

เครื่องช่วยตรวจสอบแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือกึ่งอัตโนมัติ
A SEMI-AUTOMATIC PCB TESTER FOR MOBILE PHONE
BATTERY



โดย
นายชวลิต ทองวิไล
นายรัชชัย สิทธีรส
นายพิเชษฐ พลพิทักษ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 61916
วัน,เดือน,ปี..... 24 11.ค. 2549

b. 41605534
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องช่วยตรวจสอบแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือกึ่งอัตโนมัติ

A SEMI-AUTOMATIC PCB TESTER FOR MOBILE PHONE
BATTERY



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องช่วยตรวจสอบแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือกึ่งอัตโนมัติ(A SEMI-AUTOMATIC PCB TESTER FOR MOBILE PHONE BATTERY)

ผู้จัดทำ

1. นายชวลิต ทองวิไล
2. นายรัชชัย สิริทริส
3. นายพิเชษฐ์ พลพิทักษ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องช่วยตรวจสอบแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือกึ่งอัตโนมัติ

A SEMI-AUTOMATIC PCB TESTER FOR MOBILE PHONE BATTERY

นายชวลิต ทองวิไล 45015228

นายรัชชัย สิทธีรุต 45015234

นายพิเชษฐ์ พลพิทักษ์ 45015243

โครงการได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องช่วยตรวจสอบแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือกึ่งอัตโนมัติ

นายชวลิต ทองวิไล

นายรัชชัย ติทธิรส

นายพิเชษฐ์ พลพิทักษ์

ดร.กิติพล จิตสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสถานประกอบการหรือโรงงานส่วนใหญ่ที่ทำธุรกิจไม่ว่าจะเป็นการผลิตหรือบริการนั้นสามารถนำเครื่องมือมาใช้ในการช่วยอำนวยความสะดวกหรือในการผลิต โดยเฉพาะในการผลิตนั้น จะก่อให้เกิดประโยชน์ในหลายๆด้าน อาทิเช่น ความรวดเร็วในการผลิต การลดต้นทุนในการผลิต ความถูกต้องแม่นยำที่เครื่องมือสามารถที่จะทำได้ดีกว่าคน

โดยปฏิญานี้พจนันท์นี้จะนำเสนอเครื่องต้นแบบเครื่องช่วยวัดแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือกึ่งอัตโนมัติ สร้างขึ้นเพื่อช่วยในการตรวจสอบแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือให้รวดเร็วขึ้น โดยนำมาใช้ประกอบ(Interface) กับเครื่องวัดแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือที่ใช้ในแบบเดิม ซึ่งใช้ตรวจเช็คแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยจะเป็นการใช้กับแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือรุ่นหรือแบบที่ใช้มากที่สุดก่อนเพียงแบบเดียว ตัวเครื่องมือนี้สามารถบันทึกจำนวนชิ้นของแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือที่ทำการวัดได้เพื่อประโยชน์ในการตรวจวัดแผงวงจรจ่ายไฟเพิ่มเติม ในกรณีที่ตรวจสอบไม่แล้วเสร็จในวันเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A SEMI-AUTOMATIC PCB TESTER FOR MOBILE PHONE BATTERY

Mr.Chawalit Thongwilai

Mr.Thawatchai Sittiros

Mr.Pichet Phonpitak

Dr.Kitiphol Chitsakul (Advisor)

Year 2547

Abstract

Presently most manufacturers or business establishments, which are in the world of business both production and service can use instrument to accommodate especially, the production. Which will make productive contributions for example a higher speed of production, a low cost of product and the accuracy of the instrument, which able make that better human.

This thesis is present a prototype of the semi automatic print circuit board (pcb) tester for mobile phone battery for the purpose of rapidly of testing. By interfacing with the conventional pcb tester, used in standard testing, the tester provider the semiautomatic of testing and logging the data in a PC.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จได้ก็เนื่องมาจากได้รับความช่วยเหลือจากหลายๆฝ่ายด้วยกัน โดยบุคคลแรกที่ขอกล่าวถึงก็คือ ดร.กิตติพล จิตสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความเอาใจใส่แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้ให้ความเลี้ยงดูผู้เขียนเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุกๆด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

และท้ายที่สุดนี้ต้องขอขอบพระคุณ คุณนิกสัน โชติกวณิชย์ ผู้จัดการโรงงาน บริษัท บราโว อินเทอร์เน็ตเซ็นแนล จำกัด ที่ได้ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในเรื่องของเครื่องมือและสถานที่ ทำให้สามารถทำงานได้อย่างราบรื่น และขอขอบคุณพี่ๆที่โรงงานทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุกๆเรื่อง ขอขอบคุณมากครับ

นาย ชวลิต ทองวิไล

นาย ธวัชชัย สิริธรส

นาย พิเชษฐ์ พลพิทักษ์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
บทที่1 บทนำ	1
1. 1 ความเป็นมาของ โครงการงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการงาน	1
1.3 ขอบเขตของ โครงการงาน	1
1.4 ประโยชน์หรือผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 หลักการทำงานเบื้องต้น	2
บทที่2 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	4
2.1 ประวัติของไมโครคอนโทรลเลอร์	4
2.2 คุณสมบัติที่สำคัญของMCS-51	4
2.3 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	7
2.4 Bit-addressable RAM	9
2.5 ชูครีจิสเตอร์	9
2.6 รีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ	10
2.7 Program Status Word	11
2.8 รีจิสเตอร์B	11
2.9 ตัวชี้แอสตค	11
2.10 รีจิสเตอร์ Data Pointer	12
2.11 รีจิสเตอร์พอร์ต	12
2.12 รีจิสเตอร์เวลา	12
2.13 รีจิสเตอร์พอร์ตอนุกรม	12
2.14 รีจิสเตอร์อินเตอร์รัพท์	13
2.15 เพาเวอร์ คอนโทรล รีจิสเตอร์	13
2.16 หน่วยความจำภายนอก	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17 การติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก	14
2.18 การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก	14
2.19 กระบวนการรีเซ็ต	14
บทที่3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	15
3.1 สเต็ปป์มอเตอร์	15
3.1.1 ชนิดและโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์	15
3.1.2 การตรวจสอบหาสายร่วมและสายกราวด์ของสเต็ปมอเตอร์แบบPM	18
3.1.3 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์	19
3.2 ไอซี MAX7219	20
3.3 การสื่อสารข้อมูล	23
3.5.1 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	24
3.5.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	24
3.5.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่แบ่งทิศทางของข้อมูล	24
3.5.4 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232	25
3.5.5 การต่อ MCS-51 กับมาตรฐาน RS-232	27
3.4 ไอซี 8255	28
3.6.1 ลักษณะตัวถังและ โครงสร้างภายในของ 8255	28
3.6.2 รายละเอียดการจัดขาของ 8255	29
3.6.3 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ 8255	30
3.6.4 การใช้งานไอซี 8255	31
3.5 LCD module	31
3.7.1 โครงสร้างทั่วไปของ LCD โมดูล	32
3.7.2 การใช้งาน character LCD module	32
บทที่4 การสร้างและการออกแบบ	35
4.1 ส่วนต่างๆในการทดลอง	35
4.2 ภาคจ่ายไฟ (Power Supply)	35
4.3 จอแสดงผล โมดูล LCD แบบตัวอักษรขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด	36
4.4 การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ชุดถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ	37
4.5 การควบคุมมอเตอร์กระแสตรง ชุดหัววัดแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ	38
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า	
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้	

4.6 การขับจอแสดงผล LED 7 ส่วน (7-Segment) โดยไอซี MAX 7219	39
4.7 การนำไอซี 8255 มาเชื่อมต่อกับ MCS-51 เพื่อ อ่านข้อมูลจากเครื่องวัดแรง จ่ายไฟ แบตเตอรี่มือถือ	41
4.8 การใช้ EEPROM สำหรับการบันทึกข้อมูล	42
4.9 การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม	42
4.10 ตัวตรวจจับแสง	44
บทที่ 5 การทดลอง	45
5.1 การทดลองส่วนของการเคลื่อนที่ในแนวแกน X	45
5.2 การทดลองส่วนของการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z	46
5.3 การทดลองความแม่นยำของตำแหน่งวัด	46
5.4 การทดลองคุณภาพของตัวตรวจจับ(sensors)	47
5.5 ความเร็วในการตรวจสอบแรงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ	48
5.6 การบันทึกข้อมูล	48
5.7 การรับส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม	48
5.8 การอ่านข้อมูลจากเครื่องวัดแรงจ่ายไฟแบตเตอรี่	48
บทที่ 6 บทสรุปโครงการ	50
6.1 สรุปโครงการ	50
6.2 ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข	50
6.3 แนวทางการพัฒนา	50
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ปัจจุบันในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่จะเห็นว่ามีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์เครื่องมือที่ถูกนำเข้ามาใช้เพื่อช่วยให้กระบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะ โรงงานอุตสาหกรรมนั้น เมื่อนำเครื่องมือที่ทันสมัยมาใช้ในกระบวนการผลิตจะทำให้ปริมาณผลผลิตได้มากขึ้น

โดยโครงการนั้นจะมุ่งไปที่การสร้างต้นแบบเครื่องมือขึ้นมาเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตในงานเฉพาะคือใช้ช่วยให้เกิดความรวดเร็ว และประสิทธิภาพในการทดสอบแผงวงจรจ่ายไฟของแบตเตอรี่มือถือ โดยใช้ประกอบกับเครื่องมือที่ใช้วัดค่าต่างๆของ แผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือที่ใช้ทดสอบแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ(PCB) อยู่แต่เดิมเพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการตรวจวัด

ลักษณะของแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ(PCB) นั้นจะมีขนาดเล็กหลายขนาด ซึ่งจะใช้ประกอบกับตัวเซลล์แบตเตอรี่เพื่อควบคุมการจ่ายไฟของแบตเตอรี่กับตัวเครื่องโทรศัพท์ การทดสอบก็จะใช้คนนำหัววัดมาทำการกดที่แผ่น แผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่(PCB) ทีละตัวในแต่ละแผงซึ่งมีเป็นจำนวนมากซึ่งจะทำให้เสียเวลาในการวัด ในการบันทึก หรือ การอ่านค่าโดยคนค่อนข้างมาก ดังนั้นในการใช้เครื่องมือเข้าช่วยในการวัดจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพในหลายๆด้านที่เหนือกว่าคนไม่ว่าจะเป็นความรวดเร็วในการวัด และ การบันทึก เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการทดสอบแผ่นแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่(PCB)

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ตัวโครงการสร้างในลักษณะเครื่องต้นแบบ เพื่อใช้ประกอบกับเครื่องวัดแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่ที่ใช้อยู่แต่เดิม เพื่อช่วยการผลิตในลักษณะของเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติที่ช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการวัด สามารถนับจำนวนของแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่(PCB) ที่วัดทั้งหมด โดยสามารถวัดแผ่นแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่(PCB)เพียงแบบเดียวก่อน ไม่สามารถตรวจสอบค่าความถูกต้องของแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือได้ด้วยตัวมันเอง ยังคงให้ผู้ใช้ตรวจสอบโดยดูจากผลการวัดจากเครื่องวัดแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ จากนั้นจึงพัฒนาให้เป็นแบบอัตโนมัติต่อไป เพื่อให้สามารถตรวจสอบค่าความถูกต้องได้ด้วยมันเอง รวมถึงการออกแบบระบบกลไกที่ซับซ้อน เพื่อให้สามารถตรวจสอบแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือได้หลายแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์หรือผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่จะได้รับเมื่อโครงการแล้วเสร็จนั้นจะก่อให้เกิดประโยชน์ในหลายด้านได้แก่ ได้เครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติซึ่งจะเป็นต้นแบบในการพัฒนาให้เป็นเครื่องจักรอัตโนมัติต่อไป

1.5 หลักการทำงานเบื้องต้น

หัวใจสำคัญอยู่ที่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ขนาด 8 บิต ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ อันได้แก่ จอแสดงผล LCD ,จอแสดงผล 7 ส่วน(7-segment) ปุ่มสวิทช์สั่งงาน ,มอเตอร์แบบสเต็ปเปอร์ ที่ใช้ในการป้อนแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่(PCB) ,มอเตอร์ ไฟตรงที่ใช้เป็นชุดหัววัด

ในส่วนทางกลจะมีส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ถาดป้อนแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ(PCB) และชุดหัววัดแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ(PCB) ซึ่งใช้มอเตอร์แบบ สเต็ปเปอร์ สำหรับถาดป้อน เพื่อความแม่นยำของตำแหน่งในการวัดเนื่องจากสามารถควบคุมมุมหมุนได้อย่างละเอียดด้วยการควบคุมเฟสที่ป้อนให้กับตัวมอเตอร์

การทำงานทางกลนั้น จะใช้ สวิตช์จำกัด(Limit Switch) เป็น ตัวตรวจจับ(Sensor) ในการกำหนดให้ถาดป้อนแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ(PCB) อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องไม่ว่าจะเป็นตำแหน่งเริ่มต้นหรือ ตำแหน่งปลายที่ถาดเลื่อนจะเลื่อนไปได้สุด และมี ตัวตรวจจับ(Sensor) ในการตรวจสอบการวางแผ่นแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ(PCB)โดยใช้ตัวตรวจจับแสง เป็น ตัวต้านทานที่เปลี่ยนแปลงค่าตามแสง(LDR) ซึ่งลักษณะในการทำงานนั้นจะเป็นไปโดยอัตโนมัติ (Automatic) ด้วยการให้ตัวตรวจจับ(Sensor) และ โปรแกรมในการควบคุม ในการเลื่อนถาดป้อนของแต่ละแบบจะมีระยะในการเลื่อนที่ไม่เท่ากันตามแต่ละชนิดของPCBซึ่งสามารถควบคุมระยะได้จากตัวโปรแกรม ตัวถาดป้อนแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ(PCB) จะเลื่อนได้ในแนวเดียวในแนวราบ ซ้ายหรือขวา ส่วนของชุดหัววัดจะทำการเลื่อนได้ในแนวตั้งคือขึ้นลงด้วยระยะเลื่อนที่เหมาะสม

บทที่ 2

ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.1 ประวัติของไมโครคอนโทรลเลอร์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันจะถูกควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์เล็กๆ หรือที่เรียกว่า ไมโครโพรเซสเซอร์เกือบทั้งสิ้น ในปัจจุบันจะเรียกชื่อเป็นศัพท์เทคนิคว่าระบบฝังตัว (Embedded System) ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์จะต้องมีหน่วยประมวลผลกลางที่เรียกว่าไมโครโพรเซสเซอร์เป็นหัวใจหลักในการทำงาน โดยบริษัทอินเทลได้สร้างไมโครโพรเซสเซอร์เบอร์ 4004 ซึ่งประมวลผลแบบ 8 บิต ออกมาเป็นรุ่นแรก ต่อมาได้ออกรุ่นที่ประมวลผลแบบ 8 บิตตามมาได้แก่เบอร์ 8008, 8080 และ 8085 ทำให้การประมวลผลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ส่วนบริษัทโมโตโรลาได้ออกเบอร์ 6800 และบริษัทไซลอกได้ออกเบอร์ Z80 ซึ่งจะประมวลผลแบบ 8 บิต เช่นกัน ไมโครโพรเซสเซอร์รุ่นต่อมา จะมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นและได้มีรุ่นใหม่ๆ ออกตามมามากขึ้น

เมื่อนำไมโครโพรเซสเซอร์แบบ 4 บิต มาใช้ในการควบคุมจะทำให้ระบบควบคุมทำงานได้ดีขึ้นฉลาดมากขึ้น ปัจจุบันไมโครโพรเซสเซอร์แบบ 4 บิต นี้จะถูกนำมาใช้ในเตาไมโครเวฟ โทรทัศน์ และของเล่นเด็ก เป็นต้น สำหรับระบบควบคุมที่ต้องการประสิทธิภาพมากขึ้นจะใช้ไมโครโพรเซสเซอร์แบบ 8 บิต เป็นตัวประมวลผล แต่ราคาของระบบก็จะแพงขึ้นตามไปด้วย

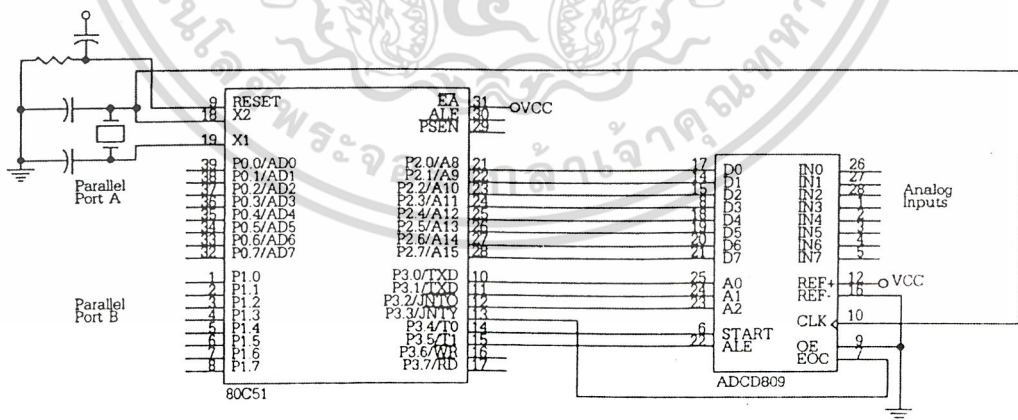
ไมโครโพรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอมพิวเตอร์ มีส่วนประกอบหลักคือ ไมโครโพรเซสเซอร์ หน่วยความจำ และ อินพุทเอาต์พุท หน่วยประมวลผล มีขนาดใหญ่เทียบได้กับห้องขนาดย่อมๆ เลยทีเดียว ปัจจุบันนี้เราจะเห็นว่าหน่วยประมวลผลจะเป็นวงจรรวมขนาดใหญ่มาก (VLSI) บรรจุอยู่ในตัวถังพลาสติกขนาด 40 ขา ตัวอย่างของชิพไมโครโพรเซสเซอร์ที่เป็นที่นิยมกันมานานจนถึงปัจจุบันนี้คือ Z-80 CPU ภายในจะมีบัสเชื่อมส่วนของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU) หน่วยประมวลผล (CPU) รีจิสเตอร์ คำสั่ง และวงจรควบคุมสัญญาณต่างๆ เข้าด้วยกันส่วนของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU) ทำหน้าที่ประมวลผลทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ ผลลัพธ์จะส่งไปเก็บยังรีจิสเตอร์ภายใน จากรูปจะเห็นว่ามียุทธศาสตร์สามกลุ่ม คือ 1) บัสข้อมูลขนาดความกว้าง 8 บิต 2) บัสแอดเดรสขนาด 16 บิต และ 3) สัญญาณควบคุมการติดต่อกับหน่วยความจำ อินพุทเอาต์พุท คือไมโครโพรเซสเซอร์ไม่มีหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรม

กล่าวคือหากจะทำให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำงานได้ จะต้องต่อหน่วยความจำภายนอกเพิ่ม และหากต้องการควบคุมอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตที่ก็ต้องต่ออินพุต เอาต์พุตพอร์ตเพิ่มเติม

ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์หรืออดีตนิยมเรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยว (Single Chip Microcomputer) ได้รวมเอาหน่วยความจำ อินพุตเอาต์พุตพอร์ต และวงจรถ่ายเก็บเวลาเข้าไว้บนชิปแผ่นเดียว ทำให้เราไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอก แม้กระทั่งวงจรถ่ายเก็บสัญญาณนาฬิกาเพียงแค่อุปกรณ์ไฟเลี้ยง +5V วงจรรีเซ็ต และต่อคริสตอลใช้กำเนิดความถี่ในการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถทำงานได้แล้ว

การนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งานจะต้องมีการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานและมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล และต้องมีพอร์ตอินพุตเอาต์พุต สำหรับให้ระบบติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ตัวอย่างเช่น ถ้านำไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8085 มาออกแบบเป็นระบบให้ทำงานงานหนึ่งจะต้องนำไอซีต่างๆมาต่อเพิ่มเช่น การต่อ รอมและแรม ภายนอก การใช้ ไอซี8255 ต่อเป็นอินพุตเอาต์พุตพอร์ต แต่ถ้าหากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีหน่วยความจำและพอร์ตอยู่ภายในชิป ที่เรียกว่า single-chip microcontroller ทำให้การใช้งานทำได้เพียงแต่ต่ออุปกรณ์ภายนอกที่จำเป็นเท่านั้น บางครั้งไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกรเรียกว่า คอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยว(single-chip microcontroller)ดังตัวอย่างวงจรในรูปที่2.1 เป็นการออกแบบระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะเห็นว่าใช้อุปกรณ์น้อยมาก



รูปที่ 2.1 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คุณสมบัติที่สำคัญของMCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นกับโครงสร้างภายใน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบ รอม บางเบอร์เป็นแบบ อีพรอม และปัจจุบัน มีแบบแฟลชรอม

คุณสมบัติที่สำคัญของ ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

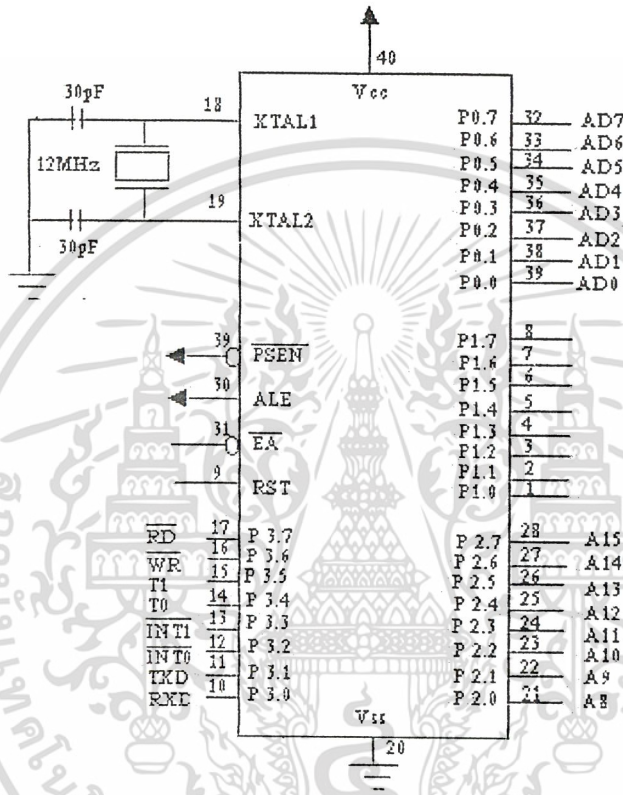
- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์เพียงชุดเดียว
- มีหน่วยความจำเก็บโปรแกรมภายในชิพ หน่วยความจำเก็บข้อมูลภายในชิพจำนวน128 ไบต์(บาง CPUจะมี256ไบต์)
- มีพอร์ทอินพุต เอาต์พุตจำนวน 4 พอร์ท พอร์ทละ 8 บิตหรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิต แยกจากกันได้รวมทั้งสิ้น32บิต
- สามารถอินเทอร์รัพท์ได้จาก5แหล่ง
- มีพอร์ทอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ ด้วยอัตราเร็วในการรับส่งได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลบิตต่อวินาที
- สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิปได้อย่างละ 64 กิโลไบต์
- คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกะเฮิร์ต
- มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์ หรือ เคาท์เตอร์เพื่อนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิพ หรือนับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด16บิต จำนวน 2 ตัว
- หน่วยความจำ ภายใน บางส่วนสามารถ เข้า ถึง ข้อมูลได้ ทั้งระดับไบต์ และ ระดับ บิตเพื่อ ให้การ ออกแบบโปรแกรม และ การควบคุมระบบทำได้ง่ายขึ้นตัวอย่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 และลักษณะต่าง ๆ แสดงดังในตารางที่ 2.2

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมบนชิพ	หน่วยความจำข้อมูลบนชิพ	TIMERS
8051	4 K รอม (ROM)	128 ไบต์	2
8031	-	128 ไบต์	2
8751	4 K อีพรอม (EPROM)	128 ไบต์	2
8052	8 K รอม (ROM)	256 ไบต์	3
8032	-	256 ไบต์	3
8752	8 K อีพรอม (EPROM)	256 ไบต์	3
89C51	4 K อีพรอม (EPROM)	128 ไบต์	2

ตารางที่ 2.2 แสดงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51 เบอร์ต่าง ๆ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกันดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงขาต่างๆ ของ MCS-51

2.3.1 ความหมายของขาต่างๆ มีดังนี้

พอร์ท 0 (Port 0) ได้แก่ ขาที่ 32 - 39 ของ MCS - 51 สามารถใช้เป็นอินพุตเอาต์พุตสามารถใช้แบบบิตได้นอกจากนี้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกยังใช้เป็นขาบััสแอดเดรส และบััสข้อมูล อีกด้วย

พอร์ท 1 (Port 1) ได้แก่ ขาที่ 1 - 8 เป็นพอร์ทอินพุตเอาต์พุต 8 บิต สามารถใช้แบบบิตได้ คือ P1.0 - P1.7

พอร์ท 2 (Port 2) พอร์ท 2 ได้แก่ ขาที่ 21 - 28 จะใช้งาน 2 หน้าทีคือ ใช้เป็นพอร์ท อินพุตเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้แบบบิตได้และใช้เป็นขาแอดเดรส 8 บิตในการอ้างหน่วยความจำภายนอก พอร์ต 3 (Port 3) พอร์ต 3 ได้แก่ ขาที่ 10 - 17 จะใช้งานสองหน้าที่คือ เป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตใช้แบบบิตได้ และใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ซึ่งมีหน้าที่ดังนี้

ขา P3.0 ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม

ขา P3.1 ใช้ส่งข้อมูลไปภายนอกแบบอนุกรม

ขา P3.2 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 0

ขา P3.3 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 1

ขา P3.4 สัญญาณอินพุตให้เคาท์เตอร์ของไทมเมอร์ 0

ขา P3.5 สัญญาณอินพุตให้เคาท์เตอร์ของไทมเมอร์ 1

ขา P3.6 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป

ขา P3.7 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป

PSEN (Program Store Enable) ขา PSEN เป็นขาที่ส่งสัญญาณออกคือขา 29 ขานี้จะแอกทีฟเมื่อ MCS-51 ต้องการอ่าน โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอก โดยปกติถ้าหน่วยความจำภายนอกเป็นอีพროม ขา PSEN จะต่อกับขาสัญญาณเปิดทางด้านเอาต์พุต (Output Enable : OE) ของ อีพโรม **ALE/PROG** (Address Latch Enable) เนื่องจากพอร์ต 0 สามารถใช้เป็นขาอ้างตำแหน่ง และขาข้อมูล MCS-51 จะมีขา ALE ได้แก่ขา 30 ขานี้จะใช้ มัลติเพล็กซ์ (Multiplex) สัญญาณ บัสตำแหน่ง ของ พอร์ต 0 ในการใช้งานระบบ MCS-51 นั้น จะต้องมีอุปกรณ์มาต่อกับ พอร์ต 0 ที่ทำหน้าที่ คงค่า (Latch) สัญญาณบัสตำแหน่ง เมื่อ MCS-51 ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก MCS-51 จะส่งสัญญาณบัสตำแหน่งออกมาก่อนทาง พอร์ต 0 จากนั้นจะส่งสัญญาณ ALE มาทำหน้าที่ คงค่า (Latch) อุปกรณ์ภายนอก ให้เก็บค่าบัสตำแหน่งของ พอร์ต 0 ไว้เพื่อใช้ พอร์ต 0 เป็น บัสข้อมูล

EA/Vpp (External Access) ขา EA ได้แก่ขาที่ 31 ถ้าขานี้เป็นลอจิก “1” จะใช้กับเบอร์ 8051/8052 เพื่อบอกว่าให้อ่าน โปรแกรมจากหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าเป็นลอจิก “0” จะให้ MCS - 51 ทำโปรแกรมโดย อ่านจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (ถ้าขา EA เป็น “0” ขา PSEN จะแอกทีฟ) ถ้าหากเป็นเบอร์ 8031 หรือ 8032 ขา EA จะเป็น “0” เสมอ เพราะว่าไม่มีโปรแกรมหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าใช้เบอร์ 8051/8052 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในและให้ขา EA เป็น “0” ซึ่งจะหยุดการทำงานของรอม ภายในและอ่านโปรแกรมจาก อีพโรม ภายนอกแทน

RST (Reset) ขา RST ได้แก่ขา 9 จะใช้ในการรีเซ็ต MCS-51 โดยจะให้ขานี้เป็นลอจิก “1” อย่างน้อย 2 คาบเวลา จึงจะรีเซ็ตระบบได้

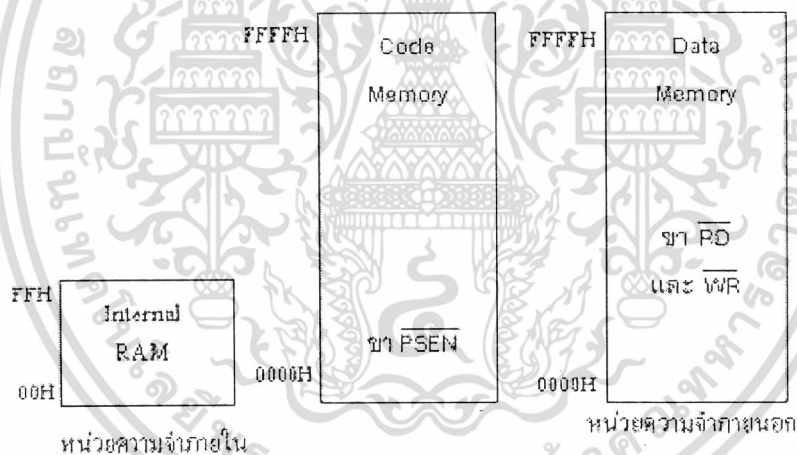
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XTAL 1 ขาที่ 19 ใช้ต่อคริสตอลจากภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรรอสซิลเลเตอร์

XTAL 2 ขาที่ 18 ใช้ต่อคริสตอลจากภายนอก โดยเป็นเอาต์พุตต่อออกจากวงจรรอสซิลเลเตอร์

2.3.2 โครงสร้างหน่วยความจำ

หน่วยความจำสำหรับ MCS - 51 จะมี 2 ชนิด คือ หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมรอม กับ หน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลในการประมวลผล แรม MCS - 51 บางเบอร์เช่น 8051, 8052 จะมี หน่วยความจำภายในชิพ และ MCS - 51 ทุกเบอร์ยังสามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ได้มากที่สุด 64 กิโลไบต์ และอ้างหน่วยความจำภายนอกได้มากที่สุด 64 กิโลไบต์ สำหรับ หน่วยความจำแรม ภายในจะประกอบไปด้วยพื้นที่ใช้งานทั่วไป, ชูตรีจิสเตอร์, พื้นที่ใช้งานระดับ บิต และรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ เราอาจเขียนไดอะแกรมของหน่วยความจำของ 8031 ได้ดังรูปที่ 2.4 โดยในรูปจะบอกด้วยว่าขาใดจะแอกทีฟ



รูปที่ 2.4 การจัดหน่วยความจำของ MCS - 51

2.4 Bit-addressable RAM

ใน MCS - 51 จะมีหน่วยความจำที่สามารถอ้างข้อมูลในระดับบิตได้ตั้งแต่ตำแหน่ง 20 H ถึง 2FH รวม 16 ไบต์ โดยสามารถ เซ็ต, เคลียร์, แอนด์, ออร์ ทางลอจิกได้ จำนวนบิตที่ใช้งานได้ทั้งหมดมีจำนวน 128 บิต (8บิต X 16ไบต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ชุดรีจิสเตอร์ (Register Banks)

หน่วยความจำข้อมูลภายในที่ใช้เป็นชุดรีจิสเตอร์ มีทั้งหมด 32 ตำแหน่งโดยจะมี 4 ชุด แต่ละชุดมีรีจิสเตอร์ 8 ตัว คือ R0 ถึง R7 โดยชุดแรกจะอยู่ในตำแหน่ง 00H – 07H

2.6 รีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Register)

ใน MCS-51 รีจิสเตอร์จะ ใช้หน่วยความจำแรมภายในชิพ โดยส่วนหนึ่งเป็นรีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register : SFR) ซึ่งมีทั้งหมด 21 ตัว โดยรีจิสเตอร์พิเศษต่าง ๆ จะเริ่มที่หน่วยความจำตั้งแต่ 80H ถึง FFH ซึ่งมีทั้งหมด 128 ตำแหน่ง แต่จะเป็นรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ เพียง 21 ตำแหน่ง แต่ถ้าเป็น 8032 / 8051 จะใช้ 26 ตำแหน่งหรือมี SFR 26 ตัว

2.7 Program Status Word

รีจิสเตอร์ตัวนี้เรียกย่อ ๆ ว่า PSW จะอยู่ที่ตำแหน่ง D0H ซึ่งสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้โดยรีจิสเตอร์นี้จะเป็นตัวบอกสถานะต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ความหมายของแต่ละบิตแสดงได้ดังตารางที่ 2.5

บิต	ชื่อบิต	ตำแหน่ง	ความหมาย
PSW.7	CY	D7H	แฟล็กตัวทด
PSW.6	AC	D6H	แฟล็กตัวช่วยทด
PSW.5	F0	D5H	แฟล็ก 0
PSW.4	RS1	D4H	บิตสำหรับเลือกชุดรีจิสเตอร์ 1
PSW.3	RS0	D3H	บิตสำหรับเลือกชุดรีจิสเตอร์ 0
			00 = ชุด 0 ; ตำแหน่ง 00H – 07H 01 = ชุด 1 ; ตำแหน่ง 08H – 0FH 10 = ชุด 2 ; ตำแหน่ง 10H – 17H 11 = ชุด 3 ; ตำแหน่ง 18H – 1FH
PSW.2	OV	D2H	แฟล็กค่าเกิน
PSW.1	-	D1H	รีเฟิฟ
PSW.0	P	D0H	ชี้เฉพาะรีดีแฟล็ก

ตารางที่ 2.5 แสดงบิตและหน้าที่ต่าง ๆ ใน PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แฟล็กตัวทค (Carry Flag : CF) บิตนี้เป็นบิตที่ 7 ของ PSW บิตนี้จะมีความสำคัญหากมีการกระทำทางคณิตศาสตร์โดยบิตนี้จะเซต เมื่อเกิดการทคของบิตที่ 7 ขณะทำการบวกเลข หรือ เซต เมื่อเกิดการยืมของบิตที่ 7 เมื่อเกิดการลบเลข
2. แฟล็กตัวช่วยทค (Auxiliary Carry Flag) เมื่อมีการบวกแบบ Binary - Code – Decimal (BCD) บิต แฟล็กตัวช่วยทค (AC) หรือบิตตัวช่วยทคจะถูกเซต เมื่อมีการทคจากบิตที่ 3 ไปบิตที่ 4 หรือถ้าใน Lower Nibble มีค่าระหว่าง OAH - OFH เนื่องจากรหัส BCD นี้มีค่าได้มากที่สุดแค่ 9 ถ้าหากมีการบวกเลขแบบ BCD จะต้องตามด้วยคำสั่ง DAA (Decimal Adjust Accumulator) เพื่อปรับค่าที่มีค่าเกิน 9 โดยบวกเลข 6 เข้าไป จะทำให้เป็นรหัส BCD ที่แทนเลขฐานสิบได้
3. แฟล็กศูนย์ (Flag 0) เป็นแฟล็ก ที่ผู้ใช้สามารถใช้งานทั่วไปได้
4. บิตเลือกชุดรีจิสเตอร์ (Register Bank Select Bits) ตามที่ทราบมาแล้วว่าใน MCS - 51 จะมีชุดรีจิสเตอร์อยู่ 4 ชุด ถ้าจะเลือกให้ชุดใดชุดหนึ่งที่กำหนดได้ในบิต RS1 และ RS2 ของ PSW และจะเคลียร์ ตัวเองเมื่อระบบถูกรีเซต ถ้าหากต้องการติดต่อกับชุดรีจิสเตอร์ 3 โดยย้าย ข้อมูลจาก R7 (ตำแหน่ง 1FH) มาเก็บในแอดคิวมิวเลเตอร์
5. แฟล็กค่าเกิน (Overflow Flag) แฟล็ก OV จะถูกเซต หลังจากการกระทำทางคณิตศาสตร์แล้วเกิดค่าเกิน คือจำนวนที่เกิดจากการบวกหรือการลบ มีค่าเกินกว่าที่จำนวน ไบต์จะเป็นไปได้คือ มากกว่า +128 หรือน้อยกว่า -125 ตัวอย่างเช่น ถ้าเกิดการบวกเลขสองจำนวนนี้จะเกิดการเซต บิต OV ขึ้นใน PSW
6. บิตพาริตี (Parity Bit) พาริตีบิต (P) เป็นบิตที่บอกค่าพาริตีของรีจิสเตอร์ แอดคิวมิวเลเตอร์ซึ่งอาจเป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ โดยจะเซตหรือเคลียร์ขึ้นกับ แอดคิวมิวเลเตอร์ เช่น ถ้าแอดคิวมิวเลเตอร์มีค่าเป็น 10101101B บิต P จะเป็น "1"

2.8 รีจิสเตอร์ B (B Register)

รีจิสเตอร์ B จะอยู่ตำแหน่ง FOH ของหน่วยความจำข้อมูลภายใน เป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถใช้งานทั่วไปได้ โดยทั่วไปรีจิสเตอร์นี้จะใช้คูณ หรือหารกับรีจิสเตอร์แอดคิวมิวเลเตอร์ เช่น การทำคำสั่ง MUL AB ซึ่งเป็นการคูณแบบ 8 บิตโดยผลลัพธ์ที่ได้จะมีขนาด 16 บิต ซึ่งรีจิสเตอร์ A จะเก็บค่า 8 บิตต่ำ และรีจิสเตอร์ B จะเก็บค่า 8 บิตสูง สำหรับการหารโดยการทำคำสั่ง DIV AB โดยค่าใน A จะถูกหารด้วย B ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บใน รีจิสเตอร์ AB โดย B จะเก็บค่า 8 บิตต่ำและ A จะเก็บค่า 8 บิตสูง รีจิสเตอร์ B นี้สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ โดยตำแหน่งของบิตคือตำแหน่ง FOH ถึง F7H

2.9 ตัวชี้สแตก (Stack Pointer)

ตัวชี้สแตก (SP) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต อยู่ตำแหน่ง 81H การเขียนค่าเข้าไปในตำแหน่งที่ตัวชี้สแตกซึ่งอยู่ที่นี่ เรียกว่า “Pushing” สำหรับการอ่านค่าที่ SP ซึ่งอยู่ เรียกว่า “Popping” ค่าของ ตัวชี้ สแตกจะเพิ่มขึ้น หนึ่งก่อนที่ จะเขียน ข้อมูลลง ไปและ จะลดลงหนึ่ง เมื่ออ่านข้อมูลออกมาแล้ว หากโปรแกรมทำคำสั่ง Call จะใช้รีจิสเตอร์สแตกนี้เก็บค่าตำแหน่งเดิมของโปรแกรม (PC) ก่อนที่ จะ ทำ โปรแกรมย่อย เมื่อทำ โปรแกรมย่อยเสร็จ แล้วจะคืนค่า ในสแตก ให้กับโปรแกรมตามเดิม โดยปกติค่าโปรแกรม จะกำหนดให้อยู่ในแรมภายใน

2.10 รีจิสเตอร์ Data Pointer (DPTR)

รีจิสเตอร์ นี้ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งรหัสโปรแกรมหรือข้อมูลในหน่วยความจำ โดยเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งประกอบด้วยรีจิสเตอร์ 2 ตัว คือ DPL ตำแหน่งที่ 82H โดยจะเก็บเป็น 8 บิตต่ำ และ DPH ตำแหน่งที่ 83H โดยจะเก็บค่า 8 บิตสูง รีจิสเตอร์ทั้งสองตัวนี้จะรวมกันกลายเป็นรีจิสเตอร์ 16 บิต ถ้าหากต้องการเก็บค่า 55H ไปยังตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลภายนอกตำแหน่งที่ 1000H

2.11 รีจิสเตอร์พอร์ต (Port Registers)

ใน MCS - 51 ค่าของพอร์ตจะหมายถึงค่าของหน่วยความจำด้วย หากต้องการส่งข้อมูลจากพอร์ต ก็เพียงอ่านค่าจากตำแหน่งที่หน่วยความจำที่พอร์ตนั้นอยู่ใน MCS - 51 พอร์ต 0 จะอยู่ที่ตำแหน่ง 80H, พอร์ต 1 จะอยู่ที่ตำแหน่ง 90H, พอร์ต 2 จะอยู่ที่ตำแหน่ง A0H และพอร์ต 3 จะอยู่ที่ตำแหน่ง B0H พอร์ต 0, 2 และ 3 โดยทั่วไปแล้วจะไม่ใช้ถ้าหากมีการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกหรือใช้เป็นพอร์ตพิเศษ (เช่น อินเทอร์รัพท์, พอร์ตสื่อสารอนุกรม) โดยปกติแล้วจะใช้พอร์ต 1 ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกพอร์ตทุกพอร์ตสามารถเข้าถึงข้อมูลในระดับบิตได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าพอร์ต 1 บิต 7 ต่อกับหลอดไฟไว้ดังรูปที่ 2.7 โดยมีเกตแบบ OC ช่วยขับเคลื่อนการปิดเปิดหลอดไฟทำได้โดยการ เซ็ต หรือ เคลียร์ บิต 7 ของพอร์ต 1 นี้

2.12 รีจิสเตอร์เวลา (Timer Registers)

ใน MCS - 51 เบอร์ 8051 จะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้นับและจับเวลาขนาด 16 บิต 2 ตัวคือ Timer 0 อยู่ที่ตำแหน่ง 8AH และ 8CH โดยตำแหน่ง 8AH หมายถึง TLO ซึ่งจะเป็น 8 ไบต์ต่ำ และ 8CH หมายถึง 8 ไบต์สูง TH0 รีจิสเตอร์อีกตัวคือ ไทม์เมอร์ 1 โดยแบ่งเป็น TL1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8BH เป็นไบต์ต่ำและ TH1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8DH เป็นไบต์สูง การใช้ไทม์เมอร์ จะต้องกำหนดการทำงานในรีจิสเตอร์ TMOD (Timer / Counter Mode Control Register) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 88H เสียก่อน

2.13 รีจิสเตอร์พอร์ทอนุกรม (Serial Port Register)

MCS – 51 จะมีพอร์ทสื่อสารอนุกรม (Serial Port) อยู่ภายในชิพ ซึ่งสามารถจะรับหรือส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ SBUF (Serial Data Buffer) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 99H โดยถ้าต้องการส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์นี้ ตัวพอร์ทอนุกรมสามารถโปรแกรมให้ทำงานได้ 4 โหมด โดยโปรแกรมผ่านรีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register) ตำแหน่ง 98H

2.14 รีจิสเตอร์อินเทอร์รัพท์ (Interrupt Port Register)

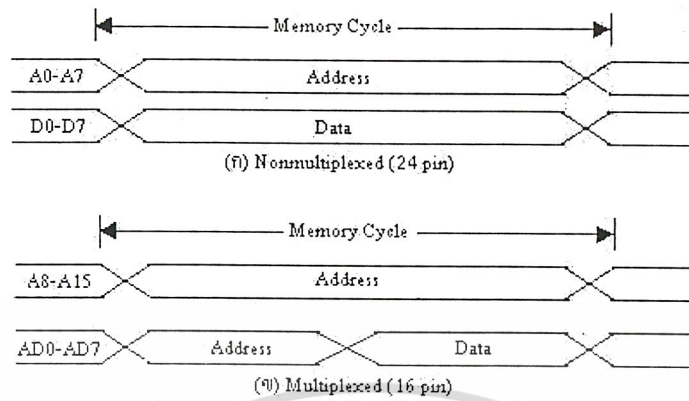
MCS – 51 สามารถอินเทอร์รัพท์ได้ 5 ตำแหน่ง โดยมี 2 - priorite ตัวอินเทอร์รัพท์จะไม่ทำงานหลังจากระบบถูกรีเซ็ต และ ทำงานหลังจากที่เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ IE หรือตำแหน่ง A8H ถ้าดับความสำคัญสามารถเซตได้ที่รีจิสเตอร์ IP หรือตำแหน่ง B8H

2.15 เพาเวอร์ คอนโทรล รีจิสเตอร์ (PCON)

รีจิสเตอร์ PCON อยู่ที่ตำแหน่ง 87H ใช้หยุดการทำงานของ MCS – 51 โดยจะหยุดจ่ายสัญญาณนาฬิกาให้ระบบ ทำให้ข้อมูลต่าง ๆ ภายใน MCS – 51 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนอกจากนี้ยังลดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้ MCS – 51 ลงด้วย

2.16 หน่วยความจำภายนอก (External Memory)

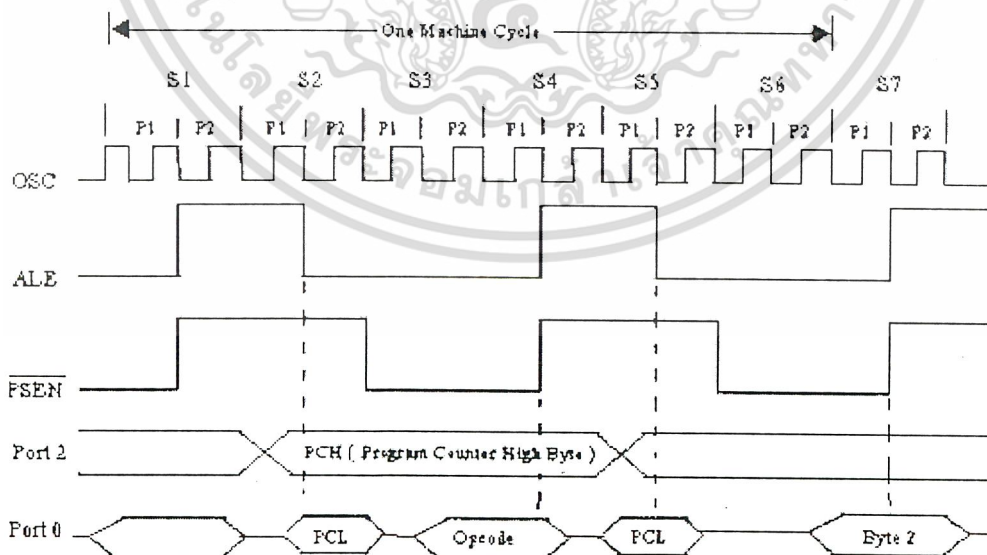
MCS – 51 สามารถอ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์ และอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์ MCS – 51 จะใช้พอร์ท 0 ในการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิตต่าง และใช้พอร์ท 0 เป็นพอร์ทข้อมูล (Data) ด้วย โดยใช้ขา ALE มาคงค่าข้อมูลพอร์ท 0 และใช้พอร์ท 2 เป็นขาอ้างตำแหน่ง 8 บิตบน (รวมขาอ้างตำแหน่ง 16 เส้น ซึ่งอ้างได้ 64 กิโลไบต์) นอกจากพอร์ท 0 จะใช้งาน 2 หน้าทีในการติดต่อกับหน่วยความจำจะใช้ วิธีมัลติเพล็กซ์ระหว่าง ตำแหน่งกับข้อมูล พิจารณาจากรูป ถ้าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูล 8 บิต และเก็บได้ 64 กิโลไบต์ จะต้องใช้สายสัญญาณ 24 เส้น คือ เป็นขาตำแหน่ง 16 เส้น และขาข้อมูล 8 เส้น ดังรูป แต่ถ้าใช้วิธีมัลติเพล็กซ์คือใช้ขา A0 - A7 เป็นขาข้อมูลด้วยคือ D0 - D7 จะใช้สายสัญญาณเพียง 16 เส้นเท่านั้น จากรูปที่ 2.6 จะเห็นว่าเมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำจะส่งสัญญาณตำแหน่ง A0 - A15 ออกมาก่อน 16 เส้น และเวลาต่อมาขา A0 - A7 จะถูกเปลี่ยนเป็น D0 - D7



รูปที่ 2.6 ไคอะแกรมกลุ่มสัญญาณที่ใช้อ่านข้อมูล

2.17 การติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก MCS – 51 จะส่งค่าตำแหน่งของหน่วยความจำออกไปก่อน ซึ่งค่าตำแหน่งจะเก็บอยู่ใน PC โดยส่งออกไปทางพอร์ท 0 และพอร์ท 2 จากนั้นเวลาต่อมาจะส่งขา ALE ให้เป็นลอจิก “0” เพื่อคงค่าตำแหน่งของ 8 บิตค่า คือ พอร์ท 0 จากนั้นจะส่งสัญญาณทางขา PSEN ให้เป็นลอจิก “0” เพื่ออ่านข้อมูลซึ่งจะได้อปโค้ด เข้าไปทางขา บัสข้อมูล คือ พอร์ท 0 ไคอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกแสดงได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ไคอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18 การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

หน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS – 51 สามารถอ่านและเขียนได้ ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS – 51 จะส่งขากำหนดตำแหน่งออกไปทางพอร์ท 0 และ พอร์ท 2 จากนั้นจะส่งขา ALE เพื่อไปคงค่าตำแหน่ง 8 บิตค่า โดยการอ่านเขียนข้อมูลนั้นจะใช้ขา RD (P3.7) และขา WR (P3.6) ตามลำดับ

2.19 กระบวนการรีเซ็ต (Reset Operation)

การรีเซ็ตหรือเริ่มต้นทำงานใหม่ของ MCS - 51 จะต้องให้ลอจิก “1” ที่ขา RST เป็นเวลา 2 คาบเวลา (1 คาบเวลา เท่ากับ 12 สัญญาณนาฬิกา) จากนั้นให้กลับเป็นลอจิก “0”



บทที่ 3

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 สเต็ปป์มอเตอร์ (STEPPING MOTOR)

สเต็ปป์มอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ ลักษณะการขับเคลื่อน จะหมุนรอบแกนได้ 360 องศา มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง แต่มีลักษณะเป็นสเต็ป โดยแต่ละสเต็ปจะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5, 1.8 หรือ 2 องศา แล้วแต่โครงสร้างของมอเตอร์ลักษณะที่ นำมอเตอร์ไปใช้ จะเป็นงานที่ต้องการตำแหน่งแม่นยำ เช่น ระบบขับเคลื่อนหัวแม่พิมพ์ในเครื่องพิมพ์ (PRINTER) ระบบขับเคลื่อนหัวอ่านในเครื่องอ่านบันทึกงานแม่เหล็ก ระบบขับเคลื่อนตำแหน่งของปากกาใน X-Y PLOTTER เป็นต้น

3.1.1 ชนิดและโครงสร้างของสเต็ปป์มอเตอร์

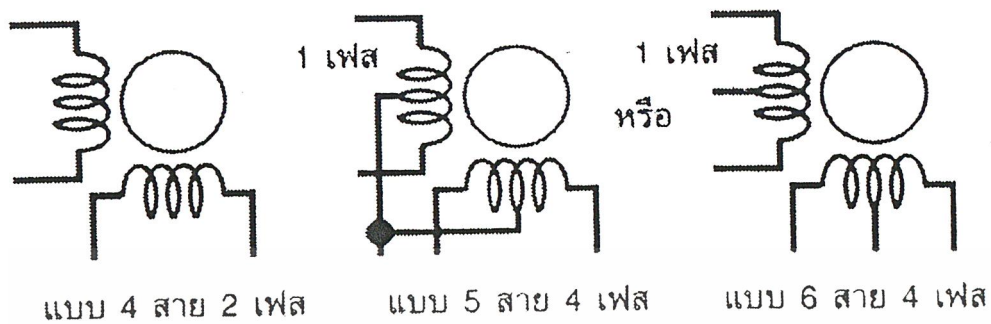
การพันขดลวดหรือ คอยล์บนสเต็ปเปอร์มอเตอร์มีอยู่ 2 วิธีคือ แบบไบโพลาร์(bipolar) และแบบ ยูนิโพลาร์(unipolar)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบไบโพลาร์มีการพันขดลวด 1 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนสเตเตอร์ถูกกำหนดโดยทิศทางของกระแสไฟฟ้า และสามารถทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามได้โดยการกลับทิศทางกระแสไฟฟ้า ซึ่งการกำหนดทิศทางกระแสและการกลับทิศทางของกระแสไฟฟ้าทำได้โดยการใช้สวิตซ์ซึ่งกลับขั้วไฟฟ้า ที่ตัวมอเตอร์จะมสายไฟต่อออกมาเพียง 4 สาย

สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์จะมีการพันขดลวด 2 ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ซึ่งแต่ละขดจะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามกัน การกลับขั้วแม่เหล็กเปลี่ยนไปมาทำได้โดยการสวิตซ์กระแสไฟฟ้าจากขดลวดขดหนึ่ง ไปยังอีกขดหนึ่งแทนเท่านั้น

วงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ทำได้ง่ายกว่าแบบไบโพลาร์เพราะมันต้องการเพียงสวิตซ์ธรรมดาในการเปิดและปิดกำลังไฟฟ้าให้กับขดลวดบนสเตเตอร์ในทิศทางหมุนได้ทันที อย่างไรก็ตามการพันขดลวดแบบยูนิโพลาร์ก็มีจุดด้อยตรงที่การพันแบบนี้จะทำให้เกิดแรงบิดน้อยกว่าแบบไบโพลาร์เพราะมีเพียงครึ่งหนึ่งของขดลวดที่ถูกกระตุ้นให้ทำงานเท่านั้น ตัวมอเตอร์จะมีสายไฟต่อออกมา 5 หรือ 6 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงการพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสตีปเปอร์มอเตอร์ ด้านซ้ายเป็นแบบไบโพลาร์ ส่วนที่เหลือนั้นเป็นแบบยูนิโพลาร์

สตีปเปอร์มอเตอร์ในปัจจุบันมี 3 ลักษณะดังนี้

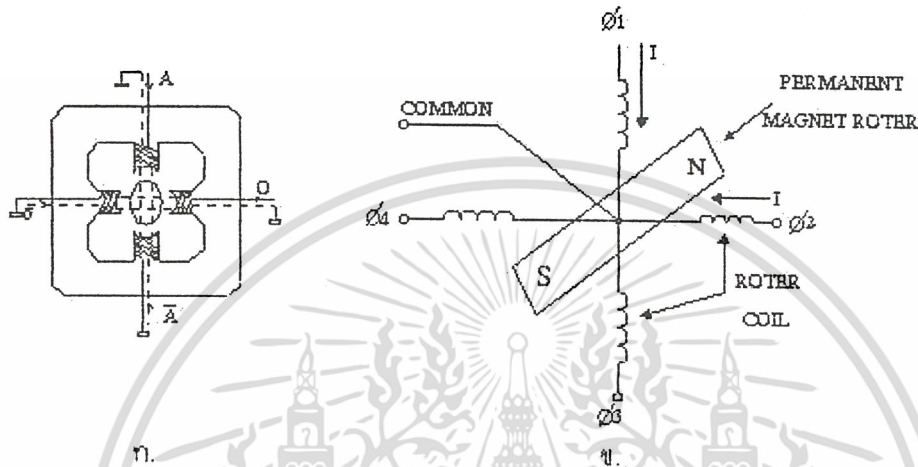
1. แบบแม่เหล็กถาวร (PERMANENT MAGNET PM) สตีปเปอร์มอเตอร์แบบ PM จะมีสเตเตอร์ (STATOR) ที่พันขดลวดไว้หลาย ๆ โพล โดยมี โรเตอร์ (ROTOR) เป็นรูปทรงกระบอกฟันเลื่อย และ โรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร เพื่อป้อนไฟกระแสตรง ให้กับขดสเตเตอร์ จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักต่อโรเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนมอเตอร์แบบ PM จะเกิดแรงผลักให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่ แม่จะไม่ได้ป้อนไฟเข้าขดลวด

2. แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (VARIABLE RELUCTANCE- VR) สตีปเปอร์มอเตอร์แบบ VR จะมีการหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระ แม่จะไม่ได้จ่ายไฟให้โรเตอร์ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติก กำลังอ่อน มีลักษณะเป็นฟันเลื่อย รูปทรงกระบอกโดยจะมีความสัมพันธ์ โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์ แรงบิดที่เกิดขึ้นจะไปหมุนโรเตอร์ ไปในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนซ์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้หลาย ๆ จุด ดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่าง ๆ ในมอเตอร์แตกต่างกันไป ก็ทำให้มอเตอร์ หมุนไปตำแหน่งต่าง ๆ กัน โรเตอร์ของ VR จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์น้อยจึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบ PM

3. แบบผสม (HYBRID-H) สตีปเปอร์มอเตอร์แบบ H จะเป็นลูกผสมของ VR กับ PM โดยจะมีสเตเตอร์คล้ายกับที่ใช้ใน VR โรเตอร์มีหมวกหุ้ม ปลายซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดีทำให้ได้มุม การหมุนและครั้งน้อยและแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิดสูงและมีขนาดกระทัดรัด และให้แรงฉุดยึดโรเตอร์นิ่งกับที่ตอนไม่จ่ายไฟ



รูปที่ 3.2 แสดง (ก) โครงสร้าง (ข) วงจรเทียบเท่า (equivalent circuit) ของมอเตอร์ ชนิด 4 ขด

เฟสที่จ่ายกระแสไฟฟ้า	ϕ_1	$\phi_1 \phi_2$	ϕ_2	$\phi_2 \phi_3$	ϕ_3	$\phi_3 \phi_4$	ϕ_4	$\phi_4 \phi_1$
ตำแหน่งโรเตอร์	↑	↗	→	↘	↓	↙	←	↖

ตารางที่ 3.3 แสดงมุมของ โรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่าง ๆ 8 ตำแหน่ง

จากลักษณะของมุม โรเตอร์หมุนกับกระแสไฟฟ้าที่ป้อนแก่เฟสต่าง ๆ จะสามารถสั่งงานให้ สเต็ปมอเตอร์หมุนได้ 3 อย่าง คือ

1. แบบจ่ายกระแสไฟให้เฟสเดียววนเวียนกันไป เรียก ONE-EXCITATION หรือ HALF DRIVE คือ f_1, f_2, f_3, f_4 การ OUT EXCITATION แบบนี้แรงบิดจะน้อย
2. แบบจ่ายกระแสไฟให้พร้อมกันทีละ 2 f เรียก TWO-EXCITATION หรือ FULL STEP คือ $f_1 f_2, f_2 f_3, f_3 f_4, f_4 f_1$ หมุนเวียนกันไปแบบนี้แรงบิดจะมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบจ่ายกระแสไฟให้ทีละ 1 เฟส สลับกับ 2 เฟส เรียก ONE-TWO EXCITATION หรือ เครื่องสแต็ป เหมือนรูปแสดงของมุมโรเตอร์ตารางที่ 2.6 แต่แบบนี้จำนวนสแต็ปทวนเข็มจะเป็นตรงกันข้าม

สแต็ป	เฟส A	เฟส B	เฟส C	เฟส D
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

ตารางที่ 3.4 แสดงการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบเวฟ

3.1.2 การตรวจสอบหาสายร่วม และสายกราวด์ ของสแต็ปมอเตอร์ แบบ PM (แบบแกนโรเตอร์ เป็นแม่เหล็กถาวร) โดยทั่วไป สแต็ปมอเตอร์ แบบ PM จะมีอยู่ 2 ชนิด

1. ชนิดที่เป็นสายร่วมภายนอก (สแต็ปมอเตอร์) แบบนี้มีสายอยู่ 6 เส้น คือ สายที่เป็นสายร่วม 2 เส้น สายที่เป็นกราวด์ 4 เส้น สายร่วม 1 เส้น จะต่อกราวด์ 2 เส้น ในการเช็คให้ใช้มิเตอร์วัดหาสายที่เป็นสายร่วมก่อน โดยการตั้งย่านการวัดของมิเตอร์ที่ $R \times 1$ จับที่สายทีละคู่ ถ้าหากวัดสายร่วมเทียบกับสายกราวด์ ได้ถูกต้องค่าความต้านทานที่อ่านได้จะน้อย แต่ถ้าวัดผิดสาย คือวัดสายกราวด์ เทียบกับกราวด์ ค่าความต้านทานที่อ่านได้จะสูงกว่าแต่ถ้าวัดสายร่วมเทียบกับสายกราวด์ ที่ไม่ใช่คู่กันแล้ว เข็มมิเตอร์ก็จะไม่กระดิก ให้ทดลองวัดเปรียบเทียบกันทีละคู่ ก็จะทราบว่าสายใดเป็นสายร่วม สายใดเป็นสาย กราวด์

2. ชนิดที่เป็นสายร่วมภายใน SP มอเตอร์ แบบนี้มีสายอยู่ 5 เส้น คือ สายที่เป็นสายร่วม 1 เส้น สายที่เป็นกราวด์ 4 เส้น ในการวัดให้ทำแบบเดียวกับการวัดสแต็ปมอเตอร์ชนิดสายร่วมภายนอกแตกต่างกัน เพียงแบบสายร่วม ภายในสายร่วม 1 เส้น สายกราวด์ 4 เส้น คั้งนั้นหากสายเส้นใดเมื่อวัดเทียบกับสายเส้นอื่น แล้วมีค่าความต้านทานน้อยที่สุดสายเส้นนั้นเป็นสายร่วม และที่เหลืออีก 4 เส้นจะเป็นสายกราวด์ การเรียงเฟสของสแต็ปมอเตอร์ แบบ PM เมื่อเราทราบว่าสายเส้นใดเป็นสายร่วมแล้วแต่เรายังไม่ทราบว่าสายกราวด์ เส้นใดเป็นเฟสที่ 1 เฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 ในการเรียงเฟสนั้นให้ใช้มิเตอร์วัดโดยนำไฟบวกเข้าที่สาย COMMON วัดเทียบกับสายกราวด์เส้นใดก็

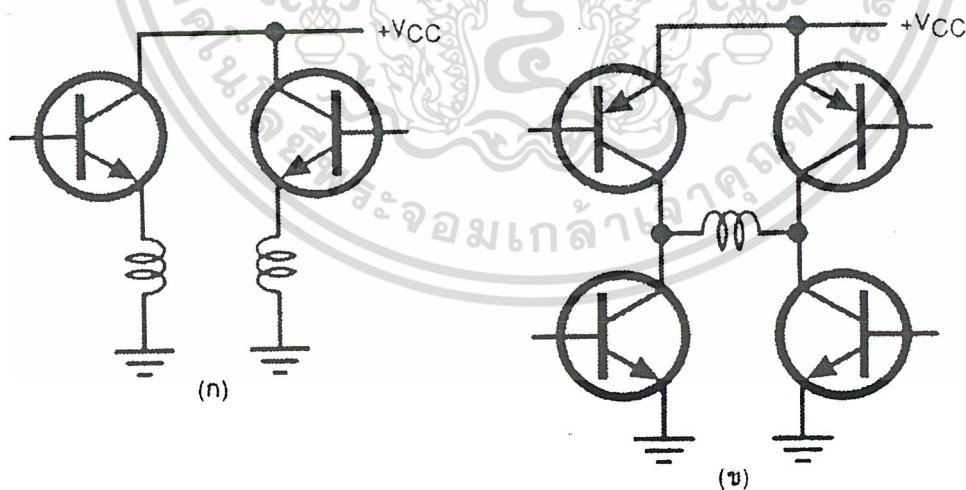
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ 1 เส้น จะทำให้แกนโรเตอร์เคลื่อนไปข้างหน้า 1 สเต็ป เมื่อเปลี่ยนสายกราวด์ เส้นแรกเป็นเส้นที่ 2 ลากมอเตอร์ไม่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าแสดงว่าการเรียงเฟสไม่ถูกต้องก็ให้วัดเทียบกับสายกราวด์เส้นใหม่ต่อไป หากมอเตอร์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าตามกัน วัดที่สายกราวด์เส้นต่อไปเรื่อย ๆ ก็จะทำให้ทราบว่าสายเส้นใดเป็นเฟสแรก สายเส้นใดเป็นเฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 การเรียงเฟสของสเต็ปมอเตอร์ แบบ PM ทั้งชนิดที่เป็นสายร่วม ภายนอกและชนิดที่เป็นสายร่วมภายใน ใช้หลักการเดียวกัน

3.1.3 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์

โดยโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์แต่ละเฟสจะถูกสร้างด้วยขดลวดเหนี่ยวนำ ดังนั้นจะต้องสร้างวงจรเพื่อขับขดลวดเหนี่ยวนำนี้ โดยทั่วไปจะใช้ทรานซิสเตอร์ในการขับกระแสโดยสามารถต่อวงจรได้ดังรูปที่ 3.5

ในการต่อใช้ทรานซิสเตอร์ในการขับกระแสเช่นนี้ ทำให้ขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กออกมาได้ แต่ถ้าหากทรานซิสเตอร์หยุดนำกระแสจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (EMF) ขึ้นภายในขดลวด แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้อาจเป็นอันตรายกับทรานซิสเตอร์ได้จึงมีการป้องกันด้วยวิธีไดโอดชัฟเฟรสเซอร์โดยนำไดโอดมาต่อขนานกับขดลวด



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ทั้ง 2 แบบ

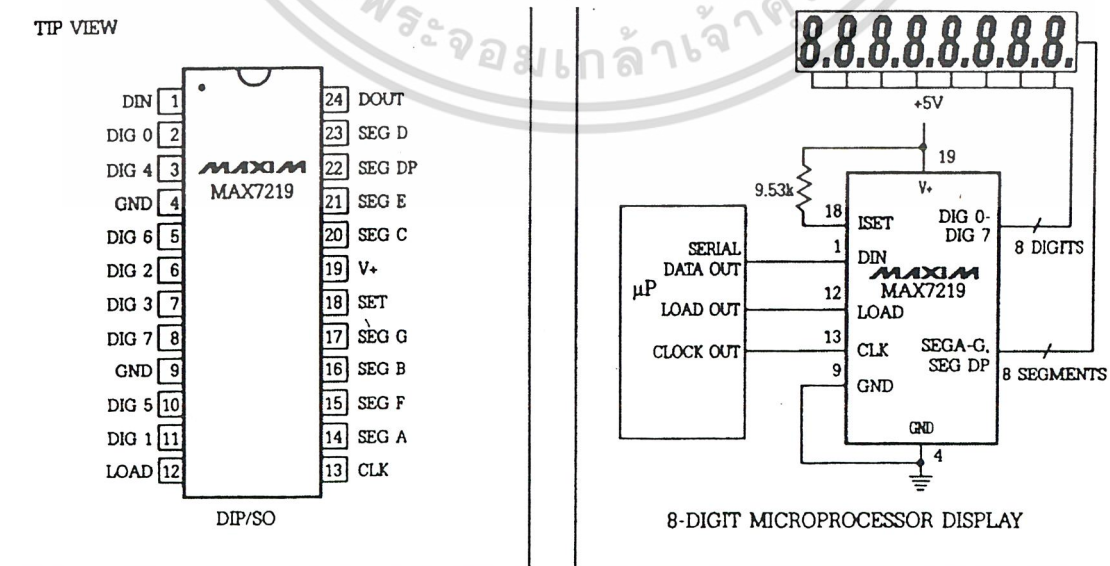
- ก). สำหรับชนิดยูนิโพลาร์ ซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์สวิทช์เพียงตัวเดียวต่อ 1 คอยล์
- ข). สำหรับชนิดไบโพลาร์ ซึ่งต้องใช้ทรานซิสเตอร์สวิทช์ 4 ตัวต่อ 1 คอยล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 MAX7219

การแสดงผลทาง LED 7 ส่วนหลายๆ หลักที่ผ่านมาจะใช้วิธีการนำ LED 7 ส่วนมาเรียงต่อกัน และใช้เทคนิคการเขียน โปรแกรมแบบการสแกน (scan) โดยให้ LED สว่างครั้งละหลัก จากนั้นให้หลักต่อไปสว่าง โดยจะทำเช่นนี้ครบทุกหลัก จากนั้นจึงเริ่มสแกนใหม่ การทำงานลักษณะนี้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องสแกนด้วยความเร็วสูง ซึ่งจะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องเสียเวลาส่วนหนึ่งไป ในหัวข้อนี้จะแนะนำไอซีเบอร์ MAX7219 ซึ่งเป็นไอซีที่สามารถใช้ในการสแกนหน่วยแสดงผลได้ โดยถ้าหากส่งข้อมูลให้กับชิปตัวนี้แล้ว วงจรภายในตัวมันจะทำการสแกนหน่วยแสดงผลให้โดยอัตโนมัติ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถใช้เวลาไปทำงานอื่นได้ ไม่ต้องเสียเวลาสแกนหน่วยแสดงผลอีกต่อไป

ชิปไอซี MAX7219 เป็นไอซีที่ถูกออกแบบมาให้รับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์แบบอนุกรม และมีวงจรขับทางเอาต์พุตให้กับหลอด LED ที่ต่อแบบคาโทดร่วม โดยสามารถต่อกับ LED 7 ส่วนได้ 8 หลัก หรือต่อกับ LED 7 ส่วนได้ 8 หลักหรือต่อกับ LED แบบเมทริกซ์ได้ 64 ดวง โดยภายในชิปจะมีวงจรสแกน วงจรถอดรหัส BCD สำหรับเปลี่ยนเป็นรูปแบบข้อมูลที่แสดงผลทาง LED 7 ส่วน และวงจรขับในแต่ละหลัก การใช้ไอซีเบอร์นี้ให้แสดงผลเป็นรูปแบบใดก็เพียงแต่ส่งข้อมูลทางอนุกรมเข้าตัวไอซีเท่านั้น โดยภายในตัวไอซีจะมีหน่วยความจำ RAM ขนาด 8x8 สำหรับข้อมูลที่ต้องการแสดงผลและส่งให้วงจรขับ สำหรับการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยมีขารับข้อมูลแบบอนุกรม ขารับสัญญาณนาฬิกา และขาไหลข้อมูล สำหรับรายละเอียดของไอซีเบอร์นี้สามารถศึกษาได้จากคู่มือของมันโดยตรง ลักษณะของชิป MAX7219 ดังรูป 3.4.1



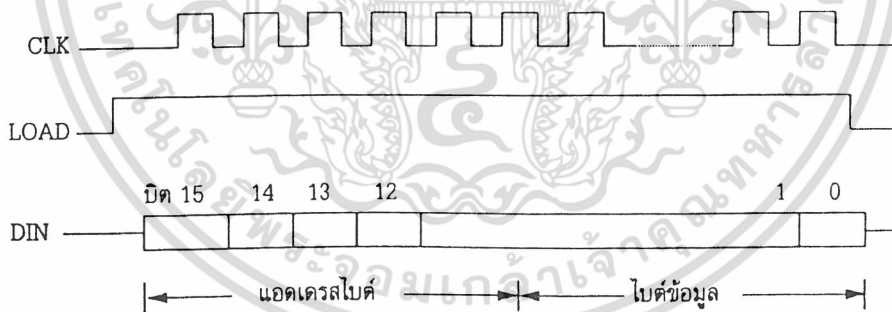
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานไอซี MAX7219 นั้น เริ่มต้นจะต้องส่งข้อมูลค่าเริ่มต้นให้กับรีจิสเตอร์ต่างๆ ภายในตัวมันก่อน เพื่อกำหนดรูปแบบการทำงาน โยรีจิสเตอร์ต่างๆ จะมีทั้งหมด 14 ตัว เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลที่จะให้แสดงผลแต่ละหลักจำนวน 8 ตัว ส่วนที่เหลือเป็นรีจิสเตอร์ควบคุม เช่นกำหนดความสว่างของ LED กำหนดว่าการสแกนนั้นจะให้สแกนถึงหลักใด กำหนดว่าจะให้วงจรถอดรหัสภายในทำการถอดรหัสสำหรับ LED 7 ส่วนหรือ ไมรีจิสเตอร์แต่ละตัวจะมีแอดเดรสประจำตัวมัน โดยหน้าที่และแอดเดรสของรีจิสเตอร์ใน MAX7219 แสดงได้ดังตาราง ที่ 3.4.1 โดยการเขียนข้อมูลรีจิสเตอร์แต่ละตัวลงไปจะต้องเขียนครั้งละ 16 บิต โดยค่า 8 บิตบนจะเป็นค่าแอดเดรส สำหรับค่า 8 บิต ต่ำจะเป็นค่าที่ส่งให้กับรีจิสเตอร์ตัวนั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.4.2



ตารางที่ 3.4.1 รีจิสเตอร์และแอดเดรสใน MAX7219

รีจิสเตอร์	แอดเดรส	การทำงาน
NO-OP	00	ส่งข้อมูลให้ไอซีที่คอกันหลายตัว
DIGIT 0	01	ส่งข้อมูลให้หลักที่ 0
DIGIT 1	02	ส่งข้อมูลให้หลักที่ 1
DIGIT 2	03	ส่งข้อมูลให้หลักที่ 2
DIGIT 3	04	ส่งข้อมูลให้หลักที่ 3
DIGIT 4	05	ส่งข้อมูลให้หลักที่ 4
DIGIT 5	06	ส่งข้อมูลให้หลักที่ 5
DIGIT 6	07	ส่งข้อมูลให้หลักที่ 6
DIGIT 7	08	ส่งข้อมูลให้หลักที่ 7
DECODE MODE	09	กำหนดว่าจะให้มีการถอดรหัสข้อมูลหรือไม่
INTENSITY	0A	กำหนดความสว่างของหลอด LED
SCAN LIMIT	0B	กำหนดจำนวนหลักที่ต้องการให้การสแกนไปถึง
SHUTDOWN	0C	กำหนดการ Shutdown
DISPLAY TEST	0F	ทดสอบการแสดงผล



รูปที่ 3.4.2 ไคอะแกรมเวลาการส่งข้อมูลให้ไอซี MAX7219

ถ้าหากนำ MAX7219 ไปต่อกับ LED 7 ส่วน การให้ LED แต่ละหลักแสดงเป็นตัวเลขต่างๆ นั้นจะต้องส่งไบต์ข้อมูลให้กับหน่วยความจำภายในของ MAX7219 ดังตารางที่ 3.4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4.2 ข้อมูลที่ต้องส่งให้กับบริจิสเตอร์ภายใน โดยแสดงถึงการแสดงผลในแต่ละเซกเมนต์

ปกวเลข	A	B	C	D	E	F	G	คาบหรือมุด
0	1	1	1	1	1	1	0	7EH
1	0	1	1	0	0	0	0	30H
2	1	1	0	1	1	0	1	6DH
3	1	1	1	1	0	0	1	79H
4	0	1	1	0	0	1	1	33H
5	1	0	1	1	0	1	1	5BH
6	1	0	1	1	1	1	1	5FH
7	1	1	1	0	0	0	0	70H
8	1	1	1	1	1	1	1	7FH
9	1	1	1	1	0	1	1	7BH
-	0	0	0	0	0	0	1	01H
E	1	0	0	1	1	1	1	4FH
H	0	1	1	0	1	1	1	37H
L	0	0	0	1	1	1	0	0EH
P	1	1	0	0	1	1	1	67H
Blank	0	0	0	0	0	0	0	00H

ในการนำไอซี MAX7219 มาใช้งานนั้นควรจะออกแบบหน่วยความจำ RAM สำหรับเก็บข้อมูลที่ต้องการให้ MAX7219 สแกน(ในที่นี้จะใช้ชื่อว่า DISBUF) โดยให้หนึ่งไบต์แทนหนึ่งหลักของการแสดงผลเมื่อต้องการแสดงผลแต่ละหลักเป็นคิใดก็ให้นำรูปบการแสดงผล (จากตารางที่ 3.4.2) ไปเก็บในหน่วยความจำDISBUF นี้ก่อน จากนั้นจึงโหลดข้อมูลในDISBUF ลงสู่ชิปไอซีอีกทีหนึ่ง

3.3 การสื่อสารข้อมูล

การใช้งานคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป มีการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยส่งสัญญาณผ่านทางพอร์ตคอมพิวเตอร์ เพื่อนำข้อมูลภายในตัวคอมพิวเตอร์ส่งไปยังอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของคอมพิวเตอร์นั้นจะมีการติดต่อสื่อสารกันอยู่ 2 ลักษณะ คือ การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน และการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน และการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

ลักษณะของการสื่อสารข้อมูลแบบขนานนั้น จะเป็นการสื่อสารข้อมูลที่มีข้อมูลจะรับหรือส่ง โดยผ่านสายนำสัญญาณหรือช่องสัญญาณพร้อมกันหลาย ๆ เส้น ดังแสดงในรูป 2.1 โดยที่จำนวนของสัญญาณจะมีจำนวนไม่แน่นอนตั้งขึ้นอยู่กับโครงสร้างการประมวลผลข้อมูลระบบนั้น ๆ ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลรูปแบบนี้คือ สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้ด้วยความเร็วสูง แต่ก็มีข้อเสียคือ จะสิ้นเปลืองสายสัญญาณเป็นจำนวนมาก และถ้าใช้ในการสื่อสารข้อมูลระยะทางไกลนอกจากจะสิ้นเปลืองสายสัญญาณจำนวนมากแล้ว ยังทำให้สัญญาณถูกลดทอน ไปด้วย โดยทั่วไปแล้วการสื่อสารข้อมูลแบบขนานนิยมนำไปใช้กับการสื่อสารข้อมูลระยะทางสั้นที่ต้องการสื่อสารข้อมูลด้วยความเร็วสูง เช่น การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์รอบข้าง

3.3.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

ลักษณะของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมนั้นจะเป็นการสื่อสารที่จะทำการรับหรือส่งข้อมูลโดยใช้สายส่งจำนวนน้อย ซึ่งปกติจะใช้เพียง 1 คู่เท่านั้น คือ สายสัญญาณที่ใช้เป็นสายข้อมูล และสายกราวด์ ลักษณะของการรับหรือส่งข้อมูลนั้น ข้อมูลจะถูกส่งออกไปหรือรับเข้ามาในลักษณะบิตต่อบิต ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบกับ การสื่อสารข้อมูลแบบขนานที่จำนวนข้อมูลและอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลเท่ากันแล้ว จะพบว่า การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะต้องใช้เวลาในการรับส่งข้อมูลมากกว่า แต่เมื่อพิจารณาข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่ว่า การใช้สัญญาณน้อยกว่าและสามารถลดผลจากการลดทอนสัญญาณของสายส่งโดยอาศัยหลักการรับส่งสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียลได้

3.3.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่แบ่งทิศทางของข้อมูล

1) การสื่อสารข้อมูลในทิศทางเดียวตลอดเวลาหรือแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex) เป็นการสื่อสารข้อมูลที่มีข้อมูลสามารถส่งได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง เช่น การส่งสัญญาณภาพจากสถานีโทรทัศน์ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ หรือการส่งข้อมูลจากศูนย์บริการไปยังวิทยุติดตามตัว

2) การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางหรือแบบฮาร์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่สามารถส่งได้ 2 ทิศทาง โดยจะทำการส่งในลักษณะของการผลัดกันรับและส่ง โดยในขณะเวลาหนึ่งนั้นสัญญาณจะไปได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์แต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวที่จะเชื่อมต่อหรือสื่อสารข้อมูลในลักษณะนี้จะต้องเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง ซึ่งมีชื่อเรียกว่า ทรานซีฟเวอร์ (Tranceiver) และจะต้องมีวงจรที่จะเลือกว่า ณ เวลานั้นจะทำงานเป็นตัวรับหรือส่ง

3) การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางตลอดเวลาหรือแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่คล้ายกับแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ แต่เป็นการสื่อสารข้อมูล 2 ทิศทางได้ในเวลาเดียวกัน

3.3.4 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันนั้นได้มีการกำหนดมาตรฐานในการรับส่งข้อมูลไว้หลายแบบด้วยกัน แต่ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางก็คือ การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการในการสื่อสารข้อมูลผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์ที่มีมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นจึงได้กำหนดมาตรฐานที่เรียกว่า RS-232C ขึ้นเพื่อใช้เป็นมาตรฐานแก่อุปกรณ์ที่ถูกผลิตขึ้นจากบริษัทต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาบริษัท Bell System Operating Telephone Companies เป็นบริษัทแรกที่เป็นผู้ผลิตและติดตั้งระบบสื่อสารข้อมูลและผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการอินเทอร์เฟซ อุปกรณ์ดิจิทัลกับเครือข่ายโทรศัพท์ อุปกรณ์นี้ก็คือ Bell Modem ซึ่งถูกพัฒนาโดย Bell Laboratories และถูกใช้เป็นมาตรฐานในงานอุตสาหกรรมจนถึงปัจจุบันนี้ ดังนั้นความต้องการเกี่ยวกับข้อมูลและข้อกำหนดในการอินเทอร์เฟซกับโมเด็มจึงมีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการนี้ Bell System และผู้ผลิตโมเด็มรายอื่น ๆ จึงได้ร่วมมือกันตั้งมาตรฐาน RS-232C ขึ้น มาตรฐาน RS-232C ได้ถูกตีพิมพ์โดย EIA ในปี ค.ศ.1969 โดยตัวอักษร RS แทน “Recommended Standard” เลข 232 แทนหมายเลขของมาตรฐาน ส่วนอักษร C แสดงให้เห็นว่ามาตรฐานได้รับการแก้ไขที่ครั้ง

ตารางที่ 3.5.1 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA

พารามิเตอร์	RS-232A	RS-423A	RS-422A	RS-485
โหมดการทำงาน	single-ended	single-ended	Differential	Differential
จำนวนของตัวรับ และตัวส่งที่ ยอมรับ	1 ตัวส่ง 1 ตัวรับ	1 ตัวส่ง 10 ตัวรับ	1 ตัวส่ง 10 ตัวรับ	32 ตัวส่ง 32 ตัวรับ
ความยาวของ คู่สายสัญญาณ	50 ฟุต	4000 ฟุต	4000 ฟุต	4000 ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(bit/sec)				
แรงดันไฟฟ้า โหมครวมสูงสุด	K2.5v	K6v	+6v -2.5v	+12v -7v
Driver Output	ต่ำสุด K5v สูงสุด K15v	ต่ำสุด K3.6v สูงสุด K6v	ต่ำสุด K2v	ต่ำสุด K1.5v
Driver Load(W)	3k-7k	ต่ำสุด450	ต่ำสุด100	ต่ำสุด 60
Driver slew rate	30v/s สูงสุด		NA	NA
กระแสสูงสุดเมื่อ เอาต์พุตลัดวงจร	500mA ลัดวงจร กับ Vcc หรือ GND	150 mA ลัดวงจร กับ GND	150 mA ลัดวงจร กับ GND	150 mA ลัดวงจร กับ GND
ค่าความต้านทาน เอาต์พุตของตัว ส่ง(Ω)	NA-Power ON 300-power Off	NA-Power ON 60k-power Off	NA-Power ON 60k-power Off	120k-Power ON 120k-power Off
ค่าความต้านทาน อินพุตของตัวรับ (Ω)	3k-7k	4k	4k	12k
ความไวตัวรับ	K3v	K200mV	K200mV	K200mV

การที่มาตรฐานนี้เป็นที่นิยมใช้เนื่องจากเป็นระบบการสื่อสารข้อมูลที่ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีใช้อย่างแพร่หลายตั้งแต่ในอดีตมาจนถึงปัจจุบัน

ตารางที่ 3.5.2 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA

รูปแบบการสื่อสารข้อมูล	แบบขนาน	แบบอนุกรม
1. ระยะทาง	ปกติจะน้อยกว่า 100 ฟุต	ส่งได้ตั้งแต่ระยะทางสั้นๆ ไป ถึงระยะทางเป็นไมล์
2. ความเร็ว	อัตราความเร็วสูงมาก ใน ระยะทางไมไกลนัก กำหนดได้ เป็นจำนวนบิตต่อวินาที	อัตราความเร็วของข้อมูลที่ใช้ กันอยู่ทั่วไปจะอยู่ในช่วง 0-2 ล้านบิตต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

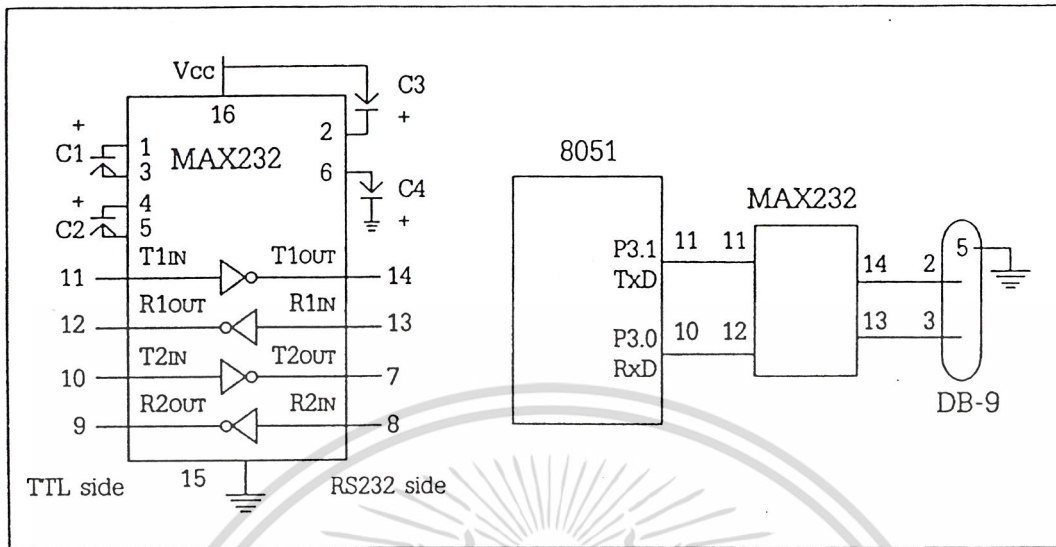
2. ความเร็ว	อัตราความเร็วสูงมาก ในระยะทางไม่ไกลนัก กำหนดได้เป็นจำนวนบิตต่อวินาที	อัตราความเร็วของข้อมูลที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะอยู่ในช่วง 0-2 ล้านบิตต่อวินาที
3. ระดับของสัญญาณ	ในการอินเตอร์เฟสจะใช้ระดับของสัญญาณที่ใช้กับอุปกรณ์ (TTL) คือสัญญาณลอจิก 1 และ 0 จะแทนด้วยระดับแรงดัน 5v และ 0v ตามลำดับ	ใช้มาตรฐานของ EIA RS-232C คือมีระดับสัญญาณไฟฟ้าขนาด 12 v หรืออาจจะใช้มาตรฐาน 20 mA current loop หรืออาจจะใช้ระดับสัญญาณ (TTL) ก็ได้
4. ความผิดพลาดของสัญญาณ	ถ้าส่งในระยะทางที่ไกลความผิดพลาดของข้อมูลจะเกิดขึ้นง่าย	ความผิดพลาดของสัญญาณจะมีน้อยลง
5. ค่าใช้จ่าย	ถ้าส่งในระยะทางที่ไกล จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก เพราะต้องใช้สายส่งสัญญาณหลายเส้น	สิ้นเปลืองน้อยกว่าหลายเท่า ถึงแม้ว่าต้องใช้อุปกรณ์เปลี่ยนสัญญาณข้อมูลแบบขนานไปเป็นแบบอนุกรมแล้วส่งผ่านสายส่งให้อุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นแบบขนานอีกก็ตาม

3.3.5 การต่อ MCS – 51 กับมาตรฐาน RS – 232

การต่อพอร์ตอนุกรมของ MCS – 51 กับมาตรฐาน RS232 นั้นเนื่องจากระดับสัญญาณของการสื่อสาร RS – 232 ไม่เป็นไปตามมาตรฐานแรงดัน TTL เราสามารถนำชิป MAX232 มาช่วยปรับระดับแรงดันให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านมาตรฐาน RS232 ได้

ขา RxD และ TxD ของ MCS-51

พอร์ตที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมของ MSC-51 จะรับส่งออกมาทางขา RxD และ TxD ซึ่งอยู่ในพอร์ต 3 (P3.0 และ P3.1) โดย TxD จะเป็นขาที่ 11 และ RxD จะเป็นขาที่ 10 การรับส่งข้อมูลกับมาตรฐาน RS – 232 เราจะต้องติดต่อผ่านขาทั้งสองนี้โดยสามารถนำไอซี MAX232 มาเชื่อมต่อได้ ดังวงจรในรูปที่ 3.5.1 ไอซีตัวนี้จะใช้ไฟเลี้ยง +5V เท่ากับไฟเลี้ยงของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



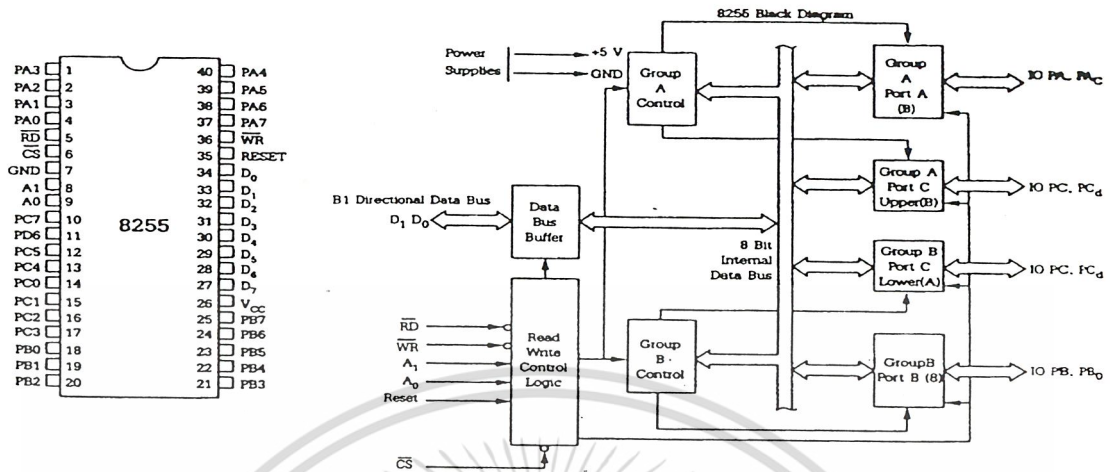
รูปที่ 3.5.1 โครงสร้างภายใน MAX232 และการเชื่อมต่อกับ MCS-51

3.4 ไอซี 8255

การเพิ่มอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตของ MCS-51 นั้น สามารถใช้ไอซีเบอร์ 8255 ซึ่งเป็นทั้งอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตในตัวที่สามารถโปรแกรมได้ด้วยซอฟต์แวร์ ทำให้สามารถใช้งานได้ดีในการเพิ่มจำนวนพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต

3.6.1 ลักษณะตัวถังและโครงสร้างภายในของ 8255

8255 จะใช้สำหรับการส่งหรือรับข้อมูลแบบขนาน ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงการทำงานของพอร์ตอินพุตให้เป็นพอร์ตเอาต์พุตได้โดยการส่งข้อมูลควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ไปให้ 8255 ก่อนที่จะเริ่มต้นทำงาน



รูปที่ 3.6.1 ไอซี 8255

จากรูปที่ 3.6.1 เป็นผังการทำงานภายในของ 8255 ซึ่งสามารถแบ่งการทำงานได้ดังนี้ คือ บล็อกที่อยู่ทางด้านขวามือของรูปเป็นส่วนที่จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดยจะใช้พอร์ต PA0-PA7, PB0-PB7, และ PC0-PC7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 สายสัญญาณเหล่านี้จะถูกแบ่งออกเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ต 3 กลุ่มคือ พอร์ต A (PA), พอร์ต B (PB), และพอร์ต C (PC)

สำหรับบล็อกกลุ่มถัดมาซึ่งอยู่บริเวณกลางคือ Group A Control และ Group B Control ซึ่งจะทำหน้าที่กำหนดการทำงานของอินพุต/เอาต์พุตทั้ง 3 พอร์ต จากรูปที่ 0.0 เราจะสังเกตเห็นว่า พอร์ต C จะประกอบด้วยพอร์ตขนาด 4 บิต จำนวน 2 พอร์ต กลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดย Group A Control และอีกกลุ่มจะถูกควบคุมโดย Group B Control เพื่อความสะดวกในการทำงาน

ส่วนบล็อกสุดท้ายคือ Data Bus Buffer และ READ/WRITE Control Logic จะเป็นส่วนที่ติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับ 8255 โดย Data Bus Buffer จะเป็นบัฟเฟอร์ให้กับบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วน READ/WRITE Control Logic จะทำหน้าที่ควบคุมให้ข้อมูลเข้าหรือออกจากรีจิสเตอร์ภายในตัวของ 8255 ได้อย่างถูกต้อง

3.4.2 รายละเอียดการจัดขาของ 8255

จากรูปที่ 3.6.1 รายละเอียดขาของ 8255 มีดังนี้ คือ

ขาสัญญาณ	รายละเอียด
D0-D7	ข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตแบบสองทิศทาง (Bi-directional Bus) ซึ่งจะเป็นทางผ่านของข้อมูลต่าง ๆ ของ 8255 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

CS (Chip Select Input) เป็นขาเลือกอุปกรณ์ให้ทำงาน เมื่อขานี้มีลอจิกเป็น 0 จะสามารถอ่าน

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หรือเขียนข้อมูลกับ 8255 ได้
RD(Read Input)	สัญญาณบอกสถานะการอ่านข้อมูลจาก 8255 จะทำงานเมื่อลอจิกเป็น 0
WR (Write Input)	สัญญาณบอกสถานะการเขียนข้อมูลจากบัสข้อมูล จากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยัง 8255 โดยจะทำงานเมื่อลอจิกเป็น 0
A0-A1(Address Input)	สัญญาณระบุตำแหน่งรีจิสเตอร์ภายในของ 8255
RESET	สัญญาณรีเซ็ตการทำงานภายในของ 8255 เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ โดยจะมีการทำงานเมื่อสถานะเป็น 1
PA0-PA7,PB0-PB7	กลุ่มของสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตขนาด 8 บิต ให้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอก
PC0-PC7	กลุ่มของสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตขนาด 8 บิต ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอก และ PC0-PC7 นี้ยังแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีขนาดบิต คือ กลุ่มแรกจะใช้ควบคุม PB0-PB7 และกลุ่มที่ 2 ใช้ควบคุม PA0-PA7

3.4.3 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ 8255

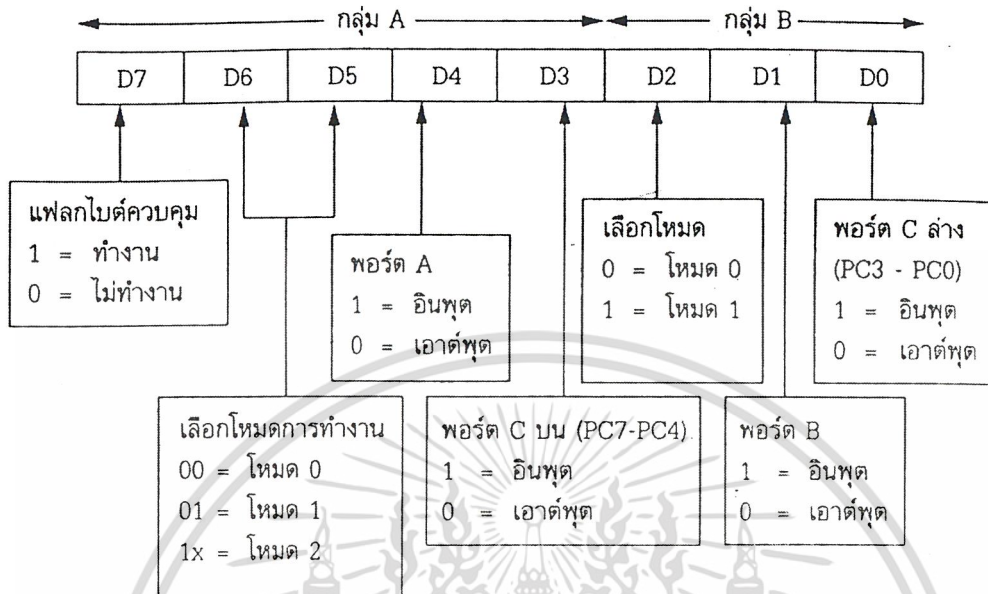
8255 มีสัญญาณแอดเดรสจำนวน 2 เส้น คือ A0 และ A1 ทำให้สามารถเลือกแอดเดรสได้ 4 แอดเดรส ซึ่งแต่ละแอดเดรสก็คือ รีจิสเตอร์หรือพอร์ตภายใน 8255 ดังแสดงในตารางที่ 3.6.1 ตารางที่ 3.6.1 แอดเดรสของพอร์ตและรีจิสเตอร์ของ 8255

A1	A0	รีจิสเตอร์หรือพอร์ต
0	0	พอร์ต A
0	1	พอร์ต B
1	0	พอร์ต C
1	1	รีจิสเตอร์ควบคุม

เมื่อทำการรวมสัญญาณ RD และ WR กับขา A0 และ A1 แล้วนั่นคือ จะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลทางขา D0-D7 กับรีจิสเตอร์หรือพอร์ตของ 8255 ดังแสดงในตารางที่ 3.6.2

ตารางที่ 3.6.2 การทำงานของ 8255 เมื่อสัญญาณ RD และ WR เป็นค่าต่างๆ

RD	WR	A0	A1	ความหมาย
0	1	0	0	เขียนข้อมูลไปยังพอร์ต A
1	0	0	0	อ่านข้อมูลจากพอร์ต A
0	1	0	1	เขียนข้อมูลไปยังพอร์ต B
1	0	0	1	อ่านข้อมูลจากพอร์ต B



รูปที่ 3.6.2 ความหมายแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ควบคุม

การใช้งาน 8255 เป็นพอร์ตขนานนั้นจะต้องโปรแกรมการทำงานให้กับรีจิสเตอร์ควบคุมเสียก่อนว่าต้องการใช้พอร์ตใดเป็นอินพุตหรือเอาต์พุต ซึ่งการใช้รีจิสเตอร์ควบคุมแสดงดังรูปที่ 3.6.2 การใช้งาน 8255 ขณะนี้จะใช้ในโหมดอินพุตและเอาต์พุต โหมด 0 เท่านั้น

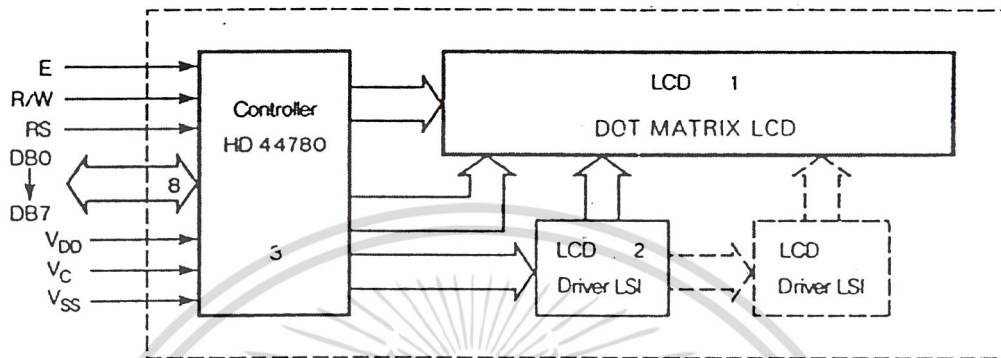
3.5 LCD module

อุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มีอยู่หลายชนิด หน่วยแสดงผลแบบ LCD (Liquid Crystal Display) ที่มีโครงสร้างเป็นแบบคอตเมทริกซ์ เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ เนื่องจากเป็นหน่วยแสดงผลที่กินพลังงานต่ำ เหมาะกับระบบที่ต้องใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ นอกจากนี้ยังเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก มีความละเอียดสูง สามารถแสดงตัวอักษรและรูปภาพได้หลายแบบ การที่จะทำให้ LCD แต่ละคอตสว่างเป็นรูปร่างหรือตัวอักษรต่างๆ นั้นจะต้องใช้วงจรขับที่มีความซับซ้อนมาในปัจจุบันจึงมีการสร้างเป็นบอร์ด LCD สำเร็จรูป (LCD MODUAL) เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานโดยโครงสร้างภายในประกอบด้วย จอภาพแบบ LCD วงจรขับสัญญาณ และตั้งควบคุม LCD การทำให้บอร์ด LCD แสดงผลลักษณะต่างๆ จะทำได้โดยการเขียนคำสั่งควบคุม และเขียนข้อมูลให้กับ LCD โมดูลเท่านั้น

3.5.1 โครงสร้างทั่วไปของ LCD โมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยแสดงผลแบบ LCD โมดูลที่พบทั่วไปในท้องตลาดจะมีโครงสร้างที่สะดวกต่อการใช้งาน โดยส่วนประกอบทั่วไปเป็นดังรูปที่ 3.7.1



รูปที่ 3.7.1 โครงสร้างทั่วไปของ LCD โมดูล

LCD module ที่กล่าวต่อไปนี้จะกล่าวถึงเฉพาะ Character LCD module ซึ่งจะเรียกย่อ ๆ ว่า LCM โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. Dot Matrix LCD : เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แสดงผล ใช้หลักการหักเหของแสงผ่านผลึก โดยจะประกอบไปด้วยจุด (pixel) เป็นจำนวนมากที่สามารถบังคับให้ติดหรือดับได้ทุกจุด
2. Driver : เป็นวงจรที่ใช้ขับ LCD ส่วนใหญ่จะใช้ชิปเปอร์ HD44110H
3. Controller : เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการทำงานทั้งหมดของ LCD module โดยจะรับข้อมูลจากภายนอกมาจัดการให้ LCD แสดงผลในรูปแบบต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะใช้ชิปเปอร์ HD44780

3.5.2 การใช้งาน character LCD module

การใช้ LCD module ผู้ใช้เพียงแต่ศึกษาและทำความเข้าใจในส่วนคอนโทรลเลอร์ของ LCM เท่านั้น เพราะส่วนนี้เป็นส่วนที่รับข้อมูลที่ต้องการแสดงผลจากวงจรภายนอก และควบคุมการทำงานทั้งหมดของ LCM โดยจะขอกกล่าวถึงเฉพาะชิปที่ใช้เป็นคอนโทรลเลอร์เบอร์ HD44780 เท่านั้น ส่วนชิปคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นส่วนใหญ่จะมีการใช้งานที่คล้ายกับเบอร์นี้

ชิปคอนโทรลเลอร์เบอร์ HD44780 เป็นชิปของบริษัท HITACHI มีการทำงานได้หลายอย่างขึ้นกับคำสั่งที่ได้รับเข้ามา โดยคำสั่งทั้งหมดมีแสดงดังตารางที่ 3.7.1

โดยทั่วไปแล้วขาต่างๆ ของ LCD โมดูลประกอบด้วย

1. RS : เนื่องจากในชิปคอนโทรลเลอร์มีรีจิสเตอร์อยู่ 2 ประเภท คือ Command regist หรือ instruction register และ data register โดยที่รีจิสเตอร์ทั้งสองจะถูกเลือก โดยสัญญาณ RS ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ LCD module ผู้ใช้เพียงแต่ศึกษาและทำความเข้าใจในส่วนคอนโทรลเลอร์ของ LCM เท่านั้น เพราะส่วนนี้เป็นส่วนที่รับข้อมูลที่ต้องการแสดงผลจากวงจรภายนอก และควบคุมการทำงานทั้งหมดของ LCM โดยจะขอกกล่าวถึงเฉพาะชิปที่ใช้เป็นคอนโทรลเลอร์เบอร์ HD44780 เท่านั้น ส่วนชิปคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นส่วนใหญ่จะมีการใช้งานที่คล้ายกับเบอร์นี้

ชิปคอนโทรลเลอร์เบอร์ HD44780 เป็นชิปของบริษัท HITACHI มีการทำงานได้หลายอย่างขึ้นกับคำสั่งที่ได้รับเข้ามา โดยคำสั่งทั้งหมดมีแสดงดังตารางที่ 3.7.1

โดยทั่วไปแล้วขาต่างๆ ของ LCD โมดูลประกอบด้วย

1. RS : เนื่องจากในชิปคอนโทรลเลอร์มีรีจิสเตอร์อยู่ 2 ประเภท คือ Command register หรือ instruction register และ data register โดยที่รีจิสเตอร์ทั้งสองจะถูกเลือก โดยสัญญาณ RS ดังนี้
สัญญาณ RS = 1 หมายถึงเลือกใช้ data register
สัญญาณ RS = 0 หมายถึงเลือกใช้ instruction register
2. R/W (Read/Write) : เป็นสัญญาณที่ใช้เลือกว่าจะเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก LCM โดยสัญญาณ R/W = 0 หมายถึงต้องการอ่านข้อมูลจาก LCM
สัญญาณ R/W = 1 หมายถึงต้องการเขียนข้อมูลไปยัง LCM
3. E (Enable) เป็นขากำหนดลักษณะการอ่านเขียนข้อมูล
4. ขา D0-D7 เป็นขาที่รับส่งข้อมูลระหว่าง LCD โมดูลกับอุปกรณ์ภายนอก

ในการทำให้ LCD โมดูลทำการแสดงผล เริ่มต้นจะต้องเขียนคำสั่งควบคุม LCD ลงไปก่อน ซึ่งจะเป็นการกำหนดให้แสดงผลในลักษณะต่างๆ จากนั้นก็ส่งรหัส ASCII ของตัวอักขระต่างๆ ที่จะแสดงผลออกไปกับ LCD

ตารางที่ 3.7.1 แสดงคำสั่งทั้งหมดของชิปคอนโทรลเลอร์ HD44780

Code	Code											Description	Execution time Faster fosc (1) Note 1	Execution time Slower fosc (2) Note 2	
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0					
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0).	82 μ s - 1.64 ms	120 μ s - 4.9 ms	
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	•	Returns the cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	40 μ s - 1.6 ms	120 μ s - 4.8 ms	
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S		Sets the cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operations are performed during data write and read.	40 μ s	120 μ s	
Display ON/OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B		Sets ON/OFF of all display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40 μ s	120 μ s	
Cursor and display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	•	•		Moves the cursor and shifts the display without changing DD RAM contents	40 μ s	120 μ s	
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	•	•		Sets interface data length (DL), number of display lines (L) and character font (F).	40 μ s	120 μ s	
Set CG RAM address	0	0	0	1	ACG								Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40 μ s	120 μ s
Set DD RAM address	0	0	1	ADD								Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40 μ s	120 μ s	
Read busy flag & address	0	1	BF	AC								Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	1 μ s	1 μ s	
Write data to CG or DD RAM	1	0	Write Data										Writes data into DD RAM or CG RAM.	40 μ s	120 μ s
Read data to CG or DD RAM	1	1	Read Data										Reads data from DD RAM or CG RAM.	40 μ s	120 μ s
	I/D = 1 : Increment (+1) I/D = 0 : Decrement (-1) S = 1 : Accumulator display shift S/C = 1 : Display shift S/C = 0 : Cursor move R/L = 1 : Shift to the right. R/L = 0 : Shift to the left. DL = 1 : 8 bits DL = 0 : 4 bits N = 1 : 2 lines N = 0 : 1 line F = 1 : 5x10 dots F = 0 : 5x7 dots BF = 1 : Internally operating BF = 0 : Can accept instruction											DD RAM : Display data RAM CG RAM : Character generator RAM ACG : CG RAM address ADD : DD RAM address AC : Address counter used for both of DD and CG RAM address.	Execution time changes when frequency changes (Example! When fosc is 270 kHz $40 \mu\text{s} \times \frac{250}{270} = 37 \mu\text{s}$		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การสร้างและการออกแบบ

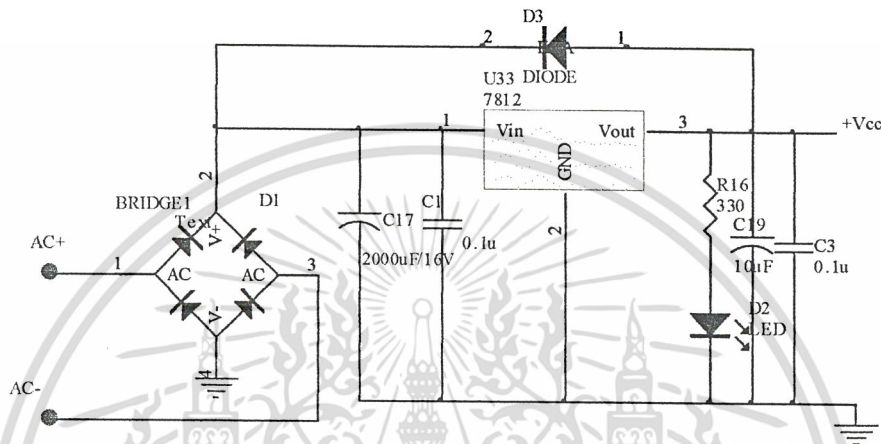
4.1 ส่วนต่างๆในการทดลอง

ในการสร้างและการออกแบบ โครงการนี้ได้เริ่มจากการแยกส่วนต่างๆที่จะต้องใช้ในการสร้างโครงการออกเป็นส่วนๆ ก่อนแล้วจึงนำส่วนต่างๆที่ได้ออกแบบนี้มารวมกันเป็นตัวโครงการต่อไปโดยส่วนต่างๆที่ได้นำมาทดลองมีดังนี้

- ภาจจ่ายไฟ (Power Supply)
- จอแสดงผลโมดูล LCD แบบตัวอักษรขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด
- การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ชุดถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ
- การควบคุมมอเตอร์กระแสตรง ชุดหัววัดแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ
- การขับจอแสดงผล LED 7 ส่วน (7-Segment) โดยไอซี MAX 7219
- การนำไอซี 8255 มาเชื่อมต่อกับ MCS-51 เพื่อ อ่านข้อมูลจากเครื่องวัดแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ
- การใช้ EEPROM สำหรับการบันทึกข้อมูล
- การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม
- ตัวตรวจจับแสง

4.2 ส่วนของภาจจ่ายไฟ

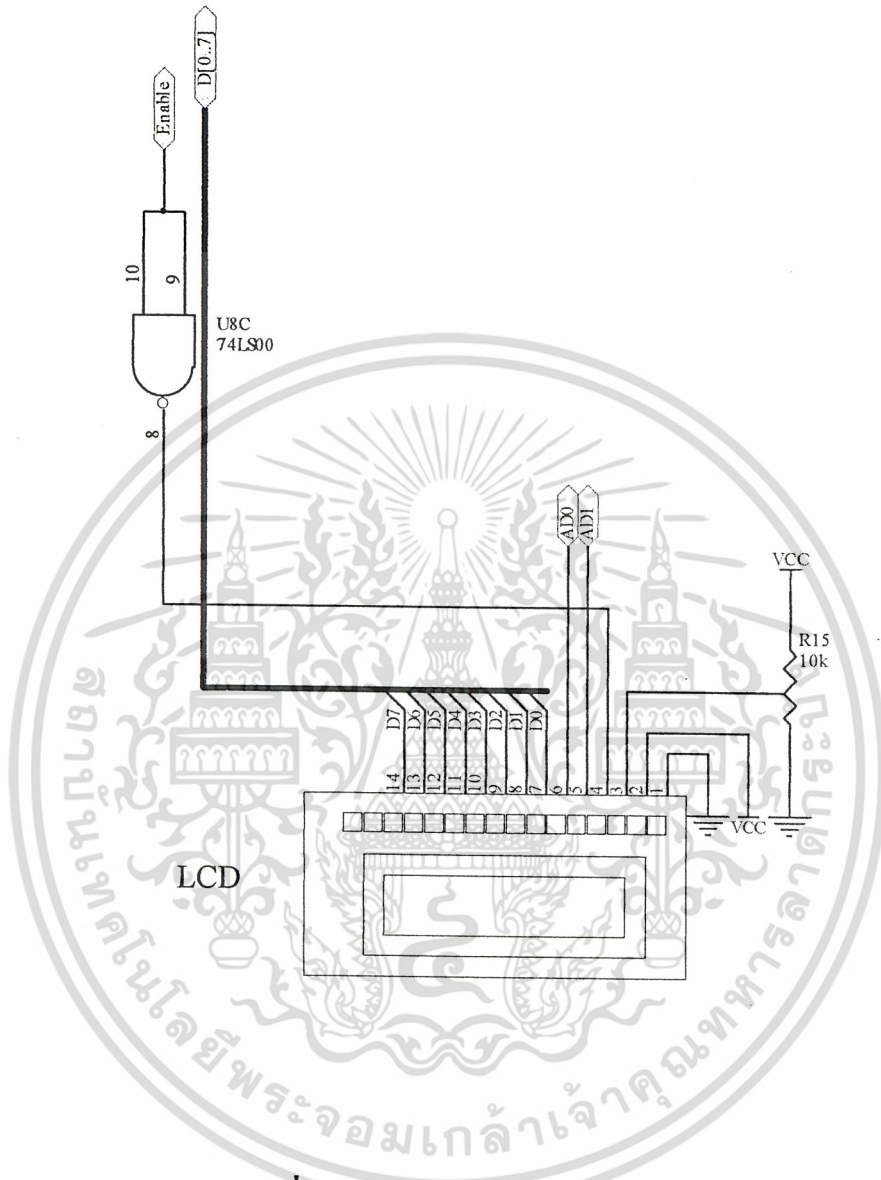
ส่วนของภาจจ่ายไฟจะมีสองส่วนคือส่วนที่จ่ายไฟให้กับวงจรในส่วนของไอซีดิจิตอลต่างๆ ขนาด 5 โวลต์ดีซี และ อีกส่วนเป็นภาจจ่ายไฟสำหรับขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ขนาดแรงดัน 12 โวลต์ดีซี พิกัดกระแส 1 แอมป์ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่ใช้ในโครงการนี้เป็นแบบยูนิโพลาร์ ที่กินกำลังประมาณ 1 แอมป์ต่อเฟสขนาดแรงดัน 12 โวลต์ และใช้ นำไอซี ขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่สามารถขับกระแสได้สูงสุด 1.5 แอมป์ ทนแรงดันได้ 35 โวลต์มาใช้ ในส่วนนี้จะกล่าวถึงภาจจ่ายไฟสำหรับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ การสร้างโดยใช้หม้อแปลงแบบมีเซ็นเตอร์แทป(Center-Tap) ขนาด 15 โวลต์ 1 แอมป์ ซึ่งเมื่อใช้วงจรเรียงกระแสแบบฟูลเวฟเซ็นเตอร์แท็ปดังรูปที่ 4.1 แล้วจะสามารถจ่ายไฟออกมาได้ที่ประมาณ 12 โวลต์



รูปที่ 4.1 แสดงวงจรของภาคจ่ายไฟ

4.3 จอแสดงผลโมดูล LCD แบบตัวอักษรขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

จอแสดงผล LCD ถูกนำมาใช้เพื่อแสดงรายการของแผงวงจรจ่ายไฟแบบเตอริ่มือถือที่จะนำมาใช้ตรวจสอบ โดยหลักการ ใช้ LCD โมดูลคั้งที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง คือ จะต้องมีการส่งรหัสควบคุมให้กับ LCD ก่อนแล้วจึงส่งรหัส ASCII ให้LCDแสดงผล ในการทดลองจะต่อวงจรทดลองดังรูปที่4.2



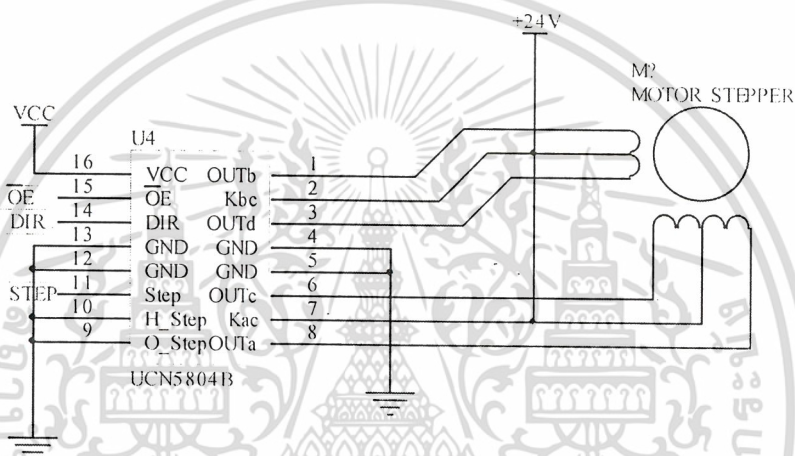
รูปที่4.2 แสดงวงจรทดลองจอแสดงผลLCD

4.4 การขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ชุดลดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ

ในการขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์นั้นเนื่องจากใช้สเต็ปเปอร์แบบยูนิโพลาร์ซึ่งกินกระแสประมาณ 1 แอมป์ต่อเฟส ใช้แรงดัน 12 V ถ้าหากจะใช้ทรานซิสเตอร์ในการขับซึ่งวงจรขับเคลื่อนในบทที่2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง นั้นจะทำให้วงจรมีขนาดใหญ่ เราจึงเลือกใช้ไอซีสำหรับขับสเต็ปเปอร์แบบยูนิโพลาร์ซึ่งสร้างขึ้นมาจากขับสเต็ปเปอร์แบบยูนิโพลาร์โดยเฉพาะเบอร์ UCN5804 ซึ่งคุณสมบัติของไอซีขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์นี้สามารถจ่ายกระแสขับเคลื่อนได้ถึง 1.5 แอมป์ และแรงดันทางเอาต์พุตได้ถึง 35 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

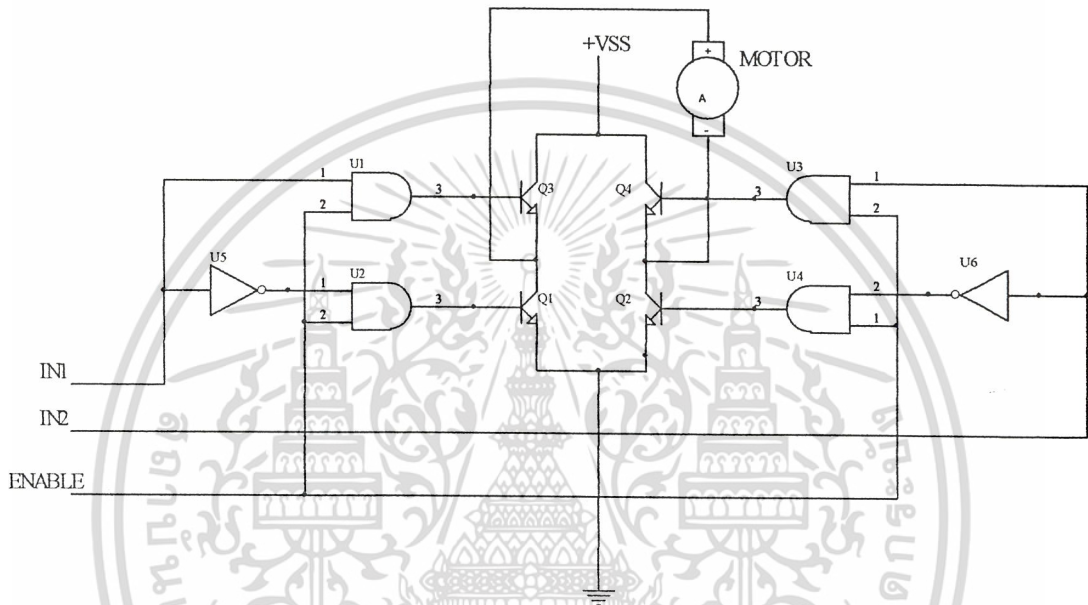
วงจรทดลองแสดงดังรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าจะใช้สัญญาณจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ 3 สัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานของ IC ได้แก่ สัญญาณนาฬิกาป้อนเข้าที่ขา CLK, สัญญาณกำหนดทิศทางการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ป้อนเข้าที่ขา DIR และสัญญาณอินเบิลให้ไอซีทำงานที่ขา OE



รูปที่ 4.3 แสดงวงจรการเชื่อมต่อ UCN5804 เข้ากับ MCS-51

4.5 การควบคุมมอเตอร์กระแสตรง ชุดหัววัดแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ

การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์จะทำโดยการควบคุมทิศทางกระแสไหลของกระแสผ่านตัวมอเตอร์นั้น วงจรในการควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนแสดงในรูปที่ 4.4 โดย IN1, IN2 และ ENABLE เป็นสัญญาณส่วนควบคุมทิศทางกระแสไหลของกระแสผ่านตัวมอเตอร์



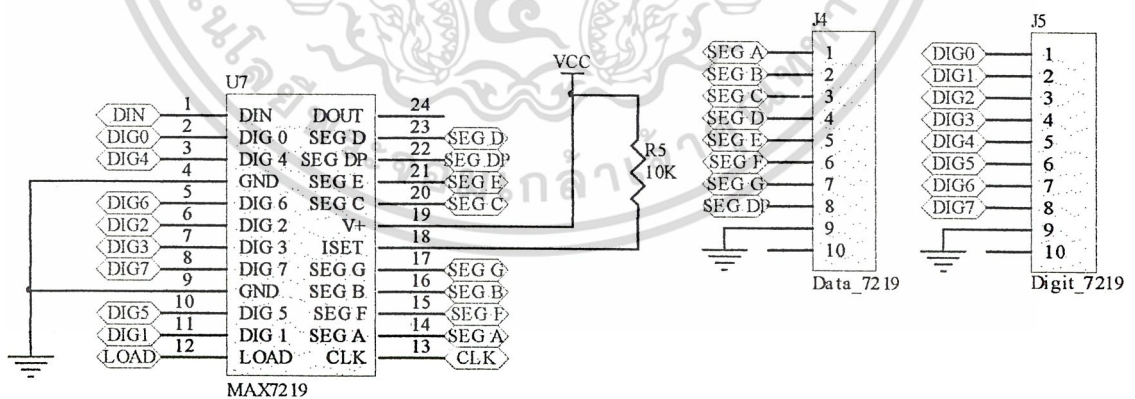
รูปที่ 4.4 วงจรควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง

4.6 การขับจอแสดงผล LED 7 ส่วน (7-Segment) โดยไอซี MAX 7219

ในการแสดงผลที่จอแสดงผล LED 7 ส่วนนั้น มีวิธีการนำข้อมูลไปแสดงที่ LED 7 ส่วนได้ 2 วิธีคือ ใช้การส่งข้อมูลไปที่ LED 7 ส่วนซึ่ง LED 7 ส่วนต้องทำงานตลอดเวลาหรือก็คือขาราวด์ของ LED 7 ส่วนต้องได้รับสัญญาณอินพุตตลอดเวลาซึ่งเรียกวิธีการเช่นนี้ว่า Static Display แต่ในกรณีที่ต้องการต่อ LED 7 ส่วนจำนวนหลายหลักนั้นต้องใช้ สายสัญญาณข้อมูลจำนวนมากในการทำให้ LED 7 ส่วนทุกหลักติดสว่างพร้อมกัน ดังนั้นในการแสดงผลหลายหลักนั้นจะใช้วิธีการหนึ่งที่สามารถแสดงผลข้อมูลที่ LED 7 ส่วนได้โดยใช้สายสัญญาณจำนวนน้อยโดยใช้หลักการของ Dynamic Display หลักการของ Dynamic Display จะใช้วิธีการส่งข้อมูลให้ LED 7 ส่วนแต่ละหลักพร้อมกันแต่จะให้ LED 7 ส่วน แต่ละหลักทำงานหรือติดสว่างไม่พร้อมกัน โดยการอินพุตสัญญาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ขาราวด์ของ LED 7 ส่วนไม่พร้อมกันแต่ทำด้วยความเร็วจนสามารถมองเห็นว่า LED 7 ส่วนติดสว่างพร้อมกันได้

ตัวโครงการที่จะสร้างขึ้นนี้จะใช้ LED 7 ส่วนจำนวน 8 หลักดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการ Dynamic Display แต่ปัญหาอย่างหนึ่งของการแสดงผลโดยหลักการของ Dynamic Display นั้นคือไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องส่งข้อมูลให้ LED 7 ส่วนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นในงานใหญ่ๆ ที่ต้องให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ส่วนอื่นด้วยนั้นจะทำให้เสียเวลาส่วนหนึ่งไปในการควบคุมอุปกรณ์อื่น LED 7 ส่วนจึงไม่สามารถแสดงผลได้อย่างต่อเนื่องจึงเกิดการกระพริบของจอแสดงผล LED 7 ส่วนได้ จากปัญหานี้เราจึงนำ ไอซี MAX7219 มาใช้ในการจับหน่วยแสดงผล LED 7 ส่วน การจับจอแสดงผลโดยใช้ไอซี MAX7219 โดยการต่อวงจรทดลองดังวงจรทดลองรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าใช้สัญญาณเพียง 3 เส้นในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้แก่ ขาสัญญาณนาฬิกา ขาโหลดข้อมูลและขาข้อมูลซึ่งใช้การส่งข้อมูลแบบอนุกรมในส่วนรายละเอียดการใช้ ไอซี MAX7219 ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

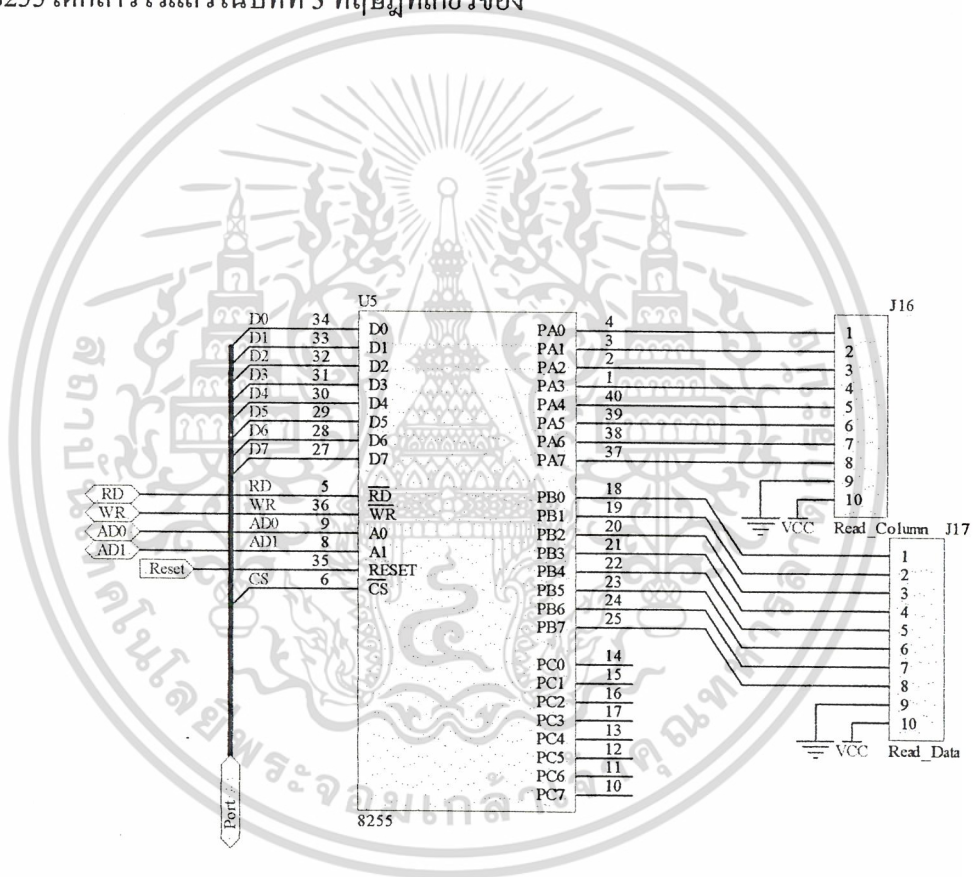


รูปที่ 4.5 วงจรทดลองการจับจอแสดงผล LED 7 ส่วน โดยใช้ไอซี MAX7219

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การนำไอซี 8255 มาเชื่อมต่อกับ MCS-51 เพื่ออ่านข้อมูลจากเครื่องวัดแรงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ

ในงานควบคุมที่ไม่ใหญ่มากนักเพียงแค่พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทั้ง 4 พอร์ตก็มากเพียงพอที่จะควบคุมอุปกรณ์ได้มากแล้วแต่หากว่าในงานควบคุมที่ใหญ่ที่ต้องควบคุมอุปกรณ์จำนวนมากแล้วนั้นพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของ MCS-51 จะไม่เพียงพอในการใช้งานดังในโครงการนี้ดังนั้นจึงได้นำไอซี 8255 มาใช้ในการขยายพอร์ตเพื่ออ่านข้อมูลจากเครื่องวัดแรงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ ซึ่งการทดลองจะแสดงดังรูปที่ 4.6 โดยรายละเอียดการใช้งานไอซี 8255 ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

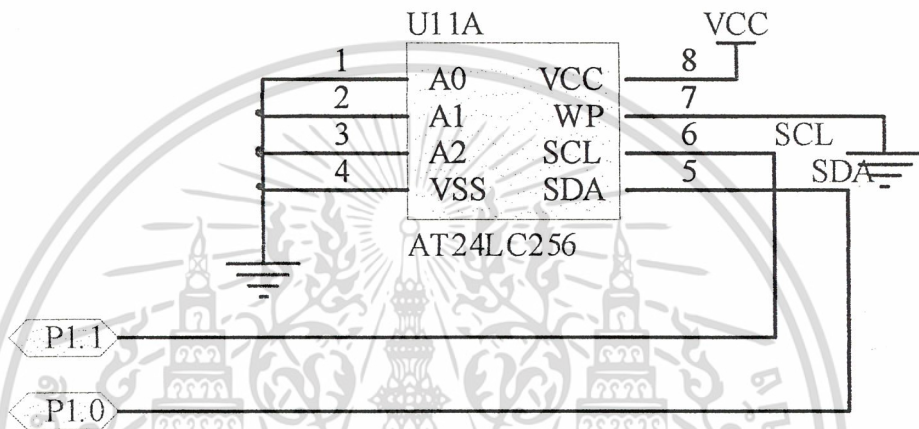


รูปที่ 4.6 แสดงการต่อ 8255 เพื่ออ่านข้อมูลจากเครื่องวัดแรงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การทดสอบการบันทึกข้อมูลโดยใช้ EEPROM

ในการทดลองนี้จะใช้ EEPROM ของบริษัท Atmel เบอร์ AT24C128 ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง บัส I²C โดยต่อวงจรทดลองตามวงจรทดลองรูปที่ 4.8

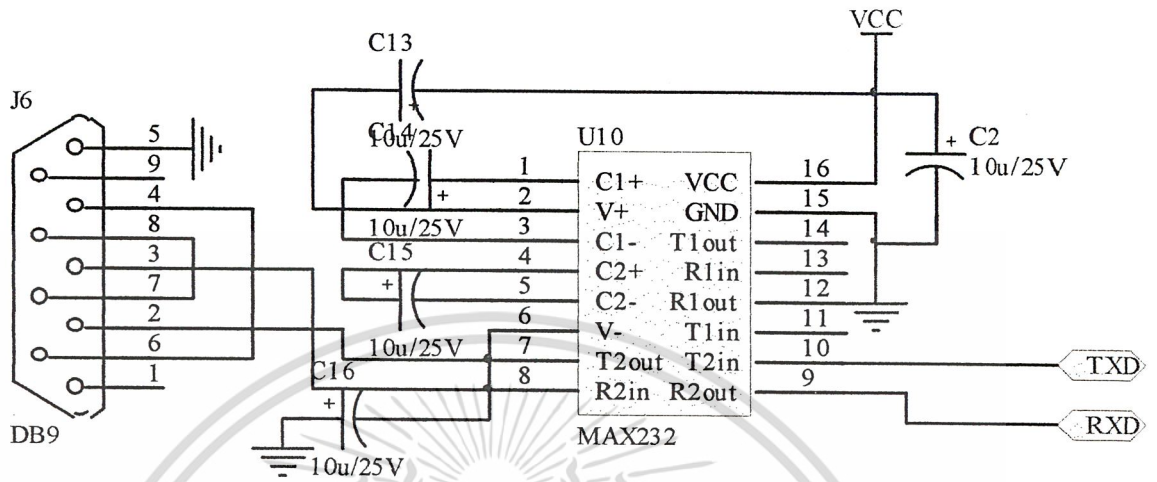


รูปที่ 4.8 การทดสอบการบันทึกข้อมูลโดยใช้ EEPROM

4.9 การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม

การใช้งานวงจรพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มักนิยมใช้ในการติดต่อเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 แต่เนื่องจากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีระดับตั้งแต่ ± 3 ถึง $\pm 12V$ ในขณะที่ระดับสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ในระดับที่ทีแอล ดังนั้นจึงต้องมีการแปลงระดับสัญญาณโดยไอซีที่ทำหน้าที่นี้คือ MAX232 จาก MAXIM

ในการทดลองการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับคอมพิวเตอร์นั้นวงจรที่ใช้ในการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.9

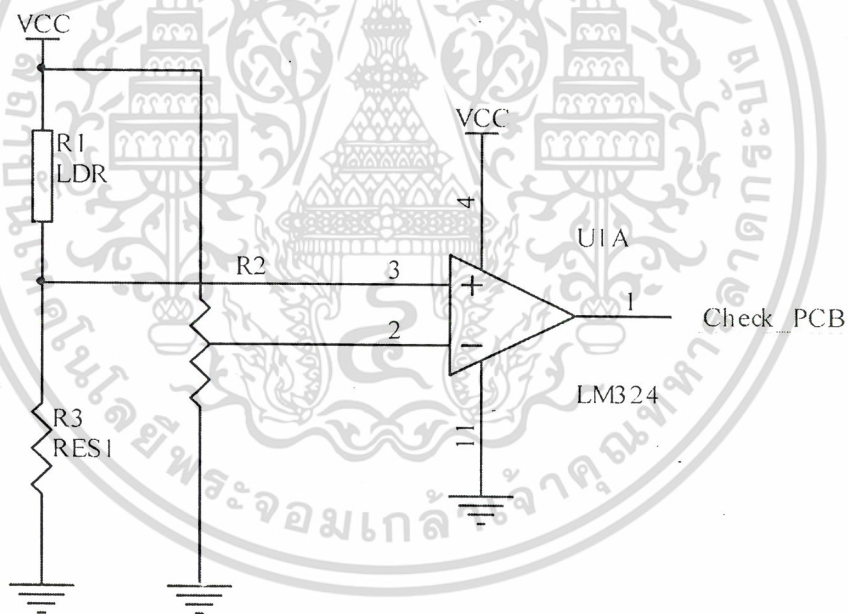


รูปที่ 4.9 วงจรเชื่อมต่อ MAX-232 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 ตัวตรวจจับแสง

ตัวตรวจจับแสงที่ใช้ในการตรวจสอบการวางแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ ได้ออกแบบใช้ LDR เนื่องจากมีคุณสมบัติในการที่เมื่อปริมาณแสงที่ตกกระทบน้อยจะทำให้มีค่าความต้านทานสูง ดังนั้นเราจึงนำมาตรวจสอบ โดย เมื่อ แผงวงจรจ่ายวางลงบนถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือแล้วจะบังแสงไม่ให้ตกกระทบบัว LDR ทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยน เมื่อนำค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงตามแสงนี้มาต่อวงจรคอมพิวเตอร์หรือเปรียบเทียบแรงดันจะทำให้ได้สัญญาณเอาต์พุต High หรือ Low ให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตรวจสอบได้

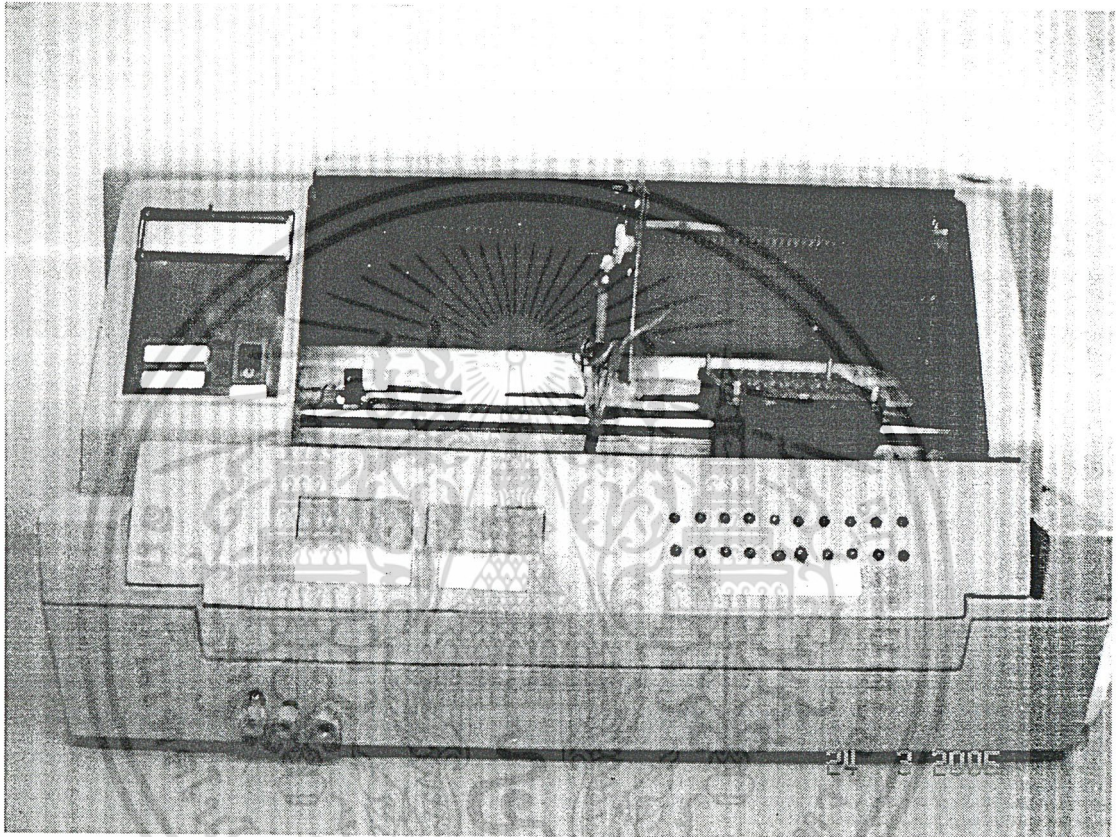


รูปที่ 4.10 วงจรตรวจจับแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง



รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะโครงงาน

จากระบบการทำงานของเครื่องมือที่ออกแบบเพื่อช่วยใช้ในการตรวจวัดแรงแจ้งจ่ายไฟ แบตเตอรี่มือถือให้ถูกต้องรวดเร็วขึ้นนั้น ในการทดลองผู้จัดทำได้ทำการทดลองในส่วนของการเคลื่อนที่ในแนวแกน X ซึ่งก็คือชุดถาดป้อนแรงแจ้งจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ และ แกน Z ซึ่งก็คือ ชุดหัววัดแรงแจ้งจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือที่ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของเครื่องมือในส่วนทางกล เป็นส่วนแรก โดยจะทำการทดลองด้วย โปรแกรมหลักซึ่งควบคุมทั้ง จอแสดงผล LCD , ชุด LED แสดงสถานะ, จอแสดงผล 7 ส่วน (7-segment) รวมทั้ง ตัวตรวจจับตำแหน่ง(sensors) ด้านหน้า , ด้านหลัง และ ตัวตรวจจับทางแสงที่ใช้ตรวจสอบการวางแรงแจ้งจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือลงบนถาดป้อนแรงแจ้งจ่ายไฟ แบตเตอรี่มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 การทดลองส่วนของการเคลื่อนที่ในแนวแกน X (ถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ)

ในการทดลองนี้เป็นการทดสอบการเคลื่อนที่ของถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือให้เคลื่อนที่ด้วยระยะทางที่ถูกต้องแม่นยำ โดยวัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อหาจำนวนสเต็ปของมอเตอร์ในการทำให้ถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่เคลื่อนที่ได้ระยะทางได้ตามที่ต้องการ โดยผลการทดลองแสดงดังตารางการทดลองที่ 5.1

จำนวนสเต็ปของมอเตอร์(สเต็ป)	ระยะทางที่วัดได้ (มิลลิเมตร)	จำนวนสเต็ปของมอเตอร์(สเต็ป)	ระยะทางที่วัดได้ (มิลลิเมตร)
100	0.0032	1100	0.0352
200	0.0064	1200	0.0384
300	0.0096	1300	0.0416
400	0.0128	1400	0.0448
500	0.0160	1500	0.0480
600	0.0192	1600	0.0512
700	0.0224	1700	0.0544
800	0.0256	1800	0.0576
900	0.0288	1900	0.0608
1000	0.0320	2000	0.0640

ตารางการทดลองที่ 5.1 แสดงผลการทดลองการหาระยะทางต่อสเต็ปของมอเตอร์แกน X

จากข้อมูลในตารางที่ 5.1 ทำให้เราสามารถหาค่าระยะทางต่อการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ได้ คือ 0.032 มิลลิเมตรต่อ 1 สเต็ป

โดยระยะทางในการเคลื่อนที่ของถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือที่เลื่อนแต่ละ 1 ช่วงวัดนั้นแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือแต่ละแบบจะมีระยะที่ไม่เท่ากัน ดังนั้น เมื่อเราทำการวัดระยะห่างที่จะให้ถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือเลื่อนแต่ละช่วงของแต่ละแบบของแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือได้แล้วนั้น เราก็ใช้ค่าระยะทางต่อสเต็ปที่ได้จากการทดลองนั้นเพื่อกำหนดให้ถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือเลื่อนได้ถูกต้องตามแต่ละแบบของแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือได้

5.2 การทดลองส่วนของการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z (ชุดหัววัดแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ)

ในการทดลองเป็นการทดลองการเคลื่อนที่ของชุดหัววัดซึ่งจะเคลื่อนที่ขึ้นและลงในแนวแกน Z มอเตอร์ที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z นั้นเป็นมอเตอร์ไฟตรงเราจึงทดสอบแรง

การกดลงของชุดหัววัดจะทำให้ขั้วโลหะสัมผัสกับพื้นผิวโลหะของแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำการวัดได้โดยไม่แรงเกินไปจนทำให้แผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือเป็นรอยหรือเบาเกินไปจนทำให้ผิวสัมผัสไม่สนิทพอที่จะวัดได้ เมื่อทำการควบคุมเวลาการไบอัสทรานซิสเตอร์ได้เวลาที่เหมาะสมแล้วทำให้การเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ทำได้น่าพอใจ

5.3 การทดลองความแม่นยำของตำแหน่งวัด

ความแม่นยำในการวัดจะเกิดขึ้นได้นั้นต้องเกิดจากการเคลื่อนที่ที่สัมพันธ์กันของการเคลื่อนที่ทั้งแนวแกน X และการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z โดยมีปัจจัยสำคัญดังต่อไปนี้คือ

5.1.3.1 ตำแหน่งของถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือที่ต้องอยู่ที่จุดเริ่มต้นอย่างถูกต้องคือหากเกิดความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งเริ่มต้นเพียงเล็กน้อยจะทำให้ตำแหน่งขั้วโลหะของชุดหัววัดจะคลาดเคลื่อนกับตำแหน่งที่ต้องการวัดบนชิ้นแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือ มีผลทำให้การวัดคลาดเคลื่อนหรือวัดได้โดยไม่ถูกต้อง

โดยตำแหน่งเริ่มต้นของถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือนั้นจะถูกกำหนดโดยตัวตรวจจับตำแหน่งซึ่งใช้ สวิตช์จำกัด(Limit Switch) ซึ่งเมื่อเริ่มการทำงานนั้นถาดป้อนจะเคลื่อนที่มาอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้น โดยอัตโนมัติ ซึ่งการทดลองส่วนของตัวตรวจจับ(sensors)จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

จากการทดสอบการทำงานนั้นถาดป้อนแผงจ่ายไฟสามารถเลื่อนมาอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้นได้ถูกต้องตามตำแหน่งที่ควรจะอยู่ก่อนเริ่มทำการวัดชิ้นแผงจ่ายไฟ ซึ่งทำให้หัววัดสามารถเคลื่อนที่ลงมาวัดชิ้นแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่ได้ในตำแหน่งที่ต้องการ

5.1.3.2 โครงสร้างของตัวเครื่องโดยเฉพาะส่วนของถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือและชุดหัววัดนั้นต้องได้รับการสร้างและการออกแบบที่มั่นคงแข็งแรง หมายถึงการเชื่อมต่อโครงสร้างหรือกลไกด้วยความมั่นคงแข็งแรงรวมถึง การวางแผงวงจรจ่ายไฟเข้ากับถาดป้อนแผงจ่ายไฟจะต้องไม่เลื่อนออกจากตำแหน่งที่จะทำให้หัววัดจากชุดหัววัดนั้นตกลงมาผิดตำแหน่งได้

ผลจากการทดสอบการทำงานนั้นส่วนของถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือนั้นค่อนข้างมั่นคงแข็งแรงดีและแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือก็ถูกล็อกเข้ากับถาดป้อนได้ดีไม่เลื่อนออกจากตำแหน่งที่จะวัด แต่ในส่วนของชุดหัววัดนั้นการยึดติดเข้ากับส่วนเครื่องนั้นไม่แข็งแรงเท่าที่ควร โดยเมื่อหัววัดเลื่อนลงมาวัดที่แผงวงจรจ่ายไฟ ขั้ววัดของชุดหัววัดสามารถที่จะขยับเลื่อนหรือไถลออกจากพื้นผิวของแผงวงจรจ่ายไฟได้ อันเนื่องมาจากการยึดชุดหัววัดที่ไม่ดีพอ

5.4 การทดลองคุณภาพของตัวตรวจจับ(sensors)

ตัวตรวจจับของเครื่องมือนี้ประกอบด้วยตัวตรวจจับด้านหน้า ตัวตรวจจับด้านหลัง ซึ่งทั้งสองตัวใช้สวิทช์แบบจำกัด(Limit Switch) และ ตัวตรวจจับการวางแผงวงจรจ่ายไฟซึ่งใช้ตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงค่าตามแสง(LDR)

สิ่งที่ได้ออกแบบไว้คือเมื่อเริ่มการทำงานโดยเลือกรายการของแผงวงจรจ่ายไฟที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นรายการให้เลือกแสดงโดย จอแสดงผล LCD ได้แล้ว ถัดไปแผงวงจรจ่ายไฟจะต้องเคลื่อนที่มายู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้น โดยอัตโนมัติโดยใช้ตัวตรวจจับด้านหน้า และจะรอจนกว่าจะมีการวางแผงวงจรจ่ายไฟซึ่งใช้ตัวตรวจจับแสง แล้วถัดไปจึงเคลื่อนที่ผ่านชุดหัววัดที่ละช่วงวัด(ช่วงระยะห่างระหว่างแผงวงจรจ่ายไฟแต่ละแถว) เพื่อให้หัววัดเคลื่อนที่ลงมาวัดที่แผงวงจรจ่ายไฟ โดยถัดไปจะเลื่อนเป็นจำนวน 10 ครั้ง ในหนึ่งครั้งที่เลื่อนจะทำการวัดแผงวงจรจ่ายไฟ 2 ชิ้น ทำให้วัดได้ 20 ชิ้น เมื่อเลื่อนครบ 10 ครั้งแล้วถัดไปจะเคลื่อนที่ต่อไปจนหยุดที่ตำแหน่งท้ายสุดของการเคลื่อนที่แกน X โดยใช้ตัวตรวจจับด้านหลัง และจะรอจนกว่าจะมีการนำแผงวงจรจ่ายไฟออกจากถาดป้อน ถัดไปถาดป้อนก็จะเคลื่อนที่กลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้นโดยอัตโนมัติ แล้ววนทำซ้ำไปเรื่อยๆจนกว่าจะเสร็จสิ้นการวัด

ผลการทดลองในส่วนของตัวตรวจจับด้านหน้าซึ่งเป็นตัวตรวจจับที่สำคัญที่สุดเพื่อ กำหนดให้ถาดป้อนแผงวงจรจ่ายไฟอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนทำการวัดแต่ละแผงวงจร โดยการทดสอบที่จะสามารถวัดตำแหน่งเริ่มต้นที่ถูกต้องได้นั้นคือ เมื่อถาดป้อนอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้นแล้ว จะต้องเคลื่อนที่เพื่อให้แผงวงจรจ่ายไฟแถวแรก(แผงวงจรจ่ายไฟ 2 ชิ้น) อยู่ในแนวเดียวกันกับชุดหัววัด ซึ่งเป็นระยะทางประมาณ ครึ่งหนึ่งของระยะเลื่อนตามแนวแกน X ทั้งหมด โดยระยะที่จะเคลื่อนที่นั้นได้จากการทดลองหาระยะต่อสตีปจากการทดลองที่ 5.1.1 ดังนั้นเมื่อถาดป้อนแผงวงจรเริ่มที่ตำแหน่งเริ่มต้นที่ถูกต้องแล้ว จะต้องเคลื่อนที่มายู่ที่ตำแหน่งหัววัด ของชุดหัววัด คือ ชิ้นแผงวงจรจ่ายไฟแถวแรกต้องอยู่ในแนวเดียวกันกับหัววัดจากชุดหัววัด จึงจะสามารถทำการวัดค่าได้อย่างถูกต้อง แต่ผลที่ได้นั้นเมื่อทดสอบแต่ละรอบนั้นถาดป้อนแผงจ่ายไฟจะมีความคลาดเคลื่อนบ้างในความสัมพันธ์กันของชุดหัววัดกับถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบบเตอร์ ถึงแม้ว่าตำแหน่งเริ่มต้นของถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบบเตอร์จะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องแล้วก็ตาม ซึ่งเกิดมาจากโครงสร้างของชุดถาดป้อนแผงจ่ายไฟที่ยังเคลื่อนที่ได้ไม่เรียบเท่าที่ควร เนื่องมาจากการออกแบบชุดถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบบเตอร์รวมถึงสตีปมอเตอร์ที่มีกำลังยังไม่เพียงพอซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

ในส่วนของตัวตรวจจับแสงที่ใช้ตรวจสอบการวางแผงจ่ายไฟแบบเตอร์มือถือนั้น ออกแบบโดยใช้ตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงค่าตามแสง(LDR)โดยการติด LDR เข้ากับถาดป้อนแผงจ่ายไฟแบบเตอร์ในแนวขนานกันกับพื้นผิวถาดป้อนซึ่งใช้สำหรับรับแผงจ่ายไฟแบบเตอร์ ดังนั้นเมื่อทำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางแผนวงจรจ่ายไฟลงบนถาดป้อนจะทำให้ไปยังแสงที่ตกกระทบกับ LDR ทำให้สามารถตรวจสอบการวางแผนจ่ายไฟได้ และจากการทดสอบตัวตรวจจับนี้สามารถทำงานได้อย่างดี

ตัวตรวจจับด้านหลังเป็นสวิทช์จำกัด ตัวตรวจจับนี้ไม่ได้มีผลกับความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือ เพียงแต่ใช้สำหรับหยุดถาดป้อนแผนจ่ายไฟเพื่อให้ผู้ใช้นำแผนวงจรจ่ายไฟที่วัดเสร็จแล้วออก ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาอย่างไรในส่วนนี้

5.5 ความเร็วในการตรวจสอบแผนจ่ายไฟแบบเตอรีมือถือ

ความเร็วในการตรวจสอบแผนจ่ายไฟแบบเตอรีมือนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ มอเตอร์แบบสเต็ปที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน X ของถาดป้อนแผนจ่ายไฟ สเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน X นี้ใช้ขนาด 12 โวลท์ เมื่อทดสอบการใช้งานจริงปรากฏว่ามีความเร็วในการเคลื่อนที่ค่อนข้างช้าอันเนื่องมาจากการนำมาขับเคลื่อนชุดถาดป้อนแผนจ่ายไฟซึ่งค่อนข้างจะมีน้ำหนัก

5.6 การบันทึกข้อมูล

เมื่อทดสอบการทำงาน โดยนำแผนวงจรจ่ายไฟแบบเตอรีมือนำมาทำการวัดเพื่อทดสอบระบบทางกลไกในขณะเดียวกันเครื่องก็ได้มีการบันทึกจำนวนที่วัดไว้ทั้งหมด โดยเมื่อกำหนดการปิดเครื่องและเปิดขึ้นใหม่เครื่องยังสามารถจดจำจำนวนที่ทำการวัดไปแล้วได้ ซึ่งจะเหมาะสมกับการนำเครื่องมือมาใช้ตรวจสอบแผนวงจรจ่ายไฟซึ่งมีจำนวนมาก ซึ่งอาจจะใช้เวลาในการวัดแบบต่อเนื่อง

5.7 การอ่านข้อมูลจากเครื่องวัดแผนจ่ายไฟแบบเตอรี

ในส่วนการทดลองนี้อยู่นอกเหนือจากขอบเขตของโครงงาน เนื่องจากผู้จัดทำได้ออกแบบวงจรไว้ให้สามารถทำการอ่านข้อมูลจากเครื่องวัดแผนวงจรจ่ายไฟแบบเตอรีมือถือได้

ในการอ่านข้อมูลจากเครื่องวัดแผนจ่ายไฟแบบเตอรีนั้นจะเป็นการอ่านข้อมูลที่แสดงที่จอแสดงผล 7 ส่วน (7 - segment) ของเครื่องวัดแผนจ่ายไฟแบบเตอรี ซึ่งทางผู้จัดทำได้ศึกษาแล้ว การแสดงผลที่ 7-segment จะใช้หลักการ Scan Display โดยใช้ไอซีเลขรหัสข้อมูล ในลักษณะของการเรียงส่งข้อมูลจำนวน 8 ชุด ซึ่งแต่ละชุดจะแสดงที่ 7-segment ได้ 2 หลัก ทำให้สามารถแสดงข้อมูลได้ 16 หลัก ทางผู้จัดทำจึงทำการนำข้อมูลจากเครื่องวัดแผนจ่ายไฟแบบเตอรี อ่านเข้ามาทางไอซีขยายพอร์ทอินพุต/เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยไอซี 8255

ผลการทดสอบไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถอ่านข้อมูลจาก จอแสดงผล 7 ส่วนจากเครื่องวัดแผนจ่ายไฟแบบเตอรีมือถือได้ แต่ว่า ผลที่อ่านได้นั้นยังไม่ถูกต้องเนื่องจากการที่ทางผู้จัดทำยังไม่สามารถเรียงลำดับข้อมูลได้อย่างถูกต้อง แต่ก็ยังเป็นประโยชน์ในการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุปโครงการ

6.1 สรุปโครงการ

จากผลการทดสอบการทำงานในส่วนต่างๆ ดังได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 5 โครงการสามารถทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติได้ คือ ช่วยให้เกิดความรวดเร็วในการตรวจวัด สามารถช่วยให้ผู้ใช้สามารถวัดแอมแปร์จอร์จ่ายไฟของแบตเตอรี่มือถือได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น โดยผู้ใช้งานต้องอ่านข้อมูลจากเครื่องวัดแอมแปร์จ่ายไฟเหมือนเดิม

6.2 ปัญหา อุปสรรค และ แนวทางแก้ปัญหา

ปัญหาและอุปสรรค สิ่งแรกที่พบคือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของภาคป้อนแอมแปร์จอร์จ่ายไฟ แบตเตอรี่มือถือที่ค่อนข้างช้า อันเนื่องมาจากมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนมีความเร็วและแรงไม่เพียงพอ แนวทางการแก้ไขทำได้โดยการเปลี่ยนมอเตอร์ที่ใช้ให้มีขนาดและแรงเพียงพอที่จะขับเคลื่อนภาคป้อนแอมแปร์จอร์จ่ายไฟ รวมถึง ภาคจ่ายไฟที่ต้องเปลี่ยนเพื่อขับเคลื่อนจะต้องสามารถจ่ายแรงดันและกระแสที่มากเพียงพอ

ปัญหาของภาคจ่ายไฟของวงจรรวมทั้งหมดที่ใช้แรงดัน 5 โวลท์ คือ เมื่อเริ่มทำการทดสอบการทำงานของเครื่องสักกระยะหนึ่ง ไอซีเร็กกูเลท แรงดัน 5 โวลท์จะร้อนมาก อันเนื่องมาจากการจ่ายกระแสที่สูง ซึ่งอุปกรณ์ที่กินกระแสสูงที่สุดเห็นจะเป็น มอเตอร์ไฟตรง ที่ใช้สำหรับชุดหัววัด แนวทางการแก้ไขจะทำโดยการสร้างภาคจ่ายไฟที่สามารถจ่ายกระแสได้สูง โดยใช้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์มาช่วยจ่ายกระแสให้กับวงจร ทำให้ไอซีเร็กกูเลท จ่ายกระแสในปริมาณที่น้อยจะทำให้ไม่เกิดความร้อนที่ไอซีเร็กกูเลท

6.3 แนวทางการพัฒนา

เนื่องจากตัวโครงการนี้เป็นลักษณะของเครื่องต้นแบบที่จะนำมาใช้ในกระบวนการเพิ่มผลผลิตของโรงงานจริง จะต้องได้รับการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพในเรื่องของการกินพลังงาน ประสิทธิภาพในการใช้งาน อาทิ เช่น การทำงานที่รวดเร็ว ถูกต้อง การตรวจสอบความถูกต้องของแอมแปร์จอร์จ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือได้ รวมถึงต้องสามารถตรวจวัดแอมแปร์จอร์จ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือได้ทุกรูปแบบ เพื่อให้เป็นเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพต่อไป

สิ่งแรกที่ต้องทำการพัฒนาคือทำให้เครื่องเป็นระบบอัตโนมัติก่อนโดยต้องสามารถตรวจสอบค่าความถูกต้องของแผงวงจรจ่ายไฟแบตเตอรี่มือถือได้ และ การแก้ปัญหาอื่นๆ ที่ได้จากการทดสอบเพื่อให้ได้เครื่องที่มีประสิทธิภาพ

อันดับต่อมาคือการสร้างชุดหัววัดให้เป็นลักษณะของการเปลี่ยนหัววัดอัตโนมัติ เพราะการที่จะวัดแผงวงจรจ่ายไฟแบบอื่นๆ ที่มีลักษณะไม่เหมือนกันจะต้องทำการเปลี่ยนหัววัดให้เหมาะสมตามแต่ละแบบ การสร้างหัววัดแบบอัตโนมัติ คือ การที่ชุดหัววัดสามารถเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่งของขั้ววัดได้เองตรงตามตำแหน่งของพื้นที่ที่ต้องการวัด ของแต่ละแบบ โดยจะต้องออกแบบระบบกลไกที่ค่อนข้างยาก ซึ่งจะต้องได้รับการสร้างและออกแบบเพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการช่วยเพิ่มผลผลิตในโรงงานต่อไป



เอกสารอ้างอิง

1. ประเมษฐ์ ประณยานันทน์, “คู่มือประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51”, บริษัท ซี เอ็ดดูเคชั่น จำกัด
2. รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล, “ภาษาแอสเซมบลีสำหรับMCS-51”,สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)
3. ผศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล, “การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี”,สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)
4. ไกรวุฒิ โรจน์ประเสริฐสุด, “บอร์ดควบคุมสแต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วยเครื่องพีซี”,วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์,ฉบับที่ 146,2538,หน้า 25-38
5. WWW.SILARESEARCH.COM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

MAX7219

General Description

The MAX7219 is a compact, serial input/output common-cathode display driver that interfaces microprocessors (μ Ps) to 7-segment numeric LED displays of up to 8 digits, bar-graph displays, or 64 individual LEDs. Included on-chip are a BCD code-B decoder, multiplex scan circuitry, segment and digit drivers, and an 8x8 static RAM that stores each digit. Only one external resistor is required to set the segment current for all LEDs.

A convenient 3-wire serial interface connects to all common μ Ps. Individual digits may be addressed and updated without rewriting the entire display. The MAX7219 also allows the user to select code-B decoding or no-decode for each digit.

The MAX7219 includes a 150 μ A low-power shutdown mode, analog and digital brightness control, a scan-limit register which allows the user to display from 1 to 8 digits, and a test mode which forces all LEDs on.

Applications

- Bar-Graph Displays
- 7-Segment Displays
- Industrial Controllers
- Panel Meters
- LED Matrix Displays

Features

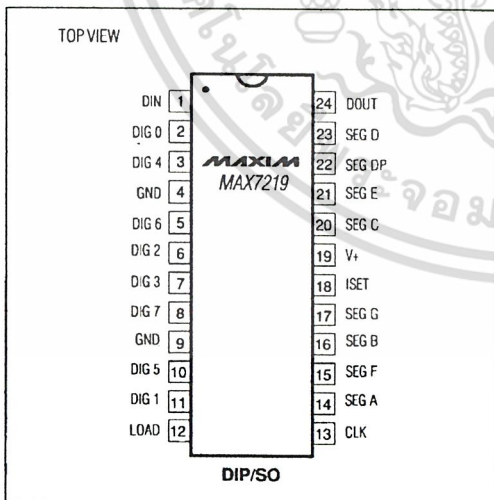
- ◆ 10MHz Serial Interface
- ◆ Individual LED Segment Control
- ◆ Decode/No-Decode Digit Selection
- ◆ 150 μ A Low-Power Shutdown (Data Retained)
- ◆ Digital and Analog Brightness Control
- ◆ Display Blanked on Power-Up
- ◆ 24-Pin DIP and SO Packages
- ◆ Drives Common-Cathode LED Display

Ordering Information

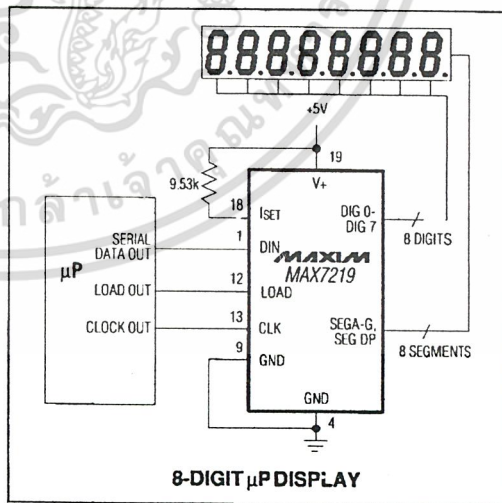
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX7219CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX7219C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX7219ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX7219ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP

* Contact factory for dice specifications.

Pin Configuration



Typical Application Circuit



Maxim Integrated Products 1

Call toll free 1-800-998-8800 for free samples or literature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V+ Voltage	7V
DIG0-DIG7 Sink Current	500mA
SEG A-G, DP Source Current	100mA
Input Voltage (any pin)	V+ + 0.3V to -0.3V
Continuous Power Dissipation (TA = +85°C)	
Narrow Plastic DIP	0.87W
Wide SO	0.76W
CERDIP	1.1W

Operating Temperature Ranges:

MAX7219C _G	0°C to +70°C
MAX7219E _G	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range	-65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10 sec)	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V+ = 5V ±10%, RSET = 9.53kΩ ±1%, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted.)

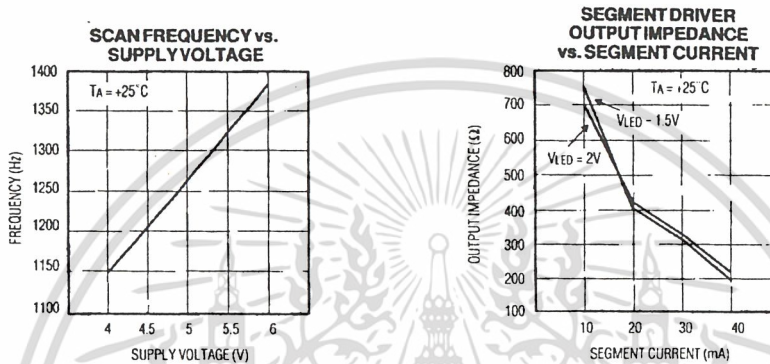
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V+		4.0		6.0	V
Shutdown Supply Current	I _Q	DIN, CLK and LOAD = GND or V+, shutdown register set to 0, TA = +25°C			150	μA
Operating Supply Current	I _{OP}	RSET = infinity			8	mA
		All segments and decimal points on, ISEGO = -40mA		330		mA
Display Scan Rate	f _{OSC}	V+ = 5V, 8 digits scanned	500	1300	2000	Hz
Digit Drive Sink Current	I _{DIGI}	TA = +25°C, V+ = 5V, V _{OUT} = 0.65V	320			mA
Segment Drive Current Source	I _{SEGO}	TA = +25°C, V+ = 5V, V _{OUT} = V+ - 1V	-30	-37	-40	mA
Segment Drive Current Matching				3.0		%
Digit Drive Source Current	I _{DIGO}	Digit off, V _{OUT} = V+ - 0.3V	-2			mA
Segment Drive Current Sink	I _{SEGI}	Segment off, V _{OUT} = 0.3V	5			mA
LOGIC INPUTS						
Input Current	I _I	DIN, CLK and LOAD VIN = 0V VIN = V+			-1 1	μA
Logic 1 Input Voltage	V _{IH}		3.5			V
Logic 0 Input Voltage	V _{IL}				0.8	V
Hysteresis Voltage		DIN, CLK, and LOAD		1.0		V
Output High Voltage	V _{OH}	DOUT I _{OUT} = -1mA, I _{OUT} = 1μA	V+ - 1.0	V+		V
Output Low Voltage	V _{OL}	DOUT, I _{OUT} = 1.6mA			0.4	V
Data-Hold Time DATAIN to Clock	t _{DH}		0	-5		ns
Data-Setup Time DATAIN To Clock	t _{DS}		25			ns
Clock-to-Serial Output Prop Delay	t _{OPD}	C _{LOAD} = 50pF			25	ns
Clock Low Time	t _{CKL}		50			ns
Clock High Time	t _{CKH}		50			ns
Data-to-Segment Prop Delay (Note 1)	t _{DSPD}	C _{LOAD} = 50pF	0		2.25	ms
Load-Rising Edge to Next Clock Rising Edge	t _{LDCK}		50			ns
Clock-to-Load Rising Edge Setup Time	t _{CKLD}		0			ns
Load Low Time	t _{LDL}		50			ns
Load High Time	t _{LDH}		50			ns

Note 1: Guaranteed by design.

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

Typical Operating Characteristics

MAX7219



Pin Description

PIN	NAME	FUNCTION
1	DIN	Serial Data Input. Data is loaded into an internal 16-bit shift register on the rising edge of CLK.
2, 3, 5-8, 10, 11	DIG0-7	8 digit drive lines that sink current from the display.
4, 9	GND	Ground (both GND pins must be connected)
12	LOAD	Load Data Input. On LOAD's rising edge, the last 16 bits of serial input data are latched.
13	CLK	Clock Input. 10MHz maximum rate. On CLK's rising edge, data is shifted into the internal shift register. On CLK's falling edge, data is clocked out of DOUT.
14-17, 20-23	SEG A-G, DP	7-segment drive and decimal point lines that source current to the display.
18	ISET	Connect to V+ through a resistor (R _{SET}) to set the peak segment current (Refer to "Selecting R _{SET} Resistor" section).
19	V+	Supply Voltage
24	DOUT	Serial Data Output. The data into DIN is valid at DOUT 16.5 clock cycles later.

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

Block Diagram

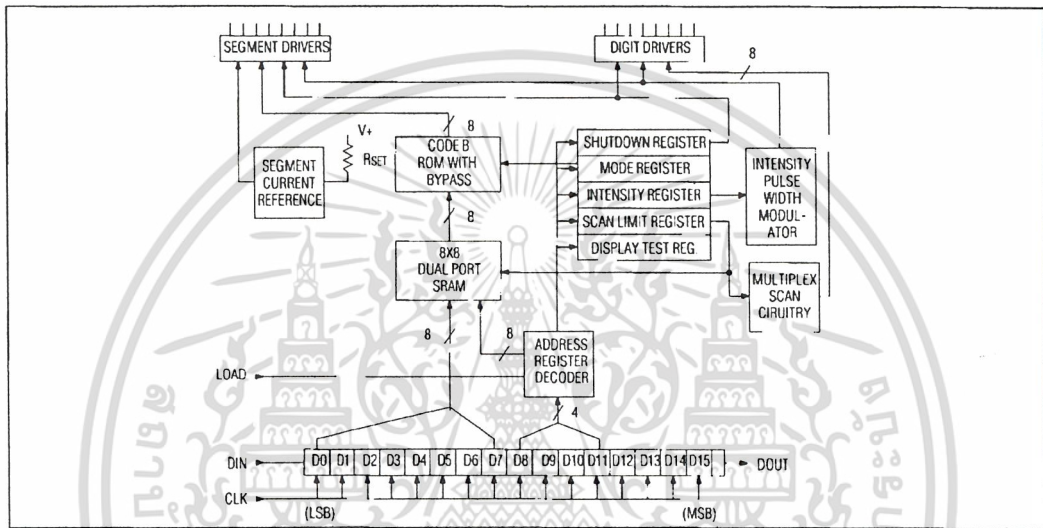


TABLE 1. SERIAL DATA FORMAT (16 BITS)

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
X	X	X	X	ADDRESS				MSB		DATA				LSB	

X = "don't care" bit

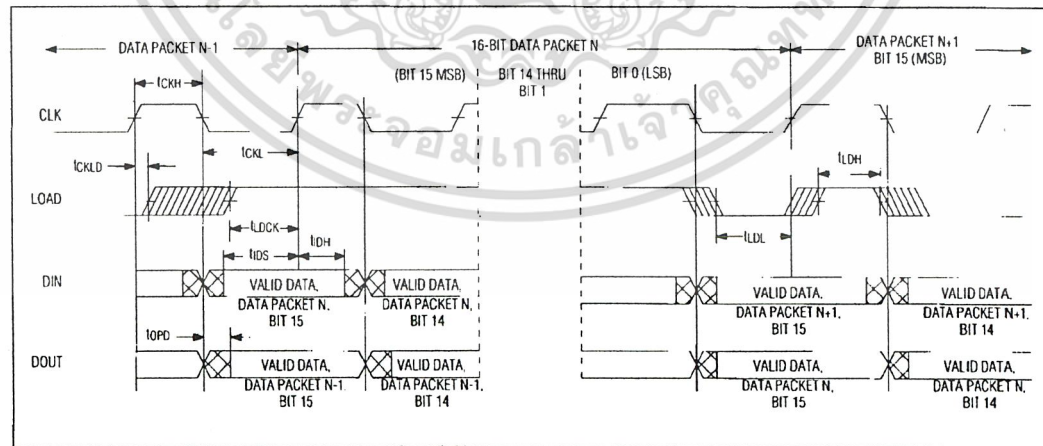


Figure 1. Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

Detailed Description

Serial Addressing Modes

Serial data at DIN, sent in 16-bit packets, is shifted into the internal 16-bit shift register with each rising edge of CLK. The data is then latched into either the digit or control registers on the rising edge of LOAD. LOAD must go high concurrently with or after the 16th rising clock edge, but before the next rising clock edge or data will be lost. Data at DIN is propagated through the shift register and appears at DOUT 16.5 clock cycles later. Data is clocked out on the falling edge of CLK. Data bits are labeled D0-D15 (Table 1). D8-D11 contain the register address, D0-D7 contain the data, and D12-D15 are "don't care" bits. The first bit received is D15, the most significant bit (MSB).

Digit and Control Registers

Table 2 lists the 14 addressable digit and control registers. The digit registers are realized with an on-chip, 8x8 dual-port SRAM. They are addressed directly so that individual digits can be updated and retain data as long as V+ typically exceeds 2V. The control registers consist of: decode mode, display intensity, scan limit (number of scanned digits), shutdown, and display test (all LEDs on). A no-operation (no-op) register is also included, which allows data to be passed from DIN to DOUT when devices are cascaded without changing the display or affecting any control registers.

Shutdown Mode

When the MAX7219 is in shutdown mode, the scan oscillator is halted, all segment current sources are pulled to ground, and all digit drivers are pulled to V+, thereby blanking the display. Data in the digit and control registers remains unaltered. Shutdown can be used to save power or as an alarm to flash the display by successively entering and leaving the shutdown mode. For minimum supply current in shutdown mode, logic inputs should be at ground or V+ (CMOS logic levels).

Typically, it takes less than 250µs for the MAX7219 to leave shutdown mode. Note that the display driver can still be programmed while in shutdown mode, and that shutdown mode can be overridden by the display-test function.

Table 4. Decode-Mode Register Examples (Address (Hex) = X9)

	REGISTER DATA								(HEX CODE)
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
NO DECODE FOR DIGITS 7-0	0	0	0	0	0	0	0	0	00
CODE B DECODE FOR DIGIT 0 NO DECODE FOR DIGITS 7-1	0	0	0	0	0	0	0	1	01
CODE B DECODE FOR DIGITS 3-0 NO DECODE FOR DIGITS 7-4	0	0	0	0	1	1	1	1	0F
CODE B DECODE FOR DIGITS 7-0	1	1	1	1	1	1	1	1	FF

Table 2. Register Address Map

REGISTER	ADDRESS					HEX CODE
	D15-D12	D11	D10	D9	D8	
NO-OP	X	0	0	0	0	X0
DIGIT 0	X	0	0	0	1	X1
DIGIT 1	X	0	0	1	0	X2
DIGIT 2	X	0	0	1	1	X3
DIGIT 3	X	0	1	0	0	X4
DIGIT 4	X	0	1	0	1	X5
DIGIT 5	X	0	1	1	0	X6
DIGIT 6	X	0	1	1	1	X7
DIGIT 7	X	1	0	0	0	X8
DECODE MODE	X	1	0	0	1	X9
INTENSITY	X	1	0	1	0	XA
SCAN LIMIT	X	1	0	1	1	XB
SHUTDOWN	X	1	1	0	0	XC
DISPLAY TEST	X	1	1	1	1	XF

Table 3. Shutdown Register Format (Address (Hex) = XC)

	ADDR CODE (HEX)	REGISTER DATA							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SHUTDOWN MODE	XC	X	X	X	X	X	X	X	0
NORMAL OPERATION	XC	X	X	X	X	X	X	X	1

Initial Power-Up

On initial power-up, all control registers are reset, the display is blanked, and the MAX7219 enters shutdown mode. Therefore the user must program the display driver prior to display use since it will initially be set to scan one digit, it will not decode data in the data registers, and the intensity register will be set to its minimum value.

Decode-Mode Register

The decode-mode register sets BCD code B (0-9, E, H, L, P, and -) or no-decode operation for each digit. Each bit in the register corresponds to one digit. A logic high selects code B decoding while a logic low bypasses the decoder. Examples of the decode mode control-register format are shown in Table 4.

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

Table 5. Code B Font

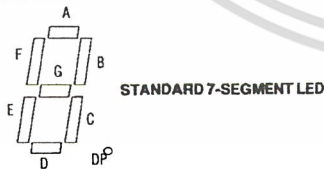
7-SEGMENT CHARACTER	REGISTER DATA						ON SEGMENTS = 1							
	D7*	D6-D4	D3	D2	D1	D0	DP*	A	B	C	D	E	F	G
0	X	0	0	0	0	0		1	1	1	1	1	1	0
1	X	0	0	0	1	0		0	1	1	0	0	0	0
2	X	0	0	1	0	0		1	1	0	1	1	0	1
3	X	0	0	1	1	1		1	1	1	1	0	0	1
4	X	0	1	0	0	0		0	1	1	0	0	1	1
5	X	0	1	0	1	0		1	0	1	1	0	1	1
6	X	0	1	1	0	0		1	0	1	1	1	1	1
7	X	0	1	1	1	1		1	1	1	0	0	0	0
8	X	1	0	0	0	0		1	1	1	1	1	1	1
9	X	1	0	0	1	0		1	1	1	1	0	1	1
.	X	1	0	1	0	0		0	0	0	0	0	0	1
E	X	1	0	1	1	1		1	0	0	1	1	1	1
H	X	1	1	0	0	0		0	1	1	0	1	1	1
L	X	1	1	0	1	0		0	0	0	1	1	1	0
P	X	1	1	1	0	0		1	1	0	0	1	1	1
blank	X	1	1	1	1	1		0	0	0	0	0	0	0

* The decimal point is set by bit D7 = 1

When the code B decode mode is used, the decoder looks only at the lower nibble of the data in the digit registers (D3-D0), disregarding bits D4-D6. D7, which sets the decimal point (SEG DP), is independent of the decoder and is positive logic (D7=1 turns the decimal point on). The code-B font is listed in Table 5.

When no-decode is selected, data bits D7-D0 correspond to the segment lines of the MAX7219. Table 6 shows the one-to-one pairing of each data bit to the appropriate segment line.

Table 6. No-decode Mode Data Bits and Corresponding Segment Lines



CORRESPONDING SEGMENT LINE	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
DP	A	B	C	D	E	F	G	

Intensity Control and Interdigit Blanking

The MAX7219 allows the display brightness to be controlled with an external resistor (RSET) connected between V+ and ISET, and digitally using the intensity register. The peak current sourced from the segment drivers will nominally be 100 times the current entering ISET. This resistor can either be fixed, or variable to allow brightness adjustment from the front panel. Its minimum value should be 9.53kΩ, which typically sets the segment current at 37mA.

Digital control of segment current is provided by an internal pulse-width modulated DAC, which is loaded from the lower nibble of the intensity register. The DAC scales the average segment current in 16 steps from a maximum of 31/32, down to 1/32 of the peak current set by RSET. The intensity register format is listed in Table 7. Maximum brightness occurs with a duty cycle of 31/32 because the interdigit blanking time is set to 1/32 of a cycle. Interdigit blanking time can be increased by decreasing the duty cycle.

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

MAX7219

Table 7. Intensity Register Format
(Address (Hex) = XA)

DUTY CYCLE	REGISTER DATA								(HEX CODE)
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
1/32 (min on)	X	X	X	X	0	0	0	0	X0
3/32	X	X	X	X	0	0	0	1	X1
5/32	X	X	X	X	0	0	1	0	X2
7/32	X	X	X	X	0	0	1	1	X3
9/32	X	X	X	X	0	1	0	0	X4
11/32	X	X	X	X	0	1	0	1	X5
13/32	X	X	X	X	0	1	1	0	X6
15/32	X	X	X	X	0	1	1	1	X7
17/32	X	X	X	X	1	0	0	0	X8
19/32	X	X	X	X	1	0	0	1	X9
21/32	X	X	X	X	1	0	1	0	XA
23/32	X	X	X	X	1	0	1	1	XB
25/32	X	X	X	X	1	1	0	0	XC
27/32	X	X	X	X	1	1	0	1	XD
29/32	X	X	X	X	1	1	1	0	XE
31/32 (max on)	X	X	X	X	1	1	1	1	XF

Scan-Limit Register

The scan-limit register sets how many digits are displayed, from 1 to 8. They are displayed in a multiplexed manner with a typical display scan rate of 1300Hz with 8 digits displayed. If fewer digits are displayed, the scan rate is $8\text{fOSC}/N$, where N is the number of digits scanned. Since the number of scanned digits affects the display brightness, the scan-limit register should not be used to blank portions of the display (such as leading zero suppression). The scan-limit register format is listed in Table 8.

If the scan-limit register is set for three digits or less, individual digit drivers will dissipate excessive amounts of power. Consequently, the value of the RSET resistor must be adjusted according to the number of digits displayed, to limit individual digit driver power dissipation. Table 9 lists the number of digits displayed and the corresponding maximum recommended segment current when the internal digit drivers are used.

Display-Test Register

The display-test register operates in two modes: normal and display test. Display-test mode turns all LEDs on by overriding – but not altering – all controls and digit registers (including the shutdown register). In display-test mode, 8 digits are scanned and the duty cycle is 31/32. Table 9 lists the display-test register format.

Table 8. Scan-Limit Register Format
(Address (Hex) = XB)

	REGISTER DATA								(HEX CODE)
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
*DISPLAY DIGIT 0 ONLY	X	X	X	X	X	0	0	0	X0
*DISPLAY DIGITS 0 & 1	X	X	X	X	X	0	0	1	X1
*DISPLAY DIGITS 0 1 2	X	X	X	X	X	0	1	0	X2
DISPLAY DIGITS 0 1 2 3	X	X	X	X	X	0	1	1	X3
DISPLAY DIGITS 0 1 2 3 4	X	X	X	X	X	1	0	0	X4
DISPLAY DIGITS 0 1 2 3 4 5	X	X	X	X	X	1	0	1	X5
DISPLAY DIGITS 0 1 2 3 4 5 6	X	X	X	X	X	1	1	0	X6
DISPLAY DIGITS 0 1 2 3 4 5 6 7	X	X	X	X	X	1	1	1	X7

* See "Scan-Limit Register" text for application.

Table 9. Maximum Segment Current for 1, 2 or 3 Digit Displays

NUMBER OF DIGITS DISPLAYED	MAXIMUM SEGMENT CURRENT
1	10mA
2	20mA
3	30mA

Table 10. Display-Test Register Format
(Address (Hex) = XF)

	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
NORMAL OPERATION	X	X	X	X	X	X	X	0
DISPLAY TEST MODE	X	X	X	X	X	X	X	1

Note: The MAX7219 remains in display-test mode (all LEDs on) until the display-test register is reconfigured for normal operation.

No-Op Register

The no-op register is used when cascading MAX7219s. Connect all devices' LOAD inputs together and connect DOUT to DIN on adjacent MAX7219s. DOUT is a CMOS logic level output that easily drives DIN of a successively cascaded MAX7219. Refer to the "Serial Addressing Modes" section for detailed information on serial input/output timing. For example, if four MAX7219s are cascaded, then to write to the fourth chip, send the desired 16-bit word, followed by three no-op codes (hex X0XX, see Table 2). When load goes high, data is latched in all devices. The first three chips receive no-op commands, and the fourth receives the intended data.

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

Applications Information

Supply Bypassing and Wiring

To minimize power-supply ripple due to the peak digit driver currents, connect a 10 μ F electrolytic and a 0.1 μ F ceramic capacitor between V+ and GND as close to the device as possible. The MAX7219 should be placed in close proximity to the LED display, and connections should be kept as short as possible to minimize the effects of wiring inductance and electromagnetic interference. Also, both GND pins must be connected to ground.

Selecting R_{SET} Resistor and Using External Drivers

The current per segment is approximately 100 times the current in ISET. To select R_{SET}, see Table 11. The MAX7219's maximum allowable segment current is 40mA. For an LED forward voltage drop of 2.5V, R_{SET} must be greater than 9.53k. For segment current levels above the MAX7219 limits, external drivers will be needed. In this application, the MAX7219 serves as only a controller for other high-current drivers or transistors. Therefore, to conserve power in the MAX7219, use R_{SET} = 47k when using external current sources as segment drivers.

The example in Figure 2 uses the MAX7219's segment drivers, a MAX333 single-pole double-throw analog switch, and external transistors to drive 4.0" AND4107SCL common-cathode displays. The 5.6V zener diode has been added in series with the decimal point LED because the decimal point LED forward voltage is typically 4.2V, while for all other segments the LED forward voltage is typically 8V. Note that since external transistors are used to sink current (DIG 0 and DIG 1 are used as logic switches), peak segment currents of 40mA are allowed even though only two digits are displayed. In applications where the MAX7219's digit drivers are used to sink current and fewer than four digits are displayed, see Table 9 which specifies the maximum allow-

Table 11. R_{SET} vs. Segment Current and LED Forward Voltage

I _{SEG} (mA)	V _{LED} (V)				
	1.5	2	2.5	3	3.5
40	11.3	10.4	9.8	8.9	7.8
30	16.3	15	14	12.9	11.4
20	26.2	24.6	22.8	20.9	18.6
10	60.1	56	51.7	47	41.9

able segment current. R_{SET} must be selected accordingly (see Table 11).

Refer to the "Power Dissipation" section to calculate acceptable limits for ambient temperature, segment current, and the LED forward-voltage drop.

Table 12. Package Thermal Resistance Data

PACKAGE	THERMAL RESISTANCE (θ_{JA})
24 Narrow DIP	+75°C/W
24 Wide SO	+85°C/W
24 CERDIP	+60°C/W
Maximum Junction Temperature (T _J) = +150°C	
Maximum Ambient Temperature (T _A) = +85°C	

Computing Power Dissipation

The upper limit for power dissipation (PD) for the MAX7219 is determined from the following equation:

$$PD = (V_+ \times 8mA) + (V_+ - V_{LED})(DUTY \times I_{SEG} \times N)$$

where:

V₊ = Supply Voltage

DUTY = Duty Cycle set by intensity register

N = number of segments driven (worst case is 8)

V_{LED} = LED forward voltage

I_{SEG} = Segment Current set by R_{SET}

Dissipation Example:

I_{SEG} = 40mA, N = 8, DUTY = 31/32, V_{LED} = 1.8V at 40mA, V₊ = 5.25V

$$PD = 5.25V(8mA) + (5.25V - 1.8V)(31/32 \times 40mA \times 8) = 1.11W$$

Thus, for a CERDIP package (θ_{JA} = +60°C/W from table 12), the maximum allowed ambient temperature T_A is given by:

$$T_{Jmax} = T_A + PD \times \theta_{JA}$$

$$+150^\circ C = T_A + 1.11W \times +60^\circ C/W$$

$$T_A = +83.4^\circ C$$

Cascading Drivers

The example in Figure 3 drives 16 digits using a 3-wire μ P interface. If the number of digits is not a multiple of 8, set both drivers' scan-limit registers to the same number so one display will not appear brighter than the other. For example, if 12 digits are needed, use 6 digits per display

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Driver

with both scan-limit registers set for 6 digits so that both displays have a 1/6 duty cycle per digit. If 11 digits are needed, set both scan-limit registers for 6 digits and leave one digit driver unconnected. If one display is set

for 6 digits and the other for 5 digits, the second display will appear brighter because its duty cycle per digit will be 1/5 while the first display's will be 1/6. Refer to the "No Op Register" section for additional information.

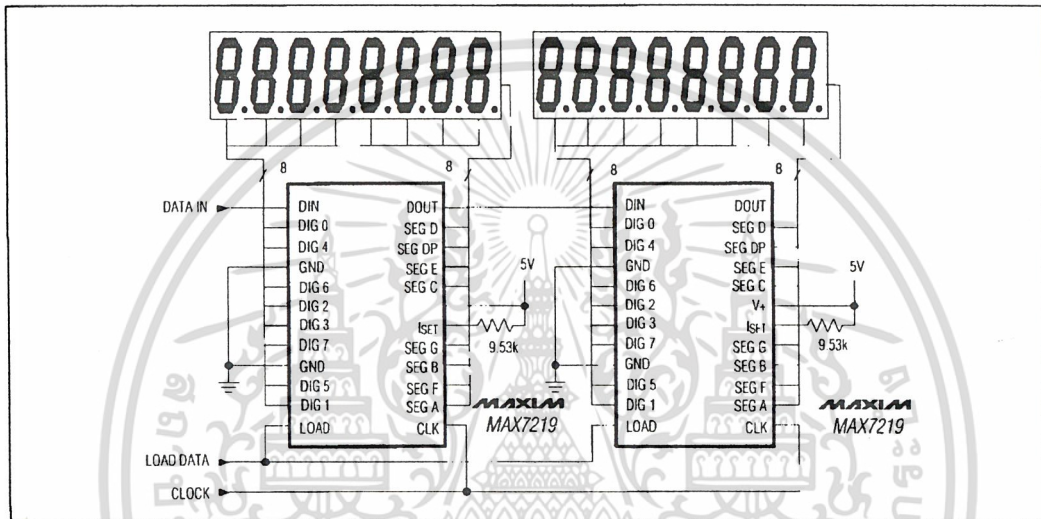
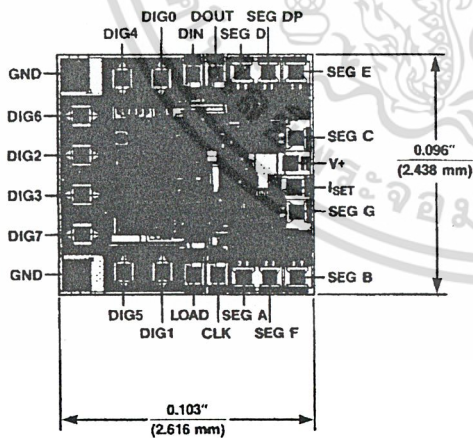


Figure 3. Cascading MAX7219s to drive 16 7-segment LED digits.

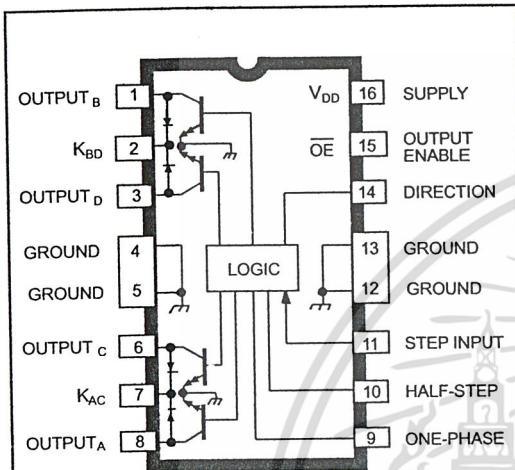
Chip Topography



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5804

BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER



Dwg. W-194

Note that the UCN5804B (dual in-line package) and UCN5804LB (small outline IC package) are electrically identical and share a common pin number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{CE}	50 V
Output Sustaining Voltage, $V_{CE(sus)}$	35 V
Output Sink Current, I_{OUT}	1.5 A
Logic Supply Voltage, V_{DD}	7.0 V
Input Voltage, V_{IN}	7.0 V
Package Power Dissipation, P_D	See Graph
Operating Temperature Range, T_A	-20°C to +85°C
Storage Temperature Range, T_S	-55°C to +150°C

Combining low-power CMOS logic with high-current and high-voltage bipolar outputs, the UCN5804B and UCN5804LB BiMOS II translator/drivers provide complete control and drive for a four-phase unipolar stepper-motor with continuous output current ratings to 1.25 A per phase (1.5 A startup) and 35 V.

The CMOS logic section provides the sequencing logic, DIRECTION and OUTPUT ENABLE control, and a power-ON reset function. Three stepper-motor drive formats, wave-drive (one-phase), two-phase, and half-step are externally selectable. The inputs are compatible with standard CMOS, PMOS, and NMOS circuits. TTL or LSTTL may require the use of appropriate pull-up resistors to ensure a proper input-logic high.

The wave-drive format consists of energizing one motor phase at a time in an A-B-C-D (or D-C-B-A) sequence. This excitation mode consumes the least power and assures positional accuracy regardless of any winding imbalance in the motor. Two-phase drive energizes two adjacent phases in each detent position (AB-BC-CD-DA). This sequence mode offers an improved torque-speed product, greater detent torque, and is less susceptible to motor resonance. Half-step excitation alternates between the one-phase and two-phase modes (A-AB-B-BC-C-CD-D-DA), providing an eight-step sequence.

The bipolar outputs are capable of sinking up to 1.5 A and withstanding 50 V in the OFF state (sustaining voltages up to 35 V). Ground-clamp and flyback diodes provide protection against inductive transients. Thermal protection circuitry disables the outputs when the chip temperature is excessive.

Both devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C. The UCN5804B is supplied in a 16-pin dual in-line plastic batwing package with a copper lead frame and heat-sinkable tabs for improved power dissipation capabilities; the UCN5804LB is supplied in a 16-lead plastic SOIC batwing package with a copper lead frame and heat-sinkable tabs.

FEATURES

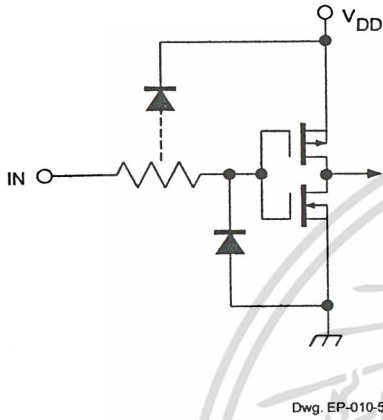
- 1.5 A Maximum Output Current
- 35 V Output Sustaining Voltage
- Wave-Drive, Two-Phase, and Half-Step Drive Formats
- Internal Clamp Diodes
- Output Enable and Direction Control
- Power-ON Reset
- Internal Thermal Shutdown Circuitry

Always order by complete part number, e.g., **UCN5804B**.

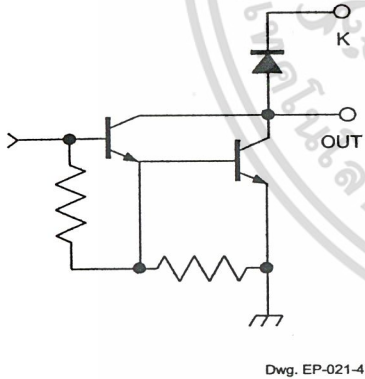


5804 BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER

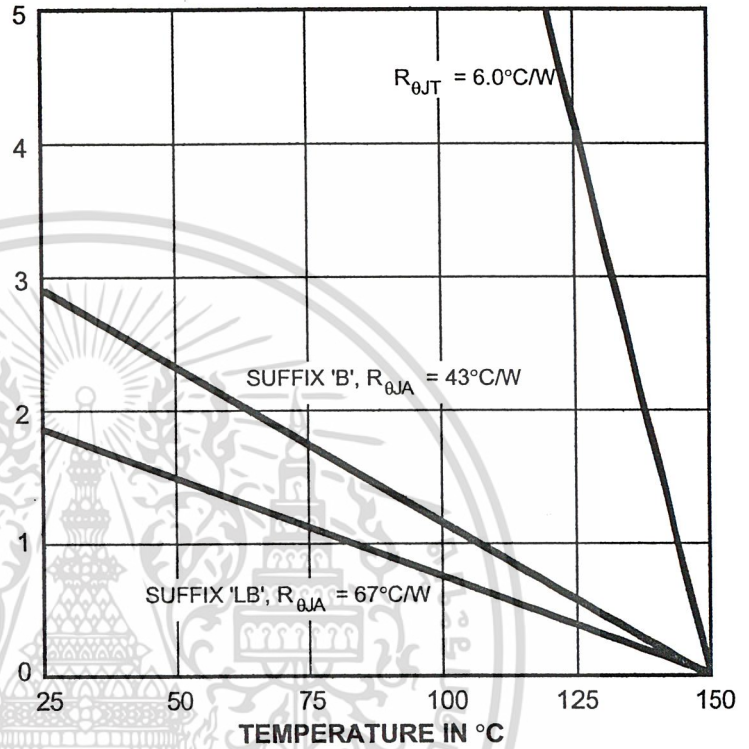
TYPICAL INPUT CIRCUIT



TYPICAL OUTPUT DRIVER



ALLOWABLE PACKAGE POWER DISSIPATION IN WATTS



TRUTH TABLE

Drive Format	Pin 9	Pin 10
Two-Phase	L	L
One-Phase	H	L
Half-Step	L	H
Step-Inhibit	H	H



115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000
Copyright © 1987, 1998, Allegro MicroSystems, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนสิทธิ์สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น การเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

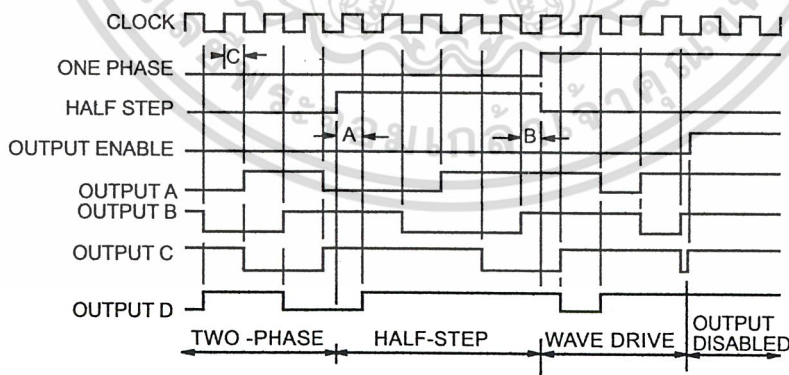
5804

BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER

ELECTRICAL CHARACTERISTICS at $T_A = 25^\circ\text{C}$, $T_J \leq 150^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 4.5\text{ V to }5.5\text{ V}$
(unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Limits			
			Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	$V_{OUT} = 50\text{ V}$	—	10	50	μA
Output Sustaining Voltage	$V_{CE(sus)}$	$I_{OUT} = 1.25\text{ A}$, $L = 3\text{ mH}$	35	—	—	V
Output Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	$I_{OUT} = 700\text{ mA}$	—	1.0	1.2	V
		$I_{OUT} = 1\text{ A}$	—	1.1	1.4	V
		$I_{OUT} = 1.25\text{ A}$	—	1.2	1.5	V
Clamp Diode Leakage Current	I_R	$V_R = 50\text{ V}$	—	10	50	μA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	$I_F = 1.25\text{ A}$	—	1.5	3.0	V
Input Current	$I_{IN(1)}$	$V_{IN} = V_{DD}$	—	0.5	5.0	μA
	$I_{IN(0)}$	$V_{IN} = 0.8\text{ V}$	—	-0.5	-5.0	μA
Input Voltage	$V_{IN(1)}$	$V_{DD} = 5\text{ V}$	3.5	—	5.3	V
	$V_{IN(0)}$		-0.3	—	0.8	V
Supply Current	I_{DD}	2 Outputs ON	—	20	30	mA
Turn-Off Delay	t_{ON}	50% Step Inputs to 50% Output	—	—	10	μs
Turn-On Delay	t_{OFF}	50% Step Inputs to 50% Output	—	—	10	μs
Thermal Shutdown Temperature	T_J		—	165	—	$^\circ\text{C}$

TIMING CONDITIONS



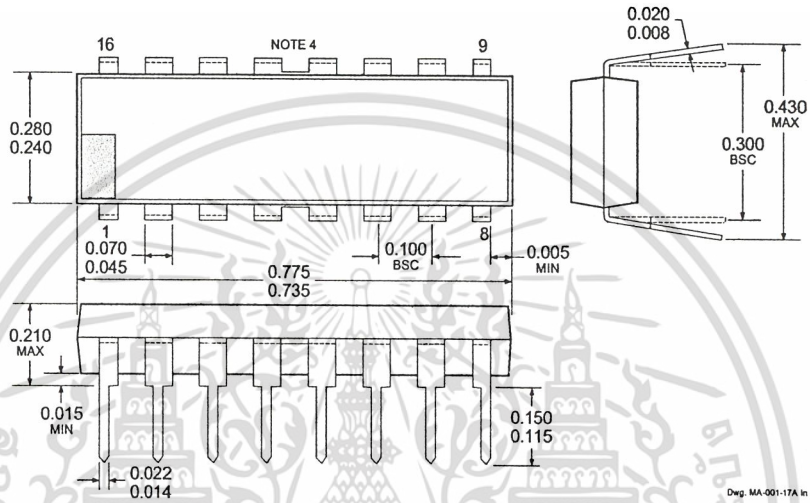
Dwg. W-110A

- A. Minimum Data Set Up Time 100 ns
- B. Minimum Data Hold Time 100 ns
- C. Minimum Step Input Pulse Width 3.0 μs

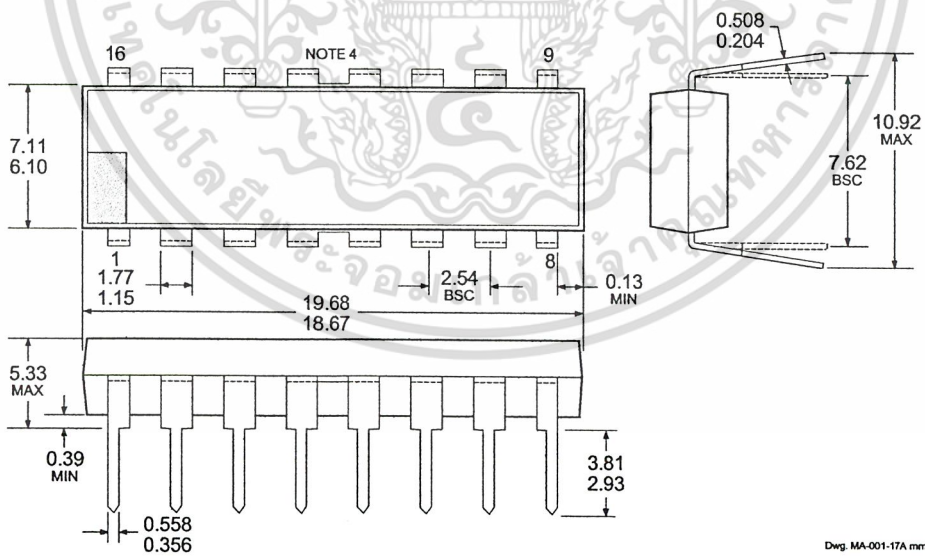
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5804
BiMOS II UNIPOLAR
STEPPER-MOTOR
TRANSLATOR/DRIVER

UCN5804B
Dimensions in Inches
(controlling dimensions)



Dimensions in Millimeters
(for reference only)



- NOTES: 1. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.
 2. Lead spacing tolerance is non-cumulative
 3. Lead thickness is measured at seating plane or below.
 4. Webbed lead frame. Leads 4, 5, 12, and 13 are internally one piece.



115 Northeast Cutoff, Box 15036

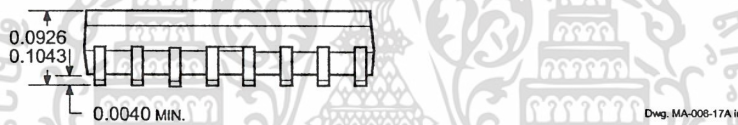
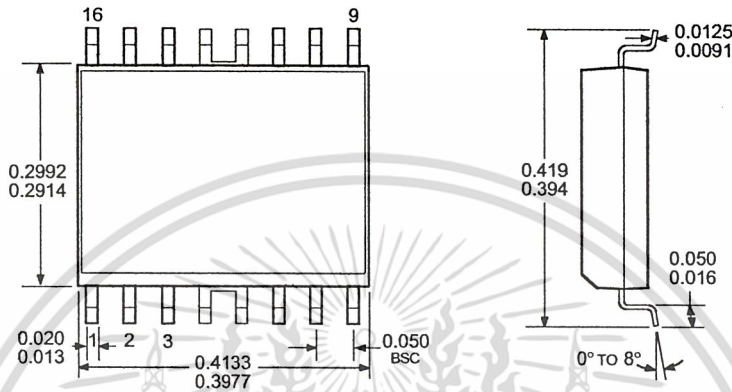
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของ Allegro MicroSystems, Inc. การใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย

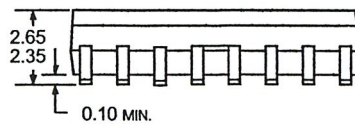
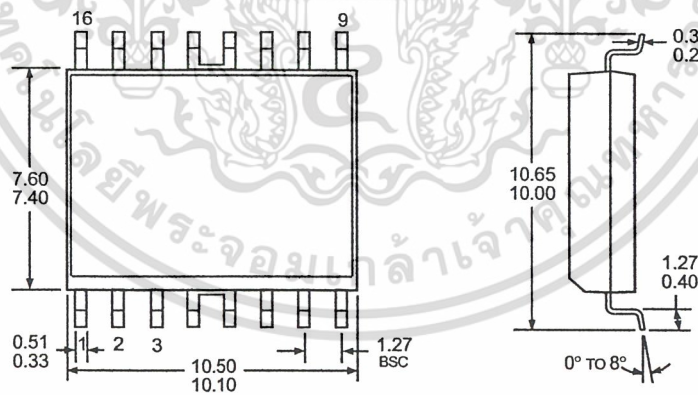
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5804
BiMOS II UNIPOLAR
STEPPER-MOTOR
TRANSLATOR/DRIVER

UCN5804LB
Dimensions in Inches
(for reference only)



Dimensions in Millimeters
(controlling dimensions)



- NOTES: 1. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.
 2. Lead spacing tolerance is non-cumulative
 3. Lead thickness is measured at seating plane or below.
 4. Webbed lead frame. Leads 4, 5, 12, and 13 are internally one piece.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

