแสง

๔.๖ วงจรซี พี ยู (CPU Z - 80 Microprocessor)

๔.๖.๑ แนวคิดในการออกแบบวงจร

ก. วงจร ซี พี ยู เป็นวงจรควบคุมกลาง ซึ่งควบคุมการทำงานของวงจรทั้งหมด โดยอาศัยพอร์ท (port) อินพุต เอาท์พุต ส่งและรับสัญญาณควบคุมกับวงจรต่าง ๆ และอาศัยดาต้าบัส และแอดเดรสบัส เป็นทางผ่านข้อมูลที่ใช้ติดต่อกันระหว่างวงจรอื่น ๆ จากลักษณะการทำงานของระบบเก็บข้อมูล สามารถกำหนด พอร์ท อินพุต เอาท์พุต ทั้งหมดดังต่อไปนี้

รายละเอียดอินพุต พอร์ท

พอร์ทที่	ชื่อพอร์ท	รายละเอียดของพอร์ท
0	INX0	ควบคุมการอ่านค่าเอ็คซ์ หลักที่ ๑ และ ๒
1	INX1	ควบคุมการอ่านค่าเอ็คซ์ หลักที่ ๓ และ ๔
2	INX2	ควบคุมการอ่านค่าเอ็คซ์ หลักที่ ๕ และ ๖
3	INX3	ควบคุมการอ่านค่าเอ็คซ์ หลักที่ ๗ และ ๘
4	INY0	ควบคุมการอ่านค่าวาย หลักที่ ๑ และ ๒
5	INY1	ควบคุมการอ่านค่าวาย หลักที่ ๓ และ ๔
6	INY2	ควบคุมการอ่านค่าวาย หลักที่ ๕ และ ๖
7	INY3	ควบคุมการอ่านค่าวาย หลักที่ ๗ และ ๘
8	INZ0	ควบคุมการอ่านค่าแซด หลักที่ ๑ และ ๒
9	INZ1	ควบคุมการอ่านค่าแซด หลักที่ ๓ และ ๔
10	INZ2	ควบคุมการอ่านค่าแซด หลักที่ ๕ และ ๖
11	INZ3	ควบคุมการอ่านค่าแซด หลักที่ ๗ และ ๘
12	KB2	ควบคุมการทำงานของคีย์บอร์ด
13	-	เผื่อไว้สำหรับการขยายวงจร
14	SIORD	ควบคุมการอ่านข้อมูลของแอลเอสไอ ๘๒๕๑
15	SIORSTA	ควบคุมการอ่านสเตตัสของแอลเอสไอ ๘๒๕๑

รายละเอียดเอาท์พุต พอร์ท

พอร์ทที่	ชื่อพอร์ท	รายละเอียดของพอร์ท
0	PIO A DATA	ควบคุมการส่งข้อมูลแบบขนาน ๘ บิทแรกโดยพอร์ทเอของพีไอโอ
1	PIO B DATA	ควบคุมการส่งข้อมูลแบบขนาน ๘ บิทหลัง โดยพอร์ทบีของพีไอโอ
2	PIO A CONTROL	ควบคุมการการสั่งงานพีไอโอ พอร์ทเอ
3	PIO B CONTROL	ควบคุมการการสั่งงานพีไอโอ พอร์ทบี

พอร์ทที่	ชื่อพอร์ท	รายละเอียดของพอร์ท
4	WSCNT	ควบคุมการอ่านค่าพิกัดฉากจากวงจรนับสัญญาณ
5	-	เผื่อไว้สำหรับการขยายวงจร
6	CLRX	ล้างการแสดงค่าข้อมูลเอ็คซ์ ของวงจรแสดงค่า
7	CLRY	ล้างการแสดงค่าข้อมูลวาย ของวงจรแสดงค่า
8	CLRZ	ล้างการแสดงค่าข้อมูลแซด ของวงจรแสดงค่า
9	SETX0	ควบคุมการกำหนดค่า เอ็คซ์ หลักที่ ๑ และ ๒
10	SETX1	ควบคุมการกำหนดค่า เอ็คซ์ หลักที่ ๓ และ ๔
11	SETX2	ควบคุมการกำหนดค่า เอ็คซ์ หลักที่ ๕ และ ๖
12	SETX3	ควบคุมการกำหนดค่า เอ็คซ์ หลักที่ ๗ และ ๘
13	SETY0	ควบคุมการกำหนดค่า วาย หลักที่ ๑ และ ๒
14	SETY1	ควบคุมการกำหนดค่า วาย หลักที่ ๓ และ ๔
15	SETY2	ควบคุมการกำหนดค่า วาย หลักที่ ๕ และ ๖
16	SETY3	ควบคุมการกำหนดค่า วาย หลักที่ ๗ และ ๘
17	SETZ0	ควบคุมการกำหนดค่า แซด หลักที่ ๑ และ ๒
18	SETZ1	ควบคุมการกำหนดค่า แซด หลักที่ ๓ และ ๔
19	SETZ2	ควบคุมการกำหนดค่า แซด หลักที่ ๕ และ ๖
20	SETZ3	ควบคุมการกำหนดค่า แซด หลักที่ ๗ และ ๘
21	KB1	ควบคุมการอ่านสัญญาณจากคีย์บอร์ด
22-29	-	เผื่อไว้สำหรับขยายวงจร
30	SIOWD	ควบคุมการส่งข้อมูลแบบอนุกรมของแอลเอสไอ ๘๒๕๑ เอสไอโอ
31	SIOWMC	ควบคุมการการสั่งงานแอลเอสไอ ๘๒๕๑ เอสไอโอ

ข. การทำงานของวงจร ซี พี ยู จำเป็นต้องอาศัยหน่วยเก็บความจำชนิดรอม (ROM Read only memory) สำหรับเก็บโปรแกรม ขนาดเนื้อที่ของรอมได้กำหนดไว้ ๘ กิโลไบท์ ซึ่งเผื่อที่ไว้สำหรับโปรแกรมตรวจสอบ บำรุงรักษาเครื่องด้วย นอกจากนี้วงจรซี พี ยู ยังจำเป็นต้องอาศัย

หน่วยเก็บความจำชนิดแรม (RAM Random Access Memory) เพื่อใช้เป็นหน่วยความจำที่จะอ่านและเขียนข้อมูลขณะโปรแกรมทำงาน ขนาดเนื้อที่ของแรมได้กำหนดไว้ ๔ กิโลไบท์ การจัดแบ่งเนื้อที่การทำงานและเก็บข้อมูลของหน่วยเก็บความจำแบ่งเป็นตำแหน่งและจำนวนไบท์ ดังต่อไปนี้

หน่วยเก็บความจำรอม

แอดเดรส	รายละเอียดหน่วยความจำที่ใช้
0000 - 00FF	รูทีนการควบคุมการอินเตอร์รับ (interrupt)
0100 - 07FF	เมนโปรแกรม (Main Program)
0800 - 0FFF	โปรแกรมการส่งข้อมูลอินพุต เอาท์พุต
1000 - 17FF	โปรแกรมตรวจสอบหาความผิดพลาดของฮาร์ดแวร์
1800 - 1FFF	ตารางแปลรหัส และค่าข้อมูลคงที่ของระบบโปรแกรม

หน่วยเก็บความจำแรม

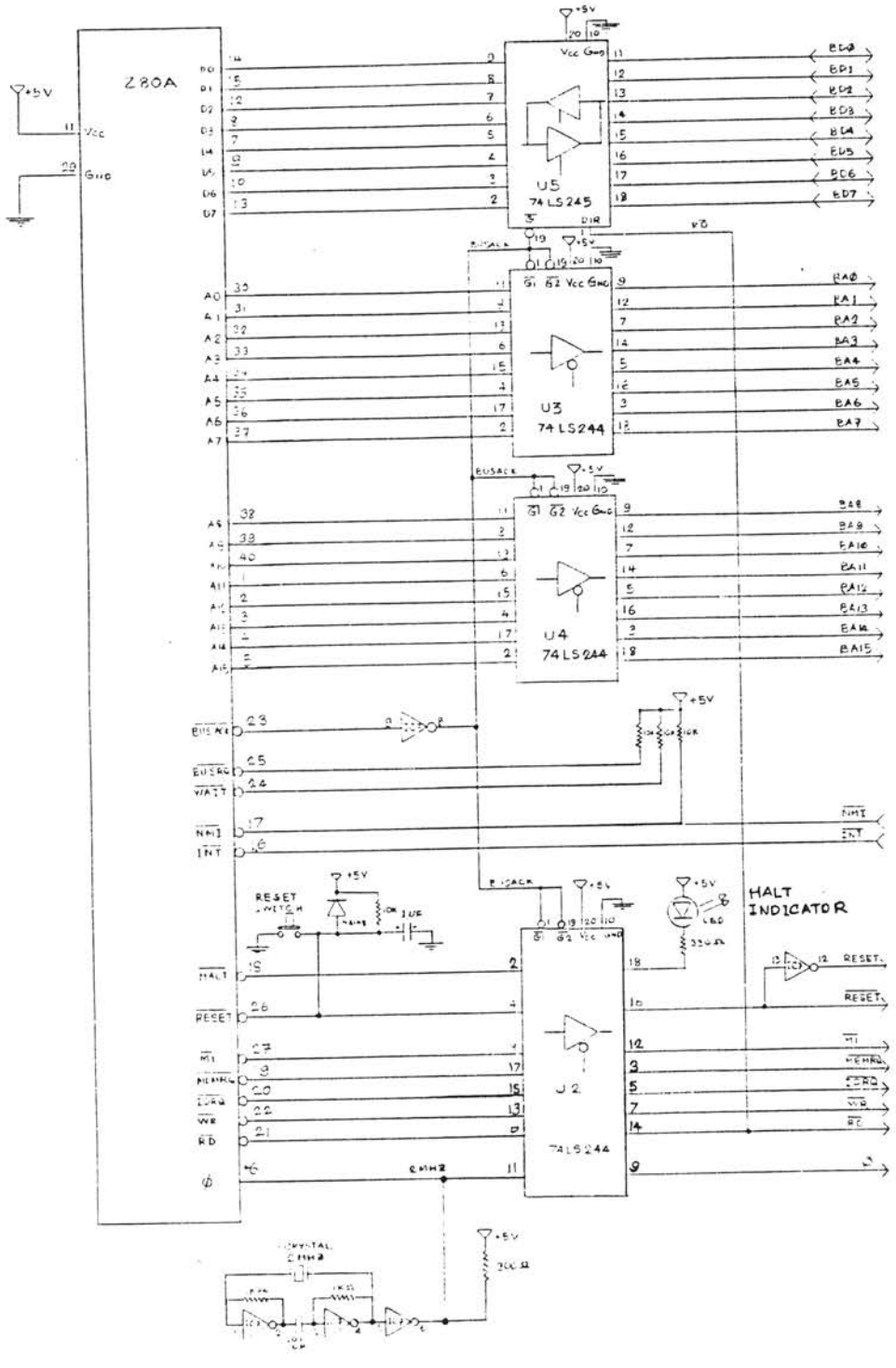
แอดเดรส		
2000 - 23FF	บัฟเฟอร์ (Buffer)	ข้อมูลอินพุต และเอาท์พุต
2400 - 27FF	ไม่ได้ใช้	
2800 - 2BFF	ที่ของสแตค (Stack)	สำหรับเก็บค่าของระบบโปรแกรม
2000 - 2FFF	ไม่ได้ใช้	

๔.๖.๒ การออกแบบและลักษณะการทำงานของวงจร

วงจร ซี พี ยู แบ่งเป็นส่วนการทำงานได้ ๓ ส่วน คือ

ก. ส่วนควบคุมกลางแซด - ๘๐ ไมโครโปรเซสเซอร์ ออกแบบให้ใช้สัญญาณนาฬิกาความถี่ ๒ เมกะเฮิรตซ์ (MHZ) ส่วนของดาต้าบัส แอดเดรสบัส และสัญญาณความคุมของ ซี พี ยู ใช้ บัสไดเวอร์ (Bus Driver) ซึ่งประกอบด้วย ไอซี 74LS244 ๓ ตัว และไอซี 74LS245 ๑ ตัว สำหรับดาตาบัส ซึ่งเป็นไบไดเร็คชั่นนัลบัส (Bi - Dirictional Bus) วงจรได้แสดงไว้ในรูป ๔.๑๐

ข. ส่วนของหน่วยเก็บความจำรอม และแรม โดยเลือกใช้รอมเบอร์ ๒๗๑๖



รูป ๔.๑๐ แผนผังวงจร ซี พี ยู แซด – ๘๐ ไมโครโปรเซสเซอร์

ซึ่งมีความจุ ๒ กิโลไบท์ (๒K x ๘ บิท) จำนวน ๔ ตัว รวมเนื้อที่ ๘ กิโลไบท์ และเลือกใช้แรม เบอร์ ๒๑๑๔ ซึ่งมีความจุ ๑๐๒๔ x ๔ บิท จำนวน ๔ ตัว รวมเนื้อที่ ๔ กิโลไบท์ การเลือกไอซี หน่วยความจำเพื่อเป็นอินพุตหรือเอาท์พุตใช้วงจร ชีป ซีเลค (chip Select) ซึ่งประกอบด้วยไอซี 74LS138 และไอซี 74LS32 เป็นตัวแปลรหัสของแอดเดรสและสัญญาณควบคุมของ ซี พี ยู ให้เป็นสัญญาณ ชีป ซีเลค ดังได้แสดงไว้ในรูป ๔.๑๑

ค. ส่วนของการสร้างสัญญาณควบคุมพอร์ทต่าง ๆใช้ไอซี 74LS154 74LS32 และไอซี 74LS04 เป็นตัวแปลรหัสแอดเดรส และสัญญาณควบคุมของ ซี พี ยู ให้เป็นสัญญาณควบคุมพอร์ท ใช้ 74LS154 ๒ ตัวสำหรับเอาท์พุต พอร์ททั้งหมด ๓๒ พอร์ท และใช้ 74LS154 ๑ ตัว สำหรับอินพุตพอร์ท ๑๖ พอร์ท สำหรับการควบคุมหน่วยเก็บความจำสำหรับการแสดงค่านั้นไม่ได้ผ่านแต่แปลรหัสจากสัญญาณควบคุมและแอดเดรสโดยตรง

การควบคุมการทำงานของแอลเอสไอ พีไอโอ และ เอสไอโอนั้นใช้ไอซี 74LS21 แปลรหัสสัญญาณอินพอร์ท เอาท์พอร์ทต่ออีกทอดหนึ่งตามฟังชั่นการทำงานของการอินเตอร์เฟสของแอลเอสไอ ทั้งสอง

ส่วนของวงจรนี้ ได้แสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ ๔.๑๒

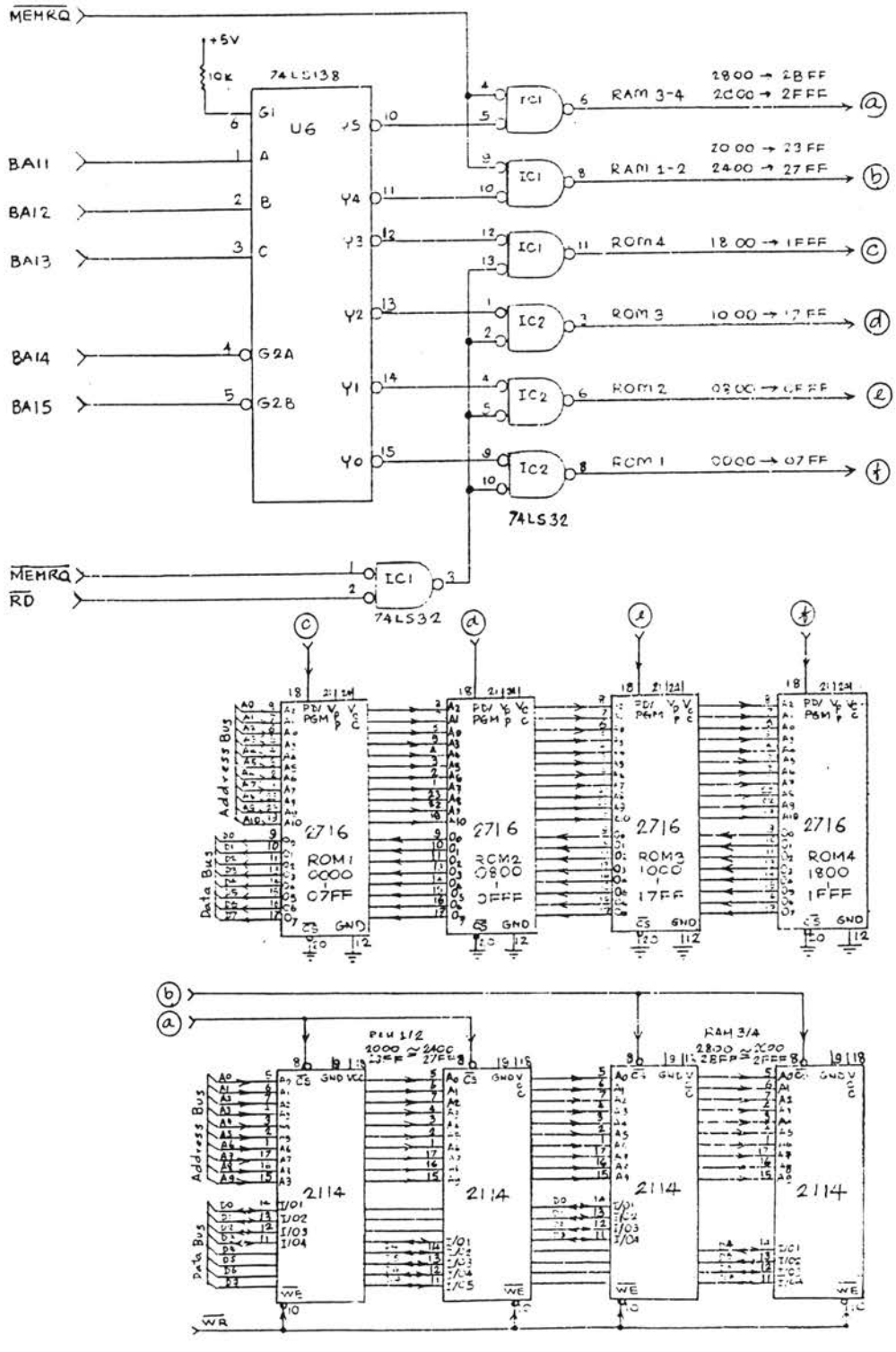
๔.๖.๓ อินพุต เอาท์พุตของวงจร (Interface)

สำหรับวงจร ซี พี ยู อินพุต เอาท์พุต คือ สัญญาณพอร์ท สัญญาณควบคุมของ ซี พี ยู ดาต้าบัส และแอดเดรส เป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อ รับส่งข้อมูล และควบคุมการทำงานระหว่างวงจรอื่น ๆ กับวงจร ซี พี ยู

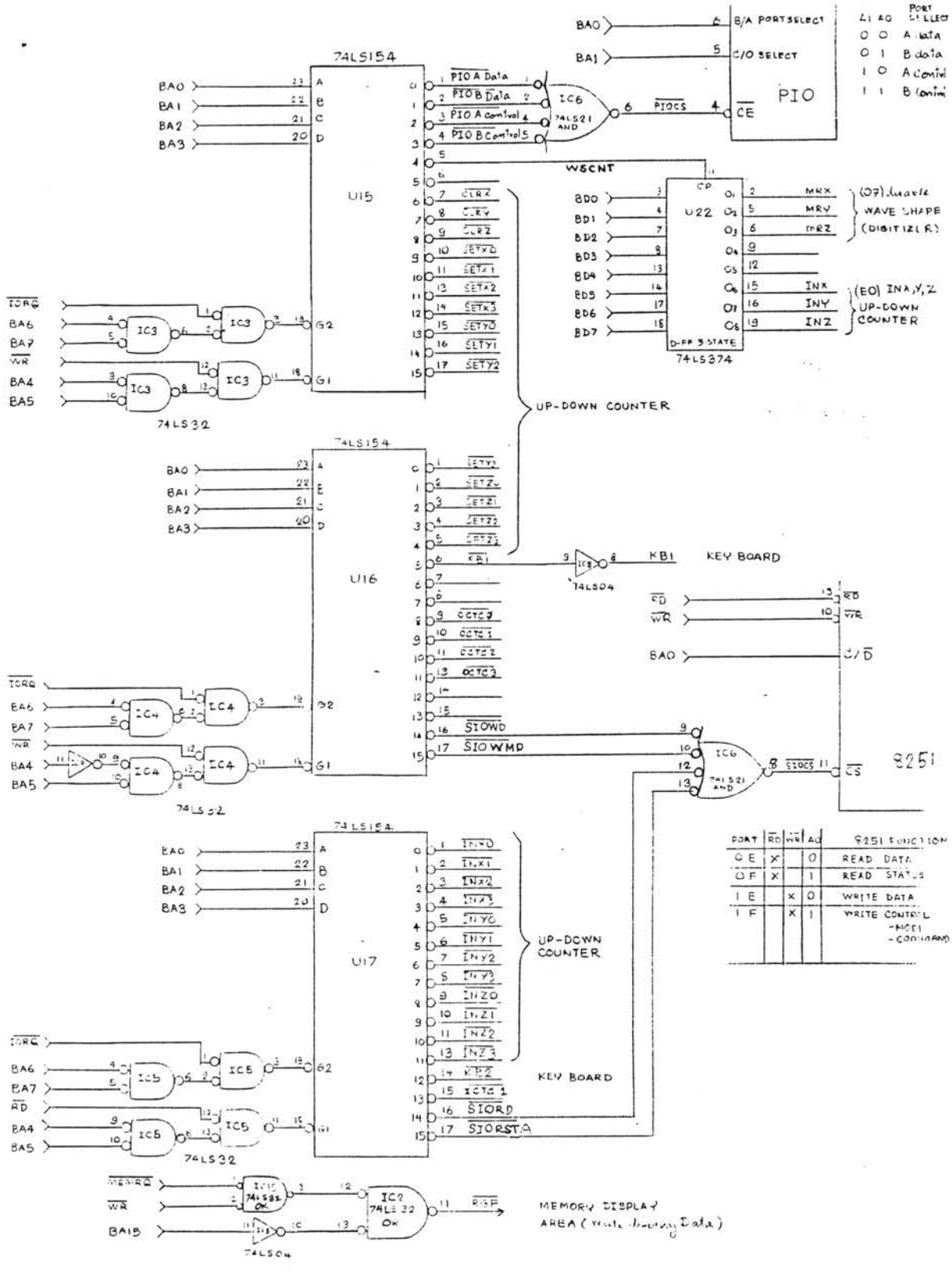
๔.๗ วงจรอินเตอร์เฟส (Interface)

๔.๗.๑ แนวคิดในการออกแบบวงจร

ก. วงจรอินเตอร์เฟส ต้องสามารถส่งข้อมูลได้ทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยการส่งแบบอนุกรมใช้มาตรฐานการอินเตอร์เฟส แบบอาร์เอส ๒๓๒ (RS232) ส่งสัญญาณแบบอซิงซ์โครนัส (Asynchronous) แรงดันสัญญาณส่งออกและรับเข้าเท่ากับ บวกลบ ๑๒ โวลท์ ส่วนการส่งแบบขนานต้องสามารถส่งข้อมูลในไลน์ (Line) ได้ ๑๖ บิท โดยลักษณะและการควบคุมการส่งข้อมูลต้องสามารถโปรแกรมได้ เพื่อให้เข้ากับวงจรอินเตอร์เฟสของคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่



รูป ๔.๑๑ แผนผังวงจรหน่วยเก็บความจำรอม และแรม



รูป ๔.๑๒ แผนผังวงจรสร้างสัญญาณควบคุมพอร์ท

ข. การส่งข้อมูลทั้งแบบขนานและแบบอนุกรม ต้องออกแบบวงจรให้ทำงานได้ต่อเนื่องกัน และความเร็วในการส่งข้อมูลแบบขนานต้องเร็วพอสำหรับฟังชั่นการทำงาน แบบอัตโนมัติ ซึ่งจะมีการพัฒนาโปรแกรมขึ้นภายหลัง ส่วนการส่งแบบอนุกรมวงจรต้องออกแบบให้เลือกความถี่ในการส่งข้อมูลได้ โดยมีบ็อดเรท (Baudrate) ๓๐๐ ๑๒๐๐ ๒๔๐๐ และ ๙๖๐๐ เฮิตซ์

๔.๗.๒ การออกแบบและลักษณะการทำงานของวงจร

วงจรอินเตอร์เฟส แบ่งส่วนการทำงานได้ ๒ ส่วนคือ

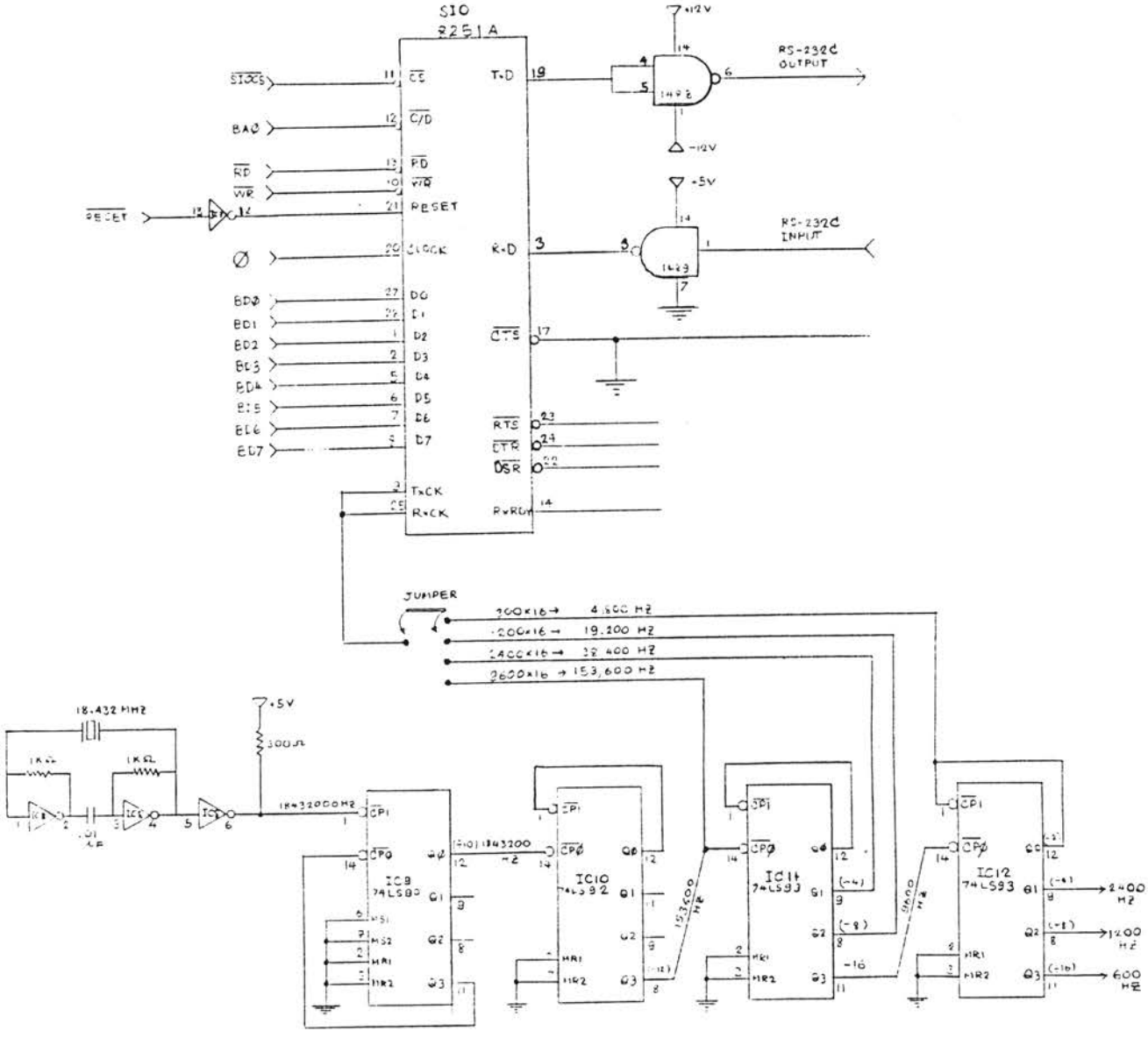
ก. การอินเตอร์เฟส แบบอนุกรมได้เลือกใช้แอล เอส ไอ ๘๒๕๑ ซึ่งเป็นเอส ไอ โอ ตัวหนึ่งซึ่งเขียนโปรแกรมการทำงานได้ง่าย วงจรได้แสดงไว้ในรูป ๔.๑๓ ข้อมูลเอาท์พุตจะถูกส่งผ่านไอซี ๑๔๘๘ เพื่อปรับแรงดันเป็น บวกลบ ๑๒ โวลท์ ส่วนข้อมูลอินพุตที่ได้ออกแบบเผื่อไว้ โดยใช้ไอซี ๑๔๘๙ เป็นตัวรับข้อมูลเข้าเอสไอโอ จากวงจรจะเห็นว่าได้เลือกการต่อสายควบคุมการส่งข้อมูลกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพียง ๓ เส้นเท่านั้น คือ ดาต้าอินพุต ดาต้าเอาท์พุต และกราวด์ (ground) ที่ขาสัญญาณ ซี ที เอส ($\overline{CTS}$) ทั้งนี้เพราะต้องการเลือกใช้การอินเตอร์เฟสข้อมูลแบบง่ายที่สุด ส่วนบอร์ดเรทซึ่งเป็นตัวกำหนดความถี่ของข้อมูลที่จะรับส่งนั้นใช้วงจรสร้างความถี่ขึ้นต่างหาก โดยใช้ความถี่ต้นแบบ ๑๘.๔๓๒ เมกะเฮิตซ์ และใช้ไอซี 74LS90 74LS92 และ 74LS93 เป็นตัวหารความถี่มาเป็นความถี่ต่าง ๆ ตามความต้องการ

ข. การอินเตอร์เฟสแบบขนาน ได้เลือกใช้ แอล เอส ไอ แซด - ๘๐ พีไอโอ (Z - 80 PIO) เป็นตัวควบคุมการส่งข้อมูล โดยข้อมูลเอาท์พุต ๘ บิทแรกจะใช้พอร์ทเอของพีไอโอ และ ๘ บิทหลังจะใช้พอร์ทบี ของพีไอโอ เนื่องจากการอินเตอร์เฟสข้อมูลกับเครื่องคอมพิวเตอร์เคค ๑๑/๒๔ วงจรอินเตอร์เฟสแบบขนานต้องการอินพุตเป็นโอเพ็น คอเลคเตอร์ ดังนั้นจึงได้ใช้ 74LS05 เป็นตัวบัฟเฟอร์ของข้อมูลที่ส่งออกจากPIO ดังแสดงไว้ในรูป ๔.๑๔

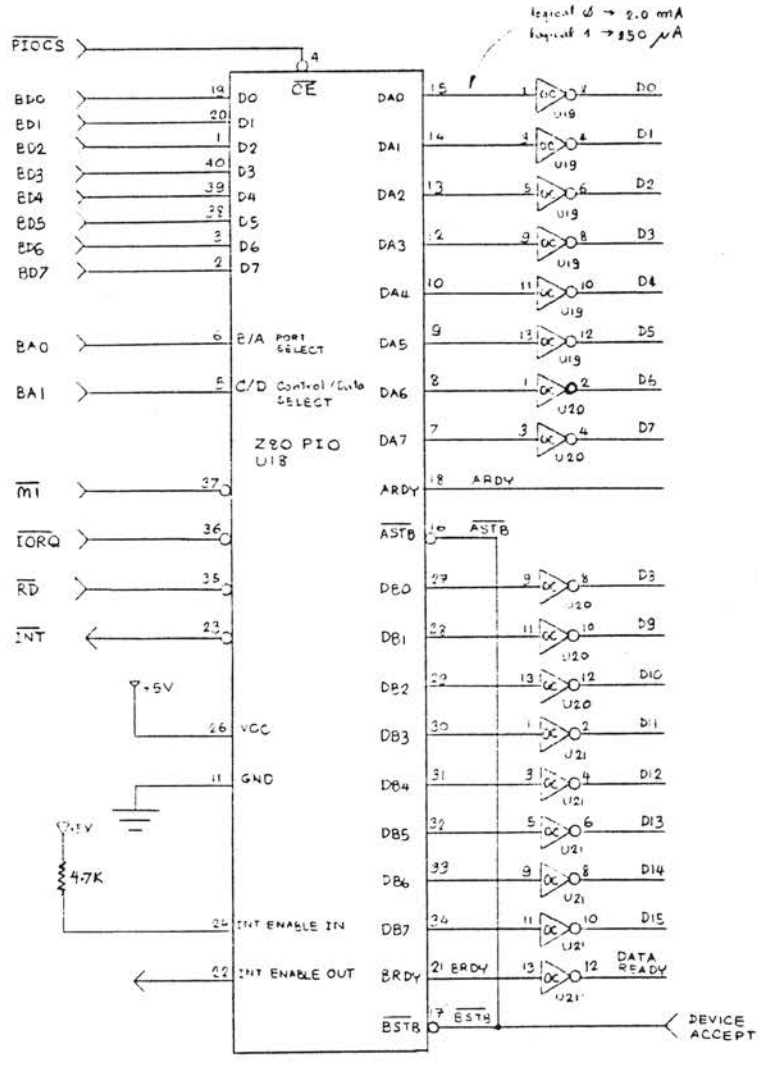
๔.๗.๓ อินพุต เอาท์พุตของวงจร

ก. อินพุตของวงจรทั้งแบบขนานและแบบอนุกรมซึ่งต่อกับวงจร ซี พี ยูจะประกอบด้วยสัญญาณควบคุมจาก ซี พี ยู ดาต้าบัส และแอดเดรสบัส

ข. อินพุต เอาท์พุตแบบอนุกรม ซึ่งต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์หรือดีไวซ์ (Device) อื่น ๆ มีดังต่อไปนี้



รูป ๔.๑๓ แผนผังวงจรอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม



รูป ๔.๑๔ แผนผังวงจรอินเตอร์เฟสแบบขนาน

ดาต้าอินพุต ๑ เส้น สัญญาณเป็นอชิงโครนัส บวกลบ ๑๒ โวลท์

ดาต้าเอาท์พุต ๑ เส้น สัญญาณเป็นอชิงโครนัส บวกลบ ๑๒ โวลท์

สัญญาณ ซี ที เอส ต่อลงกราวด์ส่งออกอีก ๑ เส้น

ค. อินพุต เอาท์พุตแบบขนาน ซึ่งต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ มีดังต่อไปนี้

ดาต้าเอาท์พุต ๑๖ บิท เป็นโอเพ็นคอเล็คเตอร์

สัญญาณเอาท์พุต ดาต้าเร็ดดี้ (Data Ready) โดยใช้สัญญาณ

บีเร็ดดี้ (B ready) ต่อผ่านไอซี 74LS05 โอเพ็นคอเล็คเตอร์

ส่วนสัญญาณอินพุตจากเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ สัญญาณ ดีไวซ์เอ็กเซ็บ (Device Accept)

จะเข้ามาที่ขาสัญญาณ บีสโตรป($\overline{\text{BSTB}}$) และขาสัญญาณเอสโตรป($\overline{\text{ASTB}}$) ของพีไอโอ

๔.๘ <u>การออกแบบบอร์ดวงจรและแหล่งจ่ายไฟ</u>

๔.๘.๑ การออกแบบบอร์ดวงจร

บอร์ดวงจรทุกบอร์ดเป็นบอร์ดวายแล็ปทั้งหมดยกเว้น บอร์ดวงจรแสดงค่าโดยไดโอดเปล่งแสงและคีย์บอร์ด ซึ่งอยู่บนบอร์ดเดียวกัน การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดใช้สาย แฟล็ทเคเบิล (Flat Cable) และใช้แฟล็ทเคเบิล คอนเนคเตอร์ (Flat Cable Connector) ยกเว้นสายข้อมูลขาเข้าจากเครื่องแปลรหัสจากเพลาหมุน และสายข้อมูลซึ่งออกไปเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ จะใช้สายเคเบิลโทรศัพท์แทนและใช้คอนเนคเตอร์ชนิดเดียวกับที่มาจากเครื่องแปลรหัสจากเพลาหมุน และคอนเนคเตอร์ภาคอินเตอร์เฟสของคอมพิวเตอร์

รายละเอียดของบอร์ดวงจรทั้งหมดจากรูป ๔.๑๕ มีดังต่อไปนี้

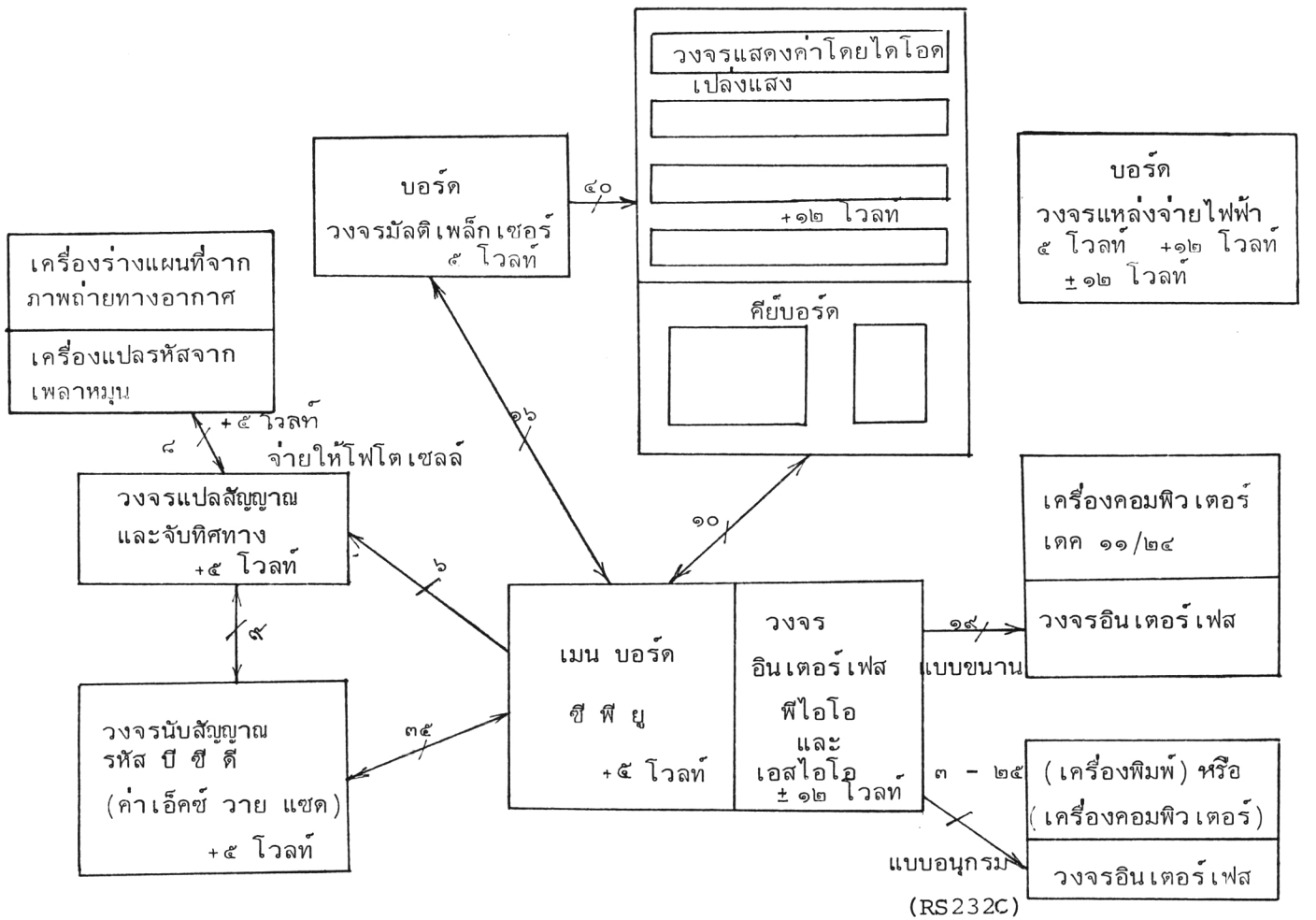
ก. เมนบอร์ด ซี พี ยู ซึ่งประกอบด้วยวงจร ซี พี ยู และวงจรอินเตอร์เฟส

ข. บอร์ดวงจรแสดงค่าโดยไดโอดเปล่งแสงซึ่งมีวงจรคีย์บอร์ดอยู่ในบอร์ดเดียวกันด้วย

ค. บอร์ดวงจรมัลติเพล็กเซอร์

ง. บอร์ด วงจรนับสัญญาณรหัส บี ซี ดี

จ. บอร์ด วงจรแปลสัญญาณและจับทิศทาง



รูป ๔.๑๕ แผนผังแสดงการกำหนดบอร์ดวงจร และการเชื่อมต่อสายระหว่างบอร์ด

รายละเอียดวงจร ซี พี ยู และอินเตอร์เฟสซึ่งอยู่ในบอร์ด ซี พี ยู ได้แสดงไว้ในรูป ๔.๑๖ และวงจรแสดงค่าแสดงไว้ในรูป ๔.๑๗ ส่วนวงจรแปลสัญญาณและวงจรนับสัญญาณรหัส บี ซี ดี ซึ่งอยู่คนละบอร์ดได้แสดงไว้ในรูป ๔.๑๘ แสดงการต่อระหว่างวงจรทั้งสอง

๔.๘.๒ การออกแบบแหล่งจ่ายไฟ

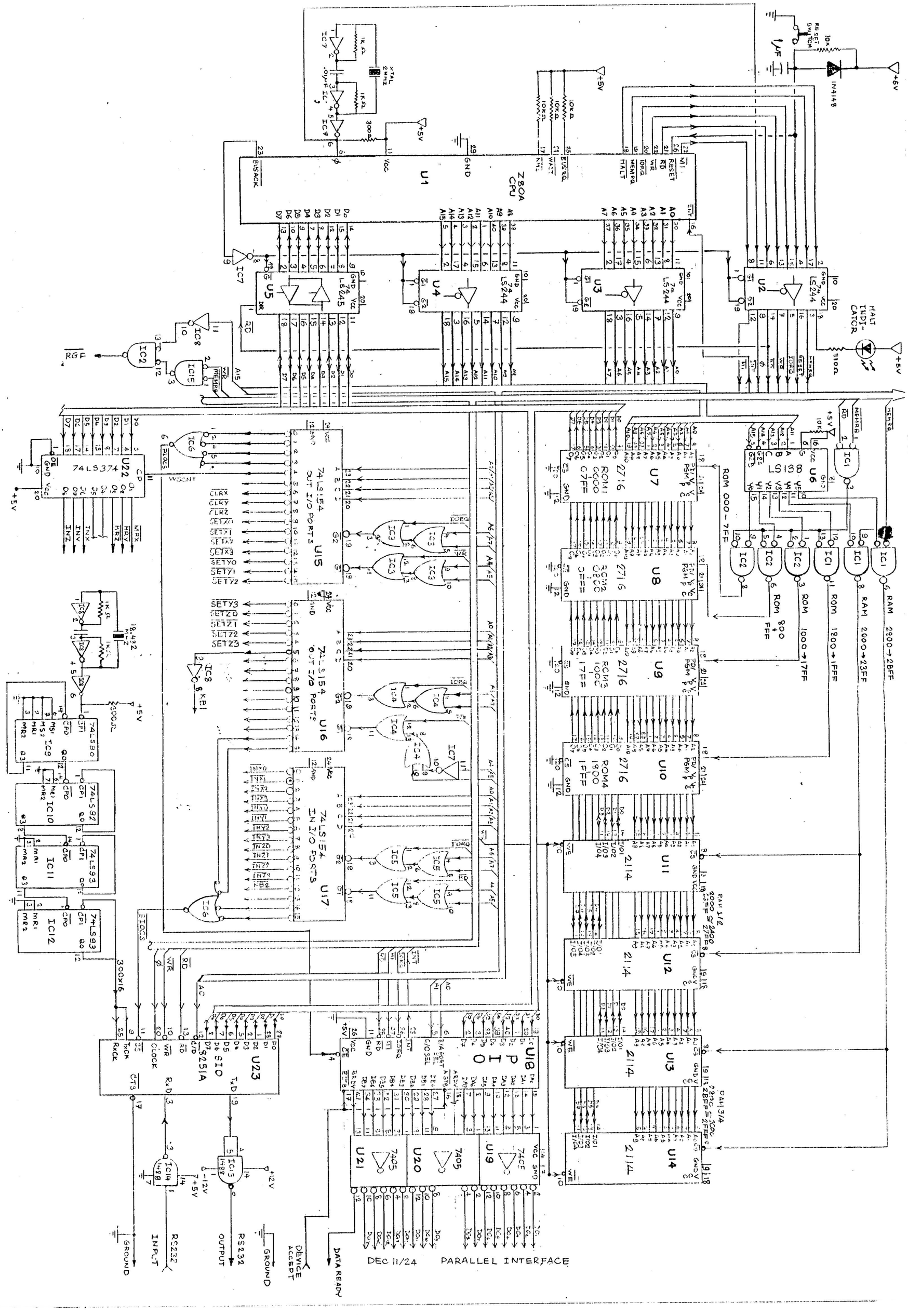
การออกแบบแหล่งจ่ายไฟ ได้พบว่าการทำแหล่งจ่ายไฟย่อย ๆ หลายชุดจ่ายไฟเลี้ยงบอร์ดแต่ละบอร์ดจะทำได้ง่ายและบำรุงรักษาได้ง่ายกว่า ดังนั้นจึงได้ออกแบบแหล่งจ่ายไฟตามรูป ๔.๑๙ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

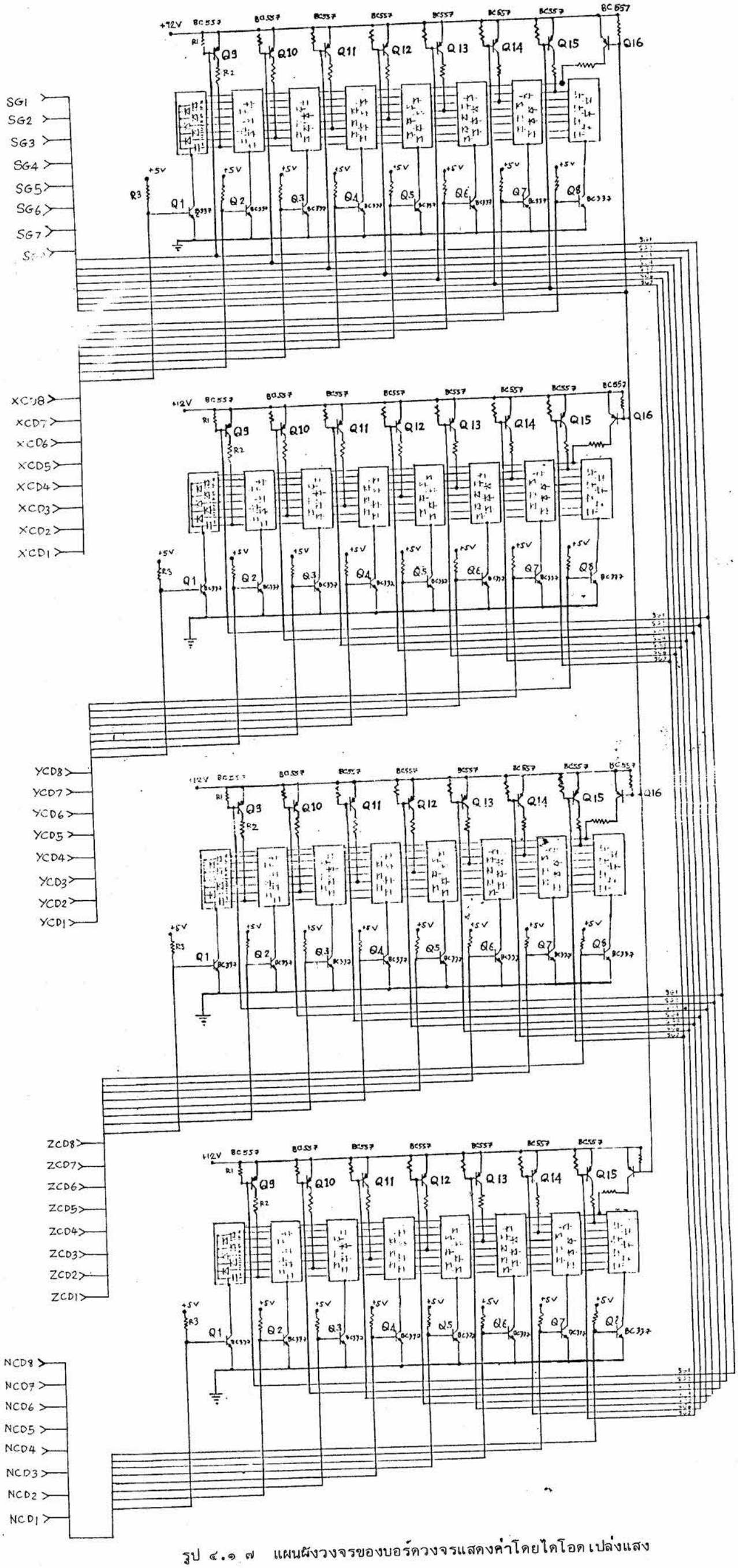
ก. แหล่งจ่ายไฟบวก ๕ โวลท์ ใช้ไอซี เร็คกูเลเตอร์ (Regulator) เบอร์ ๗๘๐๕ ต่อทั้งหมด ๙ ชุด โดยป้อนให้กับบอร์ด ซี พี ยู ๓ ชุด บอร์ดวงจรมัลติเพล็กเซอร์ ๑ ชุด บอร์ดวงจรนับสัญญาณรหัส บี ซี ดี ๒ ชุด วงจรแปลสัญญาณและจับทิศทาง ๑ ชุด ที่เหลือ ๒ ชุดมีไว้สำหรับป้อนภาคโฟโตเซลล์ของเครื่องแปลรหัสจากเพลาหมุน ๑ ชุด และสำรองไว้ทดสอบซ่อมวงจร ๑ ชุด

ข. แหล่งจ่ายไฟบวก ๑๒ โวลท์ ใช้ไอซีเร็คกูเลเตอร์ เบอร์ ๗๘๑๒ ๑ ชุด ต่อให้กับบอร์ดวงจรแสดงค่าโดยไดโอดเปล่งแสง

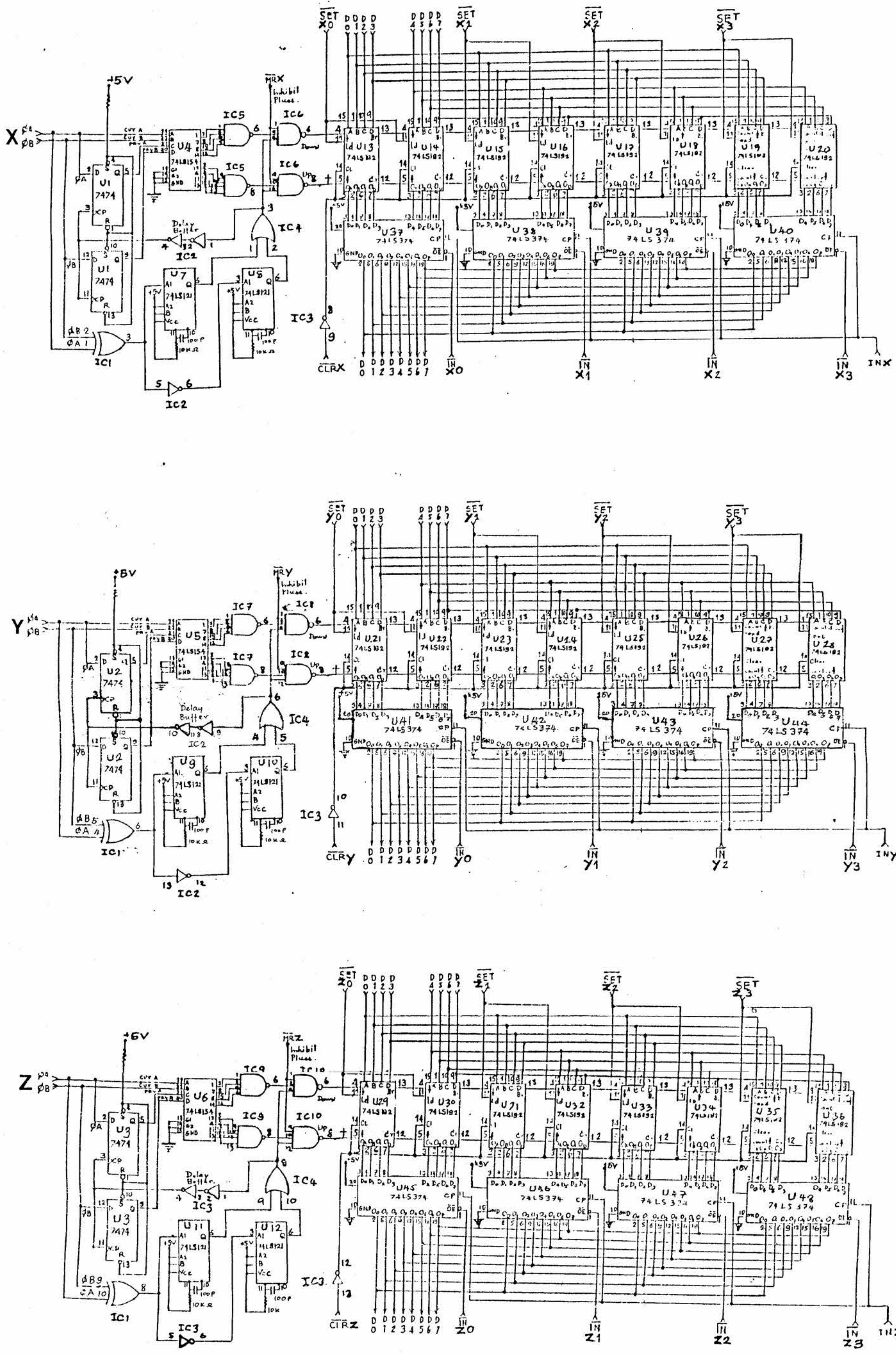
ค. แหล่งจ่ายไฟ บวก ลบ ๑๒ โวลท์ ใช้ไอซีเร็คกูเลเตอร์ ๗๘๑๒ และด้านไฟลบเบอร์ ๗๙๑๒ อย่างละชุด เพื่อจ่ายไฟให้กับวงจรอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม อาร์เอส ๒๓๒ ซี ซึ่งอยู่บนบอร์ด ซี พี ยู

รูป ๔.๑๖ แสดงวงจรของบอร์ด คู่ขนาน

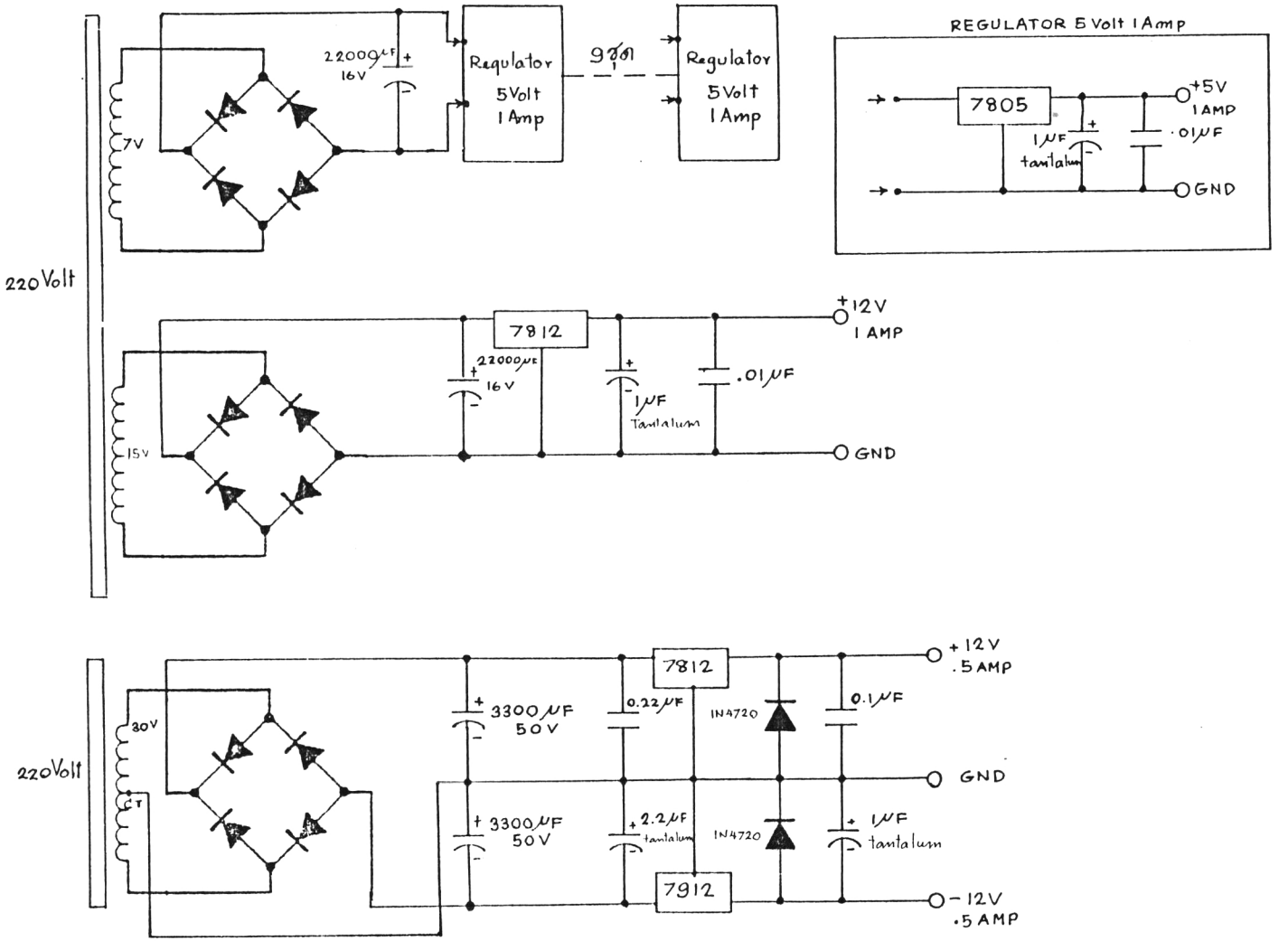




รูป ๔.๑ ๗ แผนผังวงจรของบอร์ดวงจรแสดงค่าโดยไดโอดเปล่งแสง



รูป ๔.๑๘ แผนผังวงจรแปลสัญญาณและวงจรนับสัญญาณรหัส บี ซี ดี



รูป ๔.๑๙ แผนผังวงจรของบอร์ดวงจรแหล่งจ่ายไฟ