ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ

Automatic Resistor Distributor

ชื่อนักศึกษา

1. นางสาวประกายวรรณ ธรรมสังวาลย์	รหัสประจำตัว	45035390
2. นายศรายุทธ สมบัติ	รหัสประจำตัว	45035400
3. ว่าที่ร.ต.สมโภช อรุณศิริ	รหัสประจำตัว	45035404
4. ว่าที่ร.ต.อขนิษฐ เครืออนันต์	รหัสประจำตัว	45035410

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. ผศ.กิติพงศ์ มะโน	
2. อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล	
3. ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	
4. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
5. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันจันทร์ที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2547 เวลา 09.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 31 เดือน มี.ค. พ.ศ. 47

<BT46620282>

เครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ

AUTOMATIC RESISTOR DISTRIBUTOR

นางสาวประกายวรรณ ธรรมสังวาลย์
นายศรายุทธ สมบัติ
ว่าที่ ร.ต. สมโภช อรุณศิริ
ว่าที่ ร.ต. อชนิษฐ เครืออนันต์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51860
วัน,เดือน,ปี 3 ส.ค. 2547

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ

Automatic Resistor Distributor

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาส่วนประกอบภาคต่างๆ ของระบบการควบคุมเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติได้
2. เพื่อออกแบบวงจรที่ใช้ในการเบิกจ่ายของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติได้
3. เพื่อสร้างเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติได้
4. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติได้
5. เพื่อนำเครื่องจ่ายตัวความต้านทานไปใช้ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจหลักการทำงานในส่วนประกอบภาคต่างๆ ของระบบควบคุมเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ
2. ได้วงจรต้นแบบที่ใช้ในการเบิกจ่ายของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ
3. ได้เครื่องต้นแบบ เครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ
5. สามารถนำเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติไปใช้งานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ	
นักศึกษา	นางสาวประกายวรรณ	ธรรมสังวาลย์
	นายศรายุทธ	สมบัติ
	ว่าที่ ร.ต.สมโภช	อรุณศิริ
	ว่าที่ ร.ต.อชนิษฐ	เครืออนันต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุชิน	อาจหาญ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ ซึ่งสามารถเบิกจ่ายตัวความต้านทานได้ สูงสุด 30 เบอร์ แสดงผลการเบิกจ่ายทางจอแอลซีดี และสามารถอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขข้อมูลต่างๆ ใส่ค่าความต้านทาน และจำนวนตัวความต้านทานที่ต้องการก็สามารถที่จะทำการเบิกจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติได้ เครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัตินี้จะให้ความสะดวก และป้องกันความผิดพลาดในการหยิบตัวความต้านทานไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Resistor Distributor	
Students	Miss Prakaywan	Tumsangwan
	Mr.Sarayuth	Sombat
	Acting SUB.LT.Sompoch	Aroonsiri
	Acting SUB.LT.Akhanit	Khruanan
Advisor	Asst.Prof.Wisuit	Atiporntum
Co-Advisor	Mr.Suchin	Adhan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronics and Computer	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis presents the automatic resistor distributor. It can distribute resistor totally 30 values, display distributor by LCD, interface with computer for edit data. 1, put values resistor and 2, put the resistor your require, the process complete. The automatic resistor distributor gives convenience and protects error in to pick resistor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณ ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม และคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และห้องสมุดกลาง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่ระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	3
2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	3
2.2.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	3
2.2.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	5
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	6
2.3.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	7
2.3.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบพื้นฐาน	8
2.3.3 การทำงานของวงจรขยายแบบการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์	9
2.3.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	10
2.4 ตัวตรวจจับแบบใช้แสง	11
2.4.1 หลักการพื้นฐานของตัวตรวจจับแบบใช้แสง	11
2.4.2 ชนิดของตัวตรวจจับแบบใช้แสง	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	14
3.1 กล่าวนำ	14
3.2 การออกแบบ และการทำงานของวงจรเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ	15
3.2.1 ส่วนของวงจรควบคุมและประมวลผล	15
3.2.2 ส่วนของวงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตซ์	16
3.2.3 ส่วนของวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี	17
3.2.4 ส่วนของวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์	18
3.3 การออกแบบ โครงสร้างภายนอกของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ	19
3.3.1 ส่วนของชุดเก็บตัวความต้านทาน	19
3.3.2 ส่วนของชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน	20
3.3.3 ส่วนของชุดกลไกในการหมุนขับตัวความต้านทาน	21
3.3.4 ส่วนของชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทาน	22
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	23
4.1 กล่าวนำ	23
4.2 การทดลองการทำงานของชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน	23
4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง	25
4.2.2 ผลการทดลอง	25
4.3 การทดลองการทำงานของชุดกลไกในการหมุนขับตัวความต้านทาน	25
4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง	25
4.3.2 ผลการทดลอง	26
4.4 การทดลองการทำงานของชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทาน	27
4.4.1 ลำดับขั้นการทดลอง	27
4.4.2 ผลการทดลอง	28
4.5 การทดลองการทำงานแบบอัตโนมัติ	28
4.5.1 ลำดับขั้นการทดลอง	28
4.5.2 ผลการทดลอง	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 บทสรุป	34
5.1 สรุป	34
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	36
5.3 แนวทางการพัฒนา	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	39
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	42
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	47
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	50
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	73
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	77
ประวัติผู้แต่ง	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการทดลองชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน	25
4.2 ผลการทดลองขับตัวความต้านทาน	26
4.3 ผลการทดลองตัดตัวความต้านทาน	28
4.4 ผลการทดลองเบิกตัวความต้านทานแบบอัตโนมัติ	32
4.5 ผลการทดลองเปลี่ยนค่าความต้านทานในหน่วยความจำ	33
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมและประมวลผล	48
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์	48

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	4
2.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	6
2.3 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน	7
2.4 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม	7
2.5 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร	8
2.6 แผนผังการทำงานการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบพื้นฐาน	8
2.7 วงจรพื้นฐานของวงจรขยายแบบการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์	9
2.8 การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์	10
2.9 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก	11
2.10 ตัวตรวจจับแบบแสงชนิดลำแสงผ่านตลอด	12
2.11 ตัวตรวจจับแบบแสงชนิดลำแสงสะท้อนกลับ	12
2.12 ตัวตรวจจับแบบแสงชนิดตรวจจับโดยตรง	12
3.1 โครงสร้างการทำงานเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ	14
3.2 วงจรควบคุมและประมวลผล	16
3.3 วงจรคีย์เมตริกซ์สวิตช์	16
3.4 วงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี	17
3.5 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์	18
3.6 ม้วนเก็บตัวความต้านทาน	19
3.7 ชุดลูกยางสำหรับขับตัวความต้านทาน	19
3.8 ลักษณะการติดตั้งกลไกชุดหมุน	20
3.9 การติดตั้งเฟืองบังคับให้โซ่ตึง	20
3.10 การติดตั้งมอเตอร์เข้ากับเฟือง	21
3.11 ชุดกลไกในการหมุนขับตัวความต้านทาน	22
3.12 ชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทาน	22
4.1 วงจรสวิทช์ควบคุมมอเตอร์	23
4.2 การต่อวงจรสวิทช์ควบคุมมอเตอร์	24
4.3 ทดสอบกลไกการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 ทดสอบกลไกการหมุนขับตัวความต้านทาน	26
4.5 ทดสอบกลไกในการตัดตัวความต้านทาน	27
4.6 ข้อความต้อนรับบนจอแอลซีดี	28
4.7 จอแอลซีดีแสดงสถานะรอรับค่าความต้านทาน	29
4.8 จอแอลซีดีแสดงสถานะรอรับจำนวนตัวความต้านทาน	29
4.9 จอแอลซีดีแสดงสถานะรอ	30
4.10 จอแอลซีดีแสดงข้อความให้เลือกชุดเก็บตัวความต้านทาน	31
4.11 จอแอลซีดีแสดงค่าความต้านทานที่มีอยู่ในชุดเก็บ	31
4.12 จอแอลซีดีแสดงจำนวนตัวความต้านทานที่มีอยู่ในชุดเก็บ	32
ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ	40
ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ	40
ก.3 ภาพด้านหลังของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ	41
ข.1 วงจรควบคุมและประมวลผล	43
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุมและประมวลผล	44
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมและประมวลผล	44
ข.4 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์	45
ข.5 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์	46
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์	46
ง.1 ผังการทำงานโปรแกรมการเบิกจ่ายตัวความต้านทาน	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังได้รับการพัฒนา ทั้งด้านวัฒนธรรม การเมืองการปกครอง สังคม และเศรษฐกิจ ซึ่งการพัฒนาทางอุตสาหกรรมจัดเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะช่วยให้เศรษฐกิจของประเทศดีขึ้น โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถนำรายได้เข้าสู่ประเทศมากกว่าหนึ่งหมื่นห้าพันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อปี และแน่นอนว่าตลาดอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ยังคงต้องการแรงงานและบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะด้าน อีกเป็นจำนวนมากซึ่งแรงงานและบุคลากรเหล่านี้ล้วนแต่มาจากสถาบันอาชีวศึกษาต่างๆ เช่น วิทยาลัยเทคนิค, วิทยาลัยสารพัดช่าง วิทยาลัยการอาชีพ, วิทยาลัยกาญจนาภิเษก เป็นต้น รวมไปถึงสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนอีกหลายแห่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังก็เป็นสถาบันอีกแห่งหนึ่งที่เป็นแหล่งผลิตแรงงานและบุคลากรคุณภาพระดับสูง เพื่อป้อนเข้าสู่ตลาดแรงงานและส่วนหนึ่งก็กลับไปเป็นครูในสถาบันอาชีวศึกษาต่างๆ เพื่อเป็นผู้ถ่ายทอดวิชาความรู้ให้แก่คนรุ่นหลังต่อไป

หากพิจารณาถึงกระบวนการเรียนรู้ จะเห็นว่ากว่าจะได้แรงงานหรือบุคลากรที่มีคุณภาพมาสักคน ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้รายวิชาต่างๆ ทั้งทฤษฎีและปฏิบัติตามหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา นอกจากนั้นยังต้องเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีและวิทยาการใหม่ๆ ที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ในเมื่อสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ระยะเวลาในการเรียนรู้ยังคงเท่าเดิม การลดระยะเวลาที่สูญเปล่าไปในกิจกรรมการเรียนรู้บางอย่างจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง เช่น กิจกรรมการทดลองทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น เวลาส่วนหนึ่งจะเสียไปกับการเบิกจ่ายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิด และแต่ละชนิดก็จะมีค่าที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ประเภทตัวความต้านทาน (Resistor) จัดได้ว่าเป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติจึงถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้อำนวยความสะดวก และลดระยะเวลาที่เสียไปกับการค้นหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทตัวความต้านทาน

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถในการทำงานดังต่อไปนี้

1. สามารถจ่ายตัวความต้านทานตามค่าความต้านทานที่ระบุได้ ครั้งละ 1 ค่า
2. สามารถระบุค่าความต้านทานและจำนวนตัวความต้านทานในการเบิกจ่ายได้อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สามารถแสดงผลสถานะทางจอแอลซีดี ในกรณีที่ตัวความต้านทานไม่มีอยู่ในเครื่องได้

4. สามารถบรรจุตัวความต้านทานไว้ในเครื่องได้ 30 ค่าความต้านทาน

5. สามารถบรรจุตัวความต้านทานได้สูงสุดค่าความต้านทานละ 300 ตัว

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาต่างๆ ดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และตัวตรวจจับแบบใช้แสง

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับแผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของวงจรต่างๆ

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์และการจัดวางอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้งานกับโครงงาน

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์ แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจรของโครงงาน

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน เป็นคู่มือการใช้งานที่แสดงถึงขั้นตอนการใช้งานของโครงงาน

ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการทำโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โซลินอยด์ไฟฟ้า ตัวตรวจจับแบบใช้แสง และการใช้งานโปรแกรม RAD51

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่ได้รวบรวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต รวมทั้งวงจรขับสัญญาณเอาต์พุต หน่วยความจำ และวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกันทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดจำนวนอุปกรณ์ และขนาดของระบบในขณะที่มีขีดความสามารถสูงขึ้น ภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

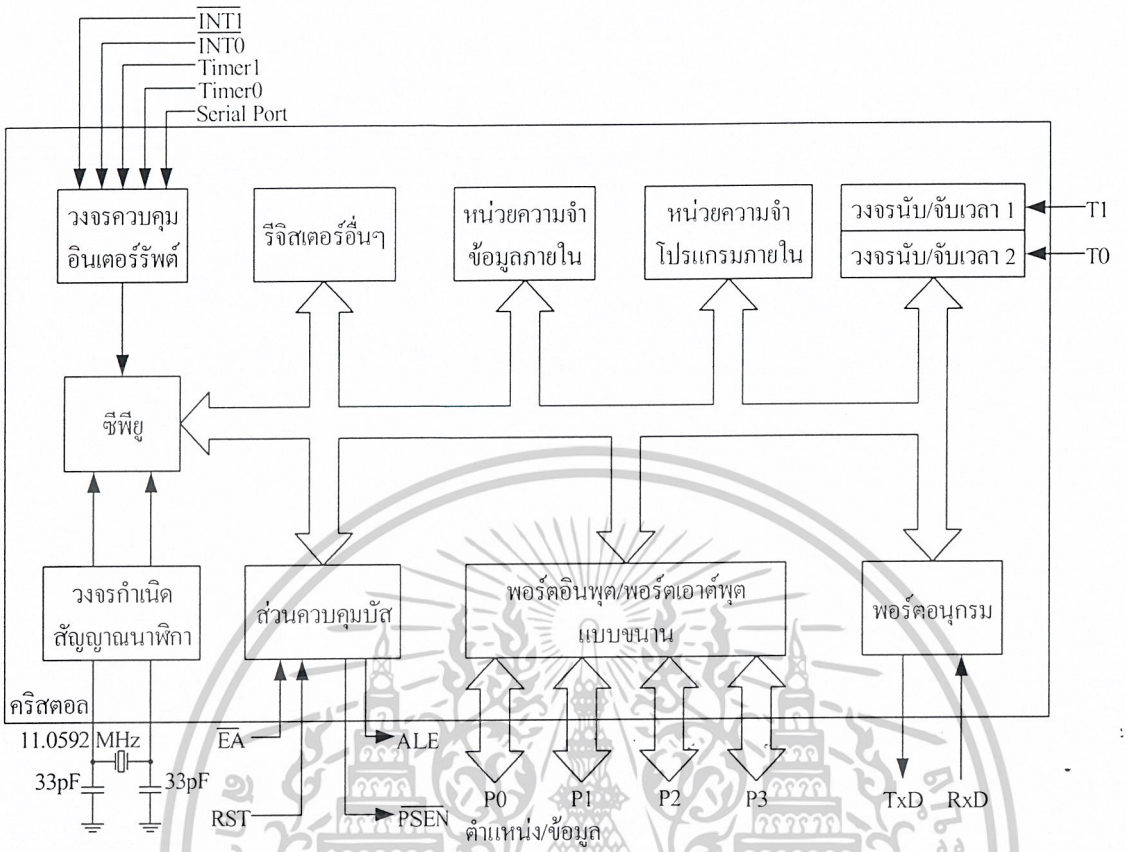
2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
2. ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้
3. หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
4. ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
5. มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
6. ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
7. สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
8. สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
9. มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิป

2.2.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบไปด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น แอนด์เกต ออร์เกต หรือน็อตเกต เป็นต้นเกตเหล่านี้สามารถนำมาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรบวกเลข วงจรเลื่อนข้อมูล วงจรถอดรหัสคำสั่ง และวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ในรูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก การลบ การคูณ หรือการหารข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ และส่วนควบคุม ทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ สัญญาณติดต่อกับอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก รวมทั้งส่วนควบคุมการเข้าจังหวะและส่วนควบคุมบัสด้วย ซีพียูจะทำการสร้างสัญญาณควบคุม โดยการถอดรหัสคำสั่งที่ได้กำหนดไว้และสัญญาณที่สร้างขึ้นจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เพื่อให้ทุกส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

2) หน่วยความจำ มีหน้าที่จำข้อมูลซึ่งการนำข้อมูลเข้าหรือออกจากหน่วยความจำ จำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า การเขียนข้อมูล ในการอ่านข้อมูลในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิตดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลซึ่งมีค่าระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่มคือ

2.1) ตำแหน่งที่ติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่งสามารถติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้น การอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้สายสัญญาณกำหนดตำแหน่งทั้งหมด 16 เส้น

2.2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในบริเวณตำแหน่งที่ต้องการ

2.3) สัญญาณควบคุมที่ส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกกับหน่วยความจำเมื่อต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล ซึ่งวงจรถอดรหัสคำสั่งทำการสร้างสัญญาณควบคุม จากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต เป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่

3.1) พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนาน 4 พอร์ต ใช้รับส่งข้อมูลเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจาก MCS-51 โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต พอร์ต P0, P1, P2 และP3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่าหนึ่งหน้าที่

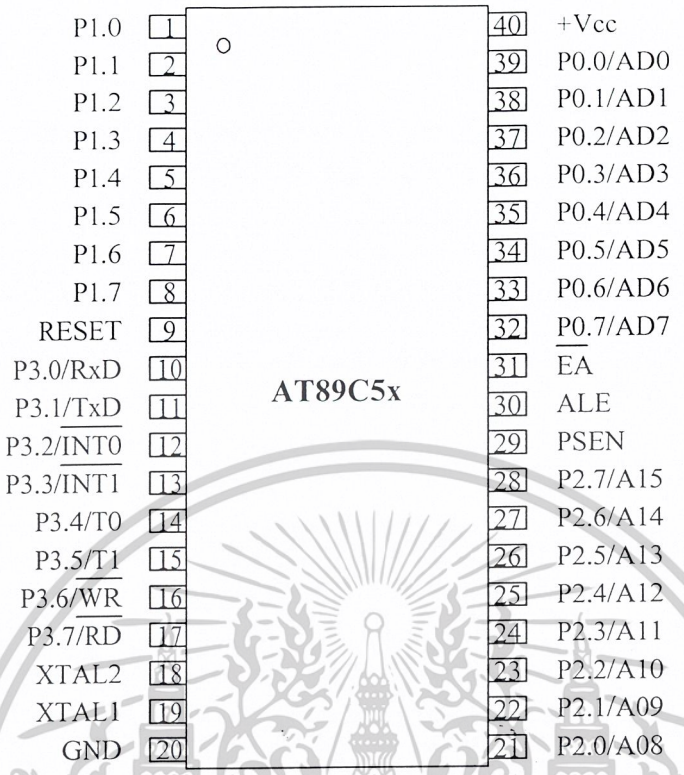
3.2) วงจรนับ/จับเวลา ทำงานได้ 2 หน้าที่ คือ ใช้เป็นวงจรนับหรือจับเวลา เมื่อเป็นวงจรนับจะทำการนับจำนวนรอบของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู เมื่อเป็นวงจรจับเวลาจะใช้หลักการเดียวกันกับวงจรนับเพียงแต่จะกำหนดค่าสูงสุดของการนับไว้ ซึ่งค่าสูงสุดของการนับจะคำนวณมาจากเวลาที่ต้องการจับเวลานั่นเอง

3.3) พอร์ตอนุกรม ซีพียูจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิตซึ่งแต่ละข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปครั้งละบิตออกจากขา TxD และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาครั้งละบิตทางขา RxD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ซีพียูอ่านไปใช้งานต่อไป

2.2.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกันดังแสดงในรูปที่ 2.2 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ คือ เครื่องกลไฟฟ้า ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะเหมือนกับโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงทุกอย่าง ดังนั้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงจึงสามารถต่อให้เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ในตัวนำซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะทำให้เกิดแรงขึ้นในตัวนำ ทิศทางของแรงที่เกิดขึ้นหาได้โดยใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง

แรงที่เกิดขึ้นจะอยู่ในแนวตั้งฉากกับแกนเส้นแรงแม่เหล็ก และกระแสที่ไหลผ่านตัวนำนั้นๆ ดังนั้น เมื่อมีกระแสไหลในขดลวดตัวนำที่พันอยู่บนแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวนำและจะเกิดการทำปฏิกิริยากับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ จะทำให้เกิดแรงผลักขึ้นบนตัวนำ จึงทำให้อาร์เมเจอร์หมุนไปได้ การกระทำของแรงที่มีกระแสไหลผ่านในขณะที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก ความยาวของตัวนำและค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F = Bli \qquad (2.1)$$

เมื่อ

F = แรงที่เกิดบนตัวนำ (N)

B = ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (Wb/m^2)

l = ความยาวของลวดตัวนำ (m)

i = กระแสที่ไหลในตัวนำ (A)

2.3.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

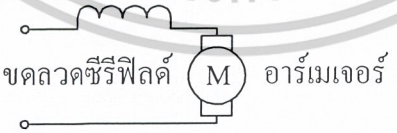
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง นั้นสามารถจำแนกออกไปได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับวิธีการสร้าง แบ่งออกเป็น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน แบบอนุกรม แบบผสม และแบบแม่เหล็กถาวร

1) ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

รูปที่ 2.3 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

มอเตอร์แบบนี้ สามารถปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้อย่างอิสระต่อกระแสของอาร์เมเจอร์ เป็นผลให้สามารถควบคุมพารามิเตอร์มีค่าคงที่ได้ตลอดช่วงพิสัยที่กว้าง มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้ในงานระบบควบคุมการเคลื่อนที่ที่ต้องการแรงบิดสูง

2) ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

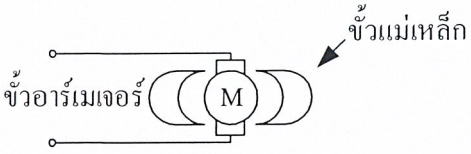


รูปที่ 2.4 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

มอเตอร์แบบนี้ จะมีเส้นแรงแม่เหล็กเป็นสัดส่วนกับกระแสดังนั้นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กสามารถปรับค่าได้ ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและแรงบิดเป็นนอนลิเนียร์จึงเหมาะที่จะนำไปใช้งานในสภาวะเฉพาะคือ เมื่อต้องการแรงบิดสูงที่ความเร็วต่ำ และแรงบิดต่ำที่ความเร็วสูง เช่น ระบบการขับเคลื่อนของรถลาก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร

มอเตอร์แบบนี้ จะใช้การกระตุ้นฟิลด์ของมอเตอร์ที่เป็นแม่เหล็กถาวร ซึ่งต่างจากที่กล่าวมาข้างต้นการใช้งานขดลวดแบบนี้จะทำให้เส้นแรงของฟิลด์มีค่าคงที่ ดังนั้น ทำให้อัตราส่วนระหว่างกระแสอาร์เมเจอร์และแรงบิดจะมีค่าคงที่ด้วย ซึ่งมีข้อดี คือ ไม่มีกำลังสูญเสียในฟิลด์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าและจะมีขนาดเล็กกว่า เมื่อเทียบกับมอเตอร์แบบใช้ขดลวดในการกระตุ้น ที่มีขนาดกำลังม้าเท่ากันจึงเหมาะกับงานที่ต้องการแรงบิดของโหลดสูง

2.3.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบพื้นฐาน

รูปที่ 2.6 แผนผังการทำงานการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบพื้นฐาน

1) อุปกรณ์ควบคุม เป็นส่วนของระบบที่ทำให้เกิดสัญญาณควบคุมไปบังคับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและโหลด สามารถเป็นได้ทั้งแบบแอนะลอกและดิจิตอล

2) วงจรขยายกำลังเชิงเส้น ทำหน้าที่ปรับปรุงและขยายสัญญาณให้เหมาะสมก่อนที่จะป้อนไปขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สามารถแบ่งเป็นวงจรขยายกำลังเชิงเส้นและการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์

2.1) วงจรขยายกำลังเชิงเส้น เป็นการควบคุมมอเตอร์แบบต่อเนื่องแต่จะมีความสูญเสียทางกำลังสูง เนื่องจากกำลังงานส่วนใหญ่ จะสูญเสียในทรานซิสเตอร์เอาต์พุตเป็นจำนวนมาก เพราะขณะมอเตอร์ไม่ทำงานทรานซิสเตอร์ส่วนนี้ก็ต้องแบกภาระเนื่องจากมีกระแสไหลผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

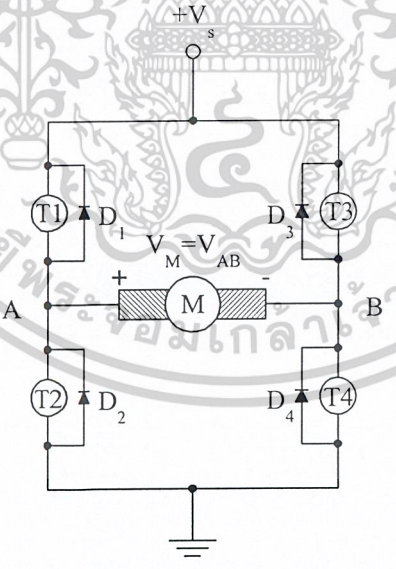
2.2) การมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์ คือ การควบคุมแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ โดยการปรับวัฏจักรหน้าที่ของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์และให้ทำงานทั้งในภาวะอิ่มตัวและภาวะไม่นำกระแส ด้วยเหตุนี้ทำให้กำลังสูญเสียน้อยเนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแส แรงดันตกคร่อมตัวมันจะน้อยจนตัดทิ้งได้และเมื่อหยุดนำกระแส แรงดันตกคร่อมจะประมาณ V_{CC} ดังนั้นกระแสไหลผ่านจึงน้อยมากประมาณศูนย์แต่จะใช้กับความถี่สูงได้ไม่ดี และความถี่ต้องคงที่ถ้าไม่เช่นนั้นอาจเกิดการออสซิลเลตขึ้นได้

3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและโหลด ระบบที่ถูกควบคุมหรือส่วนที่ออกแรงทำงาน ซึ่งเป็นเครื่องจักรกล

4) วงจรเข้ารหัส หรือตัวแปลงป้อนกลับ ใช้รับรู้หรือตรวจจับสัญญาณที่ต้องการ โดยไม่มีผลของการโหลดดิ้ง สัญญาณที่ตรวจจับได้นี้จะป้อนกลับไปเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิง เพื่อควบคุมมอเตอร์อีกครั้ง ตัวแปลงป้อนกลับนี้สามารถแบ่งเป็นแบบแอนะลอกและแบบดิจิตอล

2.3.3 การทำงานของวงจรขยายแบบการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์

วงจรขยายแบบการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์จะสามารถแบ่งเป็น 3 ชนิด ตามลักษณะการทำงาน คือ ไบโพล่าร์ และลิมิตยูนิโพล่าร์ ซึ่งวงจรพื้นฐานมีลักษณะดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.7 วงจรพื้นฐานของวงจรขยายแบบการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทั้ง 3 ชนิดสามารถอธิบายด้วยวงจรพื้นฐานดังรูปที่ 2.7 แต่จะต่างกันตรงการควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะแบบไบโพล่าร์เพราะเป็นแบบที่ควบคุมและเข้าใจง่ายคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อให้มอเตอร์อยู่ในเฟสออน (Phase ON) ก็ให้ T1 กับ T4 อยู่ในสภาวะปิดและ T2 กับ T3 อยู่ในสภาวะเปิด ดังนั้น กระแสไหลจะจาก V_S ผ่าน T1 ผ่านมอเตอร์ และผ่าน T4 ลงกราวด์ ดังนั้น $V_M = V_S$ (มอเตอร์หมุนตามเข็ม)

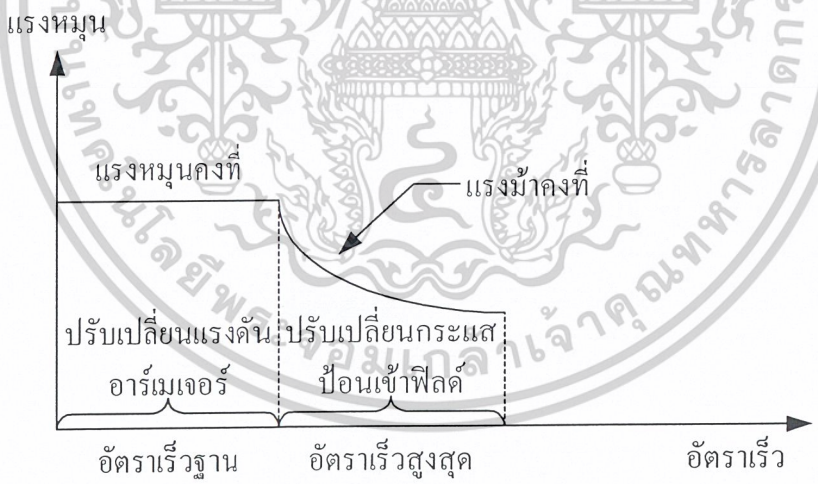
เมื่อให้มอเตอร์อยู่ในเฟสออฟ (Phase OFF) ก็ให้ T2 กับ T3 อยู่ในสภาวะปิดและ T1 กับ T4 อยู่ในสภาวะเปิด ดังนั้น กระแสไหลจาก V_S ผ่าน T3 ผ่านขั้วลบมอเตอร์ และผ่าน T2 ลงกราวด์ ดังนั้น $V_A = V_S$ (มอเตอร์หมุนทวนเข็ม)

2.3.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1) การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์

เนื่องจากความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แปรผันตรงกับแรงดัน ที่จ่ายให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ จึงสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ วิธีการนี้จะใช้ในช่วงความเร็วต่ำกว่าความเร็วที่กำหนด การควบคุมแบบนี้ทำให้แรงบิดสูงสุด ส่วนกำลังออกของมอเตอร์เพิ่มขึ้นตามความเร็วที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง ดังรูปที่ 2.8 โดยมีกำลังออกสูงสุด ความเร็วที่กำหนด การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยทั่วไปจะใช้วิธีนี้เพราะให้แรงบิดสูง



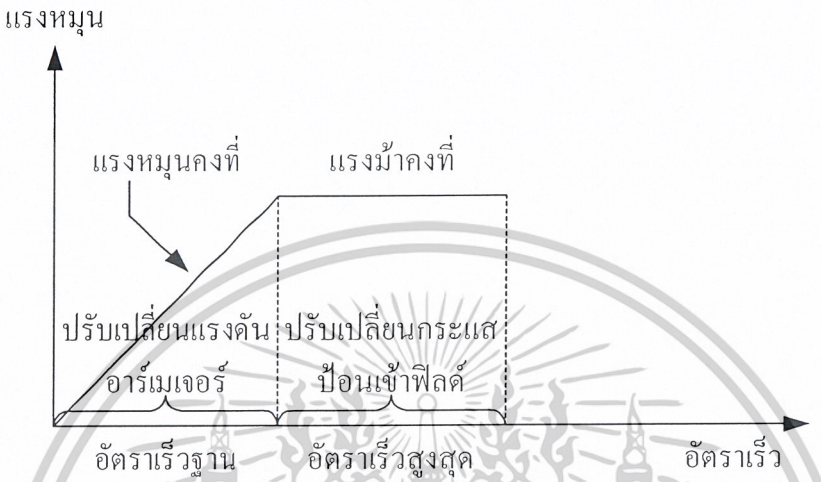
รูปที่ 2.8 การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์

2) การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในย่านความเร็วที่ความถี่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดจะสามารถทำได้ โดยการควบคุมกระแสของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ถ้าหากต้องการเพิ่มความเร็ว จะต้องลดขนาดของกระแสของขดลวดให้น้อยลง โดยการลดความเข้มของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนามแม่เหล็กของมอเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในรูปที่ 2.9 วิธีนี้จะใช้ได้กับโหลดที่ต้องการความเร็วสูง โดยแรงบิดของโหลดต้องลดลง เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ไม่เช่นนั้นจะเป็นการโอเวอร์โหลดมอเตอร์



รูปที่ 2.9 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

2.4 ตัวตรวจจับแบบใช้แสง

2.4.1 หลักการพื้นฐานของตัวตรวจจับแบบใช้แสง

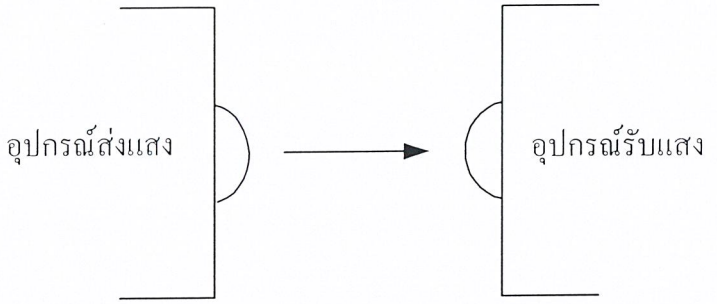
แสงที่กระจายออกมามีย่านสเปคตรัมที่กว้าง ซึ่งดวงตาเป็นอวัยวะรับรู้ทางด้านการมองเห็น และสามารถรับรู้ได้ในย่านหนึ่งเท่านั้นคืออยู่ในย่านของ “แสงที่เห็นได้” ในกรณีนี้ดวงตาจะทำหน้าที่เป็นตัวรับคุณภาพในการเห็นภาพหรือการรับรู้ ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการมองเห็นจะดีเพียงใดขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการสะท้อนแสงของวัตถุ หรือกล่าวได้ว่า “วัตถุเป้าหมาย” มีความเด่นชัดตัดกับฉากหลังเพียงใด โดยพื้นฐานแล้ว ตัวตรวจจับแบบใช้แสงทำงานตามหลักการนี้โดยใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของความถี่และความยาวคลื่นของแสงมาใช้งาน

2.4.2 ชนิดของตัวตรวจจับแบบใช้แสง

ตัวตรวจจับแบบใช้แสง จะมีการสนองระดับความเข้มของแสงระหว่างพื้นผิวที่มีแสง และระหว่างพื้นผิวของตัวตรวจจับกับพื้นผิวของวัตถุที่กำลังสะท้อนแสง

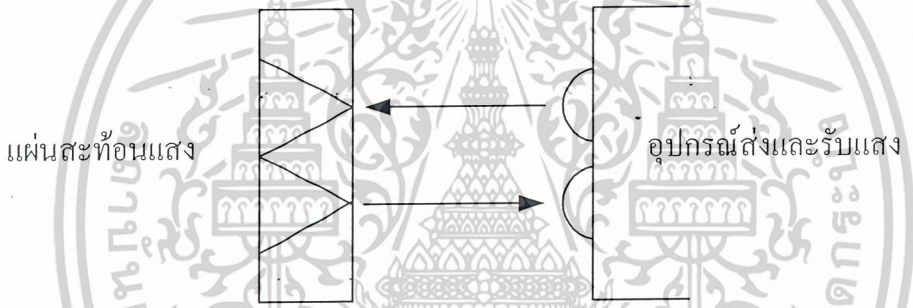
1) ตัวตรวจจับแบบใช้แสงแบบลำแสงผ่านตลอด จะประกอบด้วยตัวให้แสงและตัวรับแสงแยกจากกันอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



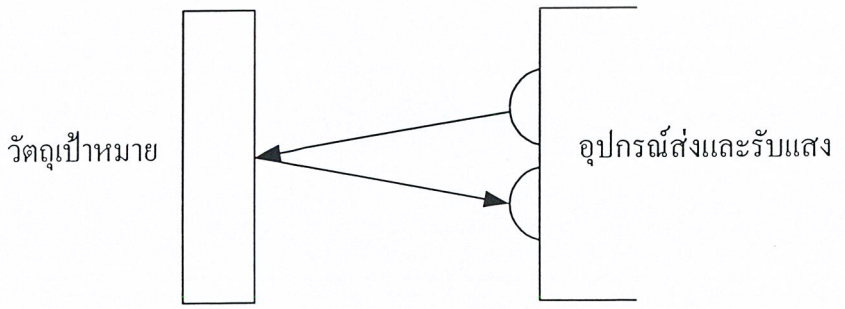
รูปที่ 2.10 ตัวตรวจจับแบบใช้แสงชนิดลำแสงผ่านตลอด

2) ตัวตรวจจับแบบใช้แสงชนิดลำแสงสะท้อนกลับ ตัวให้แสงและตัวรับแสง จะถูกวางอยู่บนตัวตรวจเดียวกันและมีแผ่นสะท้อนแสงพิเศษเพื่อสะท้อนแสงกลับไปตามแนวของตัวรับแสง



รูปที่ 2.11 ตัวตรวจจับแบบใช้แสงชนิดลำแสงสะท้อนกลับ

3) ตัวตรวจจับแบบใช้แสงชนิดตรวจจับโดยตรง สามารถตอบสนองต่อระดับความเข้มของแสงที่จุดตรวจจับได้ ระดับความเข้มของแสงที่เปลี่ยนแปลงไปเกิดขึ้นเนื่องจากการสะท้อนของวัตถุเป้าหมาย ณ ตำแหน่งที่ต้องการตรวจด้วยหัวเดียวกัน จึงเรียกตัวตรวจจับชนิดนี้ว่าตัวตรวจจับโดยตรง



รูปที่ 2.12 ตัวตรวจจับแบบใช้แสงชนิดตรวจจับโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวตรวจจับแบบใช้แสงมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ อุปกรณ์ส่งแสง อุปกรณ์รับแสง อุปกรณ์แปลงสัญญาณ และอุปกรณ์ขยายสัญญาณ ส่วนประกอบเหล่านี้ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณแสงไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วปรับแต่งค่าให้เหมาะสมเพื่อที่จะสามารถส่งออกมาเป็นสัญญาณสำหรับการสวิตซ์ต่อไป ระดับของสัญญาณออกจะเป็นตัวกำหนดกับตัวรับแสง ในกรณีที่จะมีแสงเข้ามาหรือไม่ จึงทำให้เกิดการทำงาน 2 แบบ คือ ตรวจจับความสว่างและตรวจจับความมืด องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของตัวตรวจจับแบบใช้แสง คือย่านระยะตรวจจับวัตถุเป้าหมายว่าจะมีความแน่นอนเพียงใด ในกรณีของตัวตรวจจับแบบลำแสงสะท้อน จะหมายความว่าเป็น “ย่านระยะ” และสำหรับตัวตรวจจับโดยตรงจะหมายถึง “ย่านระยะตรวจจับ” เพื่อให้มีความเชื่อมั่นสำหรับการเปรียบเทียบ ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้จึงได้มีการกำหนดวิธีอ้างอิงมาตรฐานนี้โดยใช้แผ่นสะท้อนแบบพิเศษ และสำหรับตัวตรวจจับแบบโดยตรงจะใช้แผ่นสีขาวขนาดมาตรฐาน ที่มีค่าดัชนีการสะท้อน 90% ทั้งนี้ความเข้มของแสงจากตัวส่งจะต้องมีความเข้มมากพอที่ครอบคลุมย่านระยะที่ต้องการตรวจจับ และต้องเป็นไปตามกฎของการส่องสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

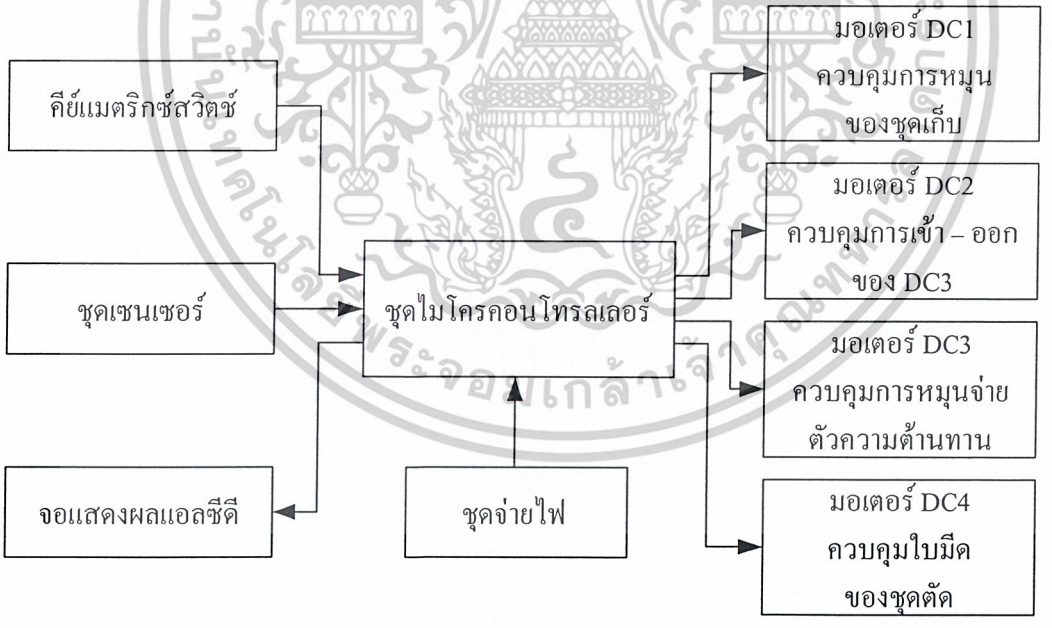
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างเครื่องจ่ายตัวความต้านทาน ได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการออกแบบวงจรประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรควบคุมการจ่ายตัวความต้านทาน ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของการออกแบบโปรแกรมควบคุมในส่วนต่างๆ และส่วนที่ 3 คือ ส่วนของการออกแบบโครงสร้างภายนอกของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการออกแบบวงจร ซึ่งประกอบด้วยวงจรควบคุมและประมวลผลและวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยจะทำการรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ และแสดงผลทางจอแอลซีดี

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการออกแบบโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมควบคุมการจ่ายตัวความต้านทาน, โปรแกรมแสดงผลทางจอแอลซีดี และโปรแกรมรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนของการออกแบบโครงสร้างภายนอกของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ โดยจะมีส่วนประกอบคือ ชุดเก็บตัวความต้านทานทั้งหมด 30 ช่อง, ชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน, ชุดกลไกในการหมุนขับตัวความต้านทาน และชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทาน

ซึ่งแสดงโครงสร้างการทำงาน ของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.1

3.2 การออกแบบ และการทำงานของวงจรเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ

การออกแบบวงจรของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานจะแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ได้ดังนี้ คือ ส่วนของวงจรควบคุมและประมวลผล และวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ซึ่งในส่วนของวงจรควบคุมและประมวลผลสามารถแบ่งเป็นวงจรย่อยๆ ได้อีก คือ วงจรรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ และวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี ซึ่งวงจรต่างๆ มีขั้นตอนการออกแบบ และการทำงานดังนี้

3.2.1 ส่วนของวงจรควบคุมและประมวลผล

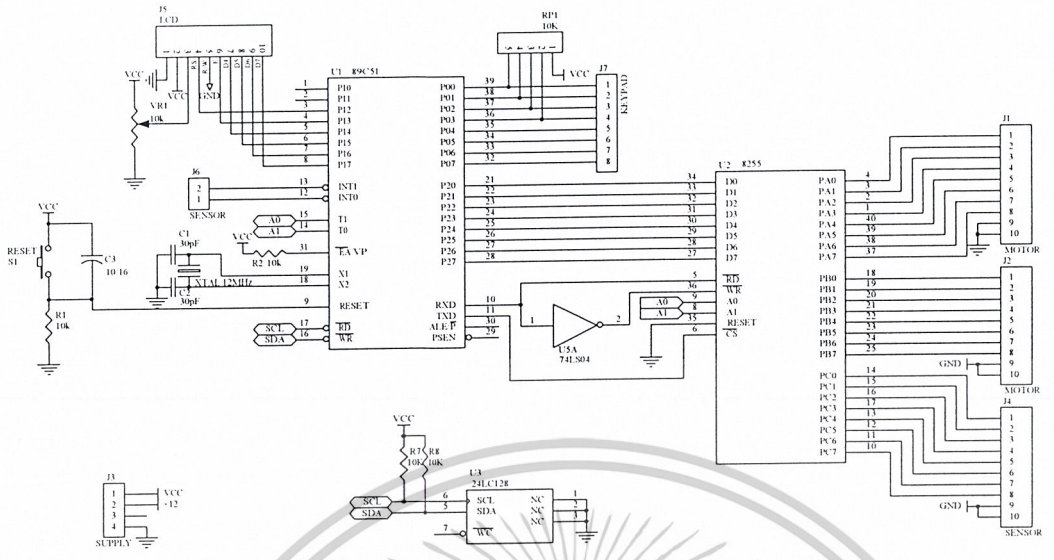
1) การออกแบบวงจรควบคุมและประมวลผล

ในขั้นตอนของการออกแบบวงจรควบคุมและประมวลผลนั้น สิ่งแรกก็คือ ทำการกำหนดส่วนที่ต้องการให้ควบคุม และต้องทราบจำนวนบิตที่ใช้เพื่อนำไปเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้อุปกรณ์ ซึ่งได้แก่ในส่วนของการจ่ายตัวความต้านทานผ่านชุดจ่ายตัวความต้านทานจำนวน 30 ชุด บิตที่ใช้ในการควบคุมการจ่ายจำนวน 4 บิต โดยจะส่งเข้าไปที่ ไอซีวงจรรวมเบอร์ uPD8255AC ทางด้านอินพุต และ 16 บิต ออกทางด้านเอาต์พุต ส่วนของชุดแสดงผลทางจอแอลซีดี บิตที่ใช้ในการแสดงผลจำนวน 6 บิต และส่วนของคีย์เมตริกซ์สวิตช์ บิตที่ใช้จำนวน 8 บิต ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89S8252 คีย์เมตริกซ์สวิตช์ทำการต่อ R Pull-up 10KΩ ที่ P0.0-P0.3 ซึ่งใช้เป็นแถวของคีย์เมตริกซ์สวิตช์ กำหนดให้ P0.4-P0.7 เป็นพอร์ตเอาต์พุตต่อกับเมตริกซ์สวิตช์ทางด้านหลัก และกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89S8252 ที่พอร์ต 0 ควบคุมคีย์เมตริกซ์สวิตช์ พอร์ต 1 ควบคุมการแสดงผลทางจอแอลซีดี พอร์ต 2 จำนวน 4 บิต ควบคุมการจ่ายตัวความต้านทาน และอีก 4 บิต ควบคุมการทำงานของตัวตรวจจับตัวความต้านทาน

2) การทำงานของวงจรควบคุม

วงจรควบคุมประกอบไปด้วย วงจรรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ และวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี โดยในส่วนของวงจรควบคุมและประมวลผลนี้จะทำหน้าที่ควบคุมการรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์เพื่อนำไปประมวลผล และส่งผลไปแสดงทางจอแอลซีดี ถ้าต้องการเบิกจ่ายตัวความต้านทานให้ระบุค่าความต้านทานที่ต้องการ ระบุจำนวนกี่ตัว โดยโปรแกรมจะมีการโต้ตอบกับผู้ใช้ทุกขั้นตอน แสดงวงจรวงจรควบคุมและประมวลผล ดังรูปที่ 3.2

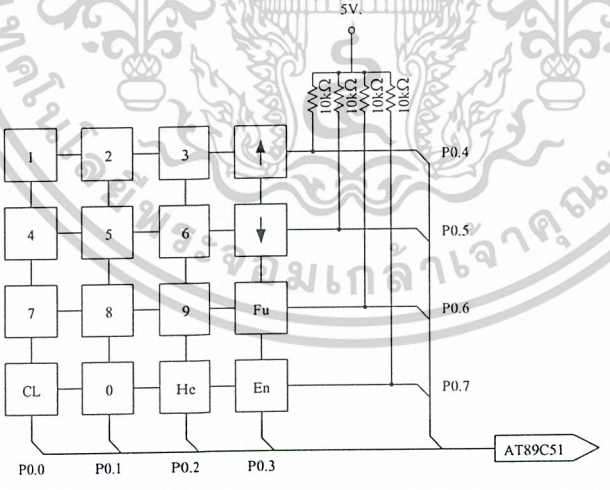
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมและประมวลผล

3.2.2 ส่วนของวงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์

ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณข้อมูลจากการกดระบุค่าความต้านทาน และระบุจำนวนของตัวความต้านทานที่ต้องการ แสดงวงจรคีย์เมตริกซ์สวิตช์ในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรคีย์เมตริกซ์สวิตช์

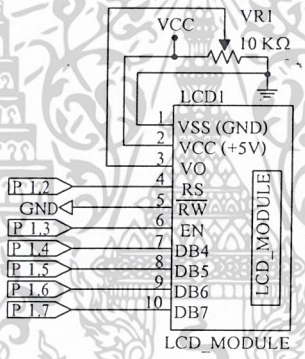
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การทำงานของวงจรคีย์เมตริกซ์สวิตช์ จะเริ่มเมื่อมีการกดคีย์ สัญญาณจากการกดจะต่อเข้าที่พอร์ต 0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89S8252 ใช้การ Scan Loop ในการตรวจเช็คสัญญาณนำไปเปรียบเทียบกับส่วนเก็บข้อมูลว่าเป็นค่าความต้านทานอะไร และตรวจสอบว่ามีอยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีจะแสดงผลทางจอแอลซีดีว่าไม่มี และรอรับการกดค่าความต้านทานใหม่ ถ้ามีอยู่ให้ทำการกดจำนวนตัวความต้านทานที่ต้องการเบิกจ่าย

3.2.3 ส่วนของวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี

ในส่วนของการแสดงผลจะใช้จอแอลซีดี แบบดอทเมตริกซ์ ทำหน้าที่ในการแสดงผลข้อมูล ที่ได้จากการประมวลผลของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่รับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ โดยที่จอแสดงผลแอลซีดีจะแสดง ค่าความต้านทานที่ระบุ จำนวนที่ต้องการ และเมนูต่างๆ ในการเลือกใช้งาน แสดงวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี

3.2.4 ส่วนของวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

1) การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

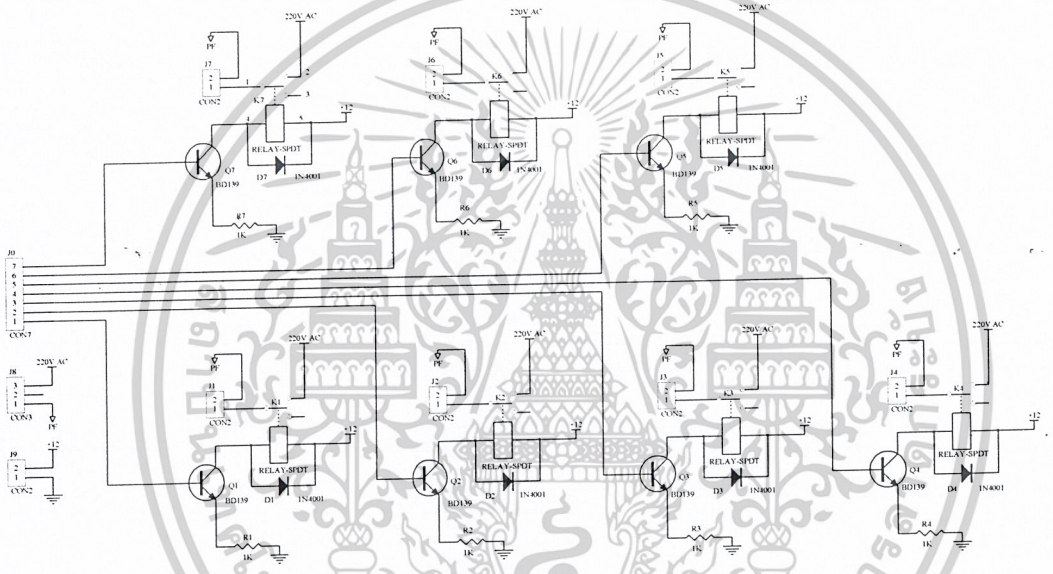
การออกแบบวงจรจ่ายตัวความต้านทานนั้น ขั้นตอนแรก คือ เลือกชุดกลไกที่ทำหน้าที่จ่ายตัวความต้านทาน โดยใช้มอเตอร์ดีซีทั้งหมดจำนวน 4 ตัว ตามหลักการทำงานของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ มอเตอร์ดีซีตัวที่ 1 ใช้ในการขับฐานหมุนของตัวความต้านทานทั้ง 30 เบอร์ มอเตอร์ดีซีตัวที่ 2 ใช้ในการขับแกนมอเตอร์จ่ายตัวความต้านทาน มอเตอร์ตัวที่ 3 ใช้ในการจ่ายตัวความต้านทาน และมอเตอร์ตัวที่ 4 ใช้ในการตัดตัวความต้านทาน ขั้นตอนในการทำงานเมื่อมีการรับค่าความต้านทานและจำนวนที่ต้องการแล้ว มอเตอร์ตัวที่ 1 จะหมุนเพื่อนำค่าความต้านทานไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
51860

จุดที่จ่ายตัวความต้านทานออก เมื่ออยู่ที่จุดจ่ายตัวความต้านทานแล้วมอเตอร์ตัวที่ 2 จะทำการหมุนเพื่อขับมอเตอร์ตัวที่ 3 ไปยังเฟืองจ่ายตัวความต้านทาน จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 3 จะหมุนเพื่อจ่ายตัวความต้านทานจนครบจำนวนที่ต้องการโดยจะมีเซ็นเซอร์ในการนับ เมื่อครบตามจำนวนที่ต้องการแล้วมอเตอร์ตัวที่ 4 จะหมุนเพื่อขับใบมีดให้ตัดตัวความต้านทาน

2) การทำงานวงจรจ่ายตัวความต้านทาน

วงจรจ่ายตัวความต้านทาน ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 ผ่านพอร์ต P2 โดยจะใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ควบคุมการทำงานของรีเลย์เพื่อควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ทั้ง 4 ตัว ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

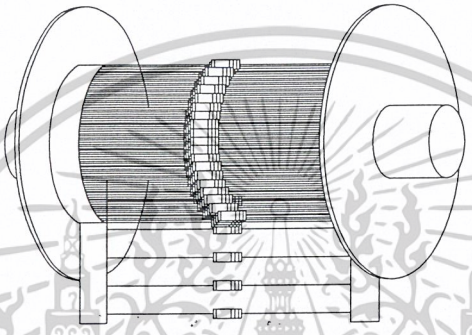
3.3 การออกแบบ โครงสร้างภายนอกของเครื่องจ่ายตัวความต้านทาน

การออกแบบโครงสร้างภายนอกของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ได้ดังนี้ ชุดเก็บตัวความต้านทานทั้งหมด 30 ช่อง, ชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน, ชุดกลไกในการหมุนขับตัวความต้านทาน และชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทาน ซึ่งในแต่ละส่วนมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

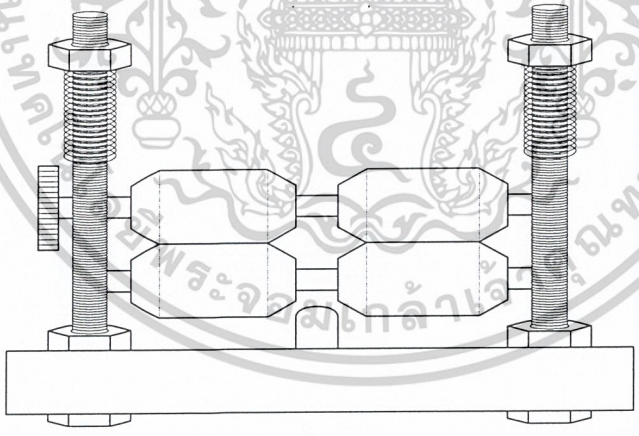
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 ส่วนของชุดเก็บตัวความต้านทาน

ชุดเก็บตัวความต้านทานจะมีทั้งหมด 30 ชุดในแต่ชุดจะเก็บตัวความต้านทานได้ 1 ค่า จำนวน 300 ตัว ซึ่งชุดเก็บตัวความต้านทานนี้จะมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ม้วนเก็บตัวความต้านทาน ดังรูปที่ 3.6 และชุดลูกยางสำหรับขับตัวความต้านทานดังรูปที่ 3.7 ซึ่งตัวความต้านทานที่จะใช้สำหรับเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัตินี้จะเป็นแบบสายพานหรือเทป ซึ่งสามารถดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก ฉ.



รูปที่ 3.6 ม้วนเก็บตัวความต้านทาน

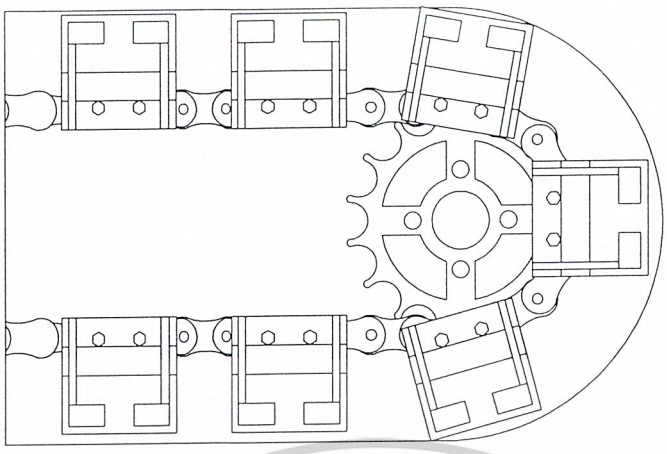


รูปที่ 3.7 ชุดลูกยางสำหรับขับตัวความต้านทาน

3.3.2 ส่วนของชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน

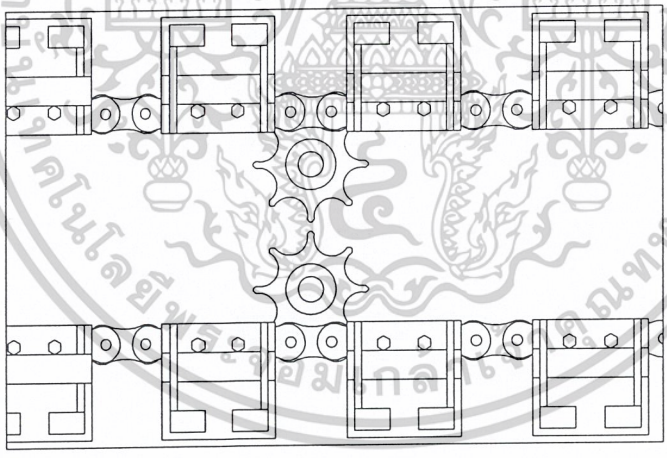
ชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทานนี้ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ เฟืองและโซ่ นำมาประกอบกันโดยวางเฟือง 2 อันห่างกันประมาณ 1.5 เมตร แล้วนำโซ่พันรอบเฟืองทั้ง 2 เป็นรูปวงรี จากนั้นนำชุดเก็บตัวความต้านทานทั้ง 30 ชุดมาติดตั้งลงบนโซ่ ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ลักษณะการติดตั้งกลไกชุดหมุน

แต่เนื่องจากระยะห่างของเฟืองทั้งสอง และน้ำหนักของชุดเก็บตัวความต้านทานที่กดอยู่บนโซ่ ทำให้ช่วงกลางของโซ่ไม่ตึงเท่าที่ควร จึงแก้ปัญหาโดยนำเฟืองเล็กๆ อีก 2 อันมาใส่บังคับโซ่ให้ตึงอยู่ตลอดเวลา ดังรูปที่ 3.9

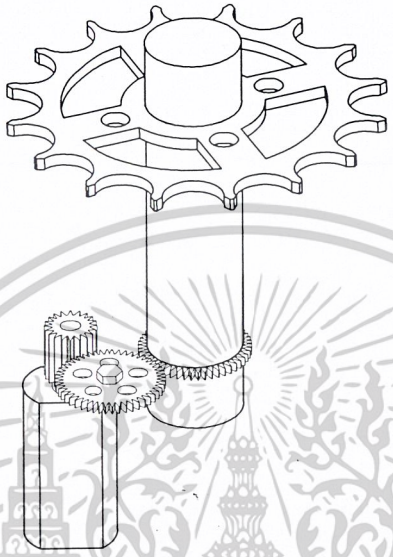


รูปที่ 3.9 การติดตั้งเฟืองเพื่อบังคับให้โซ่ตึง

นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญที่ขาดไม่ได้ คือ ส่วนของการติดตั้งมอเตอร์เข้ากับเฟืองตัวใดตัวหนึ่ง เพื่อทำให้ชุดกลไกในการหมุนนี้ สามารถหมุนได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 3.10 มอเตอร์ที่ใช้จะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ และจำเป็นต้องมีการทดเฟืองให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อช่วยลดภาระให้มอเตอร์ และช่วยให้การหมุนช้าลง ง่ายต่อการควบคุม

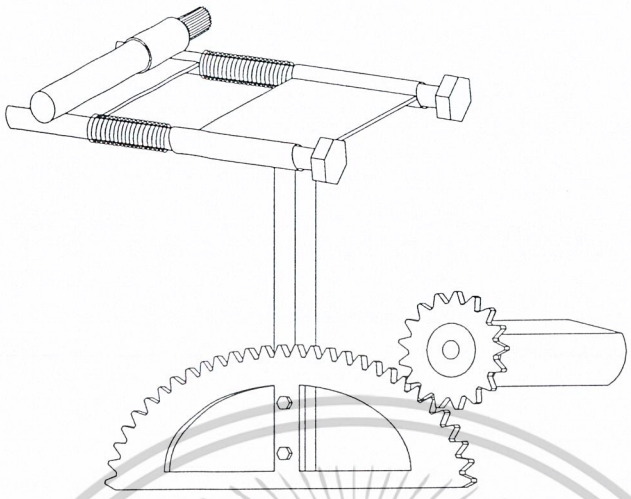


รูปที่ 3.10 การติดตั้งมอเตอร์เข้ากับเฟือง

3.3.3 ส่วนของชุดกลไกในการหมุนขับตัวความต้านทาน

เนื่องจากชุดเก็บตัวความต้านทานมีการเคลื่อนที่ จึงไม่สามารถที่จะติดตั้งมอเตอร์ให้อยู่คงที่ได้ เพราะจะเป็นการขัดขวางการหมุนของชุดเก็บตัวความต้านทาน จึงต้องทำให้มอเตอร์ที่เป็นตัวหมุนชุดลูกยางสามารถเคลื่อนที่ได้ โดยใช้มอเตอร์อีกตัวหนึ่งเป็นตัวควบคุม กล่าวคือกลไกชุดนี้จะประกอบไปด้วยมอเตอร์ 2 ตัว มอเตอร์ตัวแรกจะทำหน้าที่โยกคัน โยกซึ่งมีมอเตอร์อีกตัวติดอยู่ที่ปลาย ให้เฟืองของมอเตอร์ตัวที่สอง สัมผัสกับเฟืองของชุดลูกยางสำหรับขับตัวความต้านทาน จากนั้นมอเตอร์จะหมุนเพื่อขับตัวความต้านทานออกมา ดังรูปที่ 3.11

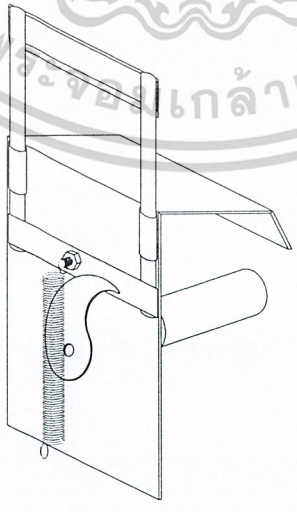
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ชุดกลไกในการหมุนขับตัวความต้านทาน

3.3.4 ส่วนของชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทาน

ในการตัดตัวความต้านทานจะใช้ใบมีดสับลงบนแถบกระดาษกาวที่ยึดตัวความต้านทานไว้อย่างแรง ซึ่งในครั้งแรกมีแนวความคิดที่จะใช้โซลินอยด์ไฟฟ้าในการดึงใบมีด แต่โซลินอยด์ที่มีแรงดึงสูงๆ นั้นจะมีขนาดใหญ่และราคาสูงมาก จึงเปลี่ยนแนวความคิดมาใช้แรงดึงของสปริงแทน แล้วใช้มอเตอร์หมุนขับลูกเบี้ยวให้ดันใบมีดฝืนแรงดึงของสปริงจนถึงจุดหนึ่งแล้วปล่อยใบมีดลงมา ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

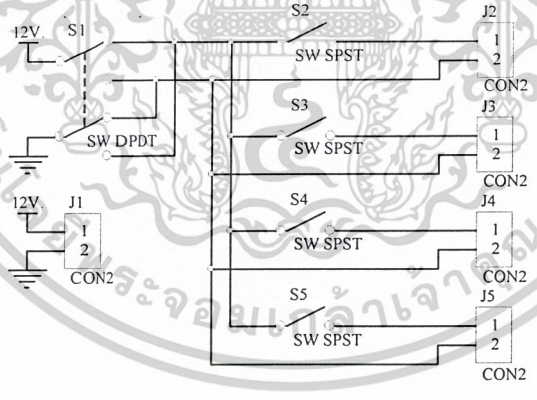
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

สำหรับเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัตินี้ จะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89S8252 ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของการรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ การจ่ายตัวความต้านทาน การแสดงผลทางจอแอลซีดี ดังนั้นในการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจึงต้องใช้การควบคุมด้วยมือก่อน โดยแบ่งการทดลองเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ ทดลองการทำงานของชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน, ทดลองการทำงานของชุดกลไกในการหมุนขับตัวความต้านทาน และทดลองการทำงานของชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทาน หลังจากนั้นจึงนำส่วนต่างๆ ประกอบเข้ากับวงจรควบคุมและประมวลผลเพื่อทำการทดสอบแบบอัตโนมัติ

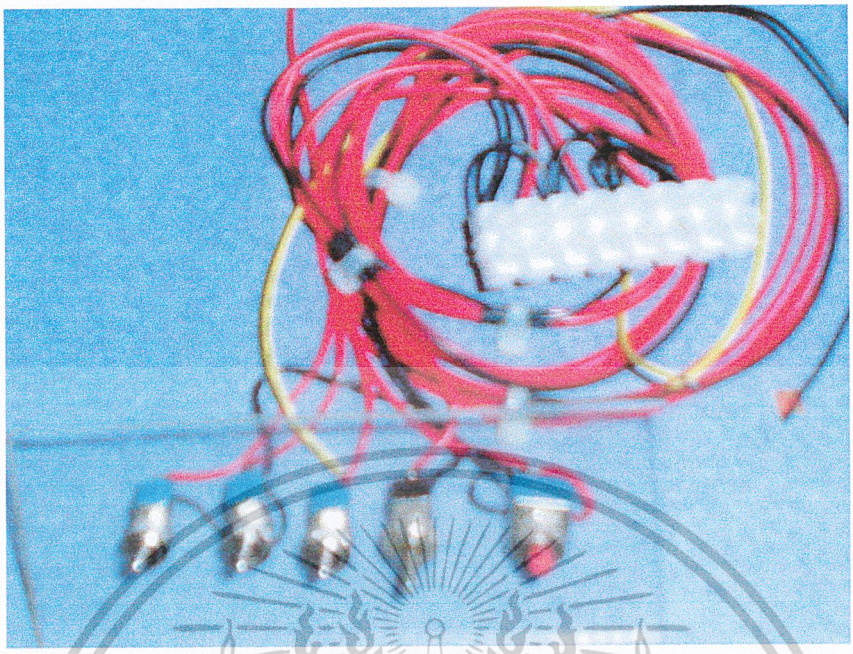
4.2 การทดลองการทำงานของชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน

การทดลองชุดกลไกต่างๆ จำเป็นต้องใช้การควบคุมด้วยมือ กล่าวคือการใช้วงจรสวิตช์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์โดยตรง ซึ่งวงจรสวิตช์ที่ใช้แสดงดังรูปที่ 4.1 และ 4.2



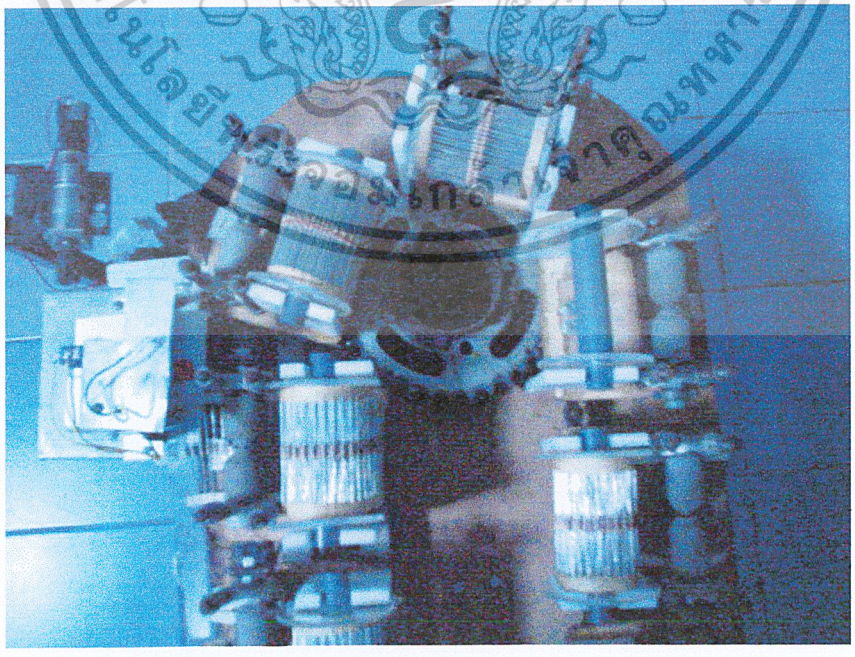
รูปที่ 4.1 วงจรสวิตช์ควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การต่อวงจรสวิตช์ควบคุมมอเตอร์

การทำงานของวงจรสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ คือ S1 จะต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ และทำหน้าที่สลับขั้วของแหล่งจ่ายเพื่อสลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ S2, S3, S4 และ S5 จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัว



รูปที่ 4.3 ทดสอบกลไกการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ต่อมอเตอร์ของชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทานเข้ากับ J2 ของวงจรสวิตช์ควบคุมมอเตอร์
2) ปิดสวิตช์ S2 เพื่อสั่งให้มอเตอร์ทำงาน
3) จับเวลาในการหมุน 1 รอบ แล้วบันทึกผล
4) ปิดสวิตช์ S1 เพื่อกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์
5) จับเวลาในการหมุน 1 รอบ แล้วบันทึกผล

4.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน

S1	S2	เวลาครั้งที่ 1	เวลาครั้งที่ 2	เวลาครั้งที่ 3	เวลาครั้งที่ 4	เวลาครั้งที่ 5
เปิด	ปิด	46.43 วินาที	46.38 วินาที	45.88 วินาที	47.36 วินาที	47.59 วินาที
ปิด	ปิด	45.42 วินาที	46.45 วินาที	47.13 วินาที	46.03 วินาที	47.65 วินาที

4.3 การทดลองการทำงานของชุดกลไกในการหมุนขับตัวความต้านทาน

4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ต่อมอเตอร์ทั้งสองตัวของชุดกลไกในการหมุนขับตัวความต้านทานเข้ากับ J3 และJ4 ของวงจรสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ โดยให้มอเตอร์ที่ทำหน้าที่หมุนขับลูกยางต่ออยู่กับ J3 และอีกตัวต่ออยู่กับ J4
2) เปิดสวิตช์ S1 ไว้ตามปกติ
3) ปิดสวิตช์ S4 เพื่อสั่งให้คันโยกทำงาน
4) ทดลองเปิด – ปิด สวิตช์ S1 เพื่อทดสอบการทำงานของคันโยก
5) โยกคันโยกกลับมาไว้ยังตำแหน่งเริ่มต้น
6) ใช้สวิตช์ S4 ควบคุมคันโยกให้เฟืองของมอเตอร์ที่ปลายคันโยกสัมผัสกับเฟืองลูกยางของชุดเก็บตัวความต้านทาน
7) ปิดสวิตช์ S3 เพื่อขับตัวความต้านทานออกจากม้วนเก็บ
8) จับเวลาการขับตัวความต้านทานจำนวน 10 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 ทดสอบกลไกการหมุนขับตัวความต้านทาน

4.3.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองขับตัวความต้านทาน

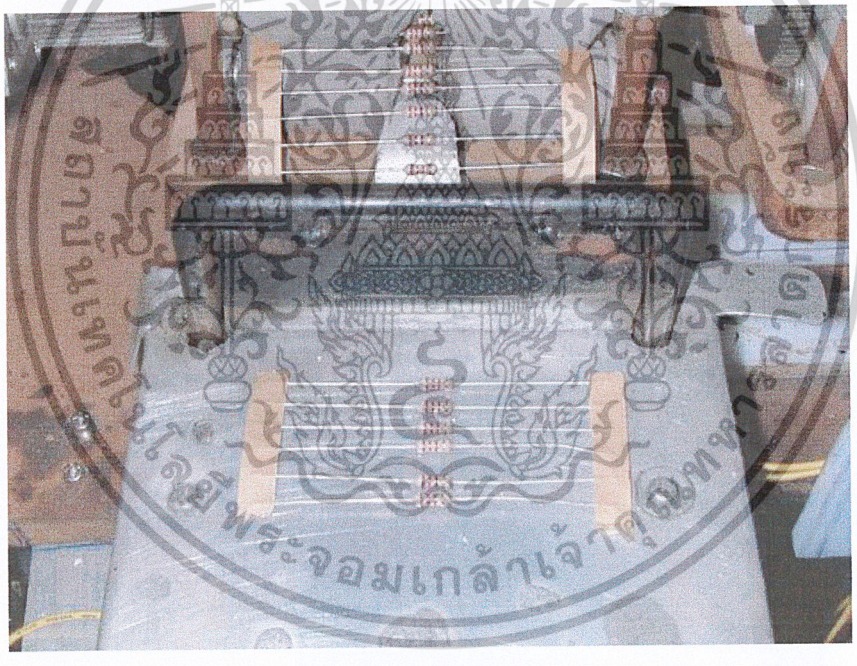
ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	17.67
2	18.35
3	18.30
4	17.95
5	17.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองการทำงานของชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทาน

4.4.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ต่อมอเตอร์ของชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทานเข้ากับ J5 ของวงจรสวิตช์ควบคุมมอเตอร์
2) เปิดสวิตช์ S1 ไว้ตามปกติ
3) ปิดสวิตช์ S5 เพื่อดันใบมีดขึ้นไปยังจุดสูงที่สุด
4) ระวังใบมีดสับลงมาเองถ้าหากหมุนลูกเบี้ยวเกินกำหนด
5) นำแถบตัวความต้านทานวางที่ตำแหน่งของใบมีด
6) ปิดสวิตช์ S5 อีกครั้งเพื่อให้ใบมีดสับลงมา
7) สังเกตและบันทึกผลว่าแถบตัวความต้านทานขาดออกจากกันหรือไม่



รูปที่ 4.5 ทดสอบกลไกในการตัดตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองตัดตัวความต้านทาน

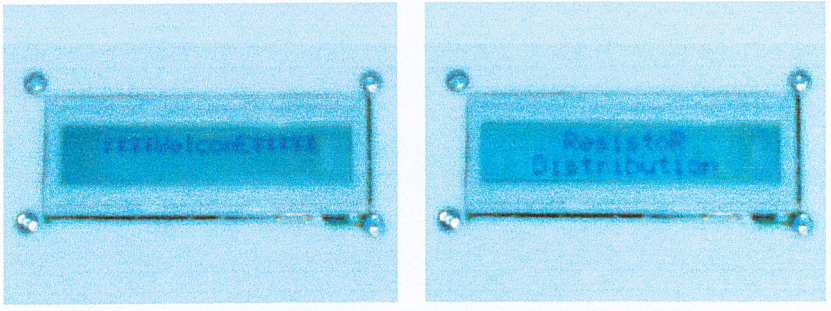
ครั้งที่	ผลการตัด	หมายเหตุ
1	ขาด	-
2	ขาด	-
3	ไม่ขาด	แถบตัวความต้านทานอยู่ไม่ตรงกับใบมีด
4	ขาด	-
5	ไม่ขาด	แรงสับไม่พอ

4.5 การทดลองการทำงานแบบอัตโนมัติ

หลังจากที่ได้ทดลองการทำงานของชุดกลไกแต่ละส่วน และปรับแต่งให้ใช้งานได้เป็นอย่างดีแล้ว จึงนำแต่ละส่วนมาประกอบกันและต่อวงจรควบคุมและประมวลผลเข้ากับส่วนต่างๆ แทนวงจรสวิตช์ที่ใช้ในการทดลองแล้วทดสอบตามวิธีการใช้งานปกติพร้อมทั้งจับเวลาในการเบิกแต่ละครั้ง

4.5.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ปลดมอเตอร์ออกจากวงจรสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ แล้วนำมาต่อกับวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์และวงจรควบคุมและประมวลผล
2) จ่ายไฟให้กับวงจรทั้งหมด
3) สังเกตที่จอแอลซีดีจะปรากฏข้อความว่า "****Welcome****" และ "Resistor Distribution" สลับกัน ดังรูปที่ 4.6



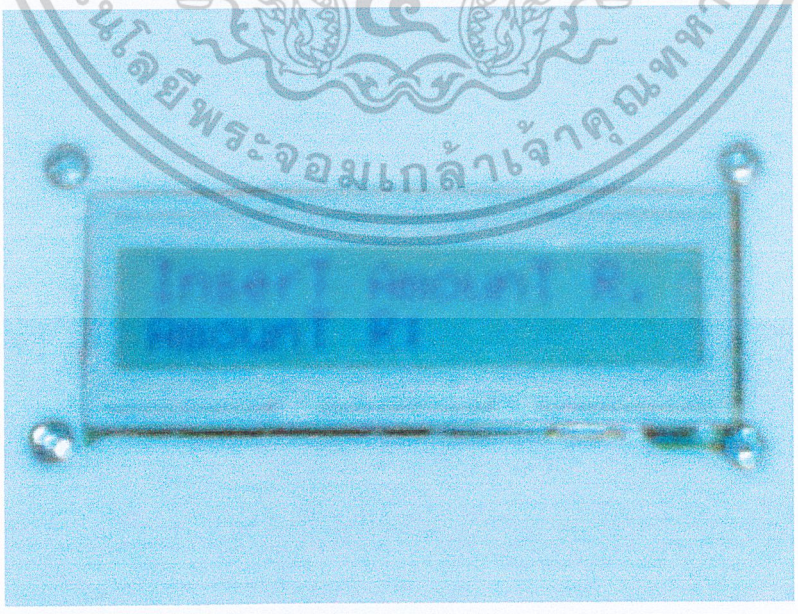
รูปที่ 4.6 ข้อความต้อนรับบนจอแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) กดปุ่ม Enter จอแอลซีดีจะแสดงสถานะรอรับค่าความต้านทาน ดังรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 จอแอลซีดีแสดงสถานะรอรับค่าความต้านทาน

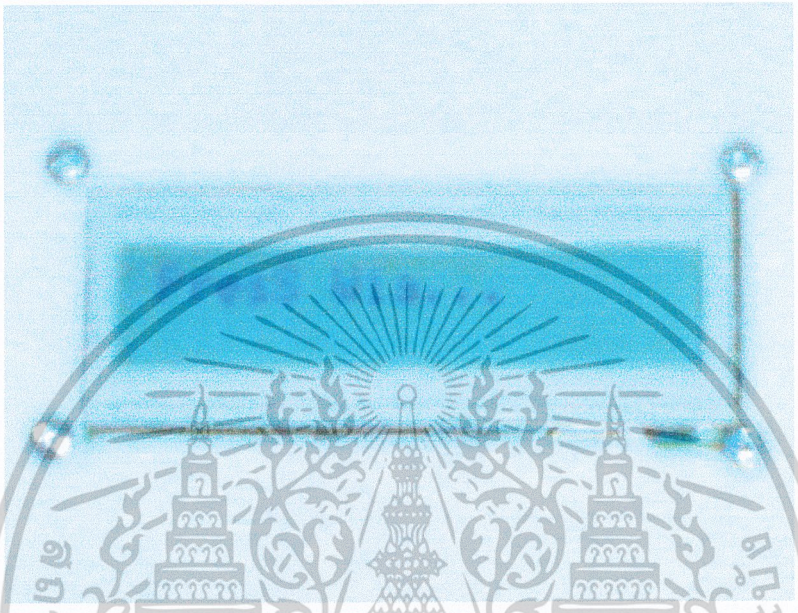
5) ป้อนค่าความต้านทานที่ต้องการแล้วกด Enter จอแอลซีดีจะแสดงสถานะรอรับจำนวนตัวความต้านทาน ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 จอแอลซีดีแสดงสถานะรอรับจำนวนตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

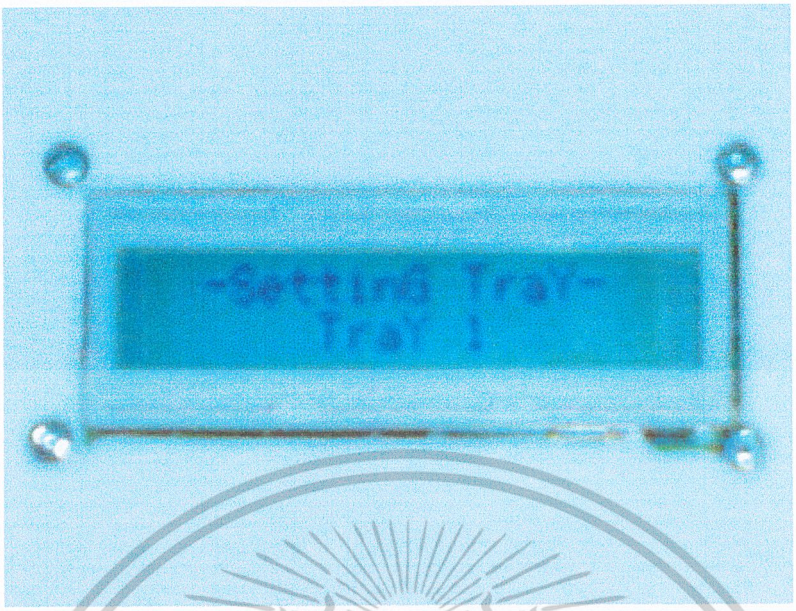
6) ป้อนจำนวนตัวความต้านทานที่ต้องการแล้วกด Enter จอแอลซีดีจะแสดงสถานะรอ ดังรูปที่ 4.9 พร้อมกันนั้นชุดกลไกต่างๆ ก็จะเริ่มทำงานตามขั้นตอนเพื่อจ่ายตัวความต้านทานออกมาตามต้องการ



รูปที่ 4.9 จอแอลซีดีแสดงสถานะรอ

7) ตรวจสอบตัวความต้านทานที่เครื่องจ่ายออกมา ว่าตรงตามที่กำหนดหรือไม่
8) บันทึกผล
9) ทดลองเปลี่ยนค่าความต้านทานที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำโดยกดปุ่ม FUN จอแอลซีดีจะปรากฏข้อความให้เลือกชุดเก็บตัวความต้านทานดังรูปที่ 4.10

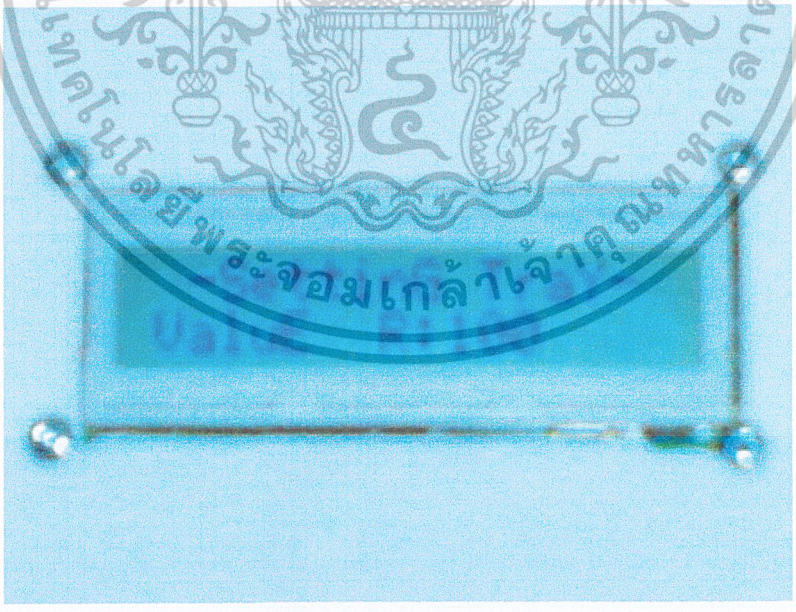
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 จอแอลซีดีแสดงข้อความให้เลือกชุดเก็บตัวความต้านทาน

10) กดปุ่ม ▲ หรือ ▼ เพื่อเลือกชุดเก็บความต้านทานที่ต้องการ จากนั้นกด Enter

11) จอแอลซีดีจะแสดงค่าความต้านทานที่มีอยู่ในชุดเก็บตัวความต้านทานนั้น ดังรูปที่ 4.11

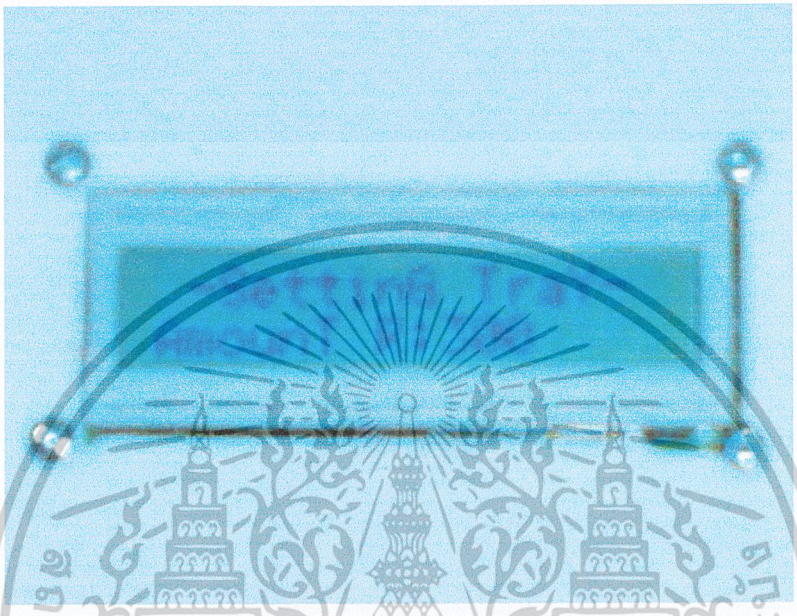


รูปที่ 4.11 จอแอลซีดีแสดงค่าความต้านทานที่มีอยู่ในชุดเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12) ใช้ปุ่ม Clear เพื่อลบค่าที่ปรากฏอยู่แล้วป้อนค่าใหม่ลงไป กด Enter

13) จอแอลซีดีจะแสดงจำนวนตัวความต้านทานที่มีอยู่ในชุดเก็บตัวความต้านทานนั้น ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 จอแอลซีดีแสดงจำนวนตัวความต้านทานที่มีอยู่ในชุดเก็บ

14) ใช้ปุ่ม Clear เพื่อลบจำนวนที่ปรากฏอยู่แล้วป้อนจำนวนใหม่ลงไป กด Enter

15) ข้อมูลในหน่วยความจำถูกเปลี่ยนเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการตรวจสอบความถูกต้องโดยทำซ้ำขั้นตอน 9 – 12 แต่ข้ามส่วนที่ Clear ค่าเดิมที่ปรากฏอยู่

16) บันทึกผล

4.5.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองเบิกตัวความต้านทานแบบอัตโนมัติ

ครั้งที่	ตัวความต้านทานที่ต้องการ		ตัวความต้านทานที่ได้รับ		เวลา (วินาที)
	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	จำนวน (ตัว)	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	จำนวน (ตัว)	
1	100	20	100	15	56.5
2	10k	5	10k	2	40.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการทดลองเบิกตัวความต้านทานแบบอัตโนมัติ

ครั้งที่	ตัวความต้านทานที่ต้องการ		ตัวความต้านทานที่ได้รับ		เวลา (วินาที)
	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	จำนวน (ตัว)	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	จำนวน (ตัว)	
3	470	10	470	7	63.1
4	47k	10	47k	6	28.3
5	1k	15	1k	8	60.4

ตารางที่ **4.5** ผลการทดลองเปลี่ยนค่าความต้านทานในหน่วยความจำ

ครั้งที่	ข้อมูลเดิม		ข้อมูลที่ต้องการเปลี่ยน		ข้อมูลใหม่	
	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	จำนวน (ตัว)	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	จำนวน (ตัว)	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	จำนวน (ตัว)
1	470	100	470k	150	470k	150
2	47k	100	47	150	47	150
3	10k	100	10	150	10	150
4	100	100	100k	150	100k	150
5	1k	100	20	150	20	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ในการจัดทำเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ การออกแบบ, การจัดสร้าง, การทดสอบ และการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีปัญหาต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย เป็นเหตุให้มีการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดและวิธีการเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการออกแบบและจัดทำระบบกลไก ซึ่งแนวความคิดริเริ่มคือจะใช้กลไกแบบระบบพิกัด 2 มิติกล่าวคือจะมีการเก็บตัวความต้านทานเรียงกันในลักษณะตาราง และเมื่อมีการร้องขอตัวความต้านทาน หน่วยประมวลผลก็จะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำว่า ตัวความต้านทานค่าดังกล่าวอยู่พิกัดใด เช่น ค่าความต้านทาน 10 โอห์มเก็บอยู่ที่พิกัด (5, 3) หมายถึงตัวความต้านทานค่า 10 โอห์มอยู่ที่แถวที่ 5 สดมภ์ที่ 3 จากนั้นหน่วยประมวลผลจะสั่งให้ระบบกลไกเฉพาะส่วนของแถวที่ 5 และสดมภ์ที่ 3 ทำงานร่วมกันเพื่อจ่ายตัวความต้านทานดังกล่าวออกมา แนวคิดดังกล่าวนี้ดูเหมือนมีความเป็นไปได้สูงที่จะจัดทำออกมาเป็นตัวเครื่องจริงๆ แต่เมื่อได้ลงมือสร้างก็พบกับปัญหาต่างๆ ตั้งแต่การเลือกใช้วัสดุในการทำโครงสร้างหลักโดยเลือกใช้อลูมิเนียมเพราะมีน้ำหนักเบาและเป็นวัสดุเนื้ออ่อนง่ายต่อการตัดหรือเจาะ แต่เมื่อประกอบกันขึ้นมาแล้ว โครงสร้างที่ได้กลับขาดความมั่นคง นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์บางอย่างเช่น ตลับลูกปืนซึ่งมีราคาสูงเกินไป จึงได้มีการนำเอาวัสดุอื่นซึ่งมีราคาที่ถูกกว่ามาดัดแปลงใช้แทน เป็นต้น อีกประการหนึ่งคือปัญหาเกี่ยวกับผู้ปฏิบัติงาน คือ ผู้ปฏิบัติงานขาดความละเอียดรอบคอบในการทำงาน เช่นการตัดหรือเจาะอลูมิเนียมให้ได้ตามแบบที่วาดไว้ แต่เมื่อลงมือปฏิบัติจริงกลับคลาดเคลื่อนจากแบบที่วาดไว้ เมื่อนำชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบกันจึงไม่สามารถประกอบได้อย่างลงตัว หรือบางครั้งประกอบเข้ากันไม่ได้เลย เป็นต้น จากปัญหาต่างๆ ที่ได้กล่าวมาเป็นสาเหตุให้ เครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติเครื่องแรกไม่ผ่านความเห็นชอบให้ผ่านเกณฑ์การประเมินผล

หลังจากได้รับความล้มเหลวจากเครื่องแรกมาแล้ว ทำให้เกิดประสบการณ์ในการคิดและการจัดการมากขึ้น โดยแนวคิดใหม่นี้ได้แนวทางมาจากเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ หลักการทำงานก็คือจะมีชุดบรรจุตัวความต้านทานวางเรียงกันอยู่บนสายพานลำเลียง และเมื่อมีการร้องของตัวความต้านทาน หน่วยประมวลผลจะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำว่าตัวความต้านทานดังกล่าวอยู่ตำแหน่งใด จากนั้นจะสั่งให้สายพานลำเลียงหมุนนำชุดเก็บตัวความต้านทานดังกล่าวมายังจุดที่มีชุดกลไกในการดึงและตัดตัวความต้านทานรออยู่ จากนั้นก็ทำการดึงเอาตัวความต้านทานออกมาจากม้วนเก็บและตัดโดยใบมีด แต่ในการจัดทำก็ยังมีปัญหาอยู่บ้างคือการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ให้เหมาะสมและการหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซื้อวัสดุอุปกรณ์ให้ตรงตามความต้องการ ในบางครั้งหากหาซื้อไม่ได้ก็ต้องหาวัสดุอื่นทดแทนหรือจัดทำขึ้นเอง เช่น การใช้โซ่และเฟืองของรถจักรยานยนต์แทนสายพานลำเลียง, การใช้ล้อเลื่อนของตู้กระจกแทนตลับลูกปืน, การนำเอาแผ่นยางสำหรับทำรองเท้ามาตัดเป็นลูกยาง และการใช้เหล็กเส้นมาทำเกลียวเพื่อใช้แทนน๊อต เป็นต้น

หลังจากที่ได้เครื่องต้นแบบมาแล้วจึงมีการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดกลไกส่วนต่างซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1) การทดลองชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน

ชุดกลไกในการหมุนชุดเก็บตัวความต้านทาน มีหน้าที่หลักคือหมุนเพื่อนำชุดเก็บตัวความต้านทานที่วางติดอยู่บนโซ่ ไปยังชุดกลไกสำหรับขับและชุดกลไกสำหรับตัด ซึ่งโซ่ดังกล่าวถูกขับเคลื่อนโดยเฟืองและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ ในการทดลองจะวัดความเร็วในการหมุนชุดตัวความต้านทานทั้ง 30 ชุดครบ 1 รอบ ซึ่งเวลาเฉลี่ยจากการทดลองทั้ง 5 ครั้งคือ 46.37 วินาที หรือใช้เวลาหมุนจากชุดเก็บปัจจุบันไปยังชุดเก็บถัดไป 1.55 วินาที

2) การทดลองชุดกลไกการหมุนขับตัวความต้านทาน

การทำงานของกลไกชุดนี้จะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างมอเตอร์สองตัว มอเตอร์ตัวแรกจะมีหน้าที่บังคับให้มอเตอร์ตัวที่สองเคลื่อนตัวเข้าสู่ชุดเก็บตัวความต้านทาน จากนั้นมอเตอร์ตัวที่สองจะหมุนเพื่อขับตัวความต้านทานออกจากชุดเก็บ ในการทดลองจะวัดความเร็วในการขับตัวความต้านทานจำนวน 10 ตัวออกจากม้วนเก็บ ซึ่งเวลาเฉลี่ยจากการทดลองทั้ง 5 ครั้ง คือ 17.98 วินาที หรือใช้เวลาเฉลี่ยตัวละ 1.79 วินาที

3) การทดลองชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทาน

หลักการของชุดตัดคือใช้สปริงดึงรั้งใบมีดไว้ตลอดเวลา แล้วใช้มอเตอร์หมุนลูกเบี้ยวเพื่อดันใบมีดขึ้นสวนทางกับการดึงของสปริง ก่อให้เกิดพลังงานสะสมที่สปริงและเมื่อถึงจุดสิ้นสุดของลูกเบี้ยว ใบมีดก็จะถูกปล่อยลงมาสับแถบกระดาษกาวที่ยึดตัวความต้านทานให้ขาดออกจากกัน แต่เนื่องด้วยมอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์ที่มีเฟืองทดรอบในตัวเพื่อช่วยให้มีแรงบิดสูง แต่ความเร็วรอบจะต่ำ การทดลองจึงมุ่งทดสอบประสิทธิภาพของใบมีดว่าสามารถตัดตัวความต้านทานได้จริงหรือไม่ จากการทดลอง 5 ครั้ง มี 2 ครั้งที่ตัวความต้านทานไม่ขาดออกจากม้วนเก็บ สรุปได้ว่าชุดกลไกในการตัดตัวความต้านทานนี้สามารถทำงานได้ 60%

4) การทดลองการทำงานแบบอัตโนมัติ

การทดลองนี้จะนำเอาชุดกลไกต่างๆ ประกอบเข้ากับวงจรควบคุมและประมวลผล จากนั้นจะทดสอบเหมือนกับการใช้งานจริง ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการเบิกจ่าย และส่วนของการเปลี่ยนแปลงค่าในหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1) การทดลองเบิกจ่าย การทดลองนี้จะตรวจสอบตัวความต้านทานที่เครื่องจ่ายออกมาว่ามีค่าความต้านทาน และจำนวนตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งผลที่ได้ค่าความต้านทานตรงตามความต้องการทุกครั้งแต่จำนวนที่ต้องการในแต่ละครั้งจะยังมีข้อผิดพลาดอยู่บ้างประมาณ 30% – 40% สาเหตุเนื่องจากตัวตรวจจับแบบใช้แสงอินฟาเรดที่ใช้ในการนับตัวความต้านทานมีความไวสูง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแสงเพียงเล็กน้อยก็จะนับเป็นตัวความต้านทานหนึ่งตัว ดังนั้นการนับจะเร็วกว่าการที่ตัวความต้านทานถูกขับออกมา ตัวความต้านทานที่ถูกตัดจึงมีจำนวนไม่ครบตามความต้องการ

4.2) การทดลองเปลี่ยนแปลงค่าในหน่วยความจำ เป็นส่วนของการทำงานที่ไม่มีระบบกลไกเข้ามาเกี่ยวข้องเลย ดังนั้นผลการทดลองจึงไม่มีการผิดพลาดเลย กล่าวคือการทำงานส่วนนี้สามารถทำงานได้ถูกต้อง 100%

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา การออกแบบและสร้างเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติเครื่องแรกไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากไม่สามารถสร้างเครื่องให้ตรงตามที่ออกแบบไว้ เพราะติดปัญหาด้านวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ จึงได้มีการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าโดยการดัดแปลงอุปกรณ์ใกล้ตัวมาใช้งานแทน เช่น การใช้ปลอกทองแดงแทนตลับลูกปืน, การใช้ท่อยางแทนลูกยาง, การใช้กรรไกรแทนใบมีด และการใช้โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมฉากเป็นต้น เป็นเหตุให้เมื่อเครื่องสำเร็จออกมาแล้ว ขาดความน่าเชื่อถือและโดนวิพากษ์วิจารณ์อย่างหนักจากผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

แนวทางการแก้ไข ยอมรับผลการเรียน F ในภาคการศึกษานั้นแล้วลงมือเริ่มคิดใหม่ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบโดยนำเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติซึ่งมีลักษณะการใช้งานที่คล้ายกันเป็นตัวอย่างในการออกแบบ

2. ปัญหา ไม่สามารถหาซื้อลูกยางตามขนาดที่ต้องการได้

แนวทางการแก้ไข นำแผ่นยางสำหรับทำรองเท้าซึ่งมีความหนาตามต้องการ แล้วนำท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ลับปลายด้านหนึ่งให้มีคมแล้วกดลงบนแผ่นยางก็จะได้แท่งลูกยางตามต้องการ

3. ปัญหา ไม่สามารถหาซื้อน๊อตที่ความยาวและขนาดเกลียวตามความต้องการได้

แนวทางการแก้ไข นำเหล็กเส้นขนาด 3/8 นิ้วมาตัดแล้วทำเกลียวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปัญหา ตลับลูกปืนที่จำเป็นต้องใช้เป็นจำนวนมากมีราคาค่อนข้างสูงคือประมาณ 72 บาท

แนวทางการแก้ไข นำเอาล้อเลื่อนของตู้กระจกแบบเลื่อนซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับตลับลูกปืนที่ต้องการใช้ ซึ่งหาซื้อได้จากร้านขายของเก่า

5. ปัญหา ตัวตรวจจับที่ใช้นับตัวความต้านทานขาดความเที่ยงตรงเนื่องจากตัวความต้านทานที่ผ่านตัวตรวจจับไม่คงที่ บางครั้งชุดเก็บตัวความต้านทานหยุดไม่ตรงตำแหน่ง

แนวทางการแก้ไข พยายามปรับให้ชุดเก็บตัวความต้านทานหยุดให้ตรงตำแหน่งมากที่สุดแต่ก็ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง

5.3 แนวทางการพัฒนา

เครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัตินี้ สามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถ และตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ แต่โครงงานชิ้นนี้ยังสามารถที่จะพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานได้อีก ดังนี้คือ

1) จอแอลซีดีที่ใช้มีขนาดเพียงแค่ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัดเท่านั้น ควรพัฒนาให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นจอแสดงผลได้อย่างสะดวก

2) รูปแบบการจัดเก็บตัวความต้านทานยังเป็นการจำกัดจำนวนอยู่ที่ 30 ค่า และใช้ได้เฉพาะกับตัวความต้านทานเท่านั้น ควรพัฒนาให้สามารถเพิ่มจำนวนได้มากกว่า 30 ค่า และสามารถใช้กับอุปกรณ์อื่นได้ เช่น ตัวเก็บประจุ, ทรานซิสเตอร์ เป็นต้น

3) ลักษณะเครื่องที่เตี้ยและยาวไม่เหมาะสมกับการใช้งาน เสียพื้นที่ในการจัดวางมาก จึงควรพัฒนาให้เครื่องมีขนาดเล็กลงและมีความสูงในระดับที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**. กรุงเทพฯ: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด. 2540

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2544

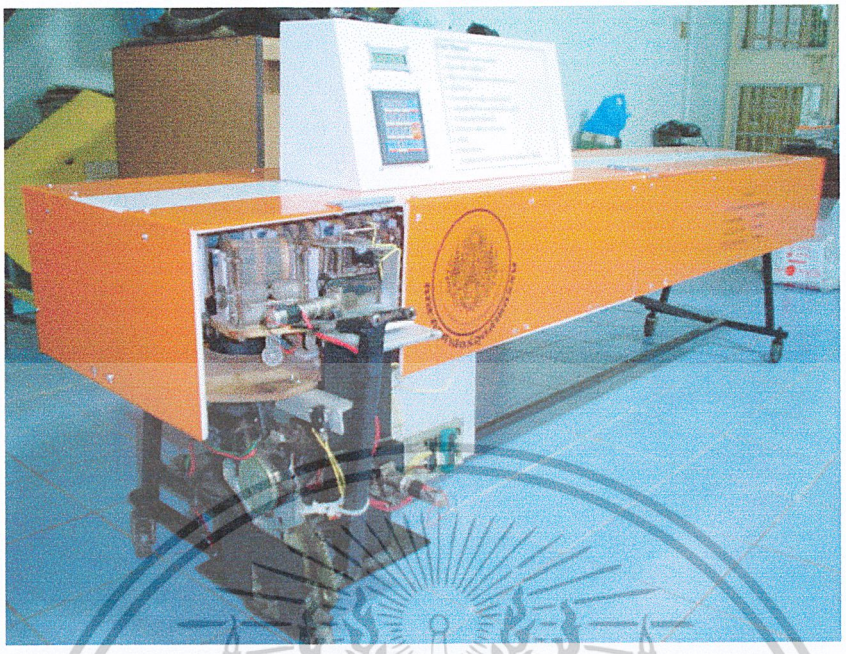
วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. **สนุกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ฉบับ MCS-51**. กรุงเทพฯ: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด. 2540

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

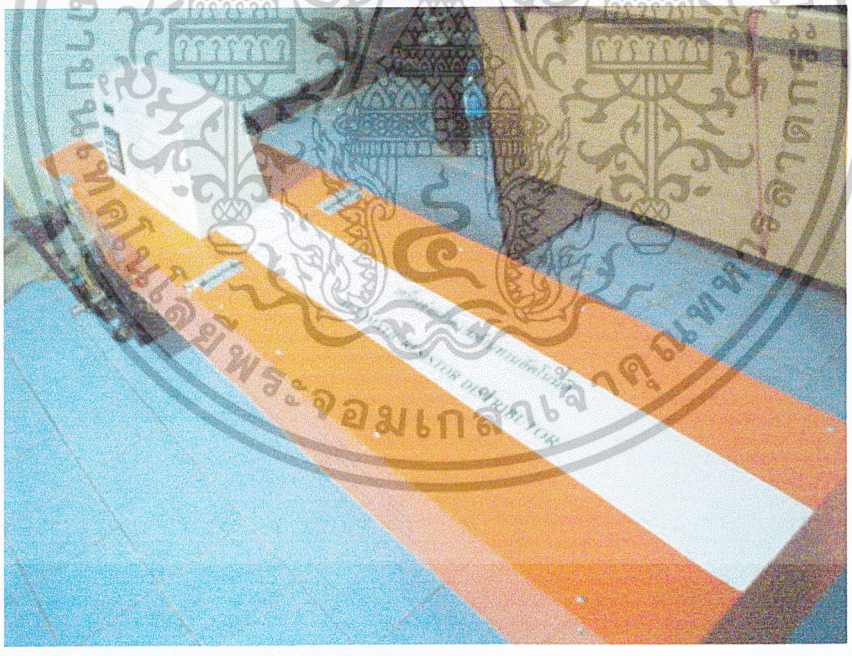
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

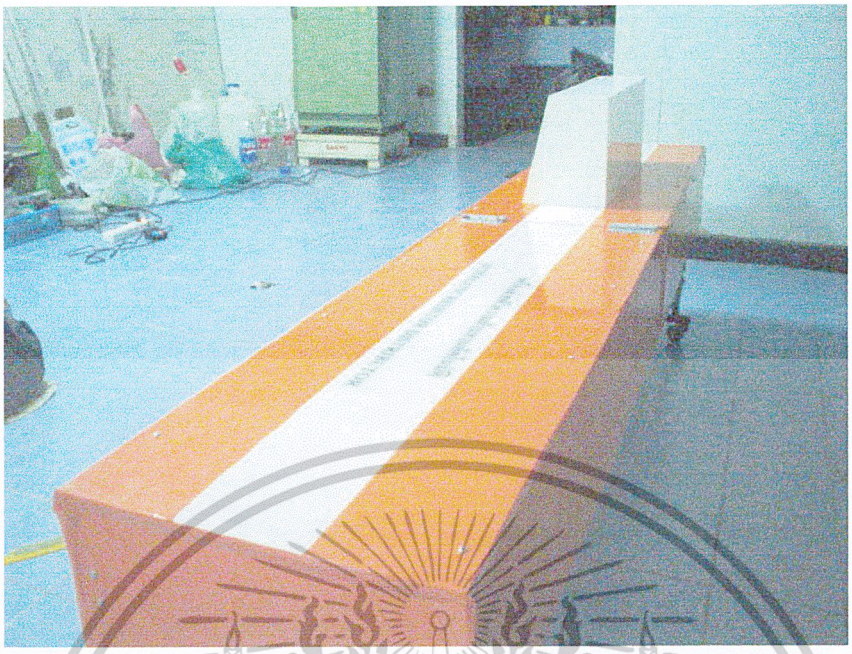


รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ



รูปที่ ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

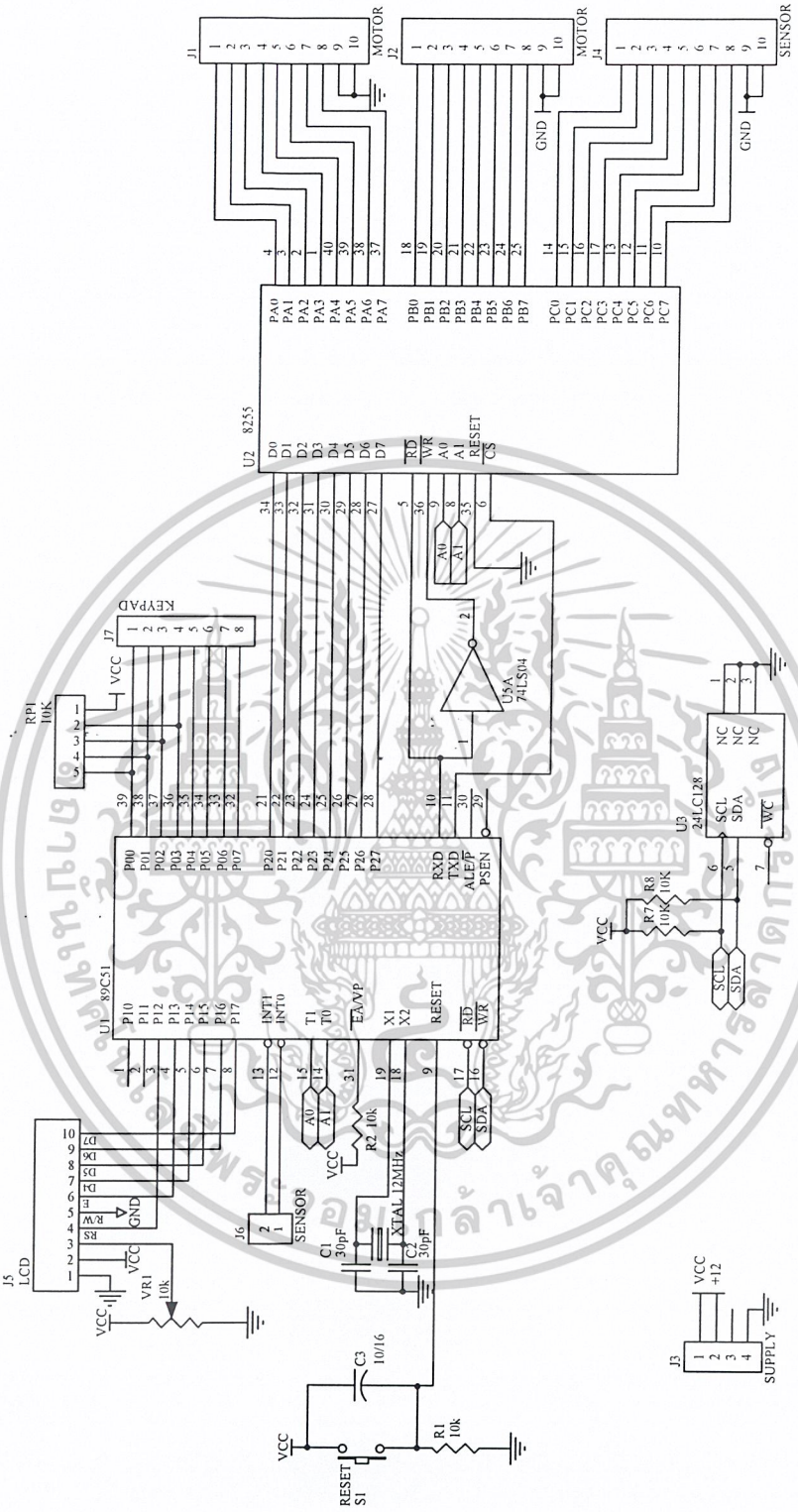


รูปที่ ก.3 ภาพด้านหลังของเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

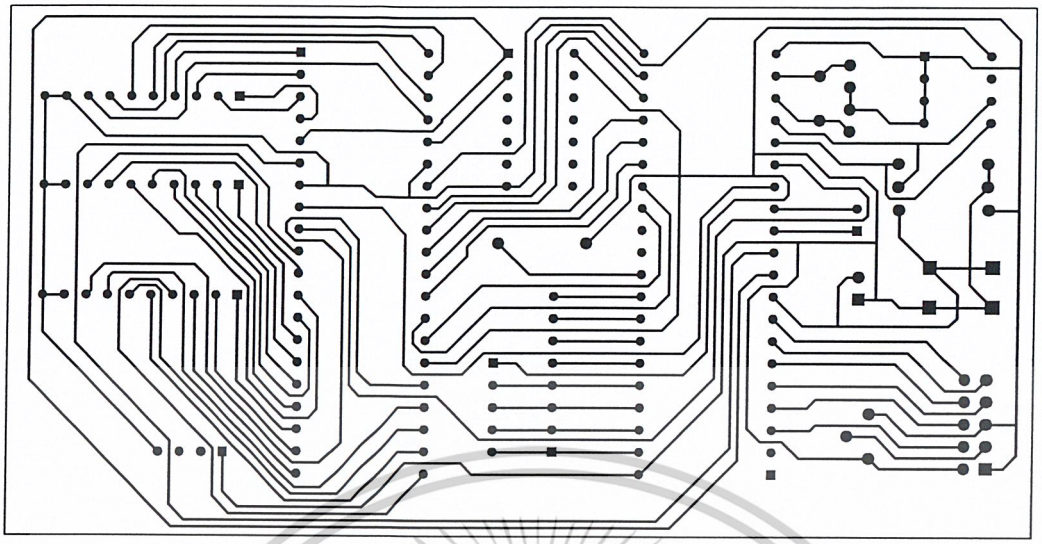
ภาคผนวก ข
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

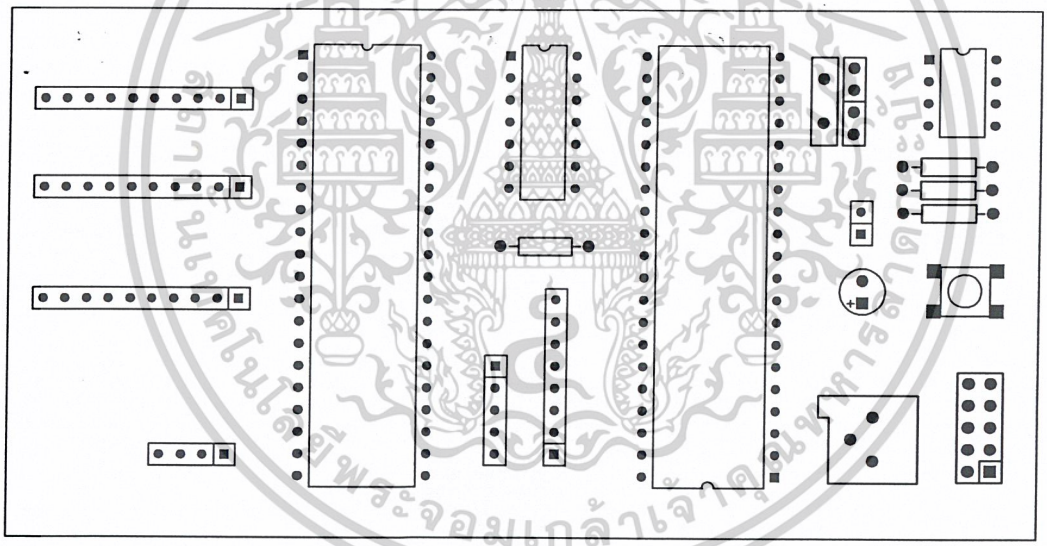


รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมและประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

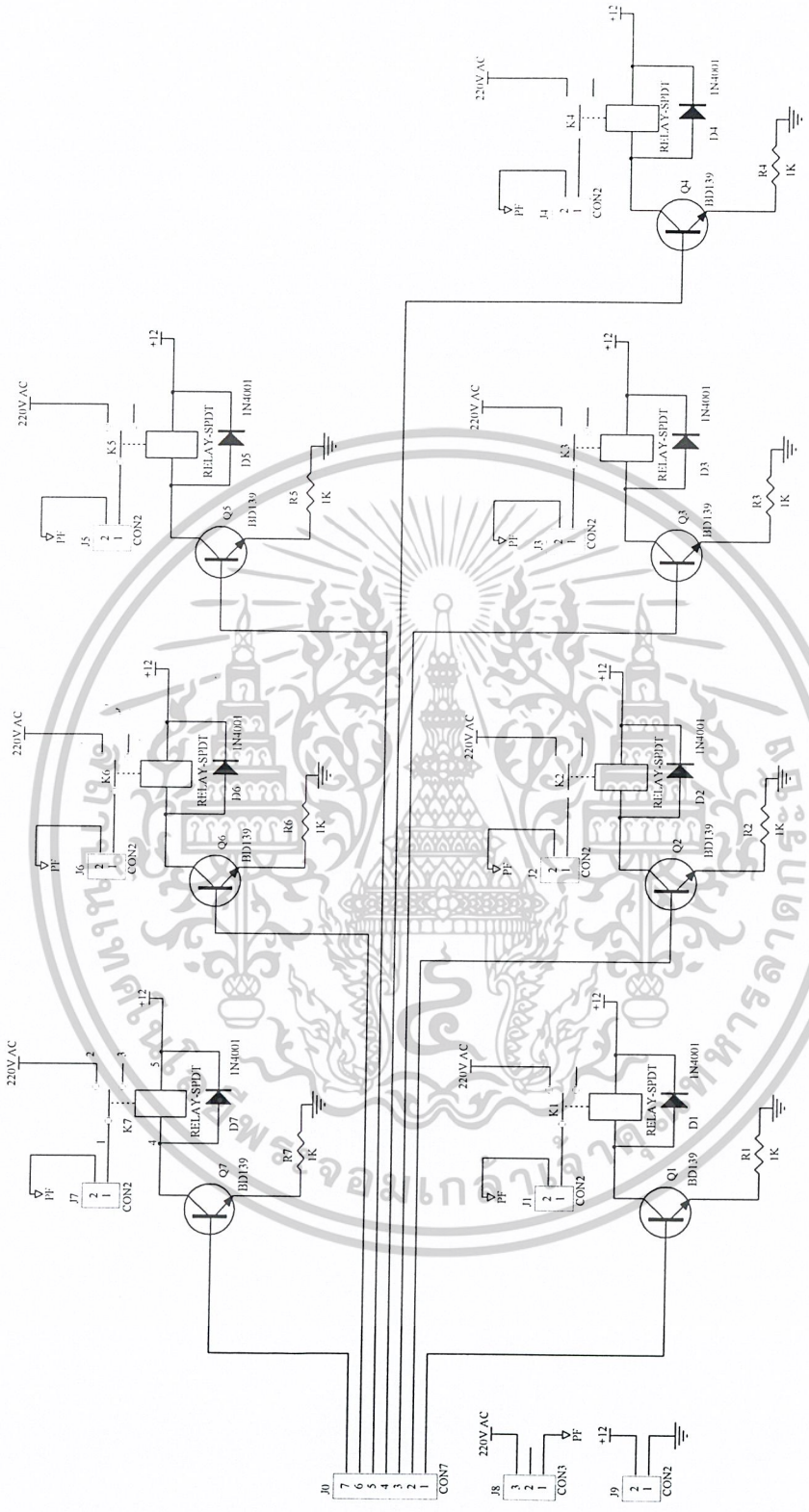


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุมและประมวลผล



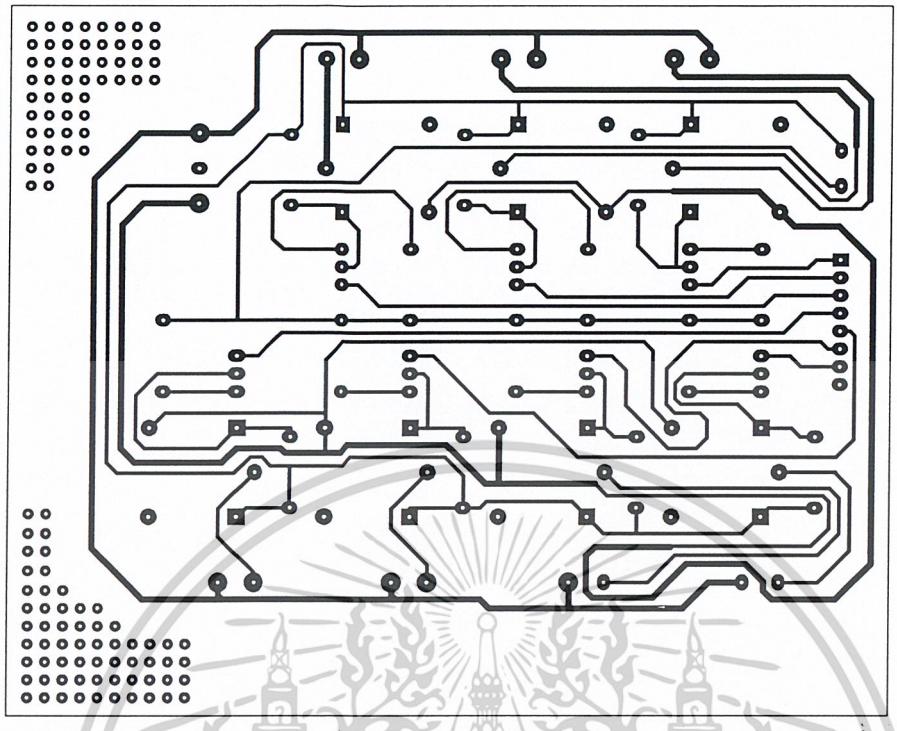
รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมและประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

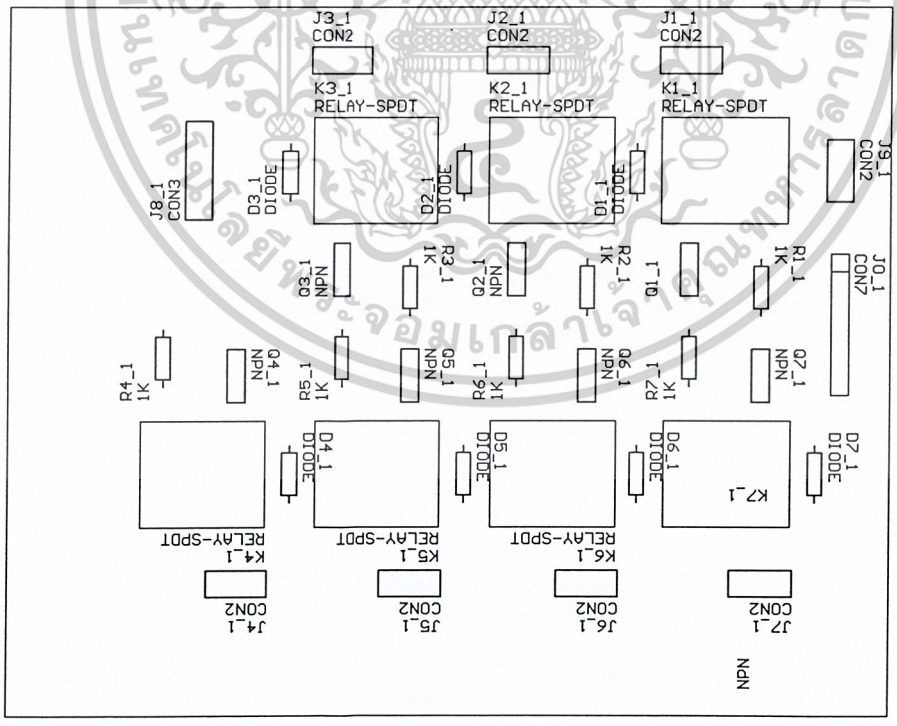


รูปที่ ข.4 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์



รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมและประมวลผล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C52	1 ตัว
IC2	uPD8255AC-2	1 ตัว
IC3	24LC128-I/P	1 ตัว
IC4	SN74HC04N	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1 - C2	30 pF เซรามิค	2 ตัว
C3	10 μF 16 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1 - R4	10 KΩ 1/4 W	4 ตัว
RP1	10 KΩ R pack 5 ขา	1 ตัว
VR1	10 KΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
X – TAL	12 MHz	1 ตัว
S1	รีเซ็ตสวิตช์	1 ตัว
J1, J2, J4, J5	Connector 10 pin	4 ตัว
J3	Connector 4 pin	1 ตัว
J6	Connector 2 pin	1 ตัว
J7	Connector 8 pin	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1 – D7	1N4001	7 ตัว
Q1 – Q7	BD139	7 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

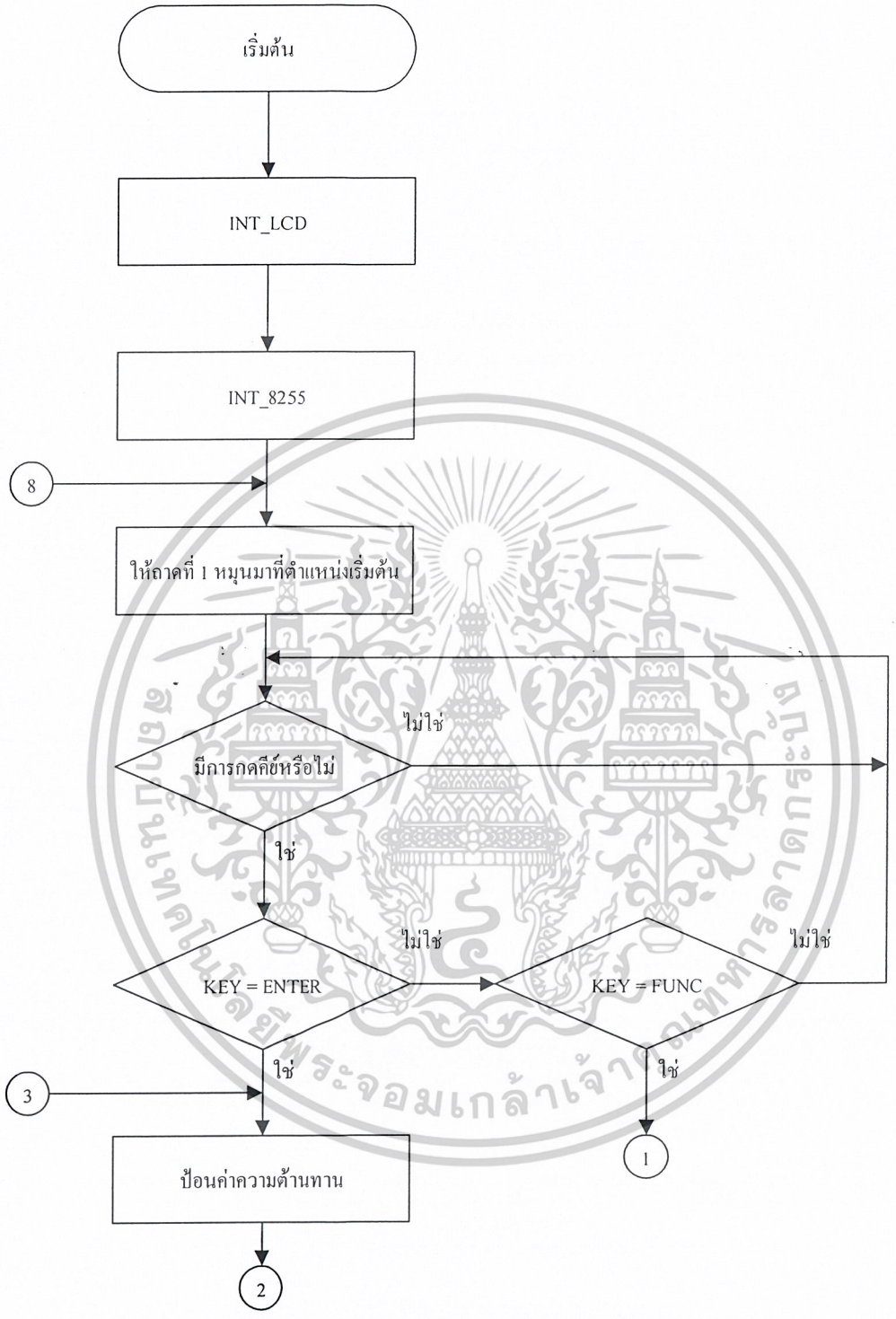
ตารางที่ ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R1 – R7	1 KΩ 1/4 W	7 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1 – J7	Connector 2 pin	7 ตัว
J8	Connector 3 pin	1 ตัว
J9	Connector 7 pin	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

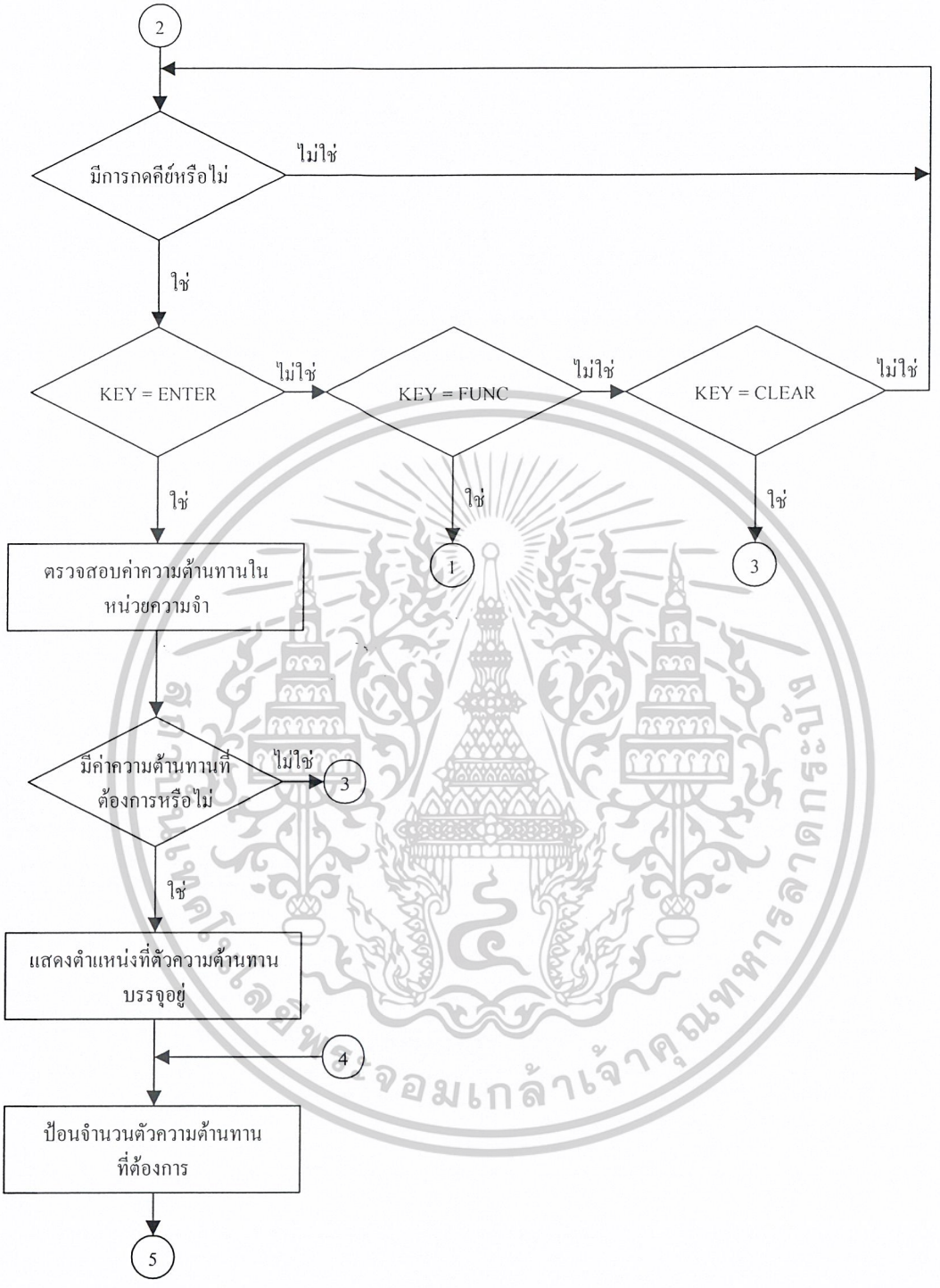
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



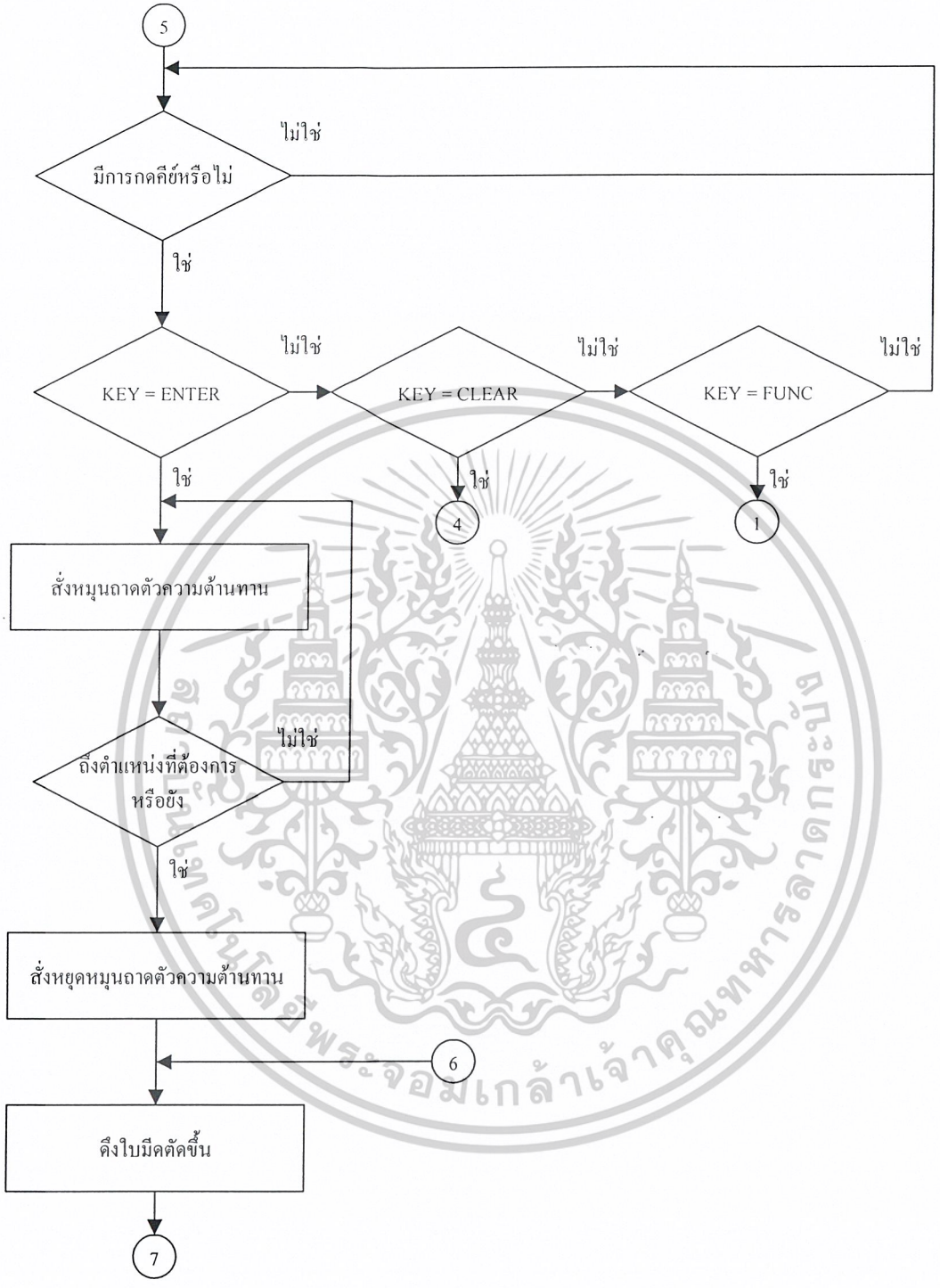
รูปที่ ง.1 ผังการทำงานโปรแกรมการเบิกจ่ายตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



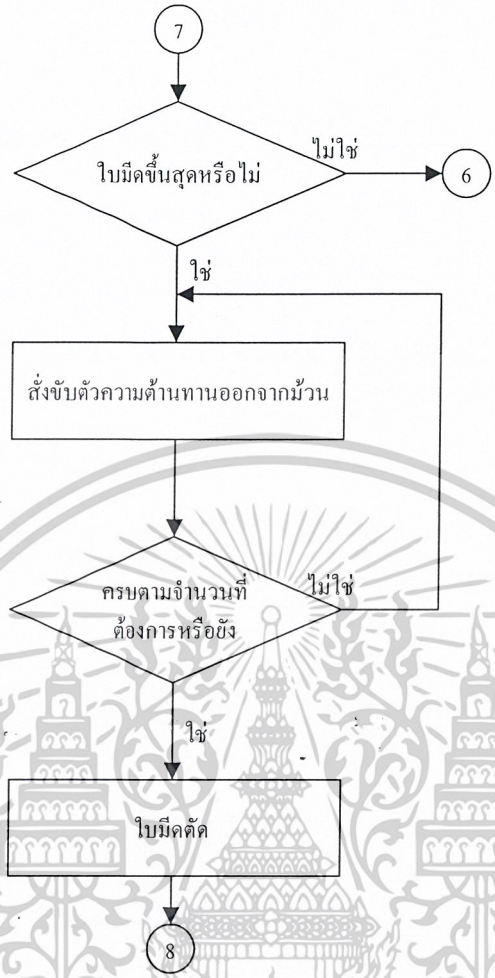
รูปที่ ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมการเบิกจ่ายตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



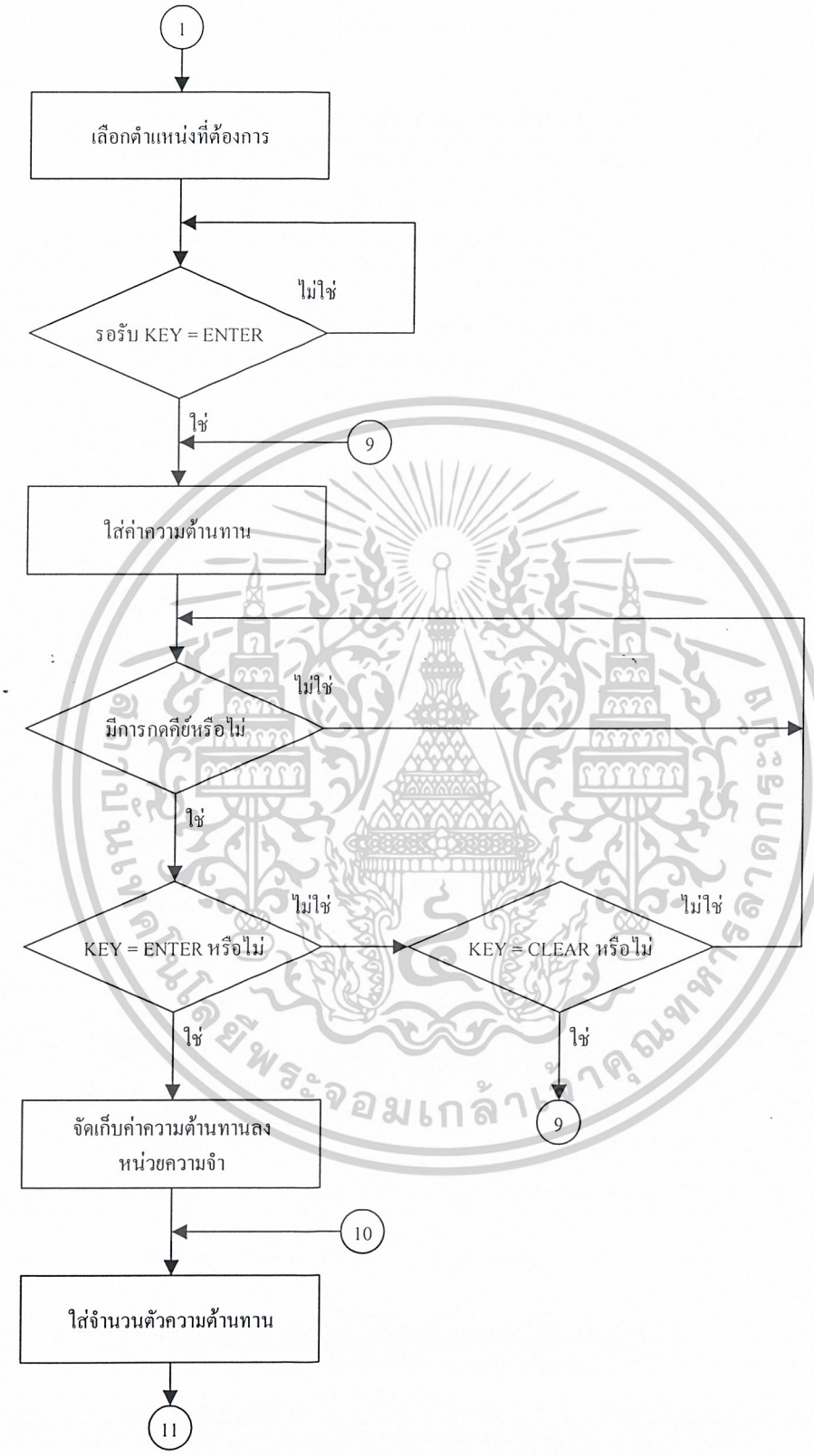
รูปที่ ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมการเบิกจ่ายตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



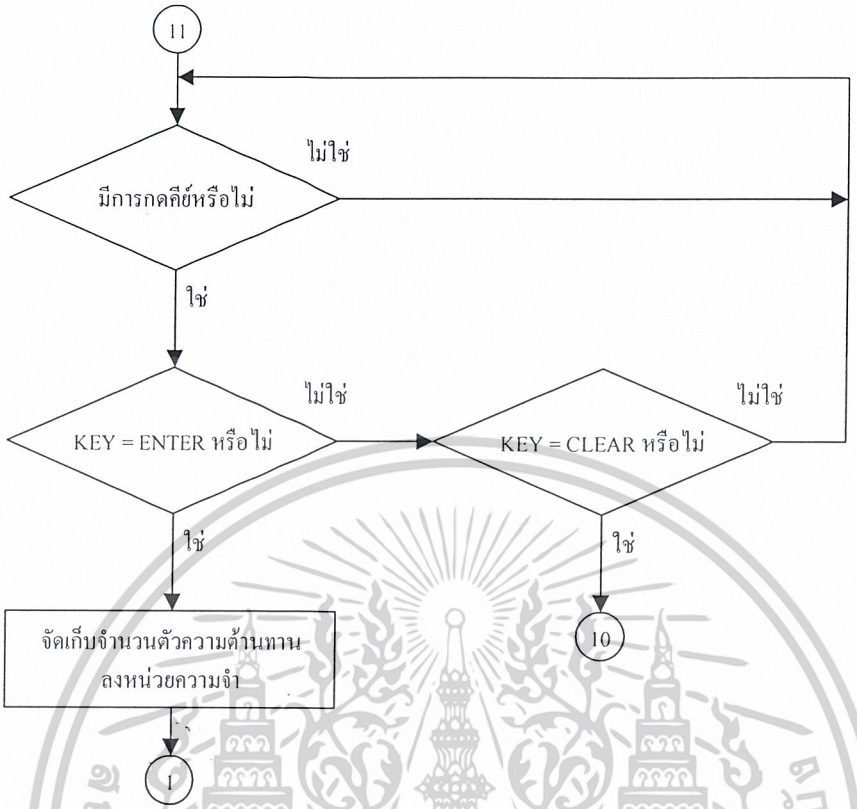
รูปที่ ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมการเบิกจ่ายตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมการเบิกจ่ายตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมการเบิกจ่ายตัวความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการจ่ายตัวความต้านทาน

```
unsigned char data RegT0_1,RegT0_2,RegT0_3;
unsigned char data cnT,keY_buF,blinK,keY_datA;
unsigned char data Cnt_TraY;
unsigned char key_buf1[4],ck_val;
//unsigned char data
//-----text of main manu
char code maiN1[16]={"****WelcomE*****"};
char code maiN2[16]={"    ResistoR    "};
char code maiN3[16]={"  Distribution  "};

//-----text of menu function
char code funC1[16]={" -SettinG TraY- "};
char code funC2[16]={"      TraY      "};
char code funC3[16]={"     -ExiT-     "};
char code funC4[16]={"ValuE  R:       "};
char code funC5[16]={"AmounT R:       "};

char code diS1[16] ={" InserT ValuE R."};
char code diS2[16] ={"InserT AmounT R."};
char code diS3[16] ={"PresS WiaT      "};
char code diS4[16] ={"R. IN TraY      "};
char code diS5[16] ={"TraY :          "};
//******************||convert data to lcd||******************
void convert_data_lcd(unsigned char var1){
      unsigned char buf1,buf2;
      buf1= var1/100;
      if(buf1!=0)
            lcd_send_byte(1,(buf1|0x30));

      buf2 = var1%100;
      buf1 = buf2/10;
    if((buf1)||(var1/100))
          lcd_send_byte(1,(buf1|0x30));

      buf1 = buf2%10;
      lcd_send_byte(1,(buf1|0x30));
}
void unitR(void){
      unsigned char i,j;
      //on_cursor();
      if(ck_val==1){
            j = 0;
            do{
                  i = Getkey_Press();
                  if((i==10)||(i==11)){
                        if((i==10)&&(j<2))
                              j++;
                        if((i==11)&&(j>0))
                        j--;
                  }
                  if((i==10)||(i==11)){
                lcd_gotoxy(2,14);
                        if(j==0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                              lcd_send_byte(1,0x20);
                        if(j==1)
                              lcd_send_byte(1,'k');
                        if(j==2)
                              lcd_send_byte(1,'M');
            }
          }while(i != 15);
              key_buf1[3] = j;
              //off_cursor();
        }
}
//************||get value from key to variable||*************
unsigned char  Getkey2Val(unsigned char val1,unsigned char var1){
        unsigned char i,k[3],valkey,valvar;
        valvar=0;
      i=0;
        ck_val = 0;
        //on_cursor();
      do{
              if(valkey==13){
                    for(i=0;i<=val1+1;i++){
                          lcd_gotoxy(2,i+10);
                          lcd_send_byte(1,0x20);
                          key_buf1[i] = 0;
                    }
              i=0;
              }
              do{
                    do{
                          valkey = Getkey_Press();
                    }while((valkey>9)&&(valkey!=15)&&(valkey!=13));

                    if((valkey!=15)&&(valkey!=13)){
                          key_buf1[i] = valkey;
                          lcd_gotoxy(2,i+10);
                          lcd_send_byte(1,(valkey|0x30));
                          i++;
                          ck_val = 1;
                    }
        }while((i<val1)&&(valkey!=15)&&(valkey!=13));
              if((valkey!=13)&&(i==val1)&&(valkey!=15))
                    do{
                          valkey = Getkey_Press();

                    }while((valkey!=15)&&(valkey!=13));
        }while(valkey==13);
//off_cursor();
//****************||save value to variable||*****************
        if(i!=0){
              k[0] = key_buf1[0];
              k[1] = key_buf1[1];
              k[2] = key_buf1[2];
              if(i==3){
                    k[0] = k[0] * 100;
              k[1] = k[1] * 10;
                    valvar = k[0] + k[1] + k[2];
              }
              else if(i==2){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                k[0] = k[0] * 10;
              valvar = k[0] + k[1];
            }
            else if(i==1)
                  valvar = k[0];
      }
      return (valvar);
}

void menu_func(){
    unsigned char i,j,k,buf1,buf[3];
      unsigned int buf_addr;
      j = 1;
      //on_cursor();
      lcd_clear_all();
      for(i=0;i<=15;i++)
            lcd_send_byte(1,funC1[i]);
      do{
            lcd_gotoxy(2,1);
            for(i=0;i<=15;i++)
                  lcd_send_byte(1,funC2[i]);

            do{
      //selsect tray
                  buf1 = Getkey_Press();

                  if((buf1==10)||(buf1==11)){
                    if((buf1==10)&&(j<30)) j+=1;
                     else if((buf1==11)&&(j>=2)) j-=1;
                     lcd_gotoxy(2,11);
//clear number trey
                     lcd_send_byte(1,0x20);
                     lcd_send_byte(1,0x20);
                  }
                     lcd_gotoxy(2,11);
                  convert_data_lcd(j);

      }while((buf1!=15)&&(buf1!=13));
            lcd_gotoxy(2,1);
// insert ValuE  R:
      for(i=0;i<=15;i++)
                  lcd_send_byte(1,funC4[i]);
                  lcd_gotoxy(2,10);
                  for(i=0;i<=3;i++){
// load ValuE  R:
                  buf_addr = (100+i)+(4*j);
                        key_buf1[i] = I2C_RD_EEPROM(buf_addr);
                        if(i<=2)
                              convert_data_lcd(key_buf1[i]);
                        if(i>=3){
                              lcd_send_byte(1,0x20);
                              if(key_buf1[i]==0)
                                    lcd_send_byte(1,0x20);
                              if(key_buf1[i]==1)
                                    lcd_send_byte(1,'k');
                              if(key_buf1[i]==2)
                        lcd_send_byte(1,'M');
                        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            }

      buf1 = Getkey2Val(3,keY_datA);
//lcd_
            unitR();

      if((key_buf1[0]!=0)||(key_buf1[1]!=0)||(key_buf1[2]!=0))
// save ValuE  R:
            for(i=0;i<4;i++){
            buf_addr = (100+i)+(4*j);
                  I2C_WR_EEPROM(buf_addr,key_buf1[i]);
        }

            lcd_gotoxy(2,1);
// insert AmounT R:
            for(i=0;i<=15;i++)
                  lcd_send_byte(1,funC5[i]);
                  lcd_gotoxy(2,10);

                  buf_addr = (500)+(2*j);
// load AmounT R:
                  buf1 = I2C_RD_EEPROM(buf_addr);
                  convert_data_lcd(buf1);

            buf1 = Getkey2Val(3,keY_datA);
            if(buf1!=0){
// save AmounT R:

                  buf_addr = (500)+(2*j);
                        I2C_WR_EEPROM(buf_addr,buf1);
        }
      }while(Getkey_Press()!=13);
      lcd_clear_all();
//off_cursor();
}

void menu_dis() {
      unsigned char i,j,k,tray,cnt_r;
      unsigned char buf,buf_p,buf_addr1;
      lcd_clear_all();
      for(i=0;i<=15;i++)
//value resistor
            lcd_send_byte(1,diS1[i]);
      lcd_gotoxy(2,1);
    for(i=0;i<=15;i++)
            lcd_send_byte(1,funC4[i]);
//on_cursor();
      Getkey2Val(3,keY_datA);
      lcd_gotoxy(2,13);
    unitR();
    for(j=0;j<=30;j++){
//chacking value in store
            i=0;
            buf_addr1 = (100+i)+(4*j);
            buf_p = I2C_RD_EEPROM(buf_addr1);

            if(key_buf1[i] == buf_p){
                  i++;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                  buf_addr1 = (100+i)+(4*j);
                  buf_p = I2C_RD_EEPROM(buf_addr1);
                  if(key_buf1[i] == buf_p){
                        i++;
                        buf_addr1 = (100+i)+(4*j);
                        buf_p = I2C_RD_EEPROM(buf_addr1);
                        if(key_buf1[i] == buf_p)
                              i++;
                              buf_addr1 = (100+i)+(4*j);
                              buf_p = I2C_RD_EEPROM(buf_addr1);
                              if(key_buf1[i]==buf_p) tray = j;

                        lcd_gotoxy(2,1);
                  for(i=0;i<=15;i++)
                              lcd_send_byte(1,diS4[i]);
                    }
            }
            lcd_gotoxy(2,11);
            convert_data_lcd(tray);
//display tray contain resistor
            dmsec(200);
      }

      lcd_gotoxy(1,1);
//amount resistor
      for(i=0;i<=15;i++)
            lcd_send_byte(1,diS2[i]);
      lcd_gotoxy(2,1);
    for(i=0;i<=15;i++)
            lcd_send_byte(1,funC5[i]);
      cnt_r = Getkey2Val(3,keY_datA);

      lcd_clear_all();
      for(i=0;i<=16;i++)
            lcd_send_byte(1,diS3[i]);
      lcd_gotoxy(2,1);
    for(i=0;i<=16;i++)
            lcd_send_byte(1,diS5[i]);

//off_cursor();
      WR_8255('a',0x01);
      i=0;
      k=0;
      while(i!=tray){
            do{
            k = RD_8255();
                  k = k & 0x10;
            }while(k==0x10);
            do{
                  k = RD_8255();
                  k = k & 0x10;
            }while(k!=0x10);
            i++;
            lcd_gotoxy(2,12);
            convert_data_lcd(i);
      }

     WR_8255('a',0x02);              //cut
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      do{
      k = RD_8255();
            k = k & 0x02;
      }while(k!= 0x02);

      WR_8255('a',0x40);       //feed r
    do{
      k = RD_8255();
            k = k & 0x04;
      }while(k!= 0x04);

      WR_8255('a',0x10);
      i = 0;
      lcd_clear_all();
      lcd_gotoxy(2,14);
      convert_data_lcd(cnt_r);
    dmsec(200);
      do{                                    //count r AND cutting

            do{
                  k = RD_8255();
                  k = k & 0x01;
            }while(k!=0x01);
            //dmsec(50);
            do{
                  k = RD_8255();
                  k = k & 0x01;
            }while(k==0x01);
       //dmsec(2);
            i=i+1;
            //cnt_r = cnt_r - 1;
            lcd_gotoxy(2,10);
            convert_data_lcd(i);
            //dmsec(2);
      }while(cnt_r!=i);

            //delay(10);
            WR_8255('a',0x02);
            do{
                  k = RD_8255();
                  k = k & 0x02;
            }while(k==0x02);
       //WR_8255('a',0x40);
            //dmsec(3000);
            WR_8255('a',0x20);
            dmsec(2000);
            WR_8255('a',0x00);

}

void menu_main(){
    unsigned char i,j;

      while(1){
      //*****Reg for timer0
      RegT0_1 = 100;
      RegT0_2 = 50;
      RegT0_3 = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      cnT = 1;
      blinK = 1;
      keY_buF = 0xff;

      TR0 = 1;

      while((keY_buF!=12)&&(keY_buF!=15)){
            if((blinK==1)&&(cnT==1)) {
                  cnT = 0;
                  lcd_clear_all();
                  for(i=0;i<=15;++i)
                  lcd_send_byte(1,maiN1[i]);
            }
            if((blinK==0)&&(cnT==1))  {
                  cnT = 0;
                  lcd_clear_all();
                  for(i=0;i<=15;i++)
                        lcd_send_byte(1,maiN2[i]);
            lcd_gotoxy(2,1);
                  for(i=0;i<=15;i++)
                        lcd_send_byte(1,maiN3[i]);

            }
            keY_buF = GetKey_Press();
      }
      TR0 = 0;
    lcd_clear_all();
      if(keY_buF == 12) menu_func();
      else menu_dis();
      }
}

//#define DataBuS 0xA0
//#define CtrL_WorD 0x92
#define RD_WR P30
#define ChipS P31
#define A1 P34
#define A0 P35

void INT_8255(void){
      unsigned char i;

      RD_WR = 1;
      delay(5);
      P2 = 0x89;
      A0 = 1;
      A1 = 1;
      ChipS = 0;
    delay(5);
      ChipS = 1;

}

unsigned char RD_8255(){
      unsigned char i;

     RD_WR = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      delay(2);
      A0 = 0;
    A1 = 1;
      ChipS = 0;
      delay(5);
      i = P2;
      delay(5);
      ChipS = 1;
      return(i);
}

void WR_8255(char Port,unsigned char data_bus){
      unsigned char i;
    bit buf_a0,buf_a1;
    if(Port=='a'){
            buf_a0 = 0;
          buf_a1 = 0;

      }else if(Port=='b'){
            buf_a0 = 1;
            buf_a1 = 0;
      }

      RD_WR = 1;
      delay(2);
      P2 = data_bus;
      A0 = buf_a0;
      A1 = buf_a1;
      delay(2);
      ChipS = 0;
      delay(5);
      ChipS = 1;
}

void start_motor(void){
      unsigned char i;

      WR_8255('a',0x01);
      do{
      i = RD_8255();
          i = i & 0x18;
    }while(i!=0x18);
      WR_8255('a',0x00);

}

void step_motor(void){
      unsigned char i;
      //INT_8255();

      //while(1){
      //    WR_8255('a',0x03);
      //
      //    i = RD_8255('c')
      //    if(i&0x10)

}
#include "REG52.H"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include "intrins.h"
#include "KEY.H"
#include "LCD.H"
#include "I2C.H"
#include "MOTOR.H"
#include "MENU.H"

/*************** support interrupt timer1***************/
void INT_Timer0(void)interrupt 1 {
      RegT0_1-=1;
      if(RegT0_1==0){
            RegT0_1=100;
            RegT0_2-=1;
            if(RegT0_2==0){
                  RegT0_2=50;
                  RegT0_3-=1;
                  if(RegT0_3==0){
                        RegT0_3 = 1;
                        cnT=1;
                        if(blinK== 1) blinK =0;
                        else blinK =1;
            }
            }
      }
}

/************* support interrupt timer1 *************/
void INT_Timer1(void)interrupt 3 {    //sec
      RegT1_1 -= 1;
      if(RegT1_1==0){
            RegT1_1=100;
            RegT1_2 -= 1;
            if(RegT1_2==0){
                  RegT1_2=40;
                  RegT1_3 -= 1;
                  if(RegT1_3==0)
                        Key_Delay = 0;
            }
      }
}
void main(void) {
    unsigned char i,j,BUF,valkey;
      unsigned int test;

      P0 = 0x00;
      P1 = 0x00;
      P2 = 0xFF;

      TH0 = 0x38;
      TL0 = 0x38;
      TH1 = 0x38;
      TL1 = 0x38;
      TMOD = 0x22;
      TCON = 0x00;
      IE = 0x8a;
    EA = 1;

    BUF =0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      blinK = 1;
      int_lcd();
      i2c_int();
    INT_8255();


      for(i=0;i<=16;i++)
            lcd_send_byte(1,diS3[i]);
      //lcd_clear_all();
      start_motor();
      menu_main();

      //for(test=1;test<4096;test++)
      //    I2C_WR_EEPROM (test,0xff);
      //lcd_send_byte(1,'o');
      //lcd_send_byte(1,'k');
    //I2C_WR_EEPROM (0x0033,0x55);
      //dmsec(50);
      //BUF = I2C_RD_EEPROM (0x0033);
      //convert_data_lcd(BUF);
      //lcd_send_byte(1,0xEA);
      //convert_data_lcd(j);
      /*WR_8255('a',0xff);
      dmsec(200);
      while(1){
            i = RD_8255();
            dmsec(10);
      WR_8255('a',i);
            dmsec(10);
      }
      WR_8255('a',0xaa);
      dmsec(200);*/
      //i = RD_8255();
      //i = i &0x80;
      //convert_data_lcd(i);
      while(1);
}

#define Skip_Rom 0xCC
#define Read_Scratchpad 0xBE
#define Convert_Temp 0x44
#define DS1820_bus P3_4
#define DS1820_High P3_4 = 1
#define DS1820_Low P3_4 = 0

//*******************|| Delay for DS1820 ||******************
void Delay_DS1820(unsigned char cunt1){

      while(cunt1)
            cunt1--;
}

//*********************|| Reset DS1820 ||*********************
void DS1820_Reset(void){
      DS1820_Low;
      Delay_DS1820(80);
      DS1820_High;
      Delay_DS1820(2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

//********************|| Presence DS1820 ||********************
unsigned char DS1820_Presence(void){
      unsigned int i;

      for(i=0;((i<1000)&&(DS1820_bus));i++);
      if(i<1000)  for(i=0;((i<1000)&&(!DS1820_bus));i++);
      if(i==1000) return 0x00;
      else return 0x01;
}

//******************|| Write Byte DS1820 ||********************
void DS1820_Write(unsigned char Val_out){
      unsigned char i;

      for(i=1; i ;i<<=1){
      DS1820_Low;
            Delay_DS1820(1);
            if(i&Val_out) DS1820_High;
            Delay_DS1820(9);
            DS1820_High;
            Delay_DS1820(0);
      }
}

//*********************|| Read Word DS1820 ||******************
unsigned char DS1820_Read(void){
      unsigned char i,Val_in;

      for(i=1,Val_in=0; i;i<<=1){
            DS1820_Low;
            Delay_DS1820(0);
      DS1820_High;
            Delay_DS1820(1);
            if (DS1820_bus) Val_in |= i;
            Delay_DS1820(9);
      }
      return Val_in;
}

//********************|| Get Temparature ||********************
unsigned char Get_Temp(void){
      unsigned char buf,l;
    l = 0;
      DS1820_Reset();
      if(DS1820_Presence()){
            DS1820_Write(Skip_Rom);
            DS1820_Write(Convert_Temp);
            while(!DS1820_bus);
            DS1820_Reset();
            DS1820_Presence();
            DS1820_Write(Skip_Rom);
            DS1820_Write(Read_Scratchpad);
            l = DS1820_Read();
        DS1820_Reset();
            DS1820_Presence();
            l>>=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        buf = l&0x7f;
            return (buf);
    }
}

sbit I2C_SCL  = P3^7;                          // for ISP,I series
sbit I2C_SDA  = P3^6;

void dmsec(unsigned int count){
      unsigned int i;
      while(count){
            for(i=0;i<=113;i++);
            count--;
      }
}

void i2c_delay (void) {                        // I2C delay
    _nop_ ();
    _nop_ ();
    _nop_ ();
    _nop_ ();
    _nop_ ();
    _nop_ ();
    _nop_ ();
    _nop_ ();
}
void i2c_int(void){
      P36 = 1;
      P37 = 1;
      delay(10);
}
void i2c_high (void) {                         // I2C clock high
    I2C_SCL = 1;
    i2c_delay ();
}

void i2c_low (void) {                          // I2C clock low
    I2C_SCL = 0;
    i2c_delay ();
}

void i2c_start (void) {                        // start condition
    I2C_SDA = 1;
    //I2C_SCL = 1;
    i2c_high();
    I2C_SDA = 0;
    i2c_delay ();
    i2c_low();
    I2C_SDA = 1;
}

void i2c_stop (void) {                         // stop condition
    I2C_SDA = 0;
    //I2C_SCL = 1;
    //i2c_delay ();
      i2c_high();
    I2C_SDA = 1;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
bit i2c_wrbyte (unsigned dat) {              // write one byte
    unsigned char i;                         // return 0 = ok
    bit outbit;                              // return 1 = error
    for (i=1;i<=8;i++) {
        outbit = dat & 0x80;
        I2C_SDA = outbit;
        dat = dat << 1;
        i2c_high ();
        i2c_low ();
    }
    I2C_SDA = 1;
    i2c_high ();
    outbit = I2C_SDA;
    i2c_low ();
    return (outbit);
}

unsigned char i2c_rdbyte () {                // read one byte
    unsigned char i,dat;                     // return 0xff = error
    bit inbit;
    dat = 0;
    for (i=1;i<=8;i++) {
        i2c_high ();
        inbit = I2C_SDA;
        dat = dat << 1;
        dat = dat | inbit;
        i2c_low ();
    }
    I2C_SDA = 1;
    i2c_high ();
    inbit = I2C_SDA;
    i2c_low ();
    if (~inbit) dat = 0xff;
    return (dat);
}

bit I2C_WR_EEPROM (unsigned int addr,unsigned char dat) {
// write 24lc128 eeprom
      unsigned char h_addr,l_addr;
      unsigned int buf;
    bit err;

      buf = addr;
      l_addr = addr & 0xff;
      buf>>=8;
      h_addr = buf & 0xff;

    i2c_start ();
    err = i2c_wrbyte (0xa0);                          // chip address
    if (~err) {
        err = i2c_wrbyte (h_addr);                    // word address
            if(~err){
                        err = i2c_wrbyte (l_addr);
                  if(~err) err = i2c_wrbyte (dat);     // data
            }
    }
    i2c_stop ();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    dmsec (5);
    return (err);
}

unsigned char I2C_RD_EEPROM(unsigned int addr){// read 24lc128 eeprom
    unsigned char dat,h_addr,l_addr;           // return 0xff = error
      unsigned int buf;
    bit err;

      buf = addr;
      l_addr = addr & 0xff;
      addr = (buf>>8) & 0xff;
      h_addr = addr;

    i2c_start ();                              // **** set control ****
    err = i2c_wrbyte (0xa0);                   // chip address write
    if (~err){
            err = i2c_wrbyte (h_addr);          // word address
            if (~err) err = i2c_wrbyte (l_addr);
      }
    i2c_stop ();
    dmsec (1);
    i2c_start ();                              // **** read addr/data ****
    if (~err) err = i2c_wrbyte (0xa1);         // chip address read
    if (~err) dat = i2c_rdbyte (); else dat = 0xff;
    i2c_stop ();
    dmsec (1);
    return (dat);
}

/********** use for key pad 4x4*************/

unsigned char data Key_Delay;
unsigned char data RegT1_1,RegT1_2,RegT1_3;     // Value of KEY Press

// --------------------------
unsigned char code keycode[16] = {0x7d,0xee,0xed,0xeb,
// | 0   | 1   | 2    | 3    |
                                  0xde,0xdd,0xdb,0xbe,
// | 4   | 5   | 6    | 7    |
                                  0xbd,0xbb,0xe7,0xd7,
// | 8   | 9   | UP   | DOWN |
                                  0xb7,0x7e,0x7b,0x77};
// | FUNC| CLR | HELP | ENTER|
// --------------------------

unsigned char Getkey_Press(){
    unsigned char KeyPress,Scankey,i,j,x;
    RegT1_1 = 100;
      RegT1_2 = 40;
      RegT1_3 = 1;
    Key_Delay = 1;

    Scankey= 0xef;
    for(i=0;i<=3;i++){
        x = Scankey|0x0f;
        P0 = x;
        KeyPress = P0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        KeyPress &= 0x0f;
        if(KeyPress!=0x0f){
                TR1 = 1;
                while((P0!=0x0f)&&(Key_Delay!=0));
                TR1 = 0;
                x= Scankey & 0xf0;
            KeyPress |= x;

            for(j=0;j<=15;j++)
                if(KeyPress==keycode[j]) return(j);
                return(0xff);

        }
        Scankey <<=1;
    }
    return(0xff);
}
#define Rs P12
#define Ea P13

unsigned char bdata datalcd;

//***********************||delay lcd||************************
void delay(unsigned int cunt){
      unsigned char l;
      while(cunt){
          for(l=0;l<113;l++);
        cunt--;
      }
}

//***********************||enable lcd||***********************
void enable_lcd(void){

      Ea = 1;
      delay(2);
      Ea = 0;
      delay(2);
}

//***************||send data or command to lcd||*************
void lcd_send_byte(unsigned char type,char lcd_data){
      unsigned char buffer1,ctrl;

    buffer1 = 0xF0 & lcd_data;
    P1 = buffer1;
      if(type==1) Rs=1;
      delay(1);
    enable_lcd();


    buffer1 = lcd_data<<4;
      buffer1 &=0xF0;
    P1 = buffer1;
      if(type==1) Rs=1;
      delay(1);
    enable_lcd();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

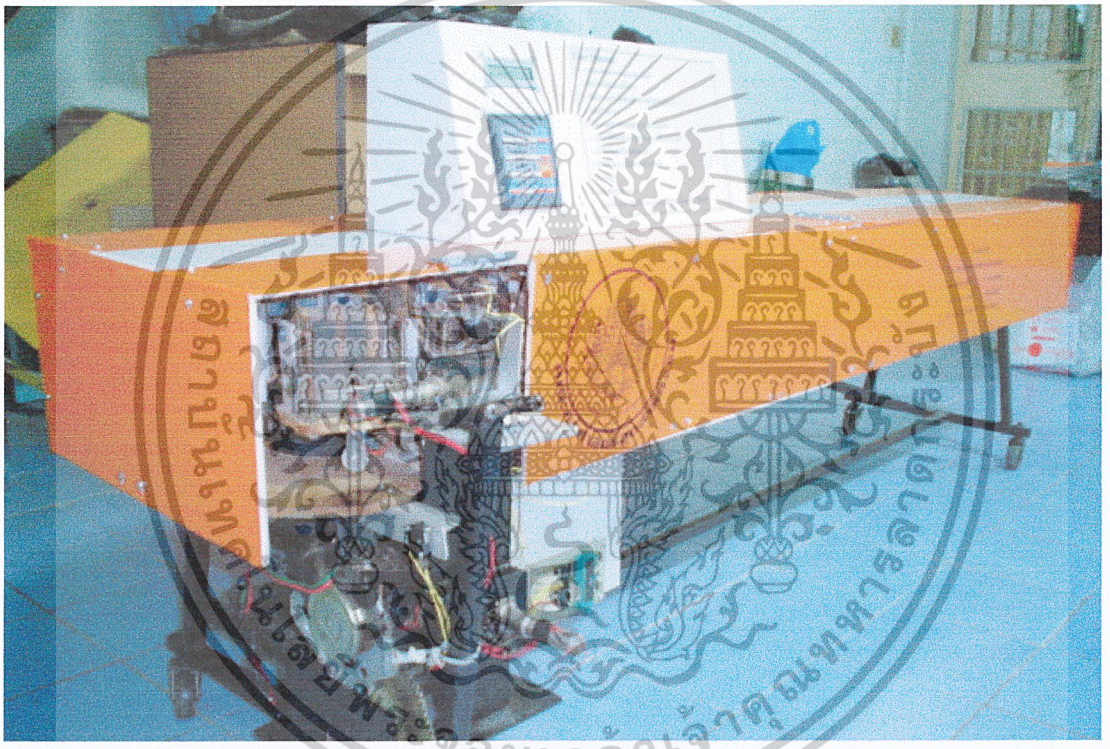
```
//******************||goto position on lcd||*****************
void lcd_gotoxy(unsigned char row,unsigned char col){
      unsigned char addr;

      if(row == 2) addr = 0x40;
    else addr = 0x00;
    addr = addr|col-1;
    lcd_send_byte(0,0x80|addr);
}

//**********************||claer lcd all||********************
void lcd_clear_all(void){
      lcd_send_byte(0,0x01);
}

//**********************||clear lcd line 2||******************
void lcd_clear_line2(void){
      unsigned char i;
      lcd_gotoxy(2,1);
      for(i=0;i<16;i++)
            lcd_send_byte(1,0x20);
}

void on_cursor(void){
      lcd_send_byte(0,0x0f);

}
void off_cursor(void){
      lcd_send_byte(0,0x0c);
}

//*********************||intnitial lcd||***********************
void int_lcd(void){
    delay(200);
      Rs = 0;
      lcd_send_byte(0,0x33);
      lcd_send_byte(0,0x32);
      lcd_send_byte(0,0x28);
      lcd_send_byte(0,0x0c);
      lcd_send_byte(0,0x06);
      lcd_send_byte(0,0x01);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

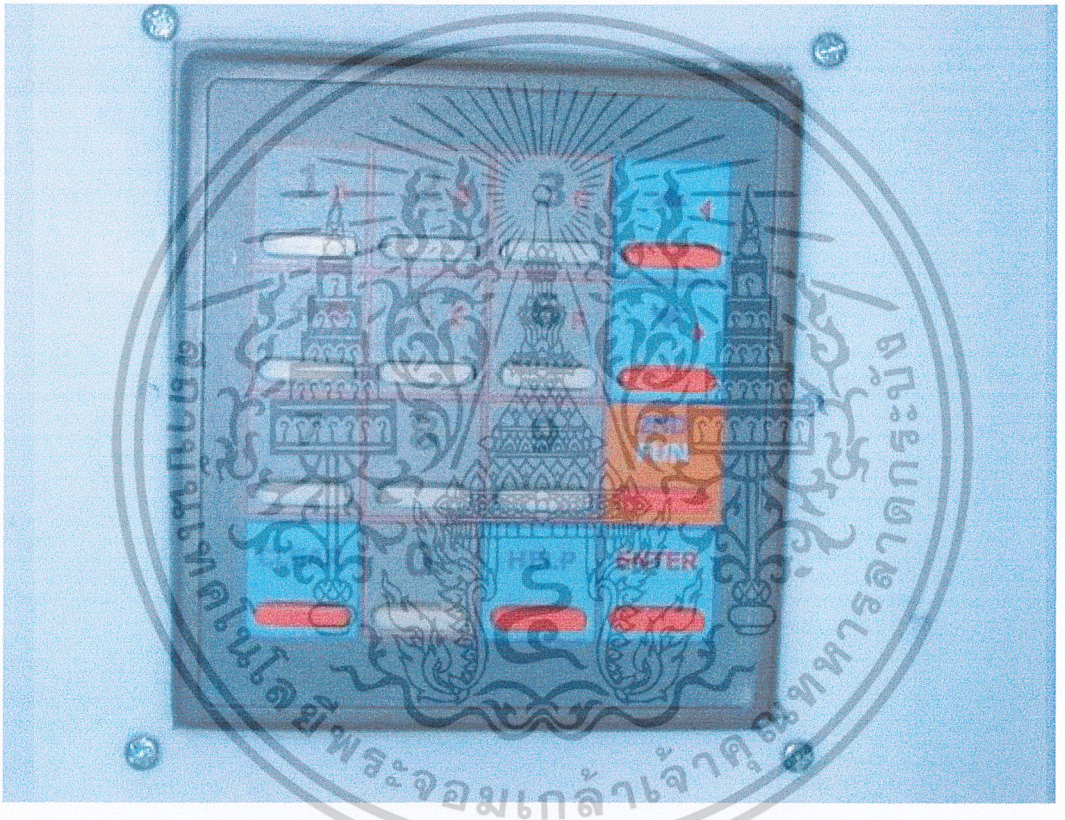
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะใช้งานเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ ควรทำการอ่านคู่มือการใช้งานให้เข้าใจเพื่อเบิกจ่ายตัวความต้านทานได้ถูกต้องรวดเร็ว ลดความเสียหายของอุปกรณ์

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม

ปุ่มควบคุมนั้นมีเพียงคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ การกดคีย์จะระบุในหัวข้อการใช้งาน



3. การใช้งาน

3.1 ทำการกดคีย์สวิตซ์เลือกค่าตัวความต้านทานที่ต้องการ

3.2 กดคีย์สวิตซ์ระบุจำนวนที่ต้องการเบิก

3.3 เมื่อทำการกดคีย์ตามขั้นตอนเครื่องจะทำการเบิกจ่ายได้โดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องจ่ายตัวความต้านทานอัตโนมัติ ท่านสามารถตรวจสอบแนวทางแก้ไขได้จากตารางดังนี้

อาการ	สาเหตุและวิธีแก้ไข
ไม่สามารถกดรหัสเบอร์และจำนวนได้	เป็นอาการของ Keypad ขัดข้อง ต้องตรวจซ่อมต่อไป
เมื่อ LCD ไม่แสดงผล	ตรวจสอบสายแพส่วนที่เชื่อมต่อไปยังจอแอลซีดีว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่
เมื่อเครื่องไม่ทำงาน	ตรวจสอบดูปลั๊กต่อว่าชำรุดหรือได้ทำการต่อหรือไม่

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ควรตั้งในที่ที่ไกลจากความชื้น
- ไม่ควรนำสิ่งของที่เปียกน้ำวางไว้บนตัวเครื่อง

5.2 ข้อควรระวัง

- อย่านำมือเข้าใกล้กับบริเวณที่ทำการตัดตัวความต้านทาน

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 เฮิรตซ์
ส่วนแสดงผล	จอแสดงผลแบบผลึกเหลว
ความจุสูงสุด	30 ค่า
ระบบการตัด	ใช้ใบมีดตัด
ระบบการจ่าย	ใช้มอเตอร์ DC 12 V
ความเร็วในการจ่าย	1 ค่า / 1 นาที ขึ้นอยู่กับจำนวนที่สั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

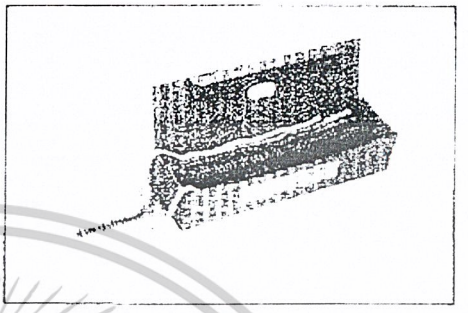
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Packing Of Leaded Resistors

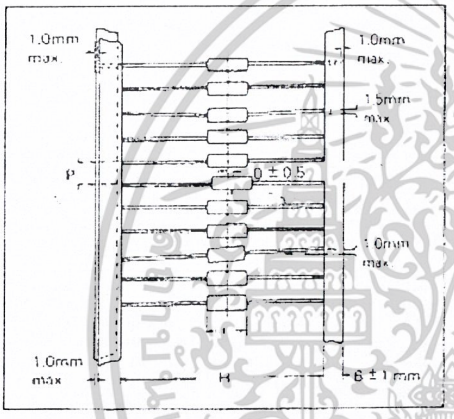
LEAD TAPE PACKAGING
(Applicable document EIA RS-296)

FEATURES
Precise dimensions, uniform spacing
Automatic mounting on-p-c-b possible
Preparation for p-c-b mounting simplified due to uniform lead spacing.

TAPE IN BOX

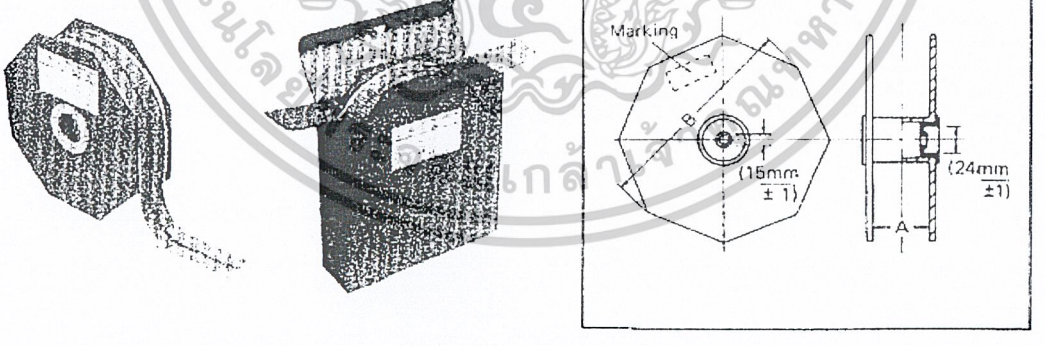


DIMENSIONS



TYPE	PCS per box	DIMENSION (mm) L	W	H
1/8W	5,000	260 ± 5	80 ± 2	25 ± 2
1/4W	5,000	260 ± 5	77 ± 2	20 ± 1
1/2W	1,000	270 ± 5	75 ± 2	48 ± 2
1W	1,000	277 ± 5	104 ± 2	83 ± 2
2W	1,000	265 ± 5	110 ± 2	85 ± 2

TAPE ON REEL



Type No.	Reel Packaging				
	Dimensions (mm)				
	Across Flanges	Across Points	Resistor Spacing	Tape Spacing	Quantity per Reel
	A	B	P	H	
1/8W	72 MAX	310 MAX	5 ± 0.4	52 ± 2	5,000
1/4W	72 MAX	310 MAX	5 ± 0.4	52 ± 2	5,000
1/2W	72 MAX	310 MAX	5 ± 0.4	52 ± 2	2,500
1W	86 MAX	295 MAX	5 ± 0.4	*73 ± 2	2000 or 2500
2W	95 MAX	295 MAX	10 ± 0.4	73 ± 2	1,000

*For 1W, Tape Spacing 63mm is also available.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCHIP 24AA128/24LC128/24FC128

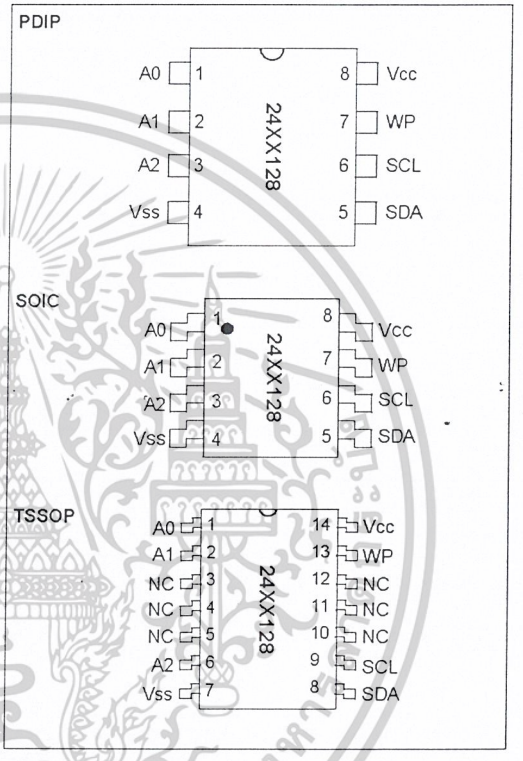
128K I^2C^{TM} CMOS Serial EEPROM

DEVICE SELECTION TABLE

Part Number	Vcc Range	Max Clock Frequency	Temp Ranges
24AA128	1.8-5.5V	400 kHz†	C
24LC128	2.5-5.5V	400 kHz‡	I, E
24FC128	2.5-5.5V	1 MHz	I

†100 kHz for Vcc < 2.5V.
‡100 kHz for E temperature range.

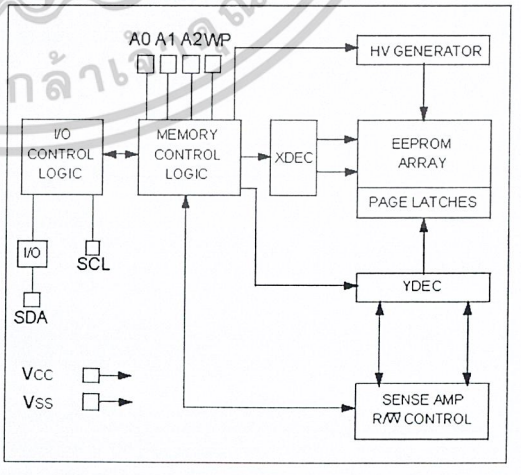
PACKAGE TYPE



FEATURES

- Low power CMOS technology
  - Maximum write current 3 mA at 5.5V
  - Maximum read current 400 µA at 5.5V
  - Standby current 100 nA typical at 5.5V
- 2-wire serial interface bus, I^2C compatible
- Cascadable for up to eight devices
- Self-timed ERASE/WRITE cycle
- 64-byte page-write mode available
- 5 ms max write-cycle time
- Hardware write protect for entire array
- Output slope control to eliminate ground bounce
- Schmitt trigger inputs for noise suppression
- 100,000 erase/write cycles guaranteed
- Electrostatic discharge protection > 4000V
- Data retention > 200 years
- 8-pin PDIP and SOIC (150 and 208 mil) packages
- 14-pin TSSOP package
- Temperature ranges:
  - Commercial (C) 0° to +70°C
  - Industrial (I): -40°C to +85°C
  - Automotive (E): -40°C to +125°C

BLOCK DIAGRAM



DESCRIPTION

The Microchip Technology Inc. 24AA128/24LC128/24FC128 (24XX128*) is a 16K x 8 (128K bit) Serial Electrically Erasable PROM, capable of operation across a broad voltage range (1.8V to 5.5V). It has been developed for advanced, low power applications such as personal communications or data acquisition. This device also has a page-write capability of up to 64 bytes of data. This device is capable of both random and sequential reads up to the 128K boundary. Functional address lines allow up to eight devices on the same bus, for up to 1M bit address space. This device is available in the standard 8-pin plastic DIP, 8-pin SOIC (150 and 208 mil), and 14-pin TSSOP packages.

I^2C is a trademark of Philips Corporation.
*24XX128 is used in this document as a generic part number for the 24AA128/24LC128/24FC128 devices.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24AA128/24LC128/24FC128

1.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

1.1 Maximum Ratings*

Vcc.....6.5V
All inputs and outputs w.r.t. Vss .....-0.6V to Vcc +1.0V
Storage temperature .....-65°C to +150°C
Ambient temp. with power applied.....-65°C to +125°C
Soldering temperature of leads (10 seconds) ..+300°C
ESD protection on all pins ..... ≥ 4 kV

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

TABLE 1-1: PIN FUNCTION TABLE

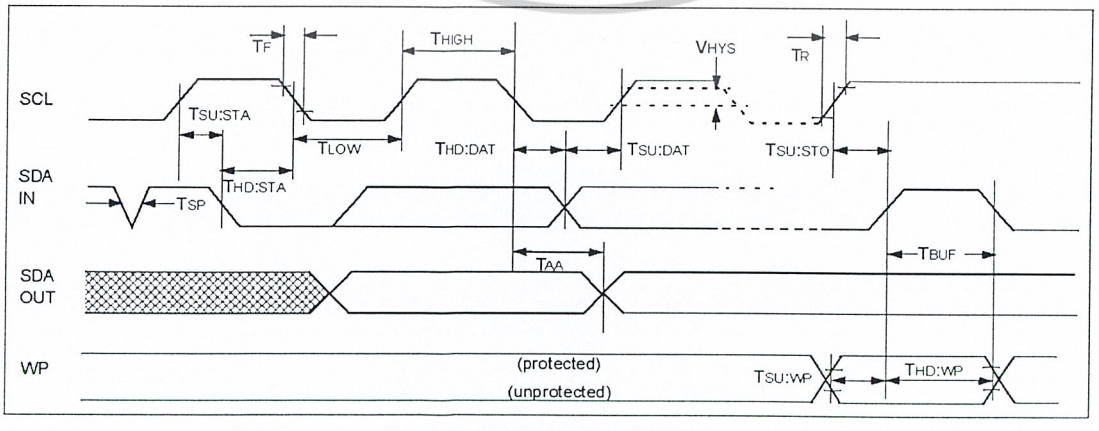
Name	Function
A0, A1, A2	User Configurable Chip Selects
Vss	Ground
SDA	Serial Data
SCL	Serial Clock
WP	Write Protect Input
Vcc	+1.8 to 5.5V (24AA128) +2.5 to 5.5V (24LC128)

TABLE 1-2: DC CHARACTERISTICS

All parameters apply across the specified operating ranges, unless otherwise noted.	Commercial (C): Vcc = +1.8V to 5.5V Tamb = 0°C to +70°C Industrial (I): Vcc = +2.5V to 5.5V Tamb = -40°C to +85°C Automotive (E): Vcc = +4.5V to 5.5V Tamb = -40°C to 125°C				
Parameter	**Symbol**	**Min**	**Max**	**Units**	**Conditions**
A0, A1, A2, SCL, SDA, and WP pins:					
High level input voltage	VIH	0.7 Vcc	—	V	
Low level input voltage	VIL	—	0.3 Vcc	V	Vcc ≥ 2.5V
			0.2 Vcc	V	Vcc < 2.5V
Hysteresis of Schmitt Trigger inputs (SDA, SCL pins)	VHYS	0.05 Vcc	—	V	Vcc ≥ 2.5V (Note)
Low level output voltage	VOL	—	0.40	V	IOL = 3.0 mA @ Vcc = 4.5V IOL = 2.1 mA @ Vcc = 2.5V
Input leakage current	ILI	-10	10	µA	VIN = Vss or Vcc, WP = Vss VIN = Vss or Vcc, WP = Vcc
Output leakage current	ILO	-10	10	µA	VOUT = Vss or Vcc
Pin capacitance (all inputs/outputs)	CIN, COUT	—	10	pF	Vcc = 5.0V (Note) Tamb = 25°C, fc = 1 MHz
Operating current	ICC Read	—	400	µA	Vcc = 5.5V, SCL = 400 kHz
	ICC Write	—	3	mA	Vcc = 5.5V
Standby current	ICCS	—	1	µA	SCL = SDA = Vcc = 5.5V A0, A1, A2, WP = Vss

Note: This parameter is periodically sampled and not 100% tested.

FIGURE 1-1: BUS TIMING DATA



 © 1999 Microchip Technology Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นางสาวประกายวรรณ ธรรมสังวาลย์

วัน เดือน ปีเกิด 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2524

ภูมิลำเนา 105/21 หมู่ 6 ตำบลพลูตาหลวง อำเภอสัตหีบ
จังหวัดชลบุรี 20180 โทรศัพท์ 0-9820-2579

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนเซนโยเซฟระยอง จังหวัดระยอง

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสิงห์สมุทร จังหวัดชลบุรี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

ปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายศรายุทธ สมบัติ

วัน เดือน ปีเกิด 7 มีนาคม พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 35 หมู่ 14 ตำบลโพรงอากาศ อำเภอบางน้ำเปรี้ยว
จังหวัดฉะเชิงเทรา 24150 โทรศัพท์ 0-6080-9175

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนวัดเกตุสโมสร จังหวัดฉะเชิงเทรา

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา

ปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล ว่าที่ ร.ต. สมโภช อรุณศิริ

วัน เดือน ปีเกิด 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 12/1 หมู่ 12 ตำบลบางเตย อำเภอเมือง
จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000 โทรศัพท์ 0-1243-4770

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนปัญจพิทยาคาร จังหวัดฉะเชิงเทรา

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปัญจพิทยาคาร จังหวัดฉะเชิงเทรา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนเทคโนโลยีฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา

ปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	ว่าที่ ร.ต. อชนิษฐ เครืออนันต์
วัน เดือน ปีเกิด	22 มกราคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	123/2 หมู่ 6 ตำบลเนินหอม อำเภอเมือง
	จังหวัดปราจีนบุรี 25000 โทรศัพท์ 0-6047-0737

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปราจีนราษฎรอำรุง จังหวัดปราจีนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้