สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ

THE AUTOMATIC RICE VENDING MACHINE

นายจักรินทร์ อิ้มยิ้ม
นายวัชรินทร์ คิดโปร่ง
นายสถาพร จิตต์เจนการ
นายสุรพันธ์ วรรณคง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51061
วัน,เดือน,ปี 29 มิ.ย. 2547

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ

The Automatic Rice Vending Machine

ชื่อนักศึกษา

1. นายจักรินทร์	อิ้มยิ้ม	รหัสประจำตัว	45035417
2. นายวัชรินทร์	คิดโปร่ง	รหัสประจำตัว	45035436
3. นายสถาพร	จิตต์เจนการ	รหัสประจำตัว	45035439
4. นายสุรพันธ์	วรรณคง	รหัสประจำตัว	45035449

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.กิติพงค์ มะโน

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
2. ผศ.กิติพงค์ มะโน	
3. อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี	
4. อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ	
5. อาจารย์พิชญ์สินี มงคลขจิต	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันศุกร์ที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 เวลา 17:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(นายสุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 11 เดือน พ.ย. พ.ศ. 46

<BT4610382>

เครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ

The Automatic Rice Vending Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของชุดควบคุมมอเตอร์และ MCS 51
2. เพื่อออกแบบโครงสร้างการทำงานของเครื่องขายข้าวสารแบบอัตโนมัติได้
3. เพื่อสร้างเครื่องขายข้าวสารแบบอัตโนมัติได้
4. เพื่อทดสอบเครื่องขายข้าวสารแบบอัตโนมัติได้
5. เพื่อนำเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติไปใช้งานได้จริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เรื่องหลักการทำงานของเครื่องขายข้าวสารแบบอัตโนมัติ
2. ได้แบบของเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ
3. ได้เครื่องต้นแบบเครื่องขายข้าวสารแบบอัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดลองของเครื่องขายข้าวสารแบบอัตโนมัติ
5. ได้นำเครื่องขายข้าวสารแบบอัตโนมัติไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายจักรินทร์ อิ้มยิ้ม
	นายวัชรินทร์ คิดโปร่ง
	นายสถาพร จิตต์เจนการ
	นายสุรพันธ์ วรรณคง
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.กิติพงค์ มะโน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ได้นำเสนอการออกแบบและการสร้างเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ จัดทำขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค ที่มีความต้องการซื้อข้าวสารในปริมาณที่น้อยและสามารถซื้อได้ตลอด 24 ชั่วโมง เครื่องขายข้าวสารอัตโนมัตินี้ได้ถูกคิดค้นขึ้นจากระบบการตวง โดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมการหมุนของมอเตอร์ ผู้บริโภคสามารถกำหนดปริมาณที่ต้องการซื้อได้ โดยการหยอดเหรียญผ่านเครื่องหยอดเหรียญตามความต้องการ โดยไม่จำเป็นที่จะต้องซื้อทีละ มากๆ อันจะทำให้สิ้นเปลืองเงิน และยังยากต่อการเก็บรักษา การสร้างเครื่องขายข้าวสาอัตโนมัติขึ้นนั้น คาดว่าจะสามารถนำมาใช้อำนวยความสะดวกแก่ผู้บริโภคได้ในชีวิตประจำวันและคาดไว้ว่าจะถูกพัฒนาขึ้นจนเป็นเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติที่สมบูรณ์แบบเครื่องหนึ่งในอนาคตต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Automatic Rice Vending Machine	
Student	Mr. Jukkarin	Imyim
	Mr. Watcharin	Khitprong
	Mr. Sathaporn	Jitjanekarn
	Mr. Suraphan	Wannakhong
Advisor	Asst.Prof. Kitipong	Mano
Co-Advisor	Mr. Surapong	Siripongdee
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Industrial Instrument Technology	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

The Automatic Rice Vending Machine is provided for the consumers who require to buy rice as easily and convenient for 24 hours as appropriate. This project is developed over the measurement system by the Microcontroller which is controlled by the motor rotation. Consumer able to insert the coin through the machine then select the type of rice, demand of quantity and consume will be provided by this machine as well. This way neither support the consumer to buy and consume enough for living nor the reducing the loss of much quantity of rice. The development of the Automatic Rice Vending Machine as for the typical machine which is expected to deserve the consumers daily life to be more convenient as usual as follow by the high performance machine will be succeed in the near future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กิติพงค์ มะโน อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่งบิดามารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	2
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ข้าว	3
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	7
2.3.1 หลักการทำงานของมอเตอร์	7
2.3.2 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	7
2.3.3 ข้อดี ข้อเสียของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	9
2.3.4 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	13
2.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้นและการเคลื่อนที่เป็นแบบเชิงมุม	15
2.3.6 ระบบเกียร์	16
2.4 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	18
2.4.1 โครงสร้างของ 8051	19
2.4.2 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051	20
2.4.3 โครงสร้างการทำงานของพอร์ต	24
2.4.4 หน่วยความจำ	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.5 หลักการทำงานของ 8051	28
2.5 จอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	29
2.5.1 การใช้จอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนหลายตัว	32
บทที่ 3 การออก แบบการสร้าง และการทำงาน	34
3.1 การออกแบบกระบอกตวงและชุดถาดตวง	34
3.1.1 กระบอกตวงข้าวสาร	34
3.1.2 ชุดถาดตวงข้าวสาร	35
3.2 โครงสร้างของชุดควบคุมชุดถาดตวงข้าวสาร	35
3.2.1 การออกแบบวงจรควบคุม	35
3.2.2 วงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับขับชุดถาดตวงข้าวสาร	36
3.3 เครื่องหยอดเหรียญและชุดคืนหยอดเหรียญ	36
3.3.1 หลักการทำงานของเครื่องหยอดเหรียญ	36
3.3.2 วงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับชุดคืนเหรียญ	37
3.4 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง	41
3.4.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 5 โวลต์	41
3.4.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 12 โวลต์	41
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	42
4.1 ถาดตวงข้าวสาร	42
4.2 การต่อเครื่องหยอดเหรียญร่วมกับวงจรแสดงผล	43
4.3 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงของเครื่องคืนเหรียญ	43
4.4 วงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับขับถาด	45
4.5 การทดลองโดยรวมของวงจร	45
บทที่ 5 บทสรุป	47
5.1 สรุป	47
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก ก ภาพเครื่องต้นแบบ	50
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	53
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	57
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	60
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	65
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	71
ประวัติผู้แต่ง	113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวสาร 100 กรัม	4
2.2 การจำแนกข้าวตามคุณภาพของข้าวสุกและปริมาณอไมโลส	5
2.3 การกำหนดราคาจำหน่ายข้าวสารแปรสภาพจากข้าวเปลือก	6
2.4 ราคาข้าวสารบรรจุถุงตามท้องตลาด	6
2.4 (ต่อ) ราคาข้าวสารบรรจุถุงตามท้องตลาด	7
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051	18
2.5 (ต่อ) ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051	19
2.6 กำหนดการต่อจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนเข้ากับพอร์ต P1	30
2.7 ข้อมูลของการแสดงผลตัวเลข 0-9 ของจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	31
2.7 (ต่อ) ข้อมูลของการแสดงผลตัวเลข 0-9 ของจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	32
4.1 ผลการทดลองการจ่ายข้าวสารในแต่ละครั้ง	42
4.2 ผลการทดลองการต่อเครื่องหยอดเหรียญร่วมกับวงจรแสดงผล	43
4.3 ผลการทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดคืนเหรียญ	44
4.4 ผลการทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ขับถาดตวงข้าวสาร	45
4.5 ผลการทำงานของวงจรที่นำแต่ละวงจรมาต่อรวมกัน	46
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรเครื่องหยอดเหรียญ	58
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	58
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	59
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมเครื่องของเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	9
2.2 เส้นโค้งลักษณะสมบัติอัตราเร็วของมอเตอร์ดีซี	12
2.3 เส้นโค้งลักษณะสมบัติแรงหมุนของมอเตอร์ดีซี	12
2.4 ระบบมอเตอร์และลีดสกรู	15
2.5 ระบบซี่เฟืองตรงและเฟืองจักร	16
2.6 ระบบการคัปปลิ้งของเกียร์	16
2.7 ระบบการคัปปลิ้งเกียร์ที่มีแรงเฉื่อย	17
2.8 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	21
2.9 แสดงขาต่างๆ ของ 8051	22
2.10 ขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PDIP	25
2.11 ขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PQFP/TQFP	26
2.12 ขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PLCC	26
2.13 การจัดพื้นที่หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมของ 8051	27
2.14 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล	28
2.15 วงจรภายในของจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนทั้งแบบแคโทดร่วมและแอโนดร่วม	30
2.16 การต่อขาจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนตัวจริง	31
2.17 วงจรใช้งานจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนแบบแอโนดร่วมในลักษณะมัลติเพล็กซ์	32
3.1 ขนาดของกระบอกตวง	34
3.2 ลักษณะของถาดตวงเมื่อนำมาประกอบ	35
3.3 แผนผังการทำงาน	36
3.4 วงจรควบคุมมอเตอร์ขับชุดถาดตวงข้าวสาร	37
3.5 เครื่องหยอดเหรียญ	38
3.6 วงจรควบคุมมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญขณะหมุนตามเข็มนาฬิกา	39
3.7 วงจรควบคุมมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญขณะหมุนทวนเข็มนาฬิกา	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.8 ลักษณะการทำงานของเครื่องคืนเหรียญด้านบน	40
3.9 ลักษณะการทำงานของเครื่องคืนเหรียญด้านข้าง	40
3.10 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 5 โวลต์	41
3.11 แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 12 โวลต์	41
4.1 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดคืนเหรียญ	44
4.2 วงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับขับถาดตวงข้าวสาร	45
ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ	51
ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ	52
ข.1 วงจรควบคุมมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญ	53
ข.2 แผ่นพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญ	53
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรควบคุมมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญ	55
ข.4 วงจรควบคุมมอเตอร์ขับถาดตวงข้าวสาร	55
ข.5 แผ่นพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์ขับถาดตวงข้าวสาร	56
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์ขับถาดตวงข้าวสาร	56
ง.1 ผังงานโปรแกรมเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ข้าวถือเป็นอาหารหลักของคนไทยนับตั้งแต่โบราณจนถึงปัจจุบันคนไทยนิยมรับประทานข้าวเป็นอาหารหลักเกือบจะทุกมื้อ การจัดซื้อข้าวจึงเป็นปัจจัยหนึ่งว่าผู้บริโภคจะซื้อหาอย่างไรให้สะดวกสบาย เนื่องจากปัจจุบันร้านค้าประเภทโชห่วยและร้านขายของชำ จะมีเวลาให้บริการที่ไม่แน่นอนและกำลังมีจำนวนลดลงเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของห้างสรรพสินค้าและร้านสะดวกซื้อ ที่มีข้อจำกัดด้านปริมาณการซื้อ คือจะต้องซื้อครั้งละ 5-10 กิโลกรัม ซึ่ง อาจสร้างความลำบากให้แก่ผู้บริโภค แม้จะเปิดบริการตลอด 24 ชั่วโมงก็ตาม อีกทั้งห้างสรรพสินค้าและร้านสะดวกซื้อดังกล่าวมักจะตั้งอยู่ในเขตชุมชนใหญ่ๆ และมีการคมนาคมสะดวกเท่านั้น

เครื่องต้นแบบเครื่องนี้ ได้ถูกออกแบบขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้บริโภค โดยช่วยเพิ่มความสะดวกสบายในการซื้อหาในทุกๆ ด้าน ดังนี้

1. ด้านปริมาณผู้บริโภคสามารถซื้อข้าวได้ในปริมาณที่พอเพียงต่อการบริโภคในแต่ละครั้ง คือ 1-2 กิโลกรัม ไม่จำเป็นต้องซื้อในปริมาณมากๆ เพราะหากบริโภคไม่หมดก็ทำให้ยากต่อการเก็บรักษา เพราะข้าวจะต้องเก็บในที่แห้งสนิท อีกทั้งถ้าเก็บไว้เป็นเวลานานๆ ก็ เสี่ยงต่อการเกิดมอดข้าวสารได้

2. ด้านการเดินทางสามารถหาซื้อได้ง่าย ไม่ต้องซื้อจากร้านค้าไกลๆ เช่น ผู้บริโภค ที่อาศัยตามคอนโดหรืออพาร์ตเม้นท์ ก็สามารถหาซื้อได้ที่บริเวณที่พักอาศัยนั้นๆ

3. ด้านเวลา สะดวกซื้อในทุกเวลา โดยสามารถหาซื้อได้ตลอด 24 ชั่วโมง

4. ด้านการเงินผู้บริโภคจึงไม่จำเป็นที่จะต้องจ่ายเงินเกินความจำเป็นกล่าว คือ ไม่ต้องซื้อข้าวสารมาเก็บไว้ในปริมาณมากๆ ทำให้ไม่สิ้นเปลือง

จะเห็นได้ว่าปัจจัยข้างต้นทำให้ผู้บริโภคโดยทั่วไป ได้รับการอำนวยความสะดวกเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยที่ผู้จัดทำตระหนักถึงปัจจัยเหล่านี้จึงเป็นจุดสำคัญในการสร้างสรรค์ผลงานโครงงานนี้ขึ้นเพื่อที่จะเป็นเครื่องต้นแบบ ซึ่งทางผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. มีข้าวสารประเภทเดียว
2. ราคาขายขั้นต่ำที่ 10 บาท
3. ใช้ได้กับเหรียญ 10 บาทเท่านั้น
4. ขายข้าวสารได้ตลอด 24 ชั่วโมง
5. มีตัวแสดงผลเมื่อข้าวสารไม่เพียงพอ
6. หยุดการจำหน่าย เมื่อข้าวสารมีปริมาณ ไม่เพียงพอที่จะจำหน่ายในราคาขั้นต่ำ

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ประกอบด้วย

บทที่ 2 กล่าวถึง ทฤษฎีและหลักการของโครงงาน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวของกับโครงงาน ได้แก่ ข้าว ไมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

บทที่ 3 กล่าวถึง การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน ซึ่งประกอบไปด้วย แนวคิดวิธีการออกแบบวงจร วงจรที่ใช้ที่ใช้ในการทำงาน

บทที่ 4 กล่าวถึง การทดลองและผลการทดลอง ที่ได้มาจากการออกแบบ การสร้าง และการทำงานจากบทที่ 3 ซึ่งจะบอกผลการทดลองในส่วนต่างๆ

บทที่ 5 กล่าวถึง บทสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางการแก้ไขปัญหาที่สำคัญในการทำโครงงาน และแนวทางในการพัฒนาโครงงาน

ภาคผนวก ก ภาพเครื่องต้นแบบเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์ที่ใช้งานในแต่ล่ะวงจร

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ล่ะวงจร

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งสร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ

ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในการจัดทำโครงงานนี้ได้นำทฤษฎีความรู้ทางวิชาการที่เกี่ยวข้องมาใช้อ้างอิง เพื่อเป็นแนวทางในการทำโครงงานให้ถูกต้องตามหลักทฤษฎีที่กล่าวไว้ ซึ่ง ทฤษฎีที่นำมาใช้นั้นมีอยู่ด้วยกัน คือ

1. ข้าว
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและการควบคุม
3. ไมโครคอนโทรเลอร์
4. จอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

ดังนั้นเนื้อหาข้างต้นนี้ จะกล่าวถึงทฤษฎีทั้ง 4 เรื่องข้างต้นอย่างละเอียดเพียงพอที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำโครงงานให้เสร็จสมบูรณ์ได้

2.2 ข้าว

ประเทศไทยมีที่นาทั้งประเทศประมาณ 60 ล้านไร่ จะผันแปรไปบ้างตามการเกิดภัยธรรมชาติ สามารถผลิตทั้งข้าวไร่ ข้าวนาลุ่ม ข้าวนาดอน และมีข้าวพันธุ์ดีอีกมากมายหลายชนิด โดยเฉพาะข้าวหอมมะลิได้รับความนิยมในการบริโภคมากทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ประเทศไทยผลิตข้าวเปลือกได้ปีละประมาณ 21 ล้านตัน ซึ่งผลิตออกมาเป็นข้าวสารได้ 14 ล้านตัน ใช้เพื่อการบริโภคภายในประเทศในรูปของข้าวและผลิตภัณฑ์ประมาณสองในสามส่วน ที่เหลือสามารถส่งเป็นสินค้าออกทำรายได้เข้าประเทศหลายหมื่นล้านบาทต่อปี ประเทศไทยนั้นจัดเป็นประเทศที่ส่งออกข้าวหอมมะลิเป็นอันดับหนึ่งของโลก แม้จะมีคู่แข่งในตลาดโลกที่สำคัญ คือ ประเทศเวียดนาม ในปี พ.ศ. 2540 ตัวเลขของการส่งออกข้าวไทยสูงถึง 4-5 ล้านตัน นำรายได้เข้าประเทศประมาณ 50,000 ล้านบาท นอกจากมีการปลูกข้าวพันธุ์ เมล็ดยาวแล้ว ในปัจจุบันยังมีการปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดสั้นเพื่อการส่งออกอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเป็นพืชในตระกูลหญ้า ข้าวที่ปลูกในทวีปเอเชีย แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1) ข้าวอินดิกา (Indica) เป็นข้าวที่นิยมปลูกในเขตร้อน เช่นไทย อินเดีย และฟิลิปปินส์ ซึ่งมีลักษณะเมล็ดยาวเรียว

2) ข้าวจาโปนิกา (Japonica) เป็นข้าวที่นิยมปลูกทั่วไป ในเขตร้อนหรืออบอุ่น เช่น เกาหลี ญี่ปุ่น ซึ่งมีลักษณะเมล็ดป้อมสั้น

3) ข้าวจาวานิกา (Javanica) นิยมปลูกในอินโดนีเซีย เมล็ดข้าวค่อนข้างอ้วนป้อม มีลักษณะผสมระหว่างพันธุ์อินดิกาและจาโปนิกา

ตารางที่ 2.1 จะเป็นตารางที่แสดงถึงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวสารซึ่งจะมีสารประกอบหลักๆ ของข้าวและแป้งข้าว คือ คาร์โบไฮเดรตที่จะอยู่ในรูปของสตาร์ช ซึ่งประกอบด้วยอไมโลส (Amylose) และอไมโลเปกติน (Amylopectin) โดยข้าวเจ้าและข้าวเหนียวจะมีปริมาณของอไมโลสและอไมโลเปกตินแตกต่างกันทำให้คุณภาพของข้าวหุงสุกและแป้งข้าวในด้านสี ความใส ความหนืด และการให้ลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวสาร 100 กรัม

องค์ประกอบ	ข้าวเจ้ากล้อง	ข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	352	354
ความชื้น (กรัม)	11.7	12.0
โปรตีน (กรัม)	7.8	6.2
ไขมัน (กรัม)	3.4	1.1
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	72.6	79.8
เถ้า (กรัม)	1.2	0.3
ใยอาหาร (กรัม)	3.4	0.6
วิตามินบีหนึ่ง (มิลลิกรัม)	0.6	0.1
วิตามินบีสอง (มิลลิกรัม)	0.2	0.4
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	4.0	3.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำข้าวพันธุ์ที่มีอไมโลสในปริมาณสูง เช่น พันธุ์เหลืองประทิว 123 มาหุงสุก ข้าวที่ได้จะค่อนข้างแข็งและร่วนกว่าข้าวสุกจากพันธุ์ที่มีปริมาณ อไมโลสต่ำกว่า เช่น ข้าวหอมพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นต้น ซึ่ง ในที่ตาราง 2.2 จะแสดงการจำแนกข้าวตามคุณภาพของข้าวสุกและปริมาณของอไมโลส

ตารางที่ 2.2 การจำแนกข้าวตามคุณภาพของข้าวสุกและปริมาณอไมโลส

ชนิดข้าว	คุณภาพของข้าวสุก	ปริมาณอไมโลส (%)
ข้าวเหนียว	เหนียวมาก	0-3
ข้าวเจ้า	นุ่มเหนียว ร่วนง่าย	4-11
ข้าวนุ่มเหนียว	นุ่มเหนียว หุงแฉะง่าย	12-19
ข้าวอ่อน	ค่อนข้างนุ่ม ร่วน	20-25
ข้าวแข็ง	แข็ง ร่วน หุงขึ้นหม้อ	26-34

ประเทศไทยมีโรงสีทั้งหมดประมาณ 4,000 โรง กระจายอยู่ทั่วประเทศ ตั้งแต่โรงสีขนาดเล็ก (น้อยกว่า 50 เกวียนต่อวัน) จนถึงโรงสีขนาดใหญ่ (200 เกวียนต่อวัน) โดยมีมากที่สุด คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาเป็นภาคกลาง และภาคเหนือ ส่วนภาคใต้มีโรงสีน้อยกว่าภาคอื่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสีข้าวได้แก่ ข้าวกล้องและข้าวขัดขาวในรูปเต็มเมล็ด ข้าวท่อนหรือข้าวหักซึ่งนำไปโม่เป็นแป้งข้าว รำข้าวซึ่งนำไปสกัดน้ำมัน ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพหรือผลิตเป็นอาหารสัตว์ แกลบใช้ทำเชื้อเพลิง วัสดุก่อสร้าง และสารเคมีต่างๆ

โรงสีข้าวในเมืองไทยเป็นระบบเก่า ปกติโรงสีข้าวจะต้องมีการขัดขาว 2–3 ครั้ง ข้าวขาวที่ออกมาจากหินขัดข้าวครั้งสุดท้ายจะเป็นข้าวรวม คือ มีทั้งข้าวต้น (เมล็ดเต็ม) และข้าวหัก (ข้าวท่อน) ขนาดต่างๆ ปนกัน จึงต้องมีระบบคัดแยกข้าว โรงสีทั่วไปจะทำการคัดแยกข้าวเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่น 100, 5, 10, 15, 25, 35, 45% ข้าว 100% และ 5% มีราคาสูงเนื่องจากมีข้าวเมล็ดเต็มในสัดส่วน 100% และ 95% ข้าวที่มีสัดส่วนของข้าวหักมาก เช่น 35% หรือ 45% นิยมส่งจำหน่ายโรงงานทำเส้นหมี่ ก๋วยเตี๋ยว และแป้ง

นอกจากการสีข้าวตามปกติแล้วยังมีการสีข้าวอีกวิธีหนึ่งคือ การทำข้าวนึ่ง (Parboiled Rice) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการสี เพราะการนึ่งเมล็ดข้าวเปลือกด้วยไอน้ำก่อนการกะเทาะเปลือกจะช่วยลดปริมาณข้าวหักในระหว่างการขัดสี ได้ข้าวนึ่งดังกล่าวมีสีคล้ำและมีกลิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างไปจากข้าวที่ผ่านการขัดสีตามปกติ มีเนื้อสัมผัสร่วน แข็ง คนไทยไม่นิยมบริโภคข้าวที่การสีโดยวิธีนี้แต่ประเทศไทยสามารถส่งออกข้าวนึ่ง โดยส่วนใหญ่ส่งไปยังประเทศในแถบตะวันออกกลาง ปัจจุบันประเทศเวียดนามสามารถส่งออกข้าวได้เป็นอันดับที่สามของโลกและมีแนวโน้มที่จะส่งออกได้มากขึ้นในอนาคต จึงเป็นคู่แข่งสำคัญของไทย เนื่องจากผลผลิตดีและต้นทุนการผลิตถูกกว่าข้าวไทย ซึ่งใน ตารางที่ 2.3 เป็นการกำหนดราคาจำหน่ายข้าวสารแปรสภาพจากข้าวเปลือก (ฉบับที่ 5)โดยองค์การคลังสินค้า และในตารางที่ 2.4 เป็นตารางที่แสดงราคาข้าวสารบรรจุถุงที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด

ตารางที่ 2.3 การกำหนดราคาจำหน่ายข้าวสารแปรสภาพจากข้าวเปลือก

ชนิดข้าว	ราคาขายขั้นต่ำ ณ คลังสินค้า (บาท : กิโลกรัม)
ข้าวสาร 100% ชั้น 2	8.21
ข้าวสาร 5%	8.01
ข้าวสาร 10%	7.81
ข้าวสาร 15%	7.66
ข้าวสาร 25% เถิศ	7.42

ตารางที่ 2.4 ราคาข้าวสารบรรจุถุงตามท้องตลาด

ข้าวสาร (ถุง)	น้ำหนักต่อ/1 ถุง (กก.)	ราคา (บาท)
ข้าวสารหอมมะลิ (ใหม่)	15	290-300
ข้าวสารเจ้า 100% (ใหม่)	15	150-170
ข้าวสารเจ้า 5% (ใหม่)	15	120-140
ข้าวสารเหนียว 10% (ใหม่)	15	210-220

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) ราคาข้าวสารบรรจุถุงตามท้องตลาด

ข้าวสาร (ถุง)	น้ำหนักต่อ/1 ถุง (กก.)	ราคา (บาท)
ข้าวสารหอมมะลิ	5	110 - 120
ข้าวสารเจ้า 100%	5	65-75
ข้าวสารเจ้า 5%	5	50 - 65

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ คือ เครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยโครงสร้างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จะเหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงทุกอย่าง ดังนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงจึงสามารถต่อให้เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.3.1 หลักการทำงานของมอเตอร์

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กนั้น จะทำให้เกิดแรงขึ้นในตัวนำซึ่งทิศทางของแรงที่เกิดขึ้นหาได้โดยการใช้กฎมือขวาของเฟรมมิ่ง

แรงที่เกิดขึ้นนี้จะอยู่ในแนวที่ตั้งฉากกับเส้นแรงแม่เหล็กและกระแสที่ไหลผ่านในขดลวดตัวนำนั้นๆ ดังนั้นเมื่อมีกระแสไหลในขดลวดตัวนำที่พันอยู่บนแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature) ก็จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวนำและจะเกิดการทำปฏิกิริยากับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ ทำให้เกิดแรงผลักขึ้นบนตัวนำจึงทำให้อาร์เมเจอร์หมุนไปได้

2.3.2 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีโครงสร้างด้วยกันสองส่วนใหญ่ๆ 2 ส่วน คือ

1) ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator Part)

1.1) เปลือกหรือโครง (Frame or Yoke) จะทำด้วยเหล็กหล่อหรือสารแม่เหล็กที่จะทำหน้าที่ คือ ยึดขั้วแม่เหล็กกับส่วนประกอบทั้งหมดและเป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็ก

1.2) ขั้วแม่เหล็ก (Pole-Shoes) ทำมาจากแผ่นเหล็กบางๆ (Laminated Sheet Steel) อัดซ้อนเข้าด้วยกันหลายๆ แผ่น โดยแต่ละแผ่นจะเคลือบไว้ด้วยฉนวน ขั้วแม่เหล็กนี้จะนำไปยึดเข้ากับโครงด้วยสกรู (Screw)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil or Field Winding) หรือเรียกว่าขดลวดฟิลด์คอยล์ เป็นลวดตัวนำพันไว้รอบขั้วแม่เหล็ก ทำหน้าที่สร้างแรงแม่เหล็ก ขดลวดฟิลด์คอยล์มี 2 ชนิด คือ ขดลวดชั้นฟิลด์ (Shunt Field or Shunt Winding) จะพันด้วยลวดเส้นเล็กความต้านทานจะสูง และขดลวดซีรีส์ฟิลด์ (Series Field or Series Winding) จะพันด้วยลวดเส้นโตความต้านทานจะต่ำ ขดลวดทั้ง 2 ชุดจะต้องพันไปในทิศทางเดียวกัน

1.4) แปรงถ่านและแบริ่ง (Brushes and Bearing) แปรงถ่านทำหน้าที่เป็นสะพานไฟจากคอมมิวเตเตอร์เชื่อมต่อไปยังวงจรภายนอก ซึ่งแปรงถ่านทำมาจากคาร์บอนอัดแน่นจะมีลักษณะที่เป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่บรรจุอยู่ในซองแปรงถ่านและถูกกดด้วยสปริงให้สัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลา ซองแปรงถ่านจะถูกยึดติดอยู่กับฝาครอบ ส่วนแบริ่งหรือลูกปืนนั้น จะเป็นตัวรับน้ำหนักทั้งหมดที่ได้รับจากตัวหมุนและช่วยลดแรงเสียดทานที่เพลาขณะที่อาร์เมเจอร์หมุน

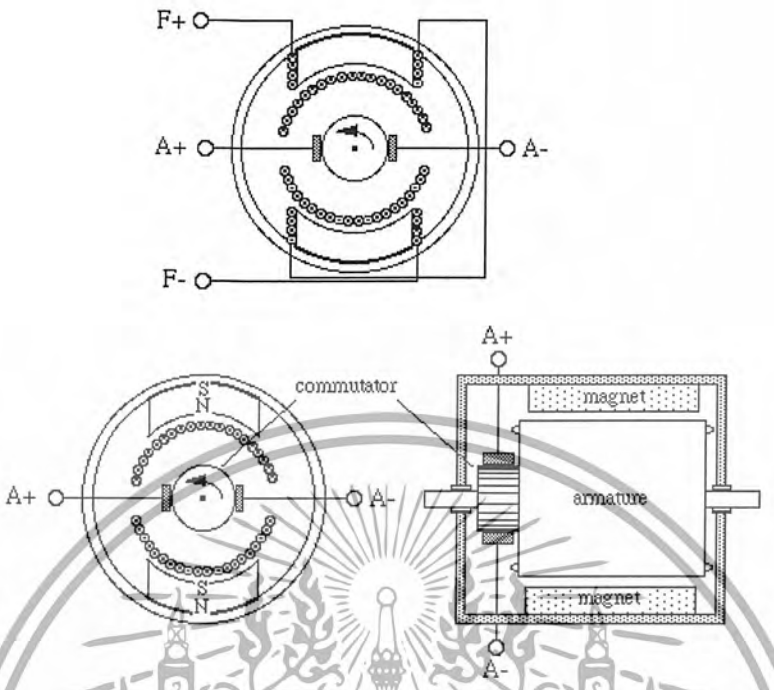
2. ส่วนที่เคลื่อนที่ (Rotor Part)

2.1) แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature Core) แกนเหล็กอาร์เมเจอร์เป็นที่สำหรับบรรจุขดลวดอาร์เมเจอร์ แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ทำมาจากแผ่นเหล็กบางๆ ที่ด้านหนึ่งฉาบด้วยฉนวนที่อัดซ้อนเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แล้วทำเป็นช่องสล็อต (Slot) ไว้และแกนเหล็กอาร์เมเจอร์นี้จะเจาะรูไว้ด้วยเพื่อช่วยในการระบายความร้อนอันเนื่องมาจากการสูญเสีย

2.2) ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature or Armature winding) คือ ขดลวดที่ทำการบรรจุไว้ในช่องสล็อตของแกนเหล็กอาร์เมเจอร์จะมีการพันในรูปแบบแลป (Lap) หรือเวฟ (Wave) ปลายของขดลวดจะถูกนำไปต่อเข้ากับคอมมิวเตเตอร์

2.3) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับที่เกิดในขดลวดอาร์เมเจอร์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง คอมมิวเตเตอร์ประกอบด้วยซี่ของขดลวดหลายๆ ซี่ที่อัดเข้าไว้ด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก และระหว่างซี่ทองแดงแต่ละซี่จะคั่นไว้ด้วยฉนวนหนาที่แข็งแรงและยึดติดไว้บนเพลาอันเดียวกับแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.3.3 ข้อดี ข้อเสียของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ข้อดี

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมมากในการควบคุมความเร็วของการขับเคลื่อน โดยมีพิสัยของอัตราเร็วที่กว้างมาก ซึ่งเราสามารถเพิ่มอัตราความเร็วให้สูงขึ้นหรือให้ต่ำกว่าอัตราเร็วปกติได้

2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะมีแรงบิดขณะสตาร์ตสูงมากจึงเหมาะสมมากที่จะใช้กับงานยกของ ฉุดลาก และขับเคลื่อน

3) วิธีการควบคุมของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะง่ายกว่าและค่อนข้างนุ่มนวลกว่า มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ทำงานคล้ายกัน

ข้อเสีย

1) ต้องจัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงไว้ใช้งานเป็นพิเศษ

2) สำหรับมอเตอร์ที่มีขนาดแรงม้าเท่ากัน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะมีขนาดที่ใหญ่และมีราคาที่สูงกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ในการสตาร์ตมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นต้องใช้วิธีที่พิเศษกว่าและค่อนข้างที่จะยุ่งยากกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมากยกเว้นสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดเล็กเท่านั้นที่ไม่ต้องการวิธีสตาร์ตแบบพิเศษ

4) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต้องการการซ่อมบำรุงรักษามากกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ทั้งนี้เนื่องจากคอมมิวเตเตอร์ จะมีการสึกหรอที่เกิดจากการอาร์คและการขัดสีระหว่างแปรงถ่านกับซี่คอมมิวเตเตอร์

ถึงแม้ว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นมีข้อได้เปรียบเพียงสองสามข้อ แต่เป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญมาก เราจึงยังมีการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอยู่ตราบเท่าทุกวันนี้

ในปัจจุบันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีทั้งแบบขนาน แบบอนุกรม แบบผสม และยังมีแบบแม่เหล็กถาวร (PM motor หรือ Permanent Magnet Motor) ซึ่งในสมัยนี้ได้มีการประดิษฐ์แม่เหล็กที่มีความเข้มของเส้นแรงแม่เหล็กสูงขึ้นและมีราคาถูกลงมาก เช่น อัลนิโคห้า (Alnico V) และแม่เหล็กเซรามิค (Ceramic Magnet) เป็นต้น ซึ่งได้มีการนิยมนำไปประดิษฐ์มอเตอร์ขนาดเล็กที่มีขนาดแรงม้าเป็นค่าเศษส่วน (Fractional Horse Power) โดยมักนิยมนำเอาไปใช้ในงานควบคุมต่างๆ เช่น นำไปใช้ในรถยนต์ เครื่องปัดน้ำฝน เครื่องยกกระจกหน้าต่าง เครื่องยกหรือเลื่อนที่นั่ง เป็นต้น

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวรจะมีลักษณะคุณสมบัติคล้ายกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน โดยมีอัตราเร็วเกือบคงที่แต่มีค่าลดลงบ้างเล็กน้อย ตามค่าของภาระหรือแรงหมุนของภาระ ดังเส้นโค้งลักษณะสมบัติระหว่างอัตราเร็วกับแรงหมุนภาระที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.2 ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานจะมีสูตรในคำนวณหาค่าอัตราเร็วดังสมการต่อไปนี้

$$\omega = \frac{E - I_a R_a}{K_\omega I_f} \qquad (2.1)$$

เมื่อ ω เป็นค่าอัตราเร็ว (รอบต่อนาที)

E เป็นค่าแรงดันเลี้ยงวงจรหรือแรงดันที่ขั้วไฟฟ้าของมอเตอร์ (โวลต์)

I_a เป็นค่ากระแสไหลในวงจรอาร์เมเจอร์ (แอมแปร์)

R_a เป็นค่าความต้านทานในวงจรอาร์เมเจอร์ (โอห์ม)

K_ω เป็นตัวคงที่สัดส่วนของอัตราเร็ว (โวลต์-นาที ต่อแอมแปร์-รอบ)

I_f เป็นค่ากระแสไหลในวงจรฟิลด์ (แอมแปร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรคำนวณหาค่าแรงหมุนที่เกิดขึ้นจะหาได้จาก

$$T = K_t I_a \tag{2.2}$$

เมื่อ T เป็นแรงหมุนที่เกิดขึ้น (นิวตัน-เมตร)

K_t เป็นตัวคงที่สัดส่วนของแรงหมุน (นิวตัน-เมตรต่อแอมแปร์)

มอเตอร์แบบผสมจะมีอัตราเร็วสูงขึ้นหรือช้าลง เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์แบบขนานโดยจะขึ้นอยู่กับการต่อฟิลด์อนุกรม ให้สนามแม่เหล็กเข้าหักล้างหรือเข้าบวกกับสนามของฟิลด์ขนาน ซึ่งให้ชื่อเรียกว่า มอเตอร์ผสมแบบหักล้าง (Differential Compound Motor) และมอเตอร์แบบผสม (Cumulative Compound Motor) ตามลำดับ แต่มอเตอร์ผสมแบบหักล้างไม่ค่อยนิยมใช้กันเส้นโค้งลักษณะสมบัติที่แสดงในรูปที่ 2.2 เป็นของมอเตอร์กระแสตรงแบบผสม

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมมีคุณสมบัติที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง คือ สามารถปรับเปลี่ยนอัตราเร็วเป็นพิสัยที่กว้างและมีแรงหมุนเกิดขึ้นตอนสตาร์ตสูงมากดังเส้นโค้งลักษณะสมบัติที่แสดงในรูปที่ 2.3 โดยเราสามารถคำนวณหาค่าอัตราเร็วและแรงหมุนได้จากนิพจน์ข้างล่างนี้ตามลำดับ

$$\omega = \frac{E - I_a R_a}{K_\omega I_a} \tag{2.3}$$

$$T = K_t I^2_a \tag{2.4}$$

การควบคุมอัตราความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแทบทุกแบบจะทำได้คล้ายกันโดยมีวิธีการควบคุมอัตราเร็วมี 4 วิธี คือ

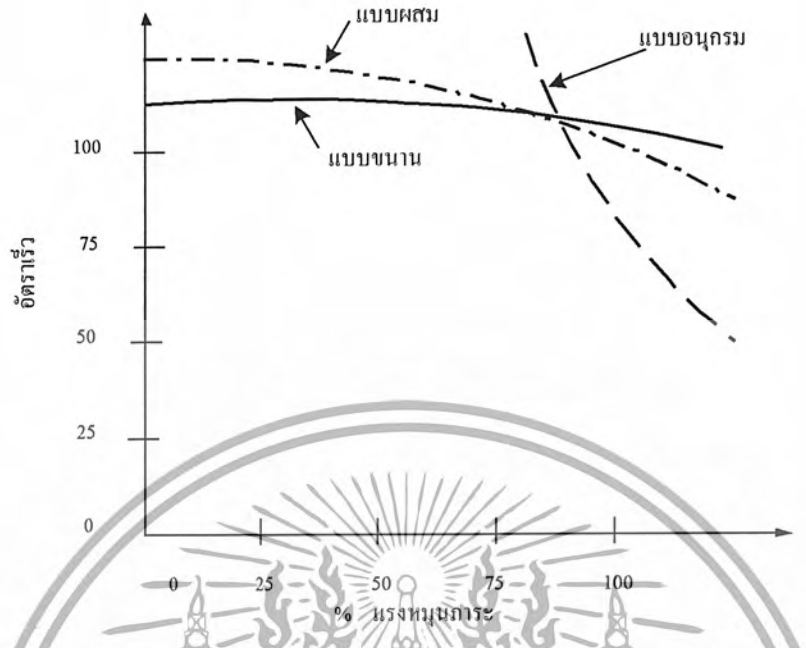
1) ควบคุมแรงดันป้อนเข้าที่ขั้วของมอเตอร์

2) ควบคุมกระแสที่ไหลเข้าอาร์เมเจอร์

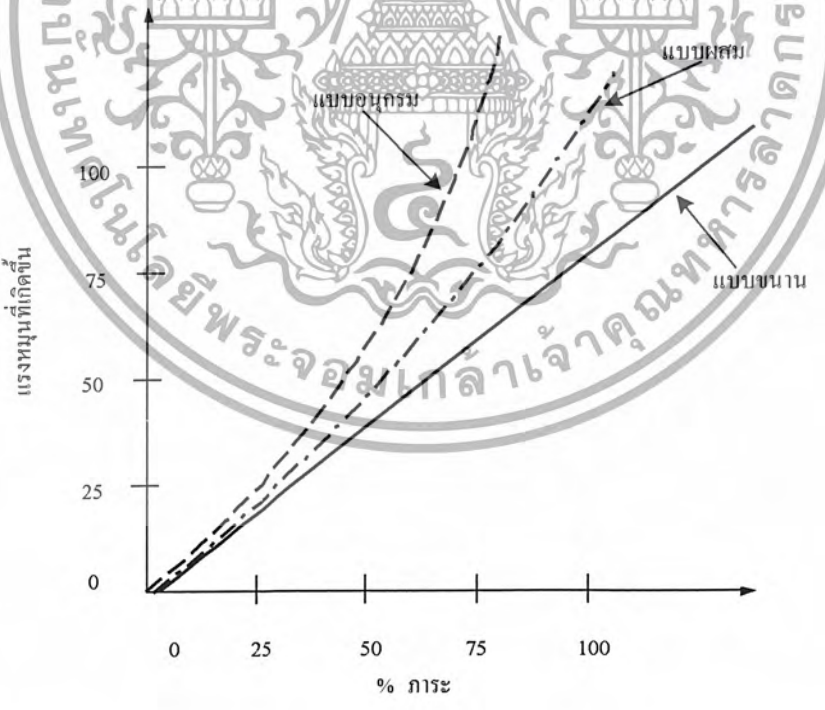
3) ควบคุมกระแสที่ไหลเข้าฟิลด์

4) ผสมวิธีที่กล่าวข้างบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 เส้นโค้งลักษณะสมบัติอัตราเร็วของมอเตอร์กระแสตรงแบบ ขนาน อนุกรม และผสม



รูปที่ 2.3 เส้นโค้งลักษณะสมบัติแรงหมุนของมอเตอร์กระแสตรงแบบ ขนาน อนุกรม และผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นมอเตอร์ที่ง่ายต่อการบังคับหรือควบคุมทั้งความเร็วและแรงบิด ในงานอุตสาหกรรมประเภทที่ต้องการความเร็วรอบในย่านต่างๆ ที่คงที่ก็จะนิยมใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นหลัก

1) แรงบิดความเร็วสภาวะคงตัว

วงจรอาร์เมเจอร์เทียบเคียงที่สภาวะคงตัวของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยกนั้น สามารถเขียนสมการพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้ดังนี้

$$E = k_e \phi_f \omega_m \tag{2.5}$$

$$V = E + R_a I_a \tag{2.6}$$

$$T_a = k_e \phi \Pi_a \tag{2.7}$$

เมื่อ E คือ แรงดันไฟฟ้าต้านกลับ (โวลต์)

V คือ แรงดันไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์ (โวลต์)

I_a คือ กระแสอาร์เมเจอร์ (แอมแปร์)

ϕ_f คือ ฟลักซ์ต่อขั้วแม่เหล็ก (เวเบอร์)

R_a คือ ความต้านทานของอาร์เมเจอร์ (โอห์ม)

ω_m คือ ความเร็วของมอเตอร์ (เรเดียน/วินาที)

T_a คือ แรงบิดที่ได้จากมอเตอร์ (นิวตันเมตร)

K_e คือ ค่าคงที่ทางไฟฟ้า

จากสมการที่ (2.5) ถึง (2.7)

$$\omega_m = \frac{V}{k_e \phi_f} - \frac{R_a I_a}{k_e \phi_f}$$

$$= \frac{V}{k_e \phi_f} - \frac{T_a R_a}{(k_e \phi_f)^2} \tag{2.8}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยกนั้นจะให้แรงดันที่ขดลวดของฟิลด์คงที่จะได้

$$k_e \phi_f = k \text{ (ค่าคงที่ใดๆ)} \tag{2.9}$$

ดังนั้นจากสมการที่ (2.1), (2.3), (2.4) และ (2.5) จะได้

$$E = k \omega_m \tag{2.10}$$

$$T_a = kI_a \tag{2.11}$$

$$\omega_m = \frac{V}{k} - \frac{T_a R_a}{k^2} \tag{2.12}$$

2) วิธีการควบคุมความเร็ว

จากสมการที่ (2.12) ความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบกระตุ้นภายนอกสามารถที่จะควบคุมได้โดยการเปลี่ยนแปลงค่าของแรงดันที่ขั้วอาร์เมเจอร์จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าคงที่ ซึ่งจะทำได้โดยการใช้เครื่องแปลงดังต่อไปนี้

2.1) ชุดเรียงกระแสที่ควบคุมได้ (AC-to-AC Convertor)

2.2) ช็อปเปอร์ (DC-to-DC Convertor)

ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นจากภายนอกจะแบ่งการควบคุมออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

2.1) การควบคุมที่อาร์เมเจอร์ (Armature Control)

$$T_a \alpha I_a \tag{2.13}$$

$$\omega_m \alpha \frac{1}{\phi_a} \tag{2.14}$$

ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุม จะพิจารณาจากตัวแปรที่อยู่ในอาร์เมเจอร์ นั่นคือแรงบิดที่อาร์เมเจอร์ถูกควบคุมด้วยค่ากระแสอาร์เมเจอร์ ซึ่งถ้ามีหากกระแสไหลเข้าอาร์เมเจอร์เป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิดมอเตอร์จะมีค่ามากขึ้นตามไปด้วยส่วนการควบคุมความเร็วจะพิจารณาค่าของปริมาณแรงดันไฟฟ้าต้านกลับในอาร์เมเจอร์

2.2) การควบคุมที่ฟิลด์ (Field Contron)

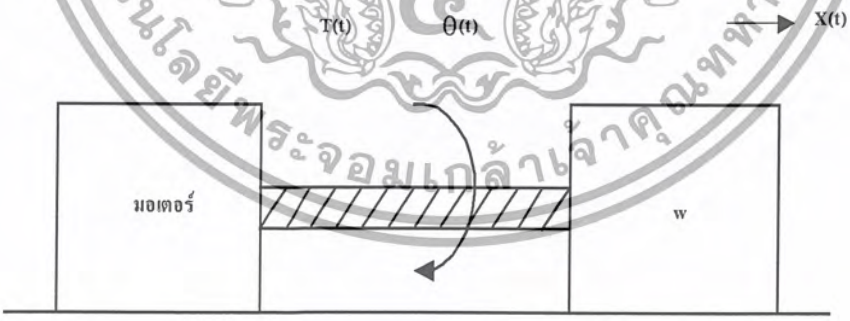
$$T_a \alpha \phi_f \tag{2.15}$$

$$\omega_m \alpha \frac{1}{\phi_f} \tag{2.16}$$

การควบคุมในลักษณะนี้เหมือนกับในข้อที่แล้ว คือ จะพิจารณาค่าต่างๆ ในส่วนของขวดลวดฟิลด์เป็นตัวแปรที่สำคัญ นั่นก็คือแรงบิดของมอเตอร์จะแปรผกผันกับค่าของฟลักซ์ (Fluck)

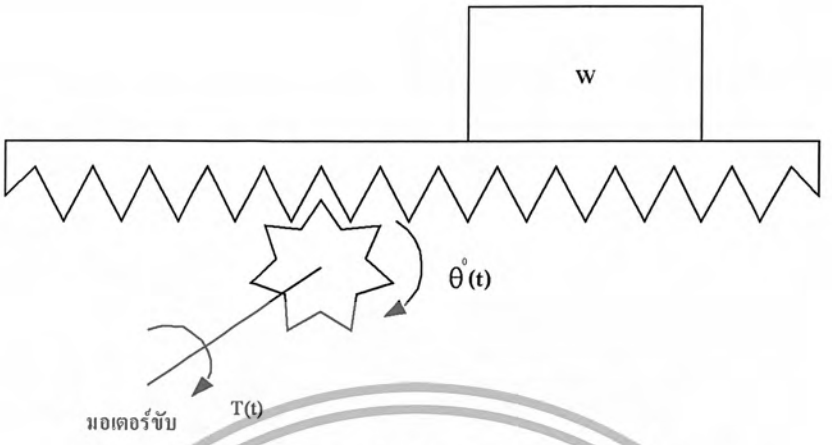
2.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้นและการเคลื่อนที่เป็นแบบเชิงมุม

ปัญหาเกี่ยวกับการบังคับการเคลื่อนที่ซึ่งประสบกันบ่อย คือ การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่แบบเชิงมุมให้เป็นการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น ตัวอย่างการแก้ปัญหาดังกล่าวแสดงได้ในรูปที่ 2.4 และรูปที่ 2.5 เป็นเสมือนกับมวลที่จุดหนึ่งซึ่งเคลื่อนที่ได้ด้วยลูกรอก ซึ่งเป็นระบบง่ายๆ ที่มีแรงเฉื่อยสมมูลย์ต่ออยู่โดยตรงกับตัวมอเตอร์



รูปที่ 2.4 ระบบมอเตอร์และลีดสกรู

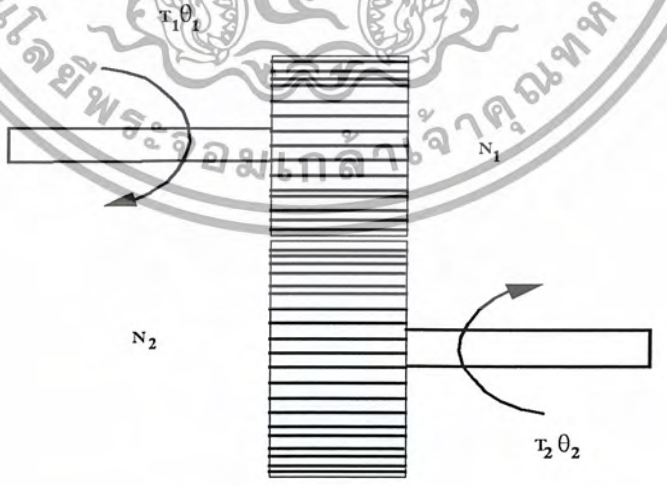
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ระบบชี่เฟืองตรงและเฟืองจักร

2.3.6 ระบบเกียร์

ระบบเกียร์ เป็นอุปกรณ์เครื่องกลซึ่งสามารถส่งพลังงานจากส่วนหนึ่งของระบบไปยังส่วนอื่นๆ ได้ในรูปของแรงงาน แรงบิด ความเร็ว และการเคลื่อนที่ นอกจากนั้นอุปกรณ์เหล่านี้ยังเป็นเสมือนอุปกรณ์สำหรับประสาน (Matching) ที่สามารถใช้ส่งผ่านกำลังงานให้ได้ค่าสูงสุดแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.6 ระบบการคัปปลิ้งของเกียร์

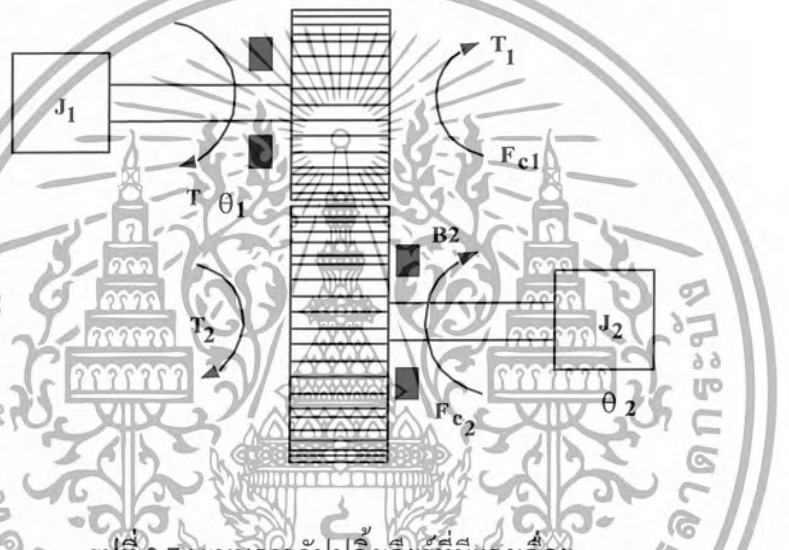
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ในการปฏิบัติงานตัวเกียร์จริงๆ นั้นจะต้องมีแรงเฉื่อยและแรงเสียดทานเกิดขึ้นเนื่องจากการคัปปลิ้งระหว่างซี่ฟันของเกียร์ซึ่งไม่สามารถจะตัดทิ้งได้ ระบบสมมูลของเกียร์ที่มีวิสคอสฟริคชั่นคูว์ลอมบ์ฟริคชั่น และแรงเฉื่อยจะพิจารณาเป็นส่วนประกอบของระบบดังแสดงในรูปที่ 2.7 ตัวแปรและพารามิเตอร์ต่อไปนี้อธิบายถึงระบบเกียร์

เมื่อ T = แรงบิดที่ป้อนให้กับระบบเกียร์

θ_1 และ θ_2 = ระยะทางการเคลื่อนที่เป็นแบบเชิงมุม



รูปที่ 2.7 ระบบการคัปปลิ้งเกียร์ที่มีแรงเฉื่อย

T_1 และ T_2 คือ แรงบิดที่ส่งมายังเกียร์

J_1 และ J_2 คือ แรงเฉื่อยของเกียร์

N_1 และ N_2 คือ จำนวนซี่ฟัน

F_{c1} และ F_{c2} คือ ตัวสัมประสิทธ์ของคูว์ลอมบ์ฟริคชั่น

B_1 และ B_2 คือ ตัวสัมประสิทธ์ของวิสคอสฟริคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51061

2.4 คุณสมบัติของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1) ไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้หน่วยประมวลผลกลาง ขนาด 8 บิต
2) ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบเฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้เป็นพันครั้ง
3) หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานนั้นจะเป็นหน่วยความจำแบบแรม (RAM) และในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอม (EEPROM) เพิ่มเติม
4) ขาพอร์ทเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
5) มีวงจรสื่อสารอนุกรม แบบฟูลดูเพล็กซ์
6) ไทเมอร์/นับเวลาขนาด 16 บิต อย่างน้อย 2 ตัว
7) สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัพต์ได้ 6 ประเภท
8) สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
9) มีวงจรสื่ออนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89Sxx
10) มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ในตัวสำหรับในอนุกรม AT89Sxx

โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในแบบอนุกรม AT89Sxx จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของ AT89Sxx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งพื้นฐานหากแต่แตกต่างกันเฉพาะหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชที่ได้เพิ่มเติมไปในไมโครคอนโทรลเลอร์แบบอนุกรม 87xx หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะเป็นแบบอีพรอมดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051

เบอร์	หน่วยความจำภายใน		จำนวนไทเมอร์/นับเวลา	อินเตอร์รัพต์หมายเลข
	เก็บโปรแกรม	เก็บข้อมูล		
8052H	8K x 8 รอม	256 x 8 รอม	3 x 16 บิต	6
8051H	4K x 8 รอม	128 x 8 รอม	2 x 16 บิต	5
8051	4K x 8 รอม	256 x 8 รอม	2 x 16 บิต	5
8032AH	ไม่มี	128 x 8 รอม	3 x 16 บิต	6
8031AH	ไม่มี	128 x 8 รอม	2 x 16 บิต	5
8031	ไม่มี	128 x 8 รอม	2 x 16 บิต	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ) ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051

เบอร์	หน่วยความจำภายใน		จำนวนไทเมอร์/นับเวลา	อินเตอร์รัพต์หมายเลข
	เก็บโปรแกรม	เก็บข้อมูล		
8751H	4K x 8 อีพรอม	128 x 8 รอม	2 x 16 บิต	5
80751H-12	4K x 8 อีพรอม	128 x 8 รอม	2 x 16 บิต	5

2.4.1 โครงสร้างของ 8051

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit)

หน่วยประมวลผลกลาง จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมการติดต่อกับส่วนอื่นๆ ซึ่งเรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือข้อมูลส่งออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วยการสร้างวงจรควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางนี้จะสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่งที่มีการกำหนดไว้และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างขึ้นจากวงจรออสซิเลเตอร์เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้องในหน่วยประมวลผลกลางยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก ลบ คูณหรือหารข้อมูลแล้วนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2) หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำ มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำเราจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งต่างๆ ของหน่วยความจำ (Address) ในการนำข้อมูลเข้าต่างๆ ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียนข้อมูลและการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำเรียกว่า การอ่านข้อมูลในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำสามารถเก็บความจำข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณสามกลุ่มคือ

2.1) ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่งในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งของหน่วยความจำในเลขฐาน 2 ทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65536)

2.2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ

2.3) สัญญาณควบคุมที่จะทำการส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต (Input and Output Device)

อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต จะเป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลออกจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายใน อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต ได้แก่ อินพุต เอาต์พุต พอร์ตแบบขนาน วงจรนับ/จับเวลาโหมด 0 วงจรนับ/ จับเวลาโหมด 1 พอร์ตสื่อสารอนุกรม

3.1) พอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูล ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตใช้งานมากกว่า 1 อย่าง

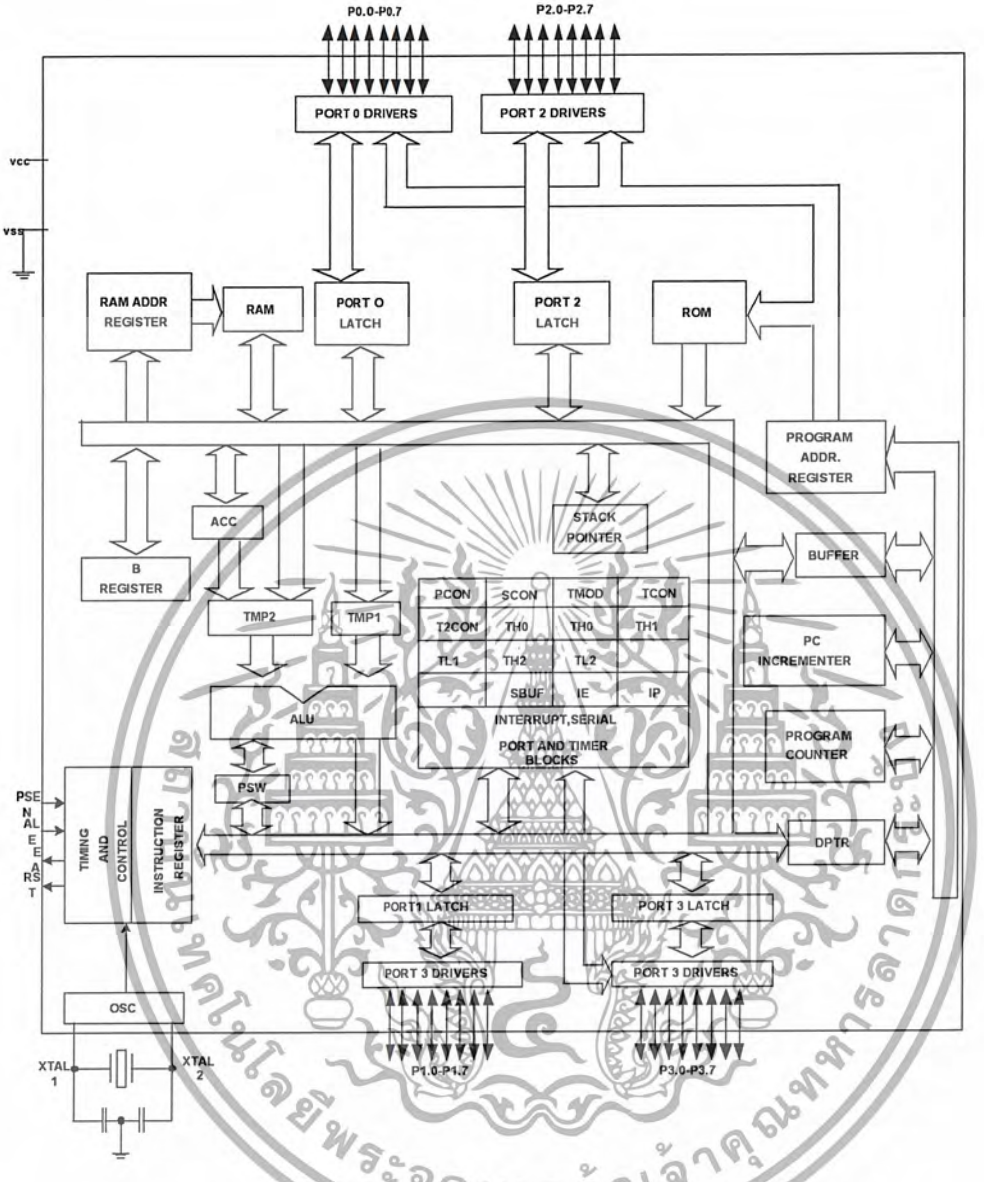
3.2) วงจรนับเวลา/จับเวลาโหมด 0 และวงจรนับ/จับเวลาโหมด 1 เป็นวงจรที่สามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอกของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 หรือจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในไมโครคอนโทรเลอร์ 8051 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับและการอ่านได้โดยหน่วยประมวลผลกลาง

3.3) พอร์ตอนุกรม หน่วยประมวลผลกลางจะอ่านและเขียนข้อมูล พอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ละข้อมูลจะถูกส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลก็จะรับมาทีละบิตทางขา RXD และจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป ในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีพอร์ตใช้งานได้หลายแบบทำให้สะดวกต่อการนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การนำพอร์ตไปใช้งานจะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

2.4.2 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051

MCS-51 ใช้เทคโนโลยีในการผลิตแบบ NMOS และ CMOS เบอร์ 8032 และ 8052 จะมีรอมพื้นฐานอยู่ภายในจึงสะดวกสำหรับโปรแกรมเมอร์ที่จะเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิก โครงสร้างภายในสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ที่ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.8 ซึ่งจะอธิบายถึงส่วนประกอบย่อยๆ ภายในตัวของไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ 8051 และสัญญาณจากภายในซึ่งจะต่อออกสู่ภายนอกทางขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

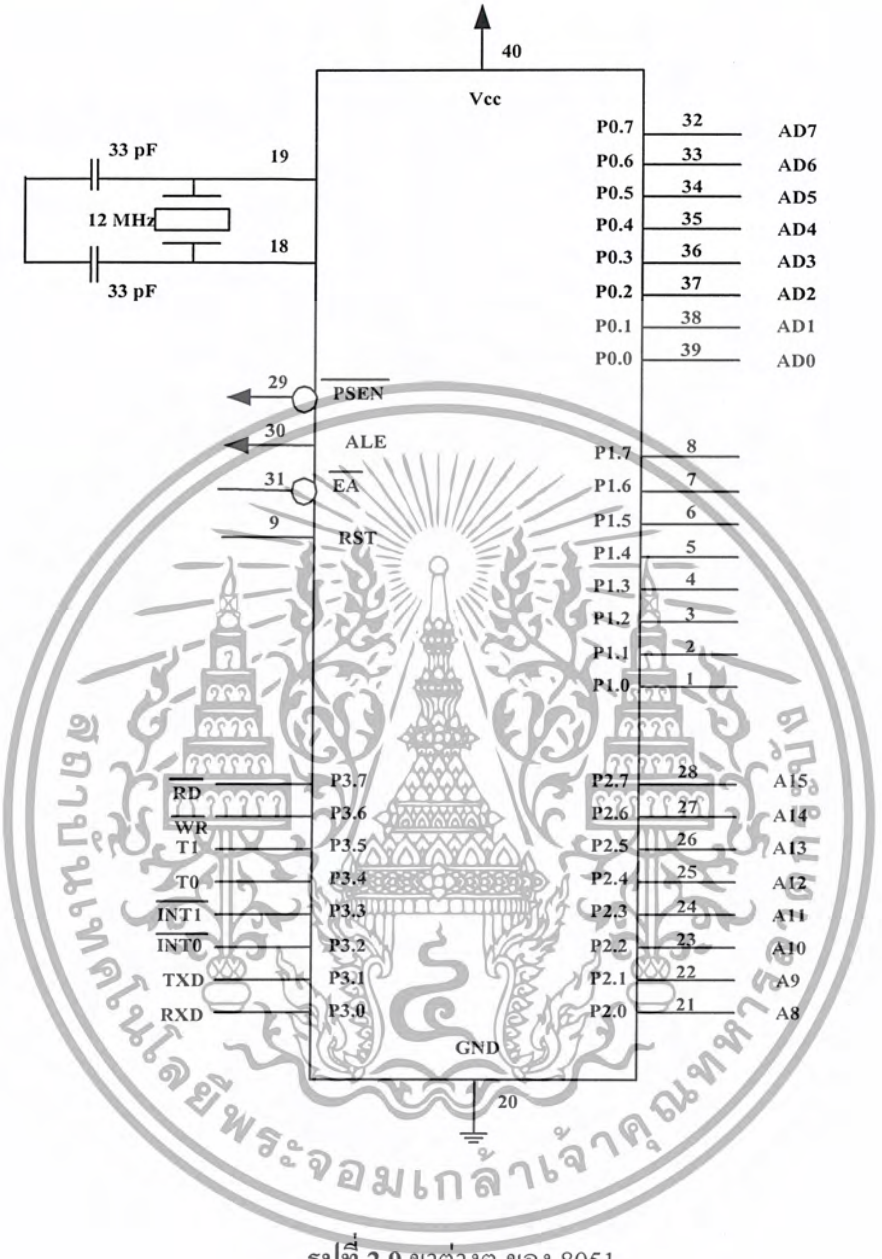
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 บรรจุอยู่ภายในวงจรรวมแบบ DIP หรือ Dual Inline Package แบบ 40 ขาซึ่งลักษณะขาของไมโครคอนโทรเลอร์ เบอร์ 8051 มีลักษณะการจัดขาดังรูปที่ 2.9 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ขาต่างๆ ของ 8051

Vcc (ขา 40) ต่อกับไฟ +5 โวลต์

Vss (ขา 20) เป็นขา GND

Port 0 (ขา 32-39) มี 8 บิต คือ P0.0 – P0.7 มีโครงสร้างแบบ Open-Drain Bi-Directional โดยสามารถใช้งานได้ 2 หน้าที่ คือ Address Bus และ Data Bus นอกจากนี้ยังใช้งานยังใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Port 1 (ขา 1-8) มี 8 บิต คือ P1.0 – P1.8 ใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตทั่วไป

Port 2 (ขา 21-28) มี 8 บิต คือ P2.0 – P2.7 ใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปแล้วยังใช้เป็นตัวส่ง Address ไบต์สูง เพื่อติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

Port 3 (ขา 10-17) มี 8 บิต คือ P3.0 – P3.7 ใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปและใช้งานในหน้าที่พิเศษดังนี้คือ

P3.0 RXD (Serial Input Port) ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

P3.1 TXD (Serial Output Port) ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

P3.2 INT 0 (External Interrupt 0) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์0

P3.3 INT 1 (External Interrupt 1) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์1

P3.4 T0 (Counter 0 External Input) ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลา ชุดที่0

P3.5 T1(Counter 1 External Input) ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลา ชุดที่1

P3.6 WR (External Data Memory Write Strobe) เป็นขาควบคุมการเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

P3.7 RD (External Data Memory Read Strobe) ขาควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

RST (ขา Reset) ใช้สำหรับรีเซตตัววงจรภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อที่จะเริ่มต้นการทำงานใหม่การรีเซตต้องป้อนลอจิก “1” นานอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล

ALE (ขา 30) Address Latch Enable เป็นขาส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการ Latch ค่า Address ไบต์ต่ำจากพอร์ต 0

PSEN (ขา29) Program Strobe Enable เป็นสัญญาณเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อขานี้แอคทีฟ (Active) มีลอจิกเป็น “0” จะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกและถ้าเป็นการอ่านโปรแกรมภายในขานี้จะไม่มีการแอคทีฟ

EA (ขา 31) External Access เป็นขาที่ใช้สำหรับเลือกว่าให้ทำงานจากหน่วยความจำภายในหรือหน่วยความจำภายนอกชิพ เมื่อขานี้แอคทีฟ จะมีลอจิกเป็น “0” จะเป็นการทำงานตามคำสั่งในหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

XTLA1 (ขา 19) ใช้ต่อคริสตัลภายนอก โดยอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิเลเตอร์

XTLA1 (ขา 18) ใช้ต่อคริสตัลภายนอก โดยเอาต์พุตออกจากวงจรออสซิเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 โครงสร้างการทำงานของพอร์ต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช มีพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ต คือ พอร์ต 0 ถึง พอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง กล่าวคือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตที่ใช้ สำหรับรับข้อมูลเข้าและเป็นทั้งเอาต์พุตที่สำหรับส่งข้อมูลออกที่พอร์ตของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช มีวงจรแลตช์และวงจรขับตลอดจนบัฟเฟอร์อินพุต

1) การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต

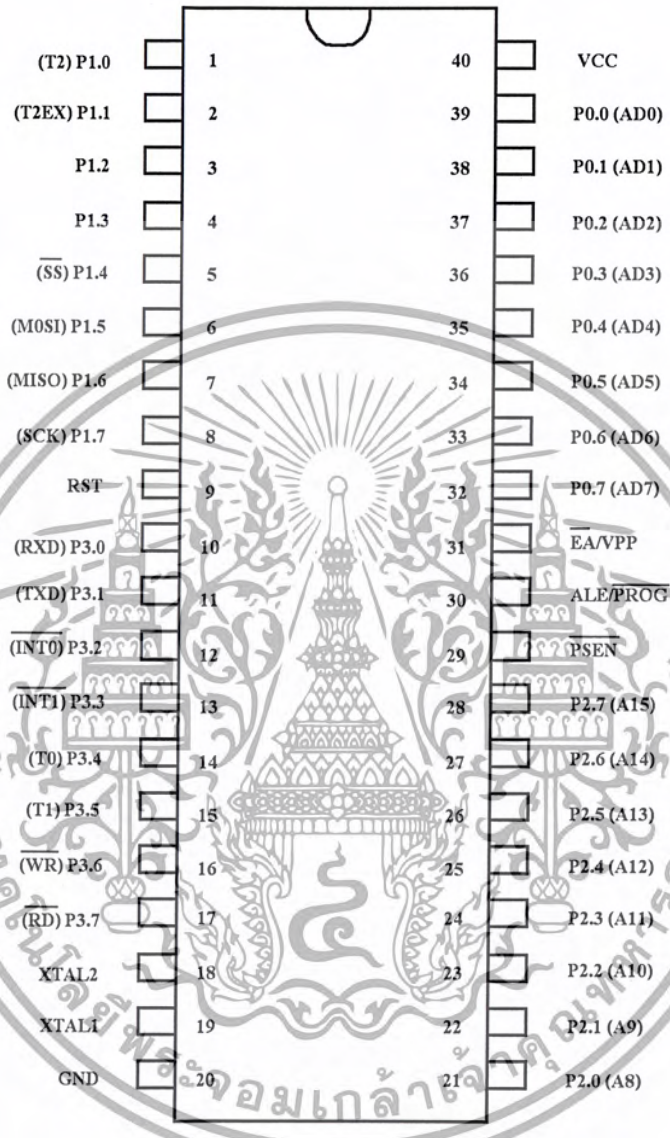
เนื่องจากพอร์ตทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ต้องทำความเข้าใจถึงการกำหนดการทำงานให้แก่พอร์ตของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช ในการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต ต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูล "1" มาที่แต่ละบิตของ พอร์ตที่ต้องการใช้งานเป็นอินพุต เพื่อหยุดการทำงานของเฟตที่ใช้ในการขับสัญญาณ เอาต์พุตของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัพภายในโดยตรง ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีลอจิกเป็น "1" ซึ่งจะสามารถรับสัญญาณลอจิก "0" จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูกส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ตแล้วรอให้หน่วยประมวลผลกลางอ่านค่าเข้าไปเมื่อเป็นเช่นนี้แล้วอุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช นั้นจะกำหนดให้ทำงาน ในสภาวะลอจิก "0" จะดีและสะดวกที่สุด

2) การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต

โดยปกติแล้วขาพอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูล ออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมา กล่าวคือ เมื่อต้องการส่งข้อมูล "0" ออกไป ทางเอาต์พุตก็จะกำหนดคำสั่งให้เขียนข้อมูล "0" ไปให้ยังวงจรแลตช์ ซึ่งจะส่งต่อไปขับเฟต ทำให้เฟตทำงานที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก "0" ขึ้น ในทางตรงข้ามหากต้องการส่งข้อมูล "1" ออกไปก็จะทำการเขียนข้อมูล "1" ไปยังวงจรแลตช์ วงจรขับก็จะหยุดทำงานทำให้ขาพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัพภายในเกิดเป็นลอจิก "1" ที่ขาพอร์ตนั้น ซึ่งจะคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุตมาก เพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่ถ้าเป็นเอาต์พุตจะไม่มีการอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ที่บรรจุอยู่ภายในวงจรรวมแบบ DIP หรือ Dual Inline Package แบบ 40 ขาจะมีการจัดขาดังแสดงในรูปที่ 2.10 2.11 และ 2.12

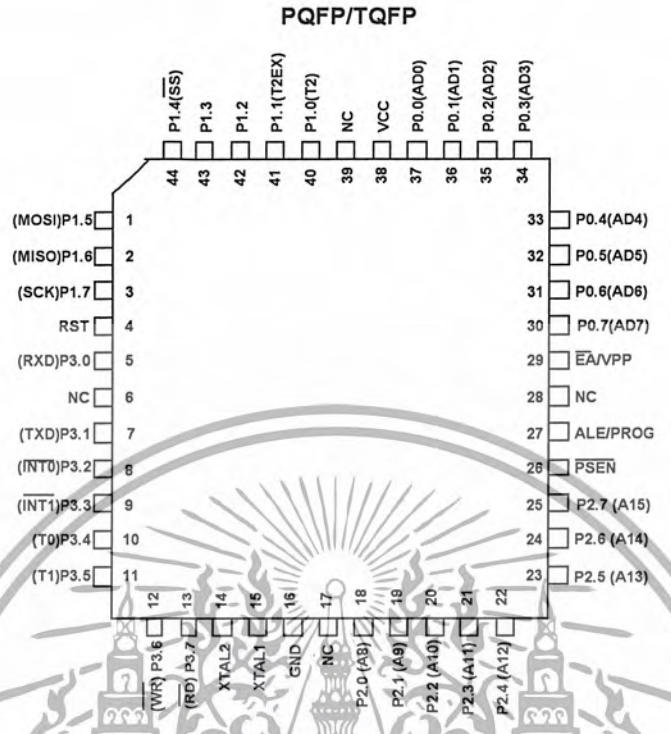
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PDIP

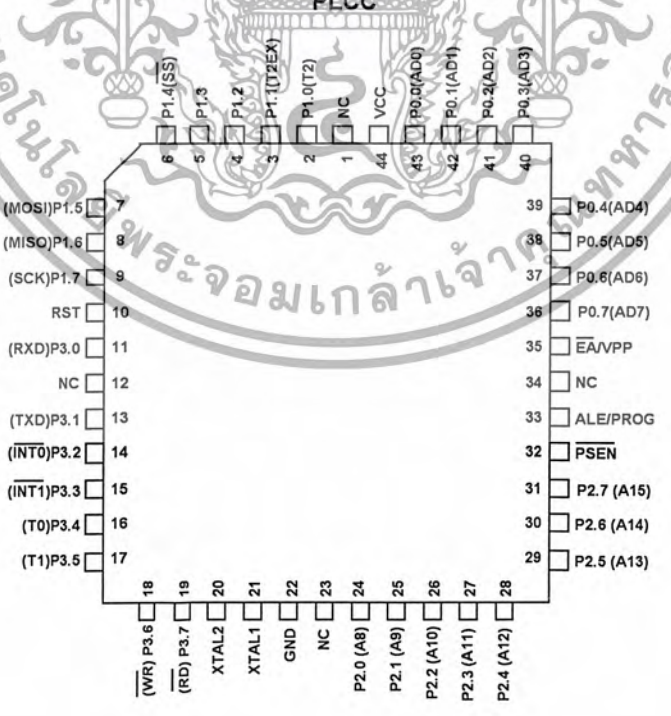


รูปที่ 2.10 ขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PDIP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PQFP/TQFP



รูปที่ 2.12 ขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PLCC

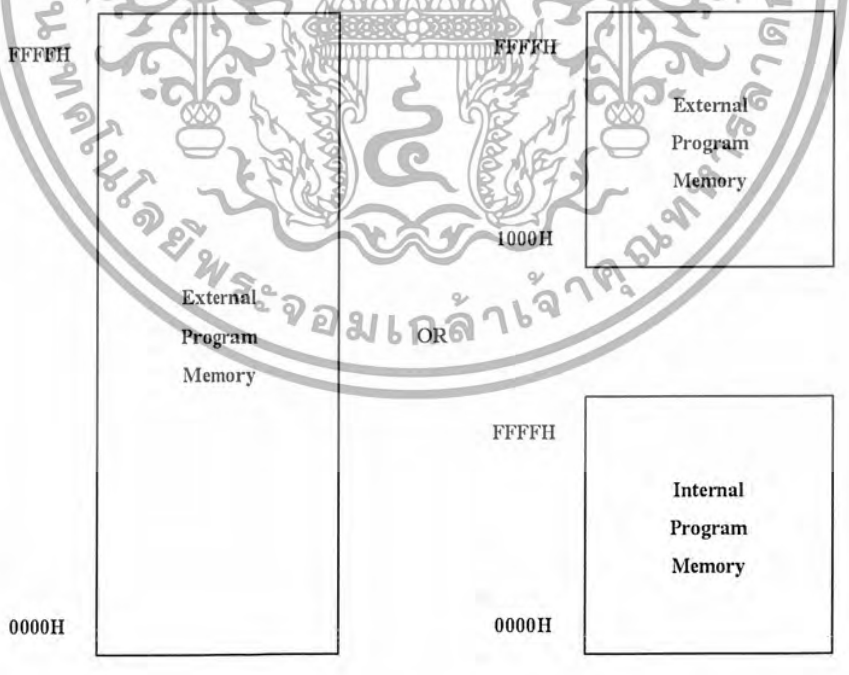
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 หน่วยความจำ

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีหน่วยความจำโปรแกรมภายในหลักๆ อยู่ด้วยกัน 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล ซึ่ง ก็มีขนาดและการจัดสรรความแตกต่างกันไปในแต่ละเบอร์

1) หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory)

การจัดหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในเบอร์ต่างๆ ที่นิยมใช้งาน อันประกอบด้วย เบอร์ AT89C51 และ AT89C52 จะเห็นได้ว่าทั้งสองเบอร์สามารถ ติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยสามารถ เลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรม ภายในอย่างเดียวหรือรวมกับภายนอกหรือเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกอย่างเดียวก็ได้ โดยภายใน AT89C51 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน 4 กิโลไบต์ ในขณะที่ AT89C52 จะมีขนาด 8 กิโลไบต์ ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายในและภายนอกรวมกัน หากใช้ AT89C51 ก็จะสามารถ ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 60 กิโลไบต์ และถ้าใช้เบอร์ AT89C52 จะสามารถ ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 56 กิโลไบต์ การจัดพื้นที่หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมของ 8051 มีลักษณะดังรูปที่ 2.13



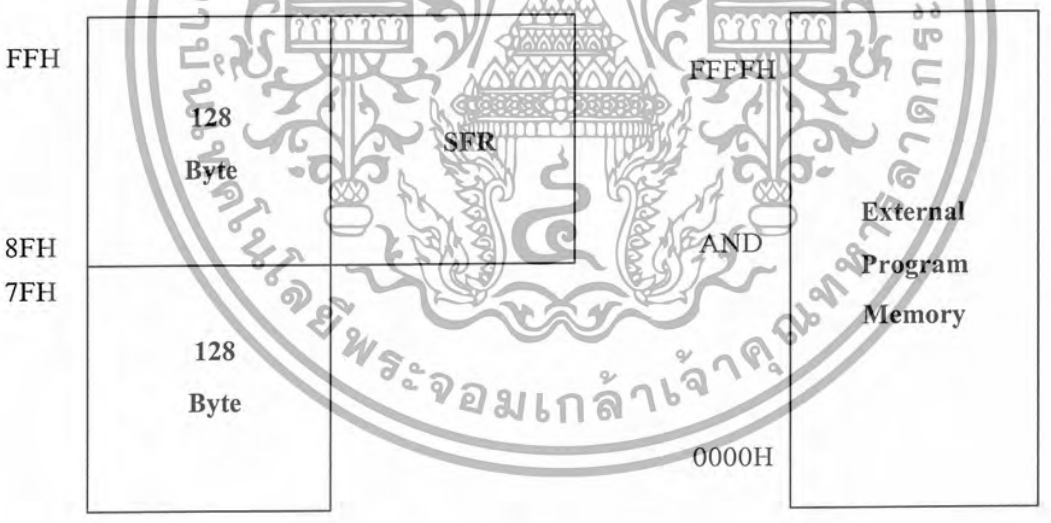
รูปที่ 2.13 การจัดพื้นที่หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

มีด้วยกัน 2 แบบ คือ หน่วยความจำข้อมูลภายนอกและภายในโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยการใช้คำสั่ง MOVX ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก การติดต่อกับหน่วยความจำ ข้อมูลภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช มีลักษณะคล้ายกับการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกแตกต่างกันที่มีสัญญาณที่ใช้สำหรับการอ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก นั่นคือ ขา RD และ WR

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบแรมโดยแต่ละเบอร์จะมีขนาดแตกต่างกันไป ในเบอร์ AT89C51 มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์ ในขณะที่เบอร์ AT89C52 มีขนาด 256 ไบต์ สำหรับการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลภายในแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง (Lower) ส่วนบน (Upper) และรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register : SFR) ซึ่ง แต่ละส่วนมีขนาด 128 ไบต์ ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล

2.4.5 หลักการทำงานของ 8051

เมื่อป้อนไฟเลี้ยงให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ซึ่งมีวงจรรีเซตเมื่อปิดเครื่องจะเกิดการรีเซตการทำงานภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 เริ่มจากภาคโปรแกรมนับเวลาส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมลงไปบนเส้นทางหมายเลข 1 เส้นทางที่มีขนาด 16 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าตำแหน่งหน่วยความจำที่ถูกส่งไปเก็บไว้ที่ Program ADDR Register ค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะปรากฏลงบนบัส 16 บิต หมายเลข 2 ถ้าตำแหน่งหน่วยความจำแรกหลังจากการรีเซตค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะเป็น 0000H หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมเลือกได้ว่าเป็นรอมภายใน หรือภายนอก 8051 โดยการป้อนสภาวะลอจิกเข้าไปที่ 8051 ทางขา EA ซึ่งต่ออยู่กับส่วน ของวงจรเวลาและควบคุม ถ้าป้อนสัญญาณลอจิก "0" เข้าที่ขา EA เป็นการเลือกใช้รอมภายใน 8051 โดยที่วงจรเวลาและควบคุมจะสร้างสัญญาณไปยังรอมภายใน ให้ส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งจากตำแหน่งที่ถูกชี้ด้วยค่าตำแหน่งที่ส่งมายังเส้นทางหมายเลข 2 ข้อมูลจากรอมถูกส่งไปยังเส้นทางหมายเลข 3 ที่เรียกว่าเส้นทางข้อมูลภายใน แล้วนำไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ IR (Instruction Register) เพื่อส่งไปให้กับวงจรเวลาและควบคุมทำการถอดรหัสแล้วควบคุมการทำงานส่วนอื่นๆ ต่อไป ในกรณีที่เลือกรอมภายนอกโดยป้อนลอจิก "1" เข้าที่ขา EA จะทำให้วงจรเวลาและควบคุมส่งสัญญาณไปยังพอร์ต 0 และพอร์ต 2 เพื่อส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำบนเส้นทางหมายเลข 2 ออกไปชี้หน่วยความจำภายนอก จากนั้นจะอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเข้ามาทางพอร์ต 0 ไปยังเส้นทางข้อมูลภายในแล้วไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ IR เพื่อทำงานต่อไปเหมือนกับตอนอ่านคำสั่งจากรอมภายใน การทำงานในช่วงค่าตำแหน่งในหน่วยความจำ ไปยังหน่วยความจำแล้วอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเข้ามาเก็บไว้ในรีจีสเตอร์ IR เรียกว่า "ช่วงของการเฟตช์ (Fetch)" ช่วงต่อไปจะเป็นช่วงของการทำงานตามคำสั่งเรียกว่า "Execute Cycle"

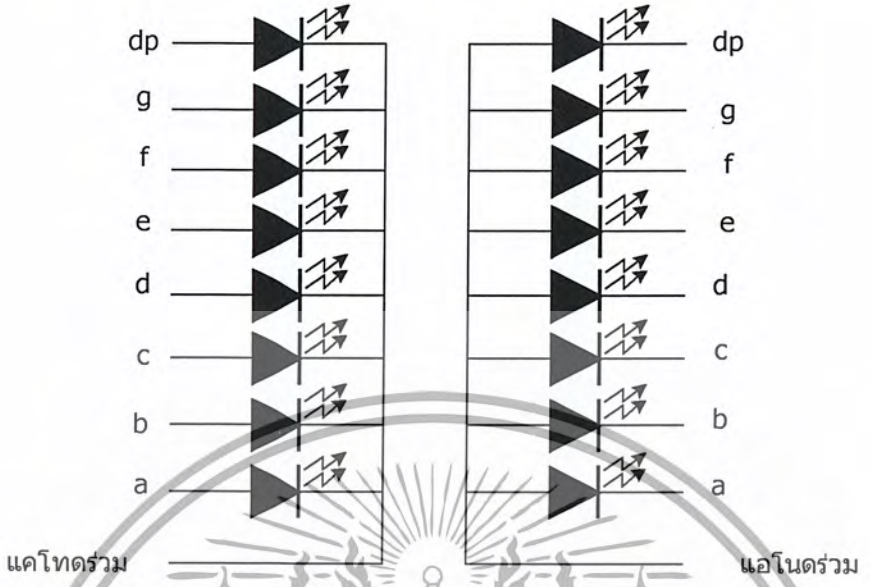
2.5 จอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

จอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) แบบแคโทดร่วม (Common cathode) คือ การนำเอาขาแคโทดของแอลอีดีแต่ละตัวมาต่อร่วมกันเป็นจุดร่วม (Common) ส่วนขาที่เหลือใช้เป็นอินพุต คอยรับสถานะลอจิก ซึ่งจะต้องป้อนอินพุตเป็นลอจิกเป็น "1" ดังรูปที่ 2.15 (ก)

2) แบบแอโนดร่วม (Common Anode) เป็นการนำเอาขาแอโนดของแอลอีดีแต่ละตัวมาต่อร่วมกันเป็นจุดร่วม (Common) เหมือนกับ (Common Cathode) แต่ (Common Anode) จะต้องป้อนอินพุตเป็นลอจิก "0" ดังรูปที่ 2.15 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การต่อจอแสดงผลตัวเลขเจ็ดส่วน แบบแคโทดร่วม

(ข) การต่อจอแสดงผลตัวเลขเจ็ดส่วน แบบแอโนดร่วม

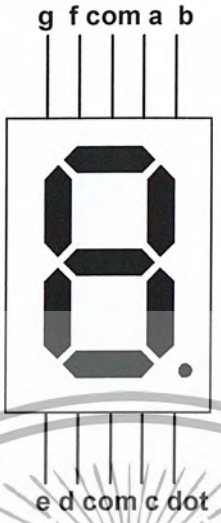
รูปที่ 2.15 วงจรภายในของจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนทั้งแบบแคโทดร่วมและแอโนดร่วม

การจัดตำแหน่งขาของจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนจะเป็นดังในรูปที่ 2.16 และการต่อจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน เข้ากับพอร์ต P1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ นั้นเราจะนำเอาขาของจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน ต่อเข้ากับพอร์ต P1 โดยผ่านความต้านทานเพื่อจำกัดกระแสหรืออาจจะผ่านไอซีก็ได้ ขาของจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน จะเท่ากับขาของพอร์ต P1 การต่อขาพอร์ต P1จะเรียงตามตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 กำหนดการต่อจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนเข้ากับพอร์ต P1

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1
P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1
dot	g	f	E	d	c	b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 การต่อขาตัวเลขแบบเจ็ดส่วนตัวจริง

หากต้องการให้แสดงผลโดยแสดงเป็นตัวเลข ถ้าเป็นแบบแอโนดร่วมจะกำหนดให้สว่างแต่ละหลอดด้วยลอจิก “0” และดับด้วยลอจิก “1” แต่ถ้าเป็นแบบแคโทดร่วมก็จะกำหนดให้สว่างแต่ละหลอดด้วยลอจิก “1” และดับด้วยลอจิก “0” สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.7 ตัวเลขที่แสดงผลแบบแอโนดร่วมและแบบแคโทดร่วม

ตารางที่ 2.7 ข้อมูลของการแสดงผลตัวเลข 0-9 ของจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

ตัวเลขที่แสดงผล	แบบแอโนดร่วม	แบบแคโทดร่วม
0	C0	3F
1	F9	06
2	A4	5B
3	B0	4F
4	99	66
5	92	6D
6	82	7D

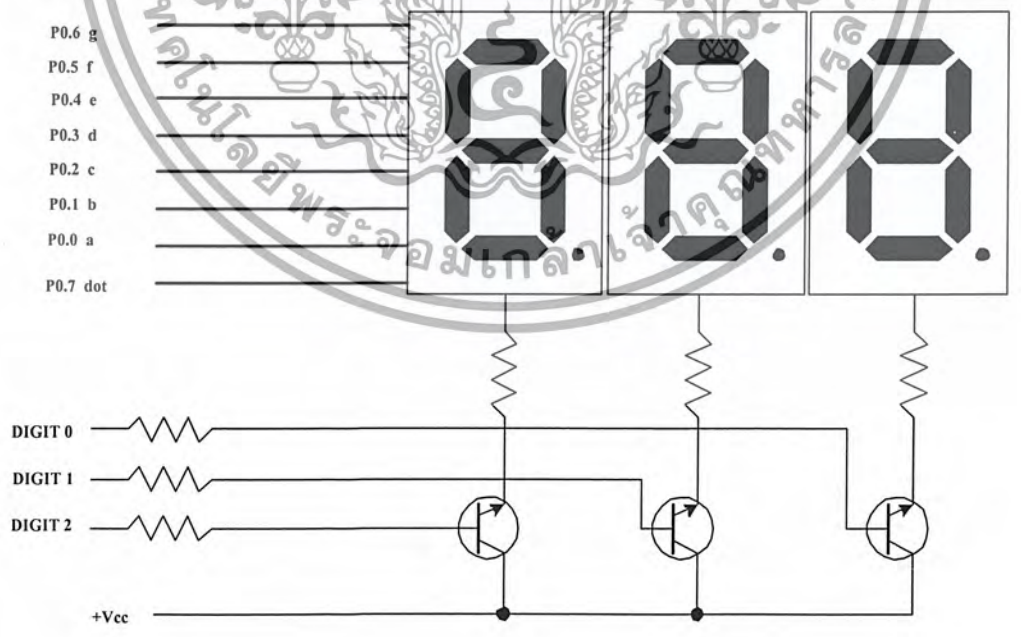
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) ข้อมูลของการแสดงผลตัวเลข 0-9 ของจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

ตัวเลขที่แสดงผล	แบบแอโนดร่วม	แบบแคโทดร่วม
7	F8	07
8	80	7F
9	90	6F

2.5.1 การใช้จอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนหลายตัว

ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงผลที่จอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน ถ้าหากนำมาต่อใช้ร่วมกันหลายๆ หลักในกรณีที่จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน ติดสว่างทุกหลอดและสว่างทุกหลักพร้อมกัน ซึ่งอาจมีปัญหาจากปริมาณของแหล่งจ่ายไฟที่ระบบต้องการ ดังนั้นการใช้งานจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน แสดงผลหลายๆ ตัวพร้อมกันจึงนิยมใช้วิธีที่เรียกว่า มัลติเพล็กซ์ (Multiplexed Display) โดยจะใช้วิธีการต่อขาของจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน แต่ละหลอดต่อขนานเข้ากับจุดเดียวกันของจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนตัวอื่นๆ ทุกตัวดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 วงจรใช้งานจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนแบบแอโนดร่วมในลักษณะมัลติเพล็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาวงจรตามรูปแล้วใช้หลักการสแกนเป็นลำดับให้จอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนติดทีละหลัก โดยการควบคุมส่วนขาที่เป็นจุดร่วมว่าจะเลือกจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน โดยการตรวจสอบแต่ละหลักจะต้องใช้ความเร็วจนตาไม่สามารถมองเห็นการดับจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนแต่ละหลักได้ทันทำให้มองเห็นเหมือนกับว่าจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนแสดงผลทุกหลักติดพร้อมๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนต่างๆ ในการดำเนินการ การออกแบบ การสร้างส่วนต่างๆ ของโครงงานเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติโดยได้นำทฤษฎีและหลักการที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 มาประกอบ การออกแบบ การสร้างวงจร และการออกแบบต่างๆ เพื่อให้สำเร็จลุล่วงไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบกระบอกตวงและชุดถาดตวง

3.1.1 กระบอกตวงข้าวสาร

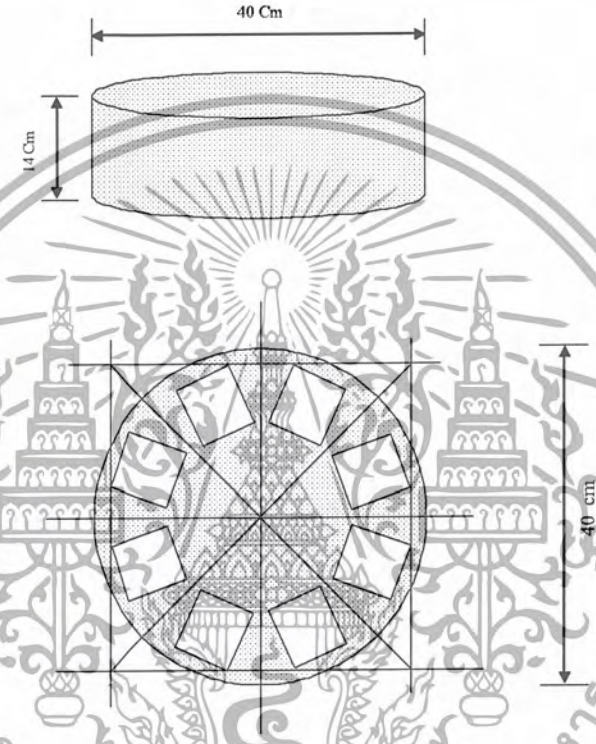
การออกแบบกระบอกตวงข้าวสาร เพื่อเป็นการกำหนดปริมาณข้าวสารที่จะจำหน่ายตามจำนวนเงินที่ระบุไว้ โดยกำหนดตามปริมาณข้าวสารเทียบกับราคา ซึ่งกำหนดให้ข้าวสารที่ราคา 10 บาท มีปริมาณเท่ากับ 1 กระบอกตวง นั่นคือ จะได้ขนาดของกระบอกตวงเท่ากับ 686 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ขนาดของกระบอกตวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ชุดถาดตวงข้าวสาร

ชุดถาดตวงข้าวสารนั้นเป็นการนำเอากระบอกตวงข้าวสารจำนวน 8 กระบอกมาต่อเรียงกันตามลักษณะดังรูปที่ 3.2 ซึ่งถูกประกบติดกับแผ่นพลาสติกลักษณะทรงกลมจำนวน 2 แผ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 40 เซนติเมตร



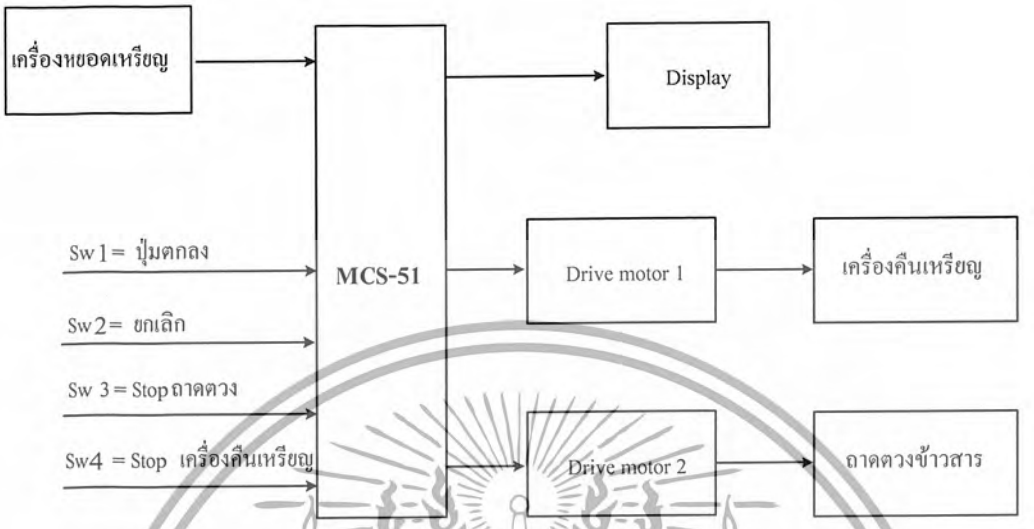
รูปที่ 3.2 ลักษณะของถาดตวงเมื่อนำมาประกอบ

3.2 โครงสร้างของชุดควบคุมชุดถาดตวงข้าวสาร

3.2.1 การออกแบบวงจรควบคุม

การออกแบบวงจรควบคุมชุดถาดตวงข้าวสารนั้นได้ทำการออกแบบให้ควบคุมด้วยตัว MCS-51 ซึ่งมีข้อกำหนดให้ตัวเครื่องหยอดเหรียญเป็นอินพุต คือ เมื่อมีการหยอดเหรียญจะทำให้มีสัญญานออกมาเป็นอินพุตให้กับตัว MCS-51 ทำการประมวลผลให้การส่งเอาต์พุตไปควบคุมตัวมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์ทำการหมุนถาดตวงข้าวสารดังแผนผังการทำงานในรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

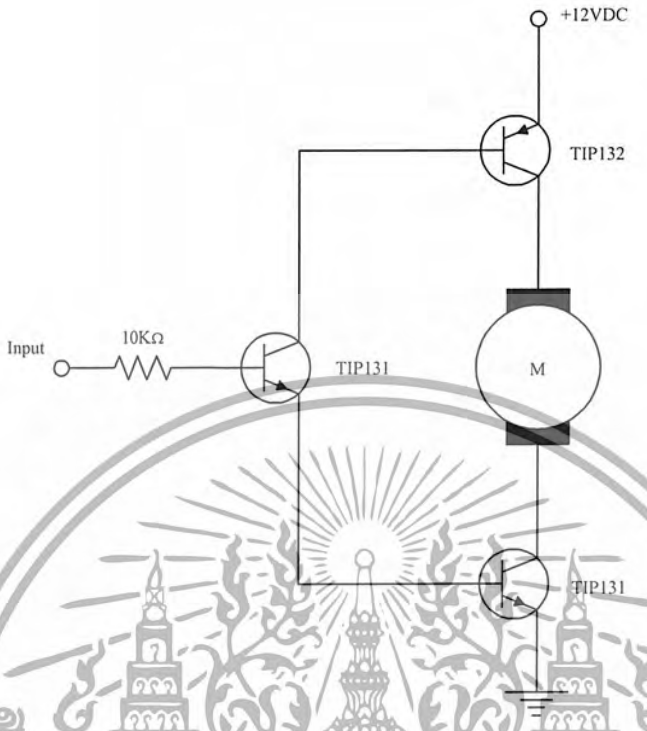


รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงาน

3.2.2 วงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับขับชุดถาดตวงข้าวสาร

เป็นวงจรที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ขับชุดถาดตวงให้หมุนเพื่อปล่อยข้าวสารจากกระบอกตวงสู่ตัวรับข้าวสารก่อนถึงมือผู้รับ ซึ่งมีการทำงาน คือ จะทำการรับสัญญาณจาก MCS-51 ที่ได้รับอินพุตจากเครื่องหยอดเหรียญแล้วจะทำการหมุนไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเป็นจังหวะตามค่าตัวเลข ที่ได้จากจำนวนเหรียญที่หยอดจากเครื่องหยอดเหรียญ คือ ถ้ามีการหยอดเหรียญหนึ่งเหรียญค่าอินพุตที่ได้จะมีค่าเป็น 10 ทำให้มอเตอร์หมุนแค่จังหวะเดียว แต่เมื่อมีการหยอดเหรียญมากกว่าหนึ่งเหรียญอย่างเช่น 2 เหรียญ มอเตอร์ก็จะทำการหมุนจำนวน 2 จังหวะ ตามลำดับ เนื่องจากค่าอินพุตที่ได้จะมีค่าเป็น 20 ถ้าเป็น 3 เหรียญ มอเตอร์ก็จะหมุนจำนวน 3 จังหวะตามลำดับ เป็นต้น ซึ่งวงจรควบคุมมอเตอร์ขับชุดถาดตวงข้าวสารเป็นดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



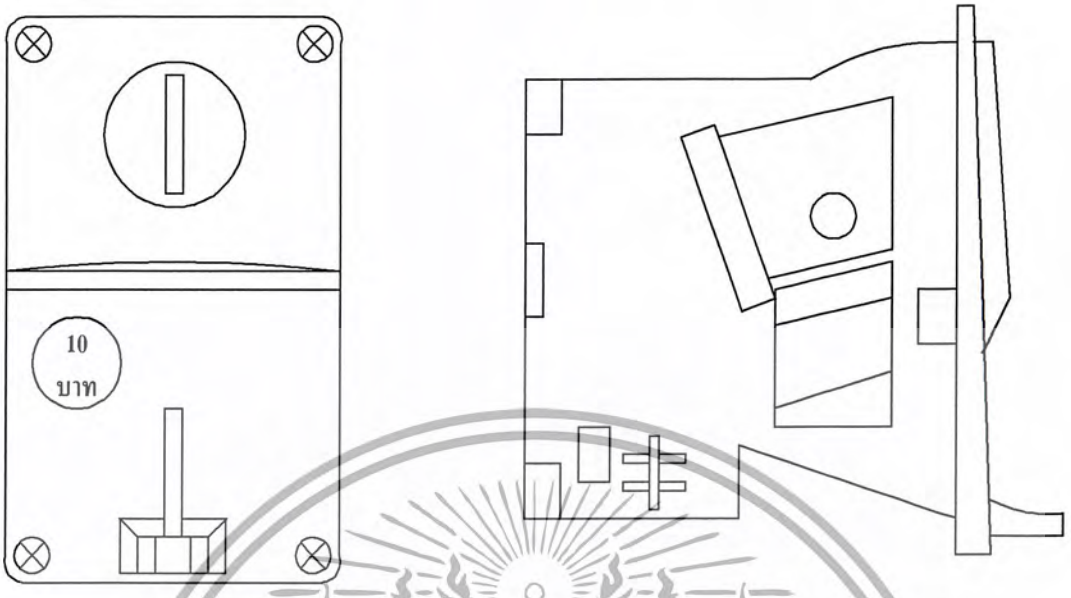
รูปที่ 3.4 วงจรควบคุมมอเตอร์ขับชุดถาดตวงข้าวสาร

3.3 เครื่องหยอดเหรียญและชุดคืนหยอดเหรียญ

3.3.1 หลักการทำงานของเครื่องหยอดเหรียญ

หลักการทำงานของเครื่องหยอดเหรียญชนิดนี้ คือ เมื่อทำการตั้งค่าของเหรียญโดยการกำหนดประเภทของเหรียญที่ต้องการไว้จากนั้น เมื่อมีการหยอดเหรียญเครื่องหยอดเหรียญก็จะทำการตรวจสอบว่าเป็นเหรียญที่มีขนาดและประเภทเดียวกับเหรียญที่ได้ระบุไว้หรือไม่ หากไม่ใช่เครื่องหยอดเหรียญก็จะทำการคืนเหรียญโดยอัตโนมัติ แต่ถ้าหากเหรียญที่หยอดเข้าไปเป็นเหรียญที่ถูกต้อง เครื่องหยอดเหรียญจะสั่งให้รีเลย์ เปลี่ยนหน้าสัมผัสเปิดช่องให้เหรียญไหลลงไปยังกล่องเก็บเหรียญต่อไป ขณะเดียวกันก็จะทำการส่งสัญญาณพัลล์เป็นความถี่ที่สามารถปรับเลือกได้ 3 ระดับ คือ 25 มิลลิวินาที 45 มิลลิวินาที 65 มิลลิวินาที แต่เพื่อความเหมาะสมกับชุดควบคุมที่ใช้ MCS-51 จะใช้ความถี่ที่ 50 มิลลิวินาที ซึ่งลักษณะของเครื่องหยอดเหรียญเป็นดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

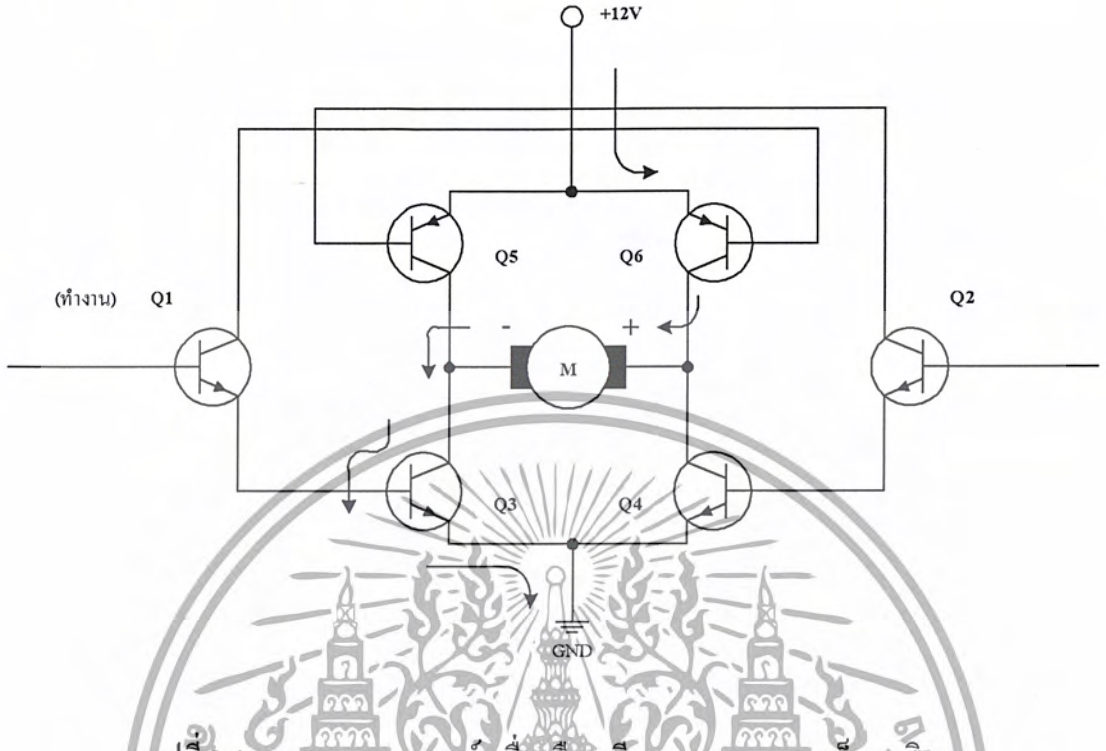


รูปที่ 3.5 เครื่องหยอดเหรียญ

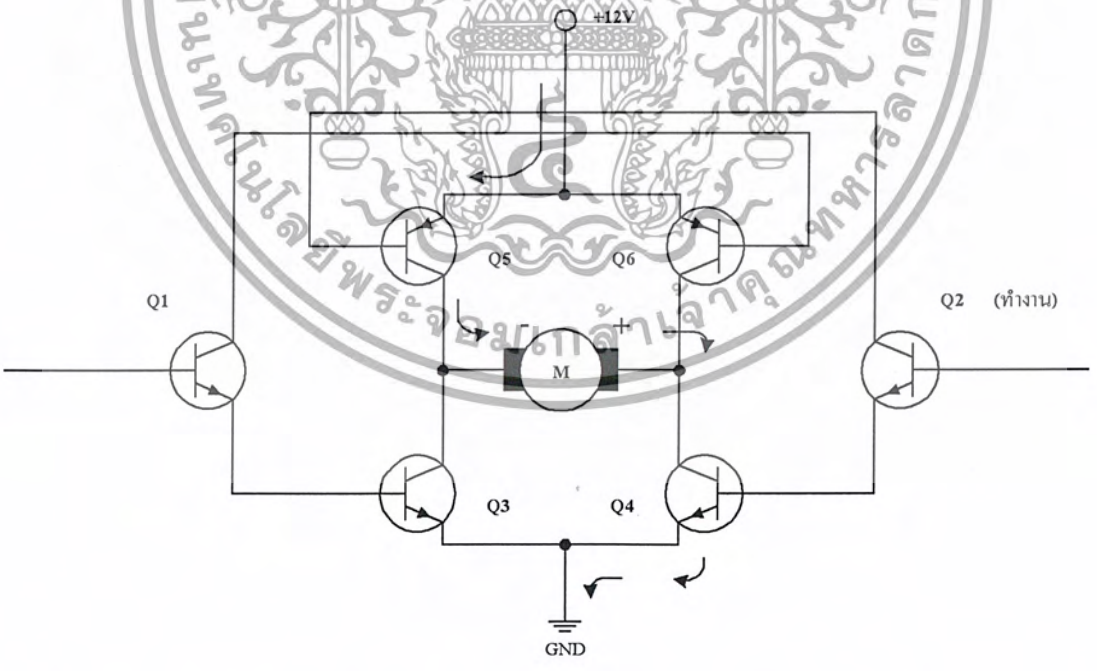
3.3.2 วงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับชุดคืนเหรียญ

เป็นวงจรที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ขับชุดคืนเหรียญให้หมุนเพื่อปล่อยเหรียญจากชุดคืนเหรียญลงสู่ช่องคืนเหรียญหรือปล่อยเหรียญจากชุดคืนเหรียญลงสู่กล่องเก็บเหรียญโดยจะมีการทำงาน คือ เมื่อได้ทำการหยอดเหรียญไปแล้วถ้าเกิดผู้ซื้อตัดสินใจซื้อแล้วทำการกดปุ่มตกลงชุดคืนเหรียญก็ทำการกวาดเหรียญลงสู่กล่องเก็บเหรียญในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาพร้อมกับสั่งให้วงจรควบคุมมอเตอร์ชุดหมุนถาดตวงข้าวสารทำงาน แต่ถ้าเกิดผู้ซื้อตัดสินใจไม่ประสงค์ที่จะซื้อก็ต้องทำการกดปุ่มยกเลิก เป็นผลทำให้ชุดคืนเหรียญหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เพื่อทำการกวาดเหรียญลงสู่ช่องคืนเหรียญโดยวงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับชุดคืนเหรียญจะเป็นดังรูปที่ 3.6 และ3.7 ลักษณะของตัวคืนเหรียญกับการทำงานของเครื่องคืนเหรียญจะเป็นดังรูปที่ 3.8 และ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

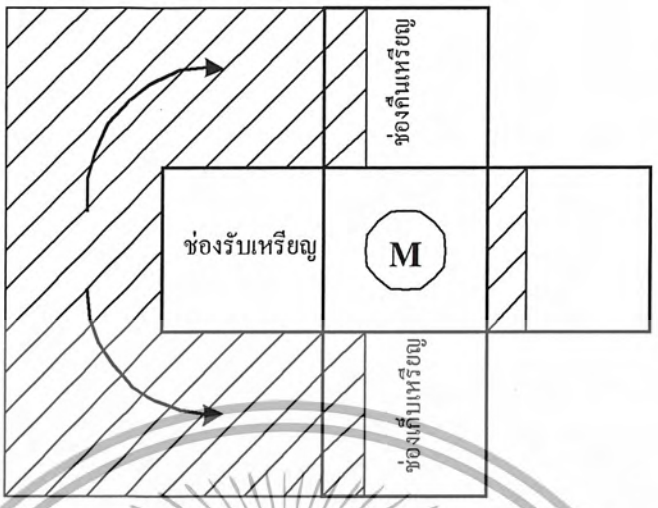


รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญขณะหมุนตามเข็มนาฬิกา

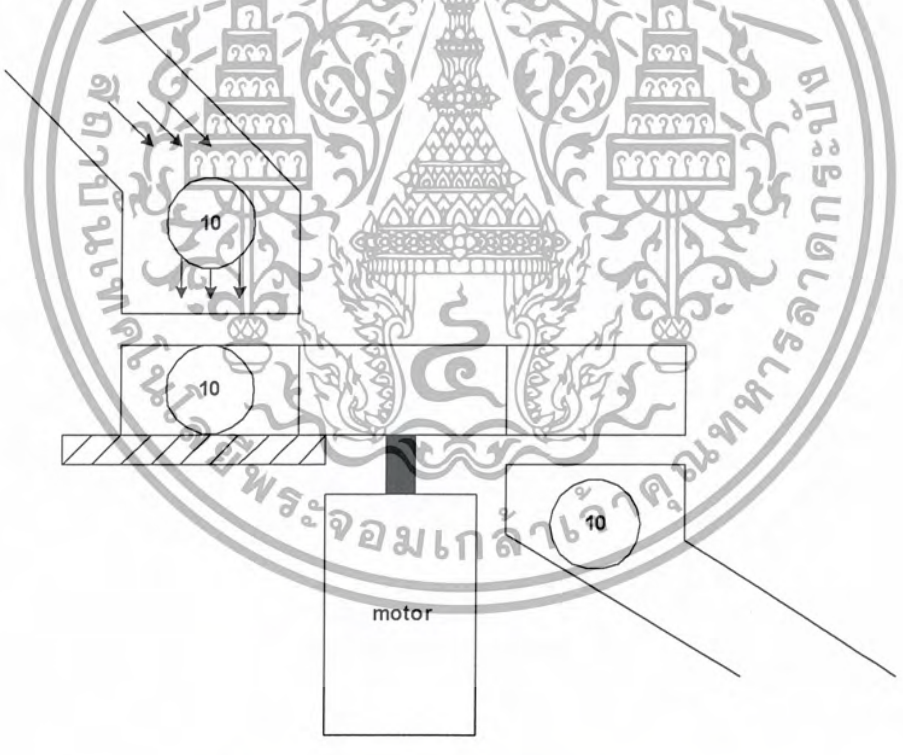


รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญ ขณะหมุนทวนเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ลักษณะการทำงานของเครื่องคืนเหรียญด้านบน



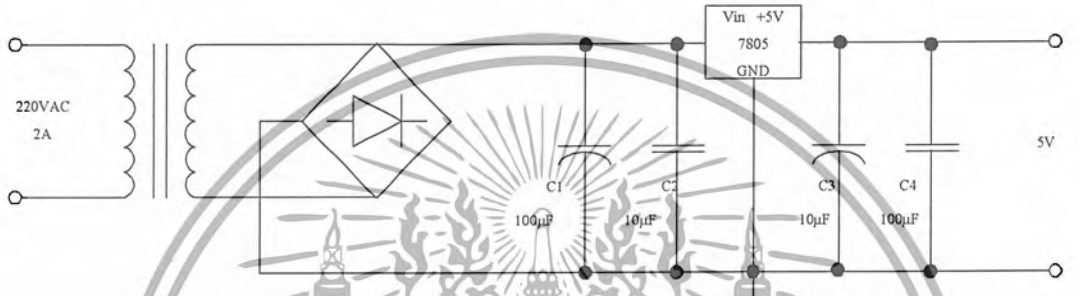
รูปที่ 3.9 ลักษณะการทำงานของเครื่องคืนเหรียญด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง

3.4.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 5 โวลต์

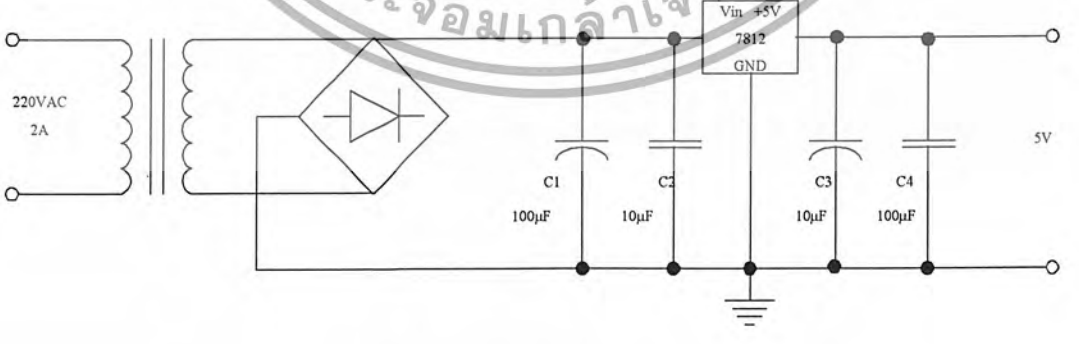
วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 5 โวลต์ เป็นแหล่งจ่ายไฟสำหรับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการสร้างแหล่งจ่ายไฟจะจ่ายกระแสได้สูงสุดประมาณ 1 แอมแปร์ โดยใช้ไอซีเบอร์ 7805 เป็นตัวจำกัดแรงดันให้คงที่จากหม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์ แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.10 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 5 โวลต์

3.4.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 12 โวลต์

วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 12 โวลต์ เป็นแหล่งจ่ายไฟสำหรับชุดควบคุมมอเตอร์ซึ่งสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าโดยใช้ไอซีเบอร์ 7812 เป็นตัวจำกัดแรงดันจากหม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลต์ แสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.11 แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เนื้อหาภายในบทนี้จะกล่าวถึง การทดลองและผลการทดลองของวงจรในโครงงานเครื่องขายข้าวสารซึ่งประกอบด้วยวงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง วงจรควบคุมมอเตอร์ชุดเครื่องคืนเหรียญ วงจรควบคุมมอเตอร์ชุดขับถาดตวง และวงจรแสดงผล ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดลองดังนี้

4.1 ถาดตวงข้าวสาร

จากการทดลองตวงข้าวสารด้วยกระบอกตวงข้าวสารโดยการหยอดเหรียญให้เครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติทดลองจ่ายข้าวสารในแต่ละครั้งจะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการจ่ายข้าวสารในแต่ละครั้ง

จำนวนเงิน/บาท	ปริมาณข้าวสารที่ได้/กิโลกรัม
10	0.48
20	0.98
30	1.47
40	1.96
50	2.47
60	2.97
70	3.47
80	3.97
90	4.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การต่อเครื่องหยอดเหรียญร่วมกับวงจรแสดงผล

ทำการต่อเครื่องหยอดเหรียญ ร่วมชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อทำการหยอดเหรียญใส่ในเครื่องหยอดเหรียญ เครื่องจะทำการตรวจสอบขนาดและประเภทของเหรียญหากไม่ถูกต้องจะทำการคืนเหรียญ แต่หากถูกต้องเครื่องหยอดเหรียญจะทำการส่งสัญญาณพัลล์ลบออกมายังชุดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลและแสดงผลจำนวนเงิน ทางจอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนแบบแอโนดร่วมชนิด 2 หลัก ดังแสดงในตารางการทดลองที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการต่อเครื่องหยอดเหรียญร่วมกับวงจรแสดงผล

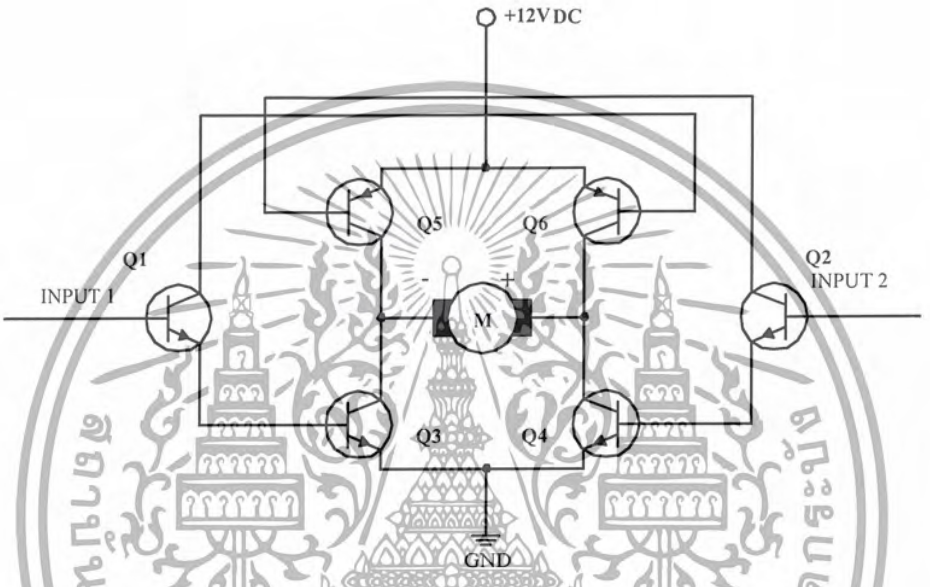
จำนวนของเหรียญ 10 บาท (เหรียญ)	การแสดงค่า		หมายเหตุ
	หลักสิบ	หลักหน่วย	
0	0	0	
1	1	0	
2	2	0	
3	3	0	
4	4	0	
5	5	0	
6	6	0	
7	7	0	
8	8	0	
9	9	0	
10	9	0	คืนเหรียญ

4.3 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงของเครื่องคืนเหรียญ

จากชุดทดลองที่ได้ทำการออกแบบไว้สำหรับขับชุดควบคุมมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญ เมื่อทำการจ่ายกระแสไบอัสให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q3 และ Q6 นำกระแสทำให้แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ Q6 ไปยังด้านบวกของมอเตอร์และผ่าน Q3 ไปกราวด์ส่งผลให้มอเตอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและเมื่อทำการจ่ายกระแสไบอัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q4 และ Q5 นำกระแสส่งผลให้ให้แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ Q5 ไปยังด้านลบของมอเตอร์และผ่านทรานซิสเตอร์ Q4 ไปยังกราวด์ส่งผลให้มอเตอร์หมุนไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาตามรูปที่ 4.1 ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ตามตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.1 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดคืนเหรียญ

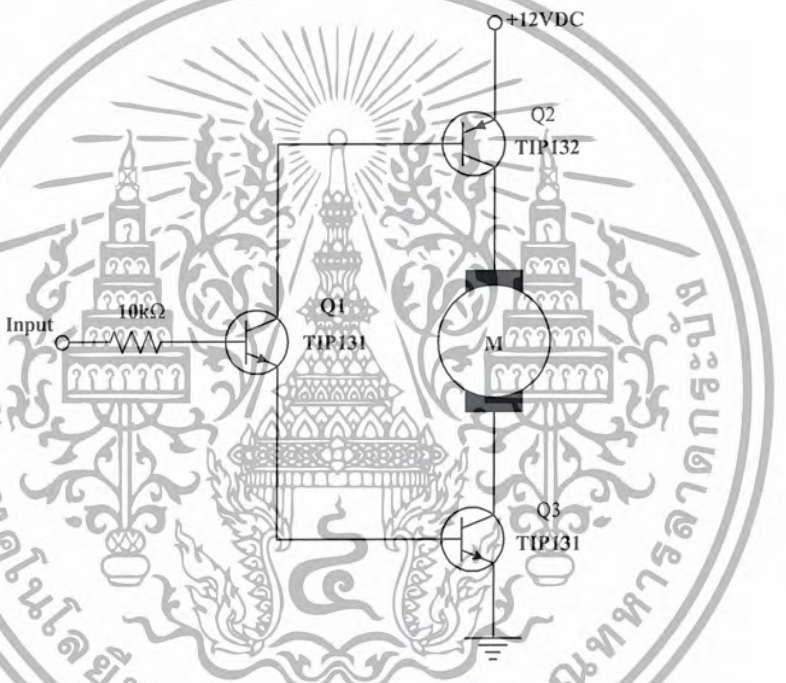
ตารางที่ 4.3 ผลการทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดคืนเหรียญ

อินพุต		สภาวะการทำงานของทรานซิสเตอร์						ทิศทางการหมุนของมอเตอร์
อินพุต1	อินพุต2	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	
0	0	-	-	-	-	-	-	ไม่หมุน
0	1	-	ทำงาน	-	ทำงาน	ทำงาน	-	ตามเข็มนาฬิกา
1	0	ทำงาน	-	ทำงาน	-	-	ทำงาน	ทวนเข็มนาฬิกา
1	1	-	-	-	-	-	-	ไม่หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับขับถาด

จากการทดลองวงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับขับถาดตวง เมื่อมีการไบอัสให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ส่งผลให้ Q2 และQ3 นำกระแสทำให้แรงดัน 12 โวลต์ให้กับมอเตอร์เพื่อขับถาดตวงข้าวสาร โดยการกำหนดทิศทางการหมุนสามารถทำได้โดยการกลับขั้วของมอเตอร์เพื่อให้ได้ทิศทางในการหมุนถาดตามต้องการดังรูปที่ 4.2 ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ตามตารางที่ 4.4



รูปที่4.2 วงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับขับถาดตวงข้าวสาร

ตารางที่ 4.4 ผลการทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ขับถาดตวงข้าวสาร

อินพุต	สภาวะการทำงานของทรานซิสเตอร์			ทิศทางการหมุนของมอเตอร์
	Q1	Q2	Q3	
0	ไม่ทำงาน	ไม่ทำงาน	ไม่ทำงาน	ไม่หมุน
1	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน	หมุนทวนเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองโดยรวมทั้งวงจร

การทำการทดลองโดยรวมได้นำเอาวงจรควบคุมการแสดงผล วงจรมอเตอร์ขับถาดตวง และวงจรขับมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญแล้วทำการทดลองซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทำงานของวงจรที่นำแต่ละวงจรมาต่อรวมกัน

จำนวนเหรียญ	การแสดงผลการ		กดสวิตซ์ตกลง		กดสวิตซ์ยกเลิก	
	หลักสิบ	หลักหน่วย	มอเตอร์ขับถาดตวง	มอเตอร์เครื่องคืนเหรียญ	มอเตอร์ขับถาดตวง	มอเตอร์เครื่องคืนเหรียญ
0	0	0	ไม่หมุน	ไม่หมุน	ไม่หมุน	ไม่หมุน
1	1	0	หมุน	หมุนซ้าย	ไม่หมุน	หมุนขวา
2	2	0	หมุน	หมุนซ้าย	ไม่หมุน	หมุนขวา
3	3	0	หมุน	หมุนซ้าย	ไม่หมุน	หมุนขวา
4	4	0	หมุน	หมุนซ้าย	ไม่หมุน	หมุนขวา
5	5	0	หมุน	หมุนซ้าย	ไม่หมุน	หมุนขวา
6	6	0	หมุน	หมุนซ้าย	ไม่หมุน	หมุนขวา
7	7	0	หมุน	หมุนซ้าย	ไม่หมุน	หมุนขวา
8	8	0	หมุน	หมุนซ้าย	ไม่หมุน	หมุนขวา
9	9	0	หมุน	หมุนซ้าย	ไม่หมุน	หมุนขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

เครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติประกอบด้วยชุดควบคุม 4 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวควบคุมวงจรการทำงาน ส่วนที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ ส่วนโครงสร้างของเครื่องขายข้าวสาร และส่วนที่เป็นภาคแสดงผล ในโครงงานเครื่องขายข้าวสารนี้มีอินพุตเป็นเหรียญที่ได้ตั้งค่าไว้ และมีเอาต์พุตเป็นการหมุนของมอเตอร์เพื่อนำไปใช้ในการขับถาดตวงเพื่อจำหน่ายข้าวสารซึ่งโครงงานเครื่องขายข้าวสารนี้สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมต่างๆ ได้จึงเหมาะสมกับนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทำการทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1.ปัญหา การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง เนื่องจากเกิดความไม่แน่นอนเกี่ยวกับตัววัสดุที่จะนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นส่วนของชุดถาดตวงข้าวสารว่าควรใช้วัสดุชนิดใดในการออกแบบการสร้าง

แนวทางแก้ไข ได้ทำการปรึกษาผู้รู้และทดลองทำแบบจำลองขึ้นเพื่อดูความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปตัวชุดถาดตวงข้าวสารจึงได้ผลสรุปว่าควรใช้พลาสติกในการขึ้นรูปเนื่องจากมีราคาถูกสะอาด และสามารถแก้ไขซ่อมแซมได้สะดวก

2.ปัญหา ตัวมอเตอร์ที่นำมาใช้ในการขับเคลื่อนชุดถาดตวงข้าวสาร มีแรงบิดไม่เพียงพอในการหมุนชุดถาดตวงข้าวสารทำให้ไม่สามารถหมุนได้ตามความเร็วที่กำหนดไว้

แนวทางการแก้ไข ได้ทำการจัดหามอเตอร์ที่มีแรงบิดมากขึ้นกว่าเดิมและมีความเร็วในการหมุนที่สม่ำเสมอมาใช้ทดแทนมอเตอร์ตัวที่มีอยู่เดิม ทำให้สามารถหมุนชุดถาดตวงข้าวสารได้สะดวกขึ้น

3.ปัญหา การทำงานของวงจรไม่มีเสถียรภาพ เมื่อทำการทดลองไปได้ระยะเวลาหนึ่งจะพบว่าเกิดการคลาดเคลื่อนของตำแหน่งชุดถาดตวงเนื่องจากการค้างสภาวะของตัวลิมิตสวิตซ์

แนวทางการแก้ไข เปลี่ยนจากตัวลิมิตสวิตซ์มาเป็นรีดสวิตซ์แทน ทำให้ไม่เกิดการค้างสภาวะที่ตัวชุดถาดตวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. เครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติเครื่องนี้สามารถจำหน่ายข้าวสารได้เพียงประเภทเดียว จึงควรพัฒนาให้สามารถจำหน่ายข้าวสารได้หลายประเภทและสามารถเลือกประเภทข้าวสารได้

2. เครื่องขายข้าวสารนี้ได้ออกแบบให้มอเตอร์หยุดด้วยลิมิตสวิตช์จึงควรพัฒนาให้สามารถควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์ได้ตามต้องการ โดยอาจจะเปลี่ยนจากมอเตอร์เกียร์มาเป็นสเต็ปปิ้งมอเตอร์

3. ชุดถาดตวงข้าวสารได้ทำขึ้นจากแผ่นพลาสติกมาประกอบกันทำให้มีโครงสร้างไม่แข็งแรง จึงควรพัฒนาถาดตวงข้าวสารโดยการใช้พลาสติกหล่อขึ้นรูปให้เป็นชิ้นเดียวกันเพื่อความแข็งแรงทนทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. " การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์." สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2540

รศ. สัมพันธ์ หาญชเล. "เครื่องกลไฟฟ้า 1เล่ม 2." สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าธนบุรี : 2537

ผศ. สมยศ จุณระปิยะ. " การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51." สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . 2537

สุนทร วิทูสุรพจน์. "การโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051." กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน). 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

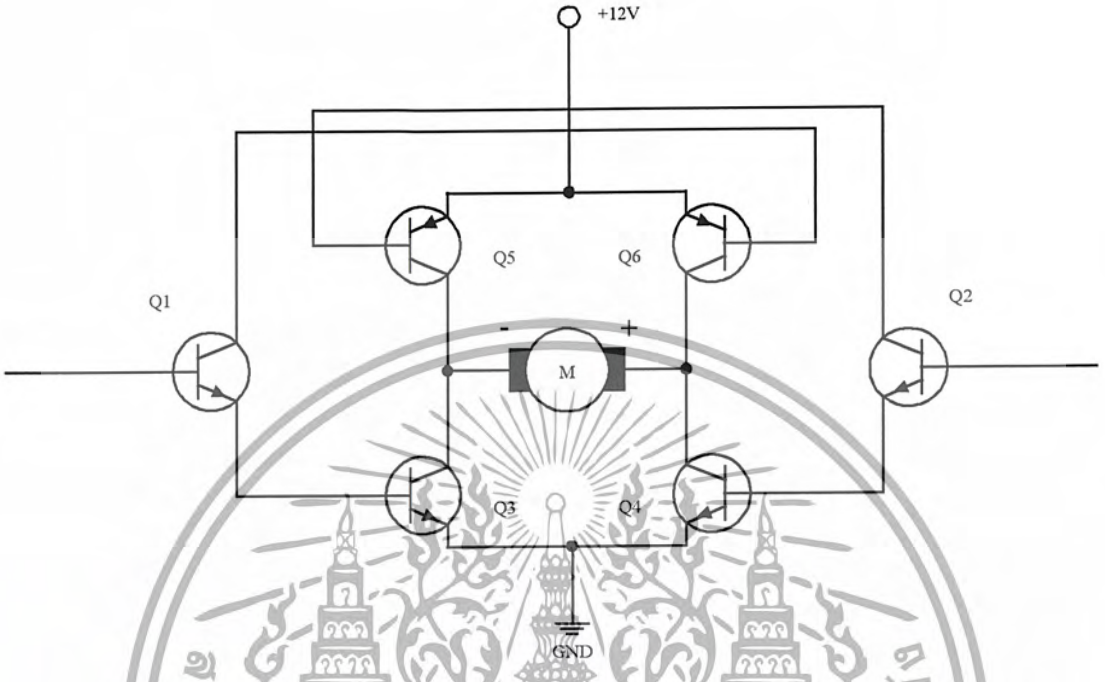
รูปที่ ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

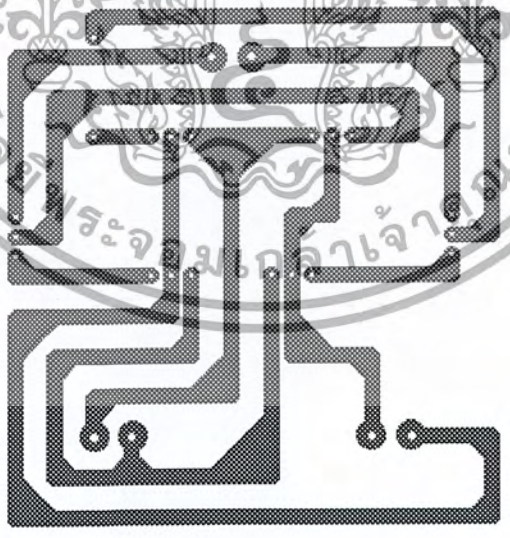
ภาคผนวก ฃ

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

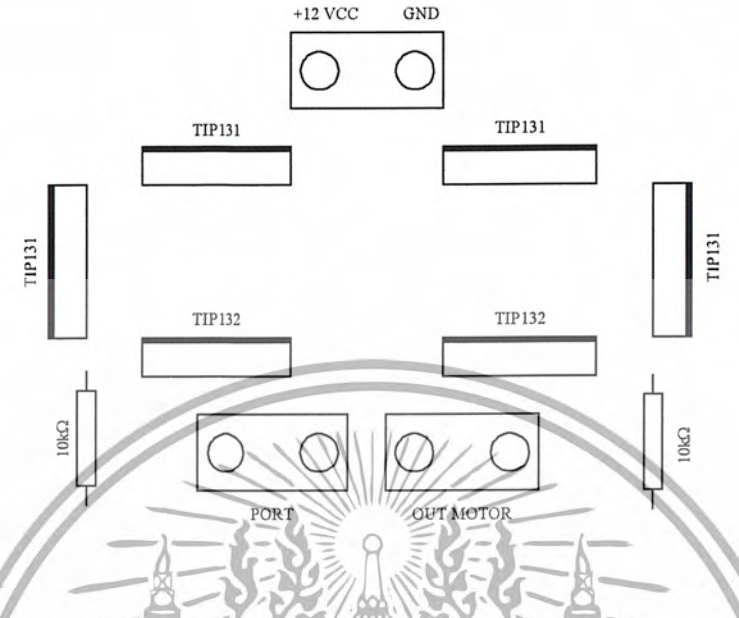


รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญ

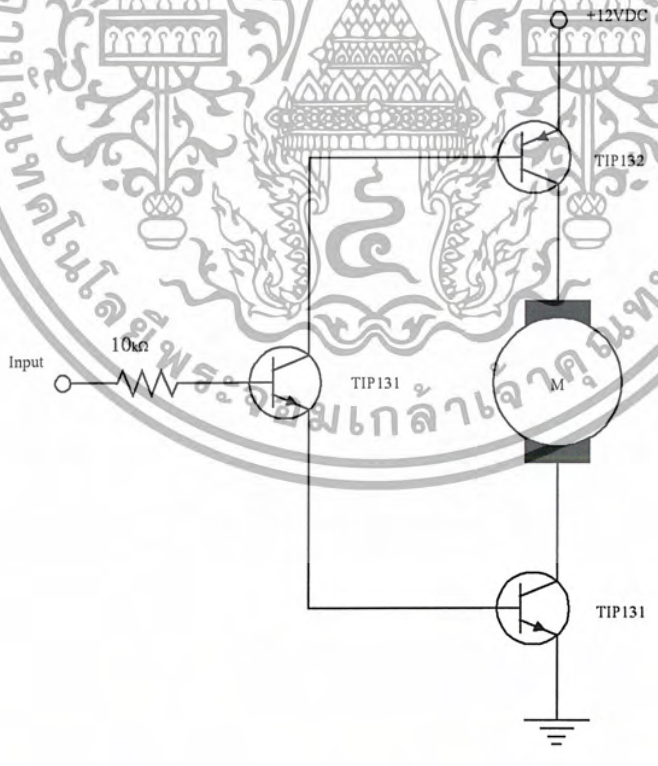


รูปที่ ข.2 แผ่นพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

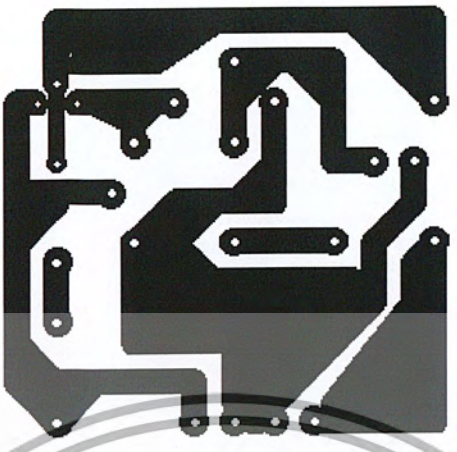


รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรควบคุมมอเตอร์เครื่องคืนเหรียญ

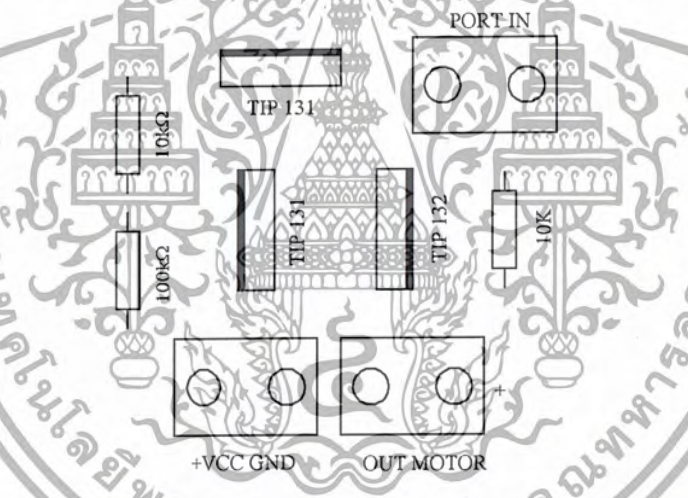


รูปที่ ข.4 วงจรควบคุมมอเตอร์ขับถาดตวงข้าวสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 แผ่นพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์ขับถาดตวงข้าวสาร



รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์ขับถาดตวงข้าวสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรเครื่องหยอดเหรียญ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	MCS-51	1 ตัว
IC2	W04M	1 ตัว
IC3	UA7805C	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1-D2	1N4002	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C2	33 pF เซรามิค	1 ตัว
C3	10 µF 50 V	1 ตัว
C4	1000 µF 50 V	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	1 kΩ	1 ตัว
R2	2 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
RELAY	10 A 12 VDC	1 ตัว
J1	Socket 40 pin	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED1, LED2	7 segment สีแดง แอโนดร่วม ขนาด 1 นิ้ว	1 ตัว
Q1, Q2	BC 458	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1, J2	IDE connector 8 pin	2 ตัว
J3	IDE connector 9 pin	1 ตัว
W1	เคเบิลสายแพชนิด 9 เส้น	1 ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	UA7805C	1 ตัว
IC2	UA7812C	1 ตัว
IC3	W04M	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C2	10 µF 50 V	1 ตัว
C3, C4	100 µF 50 V	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1	หม้อแปลง 220/12 2A	1 ตัว
J1	IDE connector 2 pin	1 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1- Q4	TIP131	8 ตัว
Q5, Q6	TIP132	4 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1, R2	10kΩ	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
M1	มอเตอร์เกียร์ 0-24 VDC	1 ตัว
M2	มอเตอร์เกียร์ 0-12 VDC	1 ตัว
J1, J2	IDE connector 2 pin	4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง.1 ผังงานโปรแกรมเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องขายข้าวสาร

```
            ORG         0000H
            SJMP        START
SW_UP       BIT         P1.0
SW_DOWN     BIT         P1.1
SW_RIGHT    BIT         P1.2
SW_LEFT     BIT         P1.3
SW_MOTOR    BIT         P1.4
LIMIT_STOP1 BIT         P1.5
LIMIT_STOP2 BIT         P1.6
MOTOR_YES   BIT         P3.6
MOTOR_NO    BIT         P3.7
DIGIT0      BIT         P0.0
DIGIT1      BIT         P0.1
COUNT       EQU         20H
DATA:       DS          2

START:      SETB        SW_UP
            SETB        SW_DOWN
            SETB        SW_RIGH
            SETB        SW_LEFT
            SETB        SW_MOTOR
            SETB        LIMIT_STOP1
            SETB        LIMIT_STOP2
            MOV         COUNT,#00H
            MOV         P1,#00H
            MOV         R7,#00H
            SETB        DIGIT0
            SETB        DIGIT1

MAIN:       ACALL       DATA_DIS
            LCALL       SHOW
            JNB         SW_UP,UP
            JNB         SW_DOWN,DOWN
            JNB         SW_RIGH,RIGH
            JNB         SW_LEFT,LEFT
            JNB         SW_MOTOR,MOTOR
            JNB         LIMIT_STOP1,STOP1
            JNB         LIMIT_STOP2,STOP2
            SJMP        MAIN

UP:         LCALL       DELAY
            JB          SW_UP,MAIN
            MOV         R7,COUNT
            CJNE        R7,#63H,INC_COUNT
            MOV         COUNT,#00H
            JNB         SW_UP,$
            SJMP        MAIN

INC_COUNT:
            INC         COUNT
            JNB         SW_UP,$
            SJMP        MAIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DOWN:       LCALL       DELAY
            JB          SW_DOWN,MAIN
            MOV         R7,COUNT
            CJNE        R7,#00,DEC_COUNT
            MOV         COUNT,#63H
            JNB         SW_DOWN,$
            SJMP        MAIN

DEC_COUNT:
            DEC         COUNT
            JNB         SW_DOWN,$
            SJMP        MAIN

DATA_DIS:
            MOV         DPTR,#TABLE
            MOV         B,#10
            MOV         A,COUNT
            DIV         AB
            MOVC        A,@A+DPTR
            MOV         DATA,A
            MOV         A,B
            MOVC        A,@A+DPTR
            MOV         DATA+1,A
            RET

SHOW:       MOV         A,DATA+1
            MOV         P1,A
            CLR         DIGIT1
            ACALL       DELAY_SEG
            SETB        DIGIT1
            MOV         A,DATA
            MOV         P1,A
            CLR         DIGIT0
            ACALL       DELAY_SEG
            SETB        DIGIT0
            RET

MOTOR:      SETB        P3.1
            JNB         LIMIT_STOP2,STOP2
            SJMP        MOTOR

RIGHT:      CLR         P3.6
            JNB         SW_LEFT,LEFT
            SETB        P3.7
            JNB         LIMIT_STOP1,STOP1
            SJMP        RIGHT

LEFT:       CLR         P3.7
            JNB         SW_RIGHT,RIGHT
            SETB        P3.6
            JNB         LIMIT_STOP1,STOP1
            SJMP        LEFT

STOP1:      CLR         P3.6
            CLR         P3.7
            LJMP        MAIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
STOP:       CLR         P3.1
            LJMP        MAIN
*********************************************************
***   โปรแกรมย่อยการหน่วงเวลาเพื่อแสดงผลที่ตัวเลข 7 ส่วน 0-9  ***
*********************************************************

DELAY_SEG:
            MOV         R1,#200
            DJNZ        R1,$
            RET
*********************************************************
***       โปรแกรมย่อยการหน่วงเวลาเพื่อแก้ปัญหาจากสวิตซ์       ***
*********************************************************

DELAY:      MOV         R2,#0FFH
            DJNZ        R2,$
            RET

TABLE:      DB          3FH,06H,5BH,4FH,66H
            DB          6DH,7DH,07H,7FH,6FH
            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

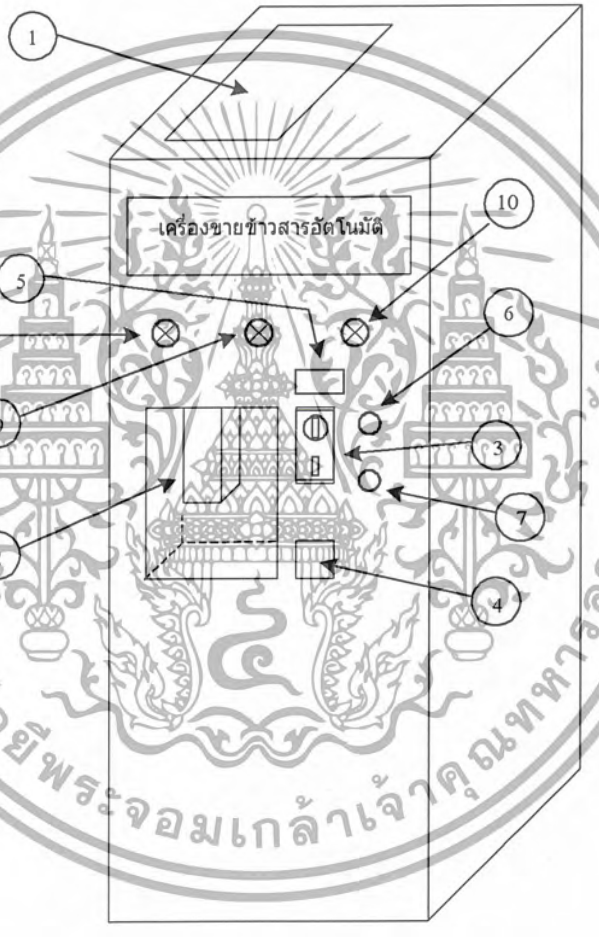
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะใช้งานเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจก่อนเพื่อง่ายต่อการใช้งานและเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับตัวเครื่องขายข้าวสาร

2. ส่วนประกอบและควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมเครื่องของเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. จุดใส่ข้าวสาร
2. ช่องรับข้าวสาร
3. ช่องหยอดเหรียญ
4. ช่องคืนเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จอแสดงผล
6. ปุ่มตกลงการทำงาน
7. ปุ่มยกเลิกการทำงาน
8. หลอดแสดงผลข้าวสารในเครื่องหมดหรือมีปัญหา
9. หลอดแสดงผลเครื่องพร้อมใช้งาน
10. หลอดแสดงผลพร้อมจ่ายข้าวสาร

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 เสียบปลั๊กจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

3.2 เปิดสวิตซ์ให้กับเครื่อง

3.3 สังเกตไฟแสดงผล

- หากสัญญาณไฟสีแดงสว่างแสดงว่าเครื่องขายข้าวสารมีข้าวสารไม่เพียงพอต่อการจัดจำหน่ายในอัตราขั้นต่ำสุด จึงควรทำการเติมข้าวสาร
- หากสัญญาณไฟสีเขียวสว่างแสดงว่าเครื่องขายข้าวสารพร้อมที่จะทำงาน

3.4 หยอดเหรียญ 10 บาท ที่ช่องหยอดเหรียญตามจำนวนที่ต้องการ จากนั้นทำการสังเกตไฟหน้าจอแสดงผลจำนวนเงิน

3.5 กดปุ่มตกลง ในกรณีที่ต้องการจะซื้อข้าวสารหรือกดปุ่มยกเลิก ในกรณีที่ไม่ต้องการที่จะซื้อข้าวสาร

3.6 นำถุงหรือภาชนะที่เตรียมไว้มารองรับข้าวสารจากช่องจ่ายข้าวสาร จากนั้นกดแป้นจ่ายข้าวสารก็จะจ่ายตามจำนวนที่ผู้ซื้อต้องการ

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องขายข้าวสารอัตโนมัติ สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
เครื่องไม่ทำงาน ไฟแสดงผลต่างๆ ไม่ติด	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟและสวิตซ์หลัก ถ้าไม่ได้ผลให้ติดต่อเจ้าหน้าที่
จอแสดงผลตัวเลขเจ็ดส่วนไม่ทำงาน	ให้ทำการปิด-เปิดเครื่องใหม่ ถ้าไม่ได้ผลให้ติดต่อเจ้าหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
ไฟแสดงผลข้าวสารไม่เพียงพอติดหรือเครื่องขัดข้อง	ข้าวสารในเครื่องอาจจะหมด ให้ทำการตรวจสอบปริมาณข้าวสารในถังว่าเพียงพอต่อการจำหน่ายในขั้นต่ำหรือไม่ ถ้าหากข้าวสารไม่เพียงพอให้ทำการเติมข้าวสาร ถ้าไม่ได้ผลติดต่อเจ้าหน้าที่

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- เช็ดทำความสะอาดถังเก็บข้าวสารด้วยผ้าสะอาด
- เช็ดทำความสะอาดช่องจ่ายข้าวสารด้วยผ้าสะอาด

5.2 ข้อควรระวัง

- ควรวางตัวเครื่องไว้ในที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
การกำหนดปริมาณ	ใช้หลักการตวงโดยใช้กระบอกตวงขนาด 7x7x14 เซนติเมตร
ส่วนแสดงผล	จอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน
ค่าความผิดพลาด	± 2.5%
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

1N4004 and 1N4007 are Preferred Devices

Axial Lead Standard Recovery Rectifiers

This data sheet provides information on subminiature size, axial lead mounted rectifiers for general–purpose low–power applications.

Mechanical Characteristics

- Case: Epoxy, Molded
- Weight: 0.4 gram (approximately)
- Finish: All External Surfaces Corrosion Resistant and Terminal Leads are Readily Solderable
- Lead and Mounting Surface Temperature for Soldering Purposes: 220°C Max. for 10 Seconds, 1/16″ from case
- Shipped in plastic bags, 1000 per bag.
- Available Tape and Reeled, 5000 per reel, by adding a "RL" suffix to the part number
- Available in Fan–Fold Packaging, 3000 per box, by adding a "FF" suffix to the part number
- Polarity: Cathode Indicated by Polarity Band
- Marking: 1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

ON Semiconductor

http://onsemi.com

LEAD MOUNTED RECTIFIERS
50–1000 VOLTS
DIFFUSED JUNCTION

CASE 59
AXIAL LEAD
PLASTIC

MARKING DIAGRAM

AL = Assembly Location
1N400x = Device Number
x = 1, 2, 3, 4, 5, 6 or 7
YY = Year
WW = Work Week

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
*Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
*Non–Repetitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz)	V_{RSM}	60	120	240	480	720	1000	1200	Volts
*RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	Volts
*Average Rectified Forward Current (single phase, resistive load, 60 Hz, T_A = 75°C)	I_O	1.0							Amp
*Non–Repetitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions)	I_{FSM}	30 (for 1 cycle)							Amp
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J T_{stg}	–65 to +175							°C

*Indicates JEDEC Registered Data

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information on page 2 of this data sheet.

Preferred devices are recommended choices for future use and best overall value.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS*

Rating	Symbol	Typ	Max	Unit
Maximum Instantaneous Forward Voltage Drop (i_F = 1.0 Amp, T_J = 25°C)	v_F	0.93	1.1	Volts
Maximum Full−Cycle Average Forward Voltage Drop (I_O = 1.0 Amp, T_L = 75°C, 1 inch leads)	$V_{F(AV)}$	–	0.8	Volts
Maximum Reverse Current (rated dc voltage) (T_J = 25°C) (T_J = 100°C)	I_R	0.05 1.0	10 50	μA
Maximum Full−Cycle Average Reverse Current (I_O = 1.0 Amp, T_L = 75°C, 1 inch leads)	$I_{R(AV)}$	–	30	μA

*Indicates JEDEC Registered Data

ORDERING & SHIPPING INFORMATION

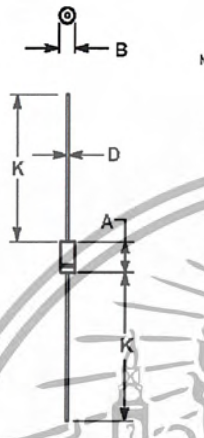
Device	Package	Shipping
1N4001	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4001FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4001RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4002	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4002FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4002RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4003	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4003FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4003RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4004	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4004FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4004RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4005	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4005FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4005RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4006	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4006FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4006RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel
1N4007	Axial Lead	1000 Units/Bag
1N4007FF	Axial Lead	3000 Units/Box
1N4007RL	Axial Lead	5000/Tape & Reel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

PACKAGE DIMENSIONS

MINI MOSORB
CASE 59–04
ISSUE M



NOTES:
1. ALL RULES AND NOTES ASSOCIATED WITH JEDEC DO-41 OUTLINE SHALL APPLY.
2. POLARITY DENOTED BY CATHODE BAND.
3. LEAD DIAMETER NOT CONTROLLED WITHIN F DIMENSION.

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.97	6.60	0.235	0.260
B	2.79	3.05	0.110	0.120
D	0.76	0.86	0.030	0.034
K	27.94	---	1.100	---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ON Semiconductor and ⬡ are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

NORTH AMERICA Literature Fulfillment:
Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303–675–2175 or 800–344–3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303–675–2176 or 800–344–3867 Toll Free USA/Canada
Email: ONlit@hibbertco.com
Fax Response Line: 303–675–2167 or 800–344–3810 Toll Free USA/Canada

N. American Technical Support: 800–282–9855 Toll Free USA/Canada

EUROPE: LDC for ON Semiconductor – European Support
German Phone: (+1) 303–308–7140 (Mon–Fri 2:30pm to 7:00pm CET)
Email: ONlit–german@hibbertco.com
French Phone: (+1) 303–308–7141 (Mon–Fri 2:00pm to 7:00pm CET)
Email: ONlit–french@hibbertco.com
English Phone: (+1) 303–308–7142 (Mon–Fri 12:00pm to 5:00pm GMT)
Email: ONlit@hibbertco.com

EUROPEAN TOLL–FREE ACCESS*: 00–800–4422–3781
*Available from Germany, France, Italy, UK, Ireland

CENTRAL/SOUTH AMERICA:
Spanish Phone: 303–308–7143 (Mon–Fri 8:00am to 5:00pm MST)
Email: ONlit–spanish@hibbertco.com
Toll–Free from Mexico: Dial 01–800–288–2872 for Access –
then Dial 866–297–9322

ASIA/PACIFIC: LDC for ON Semiconductor – Asia Support
Phone: 303–675–2121 (Tue–Fri 9:00am to 1:00pm, Hong Kong Time)
Toll Free from Hong Kong & Singapore:
001–800–4422–3781
Email: ONlit–asia@hibbertco.com

JAPAN: ON Semiconductor, Japan Customer Focus Center
4–32–1 Nishi–Gotanda, Shinagawa–ku, Tokyo, Japan 141–0031
Phone: 81–3–5740–2700
Email: r14525@onsemi.com

ON Semiconductor Website: http://onsemi.com

For additional information, please contact your local
Sales Representative.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

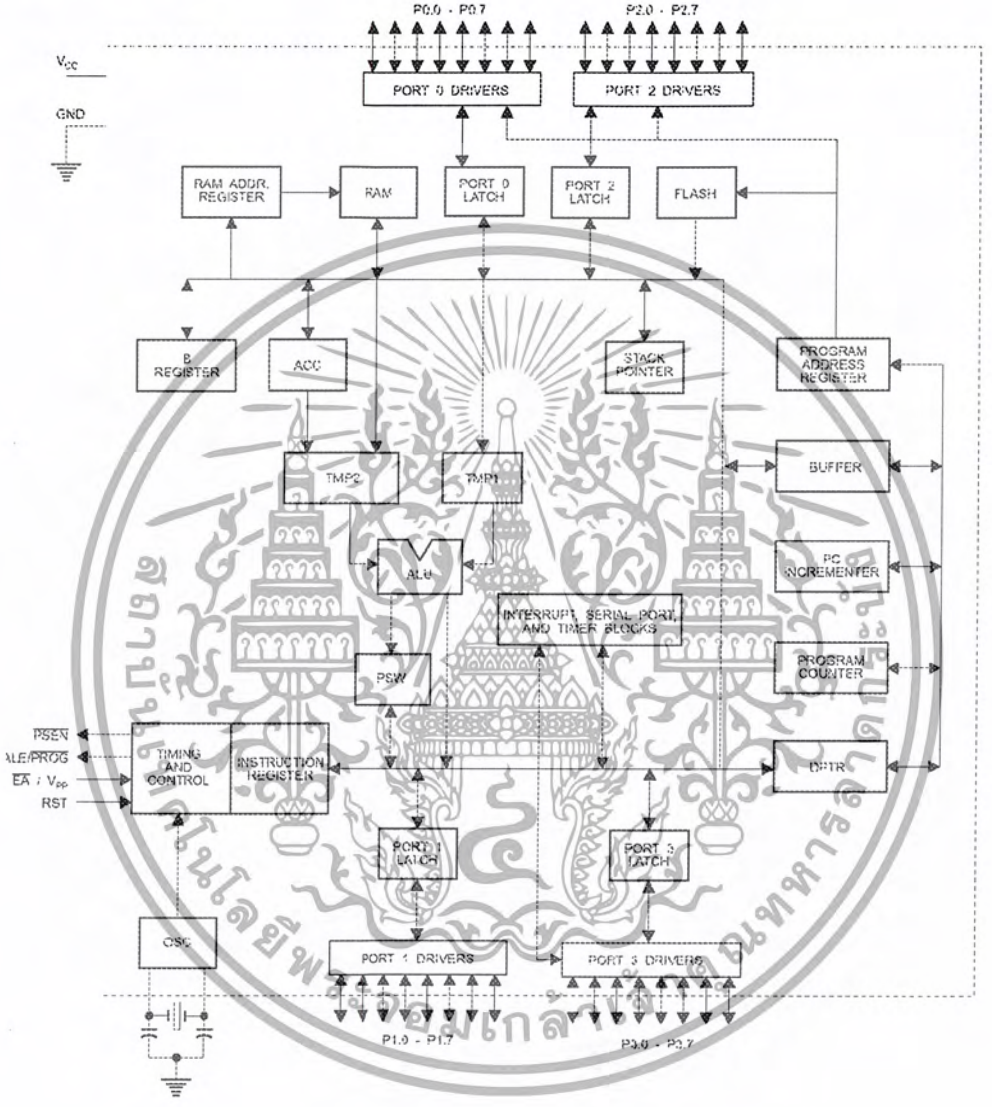
AT89C51

Not Recommended for New Designs. Use AT89S51.

Rev. 0265G–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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/$\overline{PROG}$

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

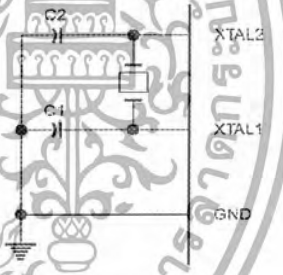
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected 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



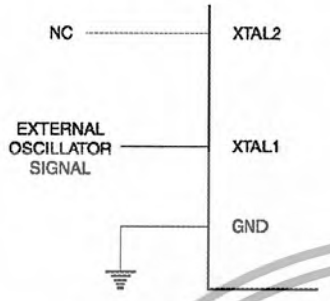
Note: C1, C2 = 30 pF ±10 pF for Crystals
= 40 pF ±10 pF for Ceramic Resonators

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = FF H	(030H) = 1EH (031H) = 51H (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.

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming Modes

Mode		RST	$\overline{PSEN}$	ALE/$\overline{PROG}$	$\overline{EA}$/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

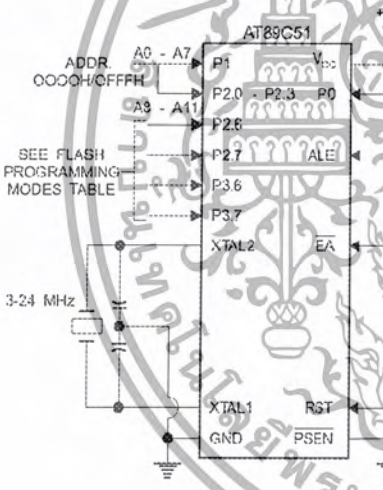
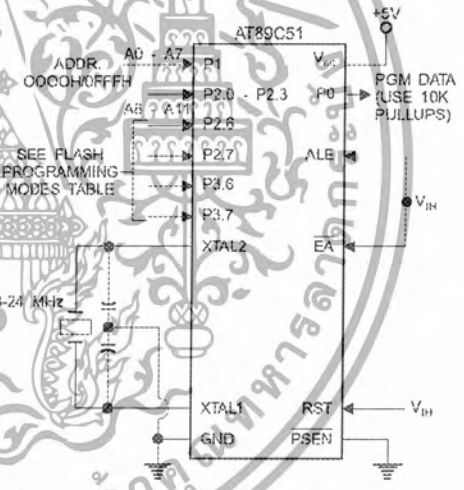
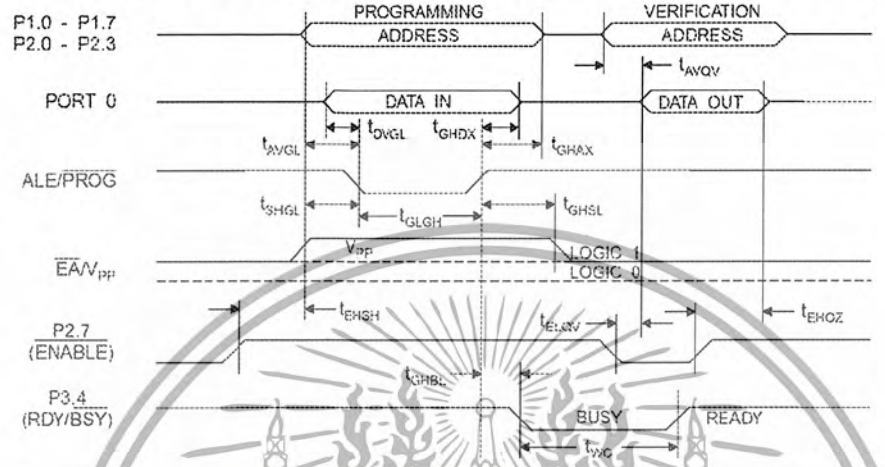


Figure 4. Verifying the Flash

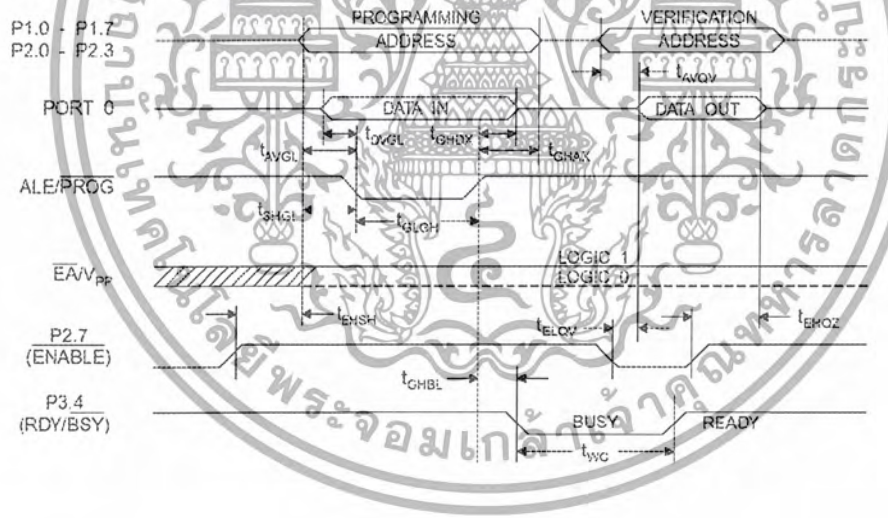


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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[1] (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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Characteristics

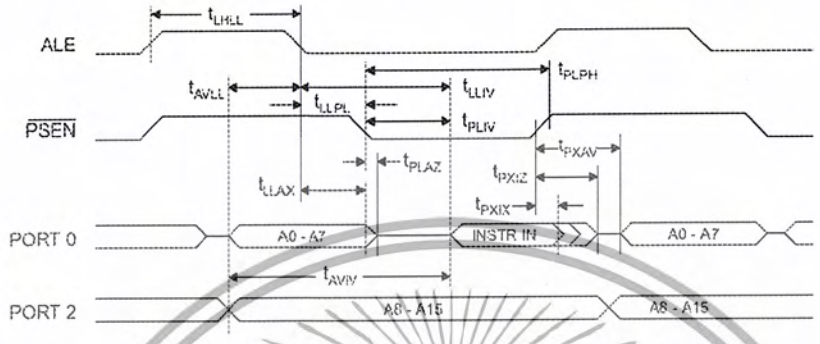
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/$\overline{PROG}$, and $\overline{PSEN}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

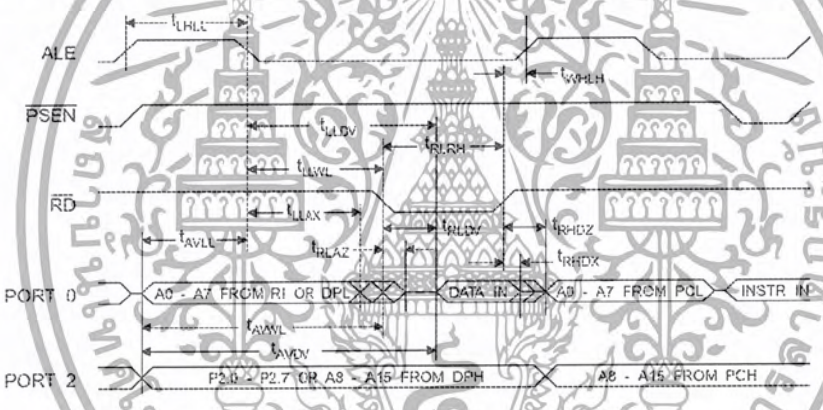
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}$-40		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{LLAX}	Address Hold after ALE Low	48		t_{CLCL}-20		ns
t_{LLIV}	ALE 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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Program Memory Read Cycle

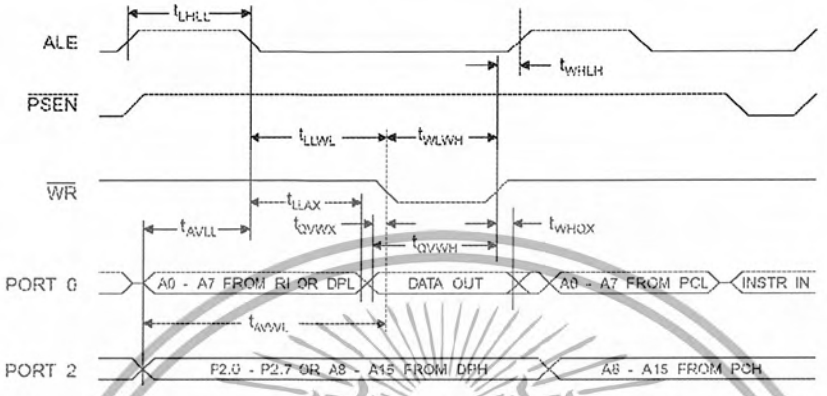


External Data Memory Read Cycle

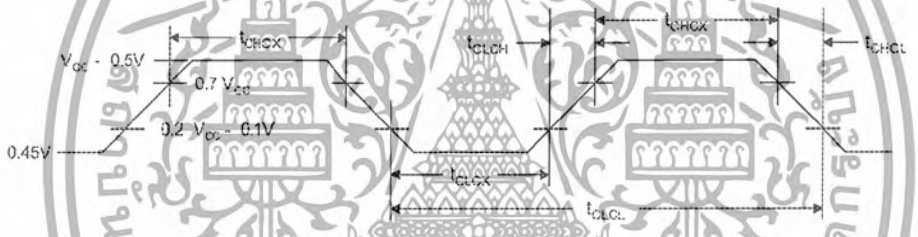


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

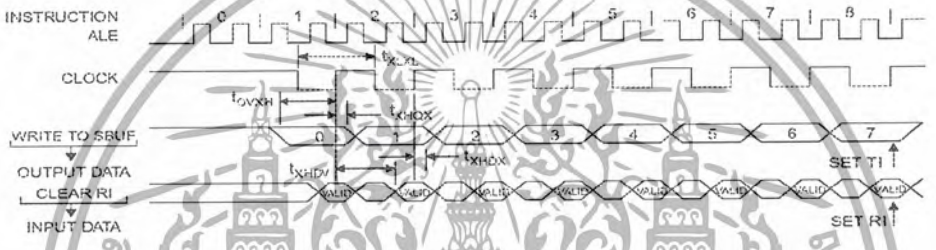
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

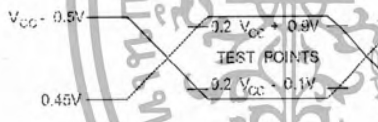
(V_{CC} = 5.0 V ±20%; Load Capacitance = 80 pF)

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

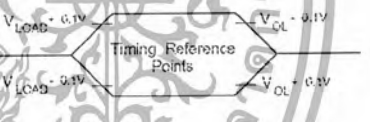


AC Testing Input/Output Waveforms[1]



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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

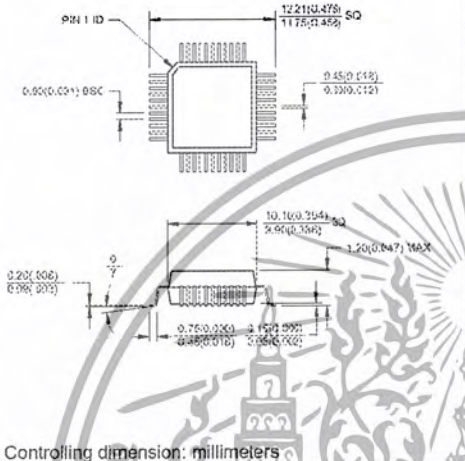
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5V ±20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-12JC	44J	
		AT89C51-12PC	40P6	
		AT89C51-12QC	44Q	
		AT89C51-12AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-12JI	44J	
		AT89C51-12PI	40P6	
		AT89C51-12QI	44Q	
16	5V ±20%	AT89C51-16AC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

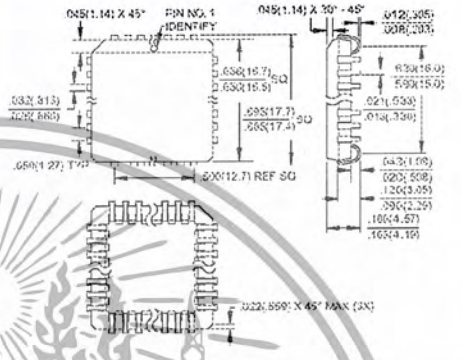
Packaging Information

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

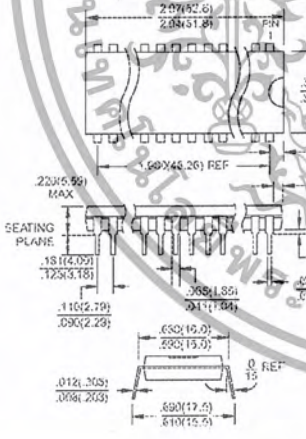


Controlling dimension: millimeters

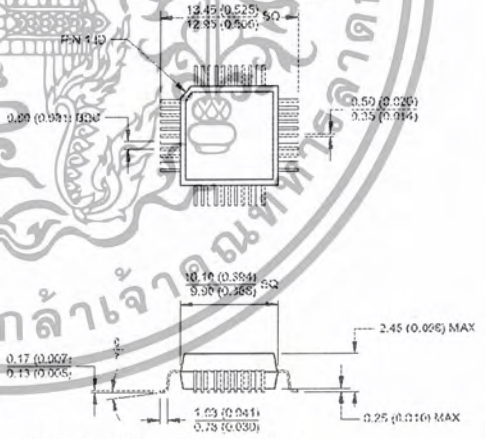
44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-018 AC



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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

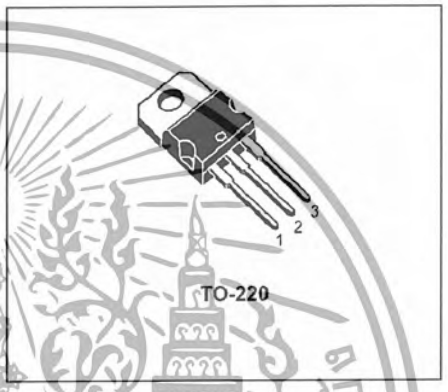
0265G–02/00/xM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIP132
TIP135 TIP137

COMPLEMENTARY SILICON POWER DARLINGTON TRANSISTORS

- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES

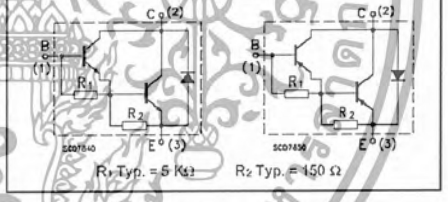


TO-220

APPLICATION
- LINEAR AND SWITCHING INDUSTRIAL EQUIPMENT

DESCRIPTION
The TIP132 is a silicon Epitaxial-Base NPN power transistor in monolithic Darlington configuration, mounted in Jedec TO-220 plastic package. It is intented for use in power linear and switching applications.
The complementary PNP type is TIP137.
Also TIP135 is a PNP type.

INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value		Unit
	NPN		TIP132	
	PNP	TIP135	TIP137	
V_{CBO}	Collector-Base Voltage (I_E = 0)	60	100	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage (I_B = 0)	60	100	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage (I_C = 0)	5		V
I_C	Collector Current	8		A
I_{CM}	Collector Peak Current	12		A
I_B	Base Current	0.3		A
P_{tot}	Total Dissipation at $T_{case} \leq 25$ °C $T_{amb} \leq 25$ °C	70 2		W W
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150		°C
T_j	Max. Operating Junction Temperature	150		°C

* For PNP types voltage and current values are negative.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL DATA

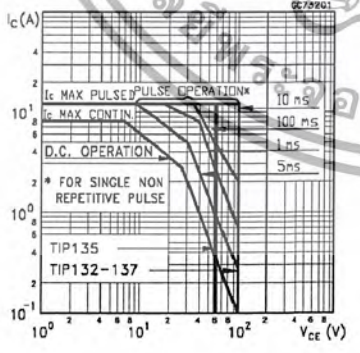
$R_{thj\text{-}case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	1.78	°C/W
$R_{thj\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max	63.5	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{case} = 25 °C unless otherwise specified)

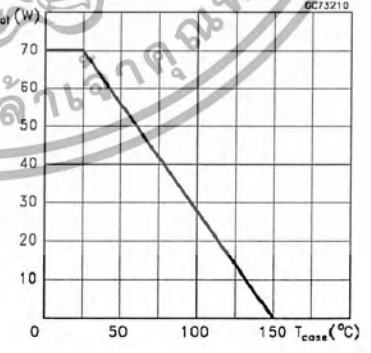
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CEO}	Collector Cut-off Current (I_B = 0)	V_{CE} = Half Rated V_{CEO}			0.5	mA
I_{CBO}	Collector Cut-off Current (I_E = 0)	V_{CB} = Rated V_{CBO}			0.2	mA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current (I_C = 0)	V_{EB} = 5 V			5	mA
$V_{CEO(sus)}$*	Collector-Emitter Sustaining Voltage (I_B = 0)	I_C = 30 mA for TIP135 for TIP132/TIP137	 60 100			 V V
$V_{CE(sat)}$*	Collector-Emitter Saturation Voltage	I_C = 4 A I_B = 16 mA I_C = 6 A I_B = 30 mA			2 4	V V
V_{BE}*	Base-Emitter Voltage	I_C = 4 A V_{CE} = 4 V			2.5	V
h_{FE}*	DC Current Gain	I_C = 1 A V_{CE} = 4 V I_C = 4 A V_{CE} = 4 V	500 1000		 15000	

* Pulsed: Pulse duration = 300 µs, duty cycle 1.5 %.
For PNP types voltage and current values are negative.

Safe Operating Areas



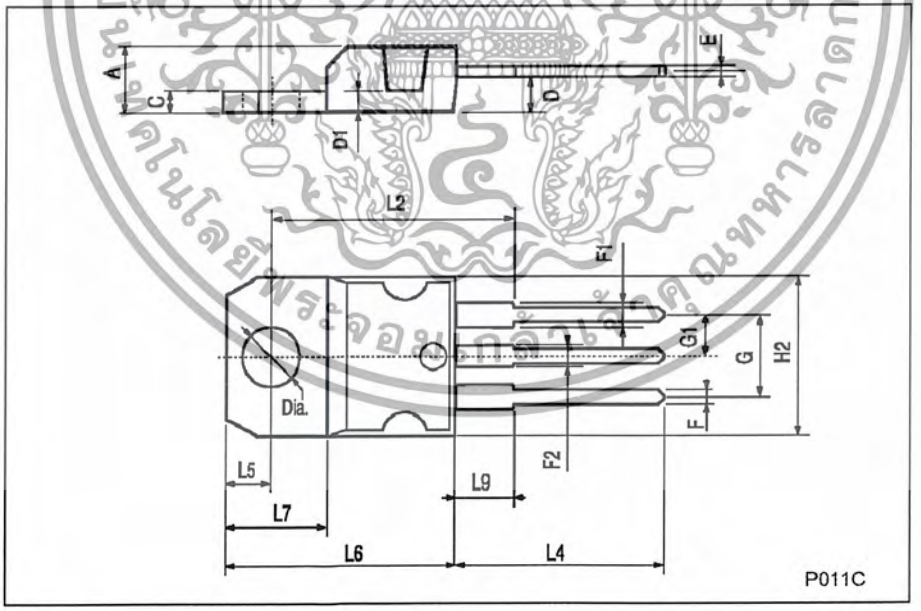
Power Derating Curve



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TO-220 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
C	1.23		1.32	0.048		0.051
D	2.40		2.72	0.094		0.107
D1		1.27			0.050	
E	0.49		0.70	0.019		0.027
F	0.61		0.88	0.024		0.034
F1	1.14		1.70	0.044		0.067
F2	1.14		1.70	0.044		0.067
G	4.95		5.15	0.194		0.203
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H2	10.0		10.40	0.393		0.409
L2		16.4			0.645	
L4	13.0		14.0	0.511		0.551
L5	2.65		2.95	0.104		0.116
L6	15.25		15.75	0.600		0.620
L7	6.2		6.6	0.244		0.260
L9	3.5		3.93	0.137		0.154
DIA.	3.75		3.85	0.147		0.151



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a trademark of STMicroelectronics

© 1999 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - U.S.A.

http://www.st.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Agilent Technologies
Innovating the HP Way

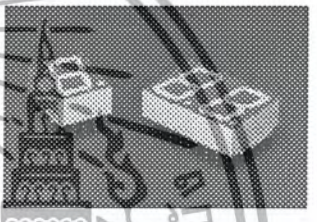
14.2 mm (0.56 inch) Seven Segment Displays

Technical Data

HDSP-550X Series
HDSP-552X Series
HDSP-560X Series
HDSP-562X Series
HDSP-570X Series
HDSP-572X Series
HDSP-H15X Series

Features

- **Industry Standard Size**
- **Industry Standard Pinout**
  15.24 mm (0.6 in.) DIP Leads on 2.54 mm (0.1 in.) Centers
- **Choice of Colors**
  AlGaAs Red, High Efficiency Red, Yellow, Green
- **Excellent Appearance**
  Evenly Lighted Segments
  Mitered Corners on Segments
  Gray Package Gives Optimum Contrast
  ± 50° Viewing Angle
- **Design Flexibility**
  Common Anode or Common Cathode
  Single and Dual Digits
  Right Hand Decimal Point
  ± 1. Overflow Character
- **Categorized for Luminous Intensity**
  Yellow and Green Categorized for Color
  Use of Like Categories Yields a Uniform Display
- **High Light Output**
- **High Peak Current**
- **Excellent for Long Digit String Multiplexing**
- **Intensity and Color Selection Option**
  See Intensity and Color Selected Displays Data Sheet
- **Sunlight Viewable AlGaAs**



Description

The 14.2 mm (0.56 inch) LED seven segment displays are designed for viewing distances up to 7 metres (23 feet). These devices use an industry standard size package and pinout. Both the numeric and ± 1 overflow devices feature a right hand decimal point. All devices are available as either common anode or common cathode.

Devices

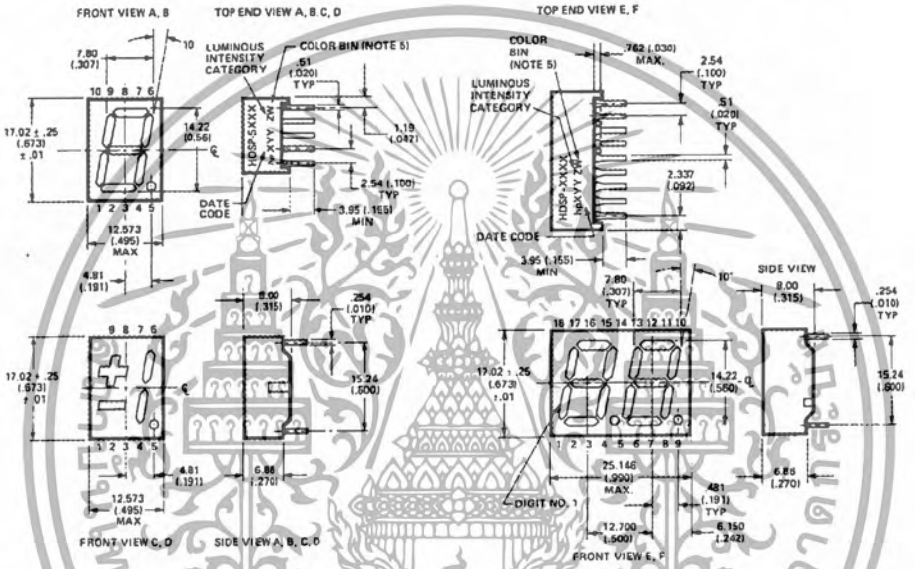
AlGaAs Red HDSP-[1]	HER HDSP-[1]	Yellow HDSP-	Green HDSP-	Description	Package Drawing
H151	5501	5701	5601	Common Anode Right Hand Decimal	A
H153	5503	5703	5603	Common Cathode Right Hand Decimal	B
H157	5507	5707	5607	Common Anode ± 1. Overflow	C
H158	5508	5708	5608	Common Cathode ± 1. Overflow	D
	5521	5721	5621	Two Digit Common Anode Right Hand Decimal	E
	5523	5723	5623	Two Digit Common Cathode Right Hand Decimal	F

Note:
1. These displays are recommended for high ambient light operation. Please refer to the HDSP-H10X/K12X AlGaAs and HDSP-555X HER data sheet for low current operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

These displays are ideal for most applications. Pin for pin equivalent displays are also available in a low current design. The low current displays are ideal for portable applications. For additional information see the Low Current Seven Segment Displays data sheet.

Package Dimensions

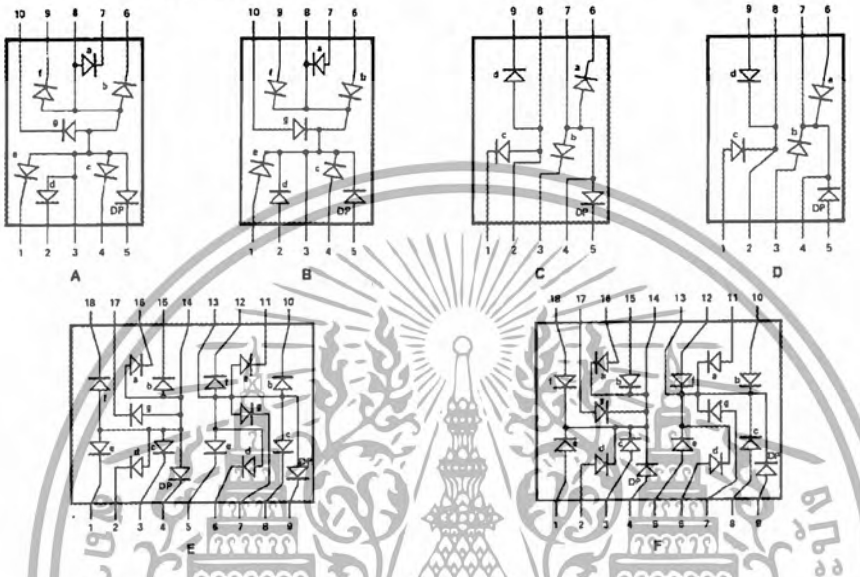


PIN	FUNCTION					
	A	B	C	D	E	F
1	CATHODE e	ANODE e	CATHODE c	ANODE c	E CATHODE NO. 1	E ANODE NO. 1
2	CATHODE d	ANODE d	ANODE a, d	CATHODE c, d	D CATHODE NO. 1	D ANODE NO. 1
3	ANODE[3]	CATHODE[4]	CATHODE b	ANODE b	C CATHODE NO. 1	C ANODE NO. 1
4	CATHODE c	ANODE c	ANODE a, b, DP	CATHODE a, b, DP	DP CATHODE NO. 1	DP ANODE NO. 1
5	CATHODE DP	ANODE DP	CATHOPDE DP	ANODE DE	E CATHODE NO. 1	E ANODE NO. 2
6	CATHODE b	ANODE b	CATHODE a	ANODE a	D CATHODE NO. 2	D ANODE NO. 2
7	CATHODE a	ANODE a	ANODE a, b, DP	CATHODE a, b, DP	G CATHODE NO. 2	G ANODE NO. 2
8	ANODE[3]	CATHODE[4]	ANODE c, d	CATHODE c, d	C CATHODE NO. 2	C ANODE NO. 2
9	CATHODE f	ANODE f	CATHODE d	ANODE d	DP CATHODE NO. 2	DP ANODE NO. 2
10	CATHODE g	ANODE g	NO PIN	NO PIN	B CATHODE NO. 2	B ANODE NO. 2
11					A CATHODE NO. 2	A ANODE NO. 2
12					F CATHODE NO. 2	F ANODE NO. 2
13					DIGIT NO. 2 ANODE	DIGIT NO. 2 CATHODE
14					DIGIT NO. 1 ANODE	DIGIT NO. 1 CATHODE
15					B CATHODE NO. 1	B ANODE NO. 1
16					A CATHODE NO. 1	A ANODE NO. 1
17					G CATHODE NO. 1	G ANODE NO. 1
18					F CATHODE NO. 1	F ANODE NO. 1

NOTES:
1. ALL DIMENSIONS IN MILLIMETRES (INCHES).
2. ALL UNTOLERANCED DIMENSIONS ARE FOR REFERENCE ONLY.
3. REDUNDANT ANODES.
4. REDUNDANT CATHODES.
5. FOR HDSP-5600/-5700 SERIES PRODUCT ONLY.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Internal Circuit Diagram



Absolute Maximum Ratings

Description	AlGaAs Red HDSP-H150 Series	HER HDSP-5500 Series	Yellow HDSP-5700 Series	Green HDSP-5600 Series	Units
Average Power per Segment or DP	96	105	80	105	mW
Peak Forward Current per Segment or DP	160[1]	90[3]	60[5]	90[7]	mA
DC Forward Current per Segment or DP	40[2]	30[4]	20[6]	30[8]	mA
Operating Temperature Range	-20 to +100[9]	-40 to +100			°C
Storage Temperature Range	-55 to +100				°C
Reverse Voltage per Segment or DP	3.0				V
Lead Solder Temperature for 3 Seconds (1.60 mm [0.063 in.] below seating plane)	250				°C

Notes:

1. See Figure 2 to establish pulsed conditions.
2. Derate above 46°C at 0.54 mA/°C.
3. See Figure 7 to establish pulsed conditions.
4. Derate above 53°C at 0.45 mA/°C.
5. See Figure 8 to establish pulsed conditions.
6. Derate above 81°C at 0.52 mA/°C.
7. See Figure 9 to establish pulsed conditions.
8. Derate above 39°C at 0.37 mA/°C.
9. For operation below -20°C, contact your local HP components sales office or an authorized distributor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical/Optical Characteristics at $T_A = 25°C$

AlGaAs Red

Device Series HDSP-	Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
H15X	Luminous Intensity/Segment[1,2,5] (Digit Average)	I_V	9.1	16.0		mcd	I_F = 20 mA
	Forward Voltage/Segment or DP	V_F		1.8		V	I_F = 20 mA
				2.0	3.0		I_F = 100 mA
	Peak Wavelength	λ_{PEAK}		645		nm	
	Dominant Wavelength[3]	λ_d		637		nm	
	Reverse Voltage/Segment or DP[4]	V_R	3.0	15		V	I_R = 100 µA
	Temperature Coefficient of V_F/Segment or DP	$\Delta V_F/°C$		-2		mV/°C	
	Thermal Resistance LED Junction-to-Pin	$R\theta_{J-Pin}$		400		°C/W/ Seg	

High Efficiency Red

Device Series HDSP-	Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
55XX	Luminous Intensity/Segment[1,2,6] (Digit Average)	I_V	900	2800		µcd	I_F = 10 mA
				3700			I_F = 60 mA Peak: 1 of 6 dig
	Forward Voltage/Segment or DP	V_F		2.4	2.5	V	I_F = 20 mA
	Peak Wavelength	λ_{PEAK}		635		nm	
	Dominant Wavelength[3]	λ_d		626		nm	
	Reverse Voltage/Segment or DP[4]	V_R	3.0	30		V	I_R = 100 µA
	Temperature Coefficient of V_F/Segment or DP	$\Delta V_F/°C$		-2		mV/°C	
	Thermal Resistance LED Junction-to-Pin	$R\theta_{J-Pin}$		345		°C/W/ Seg	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yellow

Device Series HDSP-	Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
57XX	Luminous Intensity/Segment[1,2] (Digit Average)	I_V	600	1800		µcd	I_F = 10 mA
				2750			I_F = 60 mA Peak: 1 of 6 df
	Forward Voltage/Segment or DP	V_F		2.1	2.5	V	I_F = 20 mA
	Peak Wavelength	λ_{PEAK}		583		nm	
	Dominant Wavelength[3,7]	λ_d	581.5	586	592.5	nm	
	Reverse Voltage/Segment or DP[4]	V_R	3.0	40		V	I_R = 100 µA
	Temperature Coefficient of V_F/Segment or DP	ΔV_F/°C		-2		mV/°C	
	Thermal Resistance LED Junction-to-Pin	$R\theta_{J-Pin}$		345		°C/W/ Seg	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

High Performance Green

Device Series HDSP-	Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
56XX	Luminous Intensity/Segment[1,2] (Digit Average)*	I_V	900	2500		µcd	I_F = 10 mA
				3100			I_F = 60 mA Peak: 1 of 6 df
	Forward Voltage/Segment or DP	V_F		2.1	2.5	V	I_F = 10 mA
	Peak Wavelength	λ_{PEAK}		590		nm	
	Dominant Wavelength[3,7]	λ_d		571	577	nm	
	Reverse Voltage/Segment or DP[4]	V_R	3.0	50		V	I_R = 100 µA
	Temperature Coefficient of V_F/Segment or DP	$\Delta V_F/^\circ C$		-2		mV/°C	
	Thermal Resistance LED Junction-to-Pin	$R\theta_{J\text{-}Pin}$		345		°C/W/ Seg	

Notes:
1. Device case temperature is 25°C prior to the intensity measurement.
2. The digits are categorized for luminous intensity. The intensity category is designated by a letter on the side of the package.
3. The dominant wavelength, λ_d, is derived from the CIE chromaticity diagram and is that single wavelength which defines the color of the device.
4. Typical specification for reference only. Do not exceed absolute maximum ratings.
5. For low current operation, the AlGaAs HDSP-H10X series displays are recommended. They are tested at 1 mA de/segment and are pin for pin compatible with the HDSP-H15X series.
6. For low current operation, the HER HDSP-555X series displays are recommended. They are tested at 2 mA de/segment and are pin for pin compatible with the HDSP-550X series.
7. The Yellow (HDSP-5700) and Green (HDSP-5600) displays are categorized for dominant wavelength. The category is designated by a number adjacent to the luminous intensity category letter.

AlGaAs Red

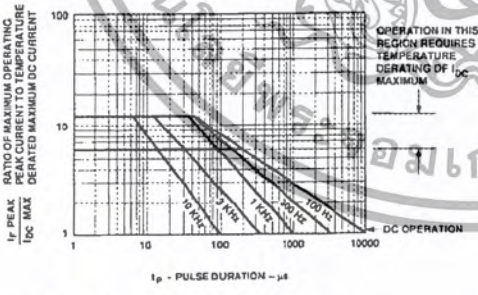


Figure 1. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration – Red.

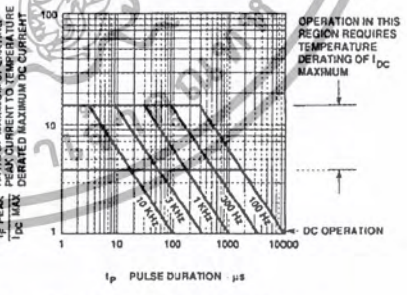


Figure 2. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration – AlGaAs Red.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

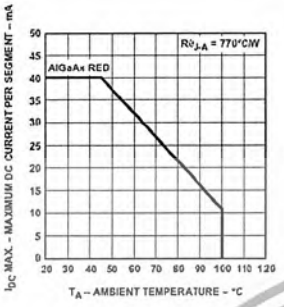


Figure 3. Maximum Allowable DC Current vs. Ambient Temperature.

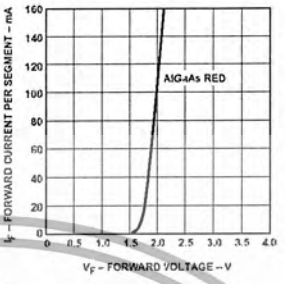


Figure 4. Forward Current vs. Forward Voltage.

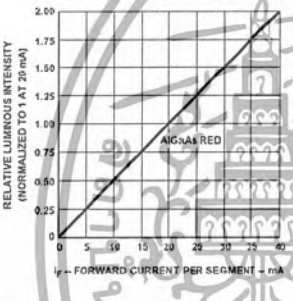


Figure 5. Relative Luminous Intensity vs. DC Forward Current.

Figure 6. Relative Efficiency (Luminous Intensity per Unit Current) vs. Peak Current.

HER, Yellow, Green

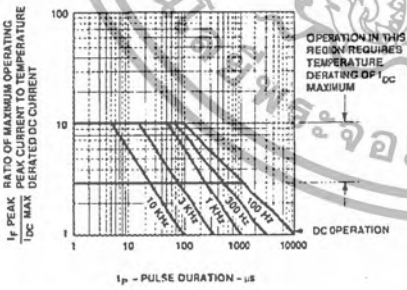


Figure 7. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration – HER.

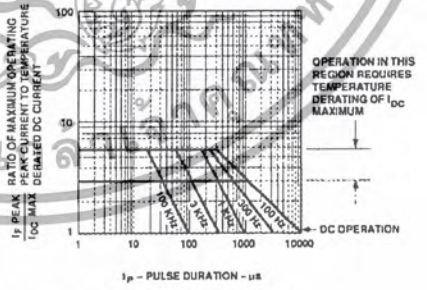


Figure 8. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration – Yellow.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Agilent Technologies
Innovating the HP Way

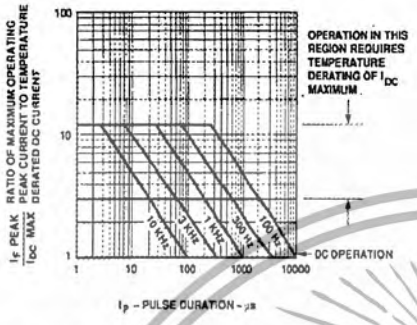


Figure 9. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration – Green.

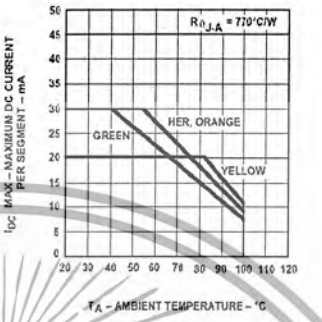


Figure 10. Maximum Allowable DC Current vs. Ambient Temperature.

Figure 11. Forward Current vs. Forward Voltage.

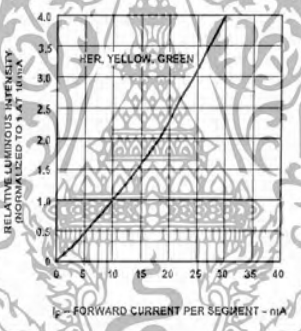


Figure 12. Relative Luminous Intensity vs. DC Forward Current.

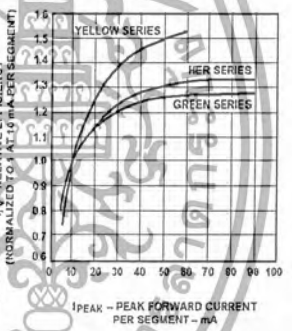


Figure 13. Relative Efficiency (Luminous Intensity per Unit Current) vs. Peak Current.

Electrical/Optical

For more information on electrical/optical characteristics, please see Application Note 1005.

Contrast Enhancement

For information on contrast enhancement please see Application Note 1015.

Soldering/Cleaning

Cleaning agents from the ketone family (acetone, methyl ethyl ketone, etc.) and from the chlorinated hydrocarbon family (methylene chloride, trichloroethylene, carbon tetrachloride, etc.) are not recommended for cleaning LED parts. All of these various solvents attack or dissolve the encapsulating epoxies used to form the package of plastic LED parts.

For information on soldering LEDs please refer to Application Note 1027.

www.semiconductor.agilent.com

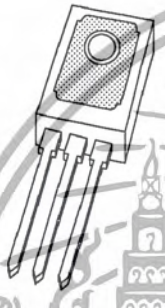
Data subject to change.
Copyright © 2000 Agilent Technologies

Obsoletes 5963-7388E (11/99)
5968-9410E (1/00)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DISCRETE SEMICONDUCTORS

DATA SHEET



BD131
NPN power transistor

Product specification
Supersedes data of September 1994
File under Discrete Semiconductors, SC04

1997 Mar 04

Philips Semiconductors

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NPN power transistor — BD131

FEATURES

- High current (max. 3 A)
- Low voltage (max. 45 V).

APPLICATIONS

- General purpose power applications.

DESCRIPTION

NPN power transistor in a TO-126; SOT32 plastic package. PNP complement: BD132.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	collector, connected to metal part of mounting surface
3	base

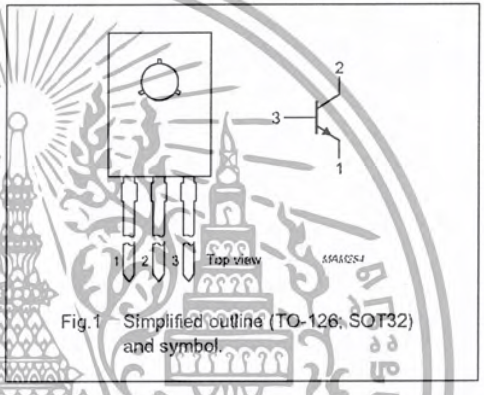


Fig.1 Simplified outline (TO-126; SOT32) and symbol.

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	70	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	–	45	V
I_{CM}	peak collector current		–	6	A
P_{tot}	total power dissipation	$T_{mb} \leq 60$ °C	–	15	W
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 0.5$ A; $V_{CE} = 12$ V	40	–	
f_T	transition frequency	$I_C = 0.25$ A; $V_{CE} = 5$ V; $f = 100$ MHz	60	–	MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	70	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	–	45	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector	–	6	V
I_C	collector current (DC)		–	3	A
I_{CM}	peak collector current		–	6	A
I_{BM}	peak base current		–	0.5	A
P_{tot}	total power dissipation	$T_{mb} \leq 60$ °C	–	15	W
T_{stg}	storage temperature		−65	+150	°C
T_j	junction temperature		–	150	°C
T_{amb}	operating ambient temperature		−65	+150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\ j\text{-}a}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	100	K/W
$R_{th\ j\text{-}mb}$	thermal resistance from junction to mounting base		6	K/W

Note

1. Refer to TO-126; SOT32 standard mounting conditions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHARACTERISTICS

T_j = 25 °C unless otherwise specified.

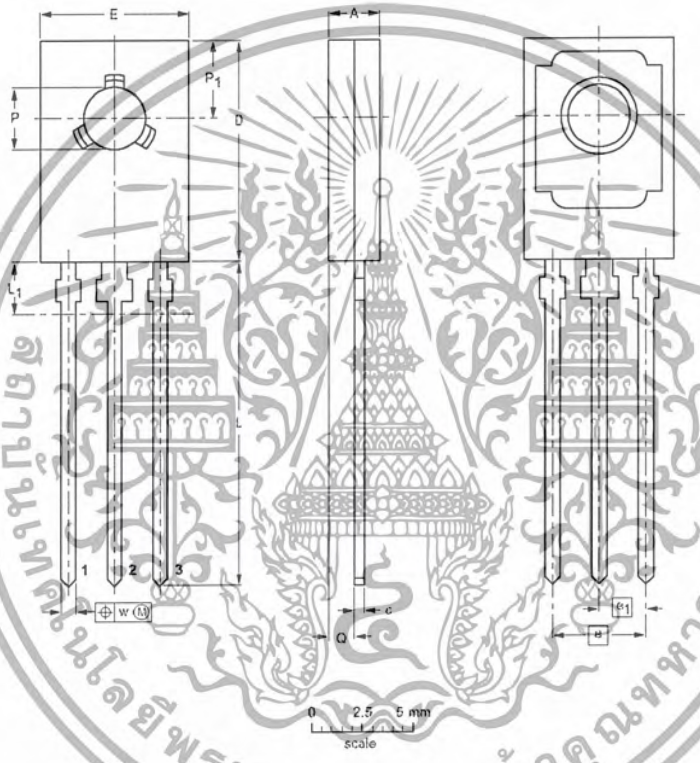
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	I_E = 0; V_{CB} = 50 V	–	50	mA
		I_E = 0; V_{CB} = 50 V; T_j = 150 °C	–	10	μA
I_{EBO}	emitter cut-off current	I_C = 0; V_{EB} = 5 V	–	50	nA
h_{FE}	DC current gain	I_C = 0.5 A; V_{CE} = 12 V; see Fig.2	40	–	
		I_C = 2 A; V_{CE} = 1 V; see Fig.2	20	–	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	I_C = 0.5 A; I_B = 50 mA	–	300	mV
		I_C = 2 A; I_B = 200 mA	–	700	mV
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	I_C = 0.5 A; I_B = 50 mA	–	1.2	V
		I_C = 2 A; I_B = 200 mA	–	1.5	V
f_T	transition frequency	I_C = 0.25 A; V_{CE} = 5 V; f = 100 MHz; T_{amb} = 25 °C	60	–	MHz

Fig.2 DC current gain; typical values.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE OUTLINE

Plastic single-ended leaded (through hole) package; mountable to heatsink, 1 mounting hole; 3 leads SOT32



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

UNIT	A	b_p	c	D	E	e	e_1	L	$L_1^{(1)}$ max	Q	P	P_1	w
mm	2.7 2.3	0.88 0.65	0.60 0.45	11.1 10.5	7.8 7.2	4.58	2.29	16.5 15.3	2.54	1.5 0.9	3.2 3.0	3.9 3.6	0.254

Note

1. Terminal dimensions within this zone are uncontrolled to allow for flow of plastic and terminal irregularities.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT32		TO-126				97-03-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEFINITIONS

Data Sheet Status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOTES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 34 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2113,
Tel. +61 2 9805 4455, Fax. +61 2 9805 4466

Austria: Computerstr. 6, A-1101 WIEN, P.O. Box 213,
Tel. +43 1 60 101, Fax. +43 1 60 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 3, r. 1211, Volodarski Str. 6,
220050 MINSK, Tel. +375 172 200 733, Fax. +375 172 200 773

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Energoproject, 15th floor,
51 James Bourchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 689 211, Fax. +359 2 689 102

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS/COMPONENTS,
Tel. +1 800 234 7381

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
72 Tat Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2319 7888, Fax. +852 2319 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Prags Boulevard 80, PB 1919, DK-2300 COPENHAGEN S,
Tel. +45 32 88 2636, Fax. +45 31 57 1949

Finland: Sinikalliontie 3, FIN-02630 ESPOO,
Tel. +358 9 615800, Fax. +358 9 61580/xxx

France: 4 Rue du Port-aux-Vins, BP317, 92156 SURESNES Cedex,
Tel. +33 1 40 99 6161, Fax. +33 1 40 99 6427

Germany: Hammerbrookstraße 69, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 23 53 60, Fax. +49 40 23 536 300

Greece: No. 15, 25th March Street, GR 17778 TAVROS/ATHENS,
Tel. +30 1 4894 339/239, Fax. +30 1 4814 240

Hungary: see Austria

India: Philips INDIA Ltd, Shivsagar Estate, A Block, Dr. Annie Besant Rd.
Worli, MUMBAI 400 018, Tel. +91 22 4938 541, Fax. +91 22 4938 722

Indonesia: see Singapore

Ireland: Newstead, Clonskeagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7640 000, Fax. +353 1 7640 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kehilat Saloniki St, TEL AVIV 61180,
Tel. +972 3 645 0444, Fax. +972 3 649 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 3,
20124 MILANO, Tel. +39 2 6752 2531, Fax. +39 2 6752 2557

Japan: Philips Bldg 13-37, Kohnan 2-chome, Minato-ku, TOKYO 108,
Tel. +81 3 3740 5130, Fax. +81 3 3740 5077

Korea: Philips House, 260-199 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1415

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 46200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 5214, Fax. +60 3 757 4880

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9-5 800 234 7381

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. VB,
Tel. +31 40 27 82785, Fax. +31 40 27 88399

New Zealand: 2 Wagener Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 849 4160, Fax. +64 9 849 7811

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 8000, Fax. +47 22 74 8341

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
106 Valero St. Salcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +63 2 816 6380, Fax. +63 2 817 3474

Poland: Ul. Lukiska 10, PL 04-123 WARSZAWA,
Tel. +48 22 612 2831, Fax. +48 22 612 2327

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usatcheva 35A, 119048 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 6918, Fax. +7 095 755 6919

Singapore: Lorong 1, Toa Payoh, SINGAPORE 1231,
Tel. +65 350 2538, Fax. +65 251 6500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd., 195-215 Main Road Martindale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7430 Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Rua do Rocio 220, 5th floor, Suite 51,
04552-903 São Paulo, SÃO PAULO - SP, Brazil,
Tel. +55 11 821 2333, Fax. +55 11 829 1849

Spain: Balmes 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 3 301 6312, Fax. +34 3 301 4107

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16485 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 632 2000, Fax. +46 8 632 2745

Switzerland: Allmendstrasse 140, CH-8027 ZÜRICH,
Tel. +41 1 488 2686, Fax. +41 1 481 7730

Taiwan: Philips Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2134 2870, Fax. +886 2 2134 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
209/2 Sanpavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4090, Fax. +66 2 398 0793

Turkey: Talatpasa Cad. No. 5, 80640 GÜLTEPE/ISTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 282 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Patrice Lumumba str., Building B, Floor 7,
252042 KIEV, Tel. +380 44 264 2776, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 276 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB3 5BX, Tel. +44 181 730 5000, Fax. +44 181 754 8421

United States: 811 East Arques Avenue, SUNNYVALE, CA 94088-3409,
Tel. +1 800 234 7381

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg N. Pasica 5/v, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 625 344, Fax.+381 11 635 777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors, Marketing & Sales Communications,
Building BE-p, P.O. Box 218, 5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24825

Internet: http://www.semiconductors.philips.com

© Philips Electronics N.V. 1997

SCA53

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

Printed in The Netherlands 117047/00/02/pp8 Date of release: 1997 Mar 04 Document order number: 9397 750 01879

Let's make things better.

Philips Semiconductors

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายจักรินทร์ อิ้มยิ้ม
วัน เดือน ปีเกิด	9 มีนาคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	189/4 หมู่ 8 ตำบลหัวไทร อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช 80170 โทรศัพท์ 0-9666-3302
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนหัวไทรเรือนประชาบาล จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษา	โรงเรียนหัวไทรบำรุงราษฎร์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	อนาคตไม่ได้ถูกกำหนด ฟ้าไม่ได้ลิขิตชีวิตเรา มีแต่เราเท่านั้น ที่ลิขิตชีวิตตัวเราเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายวัชรินทร์ คิดโปร่ง
วัน เดือน ปีเกิด	1 สิงหาคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	16/1 หมู่ 8 ตำบลสระแก้ว อำเภอท่าศาลา
	จังหวัดนครศรีธรรมราช 80160 โทรศัพท์ 0-6014-8877
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านอินทนิน จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษา	โรงเรียนสระแก้ววัดนวิทย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสิชล
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ตนเป็นที่พึ่งแห่งตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายสถาพร จิตต์เจนการ

วัน เดือน ปีเกิด 7 สิงหาคม พ.ศ. 2524

ภูมิลำเนา 153/2 ซอยพืชผล ถนนพัฒนาการคูขวาง ตำบลคลัง
อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

มัธยมศึกษา โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ทนได้ก็ทน ทนไม่ได้ก็ต้องอดทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายสุรพันธ์ วรรณคง
วัน เดือน ปีเกิด	28 พฤษภาคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	11 ซอยศรีธรรมโศก3 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000 โทรศัพท์ 0-7534-5259
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดพระมหาธาตุ จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษา	โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	วันนี้คือปัจจุบัน ทำมันให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้