สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉลาดกระบัง

การออกแบบดิสเพลส์แอลอีดีแบบหมุน

LED Rotating Display

โดย

นายณรงค์ศักดิ์ วัฒนวงศ์เดโช

นายพงษ์ศิริ จงสวัสดิ์

สำนักหอสมุดกลาง
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62368
วัน,เดือน,ปี 16 ส.ค. 2548

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบดิสเพลส์แอลอีดีแบบหมุน

LED Rotating Display

โดย

นายณรงค์ศักดิ์ วัฒนวงศ์เดโช รหัส 46015259

นายพงษ์ศิริ จงสวัสดิ์ รหัส 46015271

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2548

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบดิสเพลส์แอลอีดีแบบเหมุน

ผู้จัดทำ

1. นายณรงค์ศักดิ์ วัฒนวงศ์เดโช รหัส 46015259
2. นายพงษ์ศิริ จงสวัสดิ์ รหัส 46015271

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบดิสเพลส์แอลอีดีแบบหมุน

นายณรงค์ศักดิ์ วัฒนวงศ์เดโช รหัส 46015259
นายพงษ์ศิริ จงสวัสดิ์ รหัส 46015271
อ.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

ในรายงานฉบับนี้เป็นการเสนอวิธีสร้างบอร์ดแสดงผลแบบหมุน โดยการนำหลอดแอลอีดี(LED) มาเรียงต่อกันเป็นแถวในแนวตั้ง วงจรแอลอีดีที่ได้จะถูกยึดติดกับตัวต่อจากแกนหมุนของดีซีมอเตอร์ (DC Motor) เพื่อที่จะได้ทำให้วงจรแอลอีดีหมุนเป็นวงกลม โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro Controller) ควบคุมการกระพริบของหลอดแอลอีดีเพื่อแสดงผลเป็นตัวอักษร, สัญลักษณ์ หรือรูปแบบต่างๆ ตามต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LED Rotating Display

Mr.Narongsak Wattanawongdacho ID.46015259
Mr.Pongsiri Jongsawat ID.46015271
Mr.Terdsak Lewhatong (Advisor)

Educational Year 2005

Abstract

This project proposes the method is design and rotating display board. It can show several messages which consist a board on led of the rotating display board. Led of the arm can rotate around by DC motor. Which control display with programmable use to the microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ ก็เพราะได้รับความช่วยเหลือจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมากมายดังนี้ คือ อ.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานนี้ ซึ่งได้เอื้อเฟื้อทางด้านข้อมูล อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำโครงงานนี้ รวมทั้งการให้คำแนะนำปรึกษาเมื่อประสบปัญหา

ขอขอบคุณ อ.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทองและเพื่อนๆ รุ่นพี่ และรุ่นน้องทุกคนที่คอยให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงงานนี้ด้วยดีถ้าหากรายงานฉบับนี้มีข้อบกพร่องหรือความผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำขออภัยไว้ด้วย และจะทำการแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	V
สารบัญตาราง	VI
บทที่1 บทนำ	1
บทที่2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและหลักการทำงาน	3
2.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์	3
2.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51	3
2.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51	6
2.4 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51	8
2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	12
2.6 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	12
2.7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดต่างๆ	15
2.8 การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง	17
บทที่3 การออกแบบและการสร้าง	18
3.1 การออกแบบวงจรแอลอีดีต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์	18
3.2 การออกแบบโครง	19
3.3 การออกแบบภาคจ่ายไฟ	19
บทที่4 การทดลอง	23
บทที่5 บทสรุปและวิจารณ์	28
5.1 ปัญหา	28
5.2 แนวทางการแก้ปัญหา	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบแสดงผลแบบหมุน 2
รูปที่ 2.1 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลAT89CXX 4
รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51 5
รูปที่ 2.3 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51 5
รูปที่ 2.4 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51 6
รูปที่ 2.5 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51 10
รูปที่ 2.6 การติดต่อหน่วยความจำข้อมูลภายใน 11
รูปที่ 2.7 การติดต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก 11
รูปที่ 2.8 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 13
รูปที่ 2.9 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 13
รูปที่ 2.10 คอมมิวเตเตอร์และแปลงถ่าน 14
รูปที่ 2.11 ขั้วแม่เหล็กและขดลวดสนาม 15
รูปที่ 2.12 มอเตอร์แบบต่างๆ 16
รูปที่ 2.14 การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง 17
รูปที่ 3.1วงจรแอลอีดีต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 18
รูปที่ 3.2 วงจรเร็คกลูเรทไฟ 20
รูปที่ 3.3 แผนผังรูปแบบของโปรแกรม 21
รูปที่ 3.4 แผนผังโปรแกรมย่อย 22
รูปที่ 4.1 มอเตอร์และเหล็กกลมที่ยึดติดกันแล้ว 23
รูปที่ 4.2 แผ่นลายทองแดง 24
รูปที่ 4.3 แท่งพลาสติกที่ยึดติดกับตัวหมุนสัมผัส 24
รูปที่ 4.4 วงจรที่ใช้ในการประกอบ 25
รูปที่ 4.5 รูปแบบที่ประกอบเสร็จของชุดทดสอบ 25
รูปที่ 4.6 กราฟการทดลองการปรับสมดุลของวงจร 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดโดยสรุปของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช Atmel 7
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลของการหมุนที่แรงดันต่างๆ 26
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงการทนแรงบิดของแผ่นวงจร 26
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงแบบของแผ่นลายทองแดง 26
ตารางที่ 4.4 การทดลองการจ่ายไฟ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- เพื่อให้สามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของแอลอีดีให้แสดงผลให้เป็นตัวอักษร, สัญลักษณ์ในรูปแบบต่างๆได้
- เพื่อให้สามารถสร้างโครงสร้างทางกลที่มีความสมดุลย์
- เพื่อให้สามารถนำไฟไปเลี้ยงวงจรในขณะที่วงจรกำลังหมุนได้

1.2 แนวความคิดและที่มา

ปกติแล้วตาของคนเราจะมองเห็นภาพที่เคลื่อนไหวไปมาได้ช้า ทำให้เราเห็นภาพที่มองนั้นเหมือนติดค้างอยู่อย่างเช่นไฟฟ้าในบ้านที่มีความถี่ในการติดและดับสลับไปมา 50 ครั้งต่อวินาที แต่ตาของคนเราก็มองไม่เห็นว่ามันดับไปในช่วงไหนเลย จึงมีความเป็นไปได้ว่าถ้าเรานำเอาหลอดแอลอีดีมายึดติดกับแกนของมอเตอร์ในแนวตั้งฉากกันแล้วทำให้ติดและดับด้วยความเร็วที่สูงกว่าตาของคนจะมองเห็นได้ทัน เราอาจสร้างจอแสดงผลที่สามารถแสดงตัวอักษร, สัญลักษณ์ในรูปแบบต่างๆได้ โดยใช้การบังคับผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีความเร็วในการบังคับให้หลอดแอลอีดีติดและดับได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ

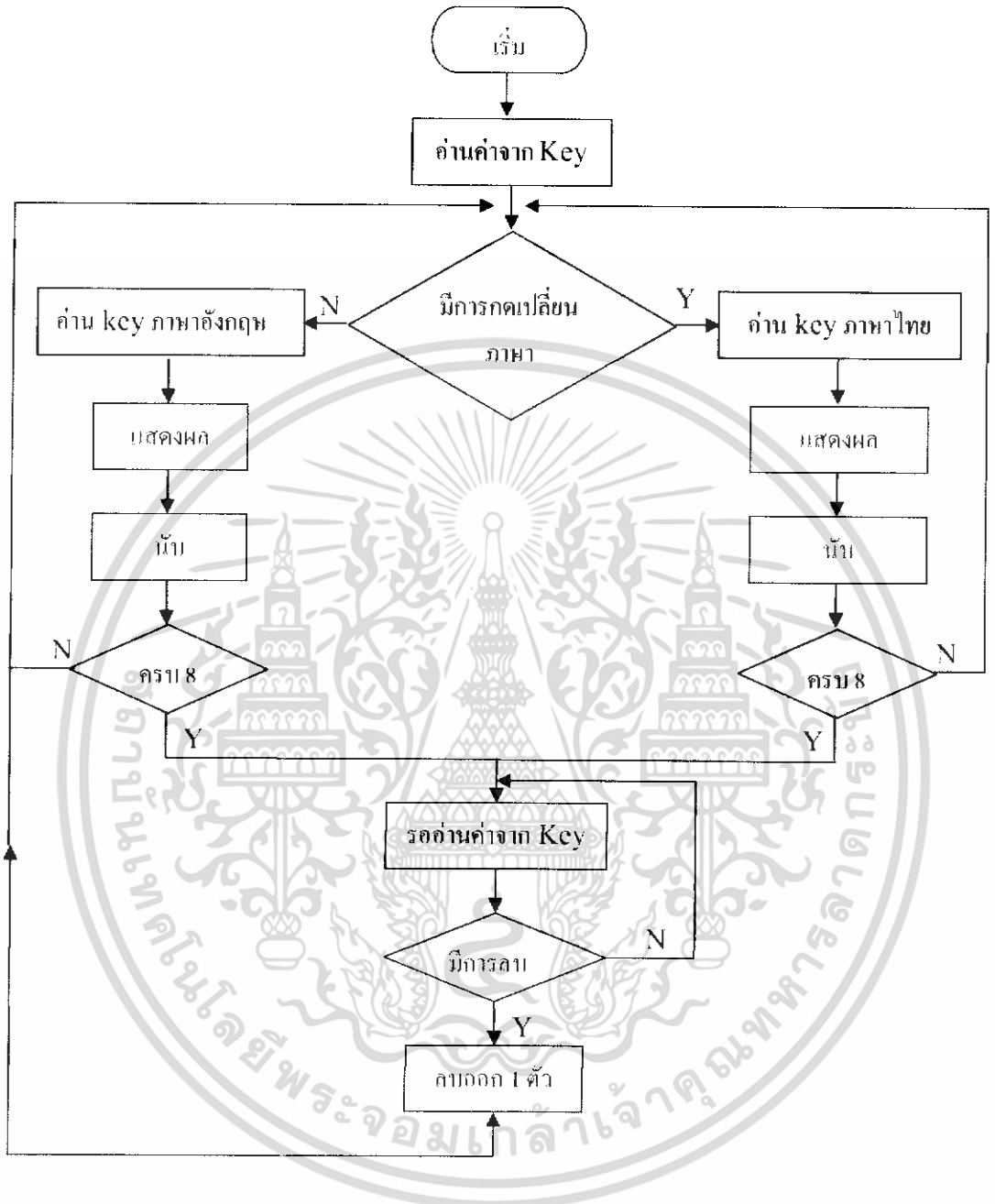
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

- สามารถนำเอาแอลอีดีมาแสดงผลให้เป็นตัวอักษร, สัญลักษณ์ในรูปแบบต่างๆได้
- สามารถสร้างโครงสร้างทางกลที่มีความสมดุล
- สามารถนำไฟไปเลี้ยงวงจรในขณะที่วงจรกำลังหมุนได้

1.4 ขอบเขตการทำงาน

- สามารถทำให้แอดอีดีติดและดับ แสดงผลออกมาเป็นตัวอักษร, สัญลักษณ์ในรูปแบบต่างๆ โดยใช้การบังคับผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์ในขณะที่มอเตอร์กำลังหมุนอยู่
- สามารถสร้างโครงสร้างทางกลที่มีความสมดุล
- สามารถนำไฟไปเลี้ยงวงจรในขณะที่วงจรกำลังหมุนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่1.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบแสดงผลแบบหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

MICROCONTROLLER MCS-51

2.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นชื่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่รวมเอาหน่วยประมวลผลหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณเอาต์พุตหน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดจำนวนอุปกรณ์และขนาดของระบบในขณะที่มีขีดความสามารถสูงขึ้น ภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำ 2 คำรวมกัน "ไมโคร" ซึ่งหมายถึงไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็กภายในประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU: Arithmetic Logic Unit) วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำและวงจรสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า "คอนโทรลเลอร์" (controller) หมายถึงอุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

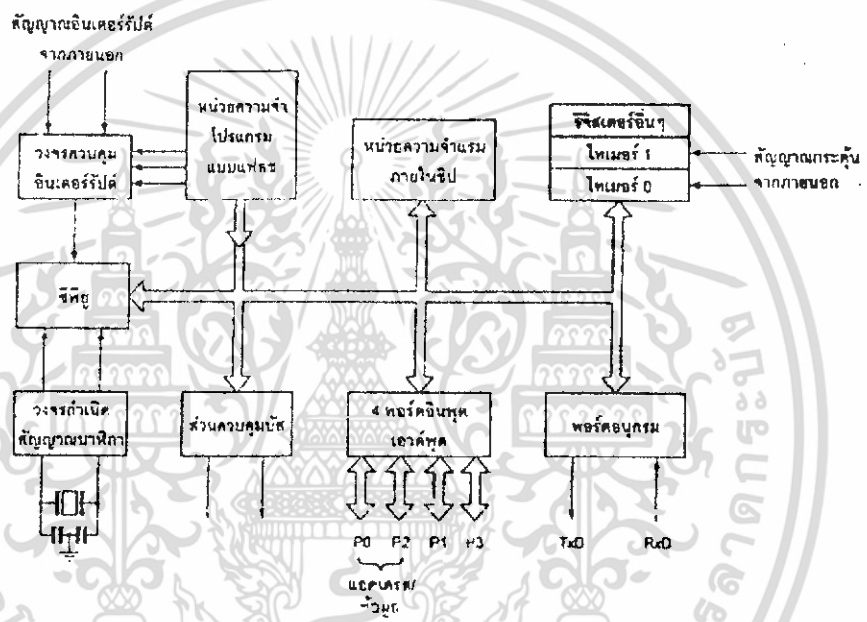
2.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอี พรอมเพิ่มเติม
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิป
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89xx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ในตัว สำหรับในอนุกรม AT89xx

ในรูปที่ 2.1 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89xx จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของ AT89xx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พื้นฐาน หากแต่แตกต่างกันเฉพาะหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชที่เพิ่มเติมเข้ามา หากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรม 87xx หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะเป็นแบบอีพรอม และบางเบอร์สามารถโปรแกรมได้เพียงครั้งเดียว

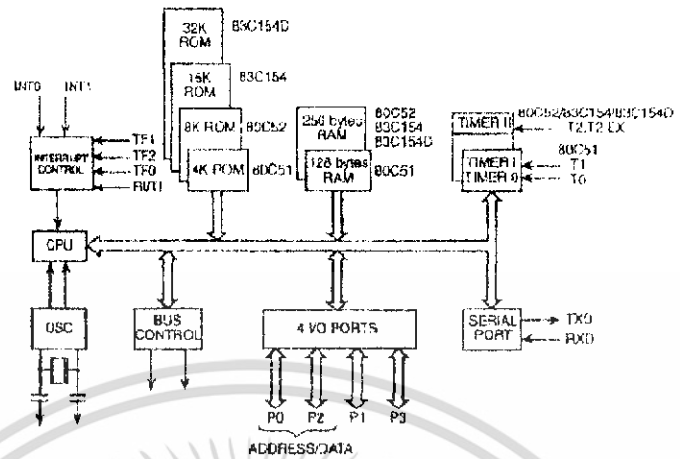


รูปที่ 2.1 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลAT89CXX

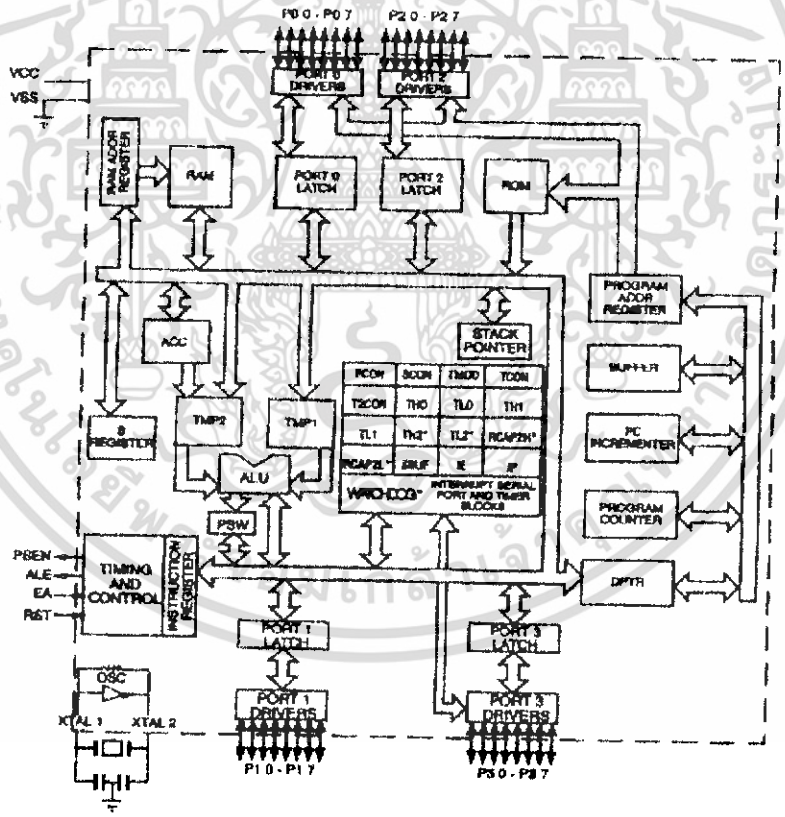
ในรูปที่ 2.2 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของอนุกรม AT89xx จะเห็นได้ว่ามีส่วนประกอบที่เพิ่มเติมแตกต่างจาก ATC89xx อยู่หลายส่วน อาทิ วงจรเชื่อมต่ออนุกรมแบบ SPI ซึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์อนุกรมนี้ใช้ในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำโปรแกรมโดยไม่ต้องถอดชิปออกไปจากระบบหรือเรียกว่าการโปรแกรมในวงจร ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต ที่เพิ่มเติมเข้ามาอีกตัวหนึ่งเป็นไทเมอร์ 2 และวงจรวอตช์ด็อกที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงานผิดพลาดของซีพียู

ในตาราง 2.1 แสดงรายละเอียดบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MSC-51 แต่ละเบอร์ Atmel ที่ผลิตขึ้นและมีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51



รูปที่ 2.3 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

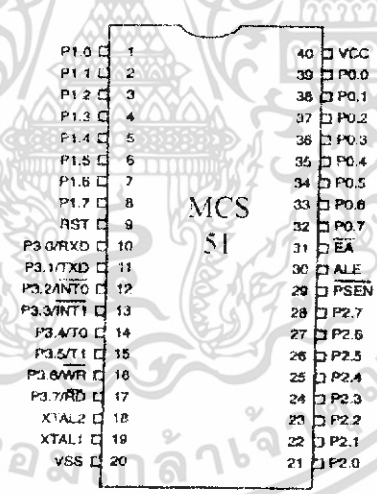
2.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์มีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.3 และ 2.4 โดยมีรายละเอียดขั้นต้น ดังนี้

ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5 V

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขาและสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนด ให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถงานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อ กับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กเข้าช่วยเพื่อสลับการทำงานได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและหาข้อมูล



รูปที่ 2.4 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขาและสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนด ให้ขาพอร์ตใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89Sxx ใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4-P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช Atmel

เบอร์ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์	หน่วยความจำโปรแกรม	หน่วยความจำข้อมูล	จำนวนไทเมอร์/ เคาน์เตอร์ 16 บิต
AT89C1051	แบบแฟลชขนาด 1 กิโลไบต์	แรม 64 ไบต์	1
AT89C2051	แบบแฟลชขนาด 2 กิโลไบต์	แรม 128 ไบต์	2
AT89C51	แบบแฟลชขนาด 4 กิโลไบต์	แรม 128 ไบต์	2
AT89C52	แบบแฟลชขนาด 8 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3
AT89C55	แบบแฟลชขนาด 20 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3
AT89S8252	แบบแฟลชขนาด 8 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์ อีอีพรอม 2 กิโลไบต์	3
AT89S8253	แบบแฟลชขนาด 12 กิโลไบต์	แรม 256ไบต์	3

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขาและสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนด ให้ขาพอร์ตใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขาและสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนด ให้ขาพอร์ตใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ขายังเป็นขาพอร์ตที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา Rxd

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา Txd

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต (Reset) ใช้ในกรณีการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชีนไซเกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างปกติ

ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูล จากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆ ออกมา

ขา EA/Vpp (External Access Enable/Programming Voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอก หรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น "0" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น "1" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12 V

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช มีหน่วยความจำภายในหลักๆ อยู่ 2 ส่วนคือ หน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งก็มีขนาดการจัดสรรแตกต่างกันไปในแต่ละเบอร์ ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของการจัดสรรหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MCS-51 แบบแฟลช การเชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก และข้อมูลเบื้องต้นของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

- **หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)**

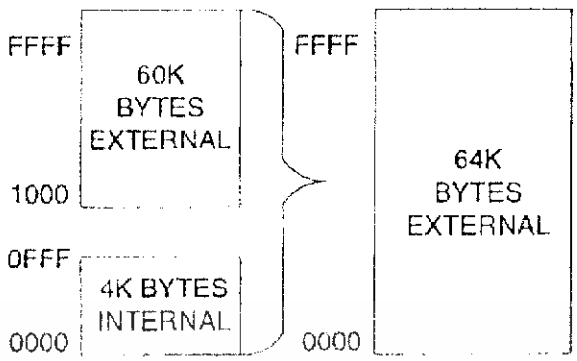
ในรูปที่ 2.5 แสดงการจัดหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในเบอร์ต่างๆ ที่นิยมใช้งาน อันประกอบด้วยเบอร์ AT89C51 และ AT89C52 จะเห็นได้ว่าทั้งสองเบอร์สามารถติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยสามารถเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในอย่างเดียวหรือรวมกับภายนอกหรือเลือกใช้หน่วยความจำภายนอกอย่างเดียวก็ได้ ดังรูป 2.5(ก) โดยภายใน AT89C51 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน 4 กิโลไบต์ ในขณะที่ AT89C52 มีขนาด 8 กิโลไบต์

ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายในและภายนอกรวมกันหากใช้แค่ AT89C51 ก็จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ 60 กิโลไบต์ และถ้าใช้เบอร์ AT89C52 จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ 56 กิโลไบต์

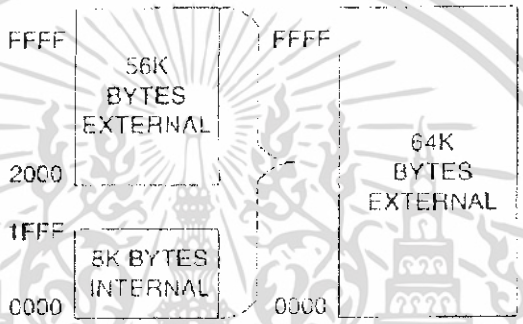
หน่วยความจำโปรแกรมใช้เก็บข้อมูลของโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์หรือที่เรียกว่า โปรแกรมมอนิเตอร์ (Monitor program) หากใช้หน่วยความจำภายนอกจะมีบรรจุอยู่ในหน่วยความจำชนิดอีพรอม (EPROM: Erasable Programmable Read Only Memory) ซึ่งสามารถทำการอ่านได้เพียงอย่างเดียว หน่วยความจำโปรแกรมไม่ว่าจะใช้งานจากภายในหรือภายนอกก็ตามต้องมีการสงวนพื้นที่บางตำแหน่งเอาไว้สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 6 ประเภท ประเภทละ 8 ไบต์ ประกอบด้วย

- พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 0 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0003H
- พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทมอร์ 0 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 000BH
- พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 1 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0013H
- พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ จากไทมอร์ 0 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 001BH
- พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ของการสื่อสารอนุกรม กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0023H
- พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ จากไทมอร์ / กำหนดไว้ที่แอดเดรส 002BH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การจัดสรรหน่วยความจำของAT89C51



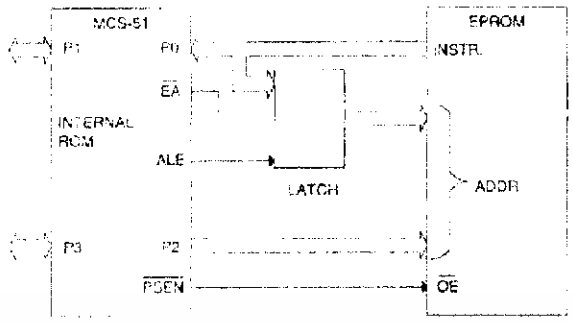
(ข) การจัดสรรหน่วยความจำของAT89C52

รูปที่ 2.5 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51

กรณีที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชที่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในแต่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกด้วย สามารถทำได้โดยไม่ต้องกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรม ให้ต่อจากแอดเดรสสุดท้ายของหน่วยความจำโปรแกรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ ยกตัวอย่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 มีหน่วยความจำโปรแกรมขนาด 4 กิโลไบต์ มีแอดเดรสอยู่ระหว่าง 0000H-0FFFH เมื่อต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ต้องกำหนดให้แอดเดรสอยู่ในช่วง 1000H-FFFFH

การต่อหน่วยความจำภายนอกแสดงดังในรูป 2.6 ขาพอร์ต P0.0-P0.7 ใช้เป็นขาข้อมูล D0-D7 และขาแอดเดรสไบต์ต่ำ โดยผ่านวงจรแลตช์ ซึ่งปกติใช้ไอซีเบอร์ 74HC573 และใช้สัญญาณ ALE และ PSEN ในการเลือกใช้งานขา P0.0-P0.7 เพื่อเป็นขาข้อมูลหรือขาแอดเดรสในขณะที่ขา P2.0-P2.7 ใช้ในการเชื่อมต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูง A8-A15 ดังนั้นเมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเหลือขาพอร์ตเพียง 16 บิต คือ ขาพอร์ต P1.0-P1.7 และ P3.0-P3.7

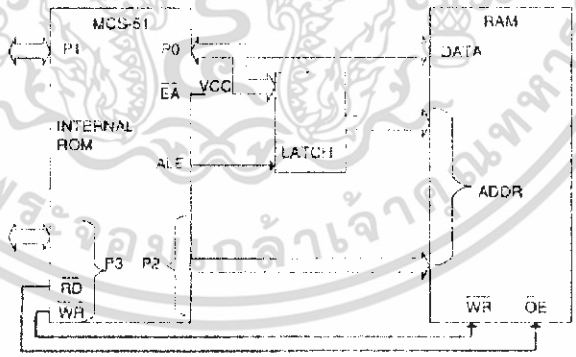
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การติดต่อหน่วยความจำข้อมูลภายใน

- **หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)**

มีด้วยกัน 2 แบบ คือ หน่วยความจำข้อมูลภายนอกและภายใน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT80 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยการใช้คำสั่ง MOVX ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชแสดงดังในรูปที่ 2.7 จะเห็นได้ว่ามีลักษณะคล้ายกับการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แตกต่างกันที่มีสัญญาณที่ใช้สำหรับการอ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก นั่นคือ ขา RD และ WR



รูปที่ 2.7 การติดต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT80 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบแรม (RAM: Random Access Memory) โดยแต่ละเบอร์จะมีขนาดแตกต่างกันไป ในเบอร์ AT89C51 มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์ ในขณะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ AT89C52 มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 256 ไบต์ สำหรับการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลภายในแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง (lower), ส่วนบน (upper) และรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (SFR: Special Function Register) แต่ละส่วนมีขนาด 128 ไบต์

ขนาดของหน่วยความจำข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชโดยแท้จริงแล้วมีเพียง 256 ไบต์ แต่ด้วยการจัดการเข้าถึงที่แตกต่างกัน จึงดูเสมือนว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีหน่วยความจำข้อมูลภายในสูงถึง 384 ไบต์ โดยในหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างขนาด 128 ไบต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ 00H-7FH สามารถเข้าถึงได้โดยตรงและโดยอ้อม สำหรับหน่วยความจำข้อมูลส่วนบนมีขนาด 128 ไบต์ เช่นกัน มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H-FFH สามารถเข้าถึงแบบโดยอ้อมเท่านั้นในขณะที่รีจิสเตอร์ SFR มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H-FFH เช่นเดียวกับหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน แต่สำหรับรีจิสเตอร์ SFR ใช้การเข้าถึงแบบโดยตรง ดังนั้นเพื่อความสะดวกและง่ายตลอดจนป้องกันความสับสนในการเขียนโปรแกรมสำหรับผู้เริ่มต้น จึงควรใช้หน่วยความจำข้อมูลเพียง 128 ไบต์ จากหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างร่วมกับรีจิสเตอร์ SFR

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง(DC MORTOR)

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

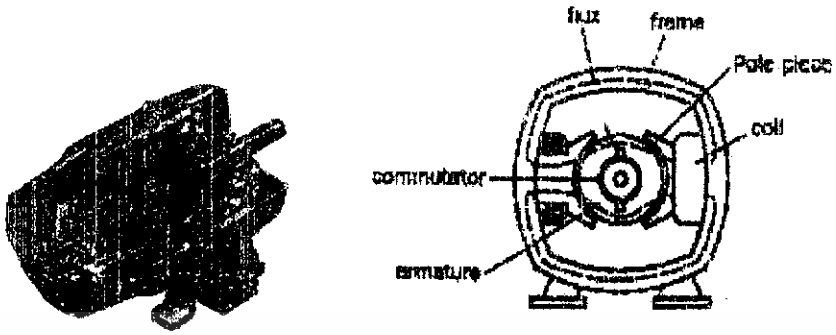
2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเทอร์ โรงงานถลุงโลหะ หรือใช้เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า เป็นต้น ในการศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จึงควรรู้จักส่วนประกอบต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

2.6 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เมื่อพิจารณาภาพตัดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตัวหนึ่งที่แสดงในรูปที่ 2.8ก จะพบว่าประกอบด้วยชิ้นส่วนมากมายประกอบกัน หรืออาจพิจารณาจากรูปที่ 2.8ข เปลือกนอกของมอเตอร์ (Iron Frame) ทำด้วยเหล็กหล่อ จะติดตะขอไว้เพื่อใช้ในการขนย้ายมอเตอร์ ตัวหมุนของมอเตอร์เรียกว่าอาร์เมเจอร์ (Armature) ทำด้วยเหล็กมีแกนกลาง (shaft) เป็นแกนหมุนรอบๆ อาร์เมเจอร์พันด้วยขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) และมีขั้วแม่เหล็ก (Pole Piece) ยึดติดกับเปลือกของมอเตอร์ มีแปรงถ่าน (Brushes) เป็นตัวนำไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายภายนอกไปจ่ายให้มอเตอร์ เพื่อให้มอเตอร์หมุน

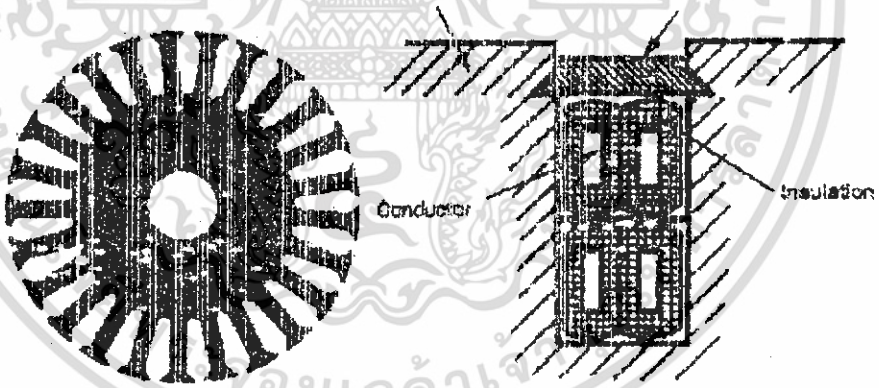
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1. อาร์เมเจอร์ (Armature)

อาร์เมเจอร์ หรือทุ่นอาร์เมอจอร์ ทำด้วยแผ่นเหล็กลามอัดซ้อนกัน (Laminated sheet steel) **รอบๆ แผ่นทำเป็นร่อง** (slot) **ดังรูป 2.9ก ใช้สำหรับใส่ขดลวดสนามแม่เหล็ก ดังรูป 2.9ข ปลายของขดลวดที่พันอยู่บนอาร์เมเจอร์จะนำมาต่อกับคอมมิวเตเตอร์** (Commutator) **ซึ่งทำด้วยซี่ทองแดง** (Segment) **อยู่ด้านบนของอาร์เมเจอร์ ลักษณะของอาร์เมเจอร์แสดงในรูปที่ 2.9ค อาร์เมเจอร์นี้คือตัวหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า โรเตอร์** (Rotor)



(ก) Laminated sheet steel (ข) slot

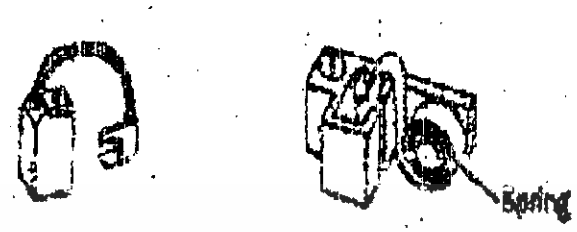
รูปที่ 2.9 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2. คอมมิวเตเตอร์และแปรงถ่าน (Commutator and brushes)

คอมมิวเตเตอร์ คือ ซี่ทองแดงที่ติดตั้งอยู่บนอาร์เมเจอร์ และปลายด้านหนึ่งของคอมมิวเตเตอร์ต่อกับขดลวดสนามแม่เหล็กที่พันอยู่บนตัวอาร์เมเจอร์ แปรงถ่าน คือ แท่งคาร์บอนที่กดแนบกับคอมมิวเตเตอร์ เพื่อต่อไฟฟ้าจากวงจรภายนอกเข้าสู่คอมมิวเตเตอร์ โดยแปรงถ่านแสดงในรูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10ก แปรงถ่านจะยึดอยู่กับที่ยึดแปรงถ่านในรูปที่ 2.10ข และมีสปริงเป็นตัวกดแปรงถ่านให้สัมพันธ์กับคอมมิวเตเตอร์

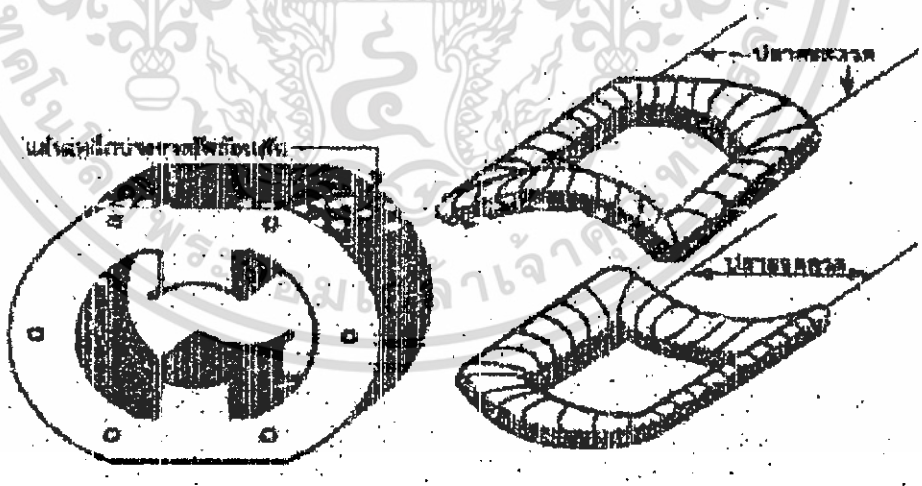


(ก) (ข)

รูปที่ 2.10 คอมมิวเตเตอร์และแปลงถ่าน

3. ขั้วแม่เหล็กและขดลวดสนาม (Pore piece and Field coil)

ขั้วแม่เหล็กสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีลักษณะเป็นขั้วแม่เหล็กยื่น (Pole Shoes) ดังรูปที่ 2.11 และทำจากแผ่นเหล็กบางอัดซ้อนกันเหมือนกับอาร์มเจอร์ รอบๆ ของขั้วแม่เหล็กจะพันด้วยขดลวดสนาม ขดลวดนี้จะรับไฟตรงเข้ามา เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ ลักษณะของขดลวดแสดงดังรูปที่ 2.11



(ก) ขั้วแม่เหล็ก (ข) ขดลวดสนาม

รูปที่ 2.11 ขั้วแม่เหล็กและขดลวดสนาม

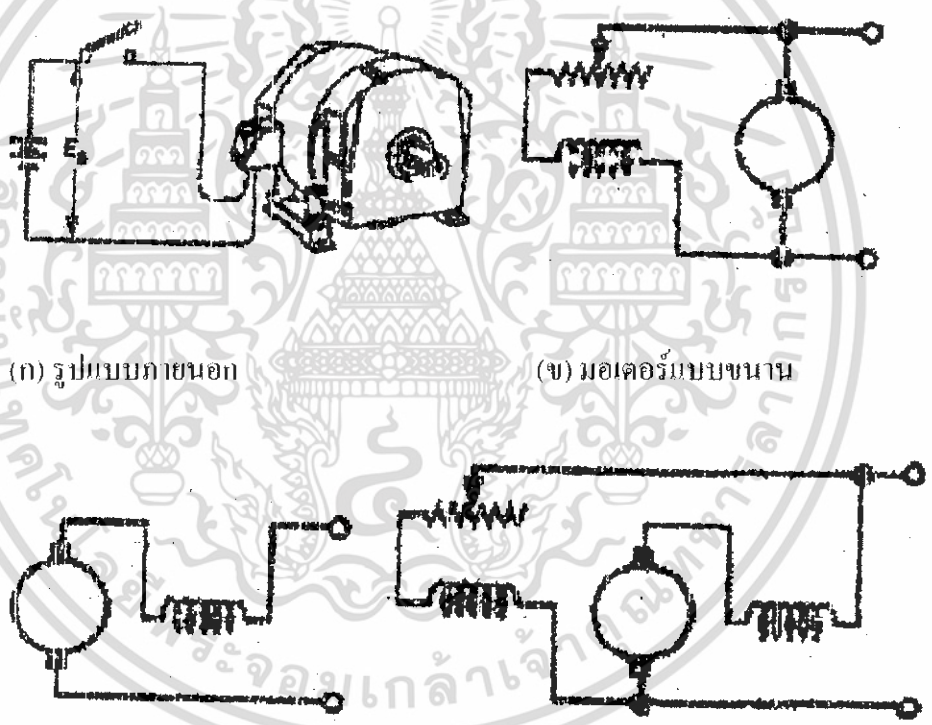
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดต่างๆ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบ่งตามลักษณะการต่อขดลวดสนามแม่เหล็กได้ 3 แบบคือ

1. มอเตอร์แบบขนาน (Shunt Motor)

มอเตอร์แบบขนาน คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็ก ซึ่งนิยมเรียกตามชื่อมอเตอร์ว่า ชันต์ฟิลด์ (Shunt field) ขนานกันกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ มอเตอร์แบบขนาดมีคุณสมบัติที่ดีคือ ให้ความเร็วรอบค่อนข้างคงที่ จึงนิยมนำไปใช้ในเครื่องจักรกลที่ต้องหมุนด้วยรอบคงที่ เช่น เครื่องกลึง เครื่องไส เครื่องกัด ฯลฯ ลักษณะการต่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาดแสดงในรูปที่ 2.12ข



(ก) รูปแบบภายนอก (ข) มอเตอร์แบบขนาน

(ค) มอเตอร์แบบอนุกรม (ง) มอเตอร์แบบผสม

รูปที่ 2.12 มอเตอร์แบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor)

มอเตอร์แบบอนุกรม คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ จึงเรียกขดลวดสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ชนิดนี้ว่า ซีรีส์ฟิลด์ (Series Field) มีคุณลักษณะที่ดีคือ ให้แรงบิดสูง นิยมให้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้า รถยกของ เครนไฟฟ้า ความเร็วรอบของมอเตอร์อนุกรมนี้ลดลงเมื่อโหลดของมอเตอร์เพิ่มขึ้น เมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมาก ดังนั้นเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรม จึงต้องมีโหลดต่ออยู่เสมอเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมแสดงในรูปที่ 2.12ค

3. มอเตอร์แบบผสม (Compound Motor)

มอเตอร์แบบผสม จะนำคุณสมบัติที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานและอนุกรมมารวมกัน คือจะเป็นมอเตอร์ที่มีแรงบิดเริ่มหมุนดีกว่ามอเตอร์ขนานและมีความเร็วรอบคงที่ดีกว่ามอเตอร์ชนิดนี้จะใช้ขดลวด 2 ขดต่อร่วมกัน ดังรูป 2.12ง

2.8 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

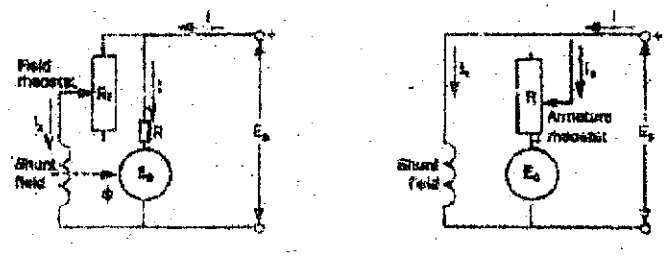
การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำได้ 2 วิธี

1. ควบคุมแรงดันที่ขั้วอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ (Armature Speed Control) วิธีการควบคุมแรงดันอาร์เมเจอร์อย่างง่าย คือ การใช้รีโอสแตต (Rheostat) ซึ่งเป็นตัวต้านทานปรับค่าได้ต่ออนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ เพื่อปรับแรงดันของอาร์เมเจอร์ ดังแสดงในรูป 2.14ก

2. ควบคุมกระแสของขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Speed Control) การควบคุมกระแสของขดลวดสนามแม่เหล็กทำให้เส้นแรงแม่เหล็กที่ขดลวดผลิตออกมานั้นมีค่าน้อยลง เป็นผลให้ความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเปลี่ยนแปลงไปได้ วงจรการควบคุมกระแสของขดลวดสนามแม่เหล็กทำได้โดยต่อรีโอสแตต (Field Rheostat) อนุกรมกับขดลวดสนามแม่เหล็ก (Shunt Field) เพื่อปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กดังรูป 2.14ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



(ก) Armature Speed Control (ข) Field Speed Control

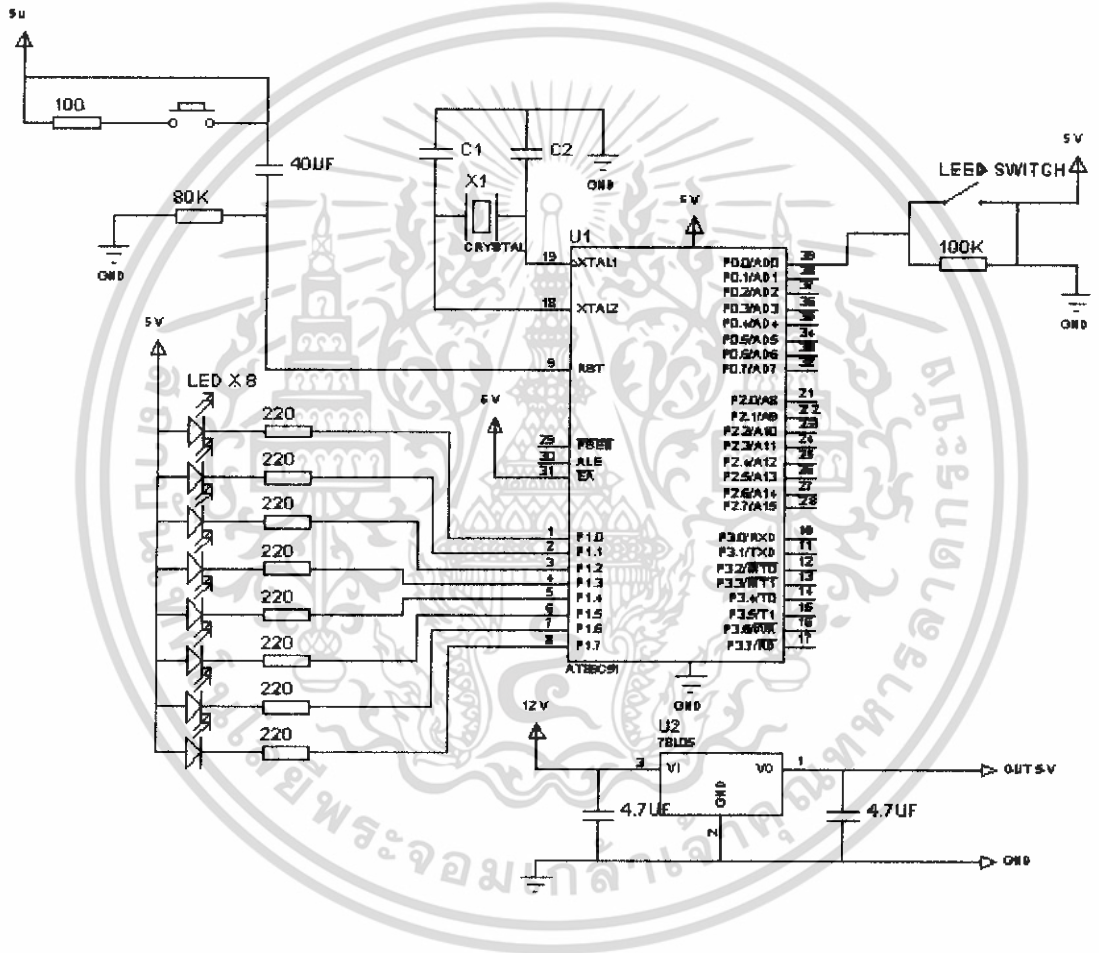
รูปที่ 2.14 การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง

62368
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

3.1 การออกแบบวงจรแอลอีดีต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.1 วงจรแอลอีดีต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

พอร์ตP1และP2ในการบังคับแอลอีดีทั้ง16หลอดในการแสดงอักษรและสัญลักษณ์ต่างๆ โดยจะแบ่งเป็นสามแบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ตP1และP2ในการบังคับแอลอีดีทั้ง16หลอดในการแสดงอักษรและสัญลักษณ์ต่างๆ โดยจะแบ่งเป็นสามแบบคือ

3.1.1 การแสดงในรูปแบบของภาษาไทย
- ใช้สี่บิตบนของP0และP1ล่างในการแสดงวรรณะยุค
- ใช้สี่บิตล่างของP0และP1บนในการแสดงตัวอักษร

3.1.2 การแสดงในรูปแบบของภาษาอังกฤษ
- ใช้สี่บิตล่างของP0และP1บนในการแสดงอักษรภาษาอังกฤษแบบตัวเล็ก (Small Later)
- ใช้ทั้งสิบหกบิตในการแสดงอักษรภาษาอังกฤษแบบตัวใหญ่ (Capital Later)

3.1.3 การแสดงสัญลักษณ์และรูปแบบต่างๆ
- ใช้ทั้งสิบหกบิตในการแสดงสัญลักษณ์และรูปแบบต่างๆ

3.2 การออกแบบโครง

เป็นการนำเอาโครงของเตาแก๊ซมาประยุกใช้เพราะฐานที่กว้างทำให้มีความมั่นคงและต่อเติมได้ง่าย เราจะนำฐานไปอ๊อกชุดตัวยึดมอเตอร์เพื่อจับมอเตอร์ในเวลาที่มันหมุนจะมีแรงเหวี่ยงมากจึงต้องทำให้มั่นใจว่าที่ทำการยึดมอเตอร์ไว้มั่นคงไม่เอียงและหลวม

บนแกนของมอเตอร์จะถูกนำไปหมุนแท่งพลาสติกที่มีวงจรต่างๆต่ออยู่ที่ปลายด้านหนึ่งจะถูกติดกับชุดแสดงผลแอลอีดี เพื่อที่จะให้เกิดการสมดุลกันจึงนำวงจรที่อยู่บนแท่งพลาสติกไปไว้ในทางตรงข้ามกับชุดแสดงผลแอลอีดีจะทำให้เวลาหมุนแรงเหวี่ยงจะได้ไม่ไปในข้างใดข้างหนึ่งที่อาจทำให้โครงที่สร้างขึ้นล้มได้และเนื่องจากต้องให้น้ำหนักทั้ง 2 ด้านของแกนหมุนมีน้ำหนักใกล้เคียงกันมากที่สุดจึงต้องมีถ่วงน้ำหนักเพื่อให้เกิดความสมดุลโดยใช้น็อตตัวเมียและตะกั่วในการทั่วน้ำหนัก

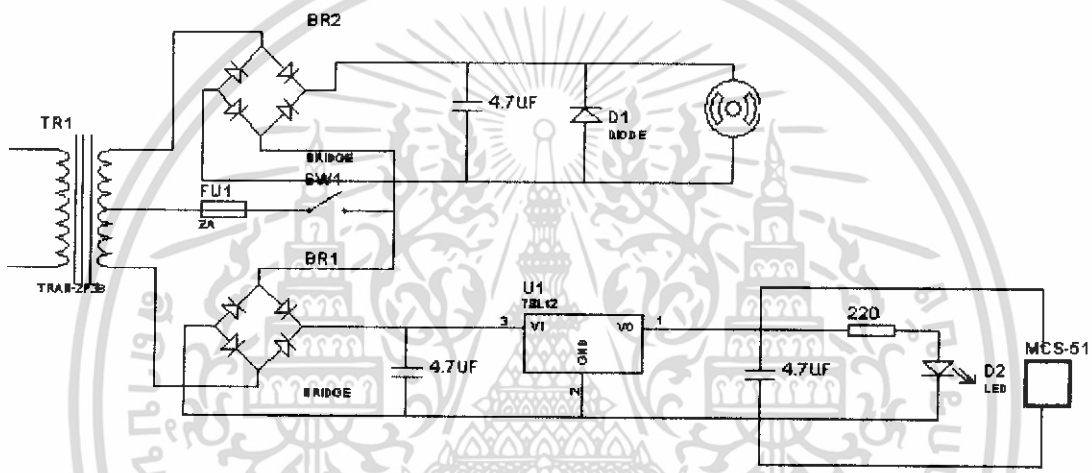
3.3 การออกแบบภาคจ่ายไฟ

จะใช้หม้อแปลงขนาดสิบสองโวลท์กระแสหนึ่งแอมแปร์ในการแปลงไฟบ้านมาใช้ในวงจร โดยที่จะมีชุดเร็คกลูเรทไฟ 2 ชุด

ชุดแรกทำการแปลงจากไฟกระแสสลับให้เป็นไฟกระแสตรงโดยผ่าน IC บริดท์ จะได้ไฟฟ้ากระแสตรง ประมาณ 18 V จากนั้นจะผ่าน C ค่า 470uF/50V เพื่อทำให้ไฟลดการกระเพื่อมของแรงดันแล้วจึงผ่านเข้าสู่มอเตอร์เพื่อทำการหมุน

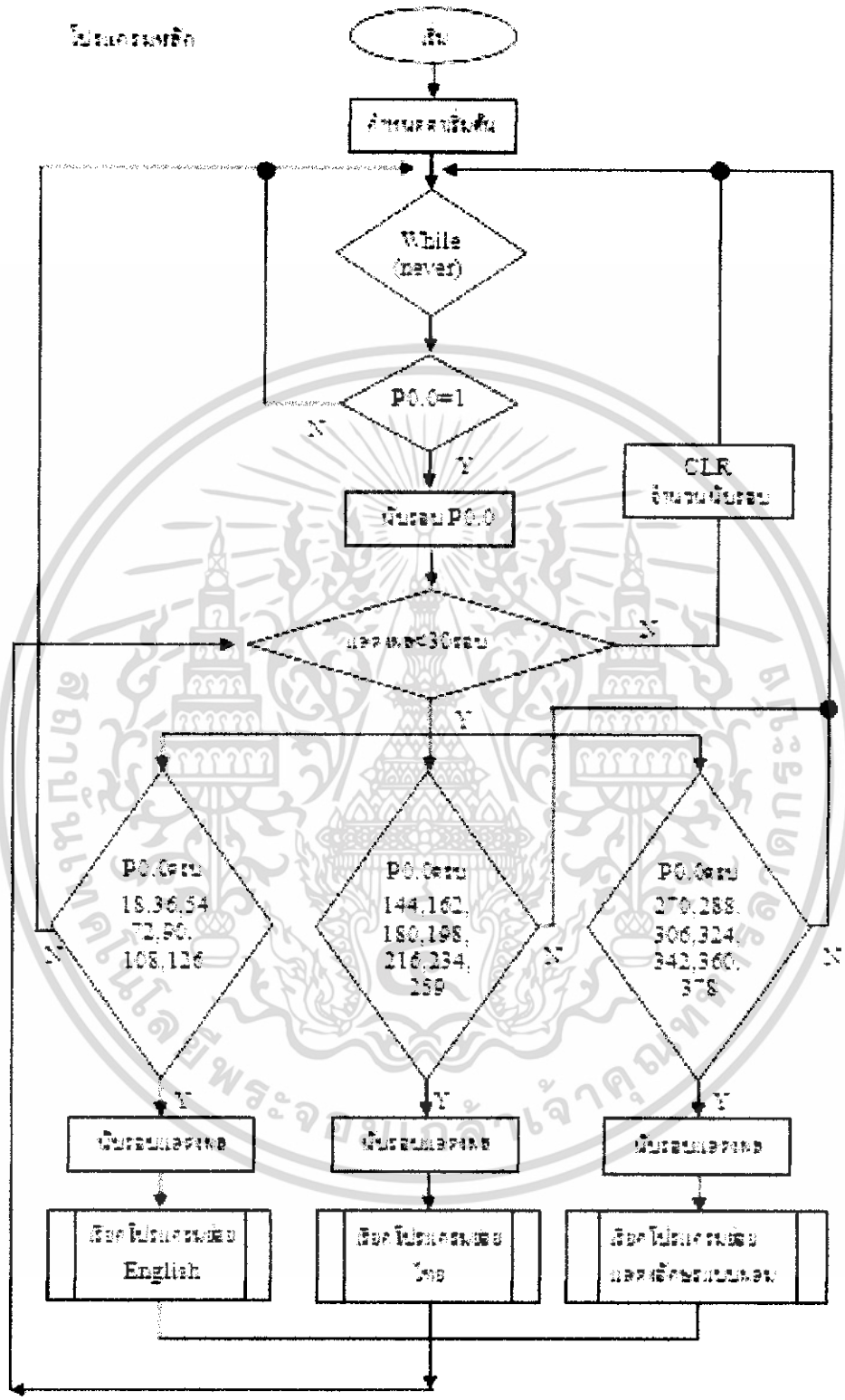
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดที่สองจะคล้ายกับชุดแรกคือไฟจากหม้อแปลงมาผ่าน IC บริดท์ จะได้ไฟกระแตรง ประมาณ 18 V จากนั้นมาผ่านวงจรเร็คกลูเรทซึ่งประกอบด้วย C 470 uF/50V 2 ตัว และ IC 7812 1 ตัวจะทำการแปลงไฟจาก 18 V เป็น 12 V เพื่อนำไปจ่ายให้กับชุดไมโครคอนโทรเลอร์ต่อไป



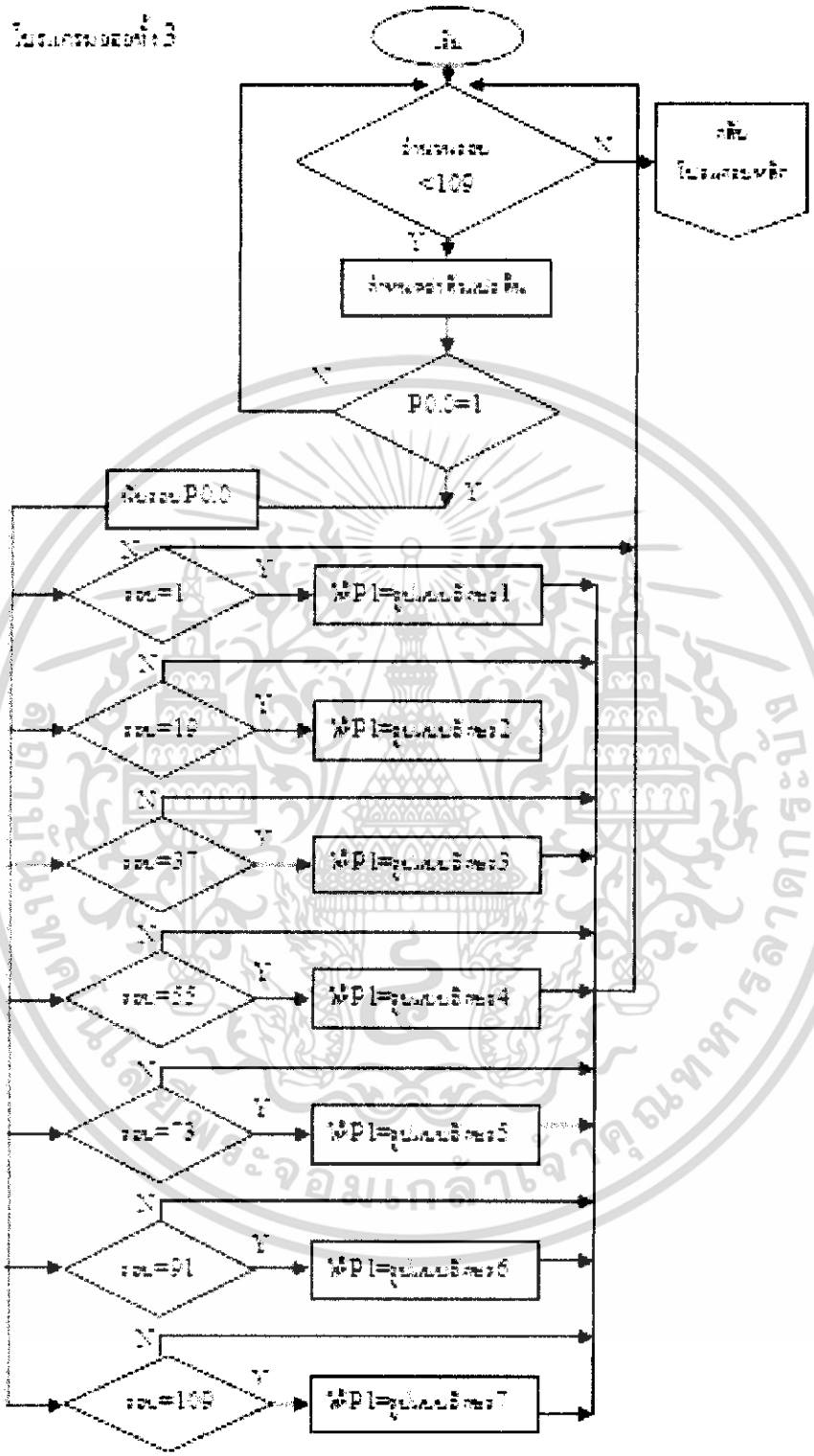
รูปที่ 3.2 วงจรเร็คกลูเรทไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แผนผังรูปแบบของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แผนผังโปรแกรมย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

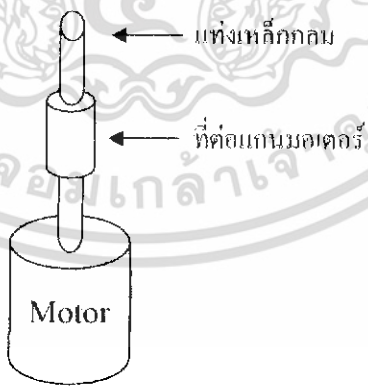
การทดลอง

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- วงจรควบคุม
- แผ่นลายทองแดง
- ตัวหมุนสัมผัส
- แผ่นทองแดง
- แท่งเหล็กกลมขนาด3.5mm
- มอเตอร์
- ที่ต่อแกนมอเตอร์
- แท่งพลาสติก
- วงจรมอสอีดี
- ฐานยึดมอเตอร์
- สายไฟ

4.2 วิธีการทดลอง

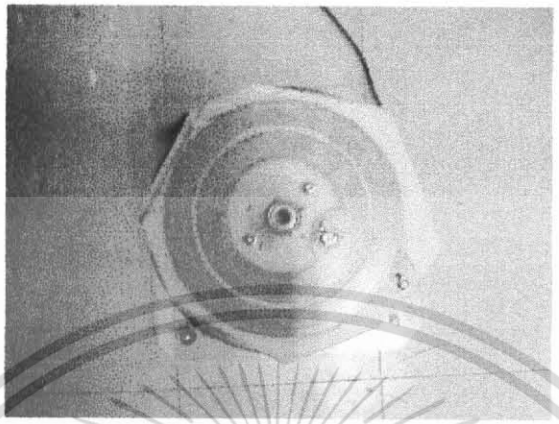
นำมอเตอร์มายึดติดกับฐานยึดมอเตอร์จากนั้นนำที่ต่อแกนมอเตอร์มาต่อกับมอเตอร์ด้านหนึ่งและแท่งเหล็กกลมขนาด 3.5 mm ตามรูปที่ 4.1



รูปที่4.1 มอเตอร์และเหล็กกลมที่ยึดติดกันแล้ว

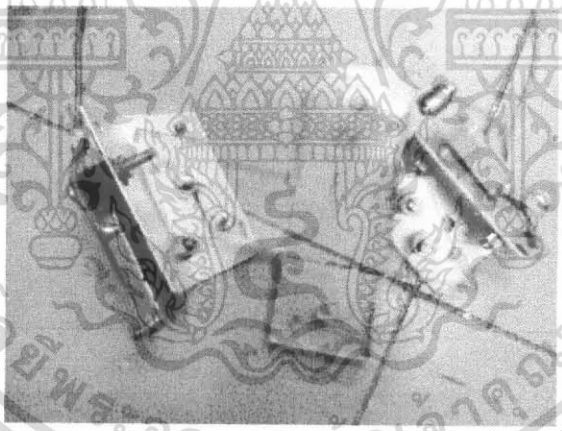
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำแผ่นลายทองแดงมาใส่ที่แท่งเหล็กกลมตามรูปที่ 4.2



รูปที่4.2 แผ่นลายทองแดง

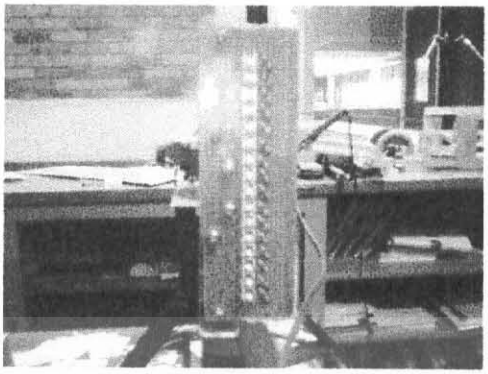
จากนั้นนำแท่งพลาสติกมายึดติดกับตัวหมุนสัมผัส



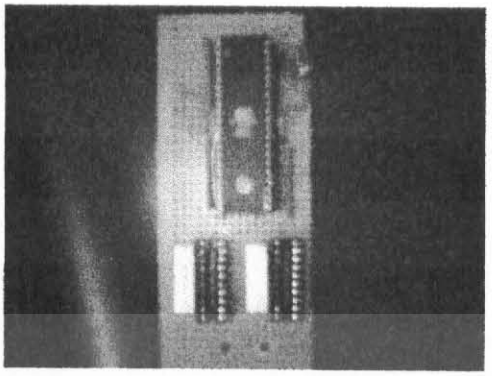
รูปที่4.3 แท่งพลาสติกยึดติดกับตัวหมุนสัมผัส

นำวงจรควบคุมและวงจรแอลอีดียึดติดกับแท่งพลาสติกจากนั้นนำแท่งพลาสติกที่ได้มายึดกับแท่งเหล็กกลมจนได้ตามรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

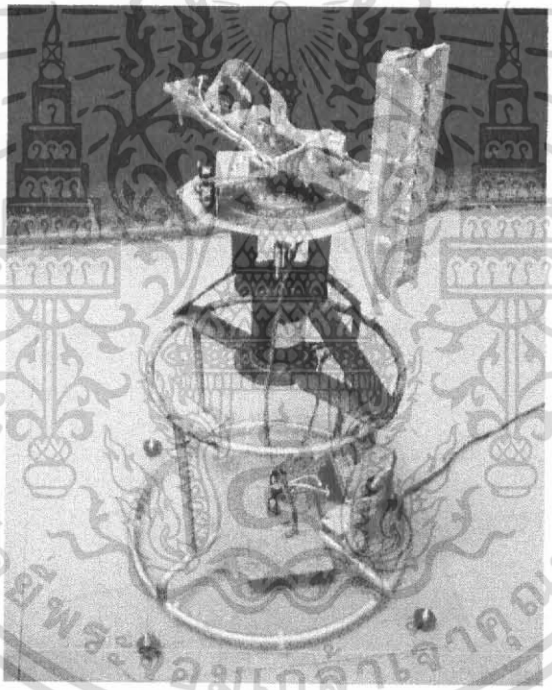


(ก)วงจรแอลอีดี



(ข)วงจรควบคุม

รูปที่ 4.4 วงจรที่ใช้ในการประกอบ



รูปที่ 4.5 รูปแบบที่ประกอบเสร็จของชุดทดสอบ

จากรูปที่ได้นำมาจ่ายไฟให้มอเตอร์หมุนเราจะได้ตามตาราง4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.1 ตารางแสดงผลของการหมุนที่แรงดันต่างๆ

แรงดัน(V)	ผลของการหมุน
6	ความเร็วที่ได้ไม่มากนักเห็นได้ชัดว่าแอลอีดีค่อยๆหมุนไปทีละรอบ การแกว่งของชุดวงจรที่อยู่บนแท่งพลาสติกไม่มีให้เห็นเลย
9	ความเร็วที่ได้สูงกว่า6Vแต่ว่าแอลอีดีก็ยังค่อยๆหมุนไปทีละรอบ การแกว่งไม่มีให้เห็นเลย
12	ความเร็วที่ได้สูงพอประมาณแต่แรงบิดไม่สูงมากการแกว่งมีพอประมาณ
24	ความเร็วที่ได้สูงพอสมควรมีแรงเหวี่ยงสูงมาก การแกว่งมีสูง

การทดลองใช้แผ่นวงจรแบบสำเร็จรูปแบบเสริมพลาสติกแบบรูปที่4.5กับแบบไม่เสริมที่24โวลท์

ตารางที่4.2 ตารางแสดงการทนแรงบิดของแผ่นวงจร

ชนิดแผ่นวงจร	ผลที่เกิดขึ้น
แบบไม่เสริมพลาสติก	จากแรงบิดที่สูงมากและความเร็วรอบที่สูงทำให้แผ่นวงจรแอลอีดีหักครึ่ง
แบบเสริมพลาสติก	แม้จะมีแรงบิดสูงและความเร็วรอบมากแต่ก็ไม่สามารถทำให้วงจรหักได้

การทดลองนำไฟขึ้นไปเลี้ยงวงจรควบคุมและวงจรแอลอีดี

ตารางที่4.3 ตารางแสดงแบบของแผ่นลายทองแดง

แบบของแผ่นลายทองแดง	ผลที่ได้
แผ่นลายวงจรสองแผ่นสัมผัสกันโดยตรง	มีเสียงดังมากเวลาถูกันและเกิดความร้อนมาก แผ่นวงจรสึกหรอเร็วมาก
แผ่นลายทองแดงมีแผ่นทองแดงถูอยู่	มีเสียงดังน้อยความร้อนต่ำแต่ความสึกหรอยังมีหยู่บ้าง
แผ่นลายวงจรกับตัวหมุนสัมผัส	มีเสียงดังน้อยความร้อนต่ำความสึกหรอต่ำ

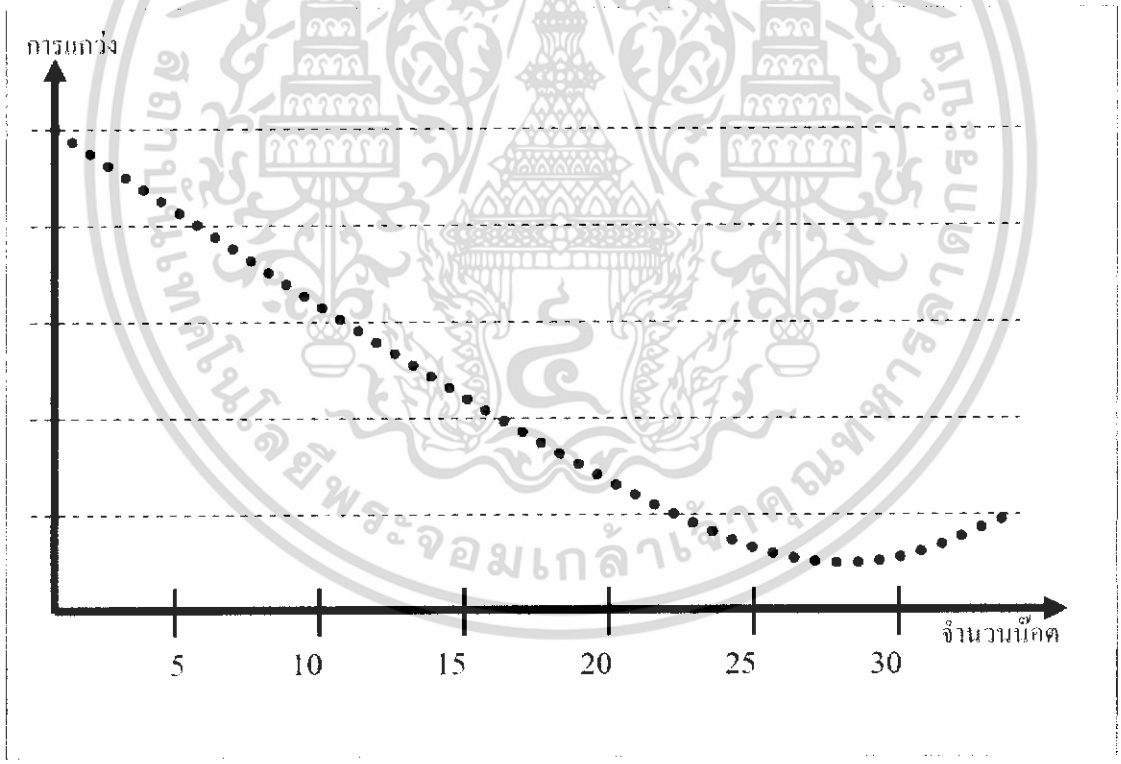
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองระบบจ่ายไป

ตารางที่4.4 การทดลองการจ่ายไฟ

แรงดันจากวงจรด้านล่าง	แรงดันจากวงจรด้านบน	ผลที่ได้
5 V	2.1-4.5 V	ไม่สามารถทำงานได้
9 V	7.5-8.2 V	สามารถทำงานได้
12 V	10-11.3 V	สามารถทำงานได้
24 V	20-23.7 V	สามารถทำงานได้

การทดลองความสมดุล



รูปที่4.6 กราฟการทดลองการปรับสมดุลของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและวิจารณ์

5.1 ปัญหา

- โครงที่ไม่สมดุลทำให้ต้องปรับเปลี่ยนโครงใหม่หลายครั้งทำให้เกิดการล่าช้าในการทำงานลงไปมาก

- แกนหมุนเอียงไม่สมดุลเนื่องมาจากตัวต่อแกนมอเตอร์และน้ำหนักบนแกนไม่เท่ากันทำให้เวลาที่มอเตอร์เริ่มหมุนแกนที่เอียงจะทำให้โครงสั่นมากเหมือนจะล้ม

- การนำไฟไปเลี้ยงบนวงจรต่างๆบนแกนที่หมุนทำได้ยากมากเนื่องจากการเสียดสีกันของทองแดงทำให้เกิดเสียงดังเวลาทำงานและความร้อน

- เนื่องจากมอเตอร์มีความแร็วรอบในการหมุนสูงประกอบกับแรงเหวี่ยงที่มากทำให้วงจรแอลอีดีที่ใช้แผ่นทองแดงเอนกประสงค์หัก

- การแกว่งของวงจรในขณะที่ความวงจรกำลังหมุน

- วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำงานได้บ่างเป็นบางครั้งไม่เสถียล

5.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา

- จากการเปลี่ยนโครงอยู่หลายครั้งในที่สุกจึงได้นำโครงของเดาแก๊ซในส่วนที่ใช้ในการติดตั้งหัวแก๊ซมาประยุคใช้ โครงที่ได้มีความสมดุลสูงไม่เอียงไปทางใดเลยจึงสามารถแก้ปัญหาโครงไม่สมดุลได้ในที่สุด

- แกนหมุนที่เอียงได้ทำการแก้ไขโดยการชดเชยน้ำหนักกันปรับจน ในเวลาหมุนทำให้การเอียงน้อยลงไปมากจนสามารถทำงานได้

- ได้นำเอาตัวเลื่อนสัมผัสที่มีล้อหมุนมาใช้ในการนำไฟขึ้นไปเลี้ยงวงจรบนแกนหมุนได้เนื่องจากใช้ล้อในการสัมผัสกับแผ่นวงจรที่ออกแบบไว้ทำให้ไม่เกิดเสียงดังเวลาทำงานและการสึกหรอลดลงไปมาก

- แผ่นลายทองแดงของวงจรแอลอีดีที่ทำขึ้นมาใหม่ได้นำไปเสริมแผ่นพลาสติกเพื่อให้เกิดความทนทานได้มากขึ้นจนวงจรไม่หัก

- นำตะกั่วที่มีน้ำหนักพอประมาณมาถ่วงไว้ที่ปลายด้านที่สั้นกว่าถ้าวงจรยังแกว่งมาก ค่อยนำน๊อตมาถ่วงเพิ่มลดการแกว่งลงได้

- อาจเกิดมาจากการเข้าใจที่ผิดพลาด หรือ การทำลายปลิ้นมีขนาดเส้นทองแดงที่เล็กและอยู่ใกล้กันมากเวลาต่อวงจรอาจมีบางจุดที่ติดกันอยู่โดไม่ตั้งใจ ทำให้การทำงานของวงจรผิดพลาดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

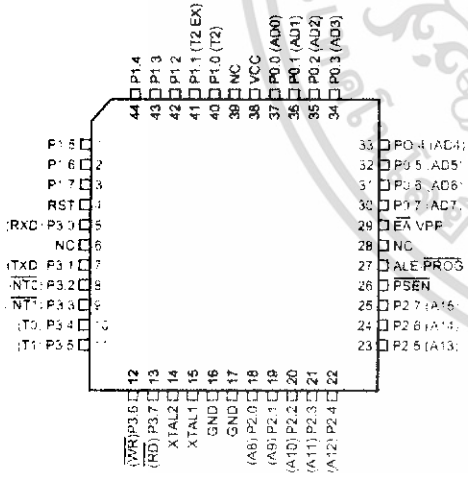
Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

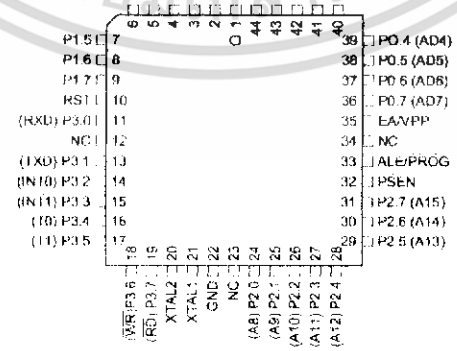
Pin Configurations

PDIP

PQFP/TQFP



PLCC



8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

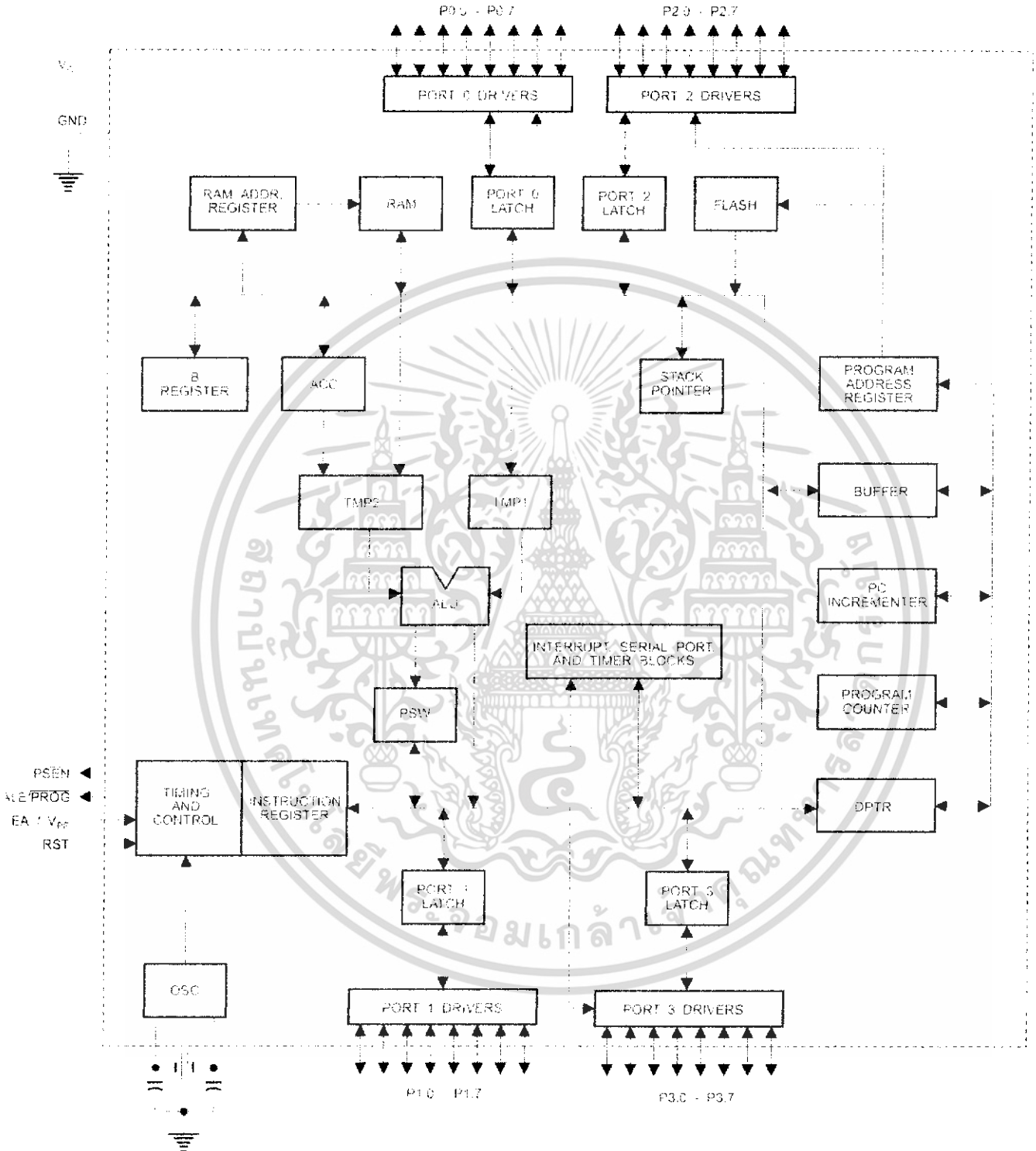
AT89C51

Not Recommended for New Designs. Use AT89S51.

Rev. 0265G–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power-down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open-drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/PROG

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

$\overline{\text{PSEN}}$

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C51 is executing code from external program memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{\text{EA}}$/VPP

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 12-volt V_{PP}.

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

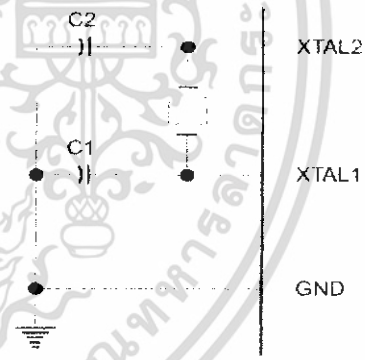
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hard ware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Figure 1. Oscillator Connections



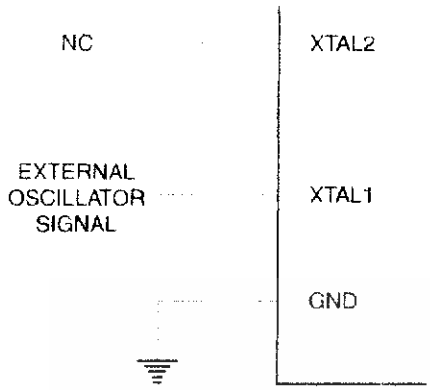
Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{\text{PSEN}}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Power-down Mode

In the power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power-down mode is terminated. The only exit from power-down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below.

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the $\overline{EA}$ pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value, and holds that value until reset is activated. It is necessary that the latched value of $\overline{EA}$ be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Lock Bit Protection Modes

	Program Lock Bits			
	LB1	LB2	LB3	Protection Type
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, $\overline{EA}$ is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, also external execution is disabled

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (V_{CC}) program enable signal. The low-voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective top-side marking and device signature codes are listed in the following table.

	V_{PP} = 12V	V_{PP} = 5V
Top-side Mark	AT89C51	AT89C51
	xxxx	xxxx-5
	yyww	yyww
Signature	(030H) = 1EH	(030H) = 1EH
	(031H) = 51H	(031H) = 51H
	(032H) =F FH	(032H) = 05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. *To program any non-blank byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.*

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figure 3 and Figure 4. To program the AT89C51, take the following steps.

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise $\overline{EA}/V_{PP}$ to 12V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse ALE/$\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

$\overline{Data}$ Polling: The AT89C51 features $\overline{Data}$ Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{Data}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/$\overline{Busy}$: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/$\overline{BSY}$ output signal. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding ALE/$\overline{PROG}$ low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H, 031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(031H) = 51H indicates 89C51
(032H) = FFH indicates 12V programming
(032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming Modes

Mode		RST	PSEN	ALE/PROG	EA/V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data		H	L		H/12V	L	H	H	H
Read Code Data		H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H	H
	Bit - 2	H	L		H/12V	H	H	L	L
	Bit - 3	H	L		H/12V	H	L	H	L
Chip Erase		H	L	(1)	H/12V	H	L	L	L
Read Signature Byte		H	L	H	H	L	L	L	L

Note: 1. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.

Figure 3. Programming the Flash

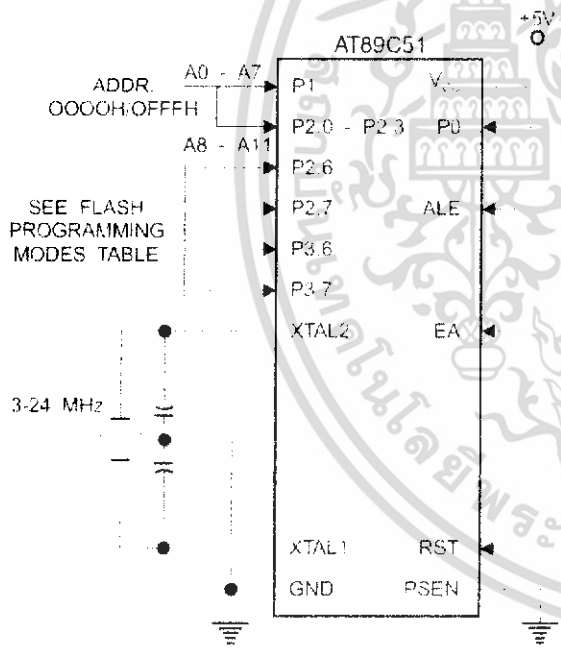
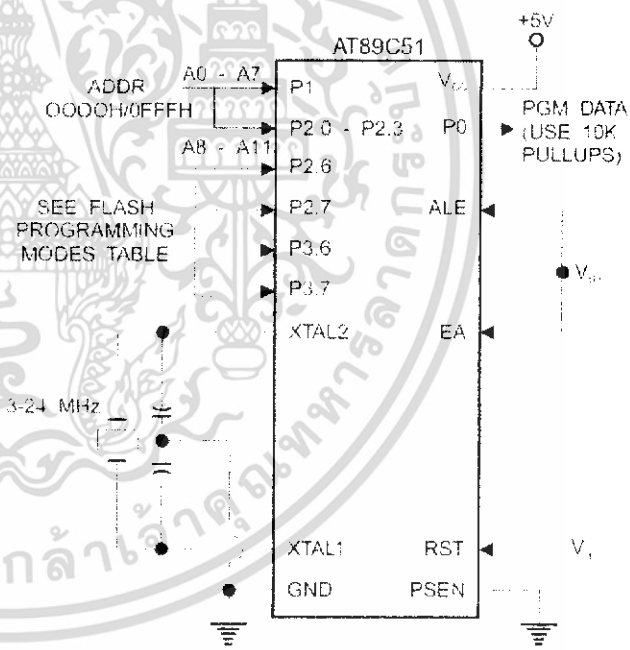
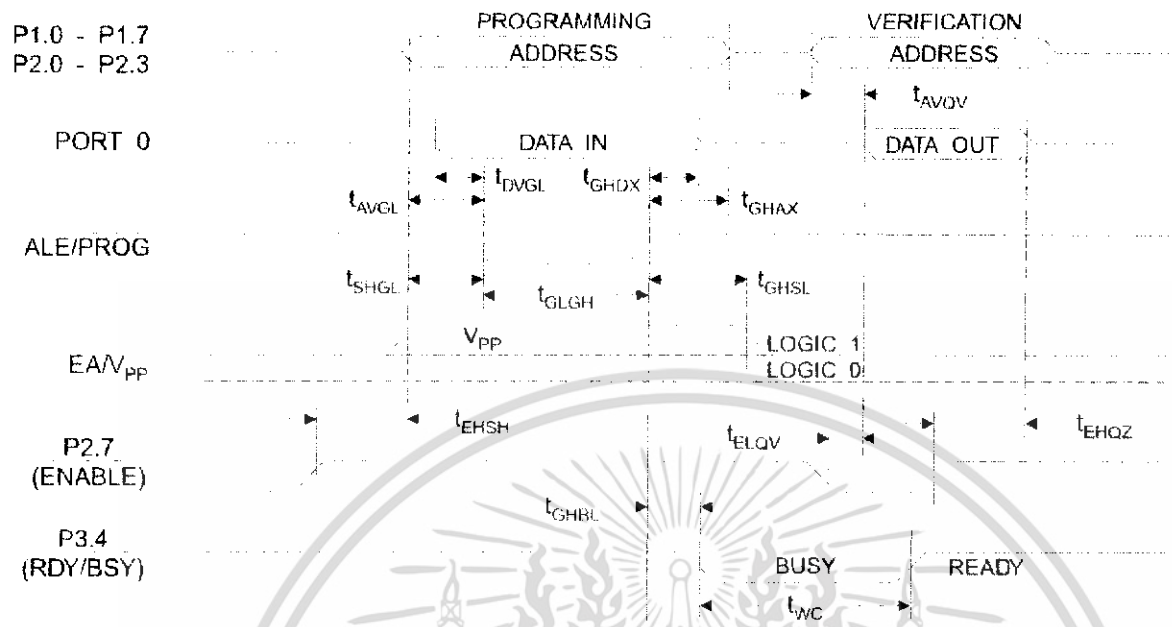


Figure 4. Verifying the Flash

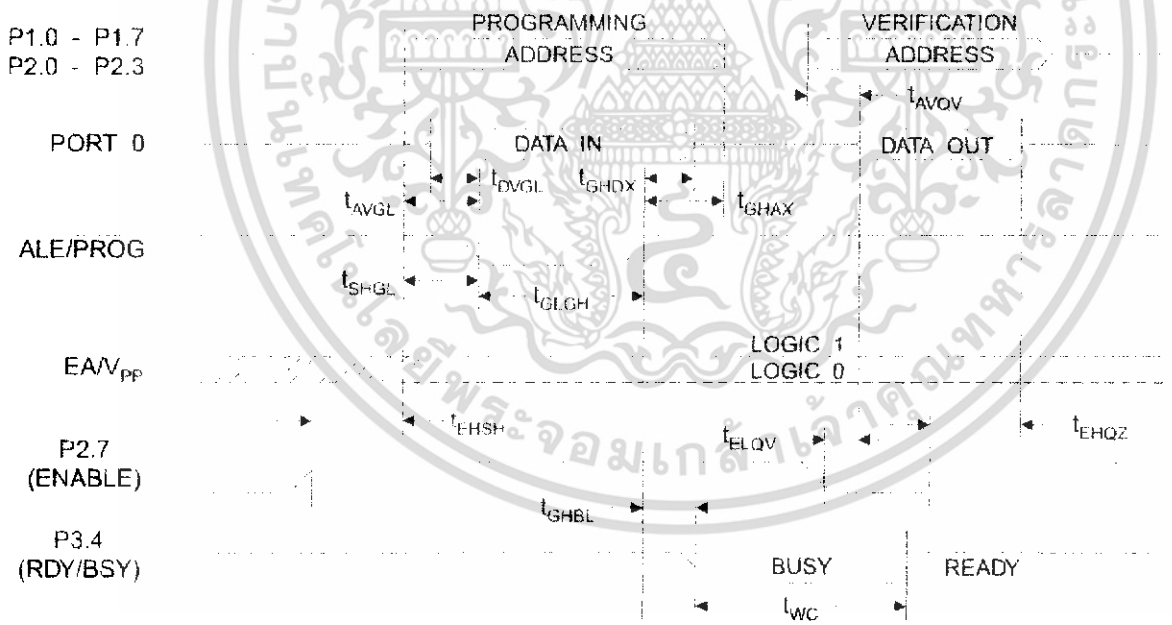


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Waveforms - High-voltage Mode (V_{PP} = 12V)



Flash Programming and Verification Waveforms - Low-voltage Mode (V_{PP} = 5V)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Characteristics

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}[1]	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}[1]	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold after $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold after $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSH}	P2.7 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}[1]	V_{PP} Hold after $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float after $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 5.0V ±20% (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low-voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC} - 0.1	V
V_{IL1}	Input Low-voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC} - 0.3	V
V_{IH}	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC} + 0.9	V_{CC} + 0.5	V
V_{IH1}	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC} + 0.5	V
V_{OL}	Output Low-voltage (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V_{OL1}	Output Low-voltage[1] (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 µA, V_{CC} = 5V ±10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 µA	0.9 V_{CC}		V
V_{OH1}	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 µA, V_{CC} = 5V ±10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2V, VCC = 5V ±10%		-650	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power-down Mode[2]	V_{CC} = 6V		100	µA
		V_{CC} = 3V		40	µA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
Maximum I_{OL} per 8-bit port: Port 0: 26 mA
Ports 1, 2, 3: 15 mA
Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Characteristics

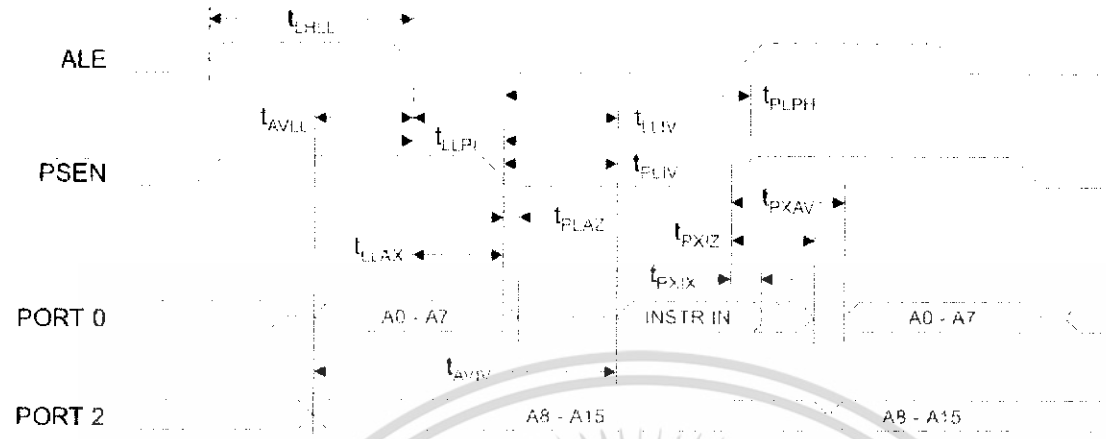
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/$\overline{PROG}$, and $\overline{PSEN}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

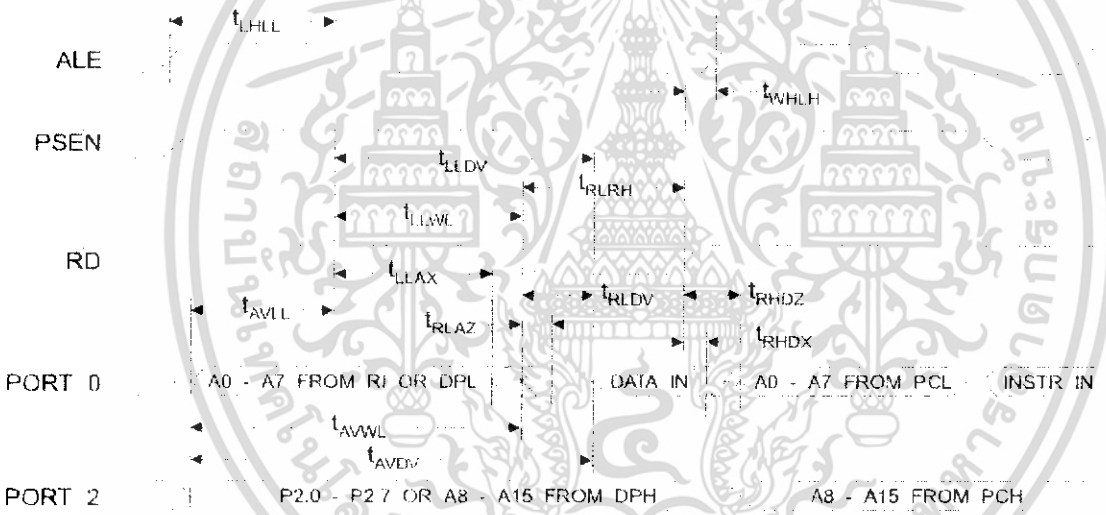
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}$-40		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{LLAX}	Address Hold after ALE Low	48		t_{CLCL}-20		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}$-65	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{PSEN}$ Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{PLPH}	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	205		$3t_{CLCL}$-20		ns
t_{PLIV}	$\overline{PSEN}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}$-45	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold after $\overline{PSEN}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float after $\overline{PSEN}$		59		t_{CLCL}-10	ns
t_{PXAV}	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	75		t_{CLCL}-8		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}$-55	ns
t_{PLAZ}	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{RD}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{WLWH}	$\overline{WR}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{RLDV}	$\overline{RD}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}$-90	ns
t_{RHDX}	Data Hold after $\overline{RD}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float after $\overline{RD}$		97		$2t_{CLCL}$-28	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}$-150	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}$-165	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	200	300	$3t_{CLCL}$-50	$3t_{CLCL}$+50	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	203		$4t_{CLCL}$-75		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	23		t_{CLCL}-20		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{WR}$ High	433		$7t_{CLCL}$-120		ns
t_{WHQX}	Data Hold after $\overline{WR}$	33		t_{CLCL}-20		ns
t_{RLAZ}	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	43	123	t_{CLCL}-20	t_{CLCL}+25	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Program Memory Read Cycle

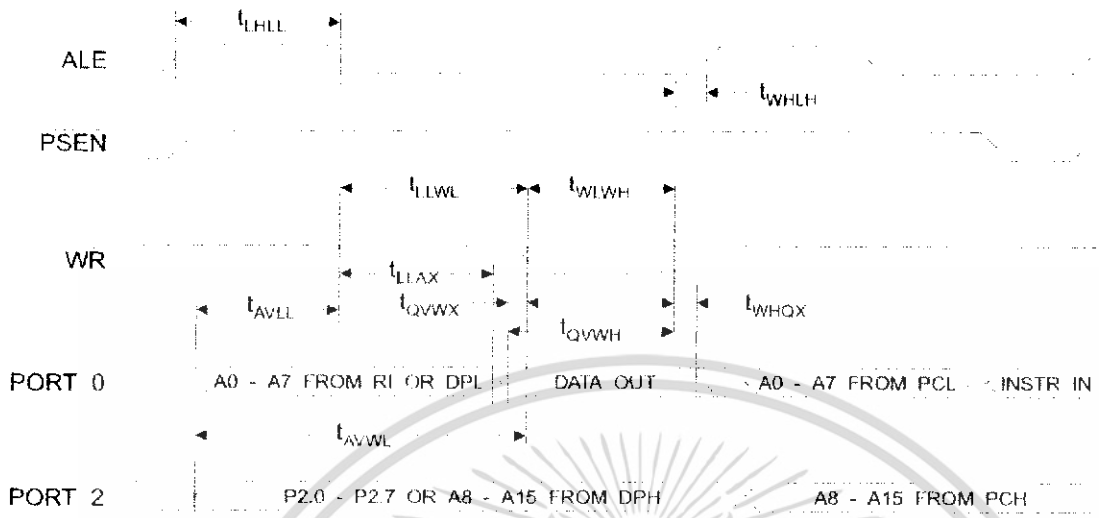


External Data Memory Read Cycle



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms

External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	15		ns
t_{CLCX}	Low Time	15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20	ns

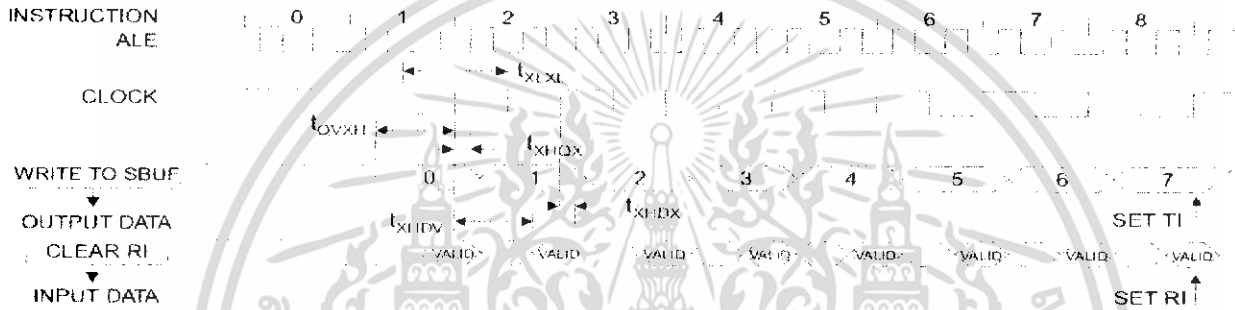
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

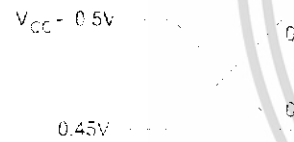
(V_{CC} = 5.0 V ±20%; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold after Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-117		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold after Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}$-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

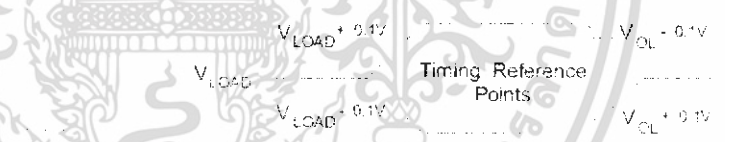


AC Testing Input/Output Waveforms[1]



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms[1]



Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

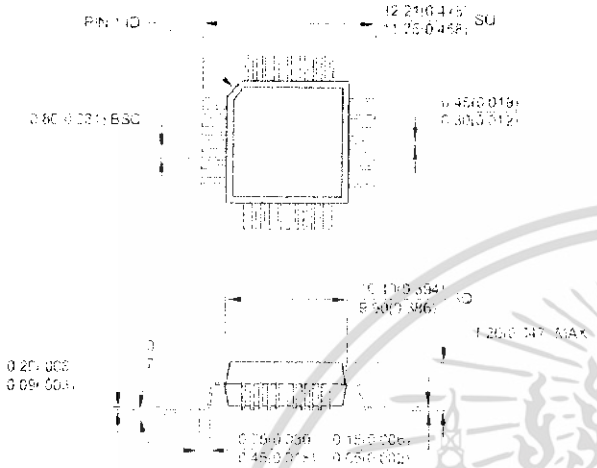
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5V ± 20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial
		AT89C51-12JC	44J	(0° C to 70° C)
		AT89C51-12PC	40P6	
		AT89C51-12QC	44Q	
		AT89C51-12AI	44A	Industrial
		AT89C51-12JI	44J	(-40° C to 85° C)
		AT89C51-12PI	40P6	
		AT89C51-12QI	44Q	
16	5V ± 20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial
		AT89C51-16JC	44J	(0° C to 70° C)
		AT89C51-16PC	40P6	
		AT89C51-16QC	44Q	
		AT89C51-16AI	44A	Industrial
		AT89C51-16JI	44J	(-40° C to 85° C)
		AT89C51-16PI	40P6	
		AT89C51-16QI	44Q	
20	5V ± 20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial
		AT89C51-20JC	44J	(0° C to 70° C)
		AT89C51-20PC	40P6	
		AT89C51-20QC	44Q	
		AT89C51-20AI	44A	Industrial
		AT89C51-20JI	44J	(-40° C to 85° C)
		AT89C51-20PI	40P6	
		AT89C51-20QI	44Q	
24	5V ± 20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial
		AT89C51-24JC	44J	(0° C to 70° C)
		AT89C51-24PC	40P6	
		AT89C51-24QC	44Q	
		AT89C51-24AI	44A	Industrial
		AT89C51-24JI	44J	(-40° C to 85° C)
		AT89C51-24PI	40P6	
		AT89C51-24QI	44Q	

Package Type	
44A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44Q	44-lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

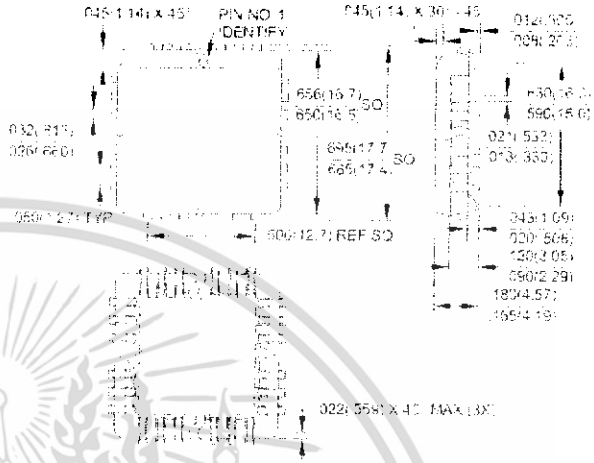
Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-026 ACB

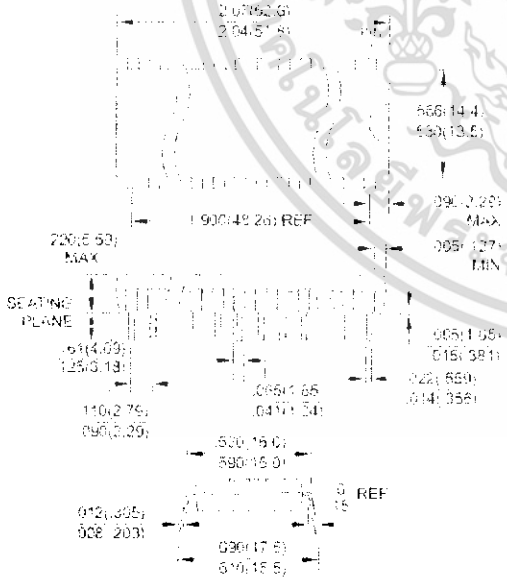


Controlling dimension: millimeters

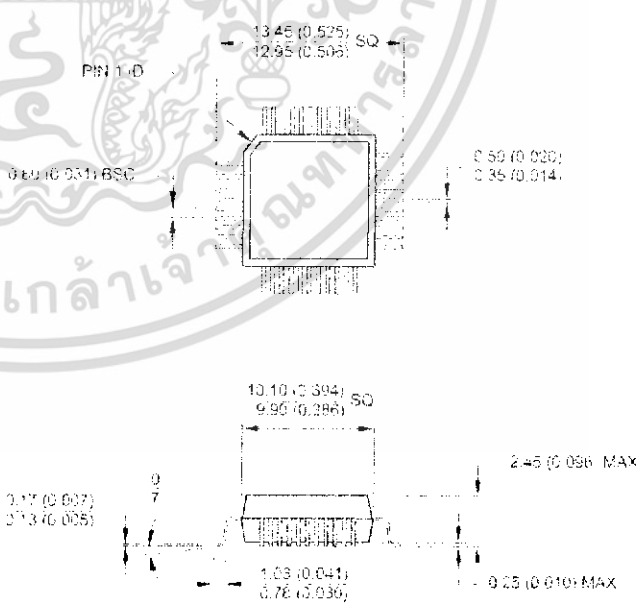
44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-018 AC



40P6, 40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
Dimensions in Inches and (Millimeters)



44Q, 44-lead, Plastic Quad Flat Package (PQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-022 AB



Controlling dimension: millimeters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Atmel Headquarters

Corporate Headquarters
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

Europe
Atmel U.K., Ltd.
Coliseum Business Centre
Riverside Way
Camberley, Surrey GU15 3YL
England
TEL (44) 1276-686-677
FAX (44) 1276-686-697

Asia
Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimhatsui
East Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-9778
FAX (852) 2722-1369

Japan
Atmel Japan K.K.
9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
TEL (81) 3-3523-3551
FAX (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Atmel Colorado Springs
1150 E. Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906
TEL (719) 576-3300
FAX (719) 540-1759

Atmel Rousset
Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-4253-6000
FAX (33) 4-4253-6001

Fax-on-Demand
North America:
1-(800) 292-8635
International:
1-(408) 441-0732

e-mail
literature@atmel.com

Web Site
http://www.atmel.com

BBS
1-(408) 436-4309

© Atmel Corporation 2000.
Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems.

Marks bearing ® and/or ™ are registered trademarks and trademarks of Atmel Corporation.

Terms and product names in this document may be trademarks of others.

Printed on recycled paper.

0265G–02/00/xM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้