



ปีการศึกษา 2531

การควบคุมศิษย์มอเตอรัขนาดเล็ก

โดย

นาย บุธนา เหลียงตระกูลชัย 28-1189

นาย วสันต์ อิบมันตะสิริ 28-1201

นาย วิชัย ประกอบวณิชกุล 28-1215

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร. รัตติกร วราภรศิริพันธ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ 023202 ใช้ประโยชน์ 9.8.2532 คำ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2531

เรื่อง การควบคุมคีย์มือเทอร์ขนาดเล็ก

ผู้จัดทำ	นาย ยุทธนา เหลียงตระกูลชัย	28-1189
	นาย วสันต์ ยิบมันตะศิริ	28-1203
	นาย วิชัย ประกอบวณิชกุล	28-1215

อาจารย์ที่ปรึกษา

๓๑๑๙ วรกุล ๒๖ มห
อาจารย์ ดร. รัตติกร วรากรศิริพันธ์

การควบคุมดีซีมอเตอร์ขนาดเล็ก

ยุทธนา เหลียงตระกูลชัย

วสันต์ ยิบมันตะสิริ

วิชัย ประกอบวณิชกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. รัตติกร วราภุระศิริพันธ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอการควบคุมดีซีมอเตอร์ โดยควบคุมความเร็วและตำแหน่งด้วยไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว (Single Board) การควบคุมความเร็วใช้วิธี Phase Locked Servo และการควบคุมตำแหน่งใช้วิธี Incremental Optical Shaft Encoder สื่อสารข้อมูลโดยใช้ IC 8255 PIO อ่านข้อมูลแบบขนานเข้ามาที่ Z80 บน Single Board MPF-1 P โดยเพิ่ม Dynamic Braking เพื่อให้มอเตอร์หยุดเร็วขึ้น และเพิ่มความแน่นนอนของตำแหน่งหยุดของมอเตอร์

THE CONTROL OF SMALL DC MOTOR

Yutthana Liangtrakulchai

Wasant Yipmontasiri

Wichai Prakobvanitchakul

Advisor

Dr. Rattikorn Warakoonsiriphun

Abstract

This thesis suggests to control the dc motor by velocity and position control. The velocity is controlled by PHASE LOCKED SERVO method and the position is controlled by INCREMENTAL OPTICAL SHAFT ENCODER. We used the IC 8255 to read the parallel data and transfer to Z-80 on single board mpf .1p. The system is increased the dynamic breaking to stop to the precise position.

๗

สารบัญ

ชื่อเรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.4 ขอบเขตโครงการ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 การหยุดคีมอเตอร์	4
2.1.1 Friction Breaking	4
2.1.2 Dynamic Breaking	5
2.1.3 Plugging Breaking	7
2.2 Phase Locked Servo	8
2.3 การควบคุมตำแหน่ง	10
2.3.1 Absolute Shaft Encoder	10
2.3.2 Incremental Shaft Encoder	11
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	14
3.1 การคำนวณและการสร้างวงจรควบคุมความเร็ว	14
3.2 การคำนวณและการสร้างวงจรควบคุมตำแหน่ง	17
3.3 การ Interface กับ Single Board	21
บทที่ 4 ผลการทดลอง	24
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์	27

การควบคุมดีซีมอเตอร์ขนาดเล็ก

บทที่ 1 บทนำ

การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีประโยชน์มากในวงการอุตสาหกรรม เนื่องจากให้แรงบิดสูง รับโหลดได้มาก แต่การควบคุมดีซีมอเตอร์มีขั้นตอนที่ยุ่งยากมากกว่าควบคุม Stepping Motor เพราะเราไม่สามารถรู้ตำแหน่งและความเร็วในขณะนั้นได้เลย

การควบคุมดีซีมอเตอร์ แบบ Open Loop หรือที่รู้จักกันว่า DC Motor Phase Control โดยใช้ SCR และ UJT เป็นส่วนประกอบหลักของวงจร และการควบคุมอีกวิธีหนึ่งก็คือ DC to DC Chopper Control ซึ่งก็คือการ Switching ค่า DC Voltage คงที่ค่าหนึ่ง โดยการ On - Off วงจรทรานซิสเตอร์ หรือ SCR เพื่อให้ได้ Average Voltage ตามต้องการ ซึ่งวิธีการที่รู้จักกันดีนี้คือ Pulse Width Modulation

สำหรับการควบคุมอีกแบบคือ แบบ Close Loop ซึ่งใช้ควบคุม Servo Motor นั้นเอง ซึ่งสามารถทำได้โดยการ Sensor การเปลี่ยนแปลงสัญญาณ Output และส่งมาเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงที่ตั้งไว้ ผลที่ได้จะไปควบคุมสัญญาณทาง Input ในที่สุด Sensor ดังกล่าวมีหลายรูปแบบเช่น Tapped Potentiometer หรือ ในโครงการนี้ใช้ Optical Sensor

งานทางอุตสาหกรรมต้องการความเที่ยงตรง และความละเอียดในการหมุนของมอเตอร์ซึ่งในงานบางอย่างต้องการความละเอียดถึง $1/2500$ Pulse ต่อรอบ ในโครงการนี้เป็นการควบคุมความเร็วของ ดีซีมอเตอร์แบบ Close Loop โดยใช้ Phase Detector เบอร์ MC 4044 เป็นตัวควบคุม ซึ่งให้ความละเอียด $1/256$ Pulse ต่อรอบ

อันที่จริงแล้ว พื้นฐานการควบคุมดีซีมอเตอร์ เราสนใจที่จะให้ดีซีมอเตอร์หมุนด้วยความเร็ววงที่ค่าต่าง ๆ ได้คงที่ทุกค่าต่อเนื่องกัน รวมทั้งมีแรงบิดคงที่และสามารถทำให้มอเตอร์หยุดที่ตำแหน่งที่ต้องการ

1.1 ที่มาของปัญหา

การควบคุมดีซีมอเตอร์นั้น เราไม่สามารถที่จะรู้ตำแหน่งของมันได้ถ้าเราไม่มี sensor ในทางตรงกันข้าม การใช้ Stepping Motor อาจมีหรือไม่มี sensor เลยก็ได้เพราะ ถ้าสแต็ปปิ้ง มอเตอร์ทำงานได้อย่างถูกต้องแล้วมันจะทำงานสัมพันธ์กับ input pulse ที่เราป้อนให้แก่ขั้วตัว ๆ ของมัน การทำงานอันละเอียดอ่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแขนกลที่ต้องการความถูกต้องทั้งตำแหน่ง ความเร็วและแรงบิด จึงเป็นปัญหาที่สำคัญยิ่ง ในการใช้งานแขนกลจริง ๆ ต้องมี power supply ที่สามารถควบคุมให้มอเตอร์หมุนได้ทุกค่าความเร็ว จึงต้องใช้เป็น switching power supply

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาการควบคุมความเร็ว ตำแหน่งของดีซีมอเตอร์ขนาดเล็ก

1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับ

- 1.3.1 เป็นแนวความคิดในการควบคุมแขนกลด้วยดีซีมอเตอร์
- 1.3.2 เพื่อใช้ทดแทนสแต็ปปิ้งมอเตอร์ในงานที่ต้องการแรงบิดสูง

1.4 ขอบเขตของโครงการ

- 1.4.1 ออกแบบสร้างวงจรควบคุมความเร็วของดีซีมอเตอร์ ด้วยวิธีการ Phase lock-serve
- 1.4.2 ออกแบบสร้างวงจรควบคุมตำแหน่งของดีซีมอเตอร์
- 1.4.3 ควบคุมทั้งตำแหน่งและความเร็วด้วย Single Board MPF 1 P

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษาหลักการการทำงานของดีซีมอเตอร์
- 1.5.2 ศึกษาหลักการการทำงานของวงจร phase lock servo
- 1.5.3 ศึกษาการสังเคราะห์ Sequential CCT
- 1.5.4 ศึกษาวงจร Optical encoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.5 ออกแบบสร้างวงจร Interface กับ Single Board เพื่อควบคุม ทั้งตำแหน่งและความเร็วของดีซีมอเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

ในการควบคุมเครื่องจักรทางอุตสาหกรรมนั้น เราสามารถเลือกใช้มอเตอร์ได้หลายแบบ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะพื้นฐานการควบคุมดีซีมอเตอร์ก่อน

การควบคุมดีซีมอเตอร์ในด้านการควบคุมตำแหน่งนั้น เมื่อเราต้องการความถูกต้องของตำแหน่งสูงมาก ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือมอเตอร์ไม่สามารถหยุดหมุนได้ทันทีเนื่องจากแรงเฉื่อยของตัวแขนกลเอง และอาจรวมไปถึงน้ำหนักของโหลดที่มอเตอร์รับอยู่ ดังนั้นเราจึงจะพูดถึงการหยุดมอเตอร์เป็นเรื่องแรก

2.1 การหยุดดีซีมอเตอร์ (Barking of DC Moter)

มีเงื่อนไขสองสามประการในการพิจารณาการหยุดของดีซีมอเตอร์เมื่อมอเตอร์ถูกตัดออกจากแหล่งจ่ายไฟ มันก็จะค่อยๆ ช้าลงและใช้เวลาช่วงหนึ่งจึงหยุดสนิท การหยุดมอเตอร์หรือ Barking มี 3 แบบด้วยกันคือ

- Friction Barking
- Dynamic Barking
- - Plugging Barking

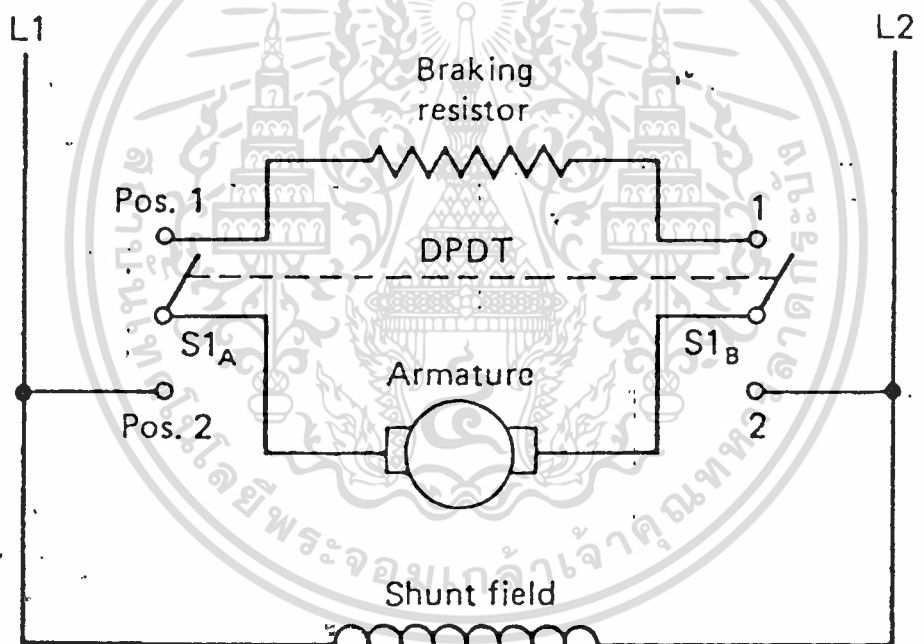
การเบรกมอเตอร์จำเป็นต้องคำนึงถึงอันตรายอันเนื่องจากการหยุดทันทีซึ่งอาจทำให้มอเตอร์เสียหายได้ในบางครั้ง

2.1.1 Friction Barking การหยุดด้วยวิธีนี้ มีลักษณะการทำงานเหมือนกับเบรกในรถยนต์ ส่วนประกอบจะเป็น จานเบรก ผ้าเบรก และส่วนจ่ายกำลังเบรก ซึ่งอาจเป็นคอนแทคไฟฟ้า หรือเป็นแบบไฮดรอลิกก็ได้ ในกรณีที่เบรกโดยใช้ไฟฟ้าไปบังคัมผ้าเบรคนั้น แรงเบรกขับโดยตรงกับไฟฟ้าที่ป้อน วิธีนี้สามารถเบรกได้โดยมอเตอร์มีแรงเฉื่อยสูง โดยเมื่อตัดแหล่งจ่ายไฟออก เบรกจะทำงานทันที

ในหุ่นยนต์อุตสาหกรรมนั้น เบรกจะถูกตั้งไว้ในลักษณะที่เมื่อไม่มีการจ่ายไฟให้กับ เครื่องยนต์ ก็จะทำหน้าที่ (ซึ่งอาจเปรียบกับ Relay ที่อยู่ในสถานะ Normal close นั่นเอง)

2.1.2 Dynamic Action หรือ Electrical Braking เกิดขึ้นโดยอาศัย หลักการที่ว่า เมื่อตัด Power Supply ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ออกไป มอเตอร์จะค่อยๆ หยุด โดยมันจะทำตัวเป็น Generator และตอนนี้ถ้าเราต่อโหลดให้กับมอเตอร์ มอเตอร์ จะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า ให้กลายเป็นพลังงานความร้อนจ่ายให้แก่โหลด Dynamic Action เกิดขึ้นเฉพาะขณะที่มอเตอร์กำลังหมุนเท่านั้น

ตัวอย่างง่ายๆ ของ Dynamic Braking เป็นดังรูป



รูป 1 วงจรเบรกมอเตอร์แบบขนาน

ขณะที่มอเตอร์ทำงาน จะเกิด Counter electromotive force (Cemf) และจะจำกัดกระแสที่ไหลในมอเตอร์ เพื่อให้ได้แรงบิดตามต้องการ แต่เมื่อ Relay ทำงานตัด Power ออกจาก Amature และต่อเข้ากับโหลด Amature ยังคงหมุนอยู่ในสนามแม่เหล็กและเกิด Cemf ขึ้นต่อไป กระแสที่เกิดขึ้นจะไหลผ่าน Resistor ในทิศทางตรงข้ามกับ Power Current วัฏจักรนี้จะเกิดสนามแม่เหล็ก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

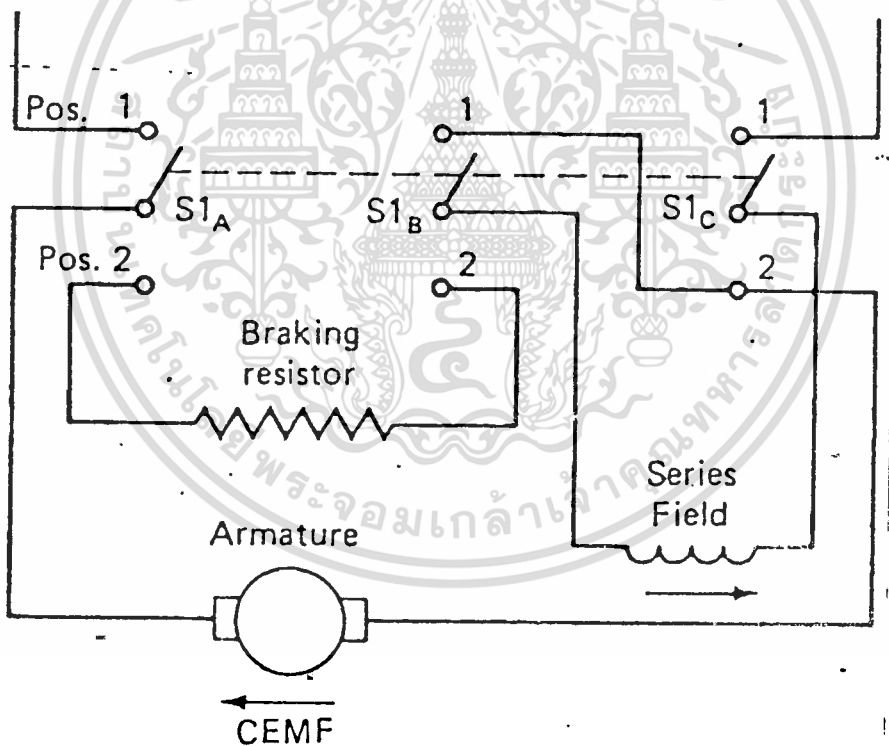
ขึ้น และในทิศทางที่สร้าง Torque ตรงข้ามกับ Torque เดิม ทำให้มอเตอร์หยุดลงอย่างรวดเร็ว

Dynamic Barking อาจใช้ได้กับมอเตอร์แบบอนุกรมดังรูปที่ 2

ในระบบใหญ่ๆ บางทีต้องใช้ทั้ง Friction และ Dynamic Barking รวมกัน เนื่องจากเมื่อมอเตอร์หยุดหมุน จะไม่เกิด Dynamic Barking

สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นมอเตอร์ที่มีแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) หรือ PM Motor การเบรกจะเป็นเช่นเดียวกับมอเตอร์แบบขนาน

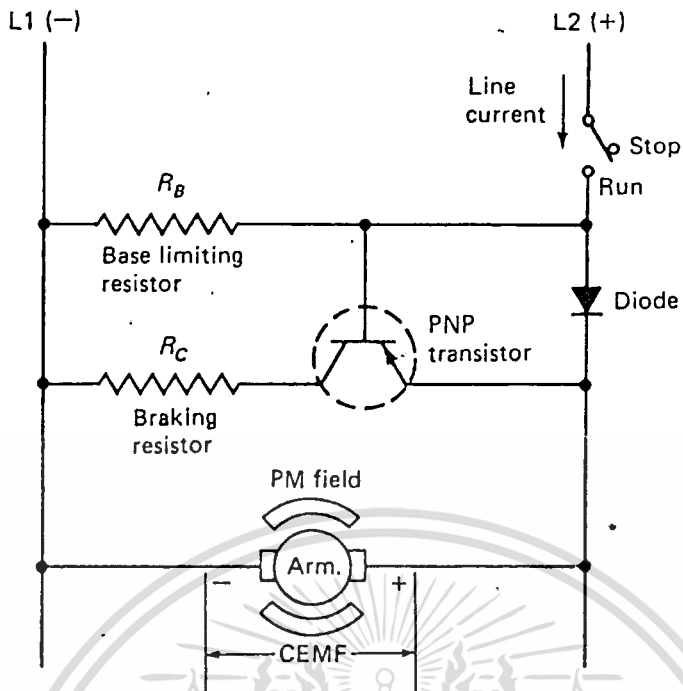
นอกจากนี้เราอาจดัดแปลงใช้ Transistor แบบ Relay ได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 วงจรเบรกมอเตอร์แบบอนุกรม

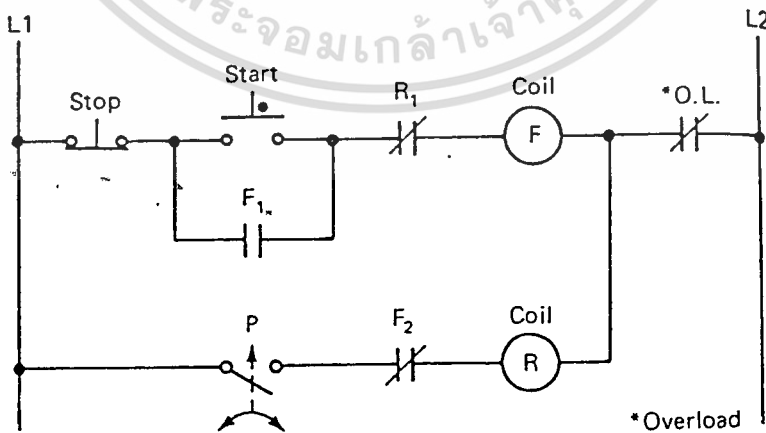
ดังตัวอย่างเมื่อ Switch อยู่ที่ Stop Position Transistor จะนำกระแสเนื่องจากขั้วของ Amature's Cemf เมื่อ Transistor ทำงาน วงจรจะทำงานดังวงจร Shunt Wound Motor ดังที่กล่าวมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 วงจรเบรกมอเตอร์โดยใช้ทรานซิสเตอร์

2.1.3 Plugging Braking มีหลักการง่ายๆ โยจ่ายไฟสลับขั้วกับตอนแรก จะทำให้มอเตอร์หยุดทันทีอย่างรวดเร็ว Plugging ไม่นิยมมาก เนื่องจากเกิดความร้อนมากและมีกระแสไหลใน Armature สูง เกิดประกายไฟขึ้นในแปรงถ่าน ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง



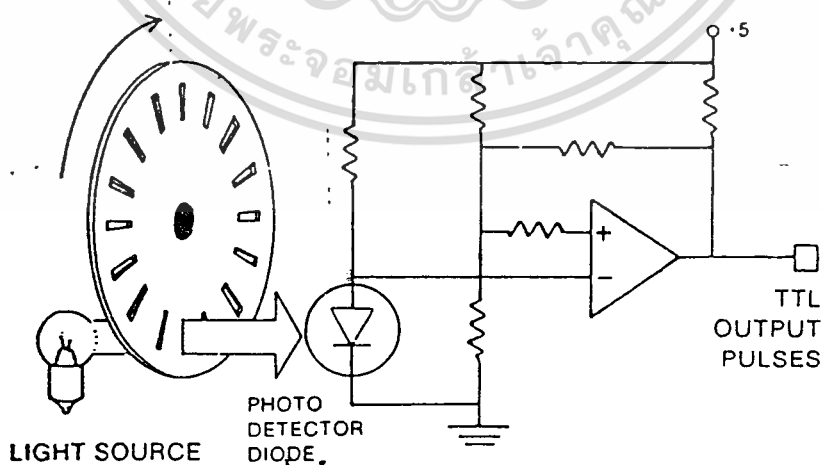
รูปที่ 4 วงจรการเบรกโดยวิธี Plugging

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การควบคุมความเร็วด้วยวิธี Phase Locked Servo

หลักการควบคุมความเร็วคือซีมอเทอร์ที่เรียกว่า Phase lock Servo (PLS) นี้มีข้อดีคือ เป็นวงจรที่ไม่มีควมสลับซับซ้อน และไม่ต้องการวงจร Analog to Digital Converter หรือ Digital to Analog Converter และใช้ Power Supply เพียงตัวเดียว ซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงความซับซ้อนของวงจรที่มีแหล่งจ่ายไฟหลายตัวได้ และการหมุนมอเตอร์กลับทาง ทำได้โดยใช้ Relay เพียงตัวเดียว ระบบนี้เป็นระบบ Servo ที่สมบูรณ์แบบในตัว สามารถจะต่อเข้ากับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ หรือจะไม่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ มันก็สามารถทำงานด้วยตัวเองได้ ในกรณีที่ต่อเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นเพียงตัวให้คำสั่งเกี่ยวกับความเร็วเท่านั้น และระบบนี้สามารถคัดแปลงเพื่อใช้ประโยชน์ในงานต่างๆ ได้

ส่วนที่ยากของวงจร PLS นี้คือการสร้างวงจร Pulse Rate Tachometer ซึ่งเป็นส่วนร่วมในวงจร Optical Encoder ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนความเร็วของแกนมอเตอร์ให้เป็นสัญญาณดิจิทัล และวงจร Optical Encoder นี้เป็นส่วนหนึ่งในระบบควบคุมแบบป้อนกลับในฐานะที่เป็น Feedback Sensor ในรูปแสดงให้เห็นถึงวงจร Encoder อย่างง่ายที่ใช้ IC Comparater เบอร์ LM 311 ร่วมกับ Photo Diode เบอร์ MRD 150



รูปที่ 5 วงจร Optical Encoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

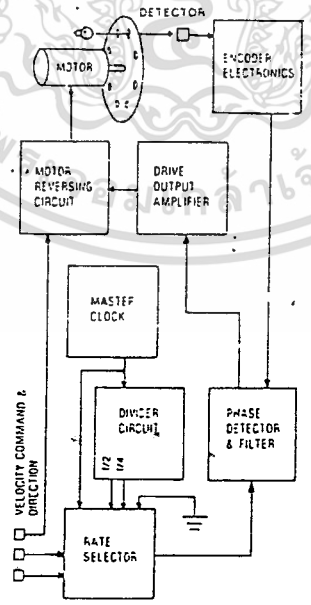


จากรูปแผ่นคิสต์ ซึ่งอาจใช้พลาสติกหรือวัสดุชนิดอื่นๆ ที่บางและเจาะรูได้ง่าย แผ่นคิสต์จะถูกเจาะรูโดยรอบและติดไว้บนแกนมอเตอร์ แสงจะเดินทางจากหลอดไฟผ่านรูบน แผ่นคิสต์ไปตกกระทบบน Photo Diode และ Comparater จะสร้าง Pulse จากการเปลี่ยนแปลง Voltage ที่ Photo Diode

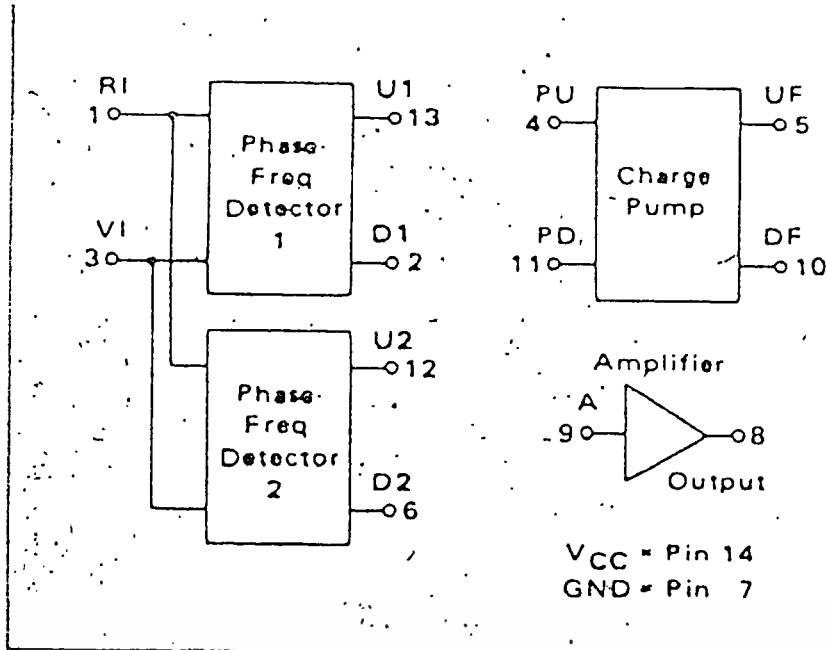
ในระบบที่เสถียร จำนวนรูบนแผ่นคิสต์จะต้องมากพอ แล้วต้องเว้นช่องว่างให้เท่าๆ กัน ในกรณีที่แผ่นคิสต์ถูกติดเข้ากับแกนมอเตอร์โดยตรง และไม่ผ่านฟันเฟืองทกรอบใดๆ แกนมอเตอร์จะมีความเร็วสูง และแผ่นคิสต์จะมีความเร็วสูงเช่นกัน ดังนั้นจำนวนรูบนแผ่นคิสต์จึงน้อยกว่าในกรณีที่เราคิดแผ่นคิสต์ไว้บนแกนฟันเฟืองทกรอบ

จำนวนรูบนแผ่นคิสต์เป็นข้อกำหนดอัตราการเกิด Pulse ในการออกแบบ เราควรให้ความเร็วของแกนที่เราคิดแผ่นคิสต์ไปแล้วให้อัตราการเกิด Pulse ไม่น้อยกว่า 100 รอบต่อวินาที สำหรับแผ่นคิสต์ที่ใช้ในโครงการนี้มีจำนวนรูเท่ากับ 256 รูต่อรอบ ซึ่งจะให้ ความเร็วต่ำสุดเท่ากับ 0.25 รอบต่อวินาที

ส่วนประกอบที่สำคัญของวงจร PLS อีกอย่างหนึ่งก็คือวงจรตรวจนับผลต่างของ เฟส และความถี่ (Phase-Frequency Detector) ซึ่งในที่นี้ใช้ IC เบอร์ MC 4044 ซึ่งมี Block Diagram ดังรูป



รูปที่ 6 Block Diagram ของวงจร PLS



รูปที่ 7 วงจรภายในของ MC 4044

จากรูปภายในวงจรของ MC 4044 ประกอบไปด้วยวงจร Phase-Frequency Detector 2 ตัว และมี Charge Pump 1 ตัว รวมทั้ง Amplifier ในตัว ซึ่งวงจรตรวจจับผลต่างของเฟสและความถี่นี้สามารถตรวจจับผลต่างของความถี่และเฟสได้พร้อมกัน และจะให้ Error Voltage ออกมา โดยที่ Error Voltage จะเป็น 0 เมื่ออัตราของ Pulse จากแผ่นดิสก์ Match กับอัตราการกำเนิด Pulse จากสัญญาณอ้างอิงที่สร้างโดย IC กำเนิดสัญญาณ ซึ่งในที่นี้ใช้เบอร์. NE 555

2.3 การควบคุมตำแหน่ง

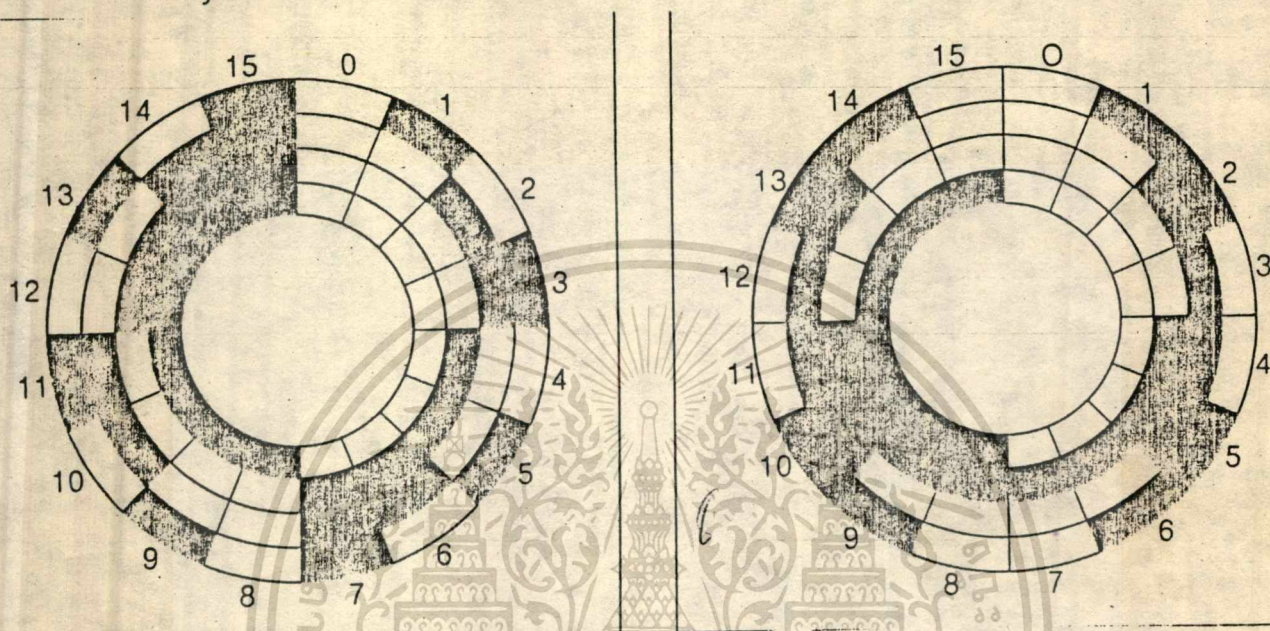
การควบคุมแขนกลจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งและความเร็วของข้อต่อทุกชิ้น มีหลายวิธีที่ให้เป็น Sensor เช่นการใช้ Resistor ต่อไว้ที่ข้อต่อทุกชิ้นและเปลี่ยน Voltage ที่ได้ออกมาเป็น Digital และนำไปเป็นสัญญาณควบคุม แต่มีอีกวิธีหนึ่งที่มีความแม่นยำสูงก็คือ Optical Shaft Encoder

Shaft Encoder โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 แบบคือ Absolute Shaft Encoder และ Incremental Shaft Encoder

2.3.1 Absolute Optical Shaft Encoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแผ่นใสซึ่งมีแถบทึบ สามารถสร้างรหัสได้โดยการ Decode ด้วย Photo Diode ตามแนวรัศมี โดยแบ่งเป็นอีก 2 วิธี คือสามารถให้ Binary Code และ Gray Code

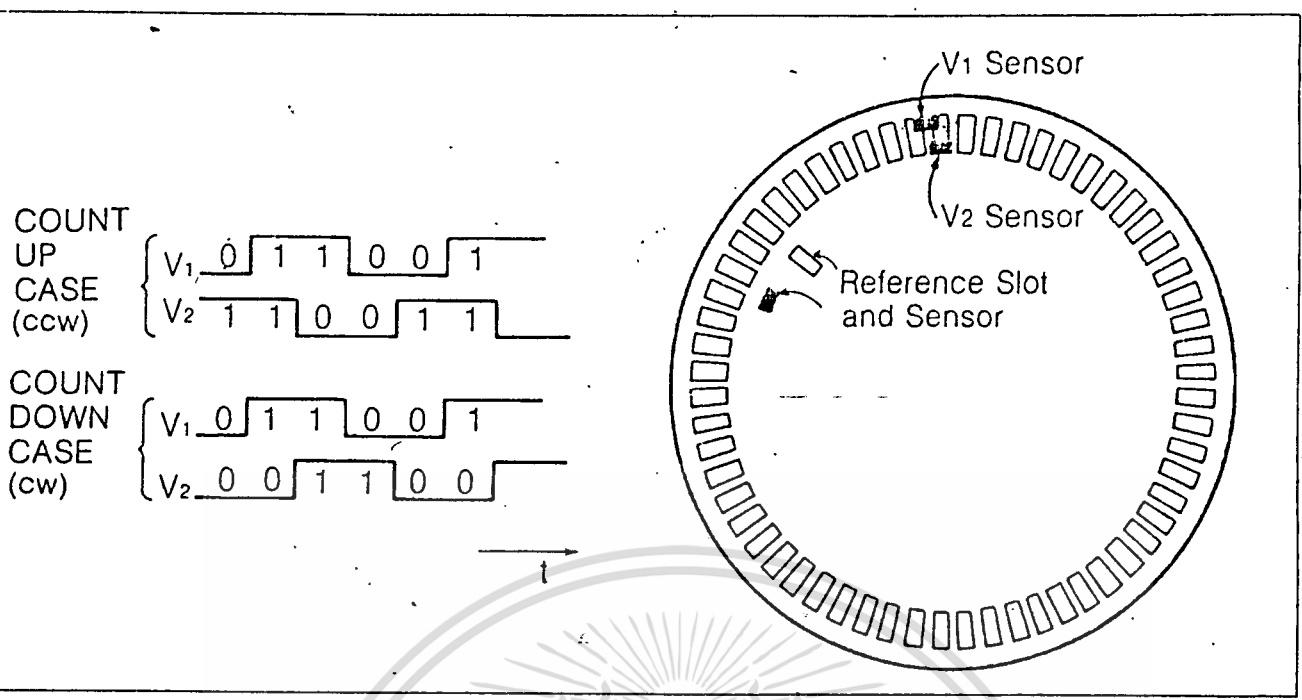


รูปที่ 8 แผ่นดิสก์สร้างรหัสแบบ Binary Code และ Gray Code

2.3.2 Incremental Shaft Encoder

มีลักษณะเป็นแผ่นใสประกอบด้วยรูโคจรเป็นจำนวนมาก และมีรูซึ่งเจาะไว้เป็นจุดอ้างอิง (Reference Slot)

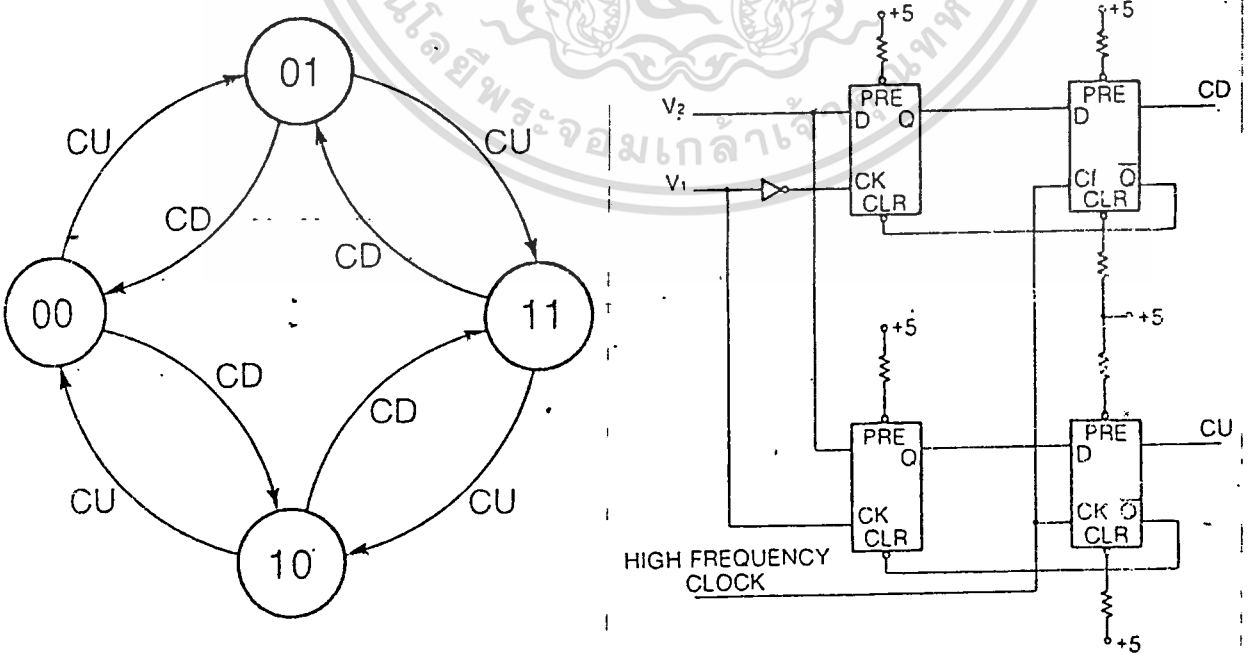
การเจาะรูของ Incremental Shaft Encoder จะเจาะไว้ในลักษณะที่ Pulse ที่เกิดขึ้นจะตาม Phase กัน 90 องศา ในรูปแสดงลักษณะ Phase ที่เกิดขึ้น ในขณะที่ มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา V1 จะเกิดก่อน V2 90 องศา และในการหมุนทวนเข็มนาฬิกา V2 จะเกิดก่อน V1 กล่าวคือ รูปแบบของ Phase Shift จะสามารถบอกทิศทางการหมุนได้ ส่วนรูที่เจาะไว้เป็น Reference Point ถ้าเรานับช่วงเวลา Pulse เกิดขึ้นใน 1 รอบ เราสามารถรู้ความเร็วของมอเตอร์ได้



รูปที่ 9 รูปสัญญาณและแผ่นคิสต์แบบ Incremental Shaft Encoder

เราสามารถจะหาข้อมูลเกี่ยวกับทิศทาง ความเร็ว และตำแหน่งได้โดยตรงจาก Incremental Shaft Encoder ข้อมูลเหล่านี้อยู่ในรูปของ Pulse ซึ่งเรานำมาผ่านวงจร Sequential เพื่อสร้างสัญญาณที่เราต้องการได้ดังนี้

จากรูปแสดง State Diagram ของวงจร Sequential และส่วนของวงจร



รูปที่ 10 State Diagram และ วงจร Sequential

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pulseที่เกิดขึ้นจะถูกนับโดย Counter และส่งข้อมูลให้ Computer แบบขนาน โดยใช้ 8255 อ่านข้อมูลเข้าไป

ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจาก Computer อ่านข้อมูลในขณะที่ Pulse กำลังเปลี่ยนสถานะ จึงได้ข้อมูลที่ผิดๆ เราจึงต้องสร้างวงจร Delay โดย 74123 Monostable จะ Delay สถานะของ Pulse และให้ 8255 สร้างสัญญาณ Inhibit ขึ้นมาเพื่อรับข้อมูลเข้าไป

จากรูปที่ 10 Pulse V1 และ V2 ถูกนำมาผ่านวงจร Sequential สร้างสัญญาณ \overline{CU} \overline{CD} ขึ้นมา จากนั้นจะนำมานับโดย Counter และส่งไปยัง Buffer เพื่อรอการอ่าน โดยสัญญาณการอ่านข้อมูลถูกสร้างโดยการนำ \overline{CU} และ \overline{CD} มาผ่าน OR Gate และผ่านการ Delay เพื่อป้องกันการอ่านขณะเปลี่ยนสถานะดังกล่าว จากรั้วจะนำสัญญาณที่ได้มา AND กับสัญญาณที่สร้างจาก 8255 เป็นสัญญาณการอ่านข้อมูลจาก Buffer ดังกล่าว

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง

3.1 การคำนวณและการสร้างวงจรควบคุมความเร็ว

ในวงจรใช้งานจริงคั้งรูปประกอบด้วย IC 555 (Timer Integrator) เป็นตัวกำเนิด Pulse ซึ่งกำเนิดความถี่ได้ด้วยค่า Ra Rb และ C ตามสมการ

$$F_c = 1.44 \times ((R_a + 2R_b) \times C)$$

ตัวอย่างเช่น เรากำหนดให้ Ra-Rb-33K ; C-0.15 Micro Farad เราจะได้ค่าความถี่ที่ใช้อ้างอิงในระบบเท่ากับ 100 Hz

สำหรับวงจรหารความถี่ใช้ J-K Flip Flop สองตัวต่อกันทำงานใน Toggle Mode 1 of 4 selector ใช้ ic เบอร์ SN 74151 ซึ่งสามารถเลือก 1 ใน 4 ของความเร็ว โดยป้อน 2 bit Input ดังนั้นความถี่อ้างอิงของระบบที่เกิดขึ้นคือ F_c $F_c/2$ $F_c/4$ และ 0

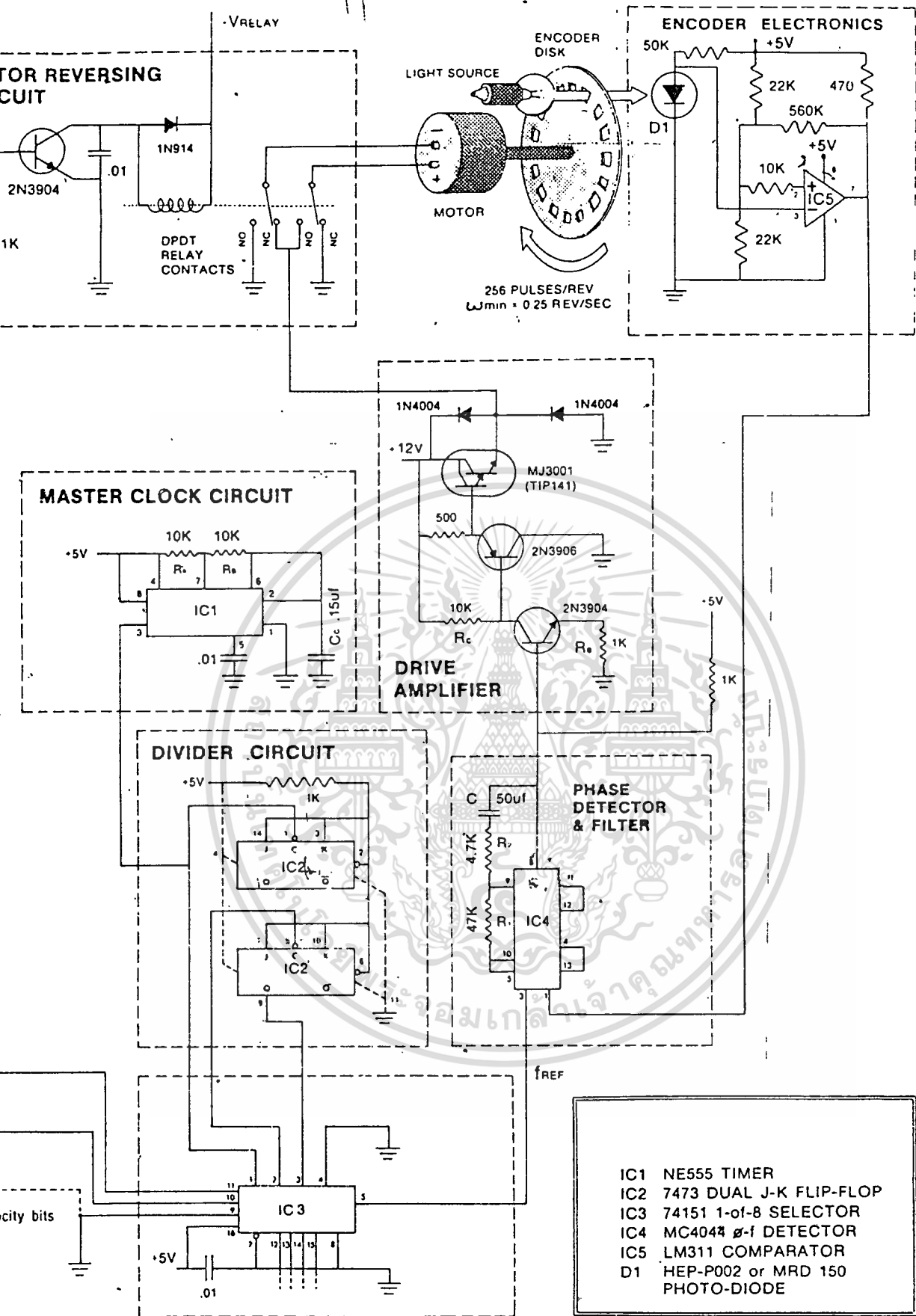
IC เบอร์ MC 4044 ใช้เป็นวงจรตรวจจับผลต่างของเฟสและความถี่ IC เบอร์นี้มี Amplifier อยู่ในตัว โดยค่า R1 R2 และ C จะเป็นตัวกำหนด Break Frequency Detector ของวงจรองความถี่และหาได้โดยการทดลอง จนกระทั่งมอเตอร์หมุนได้เรียบและไม่ Oscillate แต่อย่างไรก็ตามควรให้อัตราส่วนของ R1/R2 มีค่าเท่ากับ 10 ถ้าอัตราส่วน R1/R2 มีค่าน้อยกว่า 10 วงจรองความถี่จะเริ่มให้ ความถี่สูงผ่านไปได้ ส่วนค่าของ C มีผลต่อ Damping ของระบบ ค่า C ที่ใหญ่มากจะทำให้ระบบตอบสนองช้า ค่า C ที่น้อยไปจะทำให้เกิดการ Oscillate Voltage ที่ Output ของวงจรองความถี่จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.75-2.75 โวลต์ และสำหรับมอเตอร์ 12 โวลต์ Gain ของวงจรขั้วมอเตอร์ควรมีค่าประมาณ 5 จะทำให้ได้ช่วงความเร็วที่ดี ซึ่ง Voltage Gain ของวงจรขั้วมอเตอร์ถูกกำหนดโดยค่า Rc และ Re

ในกรณีที่ Pulse จากแผ่นคิสก์ไม่แมทช์กับ Pulse จาก Clock ก็จะทำให้เกิด Error Voltage ขึ้นมา ในกรณีที่เฟสแตกต่างกันเพียงอย่างเดียว ระบบจะล็อกกับจำนวนเท่าของความถี่ Clock

จากรูปแสดง Block Diagram ของระบบ PLS Speed Command คือระบบเลขฐานสองสามบิต บิตแรกจะกำหนดทิศทางของการหมุนของมอเตอร์ ซึ่งสามารถทำให้มอเตอร์หมุนกลับทาง และสองบิตที่เหลือจะเป็นตัวกำหนดความเร็วได้สี่ระดับ โดยอ้างค่ากับ Clock กล่าวคือ IC 555 จะถูกต่อเป็นวงจร Astable Multivibrator สัญญาณ Clock นี้จะถูกหารลงมาด้วย IC7473 สองตัวต่อกันเป็นวงจรหาความถี่ ซึ่งสามารถควบคุมความถี่ที่จะผ่านไปยังวงจรหาความถี่ ซึ่งสามารถควบคุมความถี่ที่จะผ่านไปยังวงจรผลต่างของความถี่โดยผ่านทาง IC 1 of 8 Selector ในกรณีที่วงจรถอดรหัสมีอัตราการกำเนิด Pulse N Pulse ต่อรอบ แล้วเราออกแบบให้ความเร็วสูงสุดของแกนมอเตอร์มีค่าเท่ากับ R รอบต่อวินาที เราจะหาความถี่ Clock ได้เป็น $N \times R$ รอบต่อวินาที ดังนั้นเมื่อ Clock ถูกผ่านวงจรหาความถี่ลงมาแล้ว เราก็จะหาความเร็วต่ำสุดของแกนมอเตอร์ได้ ซึ่งในที่นี้คือ $1/4$ เท่าของความเร็วสูงสุดของแกนมอเตอร์

ในวงจรตรวจจับผลต่างของเฟสและความถี่นั้น สัญญาณจาก Clock จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณจากวงจรถอดรหัส ซึ่งจะให้ Error Voltage ออกมาที่ Output และ Error Voltage นี้จะมีค่าความถี่สูงปนออกมาด้วย ซึ่งความถี่สูงนี้จะถูกกรองโดยวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Active Low Pass Filter) เพื่อกำจัดความถี่สูงออกไป ค่าเฉลี่ย DC ที่ออกมาจากวงจรตรวจจับผลต่างของเฟสและความถี่นี้จะถูกป้อนให้กับวงจร Inverting Amp. ซึ่งเป็น Driver ของมอเตอร์ ระบบจะสามารถปรับตัวเองเข้าสู่สภาวะเสถียรได้ดังนี้ เมื่อ Error Voltage มีค่ามากขึ้น Voltage ที่ป้อนให้มอเตอร์จะลดลงเพื่อลด Error Voltage ลง และในกรณีที่ Error Voltage มีค่าน้อยแล้ว ระบบก็ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ถ้าวงจรทำงานได้ถูกต้องต้องมี Offset Voltage เกิดขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากความแตกต่างของเฟสจาก Clock IC 555 และจากวงจรถอดรหัส Offset Voltage ที่เกิดขึ้นนี้มีค่าน้อยมาก และไม่มีผลต่อความเร็วของมอเตอร์ที่ใช้ระบบ PLS ควบคุมเท่าใดนัก ระบบ PLS สามารถควบคุมความเร็วได้โดยผิดพลาดไม่เกิน 0.02 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

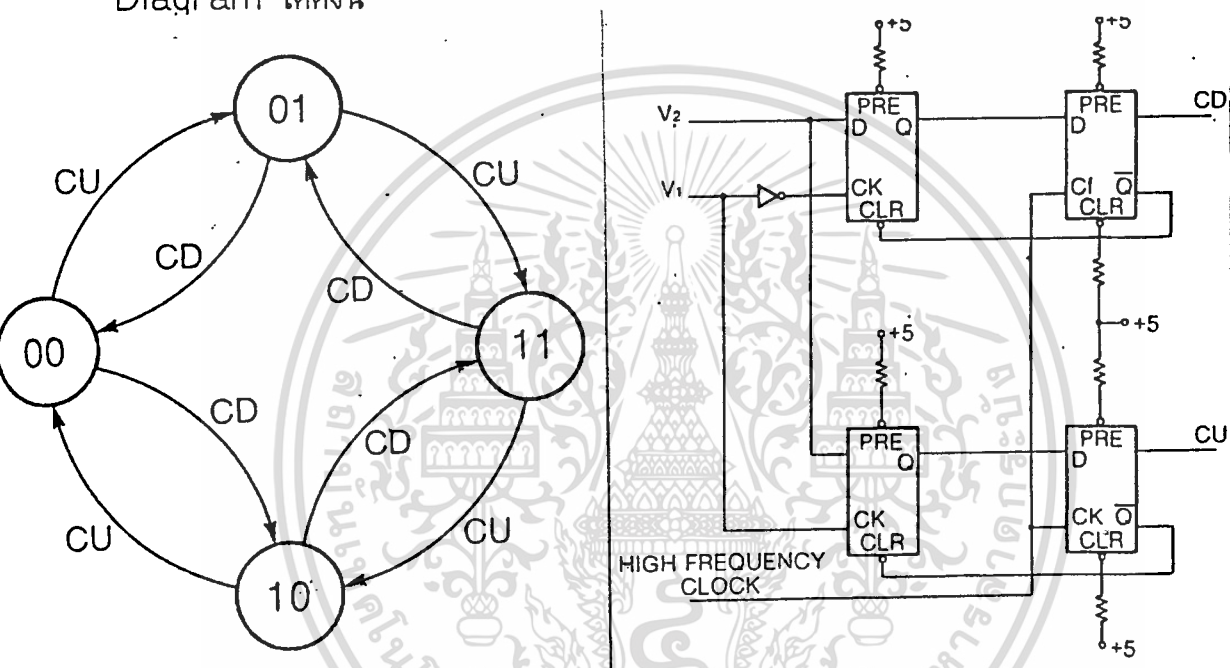


รูปที่ 11 วงจร Phase Lock Servo ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การคำนวณและการสร้าง Position-Counting Hardware

ดังได้กล่าวไปแล้วถึงลักษณะของ Output Pulse ของ Incremental Shaft Encoder ซึ่งมี Pulse ออกมา 2 Pulse ต่าง Phase กัน 90 องศา ดังนั้น สิ่งที่เราต้องทำก็คือสร้างวงจรที่จะบอกความสัมพันธ์ของ Phase ทั้งสองลูกนี้ นั่นก็คือวงจร Sequential จากกราฟเราสามารถแสดงความสัมพันธ์ของสัญญาณเป็น State Diagram ได้ดังนี้



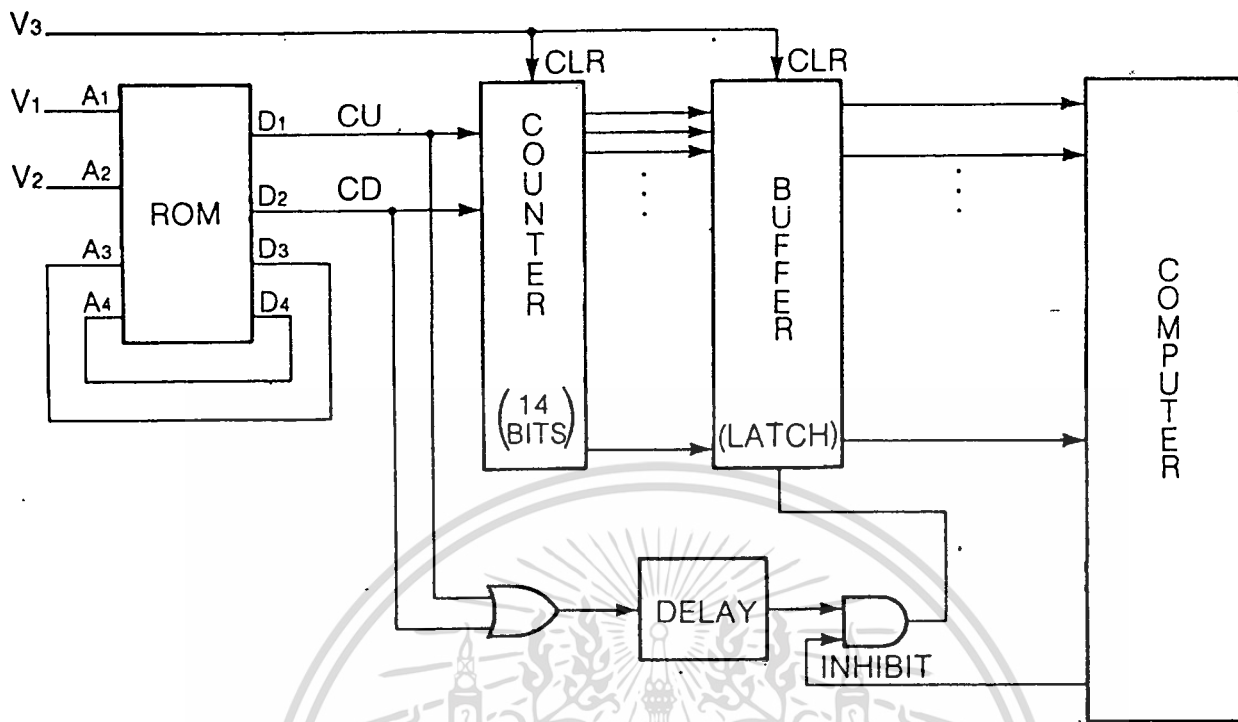
รูปที่ 12 State Diagram และวงจร Sequential

ซึ่งในที่สุดเราสามารถสังเคราะห์วงจร Sequential ได้ดังรูป

จากรูปที่ 13 เป็น Block Diagram ของวงจร Position Hardware ทั้งหมดกล่าวคือ สัญญาณ V_1 และ V_2 ที่ได้จาก Shaft Encoder ถูกนำมาเข้าวงจร Sequential ได้เป็นสัญญาณ CU (Count Up) และ CD (Count Down) โดยจะเกิดที่ละสัญญาณ ในกรณีที่มีมอเตอร์หมุนทางใดทางหนึ่ง สัญญาณ CU หรือ CD ถูกนำมานับโดย Counter 74LS193 สัญญาณ Pulse จากวงจร Sequential จะถูกนับ และเปลี่ยนข้อมูลเป็นแบบขนาน พร้อมทั้งจะให้ Computer อ่านได้ โดยข้อมูลแบบขนานจะถูกนำมาผ่าน 74LS374 (Ocyal D-Type Transarent Latches And Edge Trigger Flip-Flop) ซึ่งจะ Latch ข้อมูลไว้ และจะให้ Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

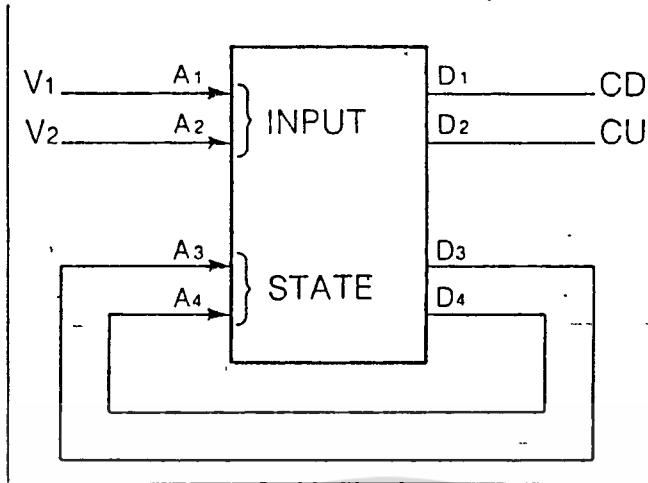


รูปที่ 13 Block Diagram ของวงจร Position Control

เมื่อมี Clock (STR ในรูป) การสร้างสัญญาณ STR นี้ สร้างได้โดยนำสัญญาณ CU และ CD ผ่าน NAND Gate จากนั้นให้ 8255 สร้าง Pulse 1 ลูก เป็น Inhibit นำ Inhibit ผ่าน NAND Gate กับผลรวมของ CU และ CD ที่ผ่าน NAND Gate มาแล้ว Pulse ที่ได้จะถูก Delay โดย 74123 (Retriggerable Monostable Multivibrator With Clear)

จาก State Diagram ของวงจร Sequential ที่ได้อธิบายไปแล้วในบทที่ 2 เรามีวิธีที่ไม่ต้องใช้ D Flip Flop คือเราจะใช้ Rom ในลักษณะที่มี Feedback ระหว่าง Input และ Output

จากรูปที่ 14 Rom จะถูกต่อในลักษณะที่ Output Bit D3 และ D4 ต่อเข้ากับ Address A3 และ A4 Rom ที่ใช้ขนาด 32×8 bit เบอร์ 74188 ซึ่งมี Address Line 5 เส้น และ Data Line 8 เส้น โดย Address Line A1 และ A2 นับสัญญาณจาก V1 และ V2 ของวงจร Encoder



รูปที่ 14 ลักษณะการต่อ Rom เพื่อใช้แทนวงจร Sequential

D1 และ D2 เป็น Output (Count Up และ Count Down ตามลำดับ) Address Line A3 และ A4 ถูกต่อเข้ากับ Data Line D3 และ D4 เพื่อให้จะทำให้ข้อมูล stable โดย Rom จะเก็บข้อมูลในลักษณะที่ A3 - D3 และ A4 - D4

	V1	V2	A'	B'	CD	CU	A'	B'
	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	1	0	0	0
	0	0	1	0	0	1	0	0
Impossible	0	0	1	1	0	0	1	1
	0	1	0	0	0	1	0	1
	0	1	0	1	0	0	0	1
Impossible	0	1	1	0	0	0	1	0
	0	1	1	1	1	0	0	1
Impossible	1	0	0	0	1	0	1	0
	1	0	1	0	0	0	1	0
Stable 10 state	1	0	1	1	0	1	1	0
Impossible	1	1	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	1	0	1	1	1
Not stable	1	1	1	0	1	0	1	1
Stable 11 state	1	1	1	1	0	0	1	1

รูปที่ 15 ตาราง Data ของ PROM

ในการควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์ ใช้ 16 Address โดยแต่ละ Address มีข้อมูลเก็บอยู่ 4 bit สิ่งที่เราต้องการจากวงจร Sequential ก็คือ ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะของ V1 หรือ V2 จะเกิด Pulse ขึ้น 1 ลูก ซึ่ง Pulse ที่เกิดขึ้นนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีลักษณะเป็น Count Up หรือ Count Down เพียงอย่างเดียว จะขออธิบายวงจรโดยการยกตัวอย่างดังนี้

สมมุติ ในตอนแรก $V_1 = 1$ และ $V_2 = 0$ และข้อมูลใน Rom เป็น 0010 และเพราะว่า 2 bit ล่าง D3 และ D4 ต่อเข้ากับ Input A3 และ A4 ดังนั้น ค่า Address ที่ Input ขณะนี้คือ 1010 เมื่อพิจารณาจากตาราง จะพบว่า ที่ Address 1010 มี Data เป็น 0010 ซึ่งจะได้ข้อมูลเหมือนเดิม (เพราะ V_1 และ V_2 ยังไม่เปลี่ยนสถานะ) ดังนั้น Data ที่ได้จะมีสถานะคงตัว

ต่อมาถ้า V_2 เปลี่ยนสถานะจาก 0 เป็น 1 ซึ่งจะเป็นการหมุนตามเข็มนาฬิกา ทำให้เกิด Count Down Pulse หลังจากนั้น ค่า Address Input ของ Rom จะเปลี่ยนจาก 1010 เป็น 1110 หลังจากนั้น Output ของ Rom จะเปลี่ยนเป็น 1011 ตามตาราง หรือจะอธิบายได้ว่า การเปลี่ยน Input 2 bit ล่างของ Rom ใหม่ จะทำให้ Address 1110 ไม่ Stable

ทันทีที่ Data 1011 ไปปรากฏที่ Output Address ใหม่ก็จะเปลี่ยนเป็น 1111 ในเวลาต่อมา ไม่กี่ Nano Seconds Content of Memory Location 1111 (คือ 0011) จะไปปรากฏที่ Output ของ Rom ครั้งนี้ 2 bit ล่าง ของ Output จะเหมือนกับ Input แล้ว ดังนั้น Data จะ Stable อีกครั้งหนึ่ง นานเท่าที่ V_1 และ V_2 ยั้วงเป็น 1 ทั้งคู่

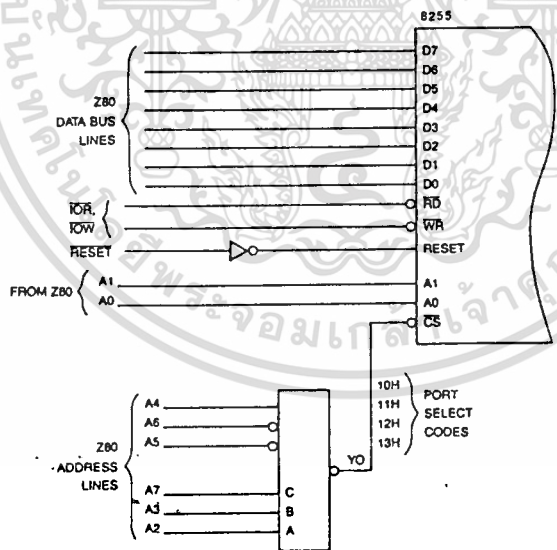
เราจะสังเกตได้ว่า Output เริ่มแรกเป็น 0010 จากนั้นเปลี่ยนไปเป็น 1011 และเปลี่ยนมาเป็น 0011 ในที่สุด หรือกล่าวได้ว่า Count Down Pulse เริ่มจาก 0 เปลี่ยนไปเป็น 1 และเปลี่ยนกลับไปเป็น 0 อีกครั้งหนึ่ง

3.3 การ Interface กับ Single Board

ใช้ IC PIO 8255 โดยทำงาน ในลักษณะที่ Port A เป็น Input รับข้อมูล ของตำแหน่งแบบขนานเข้ามาและเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้

Port B ส่งข้อมูลออกไป โดยต่อกับ Flip-Flop Latch ข้อมูล Vo V1 และ D โดยที่ Vo V1 คือการกำหนดความเร็วและ D คือการกำหนดทิศทาง โดยใช้ 7477 4 Bit Bintable Latch เป็นตัว Latch ข้อมูลไว้ ดังนั้น Port B จึงใช้ เพียง 5 บิต คือ ส่งข้อมูล Vo V1 และ D รวม 3 บิต และส่ง Encode ให้ 7477 อีก 2 บิต ส่วน Pulse สำหรับ Port C ใช้เพียง 1 บิต คือส่ง Inhibit เพื่ออ่านข้อมูล โดยมีการ Delay ก่อนการอ่านเล็กน้อย เพื่อป้องกันการอ่านระหว่างเปลี่ยนสถานะดังกล่าวมาแล้ว โดย Port C 4 Bit ส่งใช้ต่อกับ SW เมื่อเริ่มทำงาน

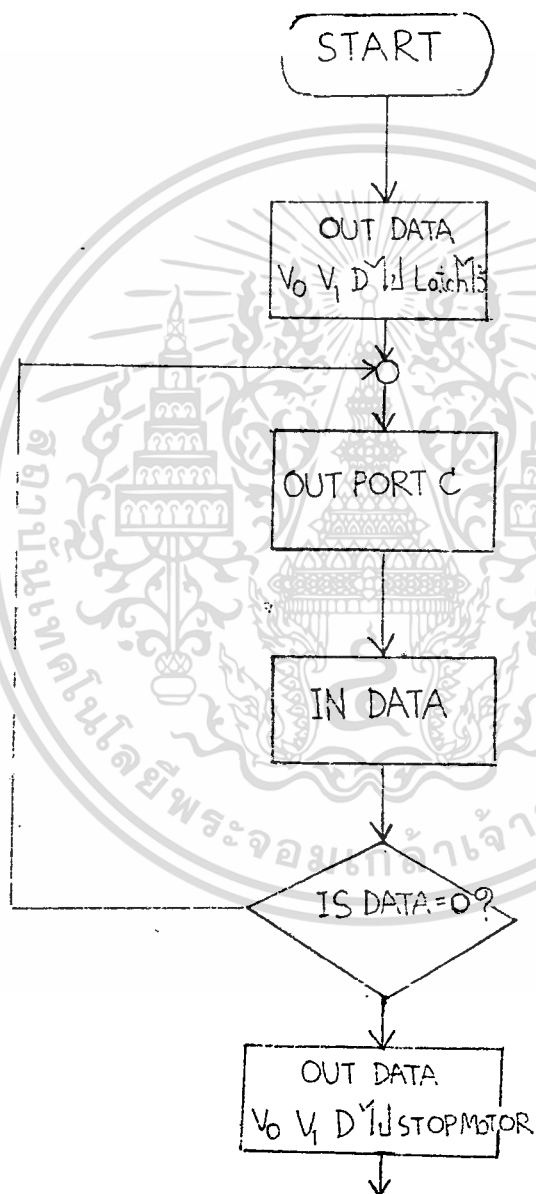
สำหรับการต่อ 8255 เข้ากับ Single Board ต่อในลักษณะดังนี้



รูปที่ 16 การต่อ 8255 เข้ากับ Single Board

จากวงจรทั้งหมดอธิบายการทำงานได้ดังนี้

เริ่มต้นเราส่งข้อมูลให้มอเตอร์หมุน เพื่อหาจุด Reference Point (คือ DATA=00H) เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนในทิศทางก็ตามที่เรากำหนด เมื่อมันเจอจุด Reference Point ให้มันหยุดรอ โดยมี Flow Chart การทำงานดังรูป

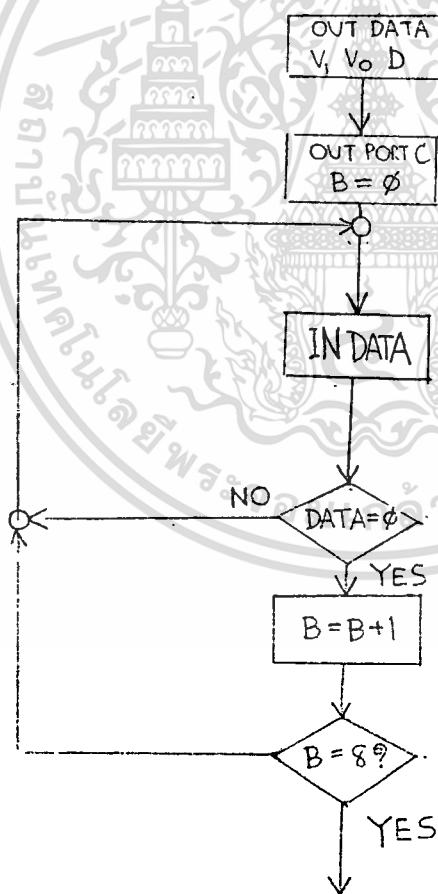


รูปที่ 17 Flow Chart แสดงการทำ Reference Point

ในการที่เราจะหยุดมอเตอร์นั้นก็คือ บิต V_0 และ V_1 จะเป็น 0 ทั้งคู่ จึงนำ 2 สัญญาณนี้มาผ่าน NAND Gate เพื่อให้ Output จาก NAND Gate - 1 ไป ON Relay Breaker Motor เมื่อ V_0 และ $V_1 = 0$ แปลว่าให้หยุดมอเตอร์ พร้อมทั้ง Break ไปด้วยในตัว แต่ถ้า V_0 และ V_1 ไม่เท่ากับ 0 พร้อมทั้ง Relay Break Motor ไม่ ON มอเตอร์จะหมุนได้ตามคำสั่งดังรูป

เมื่อส่ง V_1 V_2 Direction ใช้ Velocity Cct แล้ว มอเตอร์จะเริ่มหมุนตามคำสั่งโดยวงจร PLS จะทำการควบคุมให้มอเตอร์หมุน ตามความเร็วที่กำหนด

เมื่อเริ่มหมุนจาก Reference Point เราสามารถสั่งให้มอเตอร์หมุนไปกี่รอบ หรือกี่ Pulse ได้โดยการกำหนดจำนวนรอบและจำนวน Pulse ให้มัน สมมุติให้มอเตอร์หมุน 8 รอบเต็มๆ จะได้ Flow Chart ดังรูป



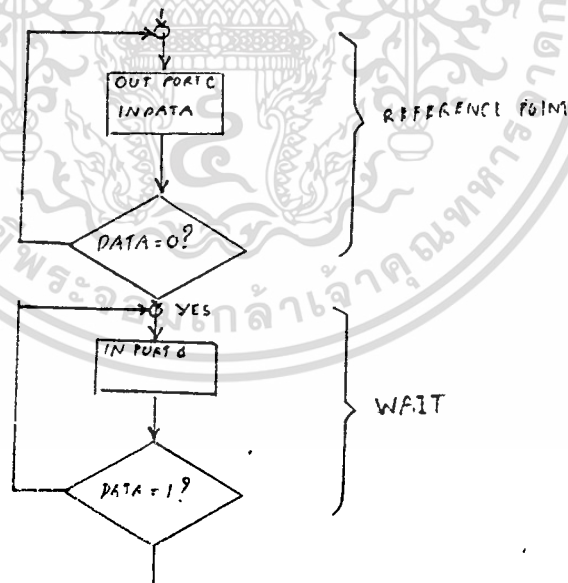
รูปที่ 18 Flow Chart แสดงการหาค่าแห่ง โดยเริ่มจาก Reference Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองนี้ใช้ Single Board MPF-1P ซึ่งต่อ IC 8255 เพิ่มเข้าไปโดยใช้ Port A เป็น Input Port ขนาด 8 bit และใช้ Port B เป็น Output Port ขนาด 4 บิต Output ที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไป Latch ที่วงจร Flip Flop เพื่อเป็นข้อมูลความเร็วและทิศทางในการหมุนของมอเตอร์ Port C ใช้เพียง 1 bit ส่ง INhibit ออกไป โดย Inhibit นี้ ปกติจะเป็น 1 และจะเป็น 0 เมื่อต้องการอ่าน Data เข้ามา และจะกลับเป็น 1 อีกครั้ง

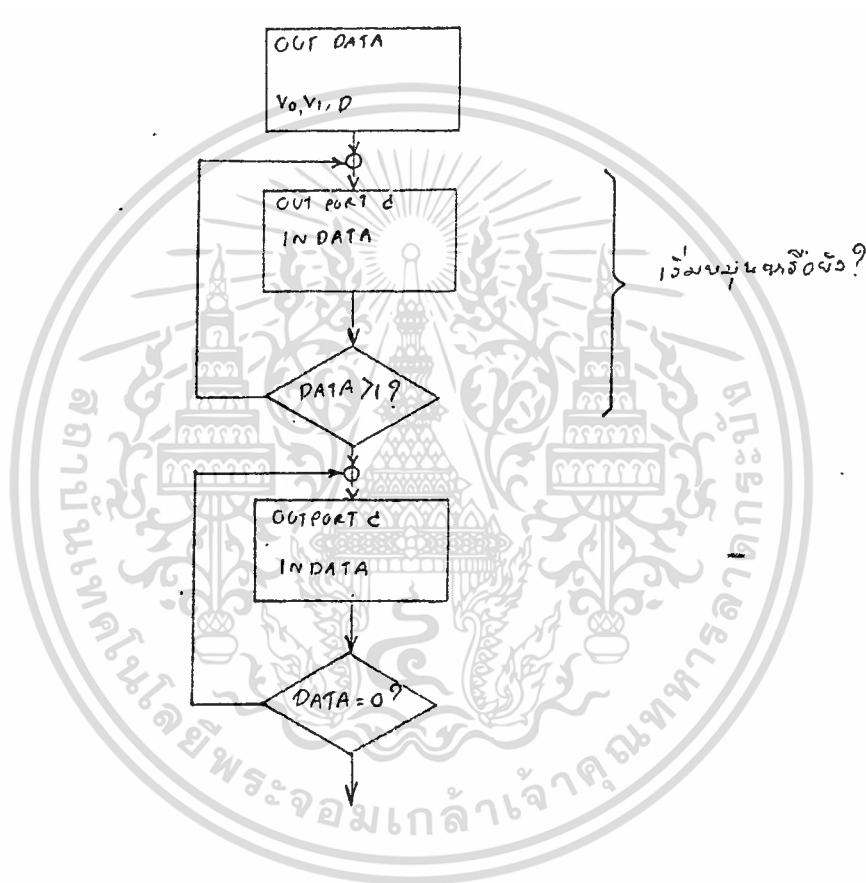
เริ่มต้นการทำงานก่อนอื่นต้องส่ง Data V_0 V_1 และ Direction เพื่อเริ่มหมุนมอเตอร์ โดยจุดเริ่มต้นการทำงาน (Reference Point) ที่เจาะไว้บนแผ่นคิสต์ เมื่อมอเตอร์หมุนพบจุดเริ่มต้นการทำงาน มอเตอร์จะหยุดเพื่อรอคำสั่งต่อไปดัง Flow Chart รูปที่ 19



รูปที่ 19 Flow Chart แสดงการหา Reference Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป เมื่อเริ่มต้น เราส่ง Data ความเร็วและทิศทางไป Latch ไว้ มอเตอร์ก็เริ่มทำงาน ในขณะที่หมุนเครื่องจะส่ง Inhibit ไป In Data เข้ามา Data ที่เข้ามาจะเปรียบเทียบกับ 0 ถ้า Data = 0 แสดงว่ามอเตอร์หมุนเจอจุด Reference Point แล้ว แต่ในทางปฏิบัติ ถ้าเริ่มต้น Counter เป็น 0 อยู่แล้ว เครื่องก็จะพบว่า Data = 0 ดังนั้นเราต้องเพิ่ม Program บางส่วนดังนี้

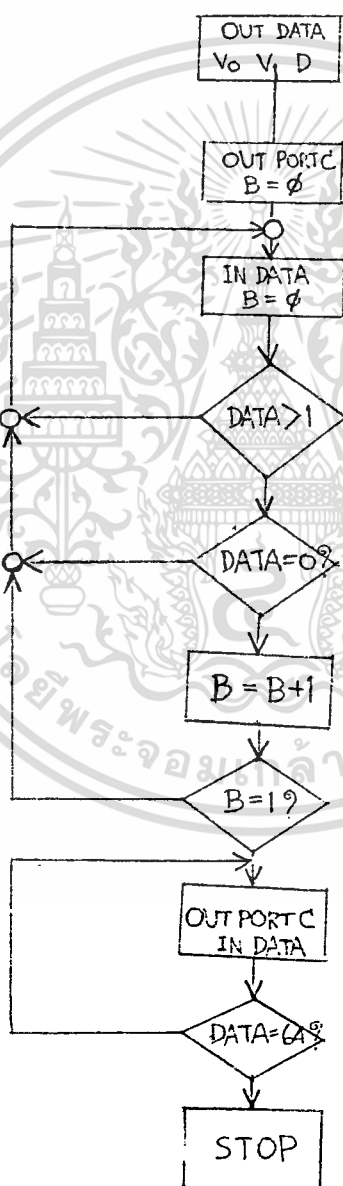


รูปที่ 20 Flow Chart แสดงการหา Reference Point โดยเพิ่มส่วน
เริ่มต้นการหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่เพิ่มเข้าไปนี้ เมื่อเปิดเครื่องและพบว่า Data = 0 อยู่แล้ว มอเตอร์ยังไม่ทันหมุนก็หยุดทันที Program นี้จะตรวจ Data > 1 หรือไม่ ซึ่งจะทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนอย่างน้อย 1 Pulse ก่อนที่จะตรวจว่า Data = 0 หรือไม่

ต่อมาสมมติว่าเราต้องการให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา 8 รอบ และหมุนทวนเข็ม 5/4 รอบ เราจะให้ Register B นับจำนวนรอบ (เริ่มจากเครื่องตรวจพบ Reference Point)



รูปที่ 21 Flow Chart แสดงตัวอย่างการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

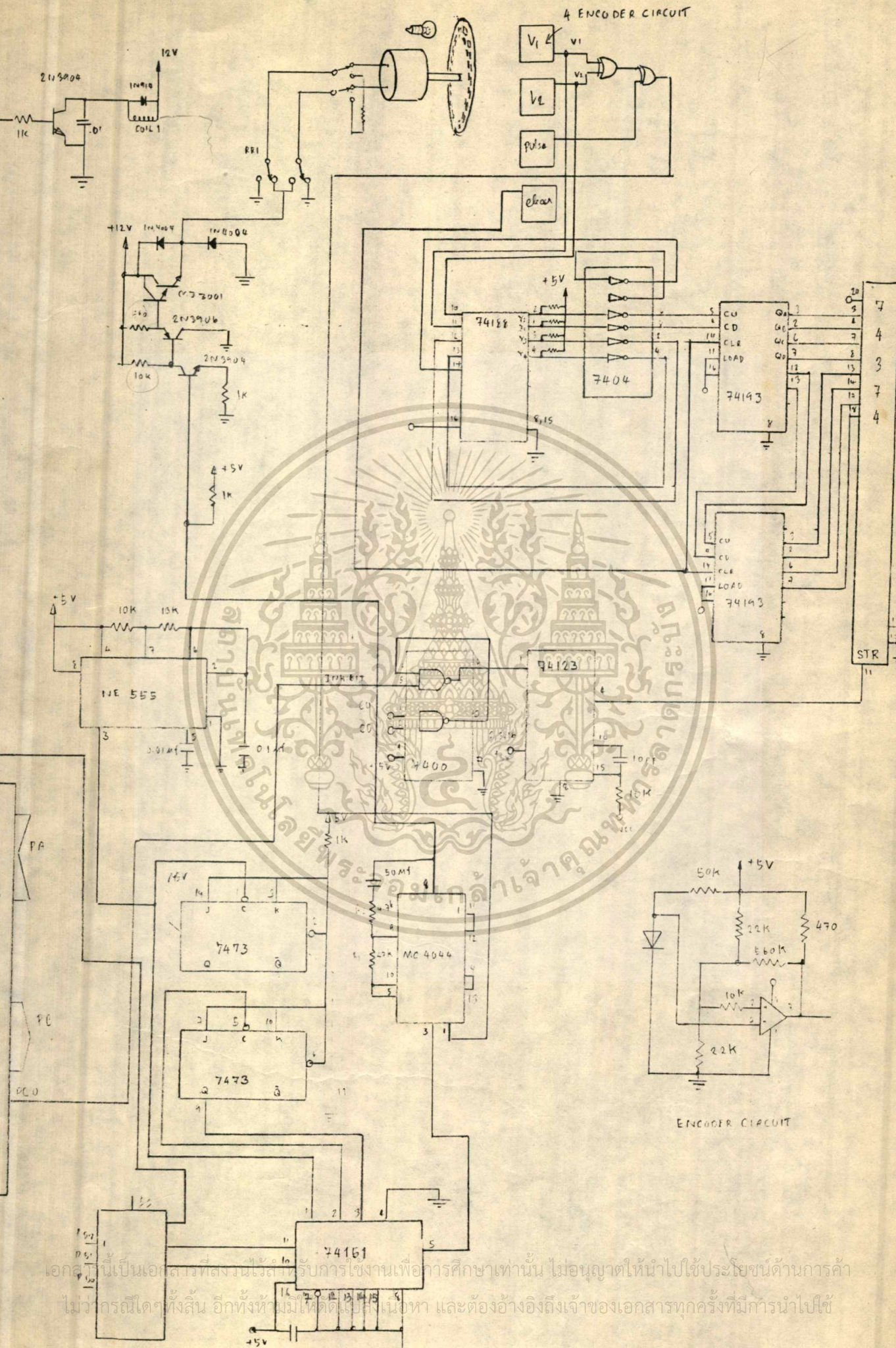
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป

ในการทดลองการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ผลการทดลองเป็นไปด้วยดี มอเตอร์สามารถหมุนด้วยอัตราเร็วคงที่ และสามารถเปลี่ยนแปลงระดับอัตราเร็วได้ แต่มีปัญหาที่ภาคควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์คือ การสร้างแผ่นดิสก์ และการติดตั้ง Photo Diode ในตำแหน่งที่ไม่เกิดการรบกวนสัญญาณซึ่งกันและกัน กล่าวคือ Photo Diode จะรับแสงจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน จะทำให้เกิดปัญหาว่า Pulse ที่เกิดขึ้นจากวงจร Optical Encoder มักจะสับสนไม่ตรงกับที่ตั้งไว้

แนวทางแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน โดยการเจาะรูที่แผ่นดิสก์ ให้มีขนาดเล็กมากๆ แต่ผลที่ได้ยังไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งยังเกิดปัญหาการแกว่งไปมาของแผ่นดิสก์ เนื่องจากการตั้งศูนย์ที่ไม่ดีพอ

ปัญหาอีกอย่างที่พบในการทดลองก็คือความผิดพลาดในการหยุดในตำแหน่งที่ต้องการเนื่องจากแรงเฉื่อยของมอเตอร์ อีกทั้งทำให้เกิด Pulse ที่ไม่ต้องการขึ้น ในกรณีที่สั่งให้มอเตอร์หมุนกลับไปกลับมา จะทำให้เกิด Error เพิ่มมากขึ้น ถ้านำมอเตอร์ไปใช้งานจริงๆ ซึ่งมีหลายขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันจะทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้น วิธีการแก้ไขคือการใช้ Dynamic Break หรือใช้การ Reset ตำแหน่ง Reference Point ในช่วงที่มีค่า Error มากขึ้น

ในทางปฏิบัติ หลังจากที่มีมอเตอร์พบสัญญาณ Clear ก่อนการหมุนนั้น Counter จะถูก Clear ให้เป็น 0 ทั้งหมด ดังนั้น DATA เริ่มแรกก็เป็น 0 Z-80 จะทำให้โปรแกรม B-B+1 ทันที นั่นคือมันจะไม่สามารถทำงานได้ เราจึงต้องเพิ่มโปรแกรมบางส่วนเข้าไปดังนี้ โดยเราจะให้สมมุติให้ มอเตอร์ต้องหมุนไปอย่างน้อย 10 Pulse จึงจะเริ่ม Test DATA ว่าเท่ากับ 0 หรือไม่ เพราะถ้าไม่เช่นนั้น Z-80 จะอ่านได้ 0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการตีพิมพ์ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตีพิมพ์เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5400/7400 Quadruple 2-Input Positive-NAND Gate

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL								
	Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package						
	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF					
T. I.	SN54S00	J	D	N	W	SN54H00	J	D	N	W	SN54LS00	J	D	N	W	SN5400	J	D	N	W	SN54L00	J	D	N	W
FAIRCHILD	SN74S00	J	D	N	W	SN74H00	J	D	N	W	SN74LS00	J	D	N	W	FM 5400/FM9N00	D	D		F	FC7400/FC9N00	D	D		F
MOTOROLA	MC3000	L	D		F	MC3000	L	D		F	MC3000	L	D		F	MC5400	L	D		F	MC7400	L	D		F
N. S. C.	DM74S00	J	D	N	W	DM74H00	J	D	N	W	DM74LS00	J	D	N	W	DM5400	J	D	N	W	DM7400	J	D	N	W
PHILIPS	N74S00	J	D	N	W	GJH131/74H00	J	D	N	W	N74LS00	J	D	N	W	FJH131/7400	J	D	N	W	S5400	F	D	N	W
SIGNETICS	N54S00	F	D	N	W	S54H00	F	D	N	W	N74LS00	A	L			N7400	F	D	N	W					
SIEMENS														FLH101	D										
FUJITSU						MB601	D	M	D		74LS00	M	D		MB400	D	M	D							
HITACHI	HD74S00	D	P	D						HD74LS00	P	D		HD7400/HD2503	D	P	D								
MITSUBISHI	M55000	P	D							M74LS00	P	D		M53200	P	D									
NEC	μ PB2500	D	D							74LS00	C	D		μ PB201	D	D									
TOSHIBA														TD3400 A	P	D									

Electrical Characteristics SN54LS00/SN74LS00

absolute maximum ratings over operating free air temperature range

Supply voltage, V _{CC}	TV	Operating free-air temperature range	SN54LS	-55°C to 125°C
Input voltage	TV	Storage temperature range	SN74LS	0°C to 70°C
Intermittent voltage	5.5V	Storage temperature range		-55°C to 150°C

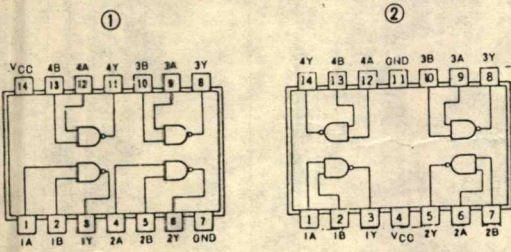
recommended operating conditions

	SN54LS00			SN74LS00			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	.5	5.25	V
High-level output current, I _{OH}			-400			-400	mA
Low-level output current, I _{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T _A	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

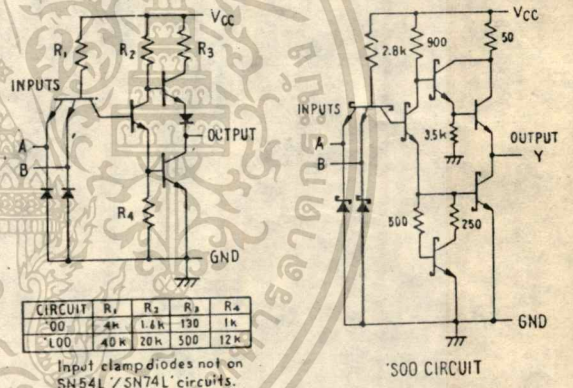
PARAMETER	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V _{IH}	High-level input voltage		2		V
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} = MIN, I _I = -18 mA		-1.5	V
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX	2.7	3.4	V
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, I _{OL} = 4mA	0.2	0.4	V
I _I	Input current at maximum input voltage	V _{CC} = MAX, V _I = 7V		0.1	mA
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} = MAX, V _{IH} = 2.7V		20	μA
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} = MAX, V _{IL} = 0.4V		-0.4	mA
I _{OS}	Short-circuit output current*	V _{CC} = MAX	54LS Family -20 74LS Family -18	-100	mA
I _{QCH}	Supply current	V _{CC} = MAX	Total, outputs high	4	mA
I _{QCL}	Supply current	V _{CC} = MAX	Total, outputs low	12	mA
I _{CC}	Supply current	V _{CC} = 5V	Average per gate (50% duty cycle)	0.4	mA
t _{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output	V _{CC} = 5V, T _A = 25°C, C _L = 15pF, R _L = 2kΩ		9	ns
t _{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output			10	ns

Pin Assignments (Top View)

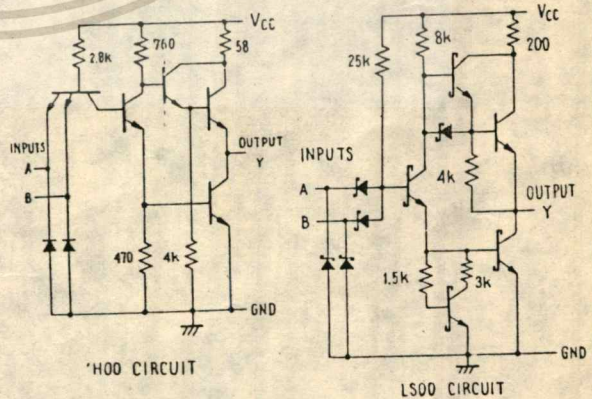


positive logic:
Y = AB

Schematics (each gate)



Input clamp diodes not on SN54L/SN74L circuits.
'00, '100 CIRCUITS



Resistor values shown are nominal and in ohms.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
* Not more than one output should be shorted at a time, and for SN54H/SN74H and SN54S/SN74S, duration of short-circuit should not exceed 1 second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5473/7473 Dual J-K Master-Slave Flip-Flop with Clear

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL			
	Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package		
	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF
T.I.																				
FAIRCHILD																				
MOTOROLA																				
N.S.C.																				
PHILIPS																				
SIGNETICS																				
SIEMENS																				
FUJITSU																				
HITACHI																				
MITSUBISHI																				
NEC																				
TOSHIBA																				

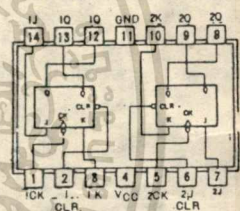
Electrical Characteristics SN54LS73/SN74LS73A

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range							
Supply voltage, VCC	TV	Operating free-air temperature range	SN54LS				
Input voltage	5.5V		SN74LS				
		Storage temperature range	-65°C to 150°C				
recommended operating conditions							
PARAMETER	SN54LS73A			SN74LS73A			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, VCC	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, IOH			-400			-400	μA
Low-level output current, IOL			0			8	mA
Pulse width, tp	Check high	20		20			ns
	Preset or Clear low	25		25			ns
Input setup time, tSU	High-level data	20		25			ns
	Low-level data	20		20			ns
Input hold time, tHD		0		5			ns
Operating free-air temperature, TA	-55		175	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER	TEST CONDITIONS †	MIN	TYP ‡	MAX	UNIT	
V _{IH}	High-level input voltage		2		V	
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V	
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} = MIN, I _I = 18 mA		-1.5	V	
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, V _{IL} = 0.8V, I _{OH} = MAX	2.7	3.4	V	
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, V _{IL} = 0.8V, I _{OL} = 4 mA	0.25	0.4	V	
I _I	Input current at maximum input voltage	D, J, K, Clear		0.1	mA	
		Preset	V _{CC} = MAX, V _I = 7V	0.3		
		Clear		0.3		
		Clock		0.4		
I _{IH}	High-level input current	D, J, K, Clear		20	μA	
		Preset	V _{CC} = MAX, V _I = 2.7V	60		
		Clear		60		
		Clock		80		
I _{IL}	Low-level input current	D, J, K, Clear		-0.4	mA	
		Preset	V _{CC} = MAX, V _I = 0.4V	-0.8		
		Clear		-0.8		
		Clock		-0.8		
I _{OS}	Short-circuit output current †	V _{CC} = MAX	-20	-100	mA	
I _{CC}	Supply current (Average per flip-flop)	V _{CC} = MAX, See Note 1	4	6	mA	
f _{max}	maximum clock frequency	V _{CC} = 5V, T _A = 25°C, C _L = 15pF, R _L = 2kΩ	30	45	MHZ	
t _{PLH}	from clear, preset or clock (as appropriate) to Q or Q̄			15	20	ns
t _{PHL}	from clear, preset or clock (as appropriate) to Q or Q̄			15	20	ns

Pin Assignment (Top View)



Function Tables

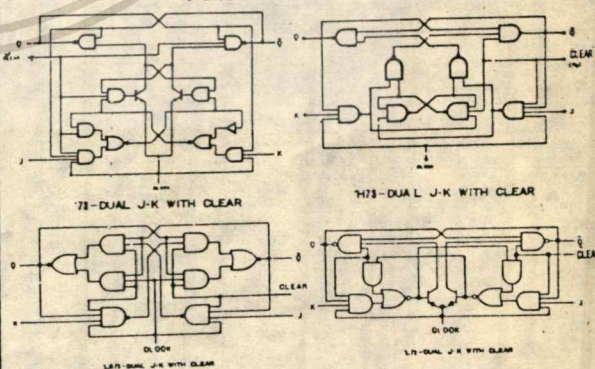
73 H73 L73 (See Note 2)

INPUTS				OUTPUTS	
CLEAR	CLOCK	J	K	Q	Q̄
L	X	X	X	L	H
H	↓	L	L	Q ₀	Q̄ ₀
H	↓	H	L	H	L
H	↓	L	H	L	H
H	↓	H	H	TOGGLE	TOGGLE
H	↓	H	X	Q ₀	Q̄ ₀

L73 (See Note 2)

INPUTS				OUTPUTS	
CLEAR	CLOCK	J	K	Q	Q̄
L	X	X	X	L	H
H	↓	L	L	Q ₀	Q̄ ₀
H	↓	H	L	H	L
H	↓	L	H	L	H
H	↓	H	H	TOGGLE	TOGGLE
H	↓	H	X	Q ₀	Q̄ ₀

Functional Block Diagrams



NOTES: 1. with all outputs open, I_{CC} is measured with the Q and Q̄ outputs high in turn. At the time of measurement, the clock input is grounded.
 2. H = high level (steady state), L = low level (steady state), X = irrelevant
 ↓ = transition from high to low level
 ↑ = high-level pulse; data inputs should be held constant while clock is high; data is transferred to output on the falling edge of the pulse.
 Q₀ = the level of Q before the indicated input conditions were established.
 TOGGLE: Each output changes to the complement of its previous level on each active transition (pulse) of the clock.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

• Not more than one output should be shorted at 1 time.

† t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output

† t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

‡ The arrow indicates the edge of the clock pulse used for reference: ↑ for the rising edge, ↓ for the falling edge.

เลือกซื้อสินค้าจากผู้ผลิตที่มีคุณภาพและราคาที่เหมาะสม

ไม่ว่าคุณต้องการซื้อสินค้าประเภทใดก็ตาม กรุณาติดต่อฝ่ายขายของเรา

☎ 11 The arrow indicates the edge of the clock pulse used for reference: ↑ for the rising edge, ↓ for the falling edge.

5474/7474 Dual D-Type Positive-Edge-Triggered Flip-Flop with Preset and Clear

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL																					
	Device Type					Device Type					Device Type					Device Type					Device Type																					
	C	P	M	CF	W	C	P	M	CF	W	C	P	M	CF	W	C	P	M	CF	W	C	P	M	CF	W	C	P	M	CF	W												
1.	SN54S74	J	□	□	□	W	SN54H74	J	□	□	□	W	SN54LS74	J	□	□	□	W	SN5474	J	□	□	□	W	SN54L74	J	□	□	□	W	SN5474	J	□	□	□	W	SN54L74	J	□	□	□	W
ARCHILD	SN74S74	J	□	□	□	W	SN74H74	J	□	□	□	W	SN74LS74	J	□	□	□	W	SN7474	J	□	□	□	W	SN74L74	J	□	□	□	W	SN7474	J	□	□	□	W	SN74L74	J	□	□	□	W
OTOROLA	FMS4S74/FMS574	□	□	□	□	□	FMS4H74/FMSH74	□	□	□	□	□	FMS4LS74/FMSLS74	□	□	□	□	□	FMS474/FMSN74	□	□	□	□	□	FMS4L74/FMSL74	□	□	□	□	□	FMS474/FMSN74	□	□	□	□	□	FMS4L74/FMSL74	□	□	□	□	□
OTOROLA	FC74S74/FC9S74	□	□	□	□	□	FC74H74/FC9H74	□	□	□	□	□	FC74LS74/FC9LS74	□	□	□	□	□	FC7474/FC974	□	□	□	□	□	FC74L74/FC9L74	□	□	□	□	□	FC7474/FC974	□	□	□	□	□	FC74L74/FC9L74	□	□	□	□	□
S.C.	DM74S74	□	□	□	□	□	DM54H74	J	□	□	□	□	DM54LS74	P	□	□	□	□	DM5474	J	□	□	□	□	DM54L74	J	□	□	□	□	DM5474	J	□	□	□	□	DM54L74	J	□	□	□	□
ILIPS	N74S74	□	□	□	□	□	GJJ131/74H74	□	□	□	□	□	N74LS74	□	□	□	□	□	FJJ131/7474	□	□	□	□	□	N7474	□	□	□	□	□	N7474	□	□	□	□	□	N7474	□	□	□	□	□
NETICS	S54S74	□	□	□	□	□	S54H74	F	□	□	□	□	S54LS74	F	□	□	□	□	S5474	F	□	□	□	□	S5474	F	□	□	□	□	S5474	F	□	□	□	□	S5474	F	□	□	□	□
EMENS	N74S74	□	□	□	□	□	N74H74	F	□	□	□	□	N74LS74	A	□	□	□	□	N7474	F	□	□	□	□	N7474	F	□	□	□	□	N7474	F	□	□	□	□	N7474	F	□	□	□	□
EMENS																		FLJ141	□	□	□	□	□	FLJ141	□	□	□	□	□	FLJ141	□	□	□	□	□	FLJ141	□	□	□	□	□	
JITSU													74LS74	□	□	□	□	□	MB420	□	□	□	□	□	MB420	□	□	□	□	□	MB420	□	□	□	□	□	MB420	□	□	□	□	□
TACHI	HD74S74	□	□	□	□	□							HD74LS74	P	□	□	□	□	HD7474/HD2510	□	□	□	□	□	HD7474/HD2510	□	□	□	□	□	HD7474/HD2510	□	□	□	□	□	HD7474/HD2510	□	□	□	□	□
ITSUBISHI	M74S74	□	□	□	□	□							M74LS74	P	□	□	□	□	M5327/M5374	□	□	□	□	□	M5327/M5374	□	□	□	□	□	M5327/M5374	□	□	□	□	□	M5327/M5374	□	□	□	□	□
EC	74S74	□	□	□	□	□							74LS74	C	□	□	□	□	μPB214	□	□	□	□	□	μPB214	□	□	□	□	□	μPB214	□	□	□	□	□	μPB214	□	□	□	□	□
SHIBA																		TD3474A	□	□	□	□	□	TD3474A	□	□	□	□	□	TD3474A	□	□	□	□	□	TD3474A	□	□	□	□	□	

Electrical Characteristics SN54LS74/SN74LS74
absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V _{CC}	TV	Operating free-air temperature range	SN54LS74	-55°C to 125°C		
Input voltage	5.5V	Storage temperature range	SN74LS74	-65°C to 175°C		
recommended operating conditions						
	SN54LS74		SN74LS74		UNIT	
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Supply voltage, V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25
High-level output current, I _{OH}			-400			-400
Low-level output current, I _{OL}			4			4
Output delay, t _{pd}		25		25		
Set-up time, t _{su}		25		25		
Hold time, t _h		25		25		
Propagation delay, t _{pd}		20		20		
Storage temperature, T _A		-55	125	0	70	

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER*	TEST CONDITIONS †	MIN	TYP ‡	MAX	UNIT
High-level input voltage			2		V
Low-level input voltage				0.8	V
Input clamp voltage	V _{CC} =MIN, I _I =-18mA			-1.5	V
High-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, V _{IL} =0.8V, I _{OH} =MAX	2.7	3.4		V
Low-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, V _{IL} =0.8V, I _{OL} =4mA		0.25	0.4	V
Input current at maximum input voltage	D, J, K, Clear, Preset, Clock			0.1	mA
High-level input current	D, J, K, Clear, Preset, Clock			20	μA
Low-level input current	D, J, K, Clear, preset, Clock			-0.4	mA
Short-circuit output current †	Series 54LS, Series 74LS	-20		-100	mA
Supply current (Average per flip-flop)	V _{CC} =MAX, See Note †		4	8	mA
clock frequency	V _{CC} =5V, T _A =25°C, C _L =15pF, R _L =2kΩ		25	33	MHz
from clear, preset or clock (as appropriate) to Q or Q̄			13	25	ns
			25	40	

Pin Assignments (Top View)

Functional Table
*74, *H74, *LS74, *S74 (See Note 2)

PRESET		CLEAR		CLOCK		D		Q		Q̄	
L	H	L	H	X	X	X	X	H	L	L	H
H	L	L	H	X	X	X	X	H	L	L	H
H	H	L	L	X	X	X	X	H	L	L	H
H	H	L	H	X	X	X	X	H	L	L	H
H	H	H	L	X	X	X	X	H	L	L	H
H	H	H	H	X	X	X	X	H	L	L	H

Functional Block Diagram

*74, *S74, *H74, *LS74, *L74-DUAL D FLIP FLOP WITH CLEAR AND PRESET

NOTES: 1 With all outputs open, I_{CC} is measured with the Q and Q̄ outputs high in turn. At the time of measurement, the clock input is grounded.
2 H=high level (steady state), L=low level (steady state), X=irrelevant
† transition from low to high level.
Q₀=the level of Q before the indicated input conditions were established.
* This configuration is nonstatic; that is, it will not persist when preset and clear inputs return to their inactive (high) level.

of conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
† typical values are at V_{CC}=5V, T_A=25°C.
‡ more than one output should be shown at a time.
LH=propagation delay time, low-to-high-level output;
HL=propagation delay time, high-to-low-level output;
the arrow indicate the edge of the clock pulse used for reference: † for the rising edge.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านก...
ไม่มีการถือโดยทั้งสิ้น ลึกทั้งหมามีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มี...

54123/74123 Dual Retriggerable Monostable Multivibrator with Clear

TTL Package	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL								
	Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package						
	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF					
13									SN54LS123	J	D	WD	SN54123	J	D	WD	SN54LS123	J	D						
FAIRCHILD									SN74LS123	J	D	ND	SN74123	J	D	ND	SN74LS123	J	D	ND					
MOTOROLA													FM54123/FM74123	D	D						DM54L123A	D			
M&C									DM54LS123	D			MC74123	P	D						DM74L123A	D			
PHILIPS									DM74LS123	D			DM74123	N	D										
ROBOTECS									N74LS123	D			N74123	D											
SIEMENS													SS4123	F	D	WD									
TAIPEI													N74123	F	D	B	WD								
TECH									74LS123	M	D		FLK121	D											
TI									HD74LS123	P	D		MB440	D	M	D									
MITSUBISHI									HD74LS123	P	D		HD74123/HD2516	D	P	D									
NEC									M74LS123	P	D		M53323	P	D										
TOSHIBA													μPB2123	D	D										

Electrical Characteristics SN54LS123/SN74LS123

absolute maximum ratings operating free-air temperature range

supply voltage, VCC	7V	Operating free air temperature range	SN54LS	-55°C to 125°C
input voltage	7V	Storage temperature range	SN74LS	0°C to 70°C
				-65°C to 150°C

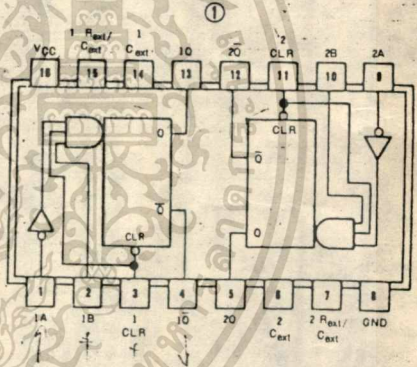
recommended operating conditions

	SN54LS123			SN74LS123			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
supply voltage, VCC	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
supply-level output current, IOH			-400			-400	μA
supply-level input current, IIC			4			5	μA
prop delay, tp	40			40			ns
output load resistance, RL	5		180	5		260	kΩ
output load capacitance, CL			No restriction			No restriction	
input capacitance at best test terminal			50			50	pf
storage free air temperature, TA	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
High-level input voltage		2			V
Low-level input voltage				0.8	V
input clamp voltage	VCC=MIN, II=-18mA			-1.5	V
High-level output voltage	VCC=MIN, IOH=MAX, See Note 1	2.7	3.5		V
Low-level output voltage	VCC=MIN, IOL=8mA, See Note 1	0.35	0.5		V
input current at maximum input voltage	VCC=MAX, VI=7V			0.1	mA
High-level input current	VCC=MAX, VI=2.7V			20	μA
Low-level input current	VCC=MAX, VI=0.4V			0.4	mA
Short-circuit output current	VCC=MAX, See Note 1	20		100	mA
Supply current (quiescent or triggered)	VCC=MAX, See Notes 2 and 3		12	20	mA
from A to output Q	VCC=5V, TA=25°C, CL=15pF, RL=2kΩ	Cext=0, Rext=5kΩ	22	33	ns
from B to output Q			23	44	ns
from A to output Q			32	45	ns
from B to output Q			34	56	ns
from Clear to output Q			20	27	ns
from Clear to output Q			28	45	ns
from A or B to output Q	Cext=1000pF, Rext=10kΩ	4	116	200	ns
from A or B to output Q			4	4.5	5

Pin Assignment (Top View)



FUNCTION TABLE

123 LS123, L123 (See Note 4)

CLEAR	INPUTS		OUTPUTS	
	A	B	Q	Q̄
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	L	L	H
H	L	H	L	H
L	L	H	L	H

- NOTES:
- Ground Cext to measure VOH at 0, VOL at 0, or IOS at 0. Cext is open to measure VOH at 0, VOL at 0, or IOS at 0.
 - Quiescent ICC is measured (after clearing) with 2.4V applied to all clear and A inputs, B inputs grounded, all outputs open, Cext=0.02 μF, and Rext=25kΩ.
 - ICC is measured in the triggered state with 2.4V applied to all clear and B inputs, A inputs grounded, all outputs open, Cext=0.02 μF, and Rext=25kΩ.
 - A: H=high level (steady state), L=low level (steady state), ↑=transition from low to high level, ↓=transition from high to low level, ⊓=one high-level pulse, ⊔=one low-level pulse, X=irrelevant (any input, including transitions).
- B. An external timing capacitor may be connected between and Rext/Cext/Cext (positive) C. For accurate repeatable pulse widths, connect an external resistor between Rext/Cext and VCC with R1 open-circuited. D. To obtain variable pulse widths, connect external resistance between R1 or Rext/Cext and VCC.

If conditions shown as MIN or MAX, use the value specified under recommended operating conditions. All typical values are at VCC=5V, TA=25°C.

Not more than one output should be shorted at a time. Propagation delay time, low-to-high-level output. Propagation delay time, high-to-low-level output. สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ การณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

54151/74151 8-Line-to-1-Line Data Selector/Multiplexer

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL					
	Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package			
	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF		
PHILIPS	SN54LS151	J	0						SN54LS151	J	0			SN54151A	J	0						
	SN74LS151	J	0	N	0				SN74LS151	J	0	N	0		SN74151A	J	0	N	0			
MOTOROLA	FC74LS151	9D							FM54LS151/FM74LS151	9D				FM54151/FM93151	D	0						
		9D							FC74LS151/FC93151	9D				FC74151/FC93151	D	0						
RCA									M74LS151	P	0			M74151	P	0						
									DM74LS151	0				DM54151	J	0	N	0				
PHILIPS	N74LS151		0						N74LS151	0				N74151		0						
	SS4LS151								N74LS151	A	0			S54151	F	0	B	0				
TELEPHONICS	N74LS151								N74LS151	A	0			N74151	F	0	B	0				
														FLY121		0						
TOSHIBA									74LS151	M	0			MB445	0	M	0					
	HD74LS151	0	P	0					HD74LS151	P	0			HD74151A/HD2549	0	P	0					
WESTINGHOUSE	MS151		P	0					M74LS151	P	0			M53351		P	0					
									74LS151	C	0			μPB2151	D	0						
AMD	AM54LS151								AM74LS151	0												
	AM74LS151								AM74LS151	0												

Electrical Characteristics SN54LS151A/SN74LS151A

Absolute maximum ratings over operating free-air temperature range			
Supply voltage, V _{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS -55°C to 125°C
Input voltage	7V	temperature range	SN74LS 0°C to 70°C
		Storage temperature range	-65°C to 150°C

Recommended operating conditions

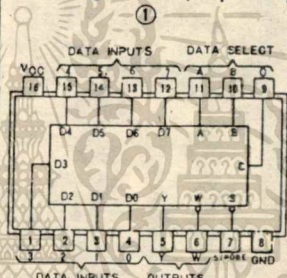
	SN54LS151A			SN74LS151A			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level input current, I _{OH}			-400			-400	μA
Low-level input current, I _{OL}			4			8	mA
Storage temperature, T _A	-55	125	0			70	°C

Electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER*	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V _{IH}	High-level input voltage		2		V
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} =MIN, I _I =-18mA		-1.5	V
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, V _{IL} =0.8V, I _{OH} =-400μA	2.7	3.4	V
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, V _{IL} =0.8V, I _{OL} =8mA	0.35	0.5	V
I _I	Input current at maximum input voltage	V _{CC} =MAX, V _I =7V		0.1	mA
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} =MAX, V _I =2.7V		20	μA
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} =MAX, V _I =0.4V		-0.4	mA
I _{OS}	Short-circuit output current*	V _{CC} =MAX	SN54LS -20	-100	mA
			SN74LS -20	-100	mA
I _{CC}	Supply current	V _{CC} =MAX, See Note	6.0	10	mA
t _{PLH}	from A, B, or C (4 levels) to output Y	V _{CC} =5V, T _A =25°C, C _L =15pF, R _L =2kΩ	27	43	ns
t _{PL}	from A, B, C, or D (3 levels) to output W		18	30	ns
t _{PHL}	from A, B, C, or D (3 levels) to output Y		14	23	ns
t _{PH}	from Strobe to output Y		20	32	ns
t _{PH}	from Strobe to output W		26	42	ns
t _{PH}	from Strobe to output Y		20	32	ns
t _{PH}	from Strobe to output W		15	24	ns
t _{PH}	from D0, D1, D2, D3 to output Y		20	32	ns
t _{PH}	from D0, D1, D2, D3 to output W		16	26	ns
t _{PH}	from E0, E1, E2, D0, D1, D2, D3 to output Y		13	21	ns
t _{PH}	from E0, E1, E2, D0, D1, D2, D3 to output W		12	20	ns

NOTE: I_{CC} is measured with the strobe and data select input at 4.5V, all other inputs and outputs open.

Pin Assignment (Top View)



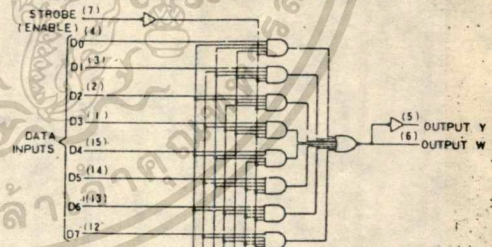
Function Table

SELECT		STROBE	OUTPUTS	
C	B	S	Y	W
X	X	H	L	H
L	L	L	D0	D0
L	L	L	D1	D1
L	L	L	D2	D2
L	L	L	D3	D3
L	L	L	D4	D4
L	L	L	D5	D5
L	L	L	D6	D6
L	L	L	D7	D7

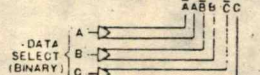
H=high level, L=low level, X=irrelevant
D0, D1, ..., D7=the level of the D respective input

positive logic; see function table

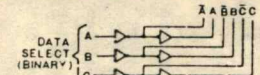
Functional Block Diagram



ADDRESS BUFFERS FOR '151A



ADDRESS BUFFERS FOR 'LS151, 'S151



151A, 'LS151, 'S151 DATA SELECTOR/MULTIPLEXER

† If conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.
‡ All typical values at V_{CC}=5V, T_A=25°C.
* Not more than one output should be shorted at a time.
† t_{PHL} propagation delay time, low-to-high-level output
‡ t_{PH} propagation delay time, high-to-low-level output

74188 256-Bit Programmable Read-Only Memory (256-Bit PROM)

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL				
	Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF	
T. I.																					
FAIRCHILD																					
MOTOROLA																					
N. S. C.																					
PHILIPS																					
SGNETHICS																					
SIEMENS																					
FUJITSU																					
HITACHI																					
MITSUBISHI																					
NEC																					
TOSHBA																					

Electrical Characteristics / SN74188A

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V _{CC} (See Notes 1 and 4)	7V	operating free-air temperature range	SN74	0°C to 70°C
Input voltage	5.5V	Storage temperature range		-65°C to 150°C

recommended conditions for programming

	MIN	NOM	MAX	UNIT	
Supply voltage, V _{CC} (See Note 1)	Steady state	0	5	5.5	V
	Program pulse	9	10	11	ns
	Low level			0.5	V
Input voltage	High level	2.4		5	V
	To a low logic level		Open circuit		V
Output conditions for programming	To a high logic level	-0.6		-0.8	V
					V
Duration of programming pulse (See Note 2)		700		ms	
Case temperature (See Note 3)			75	°C	

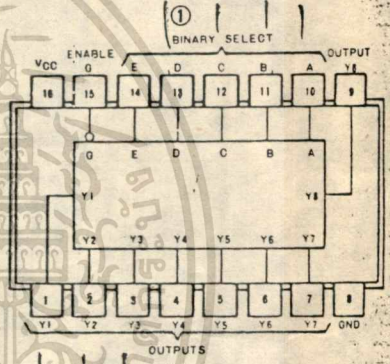
recommended operating conditions

	SN74188A			UNIT
	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.75	5	5.25	V
High-level output voltage, V _{OH}			5.5	V
Low-level output current, I _{OL}			12	mA
Operating free-air temperature, T _A		0	70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER*	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V _{IH}	High-level input voltage		2		V
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} =MIN, I _I =-12mA		-1.5	V
I _{OH}	High-level output current	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, V _{IL} =0.8V, V _{OH} =5.5V		100	µA
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, V _{IL} =0.8V, I _{OL} =12mA		0.45	V
I _I	Input current at maximum input voltage	V _{CC} =MAX, V _I =5.5V		1	mA
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} =MAX, V _I =2.4V		40	µA
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} =MAX, V _I =0.4V		-1	mA
I _{CC} H	Supply current, all outputs high	V _{CC} =MAX	See Note 5	50	80
I _{CC} L	Supply current, all outputs low	V _{CC} =MAX	See Note 6	82	110
t _{PLH}	from Enable to Any output	V _{CC} =5V, T _A =25°C, C _L =30 pF to GND.		23	50
t _{PHL}	from Select to Any output	R _{L1} =400 Ω to V _{CC} , R _{L2} =600 Ω to GND.		28	50
t _{PHL}	Any output			31	50

Pin Assignments (Top View)



- NOTES: 1. All voltage values are with respect to network ground terminal.
 2. Programming is guaranteed if the pulse is applied for 700 ms. Typical programming occurs in less than 200 ms.
 3. T_A refers to the temperature measured at the center of the bottom of the package.
 4. This rating applies at all times except during programming.
 5. I_{CC}H is measured with all inputs at 4.5 V, all outputs open.
 6. I_{CC}L is measured with enable input grounded, all other inputs at 4.5 V, and all outputs open. The typical value shown is for the worst-case condition of all inputs low at one time. This condition may not be possible after the device has been programmed.

†For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
 ‡All typical values are at V_{CC}=5V, T_A=25°C.
 *t_{PLH}=Propagation delay time, low-to-high-level output
 †t_{PHL}=Propagation delay time, high-to-low-level output
 #Absolute maximum rating.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่สามารถคืนใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกานำไปใช้

54193/74193 Synchronous 4-Bit Binary Up/Down Counter (Dual clock with clear)

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL						
	Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type	Package					
	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P					
T. I.									SN54LS193	J	D		WD	SN54193	J	D		WD	SN54LS193	J	D		WD
FAIRCHILD									SN74LS193	J	D	N	D	SN74193	J	D	N	D	SN74LS193	J	D	N	D
MOTOROLA									SN74LS193					MC74193					SN74LS193				
N. S. C.									DM54LS193					DM74193					DM54LS193				
PHILIPS									N74LS193					N74193					N74LS193				
SIGNETICS														554193	F	D	B	WD					
SIEMENS														FLJ251									
FUJITSU									74LS193														
HITACHI									HD74LS193					HD2542									
MITSUBISHI									M74LS193					M53393									
NEC									74LS193					μPB2193									
TOSHIBA														TD74193									
AMD									Am54LS193														
									Am74LS193														

Electrical Characteristics SN54LS193/SN74LS193

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V _{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	-55°C to 125°C
Input voltage	5.5V	Storage temperature range	SN74LS	0°C to 70°C
				-65°C to 150°C

recommended operating conditions

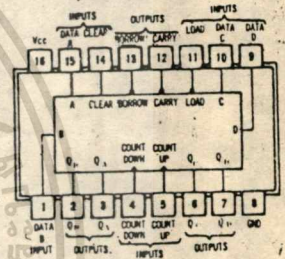
	SN54LS193			SN74LS193			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I _{OH}			-400			-400	μA
Low-level output current, I _{OL}			4			8	mA
Count frequency, f _{count}	0		25	0		25	MHz
Width of any input pulse, t _w	20		20				ns
Data setup time, t _{setup}	20		20				ns
Data hold time, t _{hold}	0		0				ns
Operating free-air temperature, T _A	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER*	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V _{IH}	High-level input voltage		2		V
V _{IL}	Low-level input voltage		0.8		V
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} = MIN, I _I = -18 mA		-1.5	V
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, V _{IL} = 0.8V, I _{OH} = -400 μA	2.7	3.4	V
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, V _{IL} = 0.8V, I _{OL} = 8 mA	0.35	0.5	V
I _I	Input current at maximum input voltage	V _{CC} = MAX, V _I = 7V		0.1	mA
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} = MAX, V _I = 2.4V		20	μA
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} = MAX, V _I = 0.4V		0.4	mA
I _{OS}	Short-circuit output current*	V _{CC} = MAX	SN54LS	-20	100
			SN74LS	-20	100
I _{CC}	Supply current	V _{CC} = MAX, See Note 1	SN54LS	19	34
			SN74LS	19	34
f _{max}	maximum clock frequency			25	32
t _{PLH}	from Count-up to output Carry	V _{CC} = 5V,		17	26
t _{PHL}				18	24
t _{PLH}	from Count-down to output Borrow	T _A = 25°C,		16	24
t _{PHL}				15	24
t _{PLH}	from Either Count to output Q	C _L = 15pF,		27	38
t _{PHL}				30	47
t _{PLH}	from Load to output Q	R _L = 2kΩ		24	40
t _{PHL}				25	40
t _{PHL}	from Clear to output Q			23	35

NOTES: 1. I_{CC} is measured with all outputs open, clear and load inputs grounded, and all other inputs at 4.5V.
 A. Clear overrides load, data, and count inputs.
 B. When counting up, count-down input must be high; when counting down, count-up input must be high.

Pin Assignment (Top View)



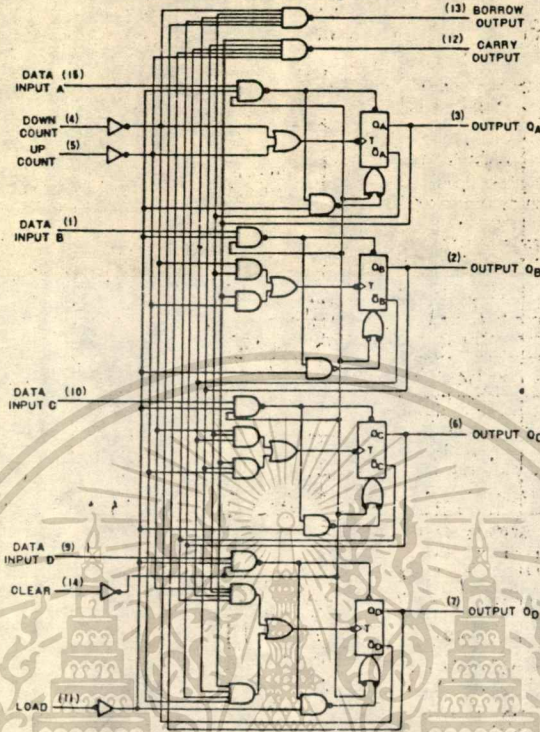
†For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable type.
 ‡All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
 *Not more than one output should be shorted at a time.
 †PLH = propagation delay time, low-to-high-level output
 †PHL = propagation delay time, high-to-low-level output

CONTINUED ON NEXT PAGE

ไม่वारณใดทังสิ้น อีทังทังหมมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารททครั้งทีมีการนำป้ใช้

54193/74193(CONTINUED)

Functional Block Diagram

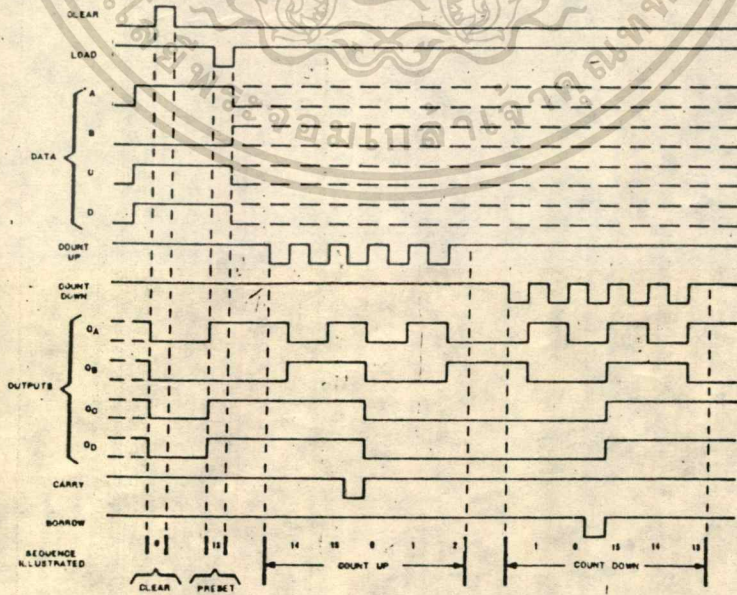


Dynamic input activated by a transition from a high level to a low level.

193, L193, LS193 SYNCHRONOUS, 4-BIT UP/DOWN COUNTER

typical clear, load, and count sequences

- Illustrated below is the following sequence: (See Notes A and B)
1. Clear outputs to zero.
 2. Load (preset) to binary thirteen.
 3. Count up to fourteen, fifteen, carry zero, one, and two.
 4. Count down to one, zero, borrow, fifteen, fourteen, and thirteen.



10 11
01 11
11 11
11 11

54374 / 74374 Octal D-Type Transparent Latches and Edge-Triggered Flip-Flops

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL				
	Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		
	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	
TI	SN54S374	J	Q																		
	SN74S374	J	Q	W																	
FAIRCHILD																					
MOTOROLA																					
N.S.C.																					
PHILIPS																					
SIGNETICS																					
SIEMENS																					
FUJITSU																					
HTACHI																					
MITSUBISHI																					
NEC																					
TOSHIBA																					

Electrical Characteristics SN54LS374/SN74LS374

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V _{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	-55°C to 125°C
Input voltage	7V	temperature range	SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		-65°C to 150°C

recommended operating conditions

	SN54LS374			SN74LS374			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output voltage, V _{OH}			-400			-400	μA
High-level output current, I _{OH}			16			16	mA
Width of clock enabling pulse, t _w	High	15		15			ns
	Low	15		15			
Data hold time, t _{hold}		0.1		0.1			ns
Setup time, t _{setup}		20.1		20.1			ns
Operating free-air temperature, T _A	-55		125	0		70	°C

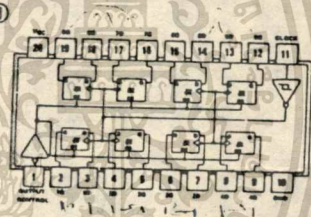
electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS ‡	MIN	TYP ‡	MAX	UNIT
V _{IH} High-level input voltage		2			V
V _{IL} Low-level input voltage				0.8	V
V _{IK} Input clamp voltage	V _{CC} =MIN, I _I =-18mA			-1.5	V
V _{OH} High-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, V _{IL} =V _{IL} max, I _{OH} =MAX	2.4	3.1		V
V _{OL} Low-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _{IH} =2V, I _{OL} =24mA, V _{IL} =V _{IL} max	0.35	0.5		V
I _{OZH} Off-state output current, high-level voltage applied	V _{CC} =MAX, V _{IH} =2V, V _O =2.7V			20	μA
I _{OZL} Off-state output current, low-level voltage applied	V _{CC} =MAX, V _{IH} =2V, V _O =0.4V			-20	μA
I _I Input current at maximum input voltage	V _{CC} =MAX, V _I =7V			0.1	mA
I _{IH} High-level input current	V _{CC} =MAX, V _I =2.7V			20	μA
I _{IL} Low-level input current	V _{CC} =MAX, V _I =0.4V			-0.4	mA
I _{OC} Short-circuit output current ‡	V _{CC} =MAX	-30		-130	mA
I _{CC} Supply current	V _{CC} =MAX, Output control at 4.5V †		27	40	mA

switching characteristics, V_{CC}=5V, T_A=25°C

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
f _{max}				35	50		MHz
t _{PLH}	Data	Any 0	C _L =45pF, R _L =667Ω, See Notes 2 and 3				
t _{PHL}	Clock or enable	Any 0		15	28	ns	
t _{PZH}	Output	Any 0		19	28	ns	
t _{PZL}	Control	Any 0		20	28	ns	
t _{PHZ}	Output	Any 0	C _L =5pF, R _L =667Ω, See Note 3	21	28	ns	
t _{PZ}	Control	Any 0		12	20	ns	
t _{PLZ}	Control	Any 0		14	25	ns	

Pin Assignment (Top View)



SN54LS374 (J) SN74LS374 (J, N)
SN54S374 (J) SN74S374 (J, N)

LS374, S374 FUNCTION TABLE

OUTPUT CONTROL	CLOCK	D	OUTPUT
L	↑	H	H
L	↑	L	L
L	L	X	Q ₀
H	X	X	Z

NOTES: 2. Maximum clock frequency is tested with all outputs loaded.
 † I_{max} = maximum clock frequency
 ‡ t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
 † t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output
 ‡ t_{PZH} = output enable time to high level
 † t_{PZL} = output enable time to low level
 ‡ t_{PHZ} = output disable time from high level
 † t_{PZ} = output disable time from low level

For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
 † Typical values are at V_{CC}=5V, T_A=25°C.
 ‡ For more than one output should be shorted at a time and duration of the short circuit should not exceed one second.
 † ไม่สามารถนำเอาขาใดขาหนึ่งออกจากรangkaianได้ทันทีที่มันมีให้ตัดแปลง

OBJ. CODE	SOURCE STATEMENT
ED83	OTIR
ED79	OUT
ED41	OUT
ED49	OUT
ED51	OUT
ED59	OUT
ED61	OUT
ED69	OUT
D320	OUT
EDAB	OUT
EDA3	OUT
F1	POP
C1	POP
D1	POP
E1	POP
DDE1	POP
FDE1	POP
F5	PUSH
C5	PUSH
D5	PUSH
E5	PUSH
DDE5	PUSH
FDE5	PUSH
C886	RES
DOC80586	RES
FDC80586	RES
C887	RES
C880	RES
C881	RES
C882	RES
C883	RES
C884	RES
C885	RES
C88E	RES
DOC8058E	RES
FDC8058E	RES
C88F	RES
C888	RES
C889	RES
C88A	RES
C88B	RES
C88C	RES
C88D	RES
C896	RES
DOC80596	RES
FDC80596	RES
C897	RES
C890	RES
C891	RES
C892	RES
C893	RES
C894	RES
C895	RES
C89E	RES
DOC8059E	RES
FDC8059E	RES

CODE	STATEMENT
5B	LD
5C	LD
5D	LD
1E20	LD
66	LD
DD6605	LD
FD6605	LD
67	LD
60	LD
61	LD
62	LD
63	LD
64	LD
65	LD
2620	LD
2A8405	LD
218405	LD
ED47	LD
DD2A8405	LD
DD218405	LD
FD2A8405	LD
FD218405	LD
6E	LD
DD6E05	LD
FD6E05	LD
6F	LD
68	LD
69	LD
6A	LD
6B	LD
6C	LD
6D	LD
2E20	LD
ED4F	LD
ED788405	LD
F9	LD
DDF9	LD
DDF9	LD
318405	LD
EDAB	LD
ED88	LD
EDA0	LD
ED80	LD
ED44	LD
00	NEG
B6	OR
DD8605	OR
FDB605	OR
87	OR
80	OR
81	OR
82	OR
83	OR
84	OR
85	OR
F620	OR
ED8B	OTDR

DO7E05	LD	A,(IX+d)
FD7E05	LD	A,(IY+d)
3A8405	LD	A,(nn)
7F	LD	A,A
78	LD	A,B
79	LD	A,C
7A	LD	A,D
7B	LD	A,E
7C	LD	A,H
ED57	LD	A,I
7D	LD	A,L
3E20	LD	A,n
ED5F	LD	A,r
46	LD	B,(HL)
DD4605	LD	B,(IX+d)
FD4605	LD	B,(IY+d)
47	LD	B,A
40	LD	B,B
41	LD	B,C
42	LD	B,D
43	LD	B,E
44	LD	B,H
45	LD	B,L
0620	LD	B,n
ED488405	LD	BC,(nn)
018405	LD	BC,(mm)
4E	LD	C,(HL)
DD4E05	LD	C,(IX+d)
FD4E05	LD	C,(IY+d)
4F	LD	C,A
48	LD	C,B
49	LD	C,C
4A	LD	C,D
4B	LD	C,E
4C	LD	C,H
4D	LD	C,L
0E20	LD	C,n
56	LD	D,(HL)
DD5605	LD	D,(IX+d)
FD5605	LD	D,(IY+d)
57	LD	D,A
50	LD	D,B
51	LD	D,C
52	LD	D,D
53	LD	D,E
54	LD	D,H
55	LD	D,L
1620	LD	D,n
ED588405	LD	DE,(nn)
118405	LD	DE,(mm)
5E	LD	E,(HL)
DD5E05	LD	E,(IX+d)
FD5E05	LD	E,(IY+d)
5F	LD	E,A
58	LD	E,B
59	LD	E,C
5A	LD	E,D

EDAA	IND	nn
EDBA	INDR	(HL)
EDA2	INI	(IX)
EDB2	INIR	(IY)
C38405	JP	M,nn
E9	JP	NZ,nn
DDE9	JP	P,nn
FDE9	JP	PE,nn
DAB405	JP	PO,nn
FAB405	JP	Z,nn
C28405	JP	NC,e
F28405	JP	NZ,e
EA8405	JP	Z,e
E28405	JP	e,i,l
CA8405	JP	(DE),A
382E	JR	(HL),A
302E	JR	(HL),B
202E	JR	(HL),C
282E	JR	(HL),D
182E	JR	(HL),H
02	LD	(HL),L
12	LD	(IX+d),A
77	LD	(IX+d),B
70	LD	(IX+d),C
71	LD	(IX+d),D
72	LD	(IX+d),E
73	LD	(IX+d),H
74	LD	(IX+d),L
75	LD	(HL),L
3620	LD	(IX+d),A
DD7705	LD	(IX+d),B
DD7005	LD	(IX+d),C
DD7105	LD	(IX+d),D
DD7205	LD	(IX+d),E
DD7305	LD	(IX+d),H
DD7405	LD	(IX+d),L
DD7505	LD	(IX+d),n
DD360520	LD	(IY+d),A
DD7705	LD	(IY+d),B
DD7005	LD	(IY+d),C
DD7105	LD	(IY+d),D
DD7205	LD	(IY+d),E
DD7305	LD	(IY+d),H
DD7405	LD	(IY+d),L
DD7505	LD	(IY+d),n
F360520	LD	(nn),A
328405	LD	(nn),BC
ED438405	LD	(nn),DE
ED538405	LD	(nn),HL
228405	LD	(nn),IX
DD228405	LD	(nn),IY
FD228405	LD	(nn),SP
ED738405	LD	A,(BC)
0A	LD	A,(DE)
1A	LD	A,(HL)
7E	LD	A,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีภิกการนำไปใช้

APPENDIX E

Z80 INSTRUCTION CODES

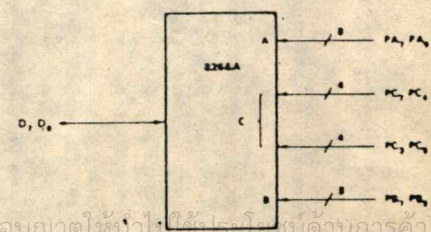
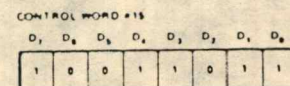
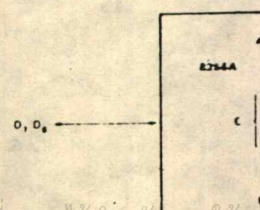
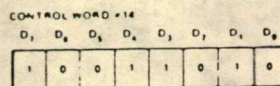
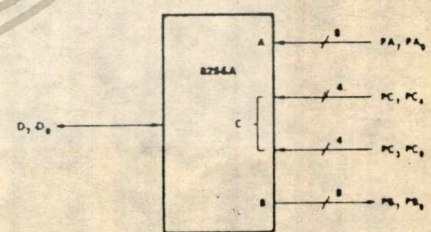
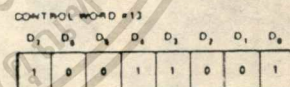
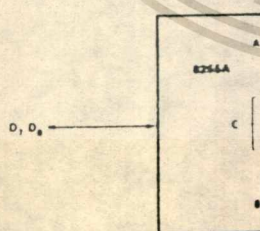
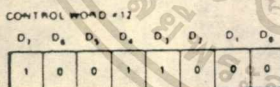
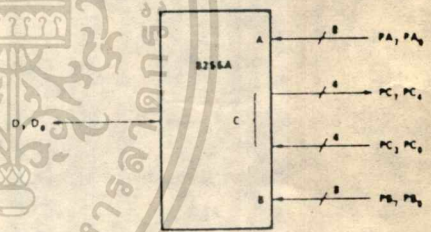
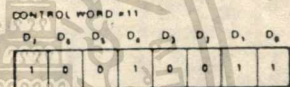
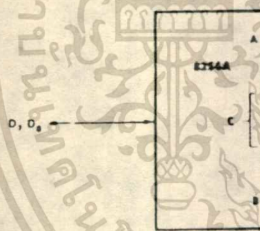
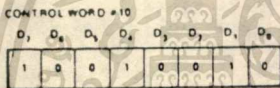
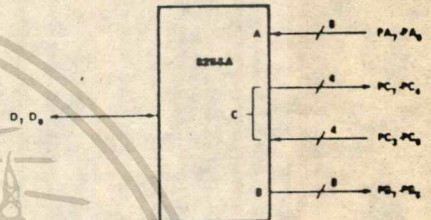
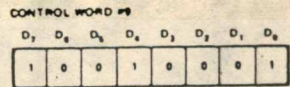
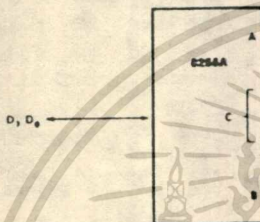
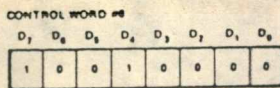
(The literal d is shown as 05 in the object code.)

OBJ CODE	SOURCE STATEMENT	OBJ CODE	SOURCE STATEMENT
BE	ADC A,(HL)	E620	AND n
DD8E05	ADC A,(IX+d)	CB45	BIT 0,(HL)
FD8E05	ADC A,(IY+d)	DDC80546	BIT 0,(IX+d)
8F	ADC A,A	FDCC80546	BIT 0,(IY+d)
88	ADC A,B	CB47	BIT 0,A
89	ADC A,C	CB40	BIT 0,B
8A	ADC A,D	CB41	BIT 0,C
8B	ADC A,E	CB42	BIT 0,D
8C	ADC A,H	CB43	BIT 0,E
8D	ADC A,L	CB44	BIT 0,H
CE20	ADC A,n	CB45	BIT 0,L
ED4A	ADC HL,BC	CB4E	BIT 1,(HL)
ED5A	ADC HL,DE	DDC8054E	BIT 1,(IX+d)
ED6A	ADC HL,HL	FDCC8054E	BIT 1,(IY+d)
ED7A	ADC HL,SP	CB4F	BIT 1,A
86	ADD A,(HL)	CB48	BIT 1,B
DD8605	ADD A,(IX+d)	CB49	BIT 1,C
FD8605	ADD A,(IY+d)	CB4A	BIT 1,D
87	ADD A,A	CB4B	BIT 1,E
80	ADD A,B	CB4C	BIT 1,H
81	ADD A,C	CB4D	BIT 1,L
82	ADD A,D	CB5E	BIT 2,(HL)
83	ADD A,E	DDC80556	BIT 2,(IX+d)
84	ADD A,H	FDCC80556	BIT 2,(IY+d)
85	ADD A,L	CB57	BIT 2,A
CB20	ADD A,n	CB50	BIT 2,B
09	ADD HL,BC	CB51	BIT 2,C
19	ADD HL,DE	CB52	BIT 2,D
29	ADD HL,HL	CB53	BIT 2,E
39	ADD HL,SP	CB54	BIT 2,H
DD09	ADD IX,BC	CB55	BIT 2,L
DD19	ADD IX,DE	CB5E	BIT 3,(HL)
DD29	ADD IX,IX	DDC8055E	BIT 3,(IX+d)
DD39	ADD IX,SP	FDCC8055E	BIT 3,(IY+d)
FD09	ADD IY,BC	CB5F	BIT 3,A
FD19	ADD IY,DE	CB58	BIT 3,B
FD29	ADD IY,IY	CB59	BIT 3,C
FD39	ADD IY,SP	CB5A	BIT 3,D
A6	AND (HL)	CB5B	BIT 3,E
DDA605	AND (IX+d)	CB5C	BIT 3,H
ADA605	AND (IY+d)	CB5D	BIT 3,L
A7	AND A	CB66	BIT 4,(HL)
A0	AND B	DDC80566	BIT 4,(IX+d)
A1	AND C	FDCC80566	BIT 4,(IY+d)
A2	AND D	CB67	BIT 4,A
A3	AND E	CB60	BIT 4,B
A4	AND H	CB61	BIT 4,C
A5	AND L	CB62	BIT 4,D

OBJ CODE	SOURCE STATEMENT	OBJ CODE	SOURCE STATEMENT
CB63	BIT 4,E	CB83	BIT 1,A
CB64	BIT 4,H	CB7E	BIT 1,B
CB65	BIT 4,L	CB7F	BIT 1,C
CB6E	BIT 5,(HL)	DDC8057E	BIT 1,(HL)
DDC8056E	BIT 5,(IX+d)	FDCC8057E	BIT 1,(IX+d)
FDCC8056E	BIT 5,(IY+d)	CB7A	BIT 1,H
CB6F	BIT 5,A	CB7B	BIT 1,L
CB68	BIT 5,B	CB7C	BIT 1,A
CB69	BIT 5,C	CB7D	BIT 1,B
CB6A	BIT 5,D	DC8405	CALL C,m
CB6B	BIT 5,E	FC8405	CALL M,m
CB6C	BIT 5,H	D48405	CALL NZ,m
CB6D	BIT 5,L	F48405	CALL NZ,m
CB76	BIT 6,(HL)	EC8405	CALL P,m
DDC80576	BIT 6,(IX+d)	EC8405	CALL P,m
FDCC80576	BIT 6,(IY+d)	EC8405	CALL P,m
CB77	BIT 6,A	CC8405	CALL Z,m
CB70	BIT 6,B	DD8405	CALL Z,m
CB71	BIT 6,C	3F	CF
CB72	BIT 6,D	BE	(HL)
CB73	BIT 6,E	DD8E05	(IX+d)
CB74	BIT 6,H	FD8E05	(IY+d)
CB75	BIT 6,L	BF	A
CB7E	BIT 7,(HL)	88	B
DDC8057E	BIT 7,(IX+d)	89	C
FDCC8057E	BIT 7,(IY+d)	8A	D
CB7F	BIT 7,A	8B	E
CB7A	BIT 7,B	8C	H
CB7B	BIT 7,C	8D	L
CB7C	BIT 7,D	FE20	L
CB7D	BIT 7,E	EDA9	L
CB7E	BIT 7,H	EDB9	L
CB7F	BIT 7,L	CPDR	CPDR

OBJ CODE	SOURCE STATEMENT	OBJ CODE	SOURCE STATEMENT
EDB1	CP/IR	DD3405	INC (IX+d)
EDA1	CP/PL	FD3405	INC (IY+d)
2F	CP/A	3C	INC A
27	CP/L	04	INC B
25	CP/A	03	INC BC
27	CP/A	0C	INC C
35	CP/IX	14	INC D
DD3505	CP/IX+d	13	INC DE
FD3505	CP/IY+d	12	INC E
3D	DEC A	11	INC H
05	DEC B	10	INC HL
08	DEC BC	23	INC IX
0D	DEC C	DD23	INC IY
00	DEC D	FD23	INC L
15	DEC E	2C	INC SP
1B	DEC H	33	INC SP
18	DEC L	DB20	INC SP
1D	DEC DE		
10	DEC E		
25	DEC H		
28	DEC HL		
2B	DEC IX		
DD2B	DEC IX+d		
FD2B	DEC IY+d		
2D	DEC L		
38	DEC SP		
F3	DI		
102E	DJNZ e		
FB	EI		
E3	EX (SP),HL		
DDE3	EX (SP),IX		
FD3	EX (SP),IY		
08	EX AF,AF		
E8	EX DE,HL		
D9	EXX		
76	HALT		
ED46	IM 0		
ED56	IM 1		
ED5E	IM 2		
ED78	IN A,(C)		
ED40	IN B,(C)		
ED48	IN C,(C)		
ED50	IN D,(C)		
ED58	IN E,(C)		
ED60	IN H,(C)		
ED68	IN HL,(C)		
34	IN (IX+d)		
DD3405	IN (IY+d)		
FD3405	IN (IY+d)		
3C	INC A		
04	INC B		
03	INC BC		
0C	INC C		
14	INC D		
13	INC DE		
12	INC E		
11	INC H		
10	INC HL		
23	INC IX		
DD23	INC IY		
FD23	INC L		
2C	INC SP		
33	INC SP		
DB20	INC SP		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
 ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

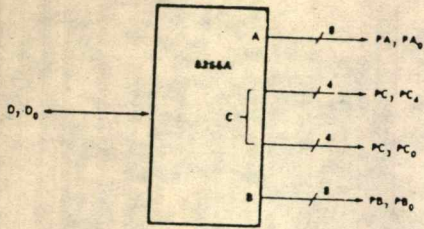


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์ใช้เพื่อการเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะโดยใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE 0 Configurations

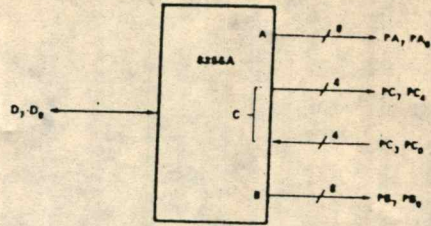
CONTROL WORD #0

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
1	0	0	0	0	0	0	0



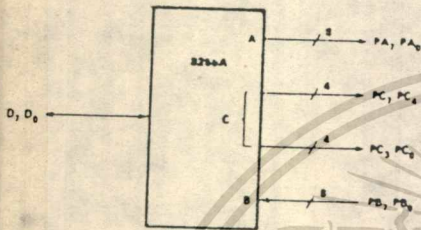
CONTROL WORD #1

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
1	0	0	0	0	0	0	1



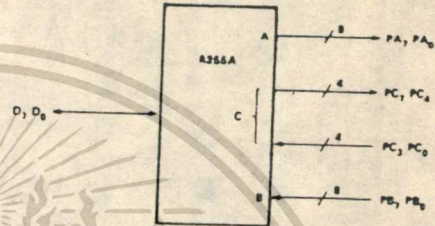
CONTROL WORD #2

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
1	0	0	0	0	0	0	1



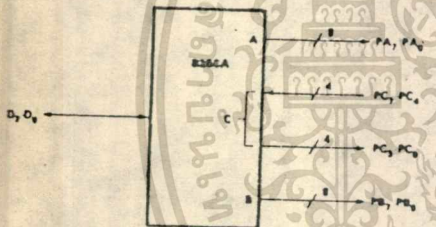
CONTROL WORD #3

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
1	0	0	0	0	0	1	1



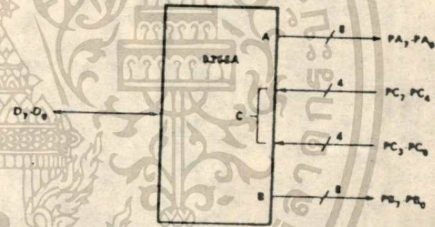
CONTROL WORD #4

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
1	0	0	0	1	0	0	0



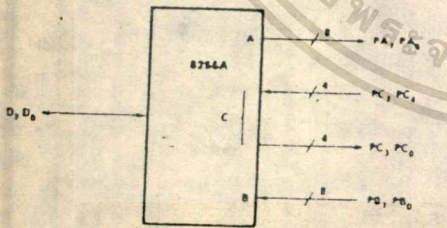
CONTROL WORD #5

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
1	0	0	0	1	0	0	1



CONTROL WORD #6

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
1	0	0	0	1	0	1	0



CONTROL WORD #7

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
1	0	0	0	1	0	1	1

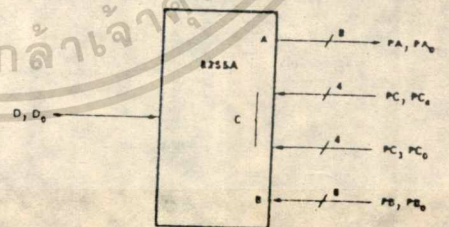


Figure 6.7: These are all the possible configurations that can be used with mode 0. (continues)

Z80 APPLICATIONS

In Figure 6.1 there are two blocks, labeled group A control and group B control, that define how the three I/O ports operate. (There are several different operating modes for the 8255 and these modes must be defined by the CPU writing programming or control words to the device.) Notice that group C of the 8255 consists of two 4-bit ports. One of the groups is

8255A/8255A-5 PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- MCS-85™ Compatible 8255A-5
- 24 Programmable I/O Pins
- Completely TTL Compatible
- Fully Compatible with Intel® Microprocessor Families
- Improved Timing Characteristics
- Direct Bit Set/Reset Capability Easing Control Application Interface
- 40-Pin Dual In-Line Package
- Reduces System Package Count
- Improved DC Driving Capability

The Intel® 8255A is a general purpose programmable I/O device designed for use with Intel® microprocessors. It has 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. In the first mode (MODE 0), each group of 12 I/O pins may be programmed in sets of 4 to be input or output. In MODE 1, the second mode, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. Of the remaining 4 pins, 3 are used for handshaking and interrupt control signals. The third mode of operation (MODE 2) is a bidirectional bus mode which uses 8 lines for a bidirectional bus, and 5 lines, borrowing one from the other group, for handshaking.

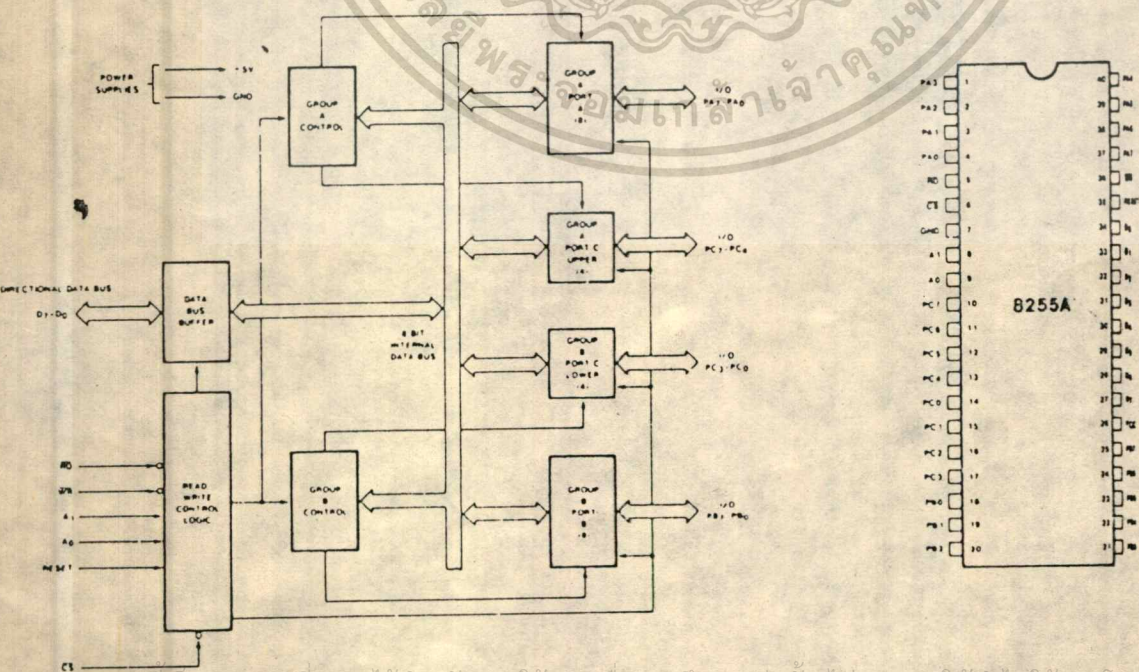


Figure 6.1: A block diagram and device pinout of the 8255 PIA. เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลือทั้งทาง
ด้านอุปกรณ์ ตำรา และความคิดใหม่ๆ จากท่านอาจารย์ ดร. รัตติกกร วรากรศิริพันธ์ุ สำ
หรับการจัดพิมพ์ได้รับความเอื้อเฟื้อจากคุณวราวุฒิ เซาว์ชูเวชช ประธานบริษัทยูฟิคอน จำ
กัด นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระ
บัง ชั้นปีที่ 4 ทางผู้จัดทำขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ.ที่นี้

คณะผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. CARL T. HELMERS . , "ROBOTICS AGE IN THE BEGINING " , DIGITAL SPEED CONTROL OF DC MOTORS , HAYDEN BOOK COMPANY INC . , PP. 2-19 , 1983
2. CHARLES A. SCHULER AND WILLIAM L. McNAMEE . , "INDUSTRIAL ELECTRONICS AND ROBOTICS " , McGRAW-HILL INC . , PP. 42-96 , 1988
3. JAMES W. COFFRON . , "Z 80 APPLICATIONS" , USING THE 8255 PIO WITH THE Z 80 , SYBEX INC . , PP. 1-26 , 115-140 , 1983
4. DORF . , " MODERN CONTROL SYSTEMS " , ADDISON WESLEY. 1974
5. MORE A. W. , "PHASE LOCKED LOOPS FOR MOTOR SPEED CONTROL" , IEEE SPECTRUM , 1973
6. " คู่มือ/เทียบเบอร์ ไอซี TTL " , บริษัทซีเอ็มเคเคชั่น จำกัด , หน้า 40 , 100-101 , 147 , 169 , 218 , 226-227 , 313 , 2529