ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ
Paper Vanding Machine

ชื่อนักศึกษา 1. นางสาวอรุณี กุลบุตร รหัสประจำตัว 48035309

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	
2. รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์	
3. อ.ประเสริฐ เคนพันค้อ	
4. อ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
5. อ.สุขสันต์ พาณิชพาพิบูล	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 9 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 15.00 น.
สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(รศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
วันที่ 30 เดือน พ.ค. พ.ศ. 50

<BT492462>
เครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ

PAPER VENDING MACHINE

อรุณี กุลบุตร

ปส.
อ418ก
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....75163
วัน,เดือน,ปี.....24 ต.ค. 2550

b.11814328
i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ

Paper Vanding Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และศึกษาหลักการงานของชุดจ่ายกระดาษ และเซ็นเซอร์ตรวจสอบการจ่ายกระดาษ
2. เพื่อออกแบบเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ
3. เพื่อสร้างเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ
4. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ
5. เพื่อนำเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถประยุกต์ใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 กับหลักการทำงานของชุดจ่ายกระดาษ และเซ็นเซอร์ตรวจสอบการจ่ายกระดาษ
2. ได้แบบเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ
3. ได้สร้างเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ
4. ได้ผลการทำงานของการทดสอบเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ
5. ได้เครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ
นักศึกษา	นางสาวอรุณี กุลบุตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอโครงงานเรื่องการพัฒนาเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ ซึ่งสามารถจำหน่ายกระดาษขนาด A4 ได้ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมประมวลผลแล้วส่งสัญญาณเอาท์พุตไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ โดยการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมแบบอัตโนมัติ สามารถรับและส่งสัญญาณอินพุตและเอาท์พุตจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 ชุดหยอดเหรียญ ชุดจ่ายกระดาษซึ่งจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ทำหน้าที่จ่ายกระดาษ และใช้จอ LCD ขนาด 1 บรรทัด 16 ตัวอักษร ในการแสดงผล แต่จากผลการทดสอบมีค่าผิดพลาด 5.2 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Paper Vending Machine	
Students	Miss Arunee	Kulabud
Advisor	Assoc.Prof. Wisuit	Sunthonkanokpong
Co-Advisor	Assoc.Prof. Peerawut	Suwanjan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2006	

ABSTRACT

This thesis presents the project to build the Paper Vending Machine, selling A4 paper, to be convenient in using of A4 paper. It applied a micro-controller MCS-51, which was an automatic controller, able to receive and transmit the input and output signals by the micro-controller MCS-51. Another part is the paper feeder which uses the DC motor to feed the paper, but in feeding of paper there was error at 5.2 percent.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น ผู้จัดทำขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ และรองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงาน ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ สำนักหอสมุดกลาง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการค้นหาข้อมูล และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ ในการทำโครงงาน

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้ที่มีพระคุณที่ได้ให้การสนับสนุนทุกๆ สิ่ง ทุกๆ อย่าง ทางด้านการศึกษามาจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน	1
1.3 สมมุติฐานของโครงงาน	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน	2
1.6 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	3
2.2.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	4
2.2.3 การจัดหน่วยความจำของ MCS-51	8
2.3 ชุดตรวจจับแบบใช้แสง (Optical Sensors)	9
2.3.1 หลักการทำงานของตัวตรวจจับแบบใช้แสง	9
2.3.2 ตัวส่งแสงอินฟาเรด	11
2.3.3 ตัวรับแสงอินฟาเรด	11
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)	12
2.4.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	13
2.4.2 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	15
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	17
3.1 กล่าวนำ	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.2 การออกแบบโครงสร้างเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ	17
3.2.1 ถาดที่บรรจุกระดาษ	17
3.2.2 ฐานรองถาด	17
3.2.3 โครงพยุงฐานรองถาด	18
3.2.4 ชุดจ่ายกระดาษ	19
3.3 การออกแบบวงควบคุม	20
3.3.1 วงจรควบคุม	20
3.3.2 วงจรขับ LCD 16x1	22
3.3.3 วงจรขับรีเลย์ 12 โวลต์	23
3.3.4 วงจรแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์	24
3.4 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ	24
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	26
4.1 กล่าวนำ	26
4.2 การทดลองการจ่ายกระดาษ	26
4.2.1 ขั้นตอนการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 1 บาท	26
4.2.2 ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 1 บาท	26
4.2.3 ขั้นตอนการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 5 บาท	27
4.2.4 ผลทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 5 บาท	27
4.2.5 ขั้นตอนการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 10 บาท	28
4.2.6 ผลทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 10 บาท	28
บทที่ 5 บทสรุป	30
5.1 บทสรุป	30
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข	30
5.3 แนวทางการพัฒนา	31
บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	33
ภาคผนวก ข วงจรรวมและแผ่นพิมพ์วงจร	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	45
ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	47
ภาคผนวก จ แผนผังการทำงาน	56
ภาคผนวก ฉ รหัสต้นฉบับของโปรแกรม	58
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งาน	67
ประวัติผู้แต่ง	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ความสัมพันธ์ในการทำงานของขา RS, R/W และ E	23
4.1 ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 1 บาท	26
4.1 (ต่อ) ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 1 บาท	27
4.2 ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 5 บาท	27
4.2 (ต่อ) ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 5 บาท	28
4.3 ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 10 บาท	28
4.3 (ต่อ) ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 10 บาท	29
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุม	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	5
2.2 ตำแหน่งขาสัญญาณต่างๆ ของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	6
2.3 การต่อคริสตอลภายนอกเข้ากับ MCS-51	8
2.4 การจัดพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรม	8
2.5 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล	9
2.6 แสดงกราฟย่านการแผ่รังสีของความถี่แสง	10
2.7 สัญลักษณ์ของโฟโต้ทรานซิสเตอร์และวงจรโฟโต้ทรานซิสเตอร์	12
2.8 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ	13
2.9 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน	14
2.10 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม	15
3.1 ถาดใส่กระดาษ	17
3.2 ฐานรองถาดใส่กระดาษ	18
3.3 โครงพยุงฐานรองถาด	18
3.4 ชุดจ่ายกระดาษ	19
3.5 หน้าปัทม์สวิตช์ควบคุมเครื่องจำหน่ายกระดาษ	20
3.6 เครื่องต้นแบบของเครื่องจำหน่ายแบบหยอดเหรียญ	20
3.7 วงจรควบคุม	22
3.8 วงจรขับ LCD 16x1	23
3.9 วงจรจอ LCD 16x1	24
3.10 วงจรขับรีเลย์ 12 โวลต์	24
3.11 วงจรจ่ายไฟ 12 โวลต์	25
3.12 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม	26
ก.1 ชุดจ่ายกระดาษ (ด้านหน้า)	34
ก.2 ชุดจ่ายกระดาษ (ด้านข้าง)	34
ก.3 จอ LCD และสวิตช์ตั้งค่าจำนวนกระดาษ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.4 ชุดหยอดเหรียญ	35
ก.5 วงจรควบคุม	36
ก.6 ด้านหน้าเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ	36
ก.7 ด้านข้างของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ (ด้านซ้าย)	37
ก.8 ด้านข้างของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ (ด้านขวา)	37
ก.9 ภายในเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ	38
ข.1 วงจรจอ LCD	40
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรจอ LCD	40
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ลงแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรจอ LCD	41
ข.4 วงจรควบคุมและวงจรแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์	42
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุมและวงจรแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์	43
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ลงแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุมและวงจรแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์	44
จ.1 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม	57
ช.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ (ด้านหน้า)	69
ช.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ (ด้านซ้าย)	70
ช.3 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ (ด้านขวา)	70
ช.4 กล่องควบคุมสถานการณ์ทำงานของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระดาษเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ในการจัดทำสื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ เช่น ทำรายงานของนักเรียน นักศึกษา แผ่นป้ายประกาศตามบอร์ดของสถาบัน เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่วนมากจะจัดทำด้วยกระดาษขนาด A4 โดยมีขายตามร้านเครื่องเขียน ร้านถ่ายเอกสาร การจำหน่ายกระดาษขนาด A4 อาจจะจำหน่ายเป็นรีม หรือทำการจำหน่ายแบบแบ่งขายก็ได้ ในลักษณะของการจำหน่ายกระดาษแบบแบ่งขายจะมีความยุ่งยากมาก เนื่องจากความไม่สะดวกในการหยิบกระดาษตามจำนวนที่ต้องการ จึงทำให้เกิดความล่าช้าในการให้บริการลูกค้า

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน

ผู้จัดทำได้จัดสร้างเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญที่สามารถจำหน่ายกระดาษแบบแบ่งขายได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

เมื่อโครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์แล้ว สามารถนำเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญไปจำหน่ายกระดาษแบบแบ่งขายได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. ใช้กับกระดาษขนาด 21 เซนติเมตร x 29.7 เซนติเมตร (A4) ที่มีความหนา 70 แกรม หรือ 80 แกรม
2. บรรจุกระดาษได้สูงสุด 500 แผ่น
3. รับเหรียญได้เฉพาะเหรียญ 1 บาท 5 บาท และ 10 บาท ที่ใช้ในปัจจุบัน
4. แสดงจำนวนกระดาษที่เหลือด้วยจอ LCD
5. กำหนดราคาขายต่อแผ่นได้ทั้งหมด
6. มีไฟเตือนเมื่อกระดาษหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนของการทำโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ขั้นตอนการทำโครงงานเริ่มต้นจากการทำฮาร์ดแวร์ โดยการสร้างชุดจ่ายกระดาษประกอบ ติดตั้งตัวตรวจจับ (sensor) ที่จุดต่างๆ ประกอบแป้นกดและจอแสดงผล (LCD) เข้ากับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อสร้างฮาร์ดแวร์ได้เพียงพอที่จะใช้ในการทดลองกับซอฟแวร์แล้วจะทำการเขียนโปรแกรมขึ้น เพื่อนำมาควบคุมฮาร์ดแวร์ที่สร้างขึ้น และเมื่อทั้งซอฟแวร์และฮาร์ดแวร์สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จะทำการทดสอบการทำงานของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ เมื่อผลการทดลองตรงตามมาตรฐานที่กำหนดแล้วจะให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา จุดมุ่งหมายของโครงงาน สมมุติฐานของโครงงาน ขีดความสามารถของโครงงาน และขั้นตอนของการทำโครงงาน

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน ได้แก่ ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ชุดตรวจจับแบบใช้แสง (Optical Sensors) ชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับการประกอบชุดจ่ายกระดาษ การติดตั้งตัวตรวจจับ (sensor) ที่จุดต่างๆ กาประกอบแป้นกดและจอแสดงผล (LCD) เข้ากับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ เขียนโปรแกรมควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ การประกอบแต่ละชุดเข้าด้วยกัน

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญโดยการทดสอบชุดจ่ายกระดาษ

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรรวมและแผ่นพิมพ์วงจร

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ แสดงแผนผังการทำงาน

ภาคผนวก ฉ รหัสต้นฉบับของโปรแกรม

ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่จะนำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงานโดยประกอบด้วย ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ชุดตรวจจับแบบใช้แสง (Optical Sensors) และชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตที่มีอุปกรณ์สนับสนุนภายในหลายอย่างได้แก่หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม ตัวตั้งเวลา/ตัวนับอุปกรณ์สำหรับรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม เนื่องจากโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายในนี้เอง ทำให้การใช้งานง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมมากเหมือนกับตัวไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป นอกจากนี้หากเราต้องการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์อื่นเพิ่มเติมเช่น ไอซี 8255 หรือหน่วยความจำภายนอกเรายังสามารถนำมาเชื่อมต่อเพิ่มเติมเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อีกด้วย

2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตระกูลที่นิยมกันมากซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถนำเอาข้อมูลมา AND, OR หรือทำ Complement ทั้งแบบทีละ 8 บิตและ1 บิต
2. สามารถใช้กับหน่วยความจำสำหรับการโปรแกรม (Program Memory) ซึ่งจะเป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บคำสั่งที่จะใช้ MCS-51 ทำงานได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ (64×1024 ไบต์) ทำให้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้มาก
3. สามารถติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับข้อมูล (Data Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลในระหว่างการทำงานของโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
4. ใน 8051 และ 8751 มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมจำนวน 4 กิโลไบต์ ใน 8052 และ 8752 มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมจำนวน 8 กิโลไบต์ (ใน 8031 และ 8032 ไม่มีหน่วยความจำชุดนี้) อยู่ภายในวงจรรวมทำให้ไม่ต้องต่อหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมอยู่ภายนอกระบบรวมทั้งหมดจึงมีขนาดเล็ก และไม่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอกซึ่งจะทำให้ MCS-51 ทำงานผิดพลาดได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มีพอร์ตแบบขนาน (Parallel Port) สำหรับข้อมูลเข้าและออกจำนวน 32 บิต ที่ข้อมูลแต่ละบิตเป็นอิสระต่อกัน
6. มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต 2 ชุด (8052 มี 3 ชุด) ที่ทำงานในโหมดต่างๆ ได้ถึง 4 โหมด
7. มี Universal Asynchonous Receiver Transmitter (UART) สำหรับรับและส่งข้อมูลอนุกรม (Serial) แบบ Full Duplex ที่สามารถเลือกรูปแบบการรับ-ส่งข้อมูลได้ 4 แบบ
8. มีแหล่งกำเนิดสัญญาณที่ขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม (Interrupt Service Signal) 6 แหล่ง ซึ่งสามารถทำการกระโดดไปทำงานตอบสนองการขัดจังหวะ(Interrupt Service Routine) ได้ต่างๆ กัน 5 ตำแหน่ง
9. สามารถเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมดของ Idle และ Power Down ซึ่งจะประหยัดการใช้กำลังไฟในการทำงาน

ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้ MCS-51 เป็นที่นิยมนำมาใช้ในการควบคุมระบบอัตโนมัติมาก คุณสมบัติดังกล่าวบรรจุในวงจรรวมเดียว (Single Chip) 40 ขา ดังนั้นจึงสามารถออกแบบให้ระบบทั้งหมดมีขนาดเล็ก และทั้งหมดบรรจุภายในวงจรรวมเดียวจึงทำให้การตรวจสอบหาข้อผิดพลาดในระบบง่ายไม่สลับซับซ้อน รวมทั้งลดปัญหาเรื่องการที่มีสัญญาณรบกวนในระบบจนทำให้การทำงานผิดพลาดไป

2.2.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีสมาชิกในตระกูลหลายตัวด้วยกัน แต่ละเบอร์จะมีคุณสมบัติพิเศษบางอย่างแตกต่างกัน เช่น มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม และข้อมูลภายในชิพเพิ่มขึ้น มี วงจรเปลี่ยนค่าสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลในตัว สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้หลายชนิด ทำกระบวนการ DMA (Direct Memory Access) ได้ในตัว มีรีจิสเตอร์สำหรับเป็นไทม์เมอร์ หรือเคาน์เตอร์เพิ่มขึ้น

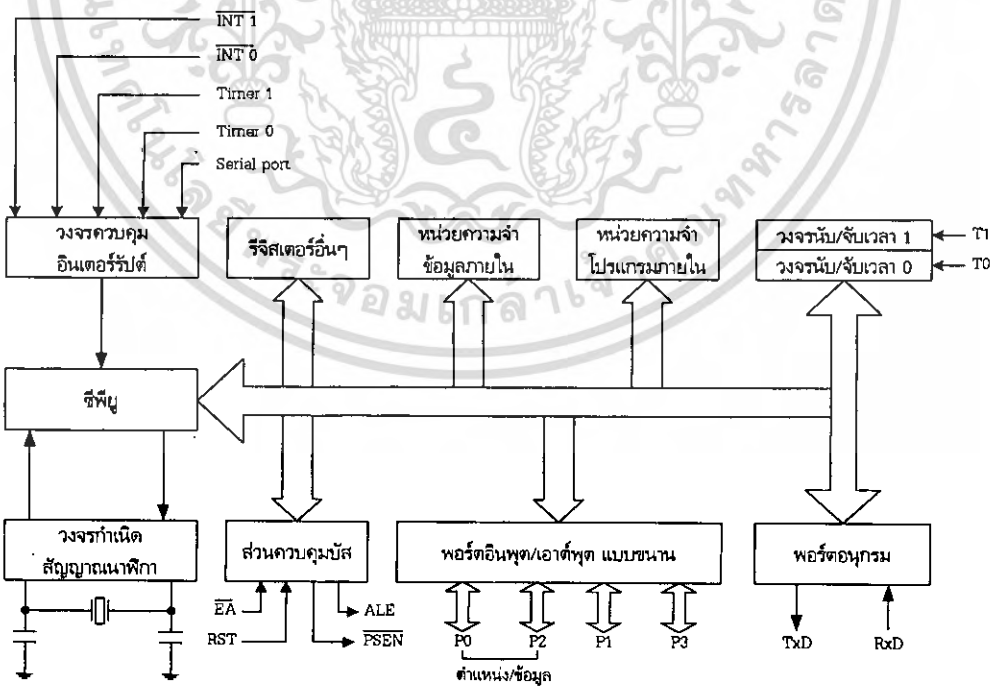
ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นับได้ว่าเป็นเบอร์พื้นฐานสำหรับตระกูล MCS-51 นี้ได้แก่เบอร์ 8051,8031,8751 โดยเบอร์ 8051 จัดเป็นสมาชิกตัวแรกในตระกูลซึ่งมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมในชิพเป็น ROM ขนาด 4 กิโลไบต์และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป (RAM) จำนวน 128 ไบต์ มีพอร์ตขนาด 8 บิต 4 พอร์ต มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้ไทม์เมอร์ หรือเคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต รวม 2 ตัว รับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกได้ 2 ชนิด สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่านทางพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม มีวงจรออสซิลเลเตอร์เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงานในตัวเองส่วนเบอร์ 8751 จะมีคุณสมบัติเหมือนเบอร์ 8051 ทุกอย่างต่างกันเพียงชนิดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมในชิพเบอร์ 8751 จะเป็น EPROM แทนที่จะเป็น ROM ส่วนเบอร์ 8031 จะเหมือนกับเบอร์ 8051 ต่างกันเพียงในเบอร์ 8031 ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โครงสร้างภายในพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051 แสดงในรูปที่ 2.1 ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ +5 V ชุดเดียว
2. มีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์
3. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory) ขนาด 128 ไบต์
4. หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม และดาต้าแยกกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
5. คำสั่งใช้เวลาน้อยที่สุดประมาณ 1 μS เมื่อทำงานที่ความถี่ 12 MHz
6. Timer/Counter ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด
7. รับอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง 5 เวกเตอร์
8. มีพอร์ตรับส่งข้อมูลอนุกรม 2 พอร์ตทั้งรับทั้งส่งในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) เลือกรูปแบบการส่งข้อมูลได้ 4 โหมด
9. มีคำสั่งในการ AND OR หรือ COMPLEMENT ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ1 บิต
10. พอร์ตขนานสำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกจำนวน 4 พอร์ตๆ ละ 8 บิต
11. วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายใน

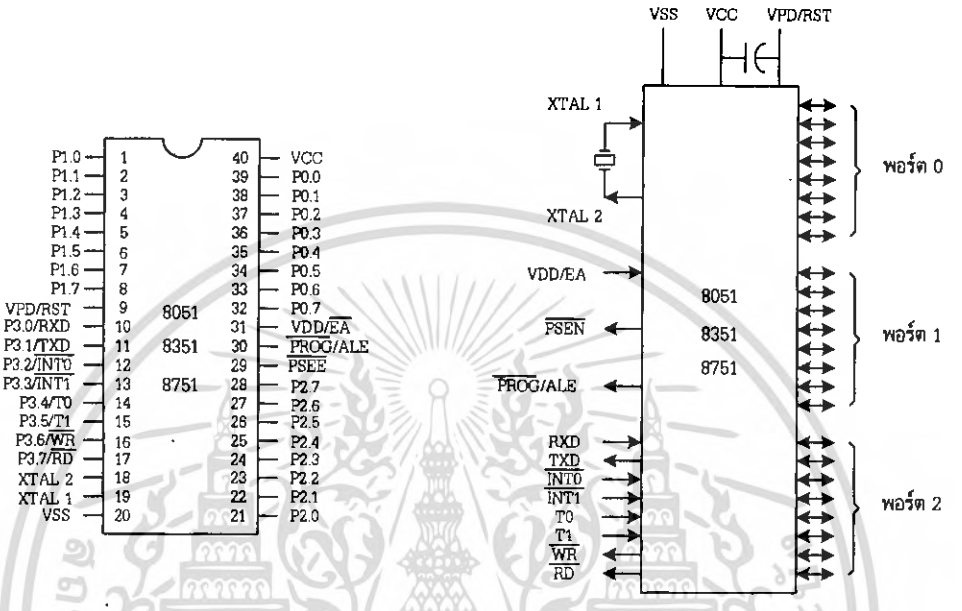


รูปที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 โครงสร้างภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีตำแหน่งขาพื้นฐาน คือ 40 ขาที่เหมือนกับแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ตำแหน่งขาสัญญาณต่างๆ ของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ในรูปที่ 2.2 แสดงลักษณะภายนอกของ MCS-51 แบบ Pin มี 40 ขา หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แบบตีนตะขาบ หรือแบบ Dual Inline Package (DIP) โดยแต่ละขามีหน้าที่การทำงานดังนี้

1. Vcc : (ขา 40) ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์
2. Vss : (ขา 20) ต่อลงกราวด์
3. Port 0 : (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P0.0-P0.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป ใช้เป็นเก็บค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์ต่ำ (A0-A7) และรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอก Port 1 : (ขา 1-8) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P1.0-P1.7 ใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุตของพอร์ตทั่วไป
4. Port 2 : (ขา 21-28) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P2.0-P2.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตและใช้เป็นที่เก็บค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์สูง (A8-A15) เพื่อใช้ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก
5. Port 3 : (ขา 10-17) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P3.0-P3.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป และใช้งานในหน้าที่พิเศษดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.0/RXD (Serial Input Port) : ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

P3.1/TXD (Serial Output Port) : ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

P3.2/INT0 (External Interrupt) : ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.3/INT1 (External Interrupt) : ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.4/T0 (Timer/Counter 0 External Input):ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลา ชุดที่ 0

P3.5/T1 (Timer/Counter 1 External Input) : ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลาชุดที่ 1

P3.6/WR (External Data Memory Write Strobe) : ขาควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก

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

RST : (ขา 9) Reset ใช้สำหรับรีเซตวงจรทุกอย่างภายในชิปเพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ ในการรีเซตต้องป้อนลอจิก "1" นานอย่างน้อย 2 รอบการทำงานของคำสั่ง

ALE : (ขา 30) Address Latch Enable เป็นขาส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการคงสภาวะเดิมของค่าตำแหน่งหน่วยความจำไบต์ต่ำจากพอร์ต 0

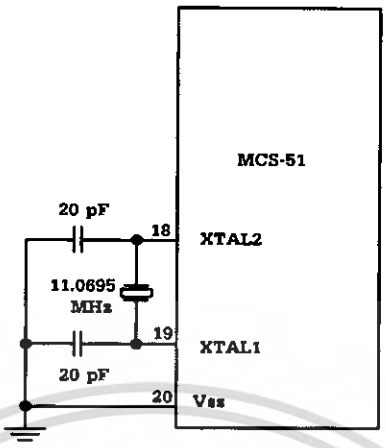
$\overline{\text{PSEN}}$: (ขา 29) Program Strobe Enable เป็นขาส่งสัญญาณเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น "0" จะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และถ้าเป็นการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายในขานี้จะไม่ Active

$\overline{\text{EA}}$: (ขา 31) External Access เป็นขาที่ใช้สำหรับเลือกว่าให้ทำงานจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกชิปเมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น "0" จะเป็นการทำงานตามคำสั่งในหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

XTAL1 : (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

XTAL2 : (ขา18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นเอาต์พุตออกจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



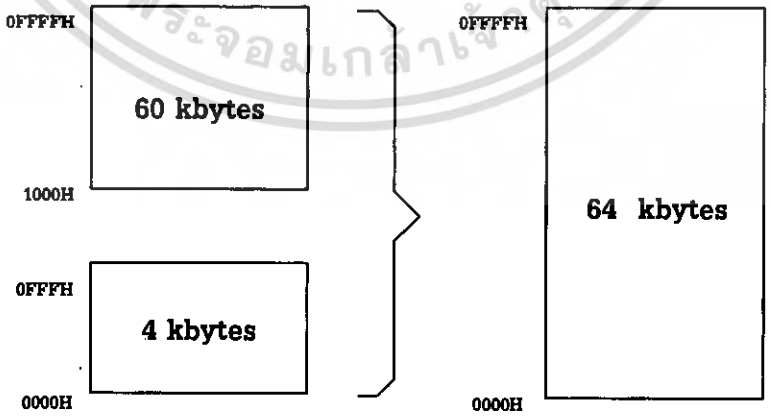
รูปที่ 2.3 การต่อคริสตอลภายนอกเข้ากับ MCS-51

2.2.3 การจัดหน่วยความจำของ MCS-51

หน่วยความจำของ MCS-51 แบ่งออกเป็น 2 แบบตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

2.2.3.1 หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory)

เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปของภาษาเครื่องซึ่งต้องการให้ MCS-51 ทำงาน เมื่อ MCS-51 ทำงานก็จะอ่านข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำประเภทนี้ไปทำการถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่นๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้น หน่วยความจำแบบนี้เป็นแบบ ROM และผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นรหัสภาษาเครื่องของ MCS-51 ตามลำดับการทำงานที่ต้องการ ส่วนที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมก็คือ ROM ขนาด 4 กิโลไบต์นั่นเอง ดังรูปที่ 2.4

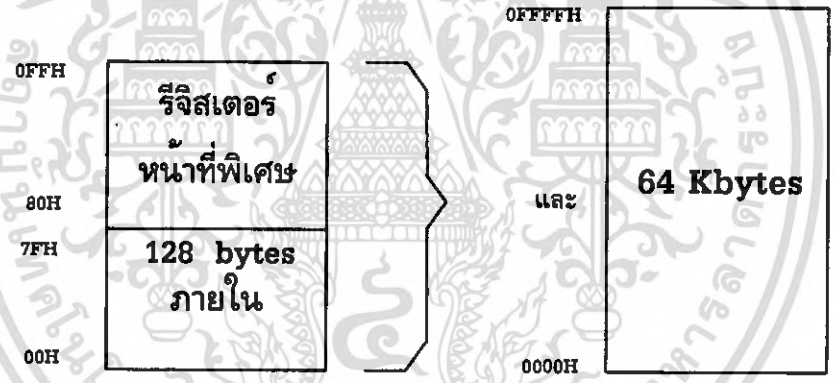


รูปที่ 2.4 การจัดพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

หน่วยความจำข้อมูล (RAM) จะทำหน้าที่เก็บรักษาข้อมูล โดยข้อมูลอาจจะเป็นค่าหลังจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการการประมวลผล หรือเก็บค่าข้อมูลที่จะให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลในขณะนั้น และจะทำหน้าที่เป็นสแตก (Stack) บางส่วน (ส่วนของสแตกจะอธิบายในลำดับต่อไป) เช่น ถ้าเป็นเครื่องไมโครเวฟที่ใช้สำหรับอุ่นอาหาร ก็คือส่วนที่เราป้อนข้อมูลเช่นเวลา หรืออุณหภูมิที่เป็นปัจจุบัน หลังจากหน่วยความจำโปรแกรมแสดงรายการ หลักที่ LCD นั้นเอง สังเกตว่าหากเราปิดเครื่อง แล้วเปิดเครื่องใหม่อีกครั้งหนึ่ง ค่าข้อมูลที่เป็นเวลา และอุณหภูมิเดิมที่เรากำหนดไว้ในครั้งแรกก็จะหายไป และจะให้เราป้อนค่าข้อมูลใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการที่จะรักษาข้อมูลเดิมไว้ได้ จะต้องมีแหล่งจ่ายไฟสำรองไว้สำหรับเพื่อเลี้ยงให้กับตัวไอซีตลอดเวลา หรือที่ เรียกว่า Battery Backup สำหรับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C1051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 64 Bytes ส่วน AT89C2051 และ AT89C4051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 128 Bytes ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล

2.3 ชุดตรวจจับแบบใช้แสง (Optical Sensors)

วัสดุที่จะตรวจจับจะต้องมีคุณสมบัติในการสะท้อน หรือ ดูดกลืนแสงได้ย่านระยะการตรวจจับสูงสุดถึง 100 ม. ความเร็วในการตรวจจับสูงสุด fs = 1.5 kHz อุณหภูมิที่ใช้งานสูงสุดจะทนทานได้ถึง 300 ^{0}C ระดับการป้องกัน IP 67 สามารถตรวจจับวัตถุขนาดเล็กได้ สามารถใช้งานในบริเวณพื้นที่อันตรายได้

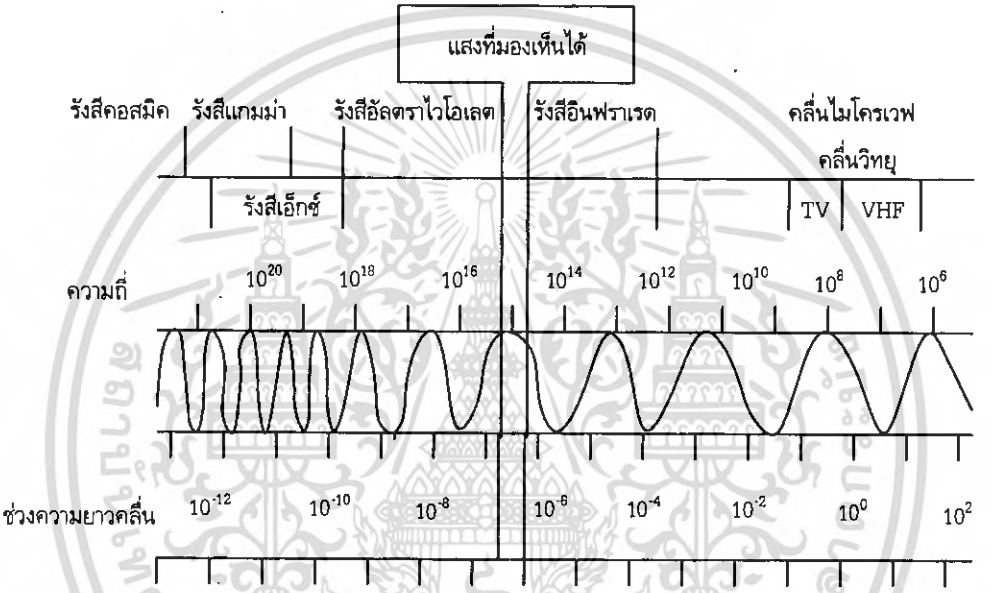
2.3.1 หลักการทำงานของตัวตรวจจับแบบใช้แสง

ตัวตรวจจับแบบใช้แสงจะเป็นอุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้คุณสมบัติต่างๆ ของแสงในการใช้งานซึ่งหากจะต้องใช้ตัวตรวจจับแบบใช้แสงนี้จะต้องมีองค์ประกอบในการใช้งานได้ 2 ส่วนนั้นคือ แหล่งกำเนิดแสง (Emitter) และตัวรับแสง (Receiver) เป็นตัวหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยพื้นฐานแล้วตัวตรวจจับแบบใช้แสง (Photoelectric Sensors) จะทำงานโดยใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของความถี่และความยาวคลื่นของแสงเองมาใช้งาน ซึ่งลักษณะคุณสมบัติของแสงก็คือ การแผ่รังสี (Radiation) โดยจะมีย่านการแผ่รังสีดังในรูปที่ 2.6

ตัวตรวจจับแบบใช้แสง จะตอบสนองความเข้มของแสงที่ส่งมาจากแหล่งกำเนิดแสง หรือที่มีการสะท้อนของแสงจากวัตถุที่ต้องตรวจจับว่ามีความเข้มของแสงมากน้อยเพียงใด และนำค่าความเข้มของแสงที่ได้มาเป็นตัวแปรในการตรวจจับ ซึ่งตัวตรวจจับจะมีส่วนประกอบที่จำเป็นในการทำการตรวจจับ



รูปที่ 2.6 แสดงกราฟย่านการแผ่รังสีของความถี่แสง

ส่วนประกอบของตัวตรวจจับแบบใช้แสง

1. ตัวให้แสง (Emitter)
2. ตัวรับแสง (Receive)
3. ตัวแปลงสัญญาณ (Signal Converter)
4. ขยายสัญญาณ (Amplifier)

ส่วนประกอบเหล่านี้จะทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณแสงที่ส่งออกโดยตัวให้แสง และเมื่อทำการรับแสงโดยตัวรับ แล้วจึงทำการขยายและปรับแต่งสัญญาณให้เหมาะสมและทำการส่งสัญญาณที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณสำหรับการสวิตช์ต่อไป ระดับของสัญญาณที่ออกมาจะเป็นตัวกำหนดว่าในขณะนั้นได้มีแสงเข้ามาหรือไม่ซึ่งจะทำให้เกิดการทำงานอยู่ 2 ลักษณะนั้นคือ การตรวจจับความสว่างและการตรวจจับความมืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ตัวส่งแสงอินฟาเรด

คุณสมบัติของแสงอินฟาเรดที่จะกล่าวที่มีความยาวคลื่นโดยประมาณ 940 นาโนเมตร และมีแหล่งกำเนิดแสงอินฟาเรดมาจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าคือ LED อินฟาเรดซึ่งมีคุณสมบัติให้แสงอินฟาเรดออกมาเมื่อตัวมันนำกระแส

2.3.3 ตัวรับแสงอินฟาเรด

ตัวรับแสง หมายถึง อุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานให้แปรค่ากับค่าของพลังงานทาง ไฟฟ้าได้โดยตัวอุปกรณ์จะต้องประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำซึ่งอาจจะนำมาต่อเชื่อมให้เกิดเป็นรอยต่อหรือเป็นเนื้อสารกึ่งตัวนำอย่างเดียวก็ได้

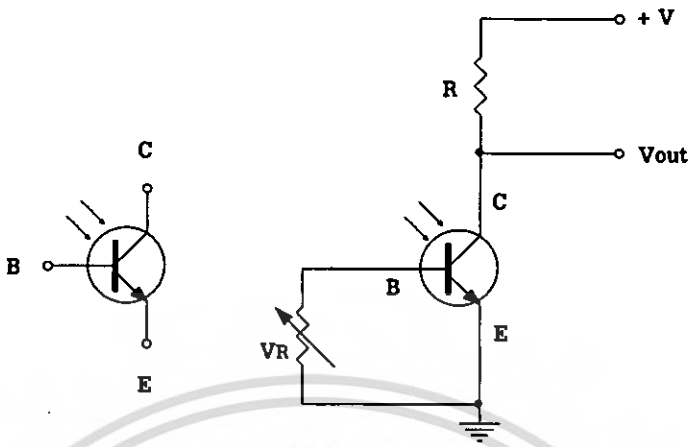
2.3.3.1 โฟโต้ไดโอด

เป็นอุปกรณ์ไวแสงชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยรอยต่อ PN การใช้งานตัวโฟโต้ไดโอดจะให้กระแสไหลผ่านตัวมันที่ขึ้นอยู่กับแสงเมื่อโฟโต้ไดโอดชนิดซิลิกอนถูก ไบแอสด้วยแรงดันค่าหนึ่ง และมีแสงส่องไปที่บริเวณรอยต่อถ้าแสงที่ส่องมีความยาวคลื่นที่พอเหมาะ จะมีกระแสไหลในวงจรโดยเป็นสัดส่วนกับความเข้มของแสงที่ส่องผ่านอุปกรณ์นั้นลักษณะทั่วไปขณะไบแอสตรง จะยังคงเหมือนกับไดโอดธรรมดาคือ ให้กระแสผ่านตัวมันเองได้การทำงานของโฟโต้ไดโอดพอจะกล่าวได้อย่างสังเขปดังนี้ เมื่อแสงตกกระทบบริเวณรอยต่อจะทำให้เกิดการแตกตัวของโฮล และอิเล็กตรอนอิสระของโฮลถูกแรงดันไบแอสกลับเหนี่ยวนำให้เกิดการไหลข้ามรอยต่อเป็นกระแสเนื่องจากแสงได้ โดยปกติค่ากระแสเนื่องจากแสงมีค่าค่อนข้างต่ำมาก คือ อยู่ในช่วง 1-10 μA เท่านั้นเนื่องจากไดโอดนี้ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อแสงต่ำ ดังนั้นการใช้งานของโฟโต้ไดโอดจึงต้องมีตัวขยายกระแสเพิ่มเติมผู้ผลิตอุปกรณ์อย่างอื่น เช่น โฟโต้ทรานซิสเตอร์ไดโอดที่ไวต่อแสงซิลิกอนมีสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิต่ำ และผลตอบสนองต่อแสงไว นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมผลการตอบสนองต่อความถี่ของแสง และความเร็วได้โดยรูปร่างลักษณะและการโด๊ปกันของรอยต่อ

2.3.3.2 โฟโต้ทรานซิสเตอร์

อาศัยหลักการเดียวกับโฟโต้ไดโอด แต่โฟโต้ทรานซิสเตอร์ให้ข้อดีกว่าโฟโต้ไดโอดมาก ทั้งนี้เพราะว่ากระแสที่ได้จะผ่านการขยายด้วยทรานซิสเตอร์ก่อนในภาวะปกติของการใช้งานโฟโต้ทรานซิสเตอร์ รอยต่อระหว่างเบสอิมิตเตอร์จะต่อไบแอสตรงส่วนรอยต่อระหว่างเบสกับคอลเลคเตอร์ จะต่อไบแอสกลับที่รอยต่อนี้เองเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการแปรค่ากระแสที่ขึ้นกับแสง เมื่อมีการไบแอสย้อนกลับที่รอยต่อระหว่างขาเบสกับขาคอลเลคเตอร์ ซึ่งเป็นพื้นที่ไวรังสีและเมื่อมีแสงมาตกกระทบที่รอยต่อนี้ อิเล็กตรอนโฮลทั้งคู่จะถูกสร้างขึ้นที่ในไดโอดอันจะเป็นกระแสเบสที่ไหลเข้ามาสู่ทรานซิสเตอร์ได้ และกระแสเบสนี้จะถูกขยายด้วยอัตราการขยายกระแสของทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



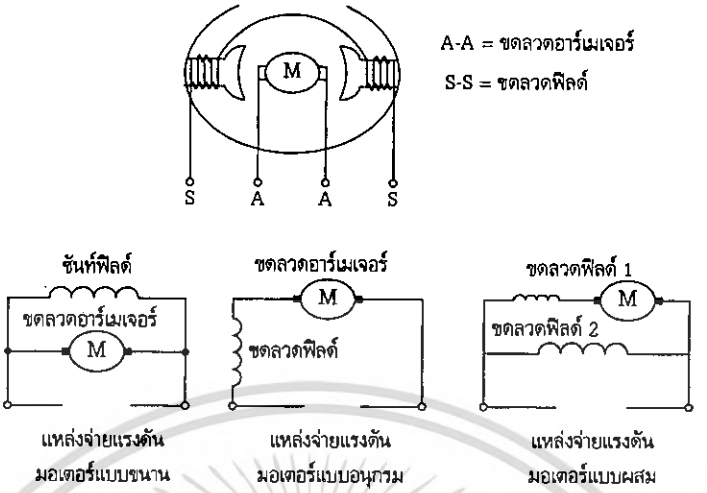
รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์ของโฟโต้ทรานซิสเตอร์และวงจรโฟโต้ทรานซิสเตอร์

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล โดยอาศัยหลักการดูดและผลักของสนามแม่เหล็ก มอเตอร์ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องต่อการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรง มอเตอร์เป็นแหล่งต้นกำลังที่สามารถได้รับการควบคุมได้โดยง่ายด้วยขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์จึงทำให้มอเตอร์แพร่หลาย ภายในโรงงานจะมีมอเตอร์มากมายหลายแบบตั้งแต่แบบเล็กๆ ที่ใช้ในงาน ควบคุมจนถึงมอเตอร์ต้นกำลังขนาดใหญ่โตหลายร้อยแรงม้า อุปกรณ์ทางด้านโซลิดสเตทโดยเฉพาะอย่างยิ่งไทริสเตอร์ได้มีบทบาทที่สำคัญควบคุมมอเตอร์ สามารถควบคุมการเริ่มต้นของมอเตอร์ การหมุนเดินหน้า ถอยหลัง การปรับตัวเร็ว ควบคุมความเร็วให้คงที่ ควบคุมแรงบิด เป็นต้น ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะมีขั้วแม่เหล็กอยู่ ส่วนตรงข้ามจะเป็นขั้วที่ต่างกันเรียกว่า โพล (Pole) ซึ่งให้สนามแม่เหล็กออกมาเรียกว่า ฟิลด์ฟลักซ์ (Field Flux) ส่วนแท่งเหล็กที่พันรอบด้วยเส้นลวดอาบฉนวนที่ติดอยู่กับแกนหมุน หรือทุ่นอาร์เมเจอร์ (Armature) จะให้สนามแม่เหล็กออกมา เรียกว่า อาร์เมเจอร์ฟลักซ์ (Armature Flux) เมื่อเราต่อมอเตอร์ในลักษณะของขดลวดเหล่านี้ผสมกันแล้วจะได้ชนิดของมอเตอร์ไฟตรงเป็น 3 ชนิด คือ มอเตอร์แบบขนาน (Shunt Motor) มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor) และมอเตอร์แบบผสม (Compound Motor)

สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้น มีข้อดีในแง่การควบคุม ซึ่งเราสามารถควบคุมความเร็วได้โดยง่าย แต่ปัญหาในแง่แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และราคาของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นข้อจำกัดที่ทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีผู้ใช้งานน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

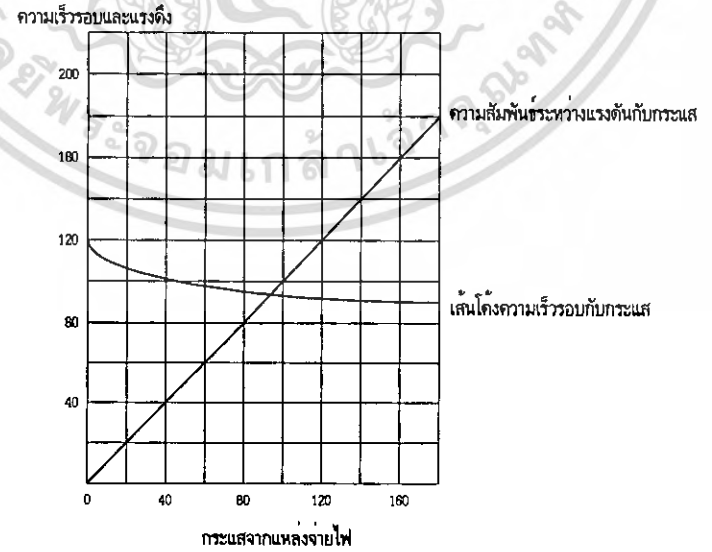


รูปที่ 2.8 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

2.4.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.4.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

สำหรับกรณีของมอเตอร์แบบขนาน เนื่องจากวงจรขนาน และวงจรอาร์เมเจอร์ซึ่งต่อขนานกันได้รับไฟกระแสตรงจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าชุดเดียวกัน เมื่อแรงดันของแหล่งจ่ายและความต้านทานสนามที่ค่าคงที่ ถึงแม้ว่าโหลดจะมีค่าที่เปลี่ยนแปลงก็ตามจะได้ฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าคงที่เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและกระแสจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

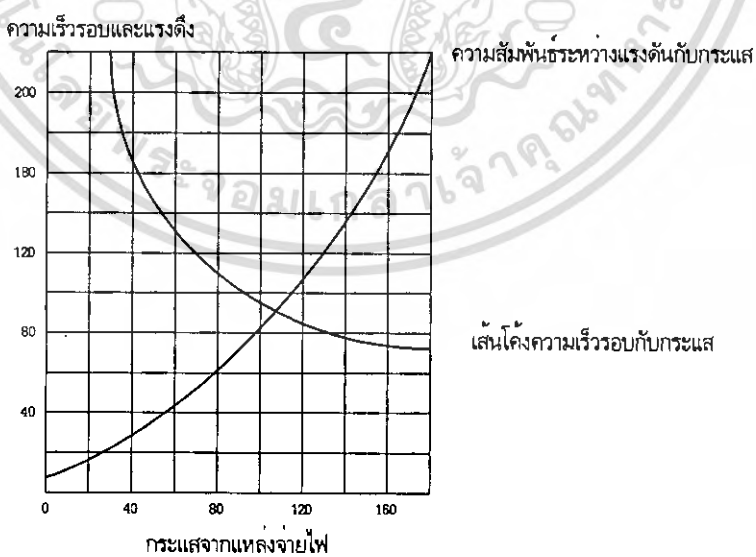
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะมอเตอร์ทำงานถ้าทำการลดโหลดให้มีค่าต่ำลง กระแสจะมีค่าต่ำลงด้วย แต่เนื่องจากฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าเกือบคงที่ เมื่อแรงดันคงที่ ดังนั้นความเร็วรอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ตรงกันข้ามถ้าให้โหลด หรือกระแสมีค่าลดลงความเร็วรอบจะลดลงน้อยมาก นั่นคือ การรักษาระดับความเร็ว (Speed Regulation) มีค่าน้อยมาก และเส้นโค้งนี้เรียกว่า เส้นโค้งความเร็วรอบกับกระแสซึ่งมีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงในระดับแนวนอนดังที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น เป็นกรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ (Amateur Reaction) ถ้าคำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ด้วยแล้ว สำหรับกรณีที่ กระแสมีค่าน้อยๆ ฟลักซ์แม่เหล็กจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย กรณีที่ กระแสมีค่ามากๆ ฟลักซ์แม่เหล็กจะมีค่าลดลงบ้างเล็กน้อยทำให้การรักษาระดับ ความเร็วในภาวะการเปลี่ยนแปลงของโหลด มีค่าน้อยกว่ากรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ จากคุณสมบัติอันนี้จะเห็นว่ามอเตอร์แบบขนานจะเหมาะกับงานที่ต้องการลักษณะการรักษาระดับความเร็วน้อยๆ เป็นอย่างยิ่ง เช่น งานด้านเครื่องมือเครื่องจักร เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องการแรงดึงสูงๆ

2.4.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมจะต่างกับแบบขนานตรงที่ว่า ฟลักซ์แม่เหล็กจะไม่คงที่ แต่จะมีค่าเพิ่มลดตามกระแส และในบริเวณเส้นตรงที่อยู่ต่ำกว่าส่วนโค้งงอของเส้นโค้งแมกเนไตเซชั่น (Magnatrization) ลงมา

มอเตอร์แบบขนานจัดอยู่ในประเภทความเร็วรอบคงที่ ขณะที่มอเตอร์แบบอนุกรมจัดอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนค่าความเร็วรอบได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเส้นโค้งซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้ามอเตอร์แบบอนุกรมนี้ จะเห็นว่าไม่ว่าจะทำการขับเคลื่อนมอเตอร์ขณะที่ไม่มีโหลดหรือมีโหลดต่ออยู่น้อยมาก โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าที่แรงดันพิกัดหรือจะทำการปลดโหลดออกหมด หรือเพียงบางส่วนในขณะมอเตอร์ทำงานก็ตาม ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากอย่างรวดเร็ว ซึ่งลักษณะเช่นนี้เรียกว่า รันอะเวย์ (Run Away) และจำเป็นที่จะต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้น ดังนั้นในกรณีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบอนุกรมจึงตั้งเป็นกฎห้ามไม่ให้ใช้สายพานในการหมุนขับเคลื่อนระหว่างตัวมอเตอร์กับโหลด ทั้งนี้เพราะถ้าสายพานขาด หรือหลวมคลายตัวออกจะทำให้มอเตอร์เกิดการรันอะเวย์ได้

2.4.1.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่อาศัยคุณสมบัติการทำงานร่วมกันของขดลวดอนุกรม (ให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องสูง) และขดลวดแบบขนาน (ให้ความเร็วรอบเกือบคงที่) ในอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม มอเตอร์ชนิดนี้จะให้กระแสจำนวนมากไหลผ่านขดลวดอนุกรม ในช่วงเริ่มเดิน เครื่องจึงให้คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม ในช่วงนี้กล่าวคือให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องที่สูงกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานในปริมาณของกระแสเริ่มเดินเดียวกัน จากนั้นมีความเร็วรอบ n สูงขึ้นเรื่อยๆ กระแส ซึ่งไหลผ่านขดลวดอนุกรมจะน้อยลงเรื่อยๆ ทำให้คุณสมบัติของขดลวดอนุกรมที่แสดง ออกลดน้อยลง ช่วงการทำงานของมอเตอร์ชนิดนี้ จะแสดงคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน คือ ให้ความเร็วรอบที่เกือบคงที่มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้เหมาะที่จะนำไปขับเคลื่อนโหลดในลักษณะเช่น ลิฟต์ เป็นอย่างยิ่ง

ในอุตสาหกรรมการผลิตบางชนิดต้องการความเร็วรอบคงที่ตลอดไม่ว่าโหลดจะเปลี่ยน แปลงอย่างไรก็ตามนั้น แม้จะเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานก็ไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทั้งหมด ทั้งนี้เพราะจากคุณสมบัติทางด้านความเร็วรอบของมอเตอร์แบบขนานนี้จะเห็นว่า เมื่อโหลดมีค่าเปลี่ยนแปลงไปอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเศษและส่วนความเร็วรอบจะมีค่าไม่เท่ากัน

2.4.2 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำได้ 2 วิธี คือ

2.4.2.1 การควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของอาร์เมเจอร์

เนื่องจากความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะแปรผันตรงกับแรงดันที่ใส่ให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ ดังนั้นเราจึงสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ วิธีการนี้จะใช้ในช่วงความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วที่กำหนด (Base Speed) หรือ n base การควบคุมแบบนี้จะทำให้แรงบิดสูงสุดส่วนกำลังออกของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วเป็นเส้นตรงโดยจะมีกำลังออกสูงสุด การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงโดยทั่วไปจะใช้วิธีนี้เพราะให้แรงบิดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.2 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงในย่านความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดจะทำได้โดยการควบคุมกระแสของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ เมื่อต้องการเพิ่มความเร็วจะต้องลดขนาดของกระแสของขดลวดลง การลดความเข้มของสนามแม่เหล็กของมอเตอร์จะมีผลทำให้แรงบิดสูงสุดของมอเตอร์ลดลง ขณะที่กำลังออกสูงสุดของมอเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลง วิธีนี้จะใช้กับโหลดที่ต้องการความเร็วสูงโดยที่แรงบิดของโหลดจะต้องลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ไม่เช่นนั้นจะเป็นการเกินกำลังของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

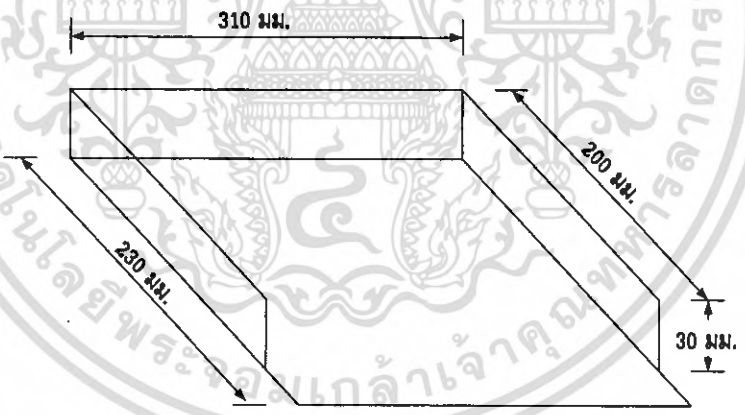
3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญประกอบด้วยการออกแบบโครงสร้างและการทำงานของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ การออกแบบและสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.2 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ

3.2.1 ถาดที่บรรจุกระดาษ

สามารถบรรจุกระดาษได้ 1 รีม หรือประมาณ 500 แผ่น โดยจะวางกระดาษในลักษณะแนวนอนกับถาด และหันด้านยาวของกระดาษออกมาด้านหน้าของถาด เพื่อจ่ายกระดาษออกมา

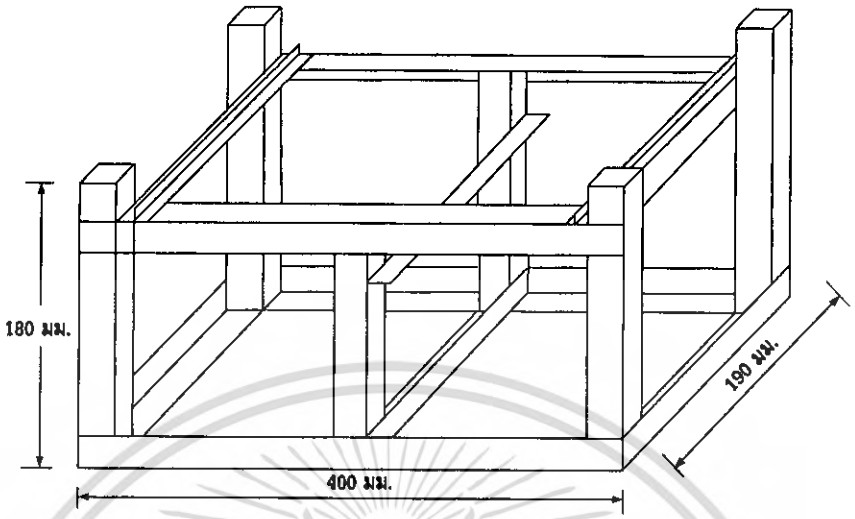


รูปที่ 3.1 ถาดใส่กระดาษ

3.2.2 ฐานรองถาด

ทำหน้าที่ยกถาดสำหรับใส่กระดาษให้ไปชนกับชุดจ่ายในเวลาที่ต้องการซื้อกระดาษ กระดาษก็จะจ่ายออกมาตามจำนวนของการสั่งซื้อ ซึ่งในฐานรองถาดนี้จะติดด้วยลวดเพื่อให้มอเตอร์ที่โครงพยุงฐานรองถาดดึงฐานรองถาดเลื่อนขึ้นลง

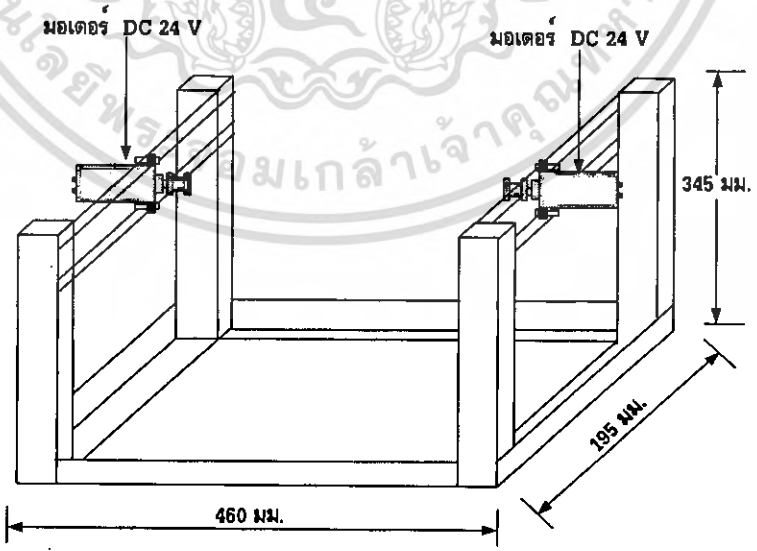
75163
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ฐานรองถาดใส่กระดาษ

3.2.3 โครงพยุงฐานรองถาด

ทำหน้าที่เป็นตัวพยุงฐานรองถาดสำหรับใส่กระดาษในขณะที่ฐานรองถาดนั้นเลื่อนขึ้นลงเพื่อทำให้ไม่เกิดการโยก ซึ่งจะประกอบด้วยเสาพยุงฐานรองถาดทั้ง 4 เสาของอะลูมิเนียม และมีมอเตอร์ดีซีแรงดัน 24 โวลต์ เป็นตัวควบคุมในการเลื่อนขึ้นลงของถาดโดยมอเตอร์ที่ใช้ในการเลื่อนขึ้นลงของถาดจะใช้มอเตอร์ 2 ตัว ติดกับลอกเพื่อดึงลวดที่อยู่กับฐานรองถาด

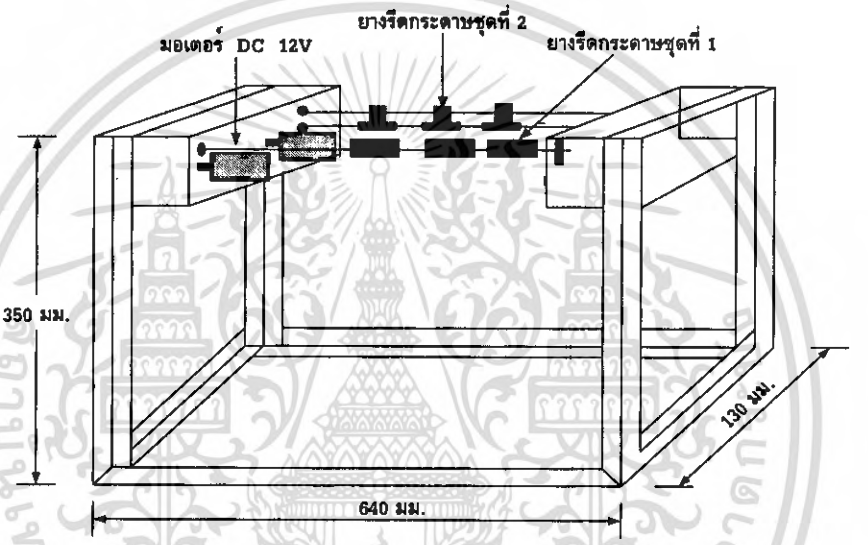


รูปที่ 3.3 โครงพยุงฐานรองถาด

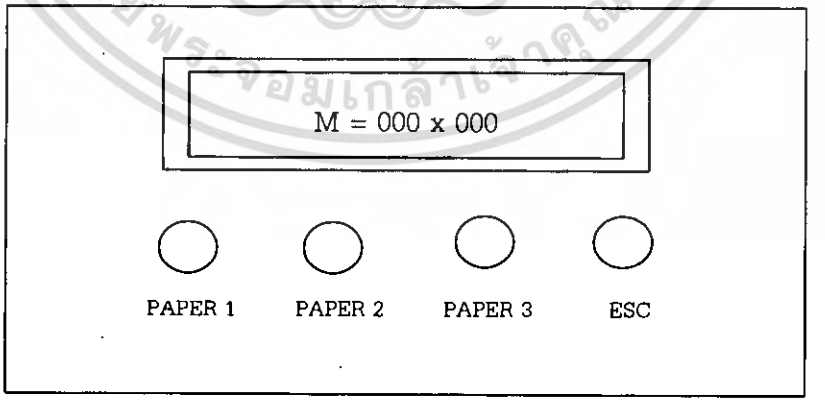
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ชุดจ่ายกระดาษ

ทำหน้าที่จ่ายกระดาษ โดยใช้มอเตอร์ดีซีจำนวน 2 ชุด ชุดแรกเป็นมอเตอร์แรงดัน 12 โวลต์ 10 rpm จะเป็นตัวควบคุมการจ่ายกระดาษออกมาจากถาดกระดาษผ่านตัวเซนเซอร์ และชุดที่ 2 จะเป็นมอเตอร์แรงดัน 12 โวลต์ 300 rpm เพื่อให้กระดาษที่จ่ายออกมาจ่ายได้เร็วขึ้น และมีเฟืองเป็นตัวควบคุมการหมุนของแกนเหล็กมีทั้งหมด 3 แกนด้วยกัน แกนอันแรกจะเป็นตัวจ่ายกระดาษออกมาจากถาด ส่วนแกนที่เหลือจะเป็นตัวรีดกระดาษออกมาให้แก่ผู้ซื้อ

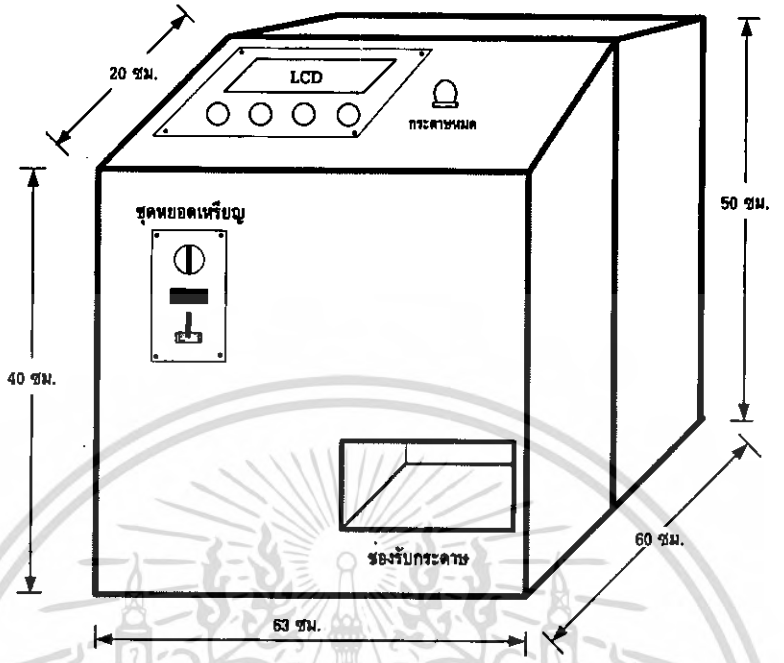


รูปที่ 3.4 ชุดจ่ายกระดาษ



รูปที่ 3.5 หน้าปัทม์สวิตซ์ควบคุมเครื่องจำหน่ายกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 เครื่องต้นแบบของเครื่องจำหน่ายแบบหยอดเหรียญ

3.3 การออกแบบวงจรควบคุม

3.3.1 วงจรควบคุม

วงจรควบคุมมีไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C51 เป็นหัวใจสำคัญ และต้องมีการต่อวงจรกำเนิดความถี่โดยใช้คริสตอล 11.0592 MHz ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้เป็นฐานเวลา วงจรควบคุมใช้ไฟเลี้ยง +5 โวลต์ วงจรควบคุมนี้จะใช้ในการติดต่อกับวงจรต่างๆ โดยผ่านทางพอร์ตอินพุตและเอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ การออกแบบวงจรควบคุมจะใช้พอร์ตการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

P0.0-P0.7 : ใช้ส่งสัญญาณกำหนดการทำงานของจอ LCD

P1.0 : ใช้รับสัญญาณจากชุดหยอดเหรียญ

P1.2 : ใช้รับสัญญาณจากเซนเซอร์

P2.3 : ใช้ส่งสัญญาณไฟเตือน เมื่อกระดาษหมด

P2.4 : ใช้ส่งสัญญาณเพื่อขับมอเตอร์ชุดที่ 2 ในการจ่ายกระดาษ

P2.5 : ใช้ส่งสัญญาณเพื่อขับมอเตอร์ชุดที่ 1 ในการจ่ายกระดาษ

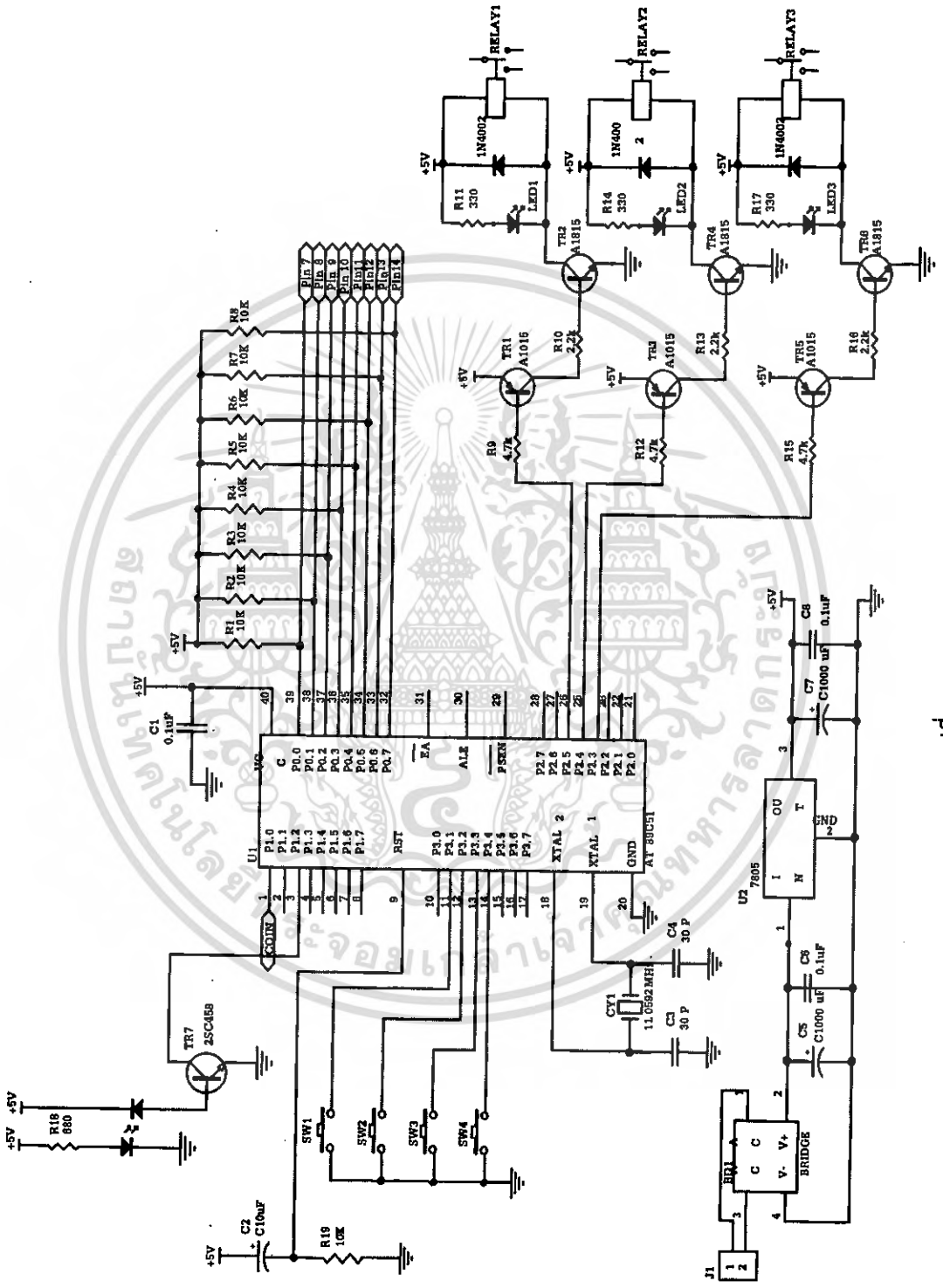
P3.1 : เป็นสวิตช์กดเพื่อการตั้งค่าจำนวนกระดาษในหลักร้อย

P3.2 : เป็นสวิตช์กดเพื่อการตั้งค่าจำนวนกระดาษในหลักสิบ

P3.3 : เป็นสวิตช์กดเพื่อการตั้งค่าจำนวนกระดาษในหลักหน่วย

P3.4 : เป็นสวิตช์กดรีเซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วงจรขับ LCD 16x1

สำหรับวงจรขับ LCD นี้ได้เลือกใช้ LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด เนื่องจากว่าราคาถูก หาง่าย และเป็น LCD ที่มีโครงสร้างเป็นมาตรฐานมีขาต่อใช้งานทั้งสิ้น 14 ขามีการจัดขาดังนี้

Vss (ขา 1) : ต่อกราวด์

Vdd (ขา 2) : ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

Vo (ขา 3) : ต่อเป็นขาอินพุตรับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล

RS (ขา 4) : เป็นขาอินพุตใช้ในการแยกชนิดของข้อมูลที่ทำการประมวลผล

R/$\overline{W}$ (ขา 5) : เป็นขาที่ใช้เลือกการอ่านหรือการเขียนข้อมูล

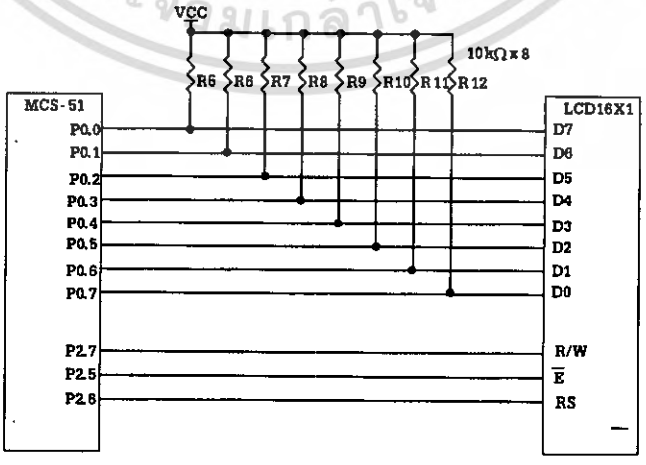
E (ขา 6) : เป็นขาสำหรับรับสัญญาณพัลส์เอ็นเอเบิลโมดูล LCD ให้ทำงาน

D0-D7 (ขา 7-14) : เป็นขาที่ใช้เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่าง LCD กับอุปกรณ์ภายนอก 8 บิต

อนึ่งขา RS, R/$\overline{W}$ และ E จะใช้งานร่วมกัน โดยมีความสัมพันธ์แสดงในตารางที่ 3.1

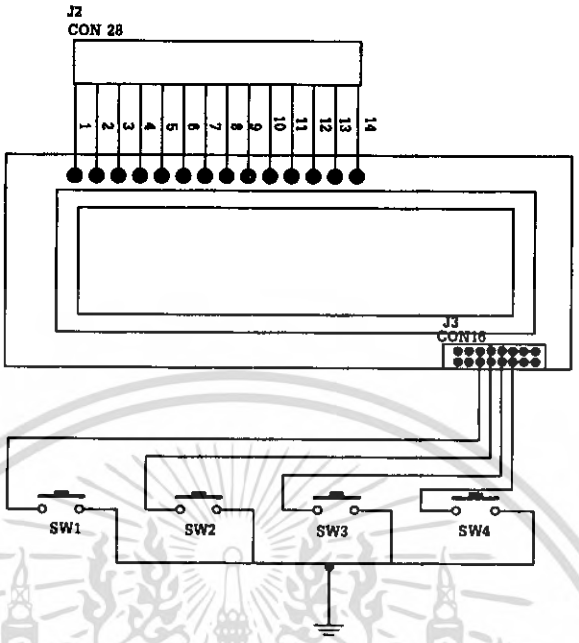
ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ในการทำงานของขา RS, R/$\overline{W}$ และ E

RS	R/$\overline{W}$	E	การทำงาน
0	0		เขียนคำสั่ง
0	1		อ่านสถานะของโมดูล LCD
1	0		เขียนข้อมูล
1	1		อ่านข้อมูล



รูปที่ 3.8 วงจรขับ LCD 16x1

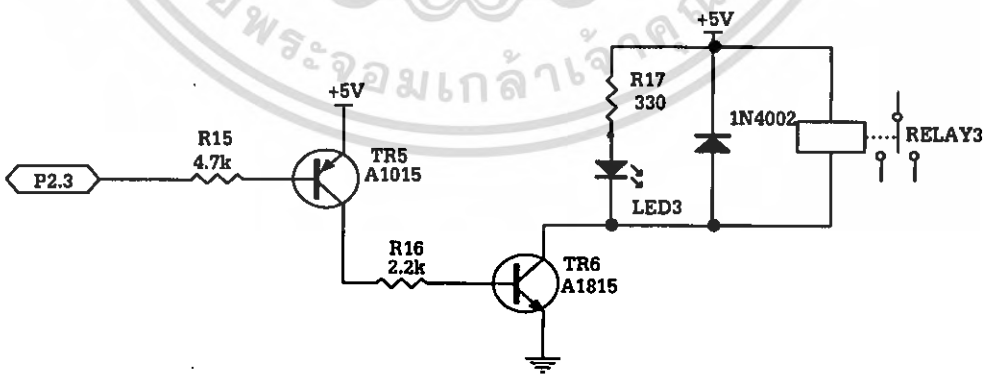
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรจอ LCD 16x1

3.3.3 วงจรขับรีเลย์ 12 โวลต์

วงจรขับรีเลย์ประกอบด้วยใช้ไฟเลี้ยง 12 โวลต์โดยใช้สำหรับขับรีเลย์ 1 บิต สำหรับรีเลย์ที่นำมาใช้ในวงจรนี้เป็นรีเลย์หน้าสัมผัสคู่ขนาด 12 โวลต์ หน้าสัมผัส 220 VAC 5A มีจุดต่อให้ใช้งานครบทั้ง NO, C และ NC ในการควบคุมการหมุนของมอเตอร์จะใช้วงจรขับรีเลย์ 12 โวลต์ จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดทำหน้าที่ต่างกัน

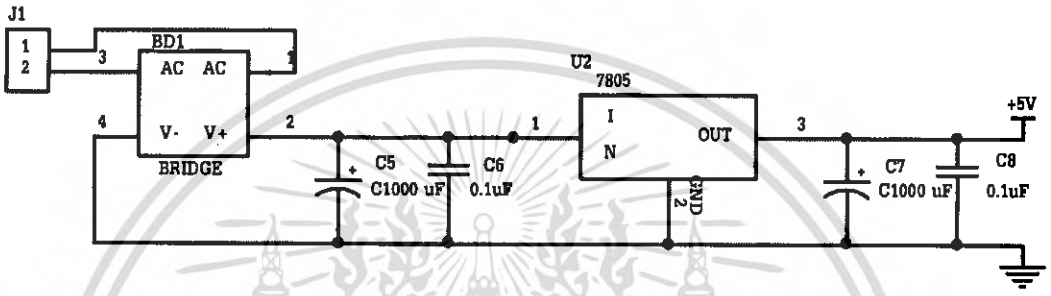


รูปที่ 3.10 วงจรขับรีเลย์ 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 วงจรจ่ายไฟ 12 โวลต์

วงจรจ่ายไฟ 12 โวลต์ จะใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7805 ซึ่งให้แรงดันเอาท์พุตเท่ากับ 12 โวลต์ วงจรจ่ายไฟนี้จะใช้เป็นไฟเลี้ยงให้แก่ วงจรขับ LCD วงจรขับรีเลย์และวงจรควบคุม โดยไอซีเร็กกูเลเตอร์นี้จะต่อร่วมกับคาปาซิเตอร์เพื่อเพิ่มความเสถียรภาพให้กับแรงดันเอาท์พุตที่ออกมาให้มาความเรียบขึ้น

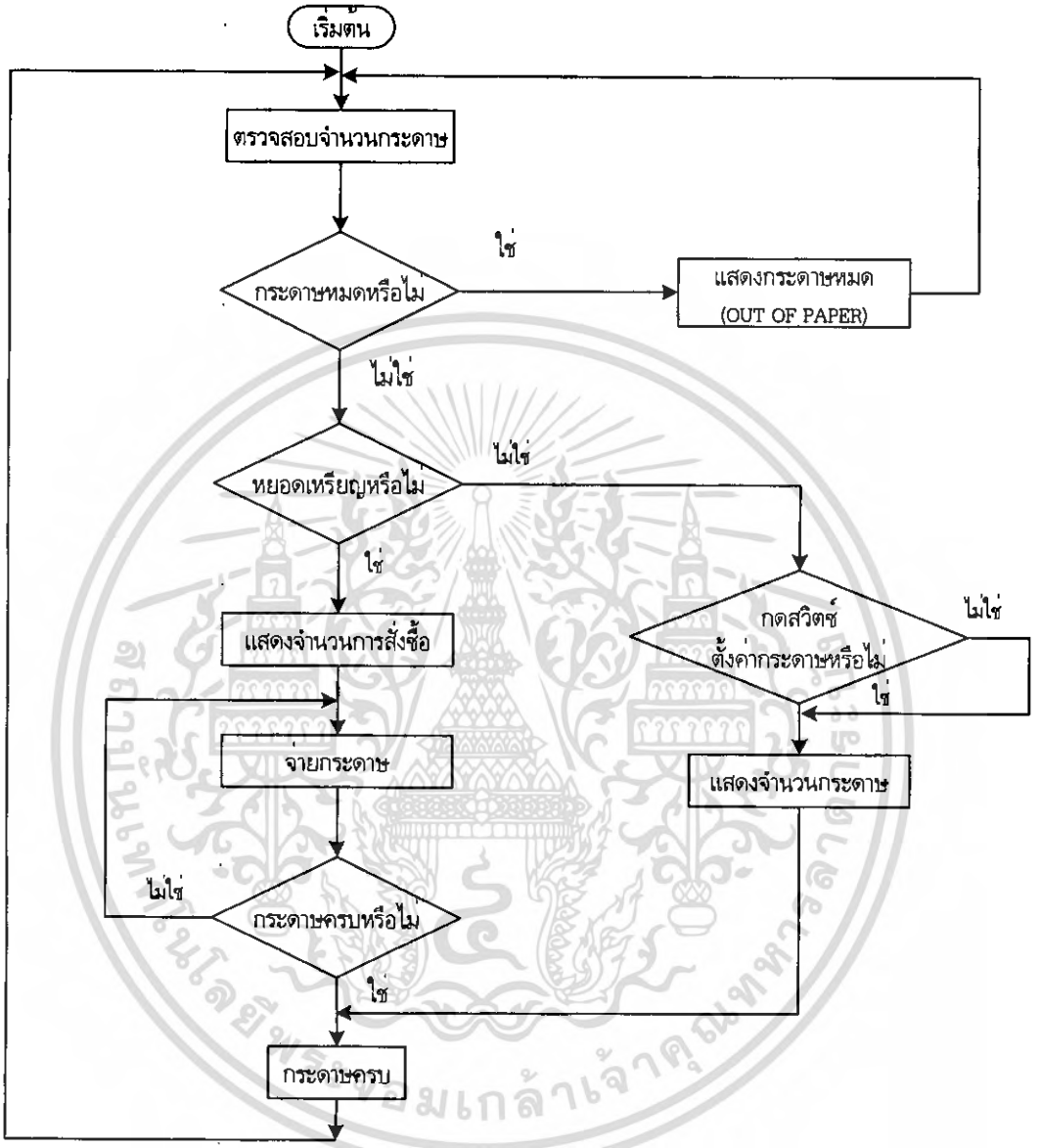


รูปที่ 3.11 วงจรจ่ายไฟ 12 โวลต์

3.4 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ

ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ จะเริ่มต้นจากเปิดสวิตซ์ของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ โดยการทำงานของเครื่อง คือ เครื่องจะทำการตรวจสอบจำนวนกระดาษที่เหลือ หากมีกระดาษเหลืออยู่ในถาดก็สามารถทำการหยอดเหรียญสั่งจ่ายกระดาษได้ แต่ถ้าไม่มีกระดาษเหลืออยู่ในถาด จะแสดงผลทางจอ LCD ด้วยคำว่า "OUT OF PAPER" จะไม่สามารถหยอดเหรียญได้ จึงต้องใส่กระดาษและตั้งค่าจำนวนกระดาษที่ใส่ในถาดด้วยสวิตซ์ควบคุม โดยสามารถตั้งค่าจำนวนกระดาษได้ตั้งแต่หลักหน่วยจนถึงหลักร้อย เมื่อตั้งค่าจำนวนกระดาษเรียบร้อยแล้วจะสามารถหยอดเหรียญเพื่อสั่งซื้อได้ โดยราคาต่อหน่วยคือ 1 บาท สามารถสั่งซื้อกระดาษได้จำนวน 3 แผ่น เครื่องจะทำการสั่งให้มอเตอร์จ่ายกระดาษผ่านเซนเซอร์จนครบตามจำนวนการสั่งซื้อ กระดาษที่ผ่านเซนเซอร์จะส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลกระดาษที่เหลือในถาดและจำนวนกระดาษที่เหลือที่ยังไม่ได้จ่าย และแสดงผลทางจอ LCD แต่ถ้าขณะที่สั่งซื้อแต่กระดาษในถาดไม่พอในการสั่งซื้อ เครื่องจะทำการจ่ายกระดาษจนหมด และจะมีไฟเตือนเพื่อให้ใส่กระดาษในถาดใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในส่วนของบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ โดยจะทดลองในส่วนของการจ่ายกระดาษ และทำการบันทึกข้อมูลที่ได้ลงตามตาราง

4.2 การทดลองการจ่ายกระดาษ

4.2.1 ขั้นตอนการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 1 บาท

การทดลองการจ่ายกระดาษ โดยใส่กระดาษลงในถาดจำนวน 500 แผ่น แล้วตั้งค่ากระดาษตามจำนวนที่ใส่กระดาษลงในถาด ทำการหยอดเหรียญ 1 บาท สังเกตผลการทดลองที่ได้จากการทดลองและนำมาบันทึกหาค่าเฉลี่ยค่าความผิดพลาดทั้งหมด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ใส่กระดาษลงในถาดจำนวน 500 แผ่น
2. เปิดเครื่องและตั้งค่ากระดาษ
3. ทำการหยอดเหรียญ 1 บาท เพื่อทำการสั่งซื้อกระดาษ
4. สังเกตและบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตารางที่ 4.1
5. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1-4 จนครบ 10 ครั้ง

4.2.2 ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 1 บาท

ผลการทดลองการจ่ายกระดาษของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 1 บาท ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 1 บาท

ครั้งที่	จำนวนกระดาษ	ค่าความผิดพลาด
1	4 แผ่น	33.33 %
2	3 แผ่น	0 %
3	3 แผ่น	0 %
4	3 แผ่น	0 %
5	2 แผ่น	33.33 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 1 บาท

ครั้งที่	จำนวนกระดาษ	ค่าความผิดพลาด
6	3 แผ่น	0 %
7	3 แผ่น	0 %
8	3 แผ่น	0 %
9	4 แผ่น	33.33 %
10	3 แผ่น	0 %
	เฉลี่ยค่าความผิดพลาด	99.99/10 = 9.99 %

จากผลการทดลองจ่ายกระดาษจำนวน 10 ครั้ง โดยหยอดเหรียญ 1 บาท จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยค่าความผิดพลาดทั้งหมดในการจ่ายเท่ากับ 9.99 เปอร์เซ็นต์

4.2.3 ขั้นตอนการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 5 บาท

การทดลองการจ่ายกระดาษ โดยใส่กระดาษลงในถาดจำนวน 500 แผ่น แล้วตั้งค่ากระดาษตามจำนวนที่ใส่กระดาษลงในถาด ทำการหยอดเหรียญ 1 บาท สังเกตผลการทดลองที่ได้จากการทดลองและนำมาบันทึกหาค่าเฉลี่ยค่าความผิดพลาดทั้งหมด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ใส่กระดาษลงในถาดจำนวน 500 แผ่น
2. เปิดเครื่องและตั้งค่ากระดาษ
3. ทำการหยอดเหรียญ 5 บาท เพื่อทำการสั่งซื้อกระดาษ
4. สังเกตและบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตารางที่ 4.2
5. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1-4 จนครบ 10 ครั้ง

4.2.4 ผลทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 5 บาท

ผลการทดลองการจ่ายกระดาษของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 5 บาท ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 5 บาท

ครั้งที่	จำนวนกระดาษ	ค่าความผิดพลาด
1	15 แผ่น	0 %
2	16 แผ่น	6.66 %
3	15 แผ่น	0 %
4	14 แผ่น	6.66 %
5	15 แผ่น	0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 5 บาท

ครั้งที่	จำนวนกระดาษ	ค่าความผิดพลาด
6	16 แผ่น	6.66 %
7	16 แผ่น	6.66 %
8	15 แผ่น	0 %
9	15 แผ่น	0 %
10	16 แผ่น	6.66 %
	เฉลี่ยค่าความผิดพลาด	33.3/10 = 3.33 %

จากผลการทดลองจ่ายกระดาษจำนวน 10 ครั้ง โดยหยอดเหรียญ 5 บาท จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยค่าความผิดพลาดทั้งหมดในการจ่ายเท่ากับ 3.33 เปอร์เซ็นต์

4.2.5 ขั้นตอนการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 10 บาท

การทดลองการจ่ายกระดาษ โดยใส่กระดาษลงในถาดจำนวน 500 แผ่น แล้วตั้งค่ากระดาษตามจำนวนที่ใส่กระดาษลงในถาด ทำการหยอดเหรียญ 10 บาท สังเกตผลการทดลองที่ได้จากการทดลองและนำมาบันทึกหาค่าเฉลี่ยค่าความผิดพลาดทั้งหมด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ใส่กระดาษลงในถาดจำนวน 500 แผ่น
2. เปิดเครื่องและตั้งค่ากระดาษ
3. ทำการหยอดเหรียญ 10 บาท เพื่อทำการสั่งซื้อกระดาษ
4. สังเกตและบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตารางที่ 4.3
5. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1-4 จนครบ 10 ครั้ง

4.2.6 ผลทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 10 บาท

ผลการทดลองการจ่ายกระดาษของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 10 บาท ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 10 บาท

ครั้งที่	จำนวนกระดาษ	ค่าความผิดพลาด
1	30 แผ่น	0 %
2	32 แผ่น	6.66 %
3	30 แผ่น	0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ผลการทดลองการจ่ายกระดาษ โดยทดลองจากการหยอดเหรียญ 10 บาท

ครั้งที่	จำนวนกระดาษ	ค่าความผิดพลาด
4	31 แผ่น	3.33 %
5	30 แผ่น	0 %
6	30 แผ่น	0 %
7	31 แผ่น	3.33 %
8	29 แผ่น	3.33 %
9	32 แผ่น	6.66 %
10	31 แผ่น	3.33 %
	เฉลี่ยค่าความผิดพลาด	23.31/10 = 2.33 %

จากผลการทดลองจ่ายกระดาษจำนวน 10 ครั้ง โดยหยอดเหรียญ 10 บาท จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยค่าความผิดพลาดทั้งหมดในการจ่ายเท่ากับ 2.33 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองสามารถสรุปการผลทำงานได้ว่า การจ่ายกระดาษของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ โดยการหยอดเหรียญ 1 บาท 5 บาท และ 10 บาท นั้นปริมาณกระดาษที่จ่ายออกมาของการหยอดเหรียญทั้ง 3 เหรียญ มีค่าที่คลาดเคลื่อน 5.2 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าของความคลาดเคลื่อนนั้นยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ไม่มากเกินไปและไม่น้อยเกินไป ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะส่วนของกลไกการจ่ายกระดาษรวมทั้งเซ็นเซอร์ที่กระดาษผ่านอาจมีการตรวจจับกระดาษไม่ได้ในบางครั้ง เพราะกระดาษมีขนาดบางมาก นอกจากนี้ขณะที่ฐานรองถาดยกขึ้นทั้งสองด้านอาจยกไม่เท่ากันจะทำให้กระดาษติดออกมาหลายแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

เครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 นี้สร้างขึ้นเพื่อความสะดวกในการจำหน่ายกระดาษ โดยเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญสามารถจำหน่ายกระดาษเป็นราคาต่อหน่วย ซึ่งการจ่ายกระดาษต้องควบคุมการทำงานของมอเตอร์ให้เกิดความแม่นยำในการจ่ายกระดาษให้ถูกต้องตามจำนวนการสั่งซื้อ

การศึกษาการทำงานของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญพบว่าสามารถทำงานได้ตามความต้องการและขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ในโครงงานปริญญานิพนธ์ ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังนี้ คือ เมื่อทำการเปิดสวิตช์ เครื่องจะทำการตรวจสอบจำนวนกระดาษที่เหลือ หากมีกระดาษเหลืออยู่ในถาดก็สามารถทำการหยอดเหรียญสั่งจ่ายกระดาษได้ แต่ถ้าไม่มีกระดาษเหลืออยู่ในถาด จะแสดงผลทางจอ LCD ด้วยคำว่า "OUT OF PAPER" จะไม่สามารถหยอดเหรียญได้ จึงต้องใส่กระดาษและตั้งค่าจำนวนกระดาษที่ใส่ในถาดด้วยสวิตช์ควบคุม โดยสามารถตั้งค่าจำนวนกระดาษได้ตั้งแต่หลักหน่วยจนถึงหลักร้อย เมื่อตั้งค่าจำนวนกระดาษเรียบร้อยแล้วจะสามารถหยอดเหรียญเพื่อสั่งซื้อได้ โดยราคาต่อหน่วยคือ 1 บาท สามารถสั่งซื้อกระดาษได้จำนวน 3 แผ่นเครื่องจะทำการสั่งให้มอเตอร์จ่ายกระดาษผ่านเซนเซอร์จนครบตามจำนวนการสั่งซื้อ กระดาษที่ผ่านเซนเซอร์จะส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลกระดาษที่เหลือในถาดและจำนวนกระดาษที่เหลือที่ยังไม่ได้จ่าย และแสดงผลทางจอ LCD แต่ถ้าขณะที่สั่งซื้อแต่กระดาษในถาดไม่พอในการสั่งซื้อ เครื่องจะทำการจ่ายกระดาษจนหมด และจะมีไฟเตือนเพื่อให้ใส่กระดาษในถาดใหม่อีกครั้ง

จากผลการทดลองในการใช้เครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญจะเป็นการประหยัดเวลาในการสั่งซื้อกระดาษได้รวดเร็วขึ้น

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานปรากฏว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การจ่ายกระดาษมีความผิดพลาดไม่ตรงกับจำนวนการสั่งซื้อ

   วิธีการแก้ไข เพิ่มมอเตอร์จากหนึ่งชุดเป็น 2 ชุด

2. การเลื่อนขึ้นลงของฐานรองถาดไม่ราบลื่น

   วิธีการแก้ไข ติดรางที่โครงพยุงฐานรองถาดและติดล้อที่ฐานรองถาดเพื่อพยุงไม่ให้ถาดโยกไปมาและเลื่อนขึ้นลงได้เรียบขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. ขนาดของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญใหญ่เกินไป รวมไปถึงน้ำหนักมากทำให้ไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย จึงควรพัฒนาให้ตัวเครื่องมีขนาดเล็กลงกว่าเดิม
2. ควรพัฒนาเพิ่มชุดทอนเหรียญ เพื่อความสะดวกของลูกค้าที่ต้องการสั่งซื้อกระดาษน้อยกว่ามูลค่าของเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธีรวัฒน์ ประกอบผล.2543. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ธีรวัฒน์ ประกอบผล.2548 **ภาษาแอสเซมบลีสำหรับ MCS-51**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

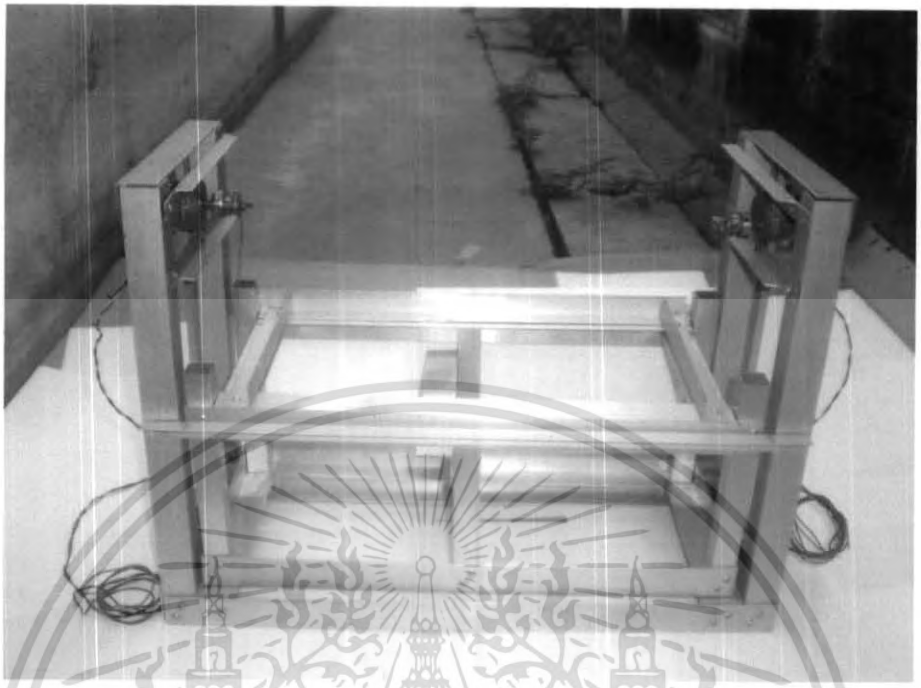
วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2547. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลช ฉบับ AT89C5x ของ Atmel**. กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.

อนงค์ แก่นเดียว บรรพต จุลโทชัย. 2540. **ชุดควบคุมสเตปปิ้งมอเตอร์**. ระดับปริญญาตรี ภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

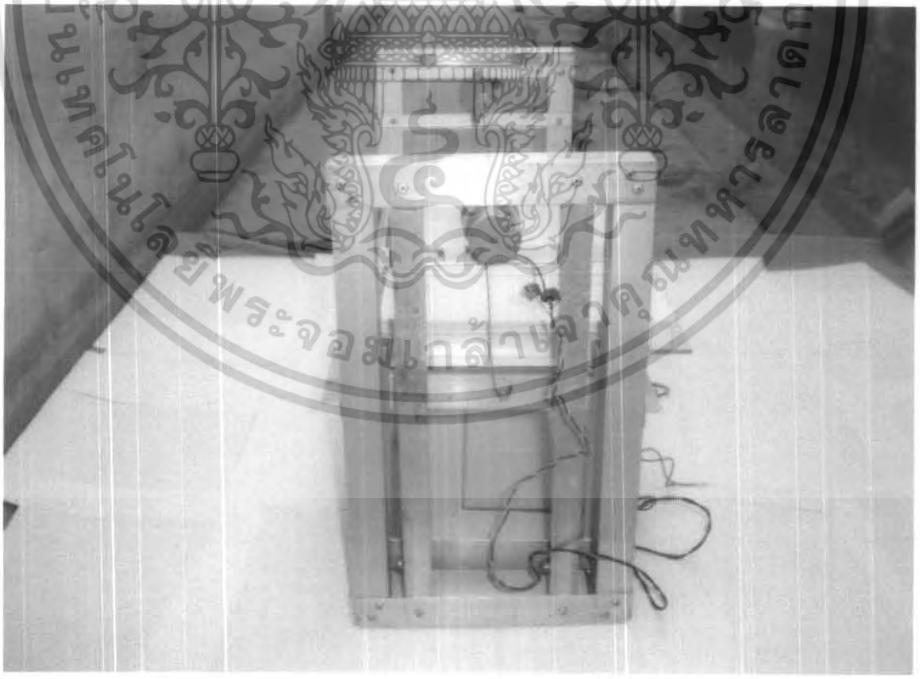
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

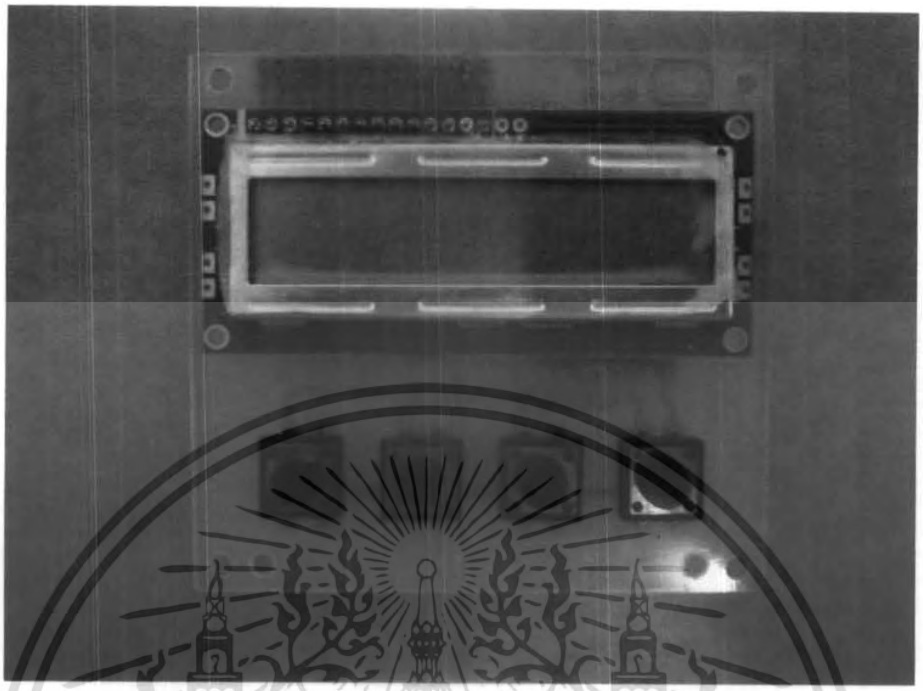


รูปที่ ก.1 ชุดจ่ายกระดาษ (ด้านหน้า)



รูปที่ ก.2 ชุดจ่ายกระดาษ (ด้านข้าง)

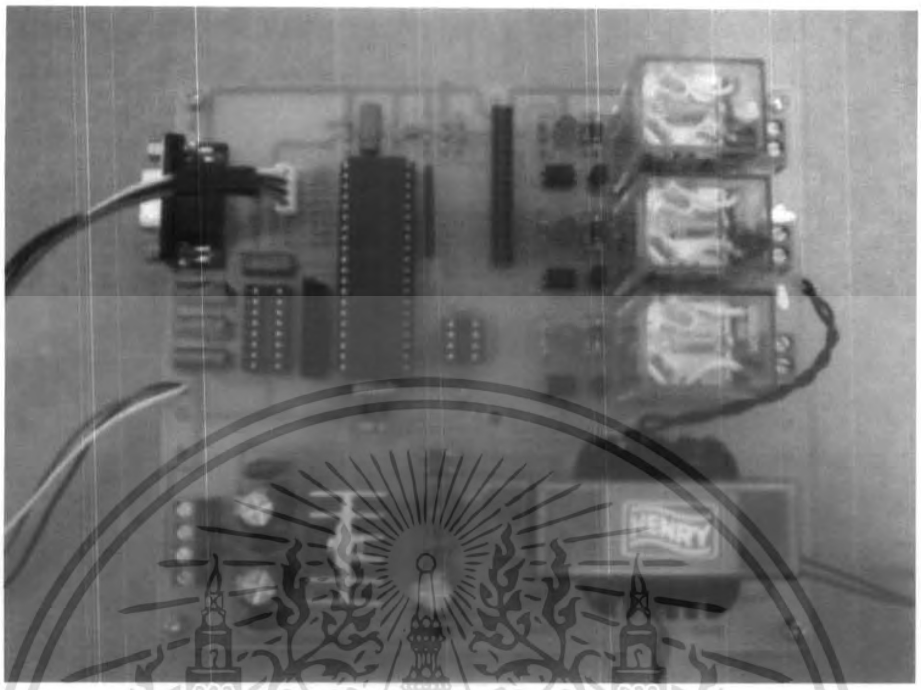
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 จอ LCD และสวิตช์ตั้งค่าจำนวนกระดาษ

รูปที่ ก.4 ชุดหยอดเหรียญ

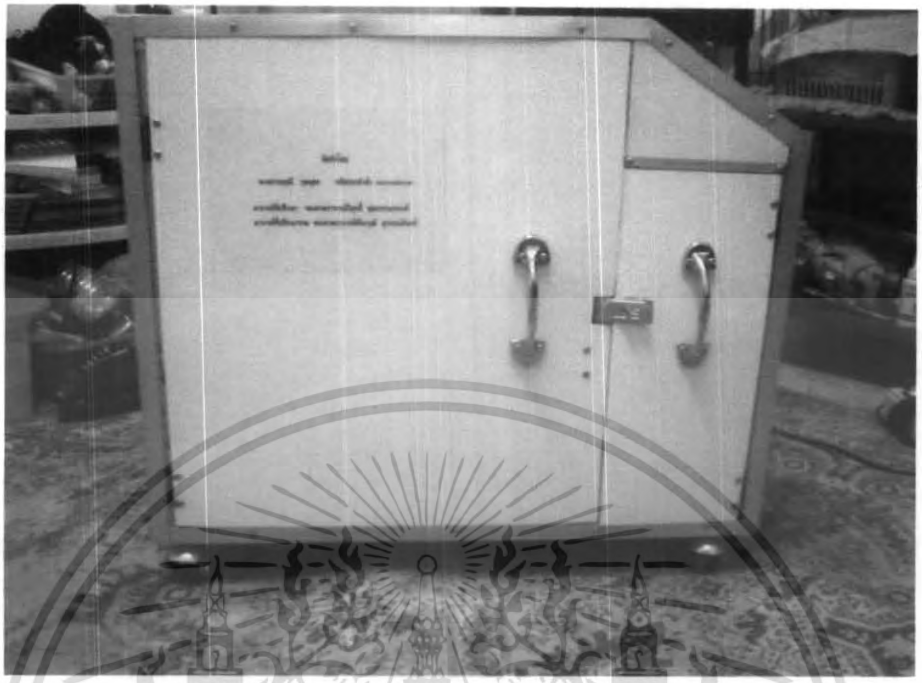
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 วงจรควบคุม

รูปที่ ก.6 ด้านหน้าเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ

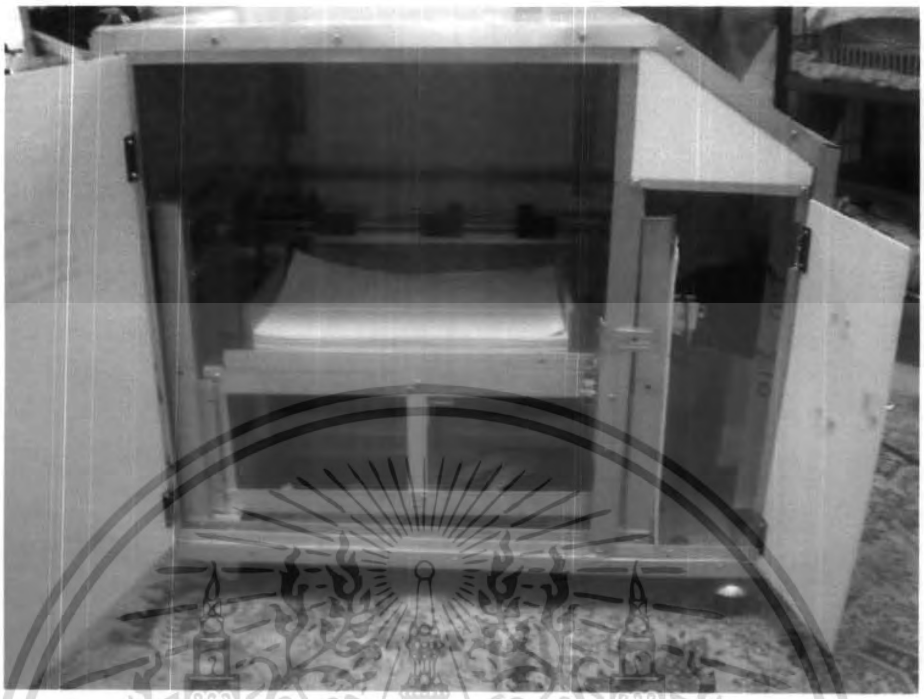
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.7 ด้านข้างของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ (ด้านซ้าย)

รูปที่ ก.8 ด้านข้างของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ (ด้านขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



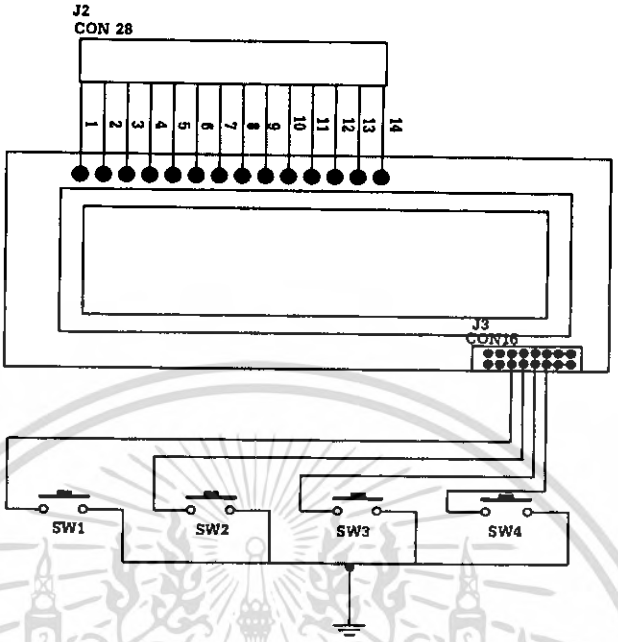
รูปที่ ก.9 ภายในเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

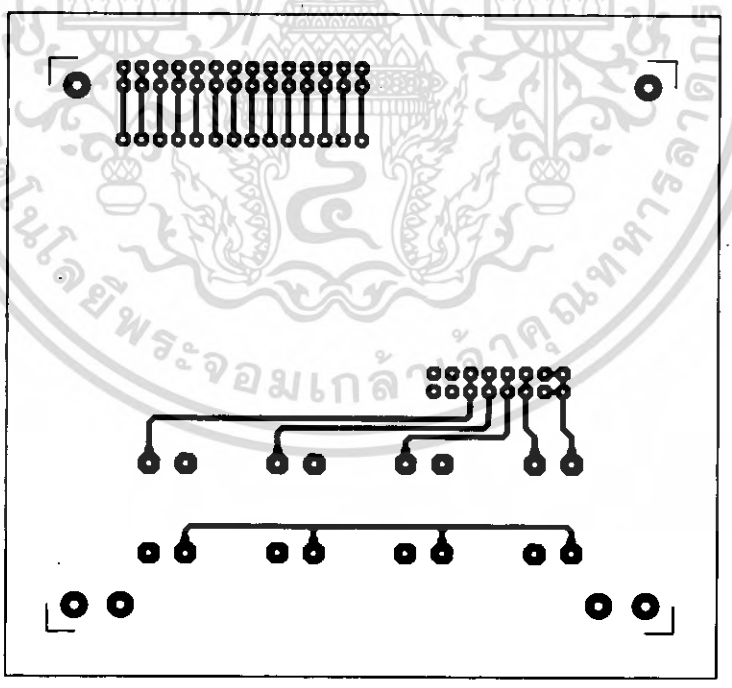
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

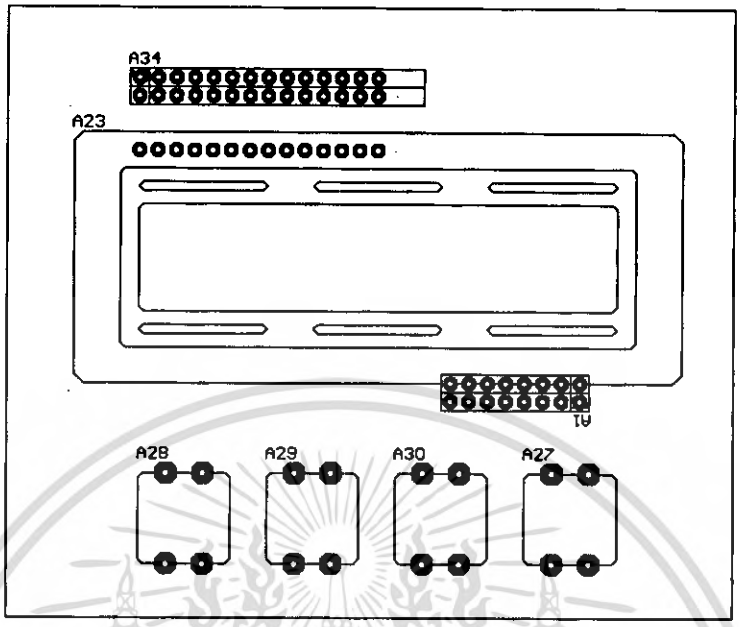


รูปที่ ข.1 วงจรจอ LCD



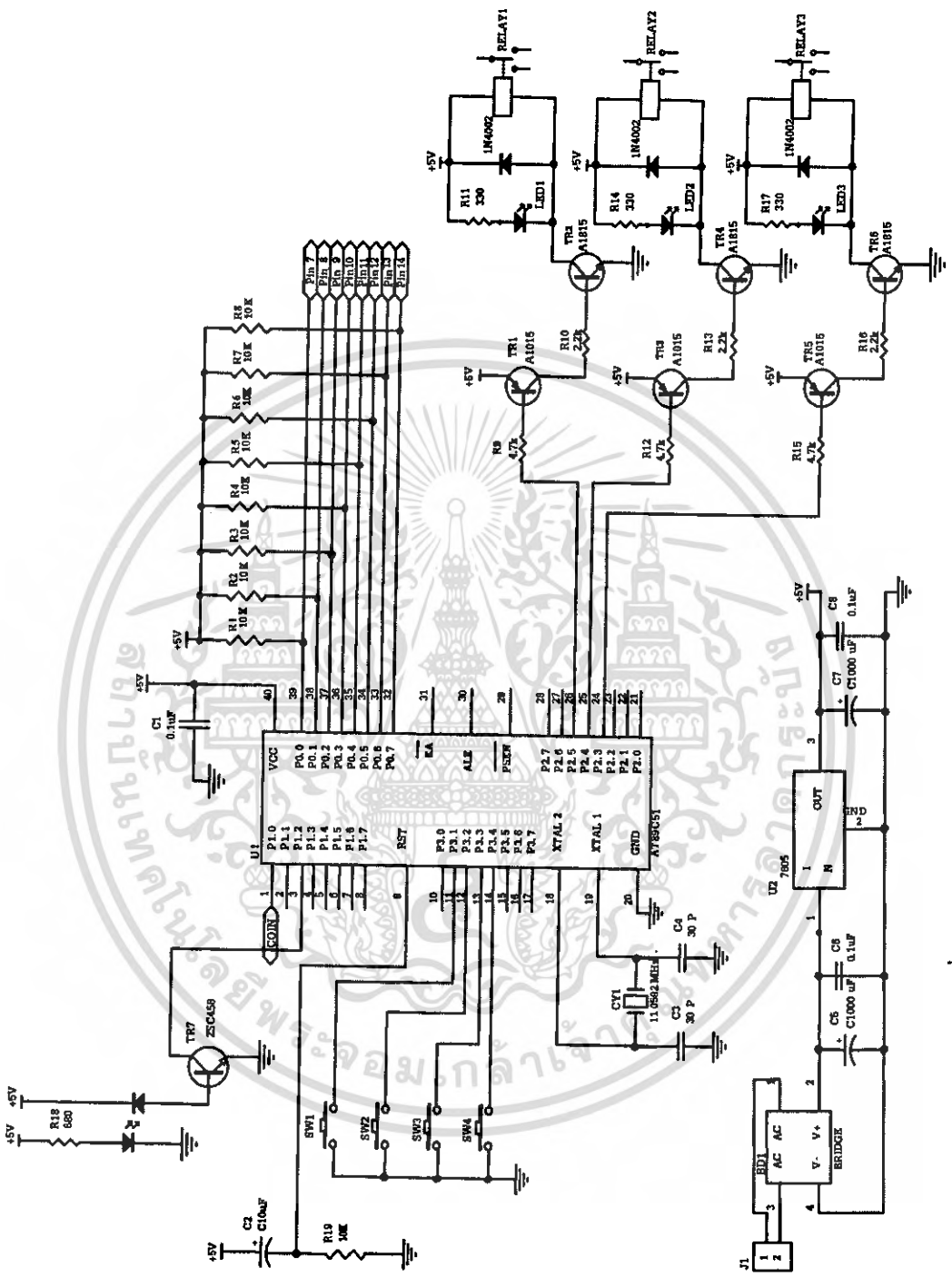
รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



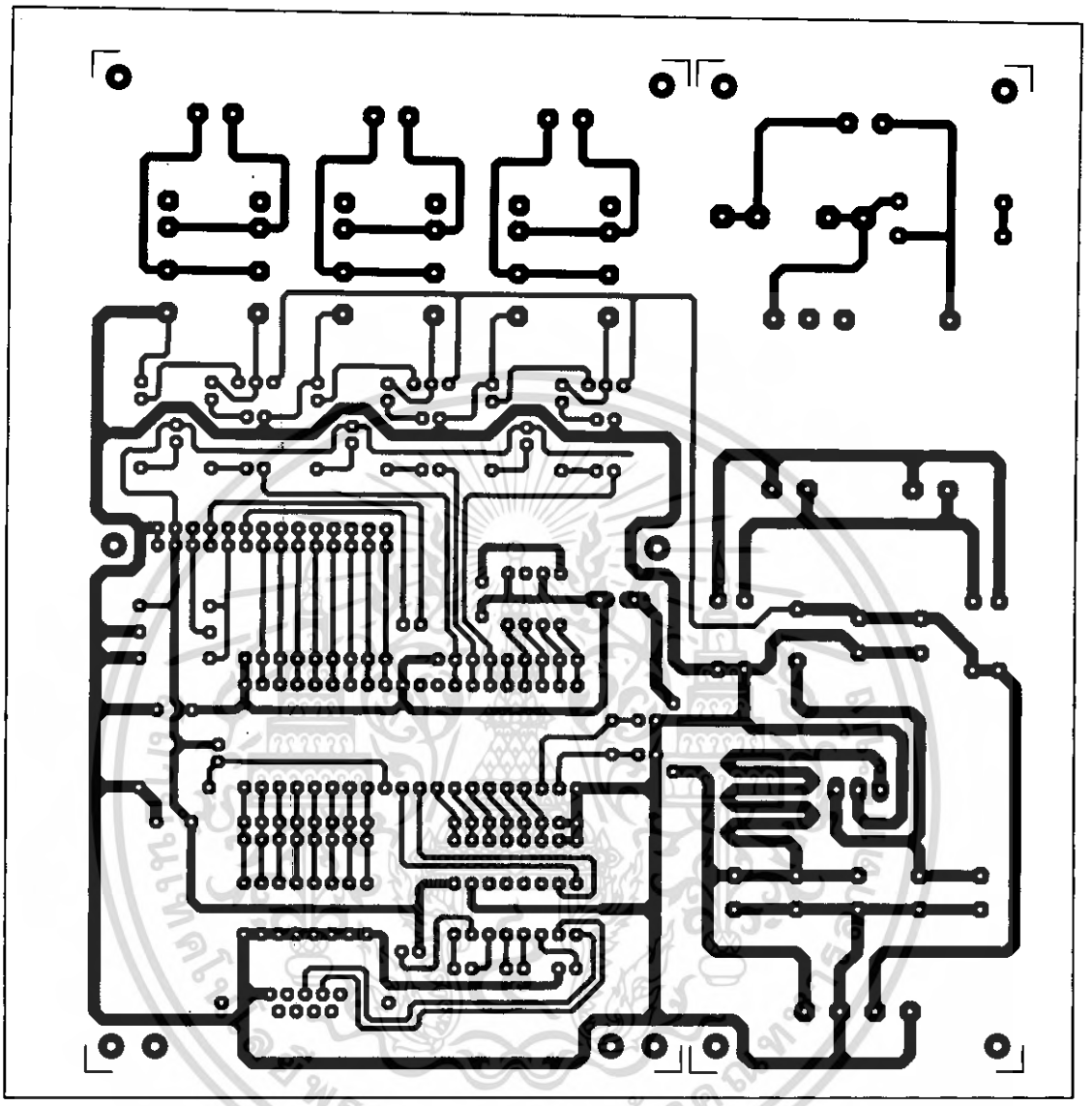
รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ลงแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



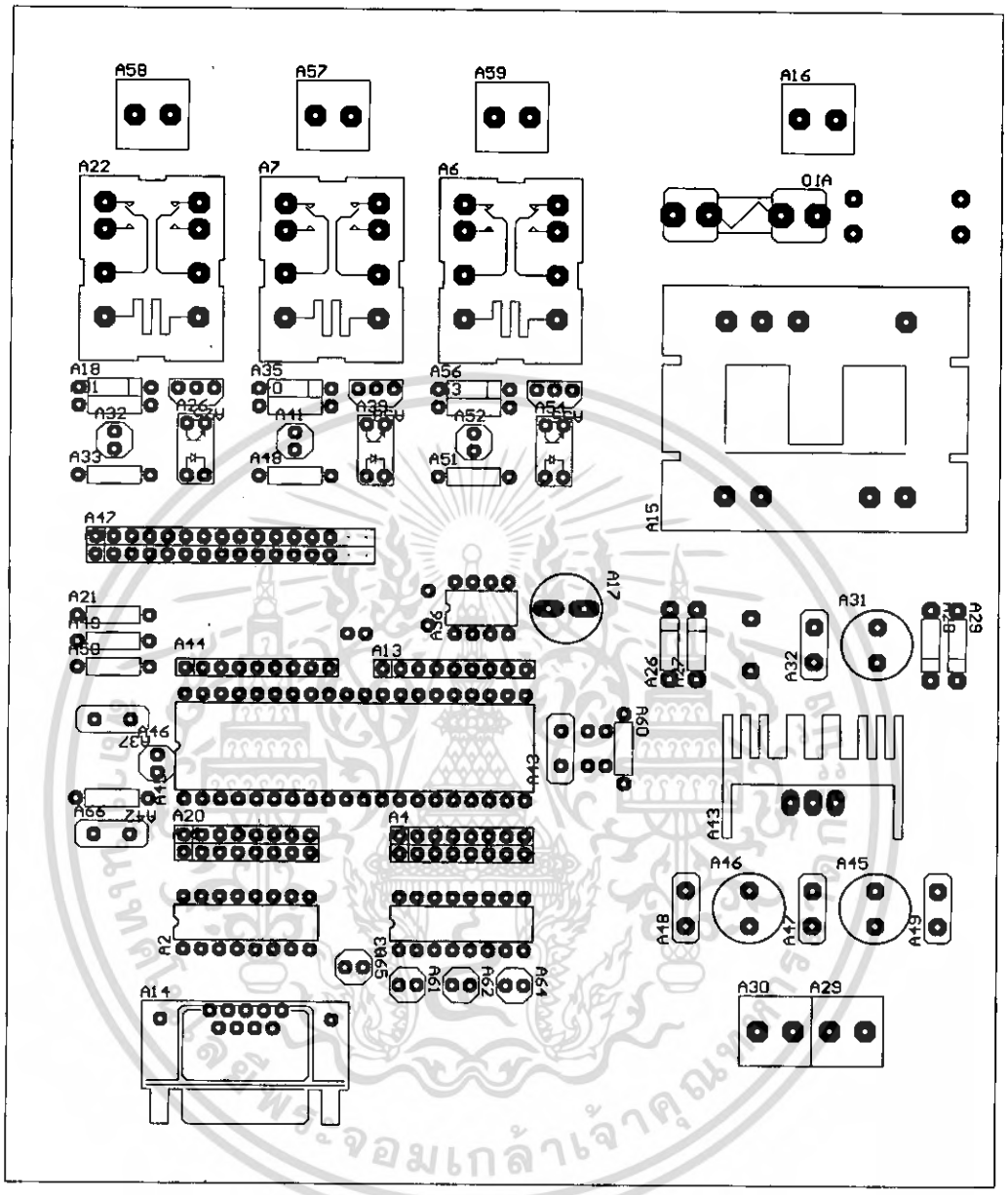
รูปที่ ข.4 วงจรควบคุมและวงจรแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุมและวงจรแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ลงแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุมและวงจรแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุม

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C51	1 ตัว
IC2	7805	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1,D2,D3	1N4002	3 ตัว
BD1	AM102	1 ตัว
TR1,TR3,TR5	A1015	3 ตัว
TR2,TR4,TR6	A1815	3 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R PACKET	10 kΩ	1 ตัว
R9,R12,R15	4.7 kΩ	3 ตัว
R10,R13,R16	2.2 kΩ	3 ตัว
R11,R14,R17	330 Ω	3 ตัว
R18	680 Ω	1 ตัว
R19	10 kΩ	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C6,C8	0.1 µF	3 ตัว
C2	10 µF	1 ตัว
C3,C4	30 pF	2 ตัว
C5,C7	1000 µF	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
CY1	11.0592 MHz.	1 ตัว
K1	Relay 12 V/ 5 A	3 ตัว
J1	Connecter 2 pin	1 ตัว
J2	Connecter 28 pin	1 ตัว
J3	Connecter 16 pin	1 ตัว
Sensor	H42B6	1 ตัว
Coin	Mulit-denominations	1 ชุด
	12 V	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายการละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

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

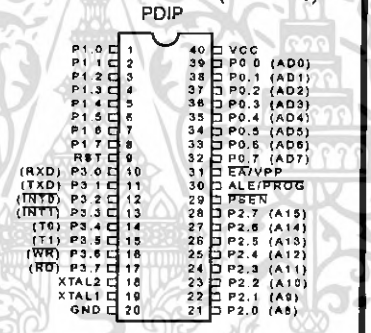
Description

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

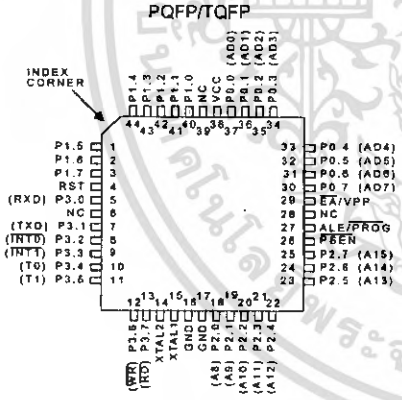
(continued)

Pin Configurations

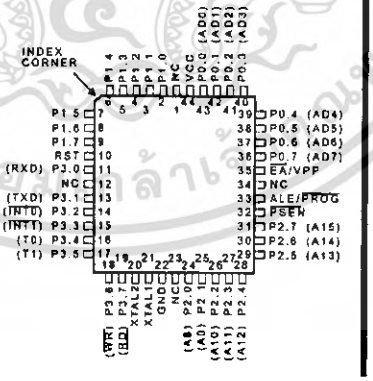
PDIP



PQFP/TQFP



PLCC



8-Bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

0265F-A-12/97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Pin Description

V_{CC}
Supply voltage.

GND
Ground.

Port 0
Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional 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 bidirectional 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 bidirectional 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 bidirectional 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 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.

$\overline{PSEN}$
Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$\overline{EA}$/V_{PP}
External Access Enable. $\overline{EA}$ 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, $\overline{EA}$ will be internally latched on reset.

$\overline{EA}$ 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

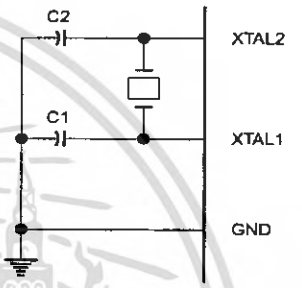
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected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

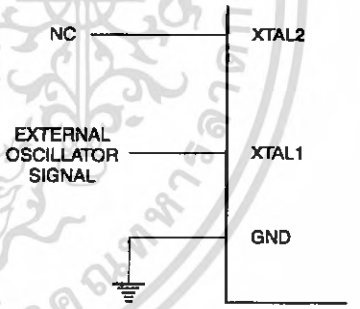
It should be noted that when idle is terminated by a hard ware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port 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

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Status of External Pins During Idle and Power Down Modes

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 Pulldown Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power Down Mode[2]	V_{CC} = 6V		100	µA
		V_{CC} = 3V		40	µA

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

2. Minimum V_{CC} for Power Down is 2V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

February 1995

LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expanded to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

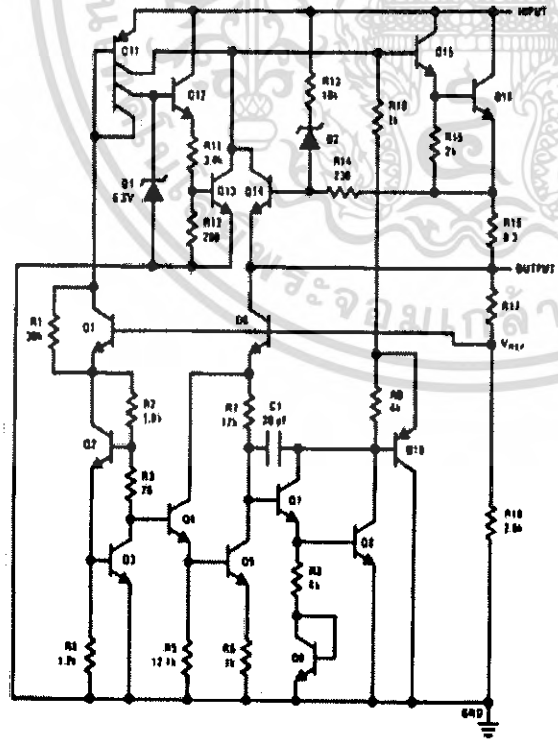
Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

Schematic and Connection Diagrams



TL/H/7748–1

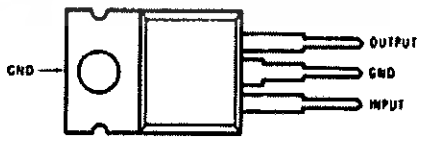
Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum

TL/H/7748–2

Bottom View

Order Number LM7805CK,
LM7812CK or LM7815CK
See NS Package Number KC02A

Plastic Package
TO-220 (T)



TL/H/7748–3

Top View

Order Number LM7805CT,
LM7812CT or LM7815CT
See NS Package Number T03B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Input Voltage (V_O = 5V, 12V and 15V)	35V
Internal Power Dissipation (Note 1)	Internally Limited
Operating Temperature Range (T_A)	0°C to +70°C
Maximum Junction Temperature	
(K Package)	150°C
(T Package)	150°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	
TO-3 Package K	300°C
TO-220 Package T	230°C

Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) 0°C ≤ Tj ≤ 125°C unless otherwise noted

Output Voltage				5V			12V			15V			Units
Input Voltage (unless otherwise noted)				10V			19V			23V			
Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_O	Output Voltage	Tj = 25°C, 5 mA ≤ I_O ≤ 1A		4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V
		P_D ≤ 15W, 5 mA ≤ I_O ≤ 1A		4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.5 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
ΔV_O	Line Regulation	I_O = 500 mA	Tj = 25°C		3	50		4	120		4	150	mV
			ΔV_{IN}	(7 ≤ V_{IN} ≤ 25)			14.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
			0°C ≤ Tj ≤ +125°C			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}	(8 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(15 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(18.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
		I_O ≤ 1A	Tj = 25°C			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}	(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.6 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.7 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
			0°C ≤ Tj ≤ +125°C			25			60			75	mV
			ΔV_{IN}	(8 ≤ V_{IN} ≤ 12)			(18 ≤ V_{IN} ≤ 22)			(20 ≤ V_{IN} ≤ 26)			V
ΔV_O	Load Regulation	Tj = 25°C	5 mA ≤ I_O ≤ 1.5A		10	50		12	120		12	150	mV
			250 mA ≤ I_O ≤ 750 mA			25			60			75	mV
		5 mA ≤ I_O ≤ 1A, 0°C ≤ Tj ≤ +125°C				50			120			150	mV
I_O	Quiescent Current	I_O ≤ 1A	Tj = 25°C			8			8			8	mA
			0°C ≤ Tj ≤ +125°C			8.5			8.5			8.5	mA
ΔI_O	Quiescent Current Change	5 mA ≤ I_O ≤ 1A				0.5			0.5			0.5	mA
		Tj = 25°C, I_O ≤ 1A				1.0			1.0			1.0	mA
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.8 ≤ V_{IN}≤ 27)			(17.9 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
		I_O ≤ 500 mA, 0°C ≤ Tj ≤ +125°C				1.0			1.0			1.0	mA
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7 ≤ V_{IN} ≤ 25)			(14.5 ≤ V_{IN}≤ 30)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
V_N	Output Noise Voltage	T_A = 25°C, 10 Hz ≤ f ≤ 100 kHz			40			75			90		μV
$\frac{\Delta V_{IN}}{\Delta V_{OUT}}$	Ripple Rejection	f = 120 Hz	I_O ≤ 1A, Tj = 25°C or	62	80		55	72		54	70		dB
			I_O ≤ 500 mA	62			55			54			dB
			0°C ≤ Tj ≤ +125°C										
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(8 ≤ V_{IN} ≤ 18)			(15 ≤ V_{IN} ≤ 25)			(18.5 ≤ V_{IN} ≤ 28.5)			V
R_O	Dropout Voltage	Tj = 25°C, I_{OUT} = 1A			2.0			2.0			2.0		V
	Output Resistance	f = 1 kHz			8			18			19		mΩ
	Short-Circuit Current	Tj = 25°C			2.1			1.5			1.2		A
	Peak Output Current	Tj = 25°C			2.4			2.4			2.4		A
	Average TC of V_{OUT}	0°C ≤ Tj ≤ +125°C, I_O = 5 mA			0.6			1.5			1.8		mV/°C
V_{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	Tj = 25°C, I_O ≤ 1A			7.5		14.6			17.7			V

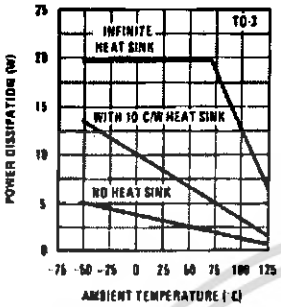
Note 1: Thermal resistance of the TO-3 package (K, KC) is typically 4°C/W junction to case and 35°C/W case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (T) is typically 4°C/W junction to case and 50°C/W case to ambient.

Note 2: All characteristics are measured with capacitor across the input of 0.22 μF, and a capacitor across the output of 0.1μF. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques (t_w ≤ 10 ms, duty cycle ≤ 5%). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

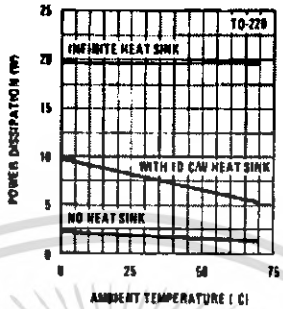
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

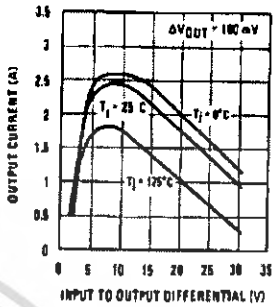
Maximum Average Power Dissipation



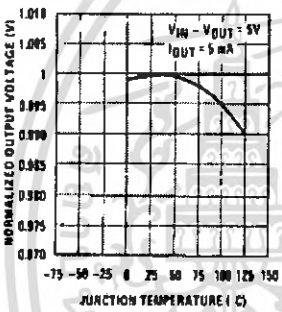
Maximum Average Power Dissipation



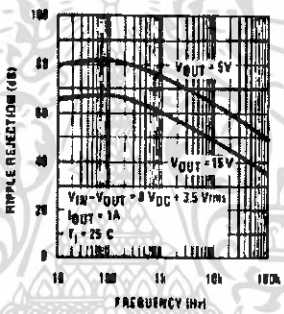
Peak Output Current



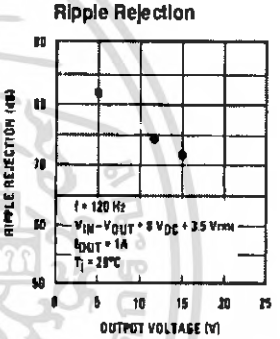
Output Voltage (Normalized to 1V at TJ = 25°C)



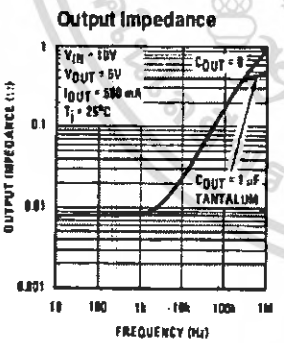
Ripple Rejection



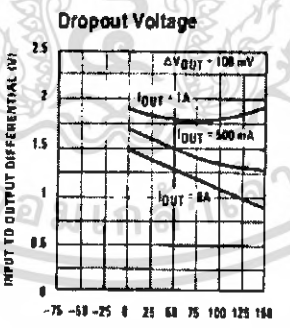
Ripple Rejection



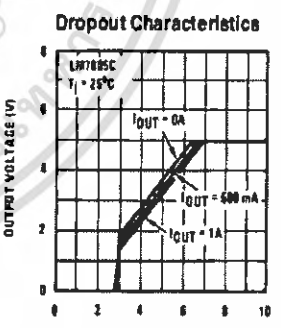
Output Impedance



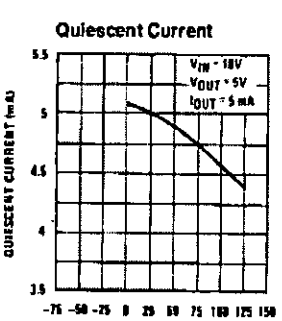
Dropout Voltage



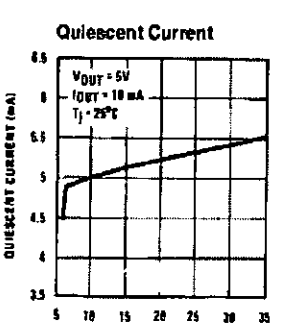
Dropout Characteristics



Quiescent Current



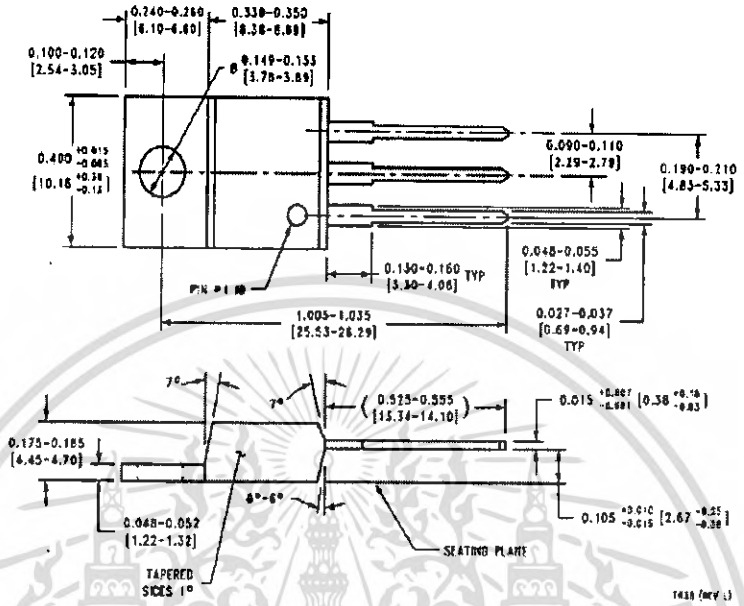
Quiescent Current



TL/H/7746–4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



TO-220 Package (T)
Order Number LM7805CT, LM7812CT or LM7815CT
NS Package Number T03B

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
1111 West Bardin Road
Arlington, TX 76017
Tel: 1(800) 272-9959
Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
Fax: (+49) 0-180-530 85 86
Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

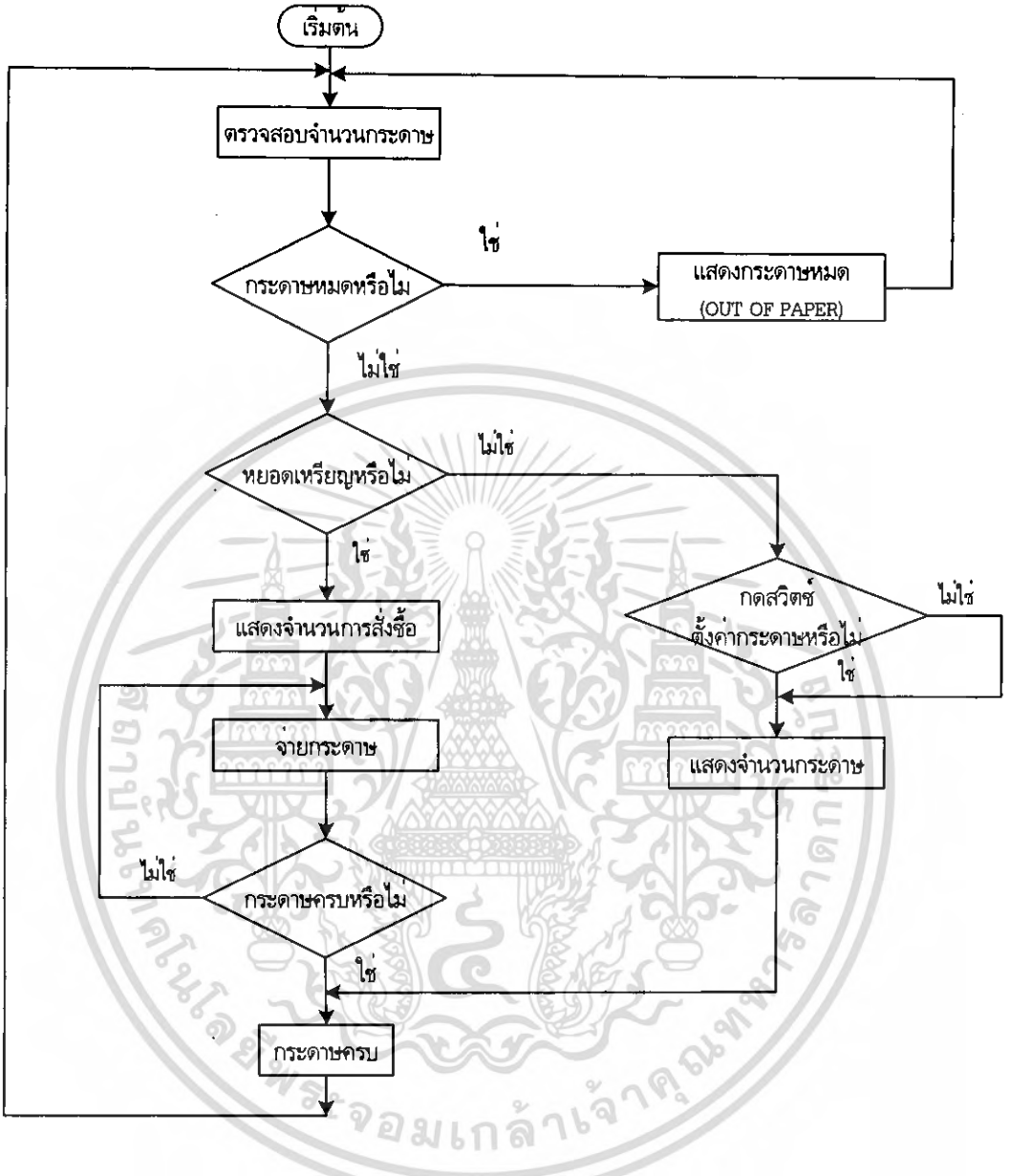
National Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1600
Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-043-299-2309
Fax: 81-043-299-2408

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
ผังงานการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.1 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ

```
;       AUTO PAPER
;       FTMR3.PCB
;

SPAC:   DS      48
DP01:   DS      1
DP02:   DS      1
DP03:   DS      1
DP04:   DS      1
DP05:   DS      1
DP06:   DS      1

CT00:   DS      1
CT01:   DS      1

KLOC    BIT     00H
CLON    BIT     01H

        ORG     0000H
        LJMP    INIT

        ORG     000BH
        LJMP    TIME

        ORG     0030H
INIT:   MOV     P0,#0FFH
        MOV     P2,#0FFH
        MOV     P1,#0FFH
        MOV     P3,#0FFH
        MOV     R0,#00          ; GP
        MOV     R1,#00          ; GP
        MOV     R2,#00
        MOV     R3,#00
        MOV     R4,#00
        MOV     R5,#00          ; Delay
        MOV     R6,#00          ; Delay
        MOV     R7,#00          ; Delay
        MOV     DP01,#00
        MOV     DP02,#00
        MOV     DP03,#00
        MOV     DP04,#00
        MOV     DP05,#00
        MOV     DP06,#00
        MOV     CT00,#40
        MOV     CT01,#100
        SETB    KLOC
        MOV     TMOD,#22H       ; Timer 0-1 8 Bit Auto Reload
        MOV     TH0,#256-231    ; Timer 0
        MOV     TL0,#256-231    ;
        CLR     TR0             ; Stop Timer
        SETB    IE.1
        SETB    IE.7

        MOV     SCON,#50H       ; Serial Mode 1
        MOV     TH1,#0FDH       ; 9600 Bps
        MOV     TL1,#0FDH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB    TR1     ; Start Timer
        CLR     RI      ; Clear Receive Bit
        CLR     TI      ; Clear Transmitt Bit
        LCALL   INLD

;--->   Main Loop  ------------------------

MAIN:   MOV     R7,#00
        DJNZ     R7,$
        LCALL   KEYB    ; Key Set
        LCALL   DISP    ; Display
        MOV     A,DP01  ; Check
        JNZ     MN09
        MOV     A,DP02
        JNZ     MN09
        MOV     A,DP03
        JNZ     MN09

MN00:   SETB    P2.7    ; Off Motor
        SETB    P2.6
        CLR     P2.5    ; Alarm On
        MOV     DP04,#00  ; Clear Coin
        MOV     DP05,#00
        MOV     DP06,#00
        LJMP    MAIN
MN09:   SETB    P2.5
        MOV     A,DP04      ; Check
        JNZ     MN10
        MOV     A,DP05
        JNZ     MN10
        MOV     A,DP06
        JNZ     MN10
        LJMP    MAIN
MN10:   CLR     P2.7        ; On M1 M2
        CLR     P2.6
MN11:   LCALL   KEYB        ; Paper In
        LCALL   DISP
        JNB     P1.2,MN11
        MOV     R7,#00
        DJNZ    R7,$

MN12:   LCALL   KEYB        ; Paper Out
        LCALL   DISP
        JB      P1.2,MN12
        SETB    P2.7        ; Off M1

        DEC     DP03        ; Count Down
        MOV     A,DP03
        CJNE    A,#0FFH,MN121
        MOV     DP03,#09

        DEC     DP02
        MOV     A,DP02
        CJNE    A,#0FFH,MN121
        MOV     DP02,#09

        DEC     DP01
        MOV     A,DP01
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE    A,#0FFH,MN121
        MOV     DP01,#09

MN121:  DEC     DP06            ; Count Down
        MOV     A,DP06
        CJNE    A,#0FFH,MN13
        MOV     DP06,#09

        DEC     DP05
        MOV     A,DP05
        CJNE    A,#0FFH,MN13
        MOV     DP05,#09

        DEC     DP04
        MOV     A,DP04
        CJNE    A,#0FFH,MN13
        MOV     DP04,#09

MN13:   MOV     R5,#03          ; Delay
MN14:   MOV     R6,#04
MN15:   MOV     R7,#04
MN16:   LCALL   KEYB
        LCALL   DISP
        DJNZ    R7,MN16
        DJNZ    R6,MN15
        DJNZ    R5,MN14
        SETB    P2.6            ; Off M2

EMAN:   LJMP    MAIN            ; End Main

;--->   Key Setting  ------------------------

KEYB:   JNB     P1.0,KEON       ; Coin In
        JNB     P3.4,KEON
        JNB     P3.5,KEON
        JNB     P3.6,KEON
        JNB     P3.7,KEON
        CLR     KLOC
        LJMP    EKEY

KEON:   JB      KLOC,EKEY
        SETB    KLOC

KECN:   JB      P1.0,KE10       ; Coin
        MOV     R0,#03          ; Paper / Coin
KCN1:   INC     DP06            ; Count Up
        MOV     A,DP06
        CJNE    A,#10,EKCN
        MOV     DP06,#00

        INC     DP05
        MOV     A,DP05
        CJNE    A,#10,EKCN
        MOV     DP05,#00

        INC     DP04
        MOV     A,DP04
        CJNE    A,#10,EKCN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          MOV     DP04,#00

EKCN:     DJNZ    R0,KCN1
          LJMP    EKEY
KE10:     JB      P3.4,KE20       ; Key 1
          INC     DP01
          MOV     A,DP01
          CJNE    A,#10,EKE1
          MOV     DP01,#00

EKE1:     LJMP    EKEY
KE20:     JB      P3.5,KE30       ; Key 2
          INC     DP02
          MOV     A,DP02
          CJNE    A,#10,EKE2
          MOV     DP02,#00

EKE2:     LJMP    EKEY
KE30:     JB      P3.6,KE40       ; Key 3
          INC     DP03
          MOV     A,DP03
          CJNE    A,#10,EKE3
          MOV     DP03,#00

EKE3:     LJMP    EKEY
KE40:     JB      P3.7,KE50       ; Key 4
          MOV     DP01,#00
          MOV     DP02,#00
          MOV     DP03,#00

EKE4:     LJMP    EKEY
KE50:     NOP
          LJMP    EKEY
EKEY:     RET

;--->   Write Data to LCD  ------------------------------------
DISP:     MOV     A,DP01          ; Check
          JNZ     DIP1
          MOV     A,DP02
          JNZ     DIP1
          MOV     A,DP03
          JNZ     DIP1

DIP0:     MOV     A,#80H          ; LCD Address
          LCALL   LCDX
          MOV     A,#'O'          ; 1
          LCALL   WRCH
          MOV     A,#'U'          ; 2
          LCALL   WRCH
          MOV     A,#'T'          ; 3
          LCALL   WRCH
          MOV     A,#' '          ; 4
          LCALL   WRCH
          MOV     A,#'O'          ; 5
          LCALL   WRCH
          MOV     A,#'F'          ; 6
          LCALL   WRCH
          MOV     A,#' '          ; 7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#'P'          ; 8
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#0C0H         ; LCD Address
        LCALL   LCDX
        MOV     A,#'A'          ; 9
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#'P'          ; 10
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#'E'          ; 11
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#'R'          ; 12
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#' '          ; 13
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#'!'          ; 14
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#'!'          ; 15
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#'!'          ; 16
        LCALL   WRCH
        RET

DIP1:   MOV     A,#80H          ; LCD Address
        LCALL   LCDX
        MOV     A,#'<'          ; 1
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#' '          ; 2
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#'M'          ; 3
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#'='          ; 4
        LCALL   WRCH
        MOV     A,DP01          ; 5
        ORL     A,#00110000B
        LCALL   WRCH
        MOV     A,DP02          ; 6
        ORL     A,#00110000B
        LCALL   WRCH
        MOV     A,DP03          ; 7
        ORL     A,#00110000B
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#' '          ; 8
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#0C0H         ; LCD Address
        LCALL   LCDX
        MOV     A,#'>'          ; 9
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#'<'          ; 10
        LCALL   WRCH
        MOV     A,#' '          ; 11
        LCALL   WRCH
        MOV     A,DP04          ; 12
        ORL     A,#00110000B
        LCALL   WRCH
        MOV     A,DP05          ; 13
        ORL     A,#00110000B
        LCALL   WRCH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          MOV     A,DP06          ; 14
          ORL     A,#00110000B
          LCALL   WRCH
          MOV     A,#' '          ; 15
          LCALL   WRCH
          MOV     A,#'>'          ; 16
          LCALL   WRCH
          RET

;--->   LCD Activity  ----------------------

LCDP      EQU     P0              ; LCD Data Port
LCRS      EQU     P3.3            ; LCD RS
LCEN      EQU     P3.2            ; LCD Chip Select

INLD:     CLR     LCRS                ; Initial LCD
          MOV     LCDP,#00111000B     ; 8 Bit 1/16 Duty
          LCALL   WRT
          MOV     LCDP,#00001100B ; Display On
          LCALL   WRT
          MOV     LCDP,#00000001B ; Clear Display
          LCALL   WRT
          LCALL   HHLY                ; Delay
          LCALL   HHLY
          MOV     DPTR,#LGO1          ; Display Logo
          LCALL   LCD0
          LCALL   HHLY
          LCALL   HHLY
          MOV     DPTR,#LGO2          ; Display Logo
          LCALL   LCD0
          LCALL   HHLY
          MOV     DPTR,#LGO3          ; Display Logo
          LCALL   LCD0
          LCALL   HHLY
          MOV     DPTR,#LGO4          ; Display Logo
          LCALL   LCD0
          LCALL   HHLY
          MOV     DPTR,#LGO5          ; Display Logo
          LCALL   LCD0
          LCALL   HHLY
          MOV     DPTR,#LGO4          ; Display Logo
          LCALL   LCD0
          LCALL   HHLY
          RET

LCD0:     MOV     LCDP,#80H
          CLR     LCRS
          LCALL   WRT
          LCALL   WDAT
          MOV     LCDP,#0C0H
          CLR     LCRS
          LCALL   WRT
          LCALL   WDAT
          RET

LCD1:     MOV     LCDP,#80H
          CLR     LCRS
          LCALL   WRT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL   WDAT
          RET

LCD2:     MOV     LCDP,#0C0H
          CLR     LCRS
          LCALL   WRT
          LCALL   WDAT
          RET

LCDX:     MOV     LCDP,A
          CLR     LCRS
          LCALL   WRT
          RET

WDAT:     MOV     R0,#08
WDT1:     MOV     A,#00
          MOVC    A,@A+DPTR
          MOV     LCDP,A
          SETB    LCRS
          LCALL   WRT
          INC     DPTR
          DJNZ    R0,WDT1
          MOV     LCDP,#0FFH
          RET

WR3B:     MOV     R1,#03
WR31:     MOV     A,#00
          MOVC    A,@A+DPTR
          MOV     LCDP,A
          SETB    LCRS
          LCALL   WRT
          INC     DPTR
          DJNZ    R1,WR31
          MOV     LCDP,#0FFH
          RET

WRBT:     MOVC    A,@A+DPTR
WRCH:     MOV     LCDP,A
          SETB    LCRS
          LCALL   WRT
          MOV     LCDP,#0FFH
          RET

WRT:      CLR     LCEN
          MOV     R2,#00
          DJNZ    R2,$
          SETB    LCEN
          MOV     R2,#00
          DJNZ    R2,$
          RET

LGO1:     DB      'Initial System !'
LGO2:     DB      '................'
LGO3:     DB      'Auto Paper  V1.2'
LGO4:     DB      '                '
LGO5:     DB      '>- [ READY! ] -<'

;--->   Timer 0 Interrupt  -----------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

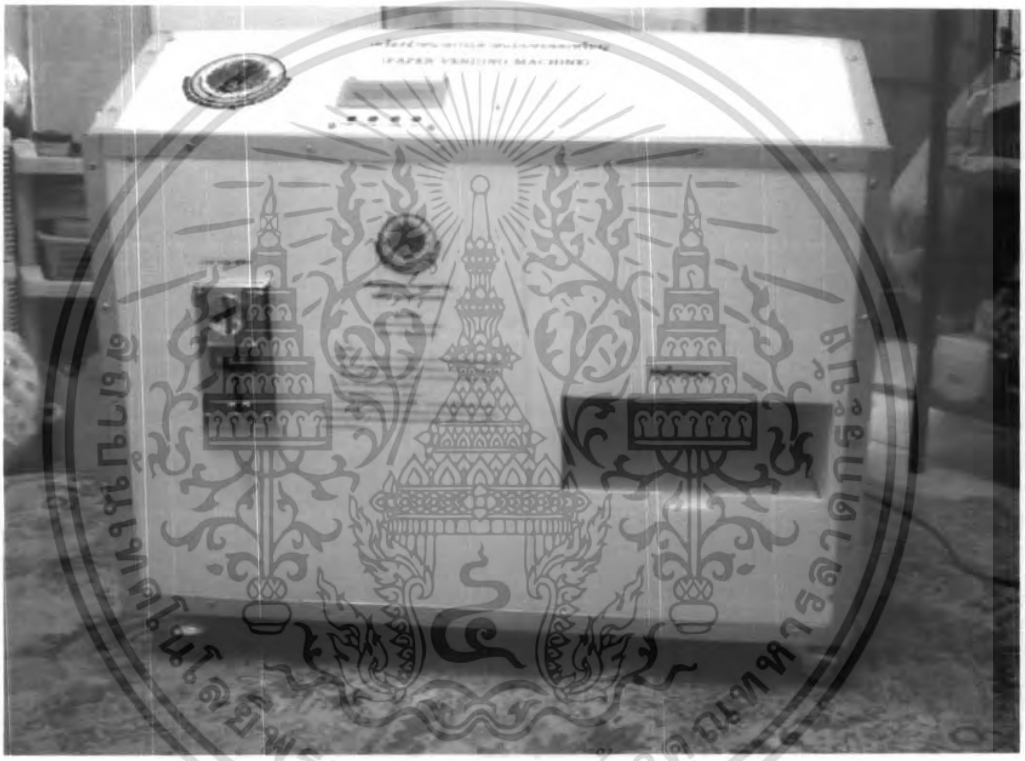
```
JETIM:      LJMP    ETIM

TIME:       DJNZ    CT00,JETIM      ; 0.01 Sec
            MOV     CT00,#40
            DJNZ    CT01,JETIM      ; 1 Sec
            MOV     CT01,#100
            CLR     TR0
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

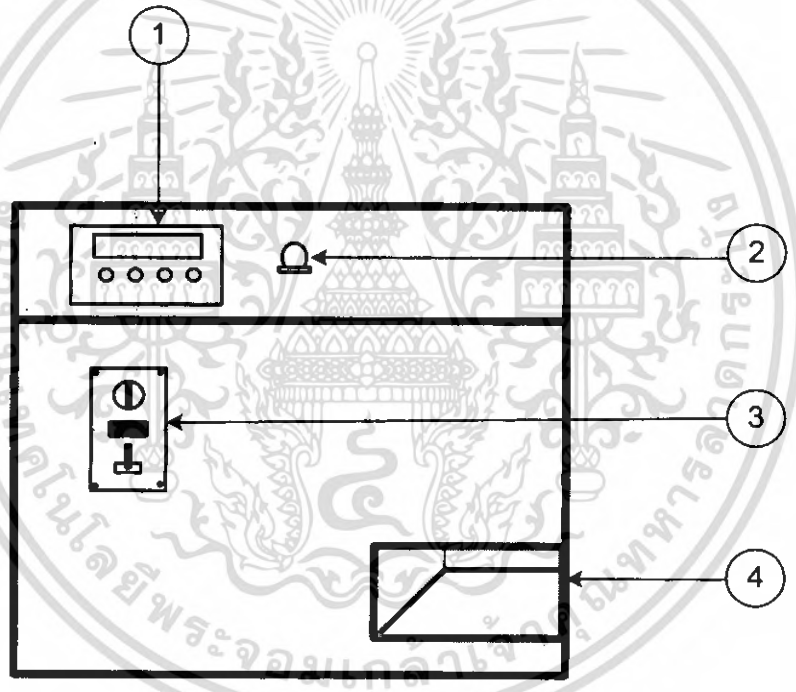
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ

1. คำแนะนำเบื้องต้น

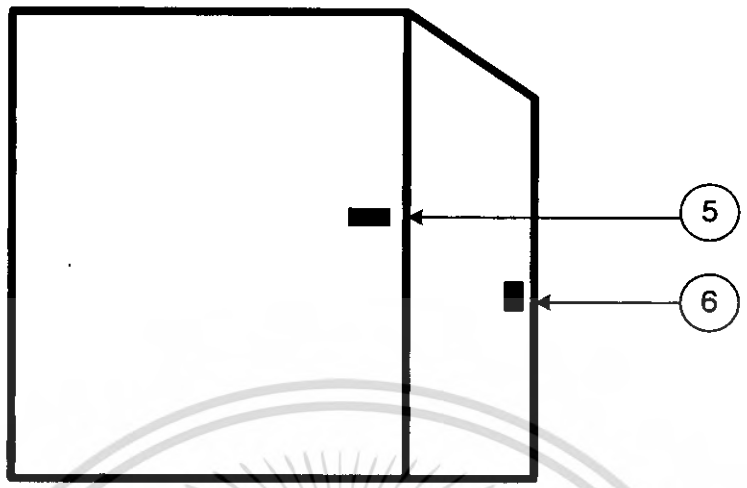
ก่อนที่จะลงมือใช้งานเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญด้วยตนเอง ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อการใช้งานที่ถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม

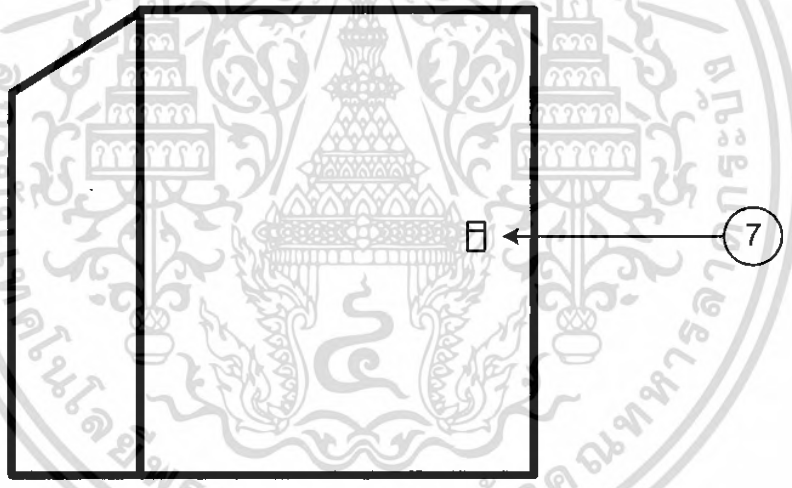


รูปที่ ช.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ช.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ (ด้านซ้าย)



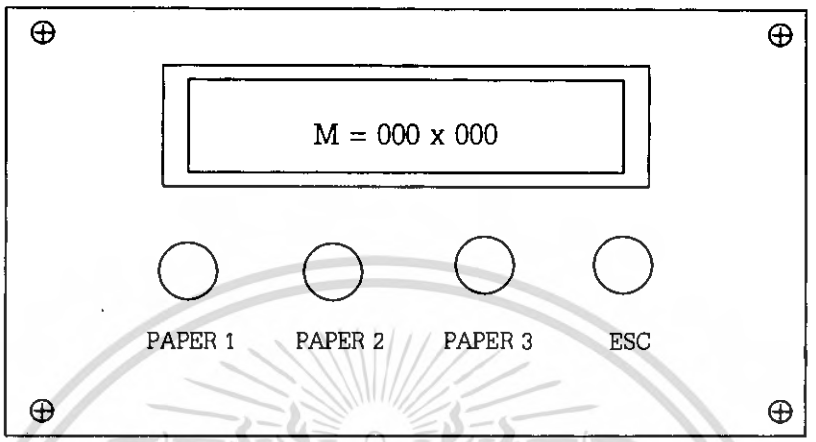
รูปที่ ช.3 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ (ด้านขวา)

จากรูปที่ ช.1 ช.2 และ ช.3 มีรายละเอียดต่างๆดังนี้

1. กล่องควบคุมการทำงานของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ
2. หลอดไฟเตือนเมื่อกระดาษหมด
3. ชุดหยอดเหรียญ
4. ช่องรับกระดาษ
5. ที่จับประตูสำหรับเปิดใส่กระดาษ
6. ที่จับประตูสำหรับเปิดเก็บเหรียญ
7. สวิตช์เปิดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การติดตั้งและการใช้งาน



รูปที่ ช.4 กล่องควบคุมสถานการณ์ทำงานของเครื่องจำหน่ายกระดาษแบบหยอดเหรียญ

1. เปิดเครื่อง
2. ที่หน้าจอ LCD จะมีคำว่า "OUT OF PAPER" ทำการตั้งค่าจำนวนกระดาษที่ใส่ลงในถาด โดยกดปุ่ม PAPER 1 จะสามารถตั้งกระดาษได้ตั้งแต่ 100-900 แผ่น กดปุ่ม PAPER 2 จะสามารถตั้งกระดาษได้ตั้งแต่ 10-90 แผ่น กดปุ่ม PAPER 3 จะสามารถตั้งกระดาษได้ตั้งแต่ 1-9 แผ่น
3. ที่ M = 000 จะเปลี่ยนไปตามจำนวนที่ผู้ใช้ได้ตั้งไว้
4. สามารถหยอดเหรียญ 1 บาท 5 บาท และ10 บาท
5. ที่ x 000 จะเปลี่ยนเป็นจำนวนกระดาษที่สั่งซื้อ 1 บาท จะสามารถสั่งซื้อกระดาษได้ 3 แผ่น

*** หมายเหตุหากต้องการเปลี่ยนจำนวนกระดาษให้กดปุ่ม ESC จากนั้นกดปุ่มตั้งค่าจำนวนกระดาษใหม่ หากกระดาษในถาดหมด เครื่องจะรีเซตกระดาษเป็นศูนย์และมีไฟเตือน ดังนั้นก่อนจะทำการสั่งซื้อควรดูจำนวนกระดาษที่เหลือก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวอรุณี กุลบุตร
วัน เดือน ปีเกิด	19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2527
ภูมิลำเนา	4 หมู่ 9 ตำบลทุ่งทราย อำเภอทรายทองวัฒนา จังหวัดกำแพงเพชร 62190
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านทุ่งทราย จังหวัดกำแพงเพชร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนทุ่งทรายวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนทุ่งทรายวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ท้อได้แต่อย่าถอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้