ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

Automatic Diodes Distributor

ชื่อนักศึกษา

1. นายดนุพงษ์	รัตนะ	รหัสประจำตัว	45035387
2. นายพรชัย	ฉรงค์ราช	รหัสประจำตัว	45035392
3. นายวัชระ	กลิ่นสุคนธ์	รหัสประจำตัว	45035397
4. นายวุฒินันท์	หะรารักษ์	รหัสประจำตัว	45035399

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.กิติพงศ์ มะโน

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

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 เวลา 10:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(นายสุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 31 เดือน ต.ค. พ.ศ. 47

<BT4610192>

เครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

AUTOMATIC DIODES DISTRIBUTOR

นายคนุพงษ์ รัตนะ
นายพรชัย ณรงค์ราช
นายวัชระ กลิ่นสุคนธ์
นายวุฒินันท์ หะรารักษ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51856
วัน,เดือน,ปี 3 ส.ค. 2547

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

Automatic Diodes Distributor

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานเครื่องจ่ายไดโอด
2. เพื่อออกแบบระบบตรวจสอบการเบิกจ่ายไดโอด
3. เพื่อสร้างระบบการทำงานของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ
4. เพื่อทดสอบการทำงานเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ
5. เครื่องเบิกจ่ายไดโอดไปใช้ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้, หลักการ, รูปแบบการทำงานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานและการเก็บข้อมูลของเครื่องจ่ายไดโอดได้
2. ได้วงจรแผนผังและโครงสร้างระบบตรวจสอบการเบิกจ่ายไดโอด
3. ได้ระบบของเครื่องเบิกจ่ายไดโอด
4. ได้ผลการทดลองใช้ระบบการเบิกจ่ายไดโอด
5. ได้เครื่องจ่ายไดโอดไปใช้ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายดนุพงษ์ รัตนะ
	นายพรชัย ณรงค์ราช
	นายวัชระ กลิ่นสุคนธ์
	นายวุฒินันท์ หะรารักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.กิติพงค์ มะโน
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ ซึ่งสามารถเบิกจ่ายไดโอดได้สูงสุด 30 เบอร์ แสดงผลการเบิกจ่ายทางจอแอลซีดี และสามารถอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ใส่เบอร์ไดโอด และจำนวนไดโอดที่ต้องการก็สามารถที่จะทำการเบิกจ่ายไดโอดอัตโนมัติได้ เครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัตินี้จะให้ความสะดวก และป้องกันความผิดพลาดในการหยิบเบอร์ไดโอดไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Diodes Distributor	
Students	Mr.Danupong	Rattana
	Mr.Ponchai	Narongrast
	Mr.Wachara	Klinsukont
	Mr.Wuttinun	Hararak
Advisor	Assist.Prof.Wisuit	Atiporntum
Co-Advisor	Assist.Prof.Kitipong	Mano
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronics and Computer	
Academic	2003	

ABTRACT

This thesis presents the automatic diodes distributor. It can distribute diodes totally 30 number, display distributor by LCD, interface with computer for edit data and keep data students. 1, put number diodes and 2, put the diodes your requive, the process complete. The automatic diodes distributor give convenience and protects error in to pick diodes number.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงสำเร็จด้วยดี อันเนื่องมาจากความร่วมแรงร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณ ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม ที่ให้คำปรึกษาโครงงาน และตรวจสอบปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณ ผศ.กิติพงศ์ มะโน และอาจารย์พิชญ์สินี มงคลขจิตที่ให้คำปรึกษาอนุญาตให้ใช้ห้องเพื่อทำการปฏิบัติงาน ตลอดจนคณาจารย์ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม และขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ศึกษาหาข้อมูลในการค้นคว้าความรู้ต่าง ๆ ขอขอบพระคุณบิดามารดาของสมาชิก ที่ให้กำลังทรัพย์และกำลังใจในการปฏิบัติจนลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	3
2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	4
2.4 บาร์โค้ด6	6
2.4.1 ชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ด	6
2.4.2 การทำงานของบาร์โค้ด	8
2.4.3 ผลของช่องรับแสง	9
2.4.4 รูปแบบของรหัสบาร์โค้ด	10
2.5 สเต็ปปิ้งมอเตอร์	20
2.5.1 โหมดเต็มขั้น	23
2.5.2 โหมดครึ่งขั้น	23
2.6 การเชื่อมโยงทางแสง	24
2.6.1 คุณสมบัติ	25
2.6.2 วงจรเปลี่ยนระดับแรงดัน	27
2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7.1 การจัดขาไมโรคอนโทรลเลอร์ MCS – 51	30
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	33
3.1 กล่าวนำ	33
3.2 การออกแบบ และการทำงานของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ	34
3.2.1 ส่วนของวงจรควบคุม	34
3.2.2 ส่วนของวงจรจ่ายไดโอด	39
3.2.3 ส่วนของวงจรไฟเลี้ยง	41
3.3 การออกแบบ โครงสร้างภายนอกของเครื่องและตัวบรรจุไดโอด	41
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	45
4.1 กล่าวนำ	45
4.2 การทดลองการทำงานของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ	45
บทที่ 5 บทสรุป	50
5.1 บทสรุป	50
5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ไข	50
5.3 แนวทางการพัฒนา	51
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	53
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	56
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	61
ภาคผนวก ง ผังการทำงาน และโปรแกรม	64
ภาคผนวก จ คู่มือประกอบการใช้งาน	90
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	95
ประวัติผู้แต่ง	106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ด	7
2.2 ผลของช่องแสงที่มีต่อแรงดันเอาต์พุต	9
2.3 โครงสร้างตัวอักขระในรหัส	12
2.4 ชุดอักขระของบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5	14
2.5 รูปแบบบาร์โค้ด Codebar และค่าของตัวเลขในระบบฐานสอง	17
2.6 ระบบจำนวนของตัวอักขระ	18
2.7 ตัวเลขของรหัสสากล	19
2.8 การจ่ายกระแสให้กับขดลวดแต่ละเฟส	21
2.9 การป้อนกระแสไฟฟ้าให้แก่เฟสต่างๆของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	22
2.10 การจ่ายกระแสให้กับขดลวดแบบโหมดครึ่งขั้น	23
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมและวงจรจ่ายไดโอด	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	4
2.2 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	5
2.3 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	6
2.4 ระดับแรงดันทางด้านออกของตัวอ่านบาร์โค้ด Vws คือแรงดันเมื่อผ่านแถบขาว และ Vbs และแรงดันเมื่อผ่านแถบดำ	8
2.5 อักขระในบาร์โค้ด 3 ใน 9	11
2.6 รูปแบบของบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5	13
2.7 ผังการจัดวางบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5	15
2.8 บาร์โค้ดสมบูรณ์ของจำนวน 0123 ในรูปแบบรหัสแทรก 2 ใน 5	16
2.9 ผังการจัดวางข้อมูลสตริงของบาร์โค้ดรหัส UPC	18
2.10 รูปบาร์โค้ดรหัส EAN	19
2.11 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 4 เฟสแบบแม่เหล็กถาวรยูโพลาร์	20
2.12 ผังเวลาการทำงานของการจ่ายกระแสให้กับขดลวดแต่ละเฟส	22
2.13 ผังการทำงานของการจ่ายกระแสให้กับขดลวด แบบโหมดครึ่งขั้น	24
2.14 ผังการทำงานของการเชื่อมโยงทางแสงออก	24
2.15 การจ่ายไบอัสให้กับอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	25
2.16 การใช้งานของตัวเชื่อมโยงทางแสงซึ่งอินพุตเป็นไฟตรงแรงดัน 12 โวลต์	27
2.17 การเปลี่ยนแรงดันอินพุตขนาด 24โวลต์ ให้เป็นให้เป็นแรงดันเอาต์พุต 5 โวลต์	28
2.18 การเปลี่ยนสัญญาณไฟสลับขนาด 24 โวลต์ ให้เป็นระดับลอจิก 5 โวลต์	28
2.19 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89xx	30
3.1 ผังการทำงานของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ	34
3.2 วงจรรวมเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ	36
3.3 การต่อวงจรเครื่องอ่านบาร์โค้ด	36
3.4 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5วงจรรับข้อมูลเมตริกซ์สวิตซ์	38
3.6 การต่อวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี	39
3.7 แสดงการทำงานวงจรจ่ายไดโอด	40
3.8 วงจรจ่ายไฟเลี้ยง	41
3.9 แบบของช่องรับไดโอด	42
3.10 แบบของเฟืองในการหมุนของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ	42
3.11 แบบของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ (ด้านหน้า)	43
3.12 แบบของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ (ด้านข้าง)	44
4.1 การแสดงข้อความที่จอแสดงสถานะ	45
4.2 ขั้นตอนการรับรหัสนักศึกษา เบอร์ไดโอด และจำนวนตัวไดโอดที่ต้องการ	46
4.3 การเบิกจ่ายไดโอด	46
4.4 การทดลองการเบิกจ่าย	47
4.5 การทดลองการเบิกจ่าย	48
4.6 การทดลองการเบิกจ่าย	49
ก.1 ภาพด้านหน้าเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ	54
ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ	54
ก.3 ภาพด้านบนเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ	55
ข.1 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์	57
ข.2 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์	58
ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรจ่ายไฟ	58
ข.4 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรจ่ายไฟ	59
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจร Sensor	58
ข.6 การวางอุปกรณ์วงจร Sensor	59
ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดควบคุม	59
ข.8 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรพิมพ์ชุดควบคุม	60
ง.1 ผังการทำงานโปรแกรมการเบิกจ่ายไดโอด	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมเบิกจ่ายไดโอด	66
ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมเบิกจ่ายไดโอด	67
ง.2 โปรแกรมย่อยอินทีเชียล LCD	68
ง.3 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยจ่ายไดโอด	69
ง.3 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมย่อยเบิกจ่ายไดโอด	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มีความยุ่งยากในการเบิกจ่ายไดโอด เพราะไดโอดมีมากมายหลายเบอร์ และมีขนาดที่แตกต่างกัน ในกรณีที่มีการเบิกจ่ายหลายเบอร์ต้องใช้เวลาในการค้นหา และอาจได้ไดโอดที่ผิดไปจากที่ต้องการ และเกิดความเสียเวลาของเจ้าหน้าที่ในการดูแลการเบิกจ่ายไดโอด ดังนั้นผู้จัดทำได้เล็งเห็นปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมาจึงเสนอและสร้างเครื่องเบิกจ่ายอุปกรณ์ไดโอดมาใช้แทนบุคลากรเพื่อประหยัดเวลา และความผิดพลาดในการเบิกจ่ายไดโอด สามารถอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการแก้ไขข้อมูล สามารถแสดงแอลอีดีเตือนเมื่อเหลือจำนวนไดโอดตามที่กำหนดไว้ หรือในกรณีที่ไดโอดหมดและสามารถจ่ายไดโอดทั้งหมด 30 เบอร์ โดยเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัตินี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ในการควบคุมการทำงานของเครื่อง อีกทั้งประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสูงขึ้น จึงเป็นประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม และทางการศึกษาในส่วนของการทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถพัฒนาจากเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติเป็นเครื่องขายไดโอดอัตโนมัติ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาทางเทคโนโลยีและการประยุกต์ใช้งาน

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถระบุเบอร์ไดโอดและจำนวนไดโอดในการเบิกจ่ายได้อัตโนมัติ
2. สามารถบรรจุไดโอดไว้ในเครื่องได้สูงสุด 30 เบอร์
3. สามารถบรรจุไดโอดได้สูงสุดเบอร์ละ 30 ตัว
4. สามารถบรรจุไดโอดได้รวมทุกเบอร์สูงสุด 900 ตัว
5. สามารถเก็บรหัสนักศึกษาและข้อมูลการเบิกเบอร์ไดโอด
6. สามารถนำฐานข้อมูลมาเปิดดูในคอมพิวเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีเนื้อหาทั้งหมด 5 บท ดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับ ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน ขีดความสามารถ วัตถุประสงค์ ขอบเขตและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ จะกล่าวถึงเนื้อหาทฤษฎีเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน การสื่อสารทางพอร์ตอนุกรม บาร์โค้ด สเต็ปปิ้งมอเตอร์และดีซีมอเตอร์ การอินเตอร์เฟสกับอินฟาเรดและโฟโต้ไดโอด และไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน จะเป็นเนื้อหาโดยละเอียดตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบวงจรในส่วนต่างๆ การทำส่วนต่างๆของเครื่องจ่ายไดโอด วงจร และฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง จะเป็นการนำเสนอการทดลองต่างๆ โดยได้แบ่งการทดลองออกเป็นขั้นตอนในการใช้งานเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงานปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

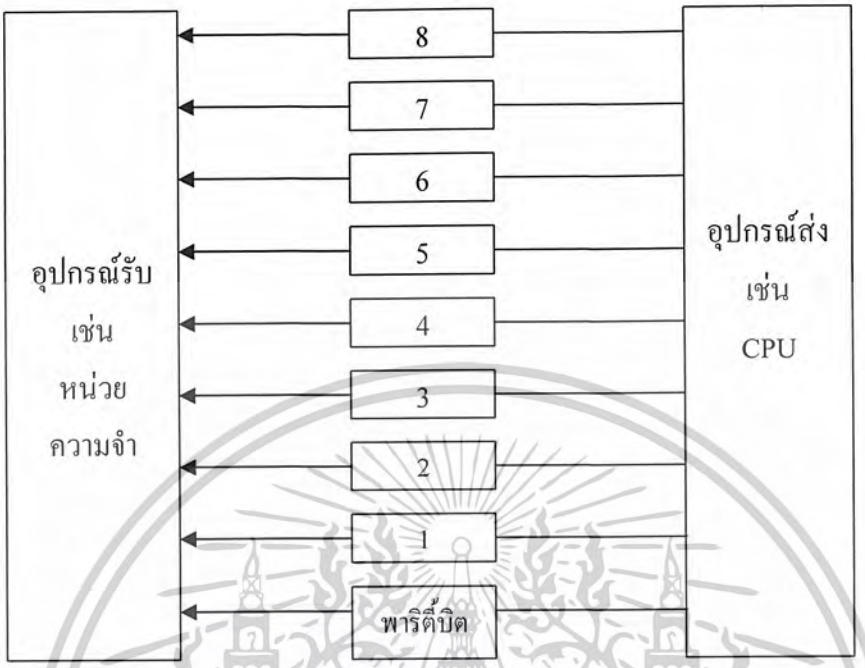
2.1 กล่าวนำ

เครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติรุ่นนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51ในการควบคุมการทำงานระบบทั้งหมด ตั้งแต่การรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ดหรือจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ การประมวลผล การส่งข้อมูลไปแสดงผลที่จอแอลซีดี และการควบคุมจ่ายไดโอดโดยการรับข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม เข้าไปประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 จากนั้นจะส่งไปแสดงผลที่จอแอลซีดี และส่วนแสดงผลแอลซีดีสำหรับแสดงข้อมูลในการเบิกจ่ายของไดโอด ส่วนสุดท้ายเป็นการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการแก้ไขฐานข้อมูลของนักศึกษา และข้อมูลของไดโอด ได้แก่ เบอร์ไดโอด จำนวนไดโอดในเครื่อง โดยอาศัยหลักการทฤษฎีและหลักการดังต่อไปนี้

2.2 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

ลักษณะการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน การสื่อสารข้อมูลแบบขนานเป็นการสื่อสารข้อมูลโดยที่ข้อมูลที่จะทำการรับหรือทำการส่งนั้นจะถูกส่งผ่านสายนำสัญญาณหรือช่องสัญญาณพร้อมกันหลาย ๆ เส้น ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยที่จำนวนของสายนำสัญญาณจะมีจำนวนไม่แน่นอนต้องขึ้นอยู่กับโครงสร้างการประมวลผลข้อมูลระบบนั้นๆ ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบนี้ คือ สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้ในระยะเวลาสั้นๆ แต่มีข้อเสีย คือ จะสิ้นเปลืองสายนำสัญญาณเป็นจำนวนมาก และถ้ายิ่งใช้ในการสื่อสารข้อมูลในระยะทางไกลๆ นอกจากจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายจำนวนมากแล้วยังทำให้สัญญาณถูกลดทอนไปด้วย โดยทั่วไปการสื่อสารข้อมูลแบบขนานนิยมนำไปใช้กับการสื่อสารข้อมูลในระยะเวลาสั้นๆ ที่ต้องการสื่อสารข้อมูลด้วยอัตราเร็ว เช่น การเชื่อมต่อของสัญญาณระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์รอบข้าง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



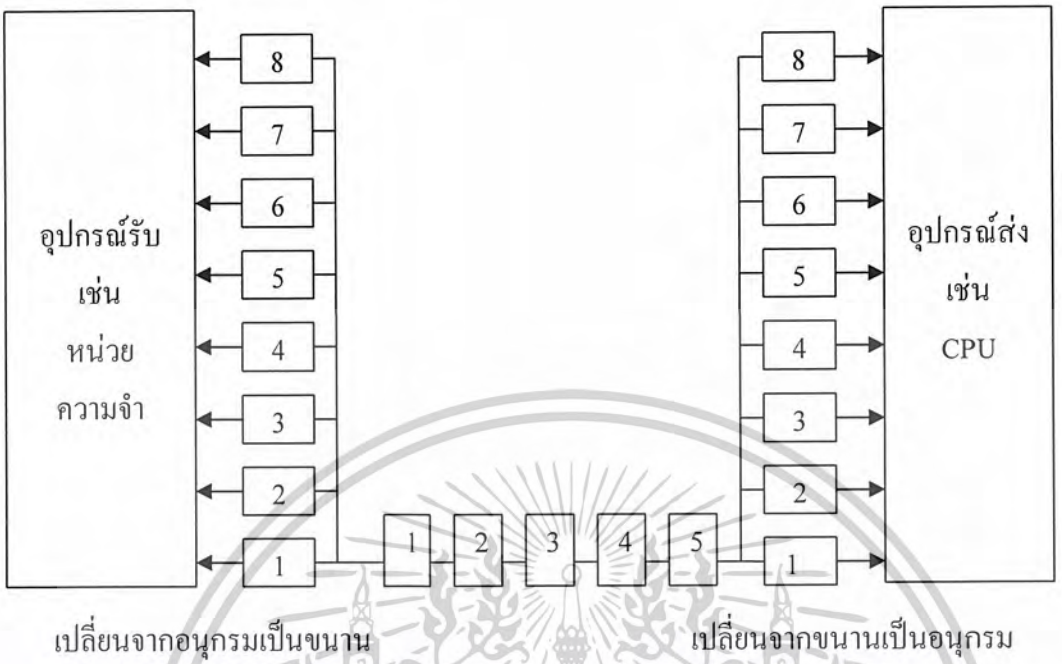
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

ลักษณะของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเป็นการสื่อสารข้อมูล โดยที่ข้อมูลที่จะรับหรือส่งผ่านสายนำสัญญาณเพียง 1 คู่ เท่านั้น คือ สายนำสัญญาณที่จะใช้เป็นสายข้อมูล และสายกราวด์ ลักษณะของการรับหรือส่งข้อมูลครั้งละบิต ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบกันกับการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน ที่จำนวนข้อมูลและอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลเท่ากันแล้วการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะต้องใช้เวลาในการรับส่งข้อมูลมากกว่า ดังแสดงในรูปที่ 2.2 แต่ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม คือ การใช้สายนำสัญญาณน้อยกว่าและสามารถส่งสัญญาณได้ในระยะทางที่ไกลกว่า แม้อัตราการลดทอน หรือการผิดเพี้ยนของสัญญาณที่มีผลจากความยาวของสายสัญญาณจะมีค่าเท่ากับการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะมีวิธีในการที่จะลดผลการลดทอนของสัญญาณ โดยอาศัยหลักการรับหรือส่งสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียล

ดังนั้นการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจึงเหมาะสำหรับใช้กับการสื่อสารข้อมูล ในระยะไกล หรือการสื่อสารที่ต้องใช้สายหรือช่องสัญญาณในการรับหรือส่งข้อมูลจำนวนน้อย เช่น การสื่อสารข้อมูลโครงข่ายแบบท้องถิ่น (Local Area Network : LAN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมยังสามารถที่จะแบ่งตามลักษณะของทิศทางในการสื่อสารข้อมูลตามโครงสร้างและความต้องการของระบบ

1) การสื่อสารข้อมูลในทิศทางเดียวตลอดเวลา หรือแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่ข้อมูลสามารถส่งได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น เมื่อทำการสื่อสารในทิศทางใดก็จะใช้ทิศทางนั้นตลอดเวลา ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง เช่นการส่งสัญญาณภาพจากสถานีโทรทัศน์ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ หรือการส่งข้อมูลจากศูนย์บริการไปยังวิทยุติดตามตัว

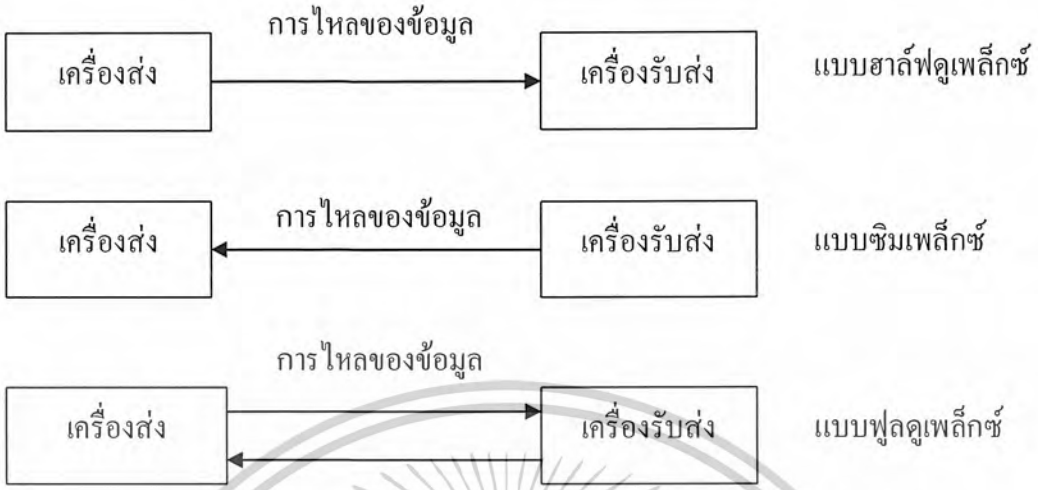
2) การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางคนละเวลา หรือแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่สามารถส่งได้ 2 ทิศทาง โดยจะทำการส่งในลักษณะการผลัดกันรับและส่ง โดยในขณะเวลาหนึ่งนั้น สัญญาณจะได้ไปได้ในทิศทางเดียว ดังนั้น อุปกรณ์แต่ละตัวที่จะเชื่อมต่อหรือสื่อสารข้อมูลในลักษณะนี้จะต้องเป็นไปได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง (Tranceiver) และจะต้องมีวงจรที่จะเลือกว่า ณ เวลานั้นจะทำงานเป็นตัวรับหรือตัวส่ง

3) การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางตลอดเวลา หรือฟูลดูเพล็กซ์ (Full duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่คล้ายกับฮาล์ฟดูเพล็กซ์ แต่เป็นการสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศทางตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

2.4 บาร์โค้ด

ในระบบงานที่มีการใช้งานจากผู้ใช้หลายคน และต้องการให้มีความสะดวกในการติดต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งาน เราสามารถกำหนดข้อมูลของผู้ใช้งานอยู่ในรูปของรหัสแทน โดยอาจใช้รหัสที่เป็นตัวเลข เช่น รหัสนักศึกษา เป็นต้น และนำรหัสนั้นมาทำให้อยู่ในรูปที่เป็นสัญลักษณ์ที่อุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านรหัสเข้าใจได้ ซึ่งก็คือบาร์โค้ด (Bar Code) นั่นเอง

บาร์โค้ด คือ รหัสที่ใช้แทนข้อมูลที่กำหนดอยู่ในรูปของ แถบสีดำ และช่องว่างสีขาวในอัตราส่วนที่กำหนด ซึ่งจะแทนอักขระแต่ละตัว โดยมีเซนเซอร์เป็นตัวอ่านเครื่องหมายจากแถบนั้นออกมาเพื่อประมวลผลออกมาเป็นข้อมูลที่กำหนดไว้ส่งไปยังหน่วยประมวลผลต่อไป ตัวอย่างการนำบาร์โค้ดไปใช้งานและก็ช่วยงานได้มาก คือ ระบบไปรษณีย์อัตโนมัติ โดยการนำไปใช้คัดเลือกชนิดของจดหมาย และปลายทางที่จะส่ง หรือการคิดราคาในห้างสรรพสินค้าในปัจจุบัน

ข้อแตกต่างของรูปแบบต่าง ๆ ของบาร์โค้ดทุกวันนี้มีอยู่มากมายขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในงานแต่ละชนิดไป โดยจะขึ้นอยู่กับตัวถอดรหัสของบาร์โค้ดนอกเหนือจากจะต้องมีระบบของแหล่งกำเนิดแสงและตัวอ่านตามปกติแล้วการแสดงผลจะแสดงเอาต์พุตออกทางจอแสดงผล LCD หรือ ต่อไปยังอินพุตของระบบคอมพิวเตอร์

2.4.1 ชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ด

ตัวอ่านบาร์โค้ดพื้นฐาน มี 4 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งจะบอกตั้งแต่ราคาต่อหน่วย และลักษณะการทำงาน สำหรับรายละเอียดของตัวอ่านแต่ละชนิด มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ไดโอดเปล่งแสง

เครื่องอ่านแบบนี้เป็นเครื่องอ่านที่มีราคาต่ำที่สุด แต่ประสิทธิภาพในการอ่านก็จัดอยู่ในระดับต่ำด้วย ซึ่งเครื่องอ่านแบบนี้จะมีข้อจำกัดอยู่บ้างพอสมควร เช่น สามารถถูกรบกวนจากแสงสว่างที่อยู่แวดล้อมได้ง่าย และในการอ่านต้องให้หลอด LED ติดสัมผัสกับฉลากบาร์โค้ด และถ้าหากเกิดความสกปรกที่พื้นผิวบาร์โค้ดหรือมีผิวมันที่สะท้อนแสงได้มากเกินไป ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการอ่านต่ำลงไปด้วย

ตารางที่ 2.1 ชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ด

ชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ด	แหล่งกำเนิดแสง	ราคาต่อหน่วย
LED	ไดโอดเปล่งแสงสีแดง	ต่ำ
IR	แสงย่านอินฟราเรด	ปานกลาง
แสงแบนด์แคบ	แสงเลเซอร์	สูงสุด
เส้นใยนำแสง	ใช้แสงจากสภาพแวดล้อมภายนอก	สูง

2) แสงอินฟราเรด

เครื่องอ่านชนิดนี้มีลักษณะและรูปร่างคล้ายกับแบบไดโอดเปล่งแสง แต่มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบ LED มาก คือ สามารถป้องกันการรบกวนจากแสงสว่างที่อยู่ในสภาพแวดล้อมภายนอกได้ดีกว่าแบบ LED มาก ดังนั้นจึงมีประสิทธิภาพในการอ่านได้ค่อนข้างดี เครื่องอ่านชนิดนี้มีราคาที่อยู่ในระดับปานกลาง แต่ยังไม่สามารถอ่านรหัสบาร์โค้ดที่อยู่ห่างจากเครื่องอ่านได้มากนัก

3) แสงเลเซอร์

เครื่องอ่านที่ใช้แสงเลเซอร์นั้นจะมีราคาแพงที่สุดในบรรดาตัวอ่านบาร์โค้ด เครื่องอ่านแบบนี้จะใช้ตัวกำเนิดแสงสำหรับอ่านบาร์โค้ด เป็นแสงเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นประมาณ 750 นาโนเมตร ซึ่งลำแสงนี้ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ แต่ส่วนมากแล้วจะมีแสงจากหลอด LED สีแดงมาใช้ร่วมด้วย เพื่อใช้ในการเล็งตำแหน่งในการอ่านบาร์โค้ด เครื่องอ่านบาร์โค้ดชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอ่านชนิดอื่นๆ เช่น สามารถอ่านบาร์โค้ดในระยะทางที่ไกลออกไปได้ และสามารถอ่านบาร์โค้ดที่มีความเอียงในองศาต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เส้นใยนำแสง

เครื่องอ่านแบบนี้จะอาศัยแสงสว่างจากสิ่งแวดล้อมภายนอก มีคุณภาพดีแต่ราคาค่อนข้างสูง ส่วนมากพบเห็นได้น้อยมากและมีการออกแบบขึ้นมาใช้งานในรูปแบบเฉพาะอย่างไม่ค่อยมีวางจำหน่ายโดยทั่วไปมากนัก

2.4.2 การทำงานของบาร์โค้ด

เครื่องอ่านบาร์โค้ดหรือสแกนเนอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับบาร์โค้ด ซึ่งจะให้ด้านเอาต์พุตเป็นสถานะต่ำเมื่อพบแถบเส้นสีดำและมีสถานะสูงเมื่อพบช่องว่างสีขาว รูปแบบของสัญญาณแสดงดังรูปที่ 2.4 ซึ่งทำหน้าที่เหมือนตาในระบบบาร์โค้ด โดยการเปลี่ยนแถบเส้นขาวดำที่เห็นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่วนประกอบหลักๆ ที่ต้องนำมาพิจารณาในการตัดสินใจเลือกชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ดคือ

1) แบบของสัญญาณทางด้านออกที่ต้องการว่าเป็นอนาล็อกหรือดิจิตอล

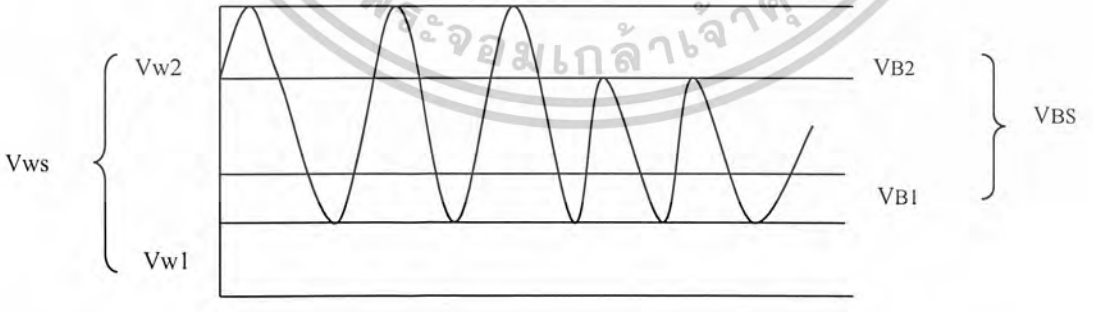
2) ชนิดของตัวอ่านหรือแสงที่ใช้อ่าน

3) ตัวอ่านเป็นชนิดที่ต้องสัมผัสหรือไม่สัมผัสกับผิวของวัตถุ

4) ตัวอ่านอยู่กับที่หรือสามารถเคลื่อนย้ายได้

5) สิ่งแวดล้อมในบริเวณที่ใช้งานว่ามีสภาพแสงรบกวนต่อการทำงานหรือไม่

การเลือกตัวอ่านที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของการประยุกต์ใช้งานเช่น รูปแบบของป้ายหรือฉลาก ตัวถอดรหัส และระบบทั้งหมดการตัดสินใจว่าเลือกด้านออกให้อยู่ในรูปแบบใดและนำไปใช้อย่างไรต่อไป



รูปที่ 2.4 ระดับแรงดันทางด้านออกของตัวอ่านบาร์โค้ด Vws คือแรงดันเมื่อผ่านแถบขาว และ Vbs และแรงดันเมื่อผ่านแถบดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ผลของช่องรับแสง

ตัวอ่านบาร์โค้ดจะมีช่องแสงเป็นทางให้สะท้อนจากผิวบาร์โค้ดผ่านส่วนตรวจจับ และช่องแสงนี้ต้องมีขนาดเล็กกว่าความกว้างของแถบบาร์โค้ด แรงดันเอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับขนาดของช่องแสงดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ผลของช่องแสงที่มีต่อแรงดันเอาต์พุต

ขนาดของช่อง (นิ้ว)	ค่าต่ำสุด (มิลลิโวลต์)	ค่าปกติ (มิลลิโวลต์)
<u>แรงดันจากแถบกว้าง</u>		
0.004	100	150
0.006	200	300
0.008	400	600
0.010	620	930
0.012	900	1350
<u>แรงดันจากแถบแคบ</u>		
0.004	50	90
0.006	100	180
0.008	200	360
0.010	310	558
0.012	450	810

ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญอีกค่าหนึ่งของตัวบาร์โค้ด คือ ค่าของดัชนีความละเอียด (Resolution Index : RI) อัตราส่วนของสัญญาณแถบแคบ VD (Narrowbar Signal) หารด้วยค่าของสัญญาณแถบกว้าง VS (Widebar Signal) โดยที่ค่าของสัญญาณแถบแคบ VD คือ ระดับของสัญญาณไฟฟ้าที่อ่านผ่านแถบที่แคบที่สุดของบาร์โค้ด และสัญญาณแถบกว้าง VS คือ ค่าความแตกต่างระหว่างขนาดของสัญญาณที่ได้จากบริเวณแถบดำ และแถบขาวของป้ายบาร์โค้ดสัมพันธ์กับสัญญาณที่สร้างโดยความกว้างของบาร์และสเปซหาได้โดยใช้สมการ (2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$RI = \frac{VD}{VS} \times 100\,\%$$

เมื่อ $$VS = V_{W2} - V_{W1} \quad (2.1)$$

$$VD = V_{W1} - V_{B1}$$

ซึ่งการวัดอ้างอิงมาตรฐาน NBS (National Buread of Standard) สัญญาณที่วัดได้จากตัวอ่านบาร์โค้ดจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการสแกนผ่านไปบนป้ายเวลาขาขึ้น และเวลา ขาลง ของสัญญาณที่อ่านจะอยู่ระหว่าง 10 เปอร์เซ็นต์ และ 90 เปอร์เซ็นต์ ของสัญญาณภายในเวลา 40 ไมโครวินาที

ชนิดของหมึกพิมพ์ที่ใช้พิมพ์ป้ายบาร์โค้ดต้องสัมผัสกับแสงที่ใช้ในตัวอ่านด้วย ส่วนการเลือกตัวอ่านเป็นชนิดอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่รวมทั้งสัมผัสกับผิวหรือไม่ ขึ้นอยู่กับประเภทของการใช้งาน หลังจากได้ข้อมูลจากสแกนเนอร์หรือตัวอ่านบาร์โค้ดแล้วสัญญาณทางไฟฟ้าที่ได้จากการอ่านสัญญาณบาร์และสเปซ สิ่งที่ใช้พิจารณาการเลือกตัวถอดรหัสแปลผลสำหรับบาร์โค้ด

1) ความเข้ากันได้กับชนิดของตัวอ่าน
2) สัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการ
3) ต้องการชนิดที่เคลื่อนย้ายได้หรือไม่
4) แสดงผลเพียงอย่างเดียวหรือจะให้พิมพ์ข้อมูลออกมาด้วย
5) ต้องการคีย์ในการป้อนข้อมูลหรือไม่
6) ความสามารถในการถอดรหัสบาร์โค้ดได้หลายรูปแบบหรือไม่
7) ปัจจัยการใช้งานทางด้านสภาพแวดล้อม

เครื่องมือที่ใช้อ่านบาร์โค้ด หรือเรียกว่าตัวประมวลผลข้อมูล จะต้องมีระบบควบคุมระดับการอ่านข้อมูลอัตโนมัติเพื่อชดเชยกรณีที่แถบบาร์โค้ดมีการพิมพ์ที่ไม่ชัดเจน หรือมีความเข้มเบาบางเกินไป

2.4.4 รูปแบบของรหัสบาร์โค้ด

รหัสบาร์โค้ด นั้นได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้งานกันอย่างต่อเนื่องและมีลักษณะจุดประสงค์ความต้องการในการใช้งานที่แตกต่างกันไป แต่จะมีส่วนที่เหมือนกันคือ จะประกอบไปด้วยส่วนของแถบทึบแสงโดยมากจะเป็นสีดำเรียกว่า “บาร์” และส่วนของแถบว่างโดยส่วนมากเป็นสีขาวซึ่งเรียกว่า “สเปซ” โดยทั้งส่วนของบาร์และสเปซนั้นจะมีด้วยกัน 2 ขนาด โดยจะมีความแตกต่างกันประมาณ 50 % โดยแถบที่มีความกว้างมากที่สุด(แถบกว้าง) จะหมายถึงลอจิก “1” และแถบที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกว้างน้อย (แถบแคบ) จะหมายถึงลอจิก “0” โดยรหัสอักขระแต่ละตัวนั้นจะต้องประกอบด้วยทั้งส่วนของบาร์และสเปซ รวมด้วยกันเสมอ รหัสบาร์โค้ดที่ใช้กันในทุกวันนี้มี 5 แบบ หลัก ๆ ดังนี้

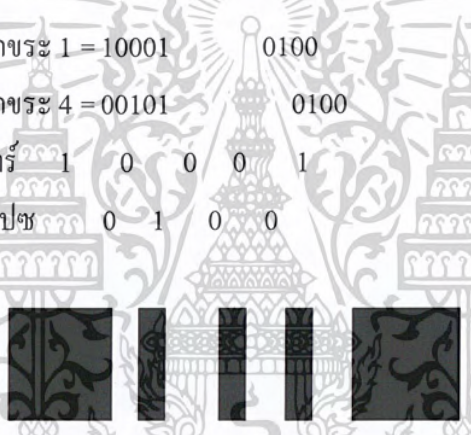
1) รหัส 3 ใน 9 หรือรหัส 39

รหัส 39 ประกอบด้วยส่วนที่เป็น แถบกว้าง 3 ส่วน ซึ่งมีทั้งส่วนบาร์และสเปซ รวมกันและส่วนประกอบที่เป็นแถบแคบอีก 6 ส่วน ซึ่งมีทั้งบาร์และสเปซ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 และในตารางที่ 2.2 ซึ่งในบาร์โค้ดจะประกอบด้วย

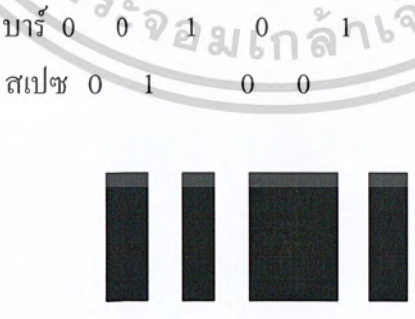
1) ช่วงแถบว่างที่อยู่แต่ละด้านของบาร์โค้ด

2) ส่วนแสดงการเริ่มต้น

3) ข้อมูลของตัวอักขระ



(ก) อักขระ 1



(ข) อักขระ 4

รูปที่ 2.5 อักขระในบาร์โค้ด 3 ใน 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรหัสแบบ 39 ความกว้างของแถบบาร์และสเปซจะอยู่ในรูปแบบของตัวเลขฐานสองโดย แถบที่แคบจะแทนด้วย 0 และแถบกว้างจะแทนด้วยเลข 1 ดังนั้น รหัส 3 ใน 9 ข้อมูล 1 ฟิลด์จะประกอบด้วย แถบกว้าง 3 แถบจึงมีเลขฐาน 2 ค่า 1 อยู่ 3 ตัว และที่เหลือจะเป็นค่า 0 อยู่ 6 ตัว รหัสของแถบบาร์โค้ดจะประกอบด้วยรหัสเริ่มต้นทางด้านซ้ายสุด และรหัสหยุดที่ทางขวาสุดขอบเขต

ตารางที่ 2.3 โครงสร้างตัวอักขระในรหัส

ตัวอักขระ	รูปแบบ	บาร์	สเปซ	ตัวอักขระ	รูปแบบ	บาร์	สเปซ
1		10001	0100	M		11000	0001
2		01001	0100	N		00101	0001
3		11000	0100	O		10100	0001
4		00101	0100	P		01100	0001
5		10100	0100	Q		00011	0001
6		01100	0100	R		10010	0001
7		00011	0100	S		01010	0001
8		10010	0100	T		00110	0001
9		01010	0100	U		10001	1000
0		00110	0100	V		01001	1000
A		10001	0010	W		11000	1000
B		01001	0010	X		00101	1000
C		11000	0010	Y		10100	1000
D		00101	0010	Z		01100	1000
E		10100	0010	-		00011	1000
F		01100	0010	.		10010	1000
G		00011	0010	SPACE		01010	1000
H		10010	0010	@		00110	1000
I		01010	0010	$		00000	1110
J		00110	0010	/		00000	1101
K		10001	0001	+		00000	1011
L		00001	0001	%		00000	0111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่นของข้อมูล : สูงสุด 18 ตัวอักขระต่อนิ้ว

ตัวอักขระพิเศษ : มีความแตกต่างกันในรูปของการเริ่มและการหยุด

ตารางที่ 2.4 ชุดอักขระของบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5

ตัวเลข (ฐานสิบ)	9 รหัส 2 ใน 5 (ดัดแปลงจาก BCD)	ค่าไบนารี
0	00110	6
1	10001	17
2	01001	9
3	11001	25
4	00101	5
5	10100	20
6	01100	12
7	00011	3
8	10010	18
9	01010	10
อักขระเริ่มต้น	00	0
อักขระหยุด	10	2

2.2) คุณสมบัติของรหัส Codebar

ตัวอักขระ : ตัวเลข 0 ถึง 9 รวมทั้งตัวอักขระพิเศษอีก 6 ตัว คือ $, - ,
: , / , . และ + รวมทั้งตัวอักขระเริ่ม – หยุดอีก 4 ตัว A, B,
: C และ D

ความยาวของชุดข้อมูล : เปลี่ยนแปลงได้

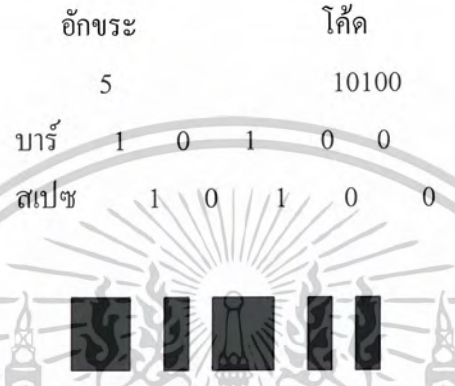
การถอดรหัส : ได้ทั้งสองทิศทาง

ความหนาแน่นข้อมูล : สูงสุด 12.8 ตัวอักขระต่อนิ้ว

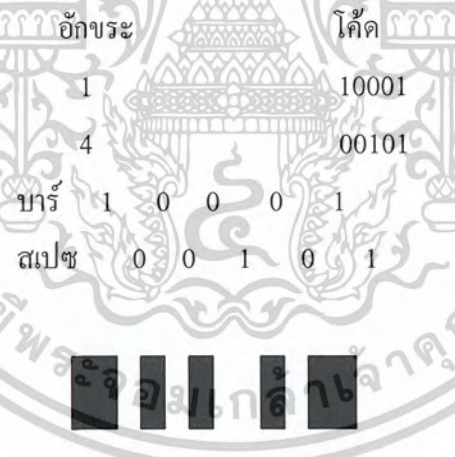
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) รูปแบบโครงสร้างของรหัส 2 ใน 5

รูปแบบสำหรับตัวอักขระจะประกอบด้วยบาร์และสเปซสลับกันไปแทนค่าตัวเลขฐานสิบในรูปของตัวเลขฐานสอง 5 บิต (4 บิต แสดงค่าตัวเลข และ 1 บิตพาริตี้) รูปแบบของบาร์โค้ดจะประกอบด้วยส่วนของข้อมูลและส่วนการแสดงสิ้นสุดของรหัส



ก) อ่านค่าจากแถบได้ 5 และจากช่องว่างได้ 5

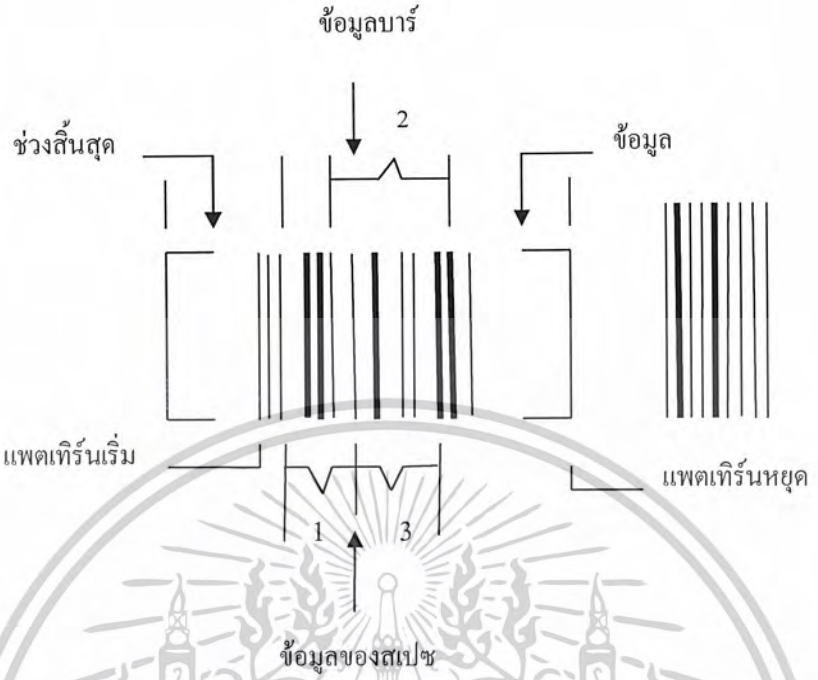


ข) อ่านค่าจากแถบได้ 1 และจากช่องว่างได้ 4

รูปที่ 2.7 ผังการจัดวางบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5

ส่วนประกอบของข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 2.7 (ก) ในรูปแสดงส่วนประกอบของรหัสแบบแทรก 2 ใน 5 โดยอ่านค่าจากแถบได้ 5 และจากช่องว่างได้ 5 โดยดูจากแถบหรือช่องว่างกว้างแทนด้วย 1 และในทางตรงกันข้ามแถบหรือช่องว่างแคบแทนด้วย 0 ส่วนในรูปที่ 2.7 (ข) แสดงการอ่านรหัสจากแถบได้ 1 และจากช่องว่างได้ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 บาร์โค้ดสมบูรณ์ของจำนวน 0123 ในรูปแบบรหัสแทรก 2 ใน 5

2.4) ส่วนประกอบของบาร์โค้ด

ส่วนแสดงการเริ่มต้นและหยุดของบาร์โค้ดแสดงในรูปที่ 2.10 ส่วนเริ่มต้นอยู่ทางซ้ายของข้อมูลทั้งหมด ประกอบด้วย 4 ส่วนแคบๆ โดยสลับกันระหว่างบาร์และสเปซ ส่วนแถบแสดงการหยุดจะอยู่ตรงทางด้านขวาของข้อมูลทั้งหมดประกอบด้วยแถบใหญ่แล้วตามด้วยแถบเล็ก โดยมีช่องว่างแคบๆ สลับกันไว้และในส่วนประกอบของบาร์โค้ดจะมีส่วนที่แสดงการสิ้นสุดของรหัสที่อยู่ปิดหัวท้ายของรหัส

3) รหัสแบบ Codebar

Codebar สามารถใช้ได้กับข้อมูลตัวเลขและตัวอักขระพิเศษอีก 6 ตัว $,- , : , / , . และบวกตัวอักษร 4 ตัวที่แสดงการเริ่มต้น คือ A, B, C และ D สัญลักษณ์ของ Codebar ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงความยาวของเขตข้อมูล

Codebar แต่ละตัวประกอบด้วยขอบเขตแสดงการสิ้นสุด, ส่วนแสดงการเริ่มต้นหรือหยุดและส่วนของข้อมูลซึ่งข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงได้ถึง 32 ตัวอักษร ตัวอักษรแต่ละตัวแทนโดยส่วนประกอบ 7 ส่วน มี 4 บาร์และ 3 สเปซระหว่างแถบตัวอักขระที่แสดงว่าเริ่มต้นหรือหยุดมี4 ตัวสามารถใช้เริ่มต้นหรือหยุดได้ ส่วนประกอบของการเพิ่มข้อมูลสัญลักษณ์ภายในตัวอักขระแบ่งโดยช่องว่างระหว่างตัวอักขระประกอบด้วยส่วนของช่องว่างแคบ ๆ 1 ช่อง ส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เบื้องต้นสำหรับตัวอักษร Codebar ทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 2.5 ซึ่งส่วนประกอบกว้างแทนไบนารี 1 และส่วนประกอบ แทนไบนารี 0

ตารางที่ 2.5 รูปแบบบาร์โค้ด Codebar และค่าของตัวเลขในระบบฐานสอง

ตัวอักขระที่เข้ารหัส	ค่าในรูปของเลขฐานสอง	แพตเทิร์นของบาร์และสเปซ
0	0000011	
1	0000110	
2	0001001	
3	1100000	
4	0010010	
5	1000010	
6	0100001	
7	0100100	
8	0110000	
9	1001000	
-	0001100	
$	0011000	
:	1000101	
/	1010001	
.	1010100	
+	0010101	
A	0011010	
B	0101001	
C	0001011	
D	0001110	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51856

4) รหัสสากล UPC (Universal Product Code)

บาร์โค้ด UPC 1 ชุดอักขระประกอบด้วยตัวเลขและอีก 3 ส่วนพิเศษ คือส่วนเริ่มต้น, ส่วนหยุดและตัวอักขระ ตัวอักษรแต่ละตัวสร้างขึ้นโดย 4 ส่วนคือ 2 บาร์และ 2 สเปซ

รหัสสากล UPC จะใช้เพื่อเข้ารหัสรายการต่าง ๆ ในบัตรประจำตัวในหน่วยงานต่าง ๆ และใช้ในระบบการบรรจุหีบห่อสินค้าอุปโภคบริโภคในสหรัฐอเมริกา โดยมีตัวอักขระต่าง ๆ กำหนดประเภทของผลิตภัณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 2.8 และตัวเลขของรหัสสากลแสดงไว้ในตารางที่ 2.6

เริ่ม -- / --	NSC-- / --	ซ้าย -- / --	กลาง -- / --	ขวา --/ --	ตรวจสอบ -- / --	หยุด
101	0	0	01010	5	ตรวจสอบ	101

รูปที่ 2.9 ผังการจัดวางข้อมูลสตริงของบาร์โค้ดรหัส UPC

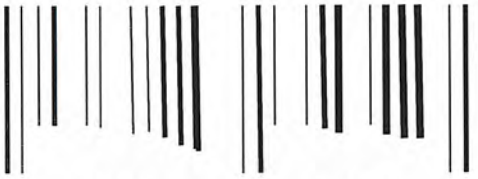
ตารางที่ 2.6 ระบบจำนวนของตัวอักขระ

ตัวอักขระ	การใช้งาน
0	รหัส UPC ปกติ
2	รายการสุ่มน้ำหนักจำนวนพวกพืชผลและเนื้อสัตว์
3	รายการเกี่ยวกับสุขภาพ เช่น รหัสสากลของยา
4	การปฏิบัติการในร้านที่ไม่ใช้รายการอาหารพร้อมด้วยรหัสตัวเลขเพื่อตรวจสอบและป้องกัน รวมทั้งการใช้งานในรูปแบบที่มีจำกัด
5	สำหรับใช้กับคูปอง
อื่น ๆ	สำรองไว้ใช้งาน

5) รหัสตัวเลขของยุโรป EAN (European Article Numbering)

ลักษณะรหัสตัวเลขของยุโรปที่ใช้ในทวีปยุโรป ซึ่งมักจะใช้คู่กับรหัส UPC เป็นรหัสที่ใช้สำหรับข้อมูลตัวเลขตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2.10 ซึ่งเป็นรหัส EAN – 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 รูปบาร์โค้ดรหัส EAN

ตารางที่ 2.7 ตัวเลขของรหัสสากล

ตัวอักขระ	อักขระฟิลด์ซ้าย พาริตี้คี่	อักขระฟิลด์ขวา พาริตี้คู่
0	001101	1110010
1	0011001	1100110
2	0010011	1101100
3	0111101	1000010
4	0100011	1011100
5	0110001	1001110
6	0101111	1010000
7	0111011	1000100
8	0110111	1001000
9	0001011	1110100

ในอุตสาหกรรมผลิตบาร์โค้ดโดยทั่ว ๆ ไปป้ายบาร์โค้ดที่ใช้จะใช้การพิมพ์โดยคอมพิวเตอร์โดยใช้เครื่องพิมพ์ดอตเมตริกซ์จะคำนึงถึงชนิดของรหัสที่ใช้เป็นสำคัญ บาร์โค้ดจะพิมพ์โดยมาตรฐานที่กำหนดไว้ซึ่งจะทำให้ผิดพลาดน้อยที่สุด ผู้ใช้บาร์โค้ดโดยทั่ว ๆ ไป มีระบบการตรวจสอบ 4 ตัวแปรที่สำคัญ คือ รูปแบบการวางป้าย รูปแบบการเข้ารหัส คุณภาพความเข้ม (Contrast) ของการพิมพ์และความกว้างของแถบและช่องว่างของบาร์โค้ดการเปลี่ยนแปลงในความกว้างของแถบและช่องว่างบนบาร์โค้ดจะต้องขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ ป้ายบาร์โค้ดสามารถเลือกได้มีทั้งที่พิมพ์ไว้แล้ว และระบบที่สามารถนำไปสร้างบาร์โค้ดใหม่ได้เองตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้ายบาร์โค้ดที่มีใช้งานอยู่ทุกวันนี้แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบตามลักษณะการพิมพ์คือมีบาร์โค้ดที่พิมพ์สำเร็จไว้แล้วและป้ายบาร์โค้ดที่ต้องพิมพ์ใช้เอง ซึ่งแต่ละแบบก็มีข้อดีข้อเสียอยู่ในตัวเอง

ข้อดี ของการใช้ป้ายสำเร็จคือ

1) สามารถที่จะพิมพ์บาร์โค้ดที่มีความหนาแน่นข้อมูลสูง ๆ ได้

2) มีความเชื่อถือได้ของการพิมพ์สูงเพราะส่วนใหญ่จะพิมพ์ในระบบออฟเซต

3) สามารถที่จะพิมพ์บนวัสดุอื่นนอกเหนือจากการพิมพ์โดยกระดาษได้

4) ไม่ต้องยุ่งยากหาเครื่องพิมพ์

5) สามารถสร้างบาร์โค้ดติดเพื่อการบรรจุในผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันได้

ข้อเสีย

1) ราคาต่อหน่วยจะสูงกว่า

2) จะต้องเตรียมข้อมูลของป้ายไว้ล่วงหน้าก่อน

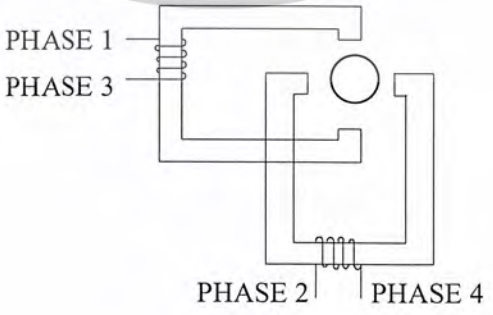
2.5 สเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตอย่างหนึ่งซึ่งสามารถควบคุมได้ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ลักษณะการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะเคลื่อนที่เป็นขั้น ซึ่งอาจเป็นขั้นละ 18, 5, 7.5 องศา ขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์ ส่วนใหญ่สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะใช้ในงานควบคุมระบบดิจิตอล เช่น อุปกรณ์ประกอบคอมพิวเตอร์ เช่น พริ้นซ์เตอร์, X – Y พล็อตเตอร์, ดิสก์ไดรฟ์ ตลอดจนอุปกรณ์ในระบบงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมหรือเครื่องมือวัดและควบคุมอื่น ๆ

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ

1) โรเตอร์ (ส่วนที่หมุนได้) จะเป็นแม่เหล็กถาวร

2) สเตเตอร์ (ส่วนที่อยู่กับที่) เป็นขดลวดหลายขด



รูปที่ 2.11 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 4 เฟสแบบแม่เหล็กถาวรยูนิโพลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่เห็นกันในปัจจุบันแบ่งได้ 3 แบบ คือ

1) แบบแม่เหล็กถาวร (PM = Permanent Megnet)

2) แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (VR = Varible Reluctance)

3) แบบลูกผสม (H = Hybrid)

สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรนั้น จะมีสเตเตอร์ที่พันขดลวดไว้หลายๆ โพลมีโรเตอร์เป็นรูปทรงกระบอกฟันเลื่อย และโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวรเพื่อป้องกันไฟกระแสตรงให้กับขดสเตเตอร์จะให้เกิดแรงผลักต่อโรเตอร์ด้วยอิเล็กโตรแมกไนติกฟอร์สจะทำให้มอเตอร์หมุนมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรจะเกิดแรงฉุดยึดให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่แม้จะไม่ได้ป้อนเข้าขดลวด

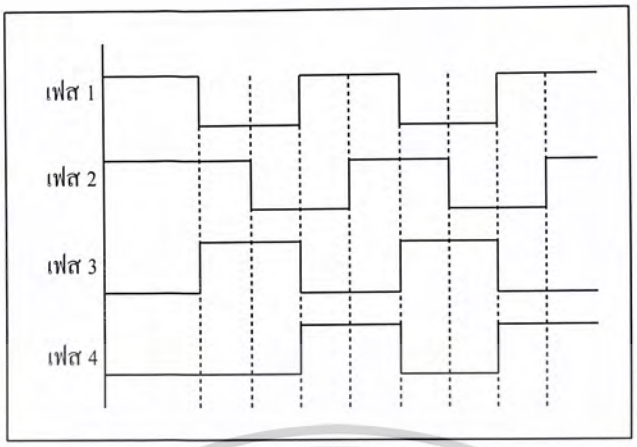
ส่วนมอเตอร์แบบแปรค่ารีลักแตนซ์จะมีการหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระ แม้จะไม่ได้จ่ายไฟให้โรเตอร์ของมันทำจากสารฟอร์สโรแมกเนติกขนาดกำลังอ่อนและมีลักษณะเป็นฟันเลื่อยรูปทรงกระบอกโดยจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์จึงมีหน้าที่กำหนดมุมที่หมุนไปแต่ละครั้งเพื่อป้อนไฟเข้าขดลวดสเตเตอร์ แรงบิดที่เกิดขึ้นจะหมุนโรเตอร์ให้หมุนในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนซ์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่เกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้หลาย ๆ จุด ดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่าง ๆ ในมอเตอร์ต่างขดกันไปก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปในตำแหน่งต่าง ๆ กันโรเตอร์ของมอเตอร์แบบแปรค่ารีลักแตนซ์จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์น้อยจึงมีความเร็วสูงกว่ามอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร

สำหรับมอเตอร์แบบลูกผสมจะเป็นลูกผสมของมอเตอร์แบบแปรค่ารีลักแตนซ์กับมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร โดยจะมีสเตเตอร์ ซึ่งคล้ายกับที่ใช้ในมอเตอร์แบบแปรค่ารีลักแตนซ์สำหรับโรเตอร์มีหมวกหุ้มปลาย ซึ่งมีลักษณะจองสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูงโดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดี ทำให้ได้มุมการหมุนแต่ละครั้งน้อย และแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิดสูงและมีขนาดกะทัดรัด และให้แรงฉุดยึดโรเตอร์นิ่งกับที่ตอนไม่จ่ายไฟ

ตารางที่ 2.8 การจ่ายกระแสให้กับขดลวดแต่ละเฟส

ขั้น	เฟส			
	1	2	3	4
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	1	1	1
4	1	0	0	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ผังเวลาการทำงานของการจ่ายกระแสให้กับขดลวดแต่ละเฟส

จากลักษณะของมุมโรเตอร์หมุนกับกระแสไฟฟ้าที่ป้อนแก่เฟสต่าง ๆ เราสามารถสั่งงานให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ หมุนได้ 3 อย่างคือ

1) แบบจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เฟสเดียววนเวียนกันไปเรียกว่า One Excitation หรือการขับครึ่งขั้น (Half Drive) คือ Ø1, Ø2, Ø3, Ø4 การ One Excitation แบบนี้แรงบิดจะน้อย

2) แบบจ่ายกระแสไฟฟ้าให้พร้อมกันทีเดียว 2 เฟส เรียกว่า Two Excitation หรือการขับเต็มขั้น(Full Step) คือ Ø1Ø2, Ø2Ø3 ,Ø3Ø4, Ø4Ø1 หมุนเวียนกันไปแบบนี้แรงบิดจะมาก

3) แบบจ่ายไฟฟ้าให้ทีละ 1 เฟส สลับกัน 2 เฟส เรียกว่า One-Two Excitation หรือ Half Step เหมือนรูปแสดงมุมของโรเตอร์แต่แบบนี้จำนวนขั้นจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของแบบแรกแต่แรงเฉลี่ยจะน้อย จากการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เฟสทั้ง 3 อย่าง เราสามารถสั่งให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนทวนเข็มได้โดยการมองการจ่ายกระแสไฟฟ้าย้อนกลับ

ตารางที่ 2.9 การป้อนกระแสไฟฟ้าให้แก่เฟสต่างๆของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

Ø4	Ø3	Ø2	Ø1
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
1	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 โหมดเต็มขั้น (Full Step Mode)

แบ่งการขับออกเป็น 2 แบบคือ

1) การขับแบบเวฟยูนิโพลาร์เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวดแต่ละขดลวดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทีละขดเรียงลำดับกันไปกระแสที่ไหลในขดลวดจะไหลในทิศทางเดียวกันทุกขด ลักษณะการขับแบบนี้จะให้แรงบิดน้อย

2) การขับแบบ 2 เฟสเป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวด 2 ขด

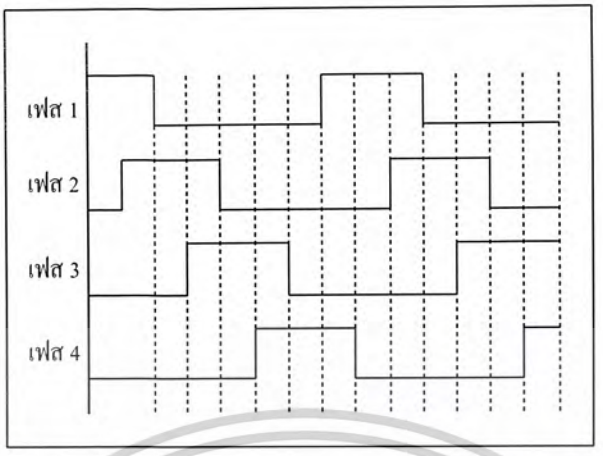
2.5.2 โหมดครึ่งขั้น (Half Step Mode)

เป็นการนำเอาวิธีแบบยูนิโพลาร์ผสมกับแบบการขับแบบ 2 เฟสในการหมุนจะหมุนครั้งละครึ่งขั้นและจำนวนองศาที่ได้จากการหมุนแต่ละครั้งจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของการหมุนแบบโหมดเต็มขั้น การป้อนกระแสจะเป็นไปตามตารางและไทม์มิ่งไดอะแกรมต่อไปนี้

ตารางที่ 2.10 การจ่ายกระแสให้กับขดลวดแบบโหมดครึ่งขั้น

ขั้น	เฟส			
	1	2	3	4
1	1	1	0	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	0
4	0	0	1	0
5	0	0	1	1
6	0	0	0	1
7	1	0	0	1
8	1	0	0	0

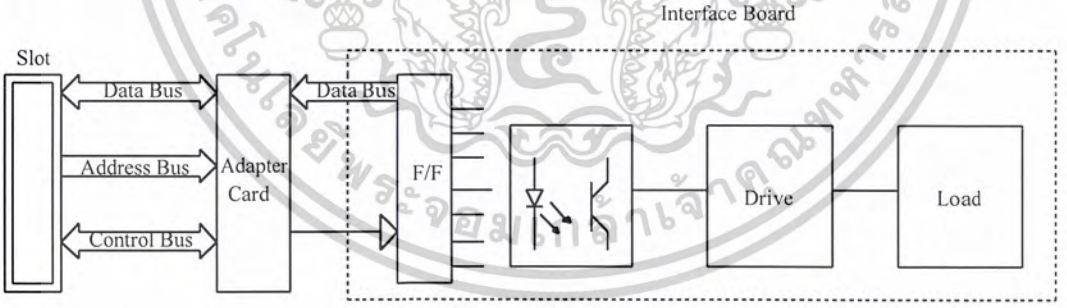
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ผังเวลาการทำงานของการจ่ายกระแสให้กับขดลวดแบบโหมดครึ่งขั้น

2.6 การเชื่อมโยงทางแสง

ในการควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุต นอกจากใช้งานแมกคานิกส์รีเลย์แล้วยังสามารถใช้อุปกรณ์ทางแสง ในการควบคุมการปิดเปิดสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งคุณสมบัติอย่างหนึ่งของการใช้แสง และอิเล็กทรอนิกส์ คือ ความเร็วในการเปิด-ปิด จะทำได้เร็วกว่ามากเมื่อเทียบกับรีเลย์แบบแมกคานิกส์



รูปที่ 2.14 ผังการทำงานของการเชื่อมโยงทางแสงออก

ในส่วนของวงจรเชื่อมโยงทางแสงออกเป็นวงจรทางแสงออกเป็นวงจรที่ใช้แสงในการควบคุมการเปิดปิดของอิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ แต่ก่อนจะเข้าถึงการทำงานของวงจร จะกล่าวถึงการทำงานของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์การเชื่อมโยงทางแสง เป็นอุปกรณ์เดี่ยวที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงและตัวตรวจจับแสง โดยที่ทั้งสองส่วนนี้แยกจากกันและกันโดยมีฉนวนโปร่งใสคั่นกลางและชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในตัวถังทึบแสง ดังนี้

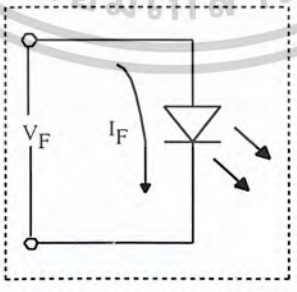
อุปกรณ์การเชื่อมโยงทางแสง เป็นอุปกรณ์เดี่ยวที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงและตัวตรวจจับแสง โดยที่ทั้งสองส่วนนี้แยกจากกันโดยมีฉนวนโปร่งคั่นกลางและชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในตัวถังทึบแสง

แหล่งกำเนิดแสงสำหรับต่อเชื่อมโยงทางแสงส่วนมากแล้วจะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด (Infrared Emitting Diode) ที่ทำจากสารแกลเลี่ยมอาร์เซไนต์ (Gallium Arsenide : GaAs) ตัวตรวจจับหรืออุปกรณ์ภาคเอาต์พุตนั้นอาจเป็น โฟโต้ทรานซิสเตอร์, โฟโต้ดาร์ลิงตัน, โฟโต้เอสซีอาร์

2.6.1 คุณสมบัติต่างๆ ของอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะตัวแปรทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้นตัวแปรทางด้านกระแสตรงสามารถแบ่งออกเป็นอินพุต เอาต์พุต และอัตราส่วนของการส่งผ่านกระแส (Current Transfer Ratio : CTR) อัตราส่วนของการส่งผ่านกระแสนั้น เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุตต่อกระแสเอาต์พุตของตัวเชื่อมโยงทางแสง ซึ่งค่านี้จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดและช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุตและเอาต์พุต โดยที่พื้นที่, ความไว (Sensitivity) และอัตราการขยายตัวของตัวตรวจจับก็มีบทบาทสำคัญเช่นกัน

ตัวแปรอินพุตทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งเป็นตัวแปรทางด้านไฟฟ้าของไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดได้แก่ ค่ากระแสของไดโอดเมื่อได้รับการไบอัสตรง (I_F) ค่าแรงดันตกคร่อมเมื่อได้รับไบอัสตรง (V_F) และค่าแรงดันสูงสุดที่ทนได้เมื่อได้รับไบอัสกลับ (V_R)



รูปที่ 2.15 การจ่ายไบอัสให้กับอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากตัวแปรเอาต์พุตทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงและพารามิเตอร์การส่งถ่าย (Transfer Parameter) นั้นจะแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจจับที่ใช้ในตัวเชื่อมโยงทางแสง

ตัวเชื่อมโยงทางแสงที่ใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์และโฟโต้ดาร์ลิงตันมีหลักการทำงานเหมือนกับรอยต่อระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาเบสที่ถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบรอยต่อจะทำให้เกิดคู่ของอิเล็กตรอนและโฮลขึ้นมาเกิดการนำกระแสได้ ตัวแปรสำหรับเชื่อมโยงทางแสงชนิดโฟโต้ดาร์ลิงตันและโฟโต้ทรานซิสเตอร์ มีดังนี้

IC : เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านขาคอลเล็คเตอร์ (เอาต์พุต)

$V_{(BR)C\ BO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเล็คเตอร์ไปยังขาเบส

$V_{(BR)CEO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเล็คเตอร์ไปยังขาอิมิตเตอร์

$V_{(BR)ECO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเล็คเตอร์ไปยังขาคอลเล็คเตอร์

ตัวเชื่อมโยงทางแสงที่ใช้สวิตช์สองทิศทางทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นภาคเอาต์พุตนั้นถูกออกแบบมาสำหรับใช้ในงานซึ่งต้องการแยกการทริกหรือกระตุ้นตัวไตรแอคและเอสซีอาร์ การสวิตช์ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดกระแสต่ำและการแยกกันทางไฟฟ้ามีค่าสูงสำหรับอุปกรณ์นี้มีตัวแปรที่สำคัญ ดังนี้คือ

$IT_{(RMS)}$: เป็นค่ากระแสอาร์เอ็มเอส RMS สูงสุดขณะที่อยู่ในสถานะที่ทำงาน (On State)

V_{DRM} : เป็นค่าแรงดันซ้ำ ๆ เมื่ออยู่ในสถานะหยุดทำงาน (Repetitive Off-State Terminal Voltage)

V_{TM} : เป็นแรงดันยอดสูงสุด (Peak Voltage)

ตัวแปรของการส่งผ่านของตัวเชื่อมโยงทางแสงนั้นเป็นการจัดอัตราส่วนของการส่งกระแสระหว่างชิ้นส่วนอินพุตและเอาต์พุต สำหรับตัวเชื่อมโยงทางแสงที่ใช้อุปกรณ์โฟโต้ทรานซิสเตอร์และอุปกรณ์โฟโต้ดาร์ลิงตันเท่านั้น มีค่าตัวแปรที่สำคัญคือ

CTR : เป็นอัตราส่วนต่ำสุดระหว่างกระแสเอาต์พุตของคอลเล็คเตอร์สูงสุด ต่อกระแสไดโอดที่ค่า V_{CE} และ I_F ที่กำหนด

V_{CE}(Sat) : เป็นแรงดันอิ่มตัวระหว่างขาคอลเล็คเตอร์และขาอิมิตเตอร์

สำหรับตัวเชื่อมโยงทางแสงที่ใช้สวิตช์สองทางซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้น และแบบที่ใช้เอสซีอาร์นั้นมีตัวแปรที่สำคัญดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

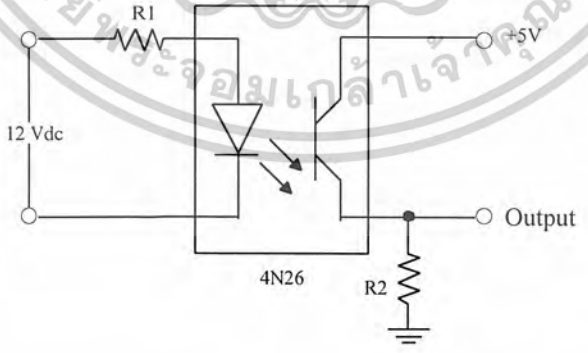
IFT : เป็นค่ากระตุ้นไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดสูงสุด ซึ่งต้องการให้สถานะของเอาต์พุตค้างได้

IH : เป็นกระแสยึด (Holding Current) ซึ่งต้องการสำหรับเอาต์พุตเพื่อที่จะคงสถานะค้างเอาไว้

2.6.2 วงจรเปลี่ยนระดับแรงดัน

เมื่อต้องการให้วงจรทางด้านดิจิตอลรับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งมีค่าแรงดันสูงจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนระดับแรงดันของสัญญาณให้อยู่ในระดับลอจิก 5 โวลต์ ถ้าสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณไฟตรงก็สามารถที่จะเชื่อมต่อกับวงจรลอจิกได้โดยใช้ตัวเชื่อมโยงทางแสง โดยไม่ต้องเกี่ยวข้องกับทางกระแสไฟฟ้าระหว่างวงจรทั้งสองส่วน (วงจรทั้งสองไม่ใช้กราวนด์ร่วมกัน)

ประโยชน์ของการแยกวงจรทั้งสองออกจากกันนี้ก็คือ สัญญาณรบกวนใด ๆ หรือแรงดันที่เป็นยอดแหลม (Spike Voltage) ที่เกิดจากสายกราวด์ของวงจรภายนอกจะไม่เข้าไปเกิดในสายกราวด์ของวงจรลอจิกเลยนอกจากนี้ตัวเชื่อมต่อทางแสงยังสามารถใช้เพื่อเปลี่ยนสัญญาณไฟกระแสสลับเป็นระดับสัญญาณ 5 โวลต์ ได้ ในขณะเดียวกันก็จะแยกวงจรลอจิกออกจากแรงไฟสลับที่มีค่าสูงด้วยในรูปที่ 2.16 แสดงถึงการใช้งานของตัวเชื่อมโยงทางแสงซึ่งเป็นอินพุตเป็นไฟตรงแรงดัน 12 โวลต์ จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ระดับลอจิก 5 โวลต์ จะเห็นว่าในวงจรใช้ตัวเชื่อมโยงทางแสงเบอร์ 4N26 เมื่ออินพุตมีแรงดันเป็น 12 โวลต์จะทำให้เอาต์พุตของตัวเชื่อมโยงทางแสงเป็นระดับลอจิก “1” ในขณะเดียวกันสัญญาณรบกวนที่มีลักษณะเหมือนกัน (Common – Mode Noise) จะถูกกำจัดไปโดยไดโอดที่อินพุตของตัวเชื่อมโยงทางแสง

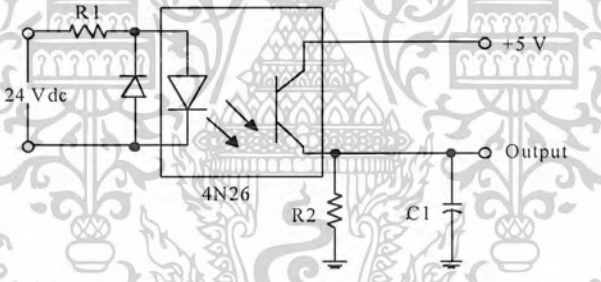


รูปที่ 2.16 การใช้งานของตัวเชื่อมโยงทางแสงซึ่งอินพุตเป็นไฟตรงแรงดัน 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

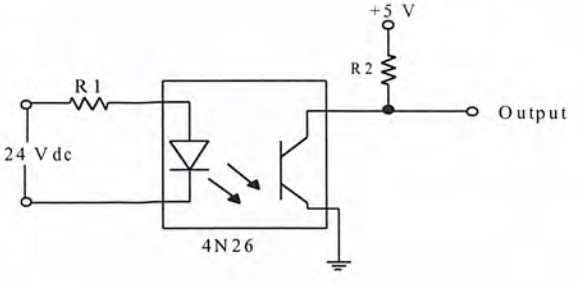
เมื่อสัญญาณขนาด 12 โวลต์ ถูกป้อนเข้าสู่อินพุตของตัวเชื่อมโยงทางแสงจะเกิดกระแสไหลผ่านตัวความต้านทาน R1 และไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดกระแสที่เกิดขึ้นจะไปทำให้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดสว่างขึ้น และแสงที่เกิดขึ้นจะไปตกกระทบรอยต่อระหว่างคอลเล็คเตอร์และเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้มันทำงานมีกระแสไหลจาก +5 โวลต์ผ่านทรานซิสเตอร์ ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน R2 ได้เอาต์พุตอยู่ในระดับลอจิก “1” โดยที่สัญญาณเอาต์พุตนี้สามารถใช้ขับอินพุตของลอจิกเกตต่าง ๆ ได้

เมื่อแรงดัน 12 โวลต์ออกจะทำให้ทรานซิสเตอร์หยุดทำงานและความต้านทาน R2 ดึงเอาต์พุตให้มีค่าเป็น “0” วงจรในรูปที่ 2.17 จะเปลี่ยนแรงดันอินพุตขนาด 24 โวลต์ไปเป็นเอาต์พุตขนาด 5 โวลต์ ที่มีขั้วกลับกัน ซึ่งหมายความว่า เมื่ออินพุตมีค่าสูงจะทำให้เอาต์พุตมีค่าต่ำเมื่อป้อนสัญญาณขนาด 24 โวลต์เข้าไปจะเกิดกระแสไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด แสงที่เปล่งออกมาจะไปตกกระทบกับโฟโต้ทรานซิสเตอร์เกิดการนำกระแสขึ้นเนื่องจากเอาต์พุตนั้นต่อมาจากขาคอลเล็คเตอร์จึงได้ค่าแรงดันระดับลอจิก “0” เมื่อต่อเข้าอินพุตของลอจิกเกท



รูปที่ 2.17 การเปลี่ยนแรงดันอินพุตขนาด 24 โวลต์ ให้เป็นให้เป็นแรงดันเอาต์พุต 5 โวลต์

เมื่อนำสัญญาณออกไปจะทำให้โฟโต้ทรานซิสเตอร์หยุดนำกระแสและความต้านทาน R2 จะดึงให้เอาต์พุตเป็นลอจิก “1”



รูปที่ 2.18 การเปลี่ยนสัญญาณไฟสลับขนาด 24 โวลต์ ให้เป็นระดับลอจิก 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในรูปที่ 2.18 เป็นการเปลี่ยนสัญญาณไฟสลับขนาด 12 โวลต์ ให้เป็นระดับลอจิก 5 โวลต์ เมื่อป้อนสัญญาณอินพุตขนาด 12 โวลต์เข้าไปจะทำให้กระแสไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดในช่วงครึ่งไซเกิลบวกและผ่านไดโอด D1 ในช่วงครึ่งไซเกิลลบ นอกจากนี้ไดโอด D1 ยังทำหน้าที่จำกัดแรงดันไบอัสกลับ (VR) ไม่ให้เกิน 0.7 โวลต์ อีกด้วย

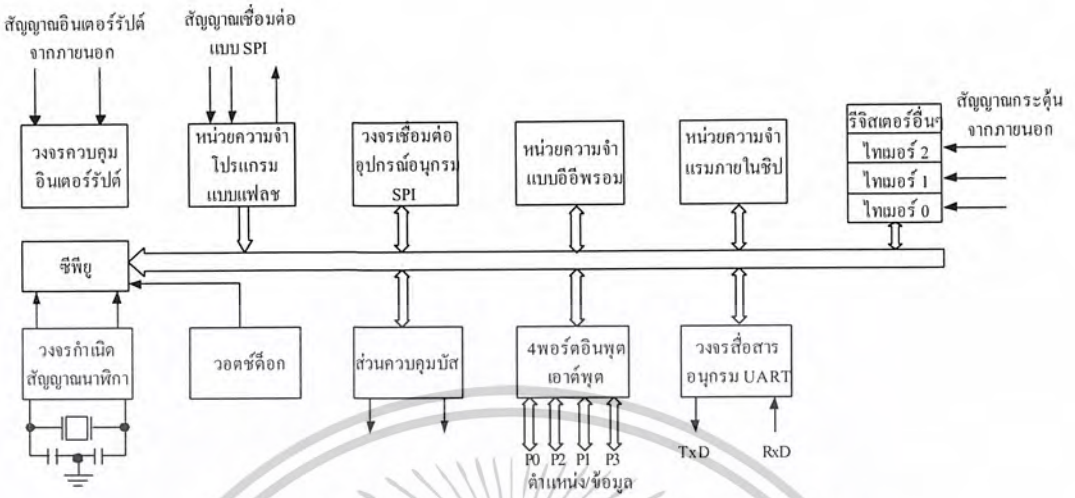
ในระหว่างครึ่งไซเกิลบวกนั้นโฟโต้ดาร์ลิงตันจะนำกระแสซึ่งจะให้เกิดแรงดันไฟตรงแบบกระเพื่อมตกคร่อมความต้านทาน R2 ซึ่งจะถูกกรองให้เรียบโดยใช้ตัวเก็บประจุ C1 แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ C1 จะทำให้อินพุตของเกตมีค่าสูงและเมื่ออินพุตไฟสลับถูกนำออกไปจะทำให้โฟโต้ดาร์ลิงตันหยุดนำกระแสแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ C1 จะตกลงไป เนื่องจากตัวเก็บประจุจะคายประจุผ่านความต้านทาน R2 ตอนนี้ความต้านทาน R2 จะดึงให้อินพุตของเกทมีค่าต่ำ

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่บรรจุความสามารถมากมาย ไม่ว่าจะเป็นหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณออกทางเอาต์พุต หน่วยความจำ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดีโดยช่วยลดจำนวนของอุปกรณ์และขนาดของระบบลง ในขณะที่มีขีดความสามารถสูงขึ้นภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำ 2 คำรวมกัน คือ “ไมโคร” (Micro) ซึ่งหมายถึง ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็กซึ่งภายในประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU : Arithmatic Logic Unit) วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำและวงจรเชื่อมต่อสัญญาณนาฬิกาอีกคำหนึ่งคือคำว่า “ คอนโทรลเลอร์” (Controller) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89xx

2.7.1 การจัดขาไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน

ขา VCC ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกราวด์ของระบบ

ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไปถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วยส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย(float)จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วยเพื่อสลับการทำงานให้เป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทม์เมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทม์เมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย(float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วยส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 0 หรือขา INT0

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 1 หรือขา INT1

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่องที่ 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 1 หรือขา T1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซต สถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตซ์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้หน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีอีพรอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา $\overline{\text{PSEN}}$ (ProgramStore Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมชชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆ ออกมา

ขา $\overline{\text{EA}}$ / Vpp (External enable / Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ถ้าหากขานี้เป็น “0” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น “1” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12V

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ ได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการออกแบบวงจรประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรควบคุมการจ่ายไดโอด ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของการออกแบบโปรแกรมควบคุมในส่วนต่างๆ และส่วนที่ 3 คือ เป็นโครงสร้างภายนอกในการออกแบบเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

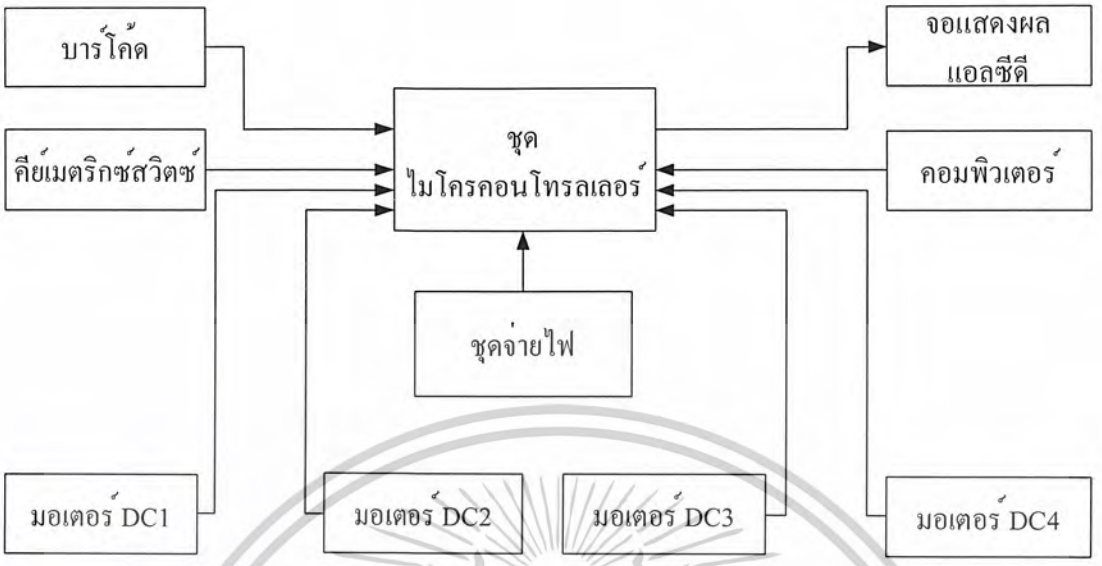
ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการออกแบบที่ใช้ประมวลผลและควบคุมการจ่ายไดโอด โดยไดโอดจะมีลักษณะเรียงกันเป็นแผง เป็นรูปแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งจะมีช่องสำหรับใส่ไดโอดในแต่ละเบอร์ ภายในเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติแบ่งเป็น 30 ช่อง โดยในการจ่ายไดโอดจะถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 โดยจะทำการอ่านข้อมูลจากบัตรนักศึกษาด้วยบาร์โค้ด คีย์เมตริกซ์สวิตซ์ และแสดงผลทางจอแอลซีดี

เครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติประกอบด้วย วงจรควบคุมและประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 วงจรรับข้อมูลจากบัตรนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด วงจรรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ วงจรจ่ายไดโอด วงจรสื่อสารข้อมูล วงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี และวงจรไฟเลี้ยง

ส่วนที่ 2 จะเป็นส่วนของการออกแบบโปรแกรม ซึ่งประกอบไปด้วยโปรแกรมรับข้อมูลนักศึกษาจากบาร์โค้ด โปรแกรมรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ และโปรแกรมเปรียบเทียบรหัสบาร์โค้ดกับข้อมูลในดาต้าเบส เพื่อการตรวจสอบรหัสประจำตัวและรหัสผ่านของแต่ละบุคคลและแสดงผลทางจอแอลซีดี โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ ส่งข้อมูลโดยผ่านทาง พอร์ต P1 ซึ่งทำหน้าที่ขยายพอร์ต โดยจะใช้โปรแกรมควบคุมการจ่ายไดโอดและรับสัญญาณ

ส่วนที่ 3 โครงสร้างภายนอกในการออกแบบเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ เพื่อการใส่ไดโอดในช่องบรรจุไดโอด และช่องรับไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

3.2 การออกแบบ และการทำงานของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

การออกแบบวงจรของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ จะแบ่งออกเป็น ส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ ส่วนของวงจรควบคุมซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นวงจรย่อยๆ ได้ดังนี้ คือ วงจรรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตซ์วงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี และส่วนของวงจรจ่ายไดโอด ซึ่งมีขั้นตอนการออกแบบวงจร การทำงานของวงจร และวงจรดังนี้

3.2.1 ส่วนของวงจรควบคุม

1) การออกแบบวงจรควบคุม

ในขั้นตอนของการออกแบบวงจรควบคุมนั้น สิ่งแรก ก็คือ ทำการกำหนดส่วนที่ต้องการให้ควบคุม และต้องการทราบบิตที่ใช้เพื่อนำไปเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้อุปกรณ์ ซึ่งได้แก่ในส่วนของการจ่ายไดโอดผ่านชุดจ่ายจำนวน 30 เบอร์ บิตที่ใช้ในการควบคุมการจ่ายจำนวน 3 บิต ส่วนของชุดตรวจสอบไดโอด บิตที่ใช้ในการตรวจสอบจำนวน 2 บิต ส่วนของชุดแสดงผลแอลซีดีและทางจอแอลซีดี บิตที่ใช้ในการแสดงผลจำนวน 12 บิต และส่วนของคีย์เมตริกซ์ บิตที่ใช้จำนวน 7 บิต โดยควบคุมผ่านทางพอร์ต 1 ของไอซี AT89C52 ทั้งสิ้น จากนั้นทำการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมโดยได้ใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 พอร์ต P0 ควบคุมการแสดงผลทางจอแอลซีดี พอร์ต P3 ต่อมอเตอร์ในการจ่ายไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การทำงานของวงจรควบคุม

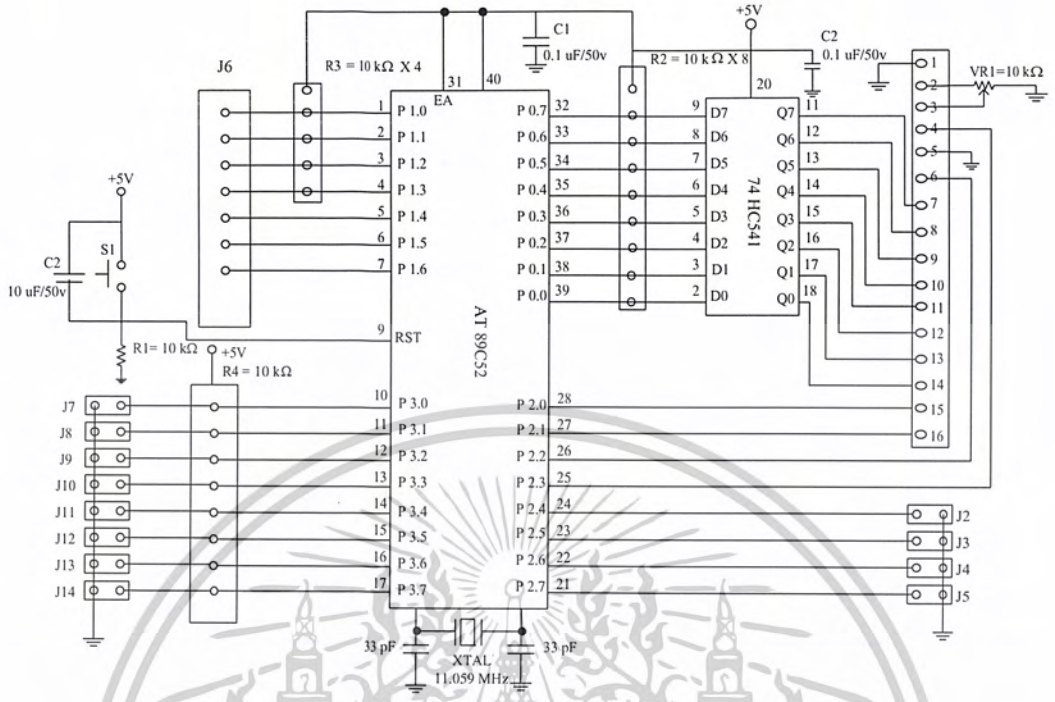
วงจรควบคุมประกอบไปด้วย วงจรรับข้อมูลนักศึกษาจากบาร์โค้ด วงจรรับข้อมูลจากคีย์เมตริกสวิตซ์ และวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี โดยในส่วนของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์นี้จะทำหน้าที่ ควบคุมการรับข้อมูลจากบัตรนักศึกษาด้วยเครื่องอ่านบาร์โค้ด เพื่อนำไปประมวลผลว่านักศึกษาคนนี้มีอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่ โดยส่งไปตรวจสอบข้อมูลที่วงจรฐานข้อมูลนักศึกษาแล้วเปรียบเทียบว่ามีข้อมูลอยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีข้อมูลเครื่องก็จะแสดงผลทางจอแอลซีดีว่าไม่มีข้อมูลและจะไม่ทำงานในขั้นตอนต่อไปให้ แต่ถ้ามีข้อมูลอยู่ก็จะส่งข้อมูลนั้นออกมาแสดงผลทางจอแอลซีดี ส่งผ่านข้อมูลทางพอร์ต P0 จากนั้นรอรับการกดเลือกเบอร์ไดโอด และหลังจากนั้นก็ระบุจำนวน โดยจะแสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 3.2

2.1) ส่วนของวงจรรับข้อมูลนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

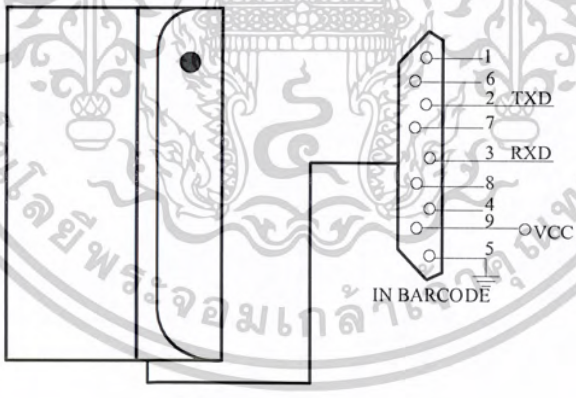
ในส่วนของวงจรรับข้อมูลนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากการรูดบัตรนักศึกษา จากนั้นทำการส่งข้อมูลให้กับพอร์ตอินพุตของไอซี AT89C52 เพื่อนำไปประมวลผลและแสดงผลทางจอแอลซีดี แสดงการต่อวงจรเครื่องอ่านบาร์โค้ดดังรูปที่ 3.3

ในการออกแบบส่วนของการอ่านข้อมูลรหัสบาร์โค้ดได้นำไปต่อร่วมกับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 และหน่วยความจำชั่วคราว ซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูลของนักศึกษาผู้นั้นถูกเก็บบันทึกเอาไว้ในฐานข้อมูล เมื่อทำการรูดบัตรนักศึกษาผ่านเครื่องอ่านบาร์โค้ด รหัสมาจากเอาต์พุตของเครื่องอ่านบาร์โค้ด ส่งไปยังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 ที่ขา RX0 ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะอยู่ในรีจิสเตอร์ SBUF รหัสของอ่านบาร์โค้ดจะแปลงเป็นรหัสแอสกี้ และนำไปประมวลผลวงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

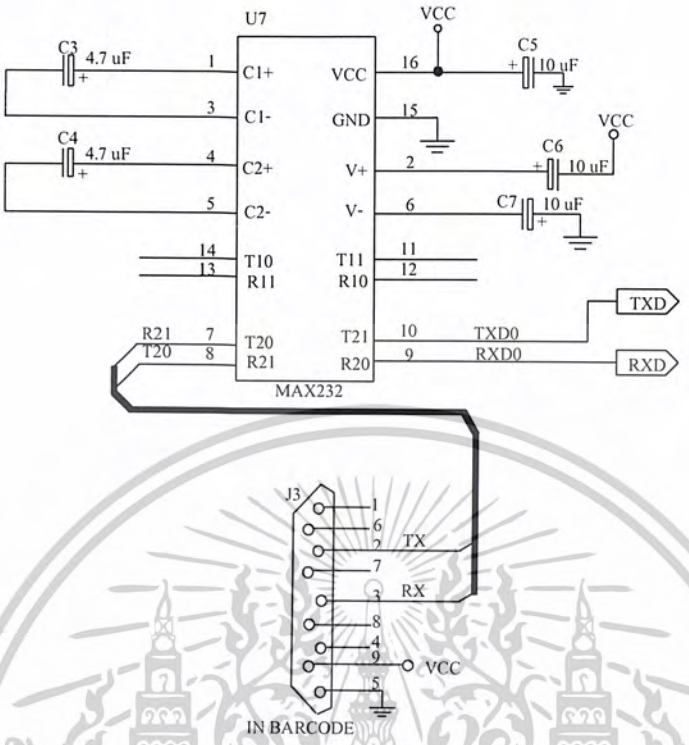


รูปที่ 3.2 วงจรรวมของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ



รูปที่ 3.3 การต่อวงจรเครื่องอ่านบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

2.2) ส่วนของวงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตซ์

ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณข้อมูลจากการกดระบุเบอร์ไดโอดและจำนวนของโอดที่ต้องการ แสดงวงจรคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ในรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6

การทำงานของวงจรคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ จะเริ่มเมื่อมีการกดคีย์ สัญญาณจากการกดจะต่อเข้าที่พอร์ต 1 ของ AT89C52 ใช้การ Scan Loop ในการตรวจเช็คสัญญาณ นำไปเปรียบเทียบกับส่วนที่เก็บข้อมูลว่าเป็นไดโอดเบอร์อะไร และเช็คว่ามีอยู่ในเครื่องหรือไม่ ถ้าไม่มีจะแสดงว่าการกดผิดพลาด รอรับการกดเบอร์ไดโอดใหม่ ถ้ามีไดโอดอยู่ในเครื่องทำการกดจำนวนไดโอดที่ต้องการเบิกจ่าย

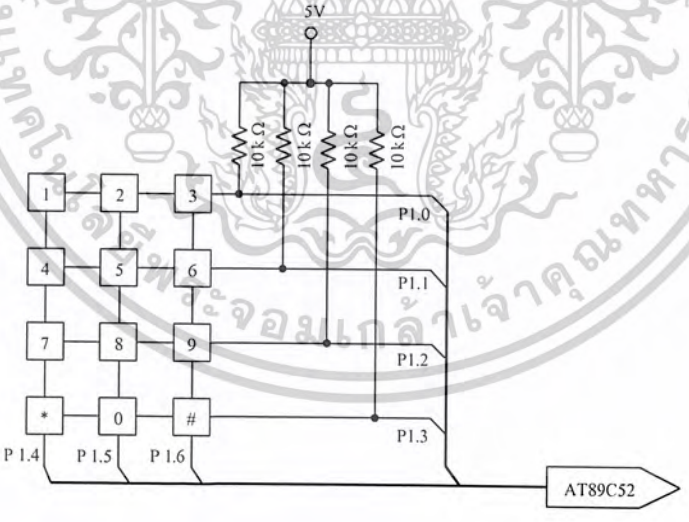
2.3) ส่วนของวงจรแสดงผล

ในส่วนของการแสดงผลจะใช้จอแอลซีดีแบบดอทเมตริกซ์ ทำหน้าที่ในการแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ดคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ วงจรฐานข้อมูลนักศึกษา และวงจรควบคุมการจ่ายไดโอด โดยที่จอแสดงผลแอลซีดีจะแสดงชื่อ นามสกุล รหัสนักศึกษา หมายเลขที่ระบุว่าเป็นไดโอดเบอร์ใด จำนวนที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

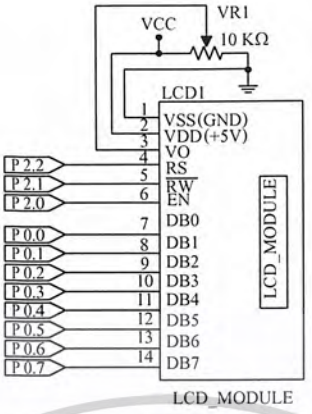
การทำงานของวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี เมื่อทำการรูดบัตรนักศึกษาด้วยเครื่องอ่านบาร์โค้ด จากนั้นส่งค่าไว้ใน SBUF ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 ทำให้รีจิสเตอร์ RI มีค่าเป็น 1 เมื่อข้อมูลถูกส่งมาเรียบร้อยแล้ว นำค่าของข้อมูลใน SBUF เก็บไว้ในตำแหน่งหน่วยความจำ เนื่องจากรหัสนักศึกษามีทั้งหมด 8 ตัว ต้องทำดังขั้นต้นทั้งหมด 8 ครั้ง รหัสนักศึกษาจะแสดงผลทางจอแอลซีดี โดย RW เป็นตัวบอกว่าเป็นการอ่านหรือการเขียน ถ้า RW = 1 เป็นการอ่านข้อมูล แบบ RW = 0 เป็นการเขียนข้อมูล ส่วน RS เป็นตัวบอกว่าเป็นข้อมูลหรือคำสั่ง RS = 1 แสดงว่าข้อมูลที่ส่งมาเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผล RS = 0 ข้อมูลที่ส่งมาเป็นคำสั่ง

การแสดงผลทางจอแอลซีดี เมื่อทำการกดคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ ใช้การสแกนลูปในการตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งมาเป็นเลขอะไร ให้ 4 บิตบนเป็นอินพุต 4 บิตล่างเป็นเอาต์พุต เมื่อมีการกดคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 จะทำการสแกนลูปข้อมูลที่ออกมาจะเป็นเลขฐาน 16 แปลงเป็นรหัสแอสกี้ จากนั้นจึงแสดงผลทางจอแอลซีดี ส่งข้อมูลออกทางขา Data เป็นการทำงานแบบ 8 บิต การแสดงผลบรรทัดที่ 1 จะอยู่ที่ตำแหน่งความจำ 00H บรรทัดที่ 2 จะอยู่ที่ตำแหน่งหน่วยความจำ 40H บรรทัดที่ 3 จะอยู่ที่ตำแหน่งหน่วยความจำ 10H และบรรทัดที่ 4 จะอยู่ที่ ตำแหน่งหน่วยความจำ 50H การต่อวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดีดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.5 วงจรรับข้อมูลเมตริกซ์สวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การต่อวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี

3.2.2 ส่วนของวงจรจ่ายไดโอด

1) การออกแบบวงจรจ่ายไดโอด

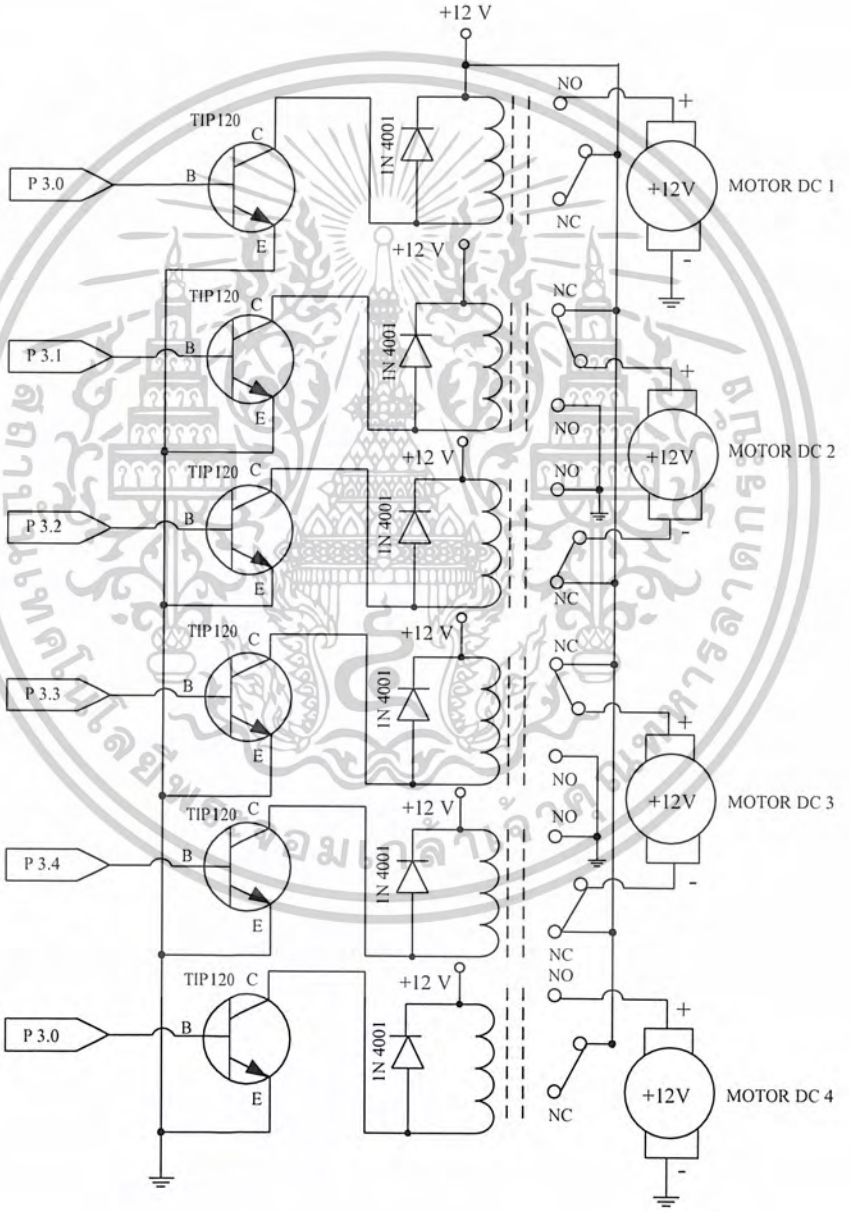
การออกแบบวงจรจ่ายไดโอดนั้น ขั้นตอนแรก คือ เลือกชุดกลไกที่ทำหน้าที่จ่ายไดโอด โดยใช้มอเตอร์ทั้งหมดจำนวน 4 ตัว เป็นมอเตอร์ดีซี 3 ตัว และสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 1 ตัว ตามหลักการทำงานของเครื่องจ่ายไดโอด มอเตอร์ดีซีตัวที่ 1 ใช้ในการขับฐานหมุนของไดโอดทั้ง 30 เบอร์ มอเตอร์ดีซีตัวที่ 2 ใช้ในการขับแกนสเต็ปปิ้งมอเตอร์ซึ่งเป็นมอเตอร์จ่ายตัวไดโอด มอเตอร์ตัวที่ 3 เป็นสเต็ปปิ้งมอเตอร์ใช้ในการจ่ายตัวไดโอด และมอเตอร์ตัวที่ 4 ใช้ในการตัดตัวไดโอด ขั้นตอนในการทำงานเมื่อมีการรับรหัส เบอร์ไดโอดและจำนวนแล้ว มอเตอร์ DC ขับฐานจะหมุนไปยังจุดที่จ่ายไดโอดออก เมื่ออยู่ที่จุดจ่ายไดโอดแล้วมอเตอร์ DC ตัวที่ 2 จะทำการหมุนเพื่อการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ไปยังเฟืองจ่ายไดโอด จากนั้นสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะหมุนเพื่อจ่ายไดโอดจนครบจำนวนที่ต้องการ โดยจะมีเซ็นเซอร์ในการนับแล้วมอเตอร์ DC ตัวที่ 4 จะทำการหมุนเพื่อขับให้ตัดไดโอดได้ครบตามจำนวน

2) การทำงานวงจรจ่ายไดโอด

ในส่วนของวงจรจ่ายไดโอด ซึ่งควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 ผ่านพอร์ต P3 โดยการทำงานของวงจรไดโอดจะทำงาน กดรหัสเบอร์ไดโอดและจำนวนของไดโอดที่ต้องการ วงจรไดโอดจะรับค่าจากการกดคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ ค่าดังกล่าวผ่านพอร์ต 1 ของ AT89C52 จากนั้นส่งพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าทริกที่วงจรไดโอดจะส่งค่าไปยัง พอร์ต P3 เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ในการควบคุมมอเตอร์นั้นจะมีสัญญาณมาควบคุมมอเตอร์ขับฐานให้หมุนและมีเซนเซอร์เช็คเมื่อถึงจุดที่วงจรไดโอดและมอเตอร์ตัวที่ 2 นี้ได้รับค่าจาก พอร์ต P3 จะทำการเลื่อนมอเตอร์สเต็ปปิ้ง เพื่อเข้าไปขับเฟืองและสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะทำการขับไดโอดออกมา ส่วนมอเตอร์ DC ตัวที่ 4 จะทำการขับเฟืองเพื่อตัดไดโอด การทำงานของเครื่องจ่ายไดโอดจะมีความสัมพันธ์กันดังรูปที่ 3.8

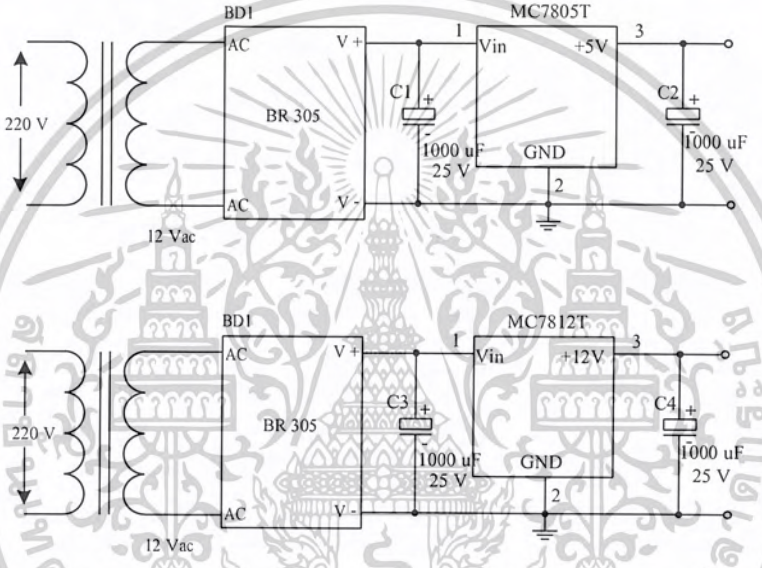


รูปที่ 3.7 แสดงการทำงานวงจรจ่ายไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ส่วนของวงจรไฟเลี้ยง

ส่วนของการออกแบบวงจรจ่ายไฟเลี้ยง แบ่งการจ่ายไฟออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกเป็นในส่วนของแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ ทำหน้าที่ในการจ่ายไฟเลี้ยงให้ตัวมอเตอร์ในการจ่ายไดโอด ใช้หม้อแปลง 12 โวลต์ กระแส 17 แอมแปร์ ส่วนที่ 2 เป็นแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ แบ่งย่อยๆ ออกเป็น 2 ส่วน คือ ในส่วนของไฟเลี้ยงชุดควบคุมของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ และส่วนวงจรจ่ายไดโอด ดังแสดงในรูปที่ 3.9

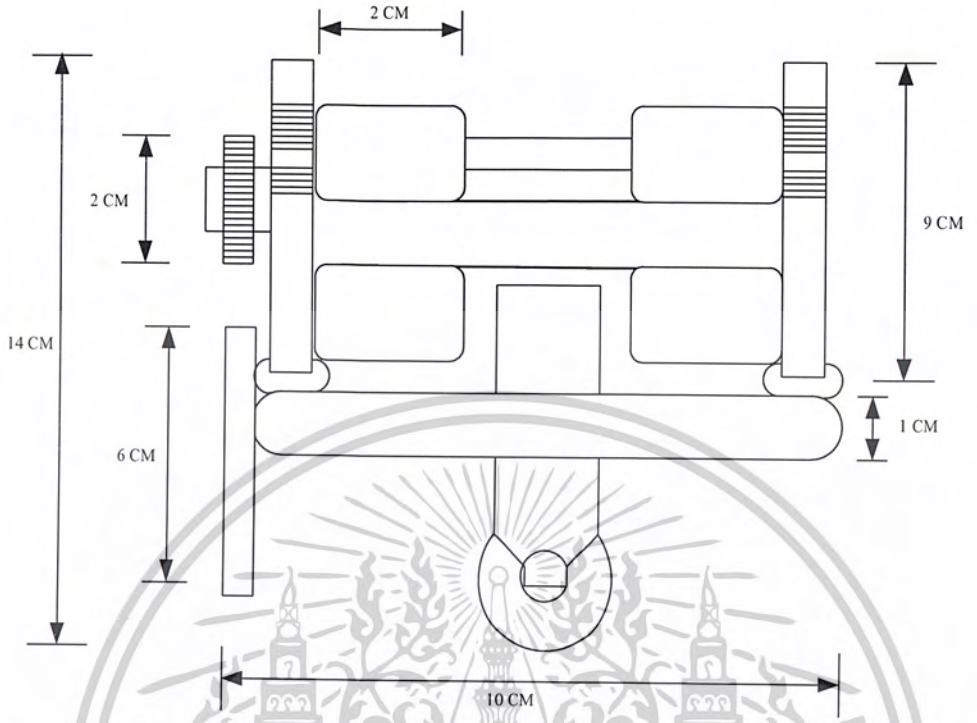


รูปที่ 3.8 วงจรจ่ายไฟเลี้ยง

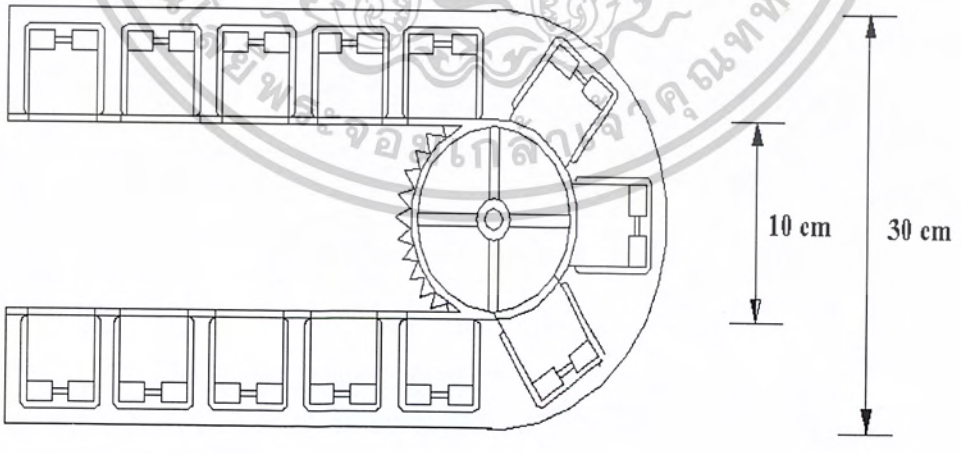
3.3 การออกแบบ โครงสร้างภายนอกของเครื่องและตัวบรรจุไดโอด

ในการออกแบบโครงสร้างภายนอกได้นั้นต้องคำนึงถึง แต่ละช่องที่จะบรรจุตัวไดโอดเพื่อในการเบิกจ่ายได้สะดวก การออกแบบจะเริ่มต้นตั้งแต่ช่องบรรจุของไดโอดซึ่งรวม 30 ช่อง และแกนในการหมุนเพื่อการจ่ายไดโอด ดังรูปที่ 3.10 และ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



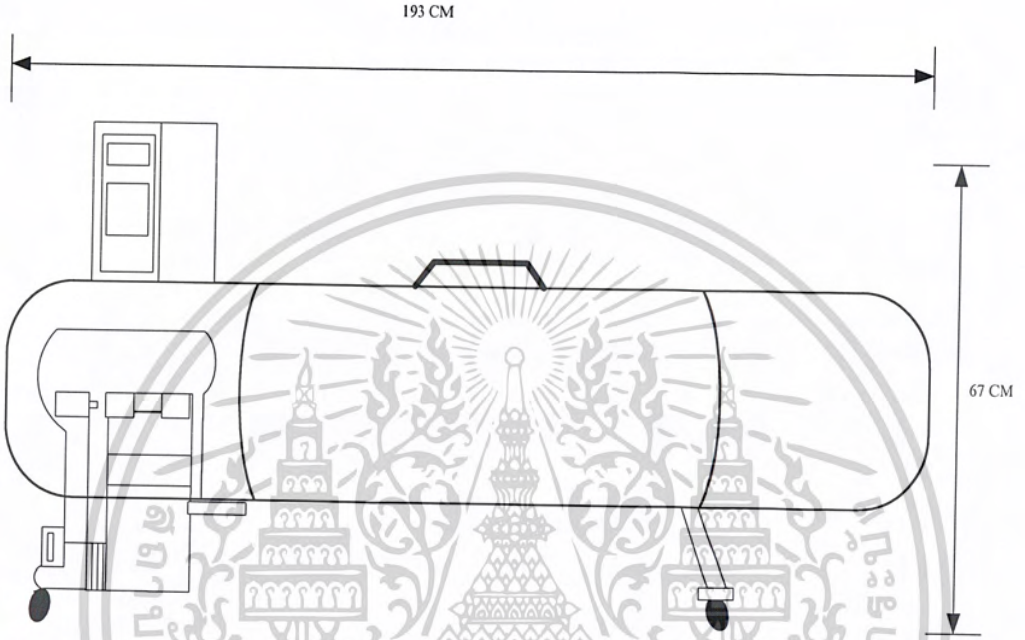
รูปที่ 3.9 แบบของช่องรับไดโอด



รูปที่ 3.10 แบบของเฟืองในการหมุนของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

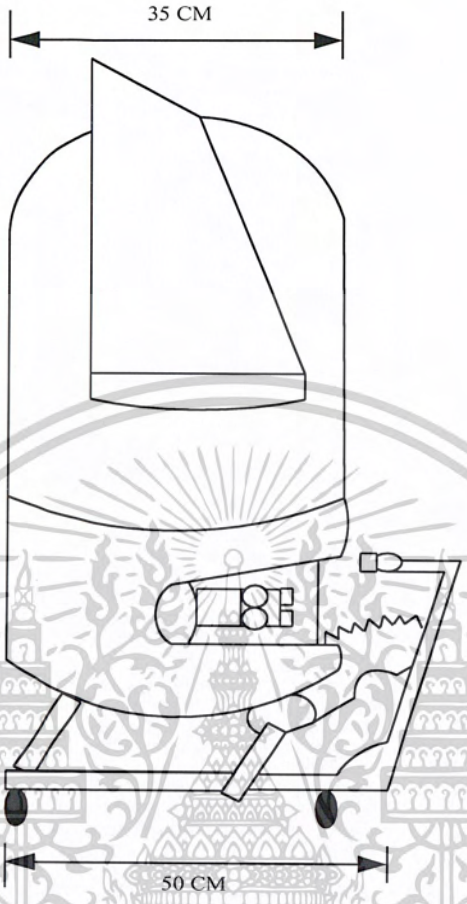
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในการออกแบบของโครงสร้างภายนอกของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ ทำได้โดย เมื่อประกอบส่วนของโครงสร้างภายในเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ ซึ่งการออกแบบจะแสดงในรูปที่ 3.12 และ 3.13



รูปที่ 3.11 แบบของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แบบของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ (ด้านข้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

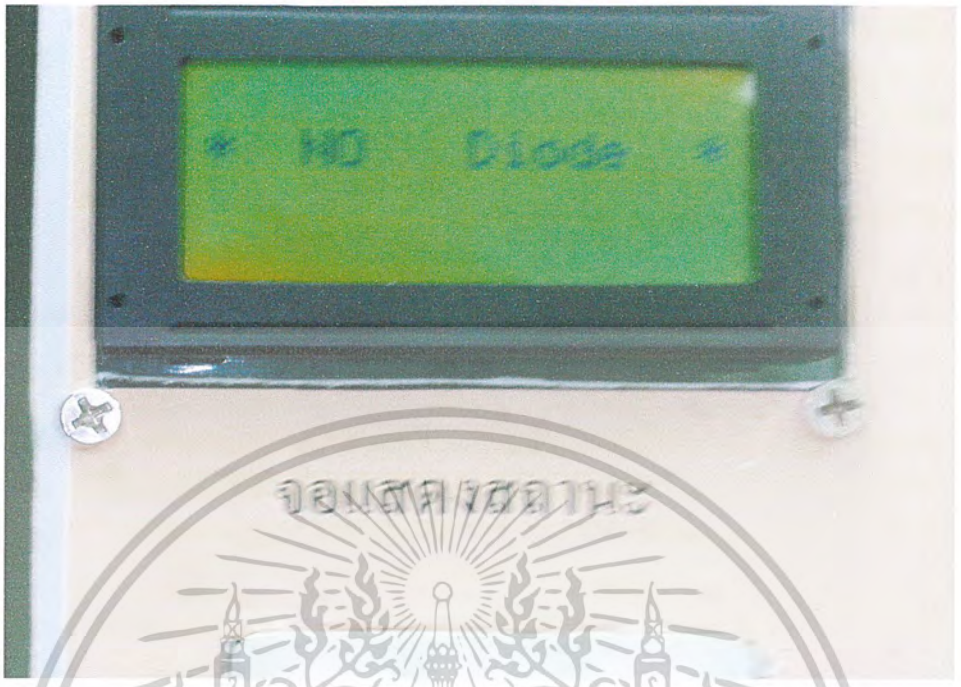
4.1 กล่าวนำ

สำหรับเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ หลักการทำงานส่วนใหญ่ของเครื่องจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 ในการควบคุมการทำงานไม่ว่าจะเป็น ในส่วนของ การรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ การจ่ายไดโอด การแสดงผลทางจอแอลซีดี ดังนั้นในการทดลองประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมควบคุม โดยการทดลองจะแสดงผลจากวงจรต่าง ๆ ที่นำมาใช้งานซึ่งได้ผ่านการทดลองการทำงานของวงจรมาก่อนแล้ว นำมาประกอบกันเป็นเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ โดยการทดลองการทำงานนั้น เป็นการทดลองเป็นส่วนๆ ของวงจรต่างๆ ของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ เพื่อที่จะทำการต่อวงจรทั้งหมดไปควบคุมเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ของการเบิกจ่ายไดโอด

4.2 การทดลองการทำงานของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

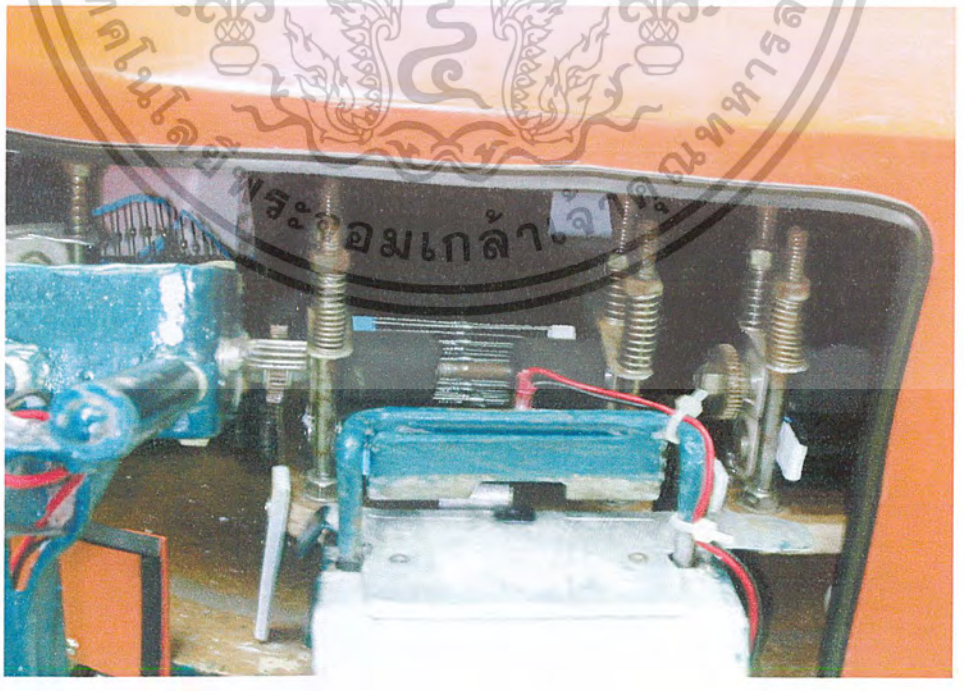
รูปที่ 4.1 การแสดงข้อความที่จอแสดงสถานะ Kmitl ID และ Automatic Diodes Distributor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การทดลองเมื่อไม่มีเบอร์ไดโอดที่ต้องการ

จากรูปที่ 4.2 เมื่อป้อนรหัสเบอร์ไดโอดและถ้าไม่มีเบอร์ไดโอดที่ต้องการจอแสดงสถานะ



รูปที่ 4.3 การเบิกจ่ายไดโอด

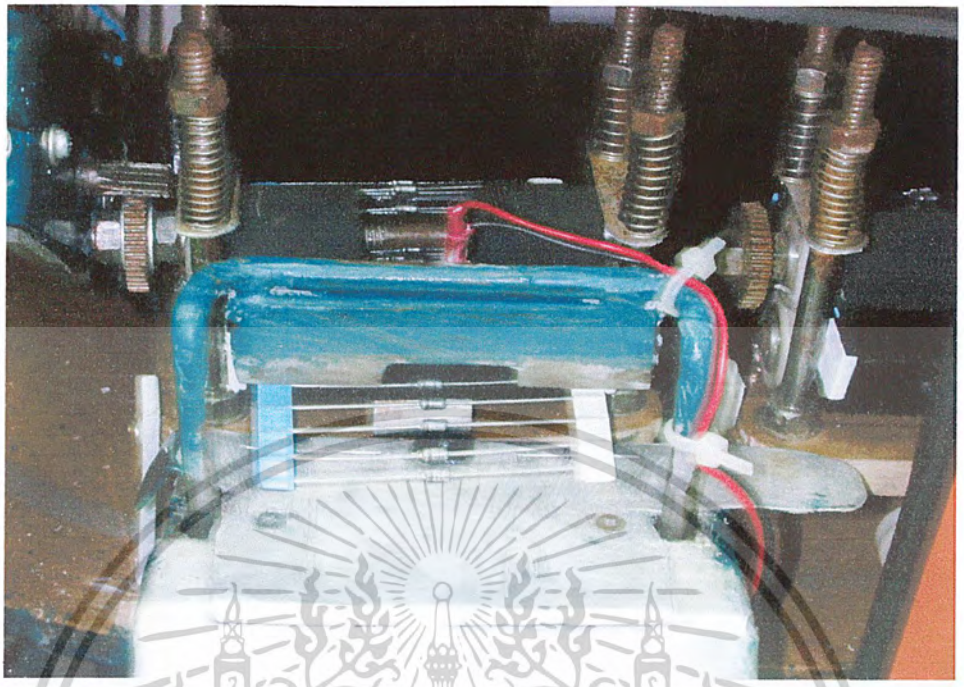
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 ขั้นตอนการจ่ายไดโอดขั้นแรกทำการป้อนรหัสนักศึกษาถ้าไม่มีรหัสนักศึกษาในฐานข้อมูลจอแสดงสถานะจะแสดงข้อความ “NO DATA” ถ้ามีรหัสนักศึกษาในฐานข้อมูลจะปรากฏหน้าจอให้ใส่เบอร์ไดโอด และจำนวนเบอร์ไดโอดที่ต้องการ เมื่อใส่ค่าที่ต้องการแล้วเครื่องจะทำการหมุน เพื่อหาเบอร์ที่ต้องการถ้าเจอเบอร์ที่ต้องการเครื่องจะหยุดโดยที่การตรวจสอบจะใช้ Dipswith เป็น Sensor ในการตรวจสอบ ในขั้นตอนที่มีข้อผิดพลาดที่มอเตอร์

รูปที่ 4.4 การทดลองการเบิกจ่าย

รูปที่ 4.4 เป็นขั้นตอนที่มอเตอร์ตัวฐานขับมอเตอร์จ่ายไดโอดเลื่อนมอเตอร์จ่ายไดโอดไปขบเฟืองของชุดจ่ายไดโอด เพื่อต้องการจะจ่ายไดโอดตามเบอร์และจำนวนที่เราต้องการ

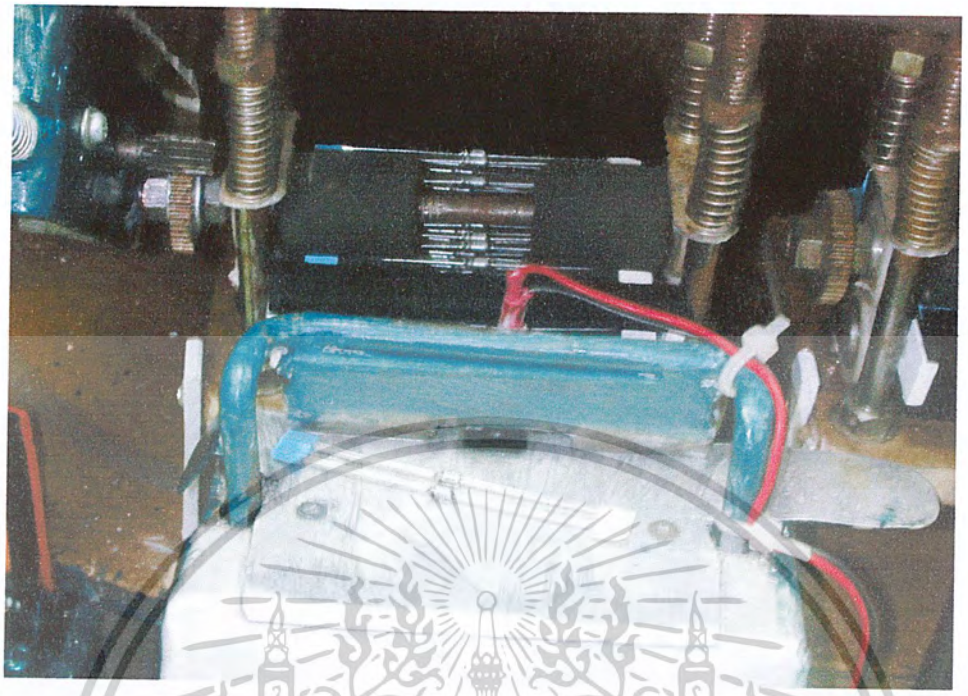
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การทดลองการเบิกจ่าย

จากรูปที่ 4.5 เมื่อมอเตอร์เลื่อนไปขบกับชุดจ่ายไดโอดแล้วมอเตอร์จ่ายไดโอดจะทำการหมุนเพื่อขับมอเตอร์ไดโอดออกมาจากช่องเก็บไดโอดมายังชุดตัด ในขั้นตอนนี้ถ้าชุดจ่ายไดโอดหมุนมาไม่ตรง เนื่องจากผลจากแรงเฉื่อยจะทำให้มอเตอร์จ่ายไดโอดขบเฟือง โดยจะทำให้ไดโอดไม่ออกมาจากช่องไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การทดลองการเบิกจ่าย

จากรูปที่ 4.6 เมื่อทำการจ่ายออกมาแล้วจะมี Sensor เช็คตัวไดโอดจะทำการนับเมื่อตัวไดโอดผ่านแสงของ Sensor จะนับเพิ่มค่าขึ้นทีละ 1 เมื่อครบจำนวนมอเตอร์ตัดไดโอดจะทำการหมุนมอเตอร์และทำการขับลูกเบี้ยว ตัดไดโอดออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 บทสรุป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอผลงานของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ ซึ่งจะนำไปใช้ในภาคครุศาสตร์วิศวกรรม เพื่อให้นักศึกษาในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมใช้อำนวยความสะดวกในการเบิกจ่ายด้วยตนเอง ให้มีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น และที่สำคัญสามารถลดปัญหาการเบิกจ่ายไดโอดนอกเวลางานที่มีความถูกต้อง ลดความเสียหาย และการสูญหายของไดโอดอีกด้วย โดยในฐานข้อมูล ในการเบิกจ่ายไดโอดแต่ละครั้งนักศึกษาต้องรูดบัตรนักศึกษา ซึ่งมีรหัสของบัตรจึงจะสามารถทำการเบิกจ่ายไดโอดได้ ข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำทั้งหมดผู้ควบคุมการใช้เครื่องจะเป็นผู้ป้อนเข้าไป การทำงานของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัตินี้จะแสดงผลทางจอแอลซีดี และสามารถอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการแก้ไขข้อมูล

ในขั้นตอนการทำงานของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ ตั้งแต่ต้นมีปัญหาเกิดขึ้นหลายๆ ส่วนด้วยกัน แต่ส่วนที่ทำให้เกิดปัญหามากที่สุดก็คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ ตั้งแต่การใช้งานมอเตอร์ในการขับการจ่ายไดโอด วงจรควบคุม

5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ไข

สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงานเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ ตั้งแต่เริ่มต้นในการจัดทำจนสำเร็จเป็นโครงงานชิ้นนี้และแนวทางการแก้ไขปัญหาดังนี้

1. ปัญหา ในการจัดซื้ออุปกรณ์ตัวลูกยางของส่วนฮาร์ดแวร์ในการจ่ายไดโอดหาซื้อไม่ได้ตามท้องตลาด จึงทำให้การประกอบฮาร์ดแวร์ล่าช้า

แนวทางการแก้ไข ทำการจัดซื้อโดยไปหาลูกยางเก่าที่โรงงาน

2. ปัญหา ในการออกแบบด้านฮาร์ดแวร์เพื่อให้มีขนาดเล็กที่สุด เพื่อสะดวกในการใช้งาน

แนวทางการแก้ไข ใช้ลักษณะการหมุนแบบโซ่รถจักรยานยนต์เพื่อให้ลดความหนาของเครื่องลง

3. ปัญหา อุปกรณ์บางตัวหาซื้อไม่ได้

แนวทางการแก้ไข ใช้การจัดทำขึ้นมาทำให้เสียเวลามาก

4. ปัญหา ในการออกแบบวงจรการทำงานของอุปกรณ์บางตัวไม่สมบูรณ์

แนวทางการแก้ไข เปลี่ยนอุปกรณ์และซ่อมแซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปัญหา ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการหยุดของรีเลย์ จะมีแรงเฉื่อยที่ทำให้โซ่หยุดไม่ตรงกับล็อคของตัวอุปกรณ์

แนวทางการแก้ไข แก้ไขโปรแกรมเพื่อทำให้การหยุดตรงล็อคที่สุด

5.3 แนวทางการพัฒนา

เครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัตินั้นคณะผู้จัดทำการอาจบกพร่องในด้านต่างๆ ผู้ใช้อาจจะพัฒนาให้เครื่องมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่นออกแบบให้เครื่องมีขนาดเล็กลง เพื่อความเหมาะสมต่อไปได้ และเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติเป็นแนวทาง หรือหลักการเบื้องต้นเพื่อพัฒนาเครื่องในรุ่นต่อไป เพื่อเป็นแนวทางในการเครื่องนำไปใช้ในภาคครุศาสตร์วิศวกรรมได้ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

อาจใช้เทคโนโลยีที่สูงขึ้นเพื่อการเบิกจ่ายที่สะดวกขึ้นได้ด้วย สามารถออกแบบให้เล็กลงโดยใช้อุปกรณ์ที่ทันสมัยขึ้น และลดน้ำหนักของเครื่องเพื่อให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

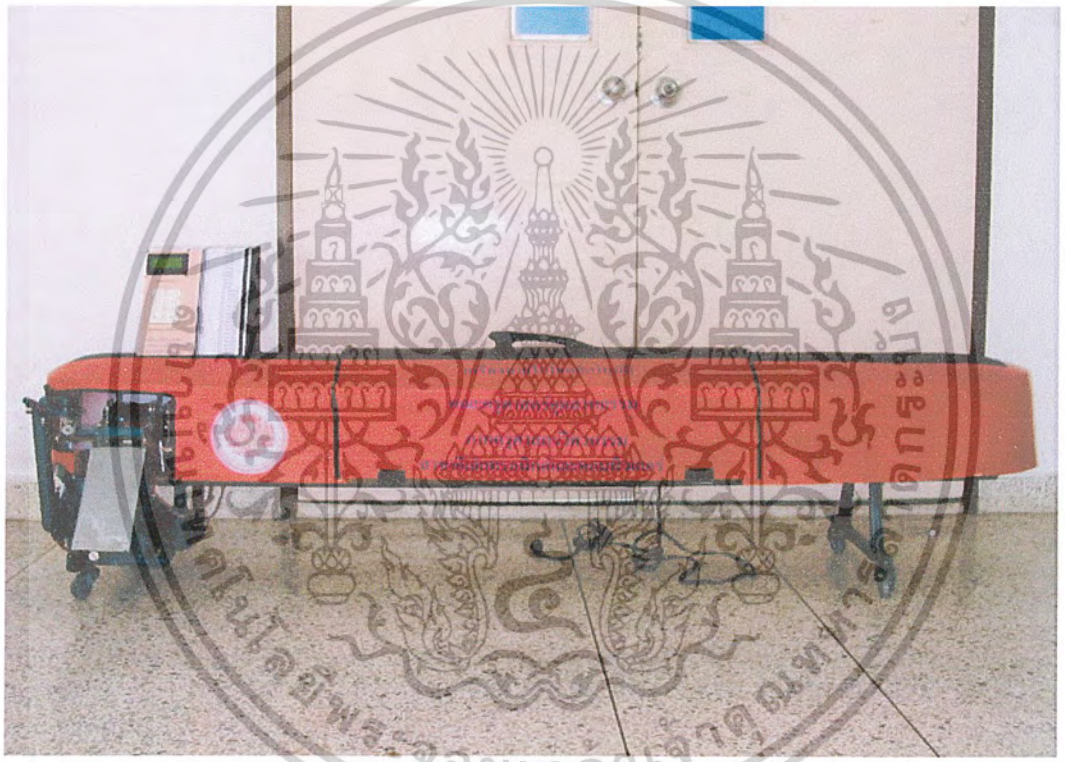
ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไลและวรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**. กรุงเทพ : อินโนเวตีฟเอ็กเพอริเมนต์. 2542

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน). 2538

สมยศ จุณะปิยะ. **การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS51**. กรุงเทพ : ม.ป.ท. 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

รูปที่ ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

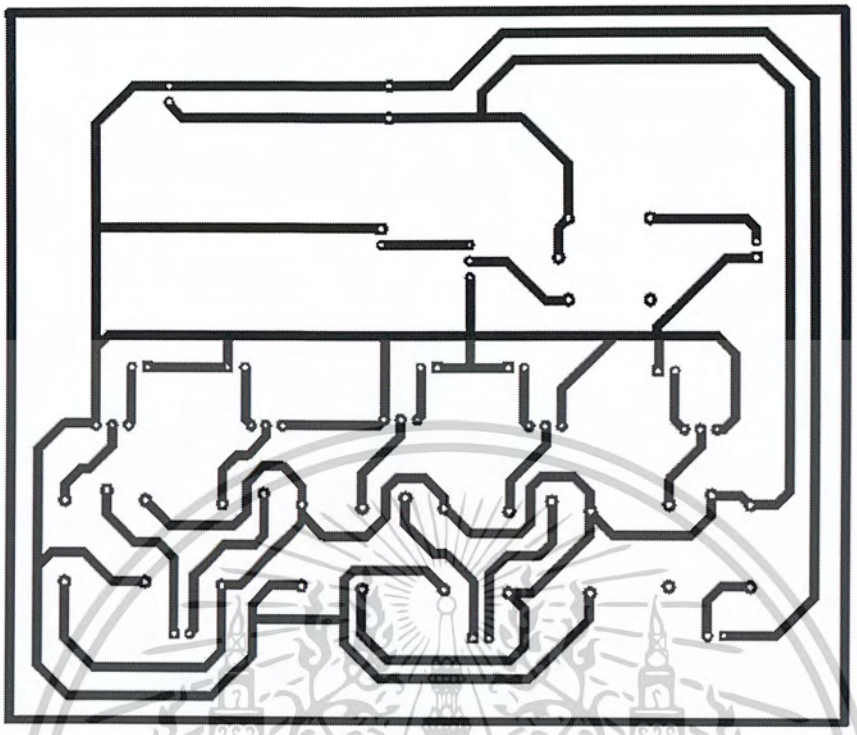
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 ภาพด้านบนเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

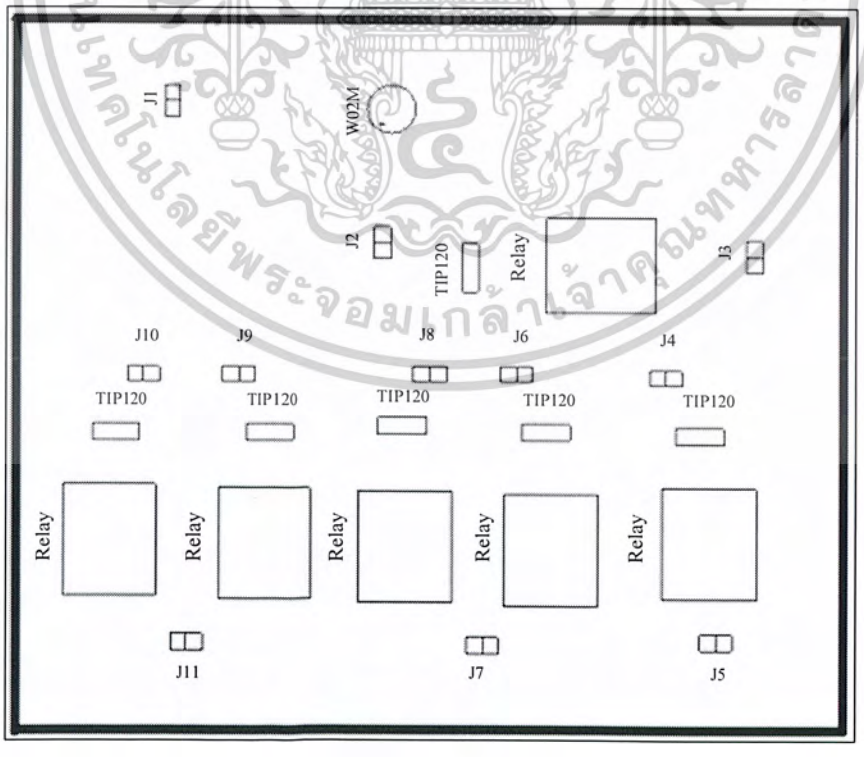
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

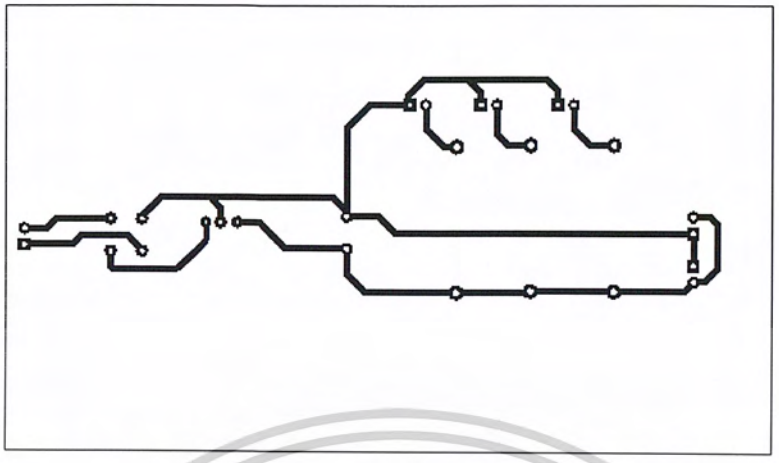


รูปที่ ข.1 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

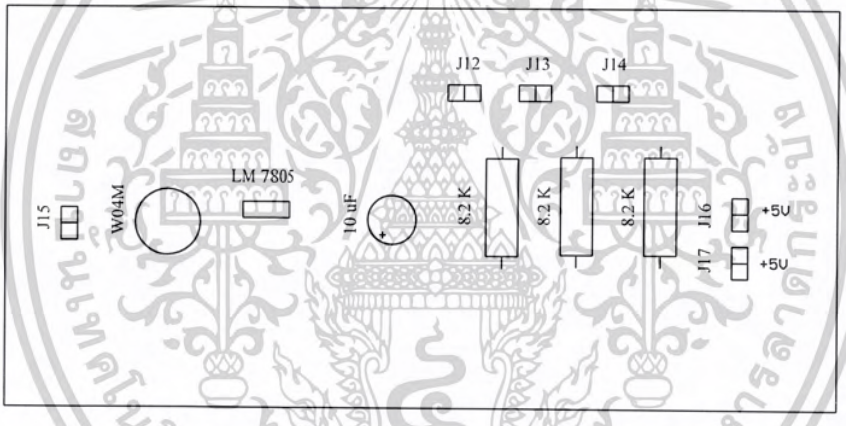


รูปที่ ข.2 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

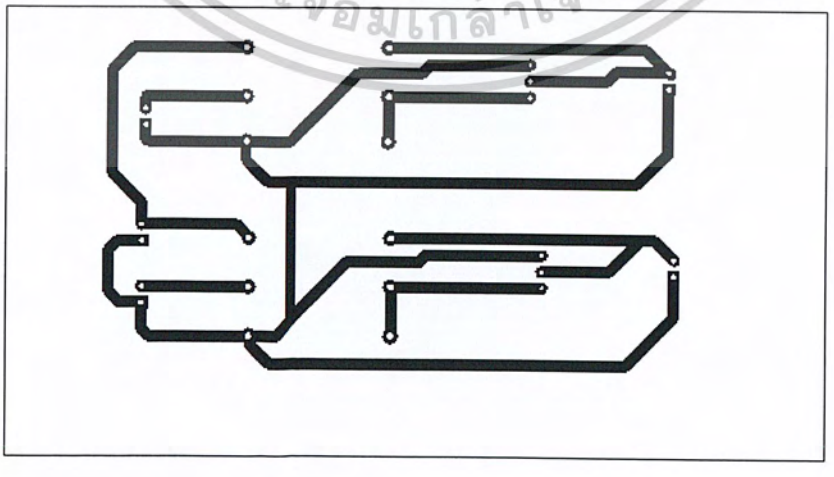
เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรจ่ายไฟ

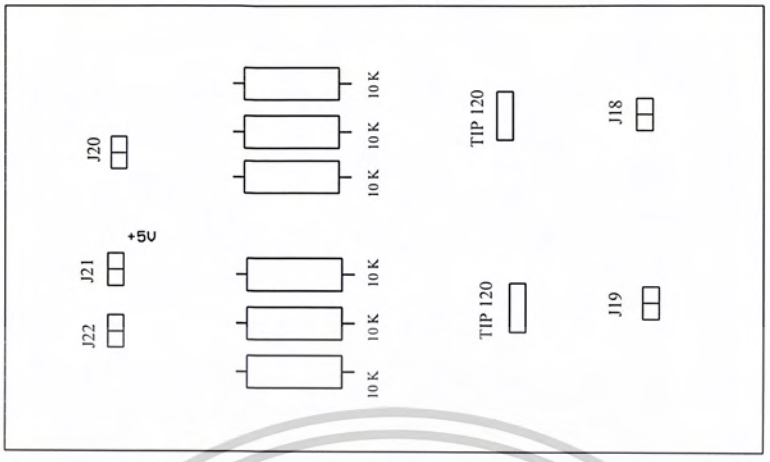


รูปที่ ข.4 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรจ่ายไฟ

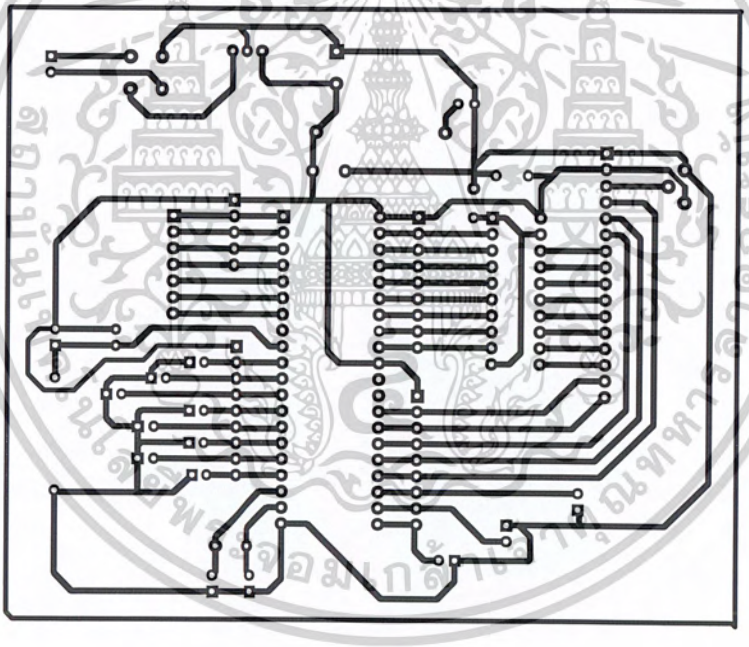


รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจร Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

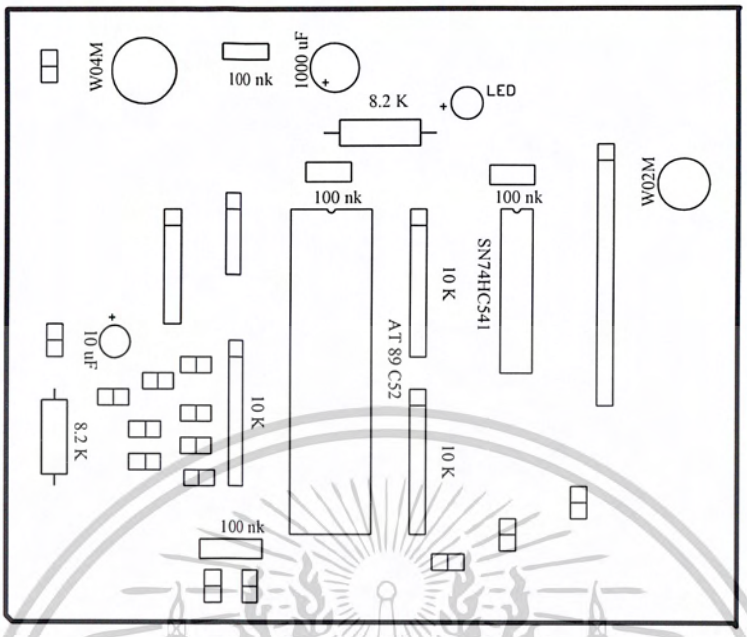


รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจร Sensor



รูปที่ ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.8 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรพิมพ์ชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมและวงจรจ่ายไดโอด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C52	1 ตัว
IC2	74HC541	1 ตัว
IC3	LM7805	1 ตัว
IC4	LM7812	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1 - Q6	TIP120	6 ตัว
D1 - D6	IN4001	6 ตัว
D7 - D8	IN5402	2 ตัว
DB1 - DB2	W04M	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1 - C3	0.1 µF เซรามิค	3 ตัว
C4 - C5	4700 µF 35 V	2 ตัว
C6	1000 µF 35 V	1 ตัว
C7	10 µF 50 V	1 ตัว
C8 - C9	33 µF เซรามิค	2 ตัว
Crystal	11.0592 MHz	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1 - R18	10 KΩ R Pack 9 ขา	1 ตัว
R7 - R10	10 KΩ R pack 5 ขา	1 ตัว
R11	8.2 KΩ	1 ตัว
R12 - R21	220 Ω	10 ตัว
VR1	10 KΩ	10 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

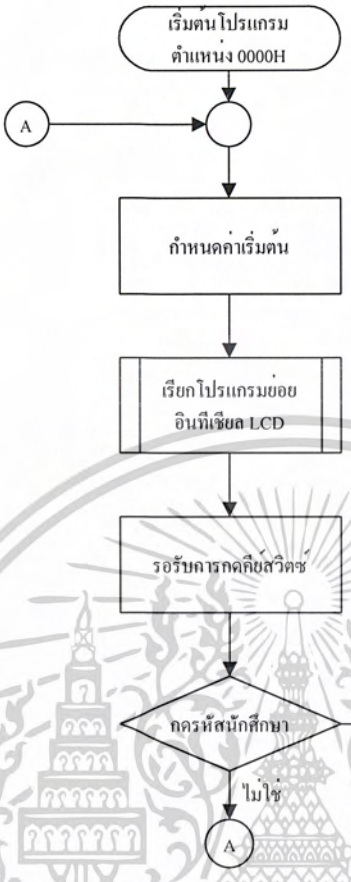
ตารางที่ ค.1 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมและวงจรจ่ายไดโอด

อุปกรณ์อื่นๆ	รายละเอียด	จำนวน
F1	ฟิวส์ 5 A	1 ตัว
T1	หม้อแปลง 220/12-0-12 5 A	1 ตัว
T2	หม้อแปลง 220/12-0-12 1 A	1 ตัว
S1	สวิตซ์แบบ DPST 50A	1 ตัว
S2	ไมโครสวิตซ์	1 ตัว
J1	Socket 40 PIN	1 ตัว
J2	Socket 20 PIN	1 ตัว
J3 – J37	Connector 2 Pin	34 ตัว
J38	Connector 3 Pin	1 ตัว
J39	Connector 16 ตัว	1 ตัว
J40	Connector 7 ตัว	1 ตัว
W1	เคเบิลสายแพชนิด 16 เส้น	1 เส้น
LED	สีแดง	1 ตัว
LCD	14 บรรทัด 16 ตัวอักษร	1 ตัว
RY	รีเลย์ 12 V	6 ตัว
Sen1	Sensor อินฟราเรด	1 ตัว
Sen2 - Sen3	สวิตซ์ Sensor	2 ตัว
M1 - M2	หม้อแปลง	4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

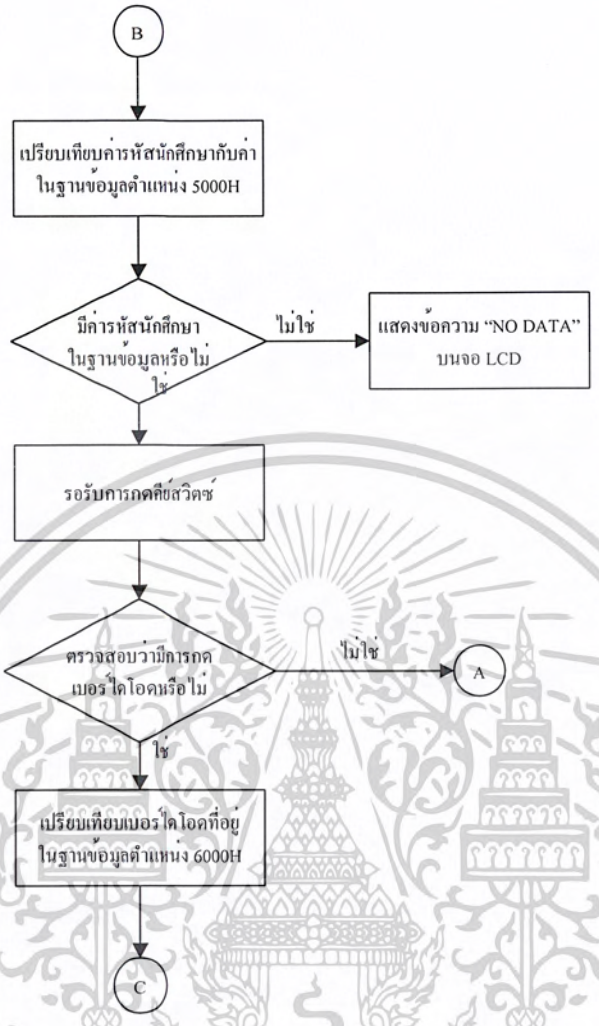
ภาคผนวก ง
ผังการทำงาน และโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



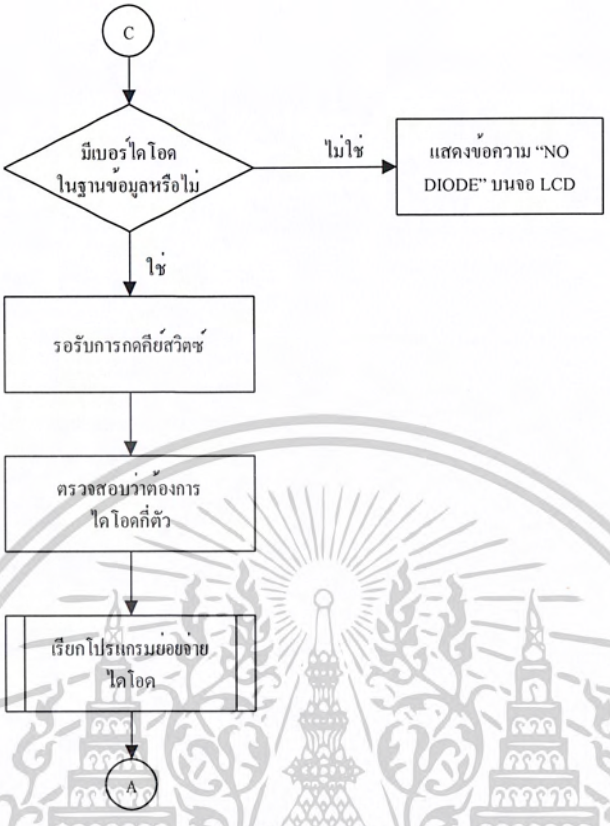
รูปที่ ง.1 ผังการทำงานโปรแกรมการเบิกจ่ายไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



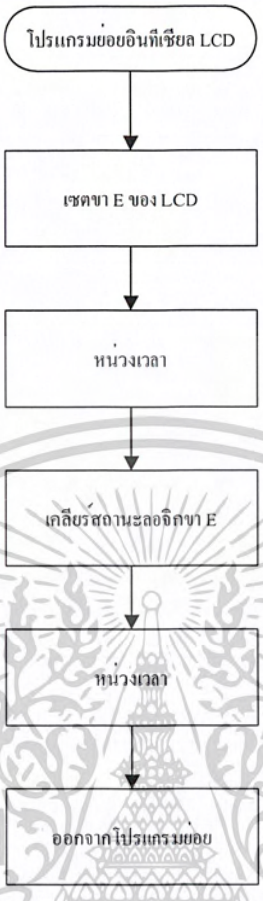
รูปที่ ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมเบิกจ่ายไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



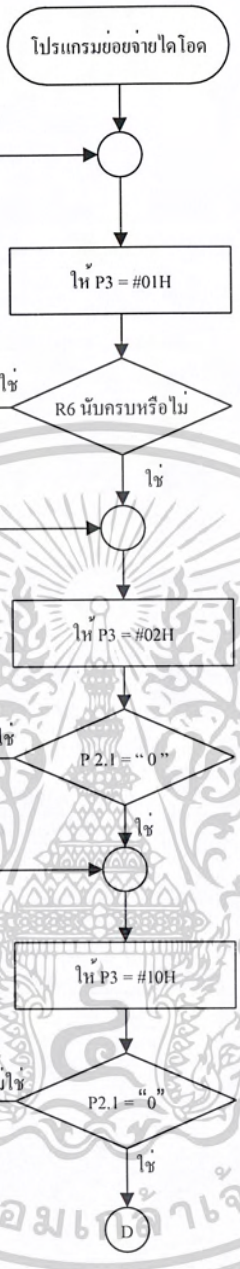
รูปที่ ง.1 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมเบิกจ่ายไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



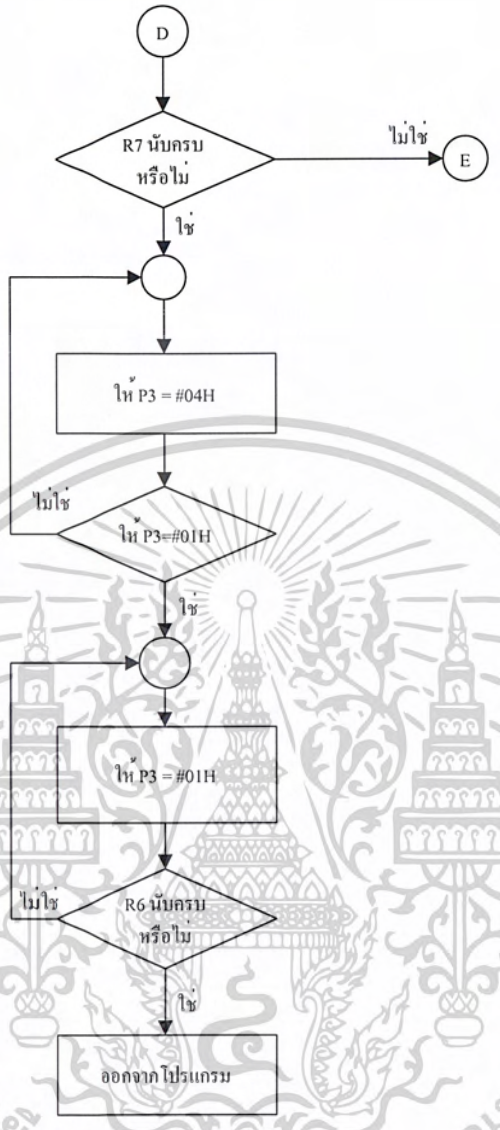
รูปที่ ง.2 โปรแกรมย่อยอินทีเซียล LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.3 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยจ่ายไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.3 (ต่อ) ผังการทำงานโปรแกรมย่อยเบิกจ่ายไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการจ่ายไดโอด

```
LCD_EN              BIT    P2.5              ; LCD Module Enable
                                             (Active High : Level)
LCD_RS              BIT    P2.3              ; LCD Module Register
                                             Select
LCD_RW              BIT    P2.4
KPAD_ROW0    BIT    P1.0
KPAD_ROW1    BIT    P1.1
KPAD_ROW2    BIT    P1.2
KPAD_ROW3    BIT    P1.3
KPAD_COL2    BIT    P1.4
KPAD_COL1    BIT    P1.5
KPAD_COL0    BIT    P1.6

;-------------------------------------------------------------------
; Define User Register
;-------------------------------------------------------------------

LCD_ADDR     EQU    30H                      ; For Keep LCD Address
LCD_DATA     EQU    31H
KPAD_DATA    EQU    10H
KPAD_DATA_1  EQU    11H
KPAD_DATA_2  EQU    12H
KPAD_DATA_3  EQU    13H


             ORG    1000H
             MOV    P3,#00000000B
             MOV    P1,#11111111B
             MOV    P2,#00000000B
             MOV    P0,#00000000B

MAIN:        ACALL  INIT_LCD
             ACALL  STANDBY
             ACALL  DELAY_1s
             ACALL  DELAY_1S

             ACALL  GET_KPAD
             MOV    KPAD_DATA_1,KPAD_DATA
             MOV    A,KPAD_DATA
             CJNE   A,#00H,L_0
             AJMP   MAIN
L_0:         ACALL  GET_KPAD
             MOV    A,KPAD_DATA
             CJNE   A,#00H,L_0

MAIN_1:      MOV    KPAD_DATA,#00H
             ACALL  GET_KPAD
             MOV    KPAD_DATA_2,KPAD_DATA
             MOV    A,KPAD_DATA
             CJNE   A,#00H,L_2
             AJMP   MAIN_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
L_2:        ACALL GET_KPAD
            MOV   A,KPAD_DATA
            CJNE  A,#00H,L_2

MAIN_2:     MOV   KPAD_DATA,#00H
            ACALL GET_KPAD
            MOV   KPAD_DATA_3,KPAD_DATA
            MOV   A,KPAD_DATA
            CJNE  A,#00H,L_3
            AJMP  MAIN_2
L_3:        ACALL GET_KPAD
            MOV   A,KPAD_DATA
            CJNE  A,#00H,L_3
            AJMP  CH_0
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************
;     Check ช่องไดโอด
;*****************************************************************

CH_0:       MOV   A,KPAD_DATA_1
            CJNE  A,#0BH,CH_1
            LJMP  CH_0_0
CH_1:       CJNE  A,#01H,CH_2
            LJMP  CH_1_0
CH_2:       CJNE  A,#02H,MAIN
            LJMP  CH_2_0
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_0_0:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#0BH,CH_0_1
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_0_1:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#01H,CH_0_2
            SETB  P2.2
PR_0_1:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_0_1
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_0:       MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_0
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#1DH,PR_000H
;*****************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_0_2:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#02H,CH_0_3
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_0_2:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_0_2
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#02H,PR_0_2
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_1:       MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_1
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#1CH,PR_1
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_0_3:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#03H,CH_0_4
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_0_3:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_0_3
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#03H,PR_0_3
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            MOV   R6,#00H
PR_3:       MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_3
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#1BH,PR_3
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_0_4:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#04H,CH_0_5
            SETB  P2.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   R6,#00H
PR_0_4:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_0_4
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#04H,PR_0_4
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_4:       MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_4
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#1AH,PR_4
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_0_5:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#05H,CH_0_6
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_0_5:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_0_5
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#05H,PR_0_5
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_5:       MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_5
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#19H,PR_5
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_0_6:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#06H,CH_0_7
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_0_6:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_0_6
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#07H,PR_0_6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_6:       MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_6
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#18H,PR_6
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************************

CH_0_7:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#07H,CH_0_8
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_0_7:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_0_7
            ACALL DELAY_2
            INC   R6
            CJNE  R6,#08H,PR_0_7
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_6:       MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_6
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#17H,PR_6
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************************

CH_0_8:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#08H,CH_0_9
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_0_8:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_0_8
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#09H,PR_0_8
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_8:       MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            JB     P2.2,PR_8
            ACALL  DELAY
            INC    R6
            CJNE   R6,#16H,PR_8
            MOV    P3,#00H
            LJMP   MAIN
;*****************************************************************

CH_0_9:     MOV    A,KPAD_DATA_2
            CJNE   A,#09H,TT_0
            SETB   P2.2
            MOV    R6,#00H
PR_0_9:     MOV    P3,#01H
            ACALL  DELAY
            JB     P2.2,PR_0_9
            ACALL  DELAY_2
            INC    R6
            CJNE   R6,#0AH,PR_0_9
            ACALL  CHKIN_2
            ACALL  CHK_1
            ACALL  CHKOUT_3
            ACALL  CUT
            MOV    R6,#00H
PR_9:       MOV    P3,#01H
            ACALL  DELAY
            JB     P2.2,PR_9
            ACALL  DELAY
            INC    R6
            CJNE   R6,#15H,PR_9
            MOV    P3,#00H
TT_0:       LJMP   MAIN
;*****************************************************************

CH_1_0:     MOV    A,KPAD_DATA_2
            CJNE   A,#0BH,CH_1_1
            SETB   P2.2
            MOV    R6,#00H
PR_1_0:     MOV    P3,#01H
            ACALL  DELAY
            JB     P2.2,PR_1_0
            ACALL  DELAY_2
            INC    R6
            CJNE   R6,#0BH,PR_1_0
            ACALL  CHKIN_2
            ACALL  CHK_1
            ACALL  CHKOUT_3
            ACALL  CUT
            MOVR6,#00H
PR_10:      MOV    P3,#01H
            ACALL  DELAY
            JB     P2.2,PR_10
            ACALL  DELAY
            INC    R6
            CJNE   R6,#14H,PR_10
            MOV    P3,#00H
            LJMP   MAIN
;*****************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CH_1_1:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#01H,CH_1_2
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_1_1:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_1_1
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#0CH,PR_1_1
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_11:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_11
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#13H,PR_11
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************

CH_1_2:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#02H,CH_1_3
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_1_2:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_1_2
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#0DH,PR_1_2
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_12:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_12
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#12H,PR_12
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************

CH_1_3:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#03H,CH_1_4
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_1_3:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_1_3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#0EH,PR_1_3
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_13:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_13
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#11H,PR_13
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************

CH_1_4:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#04H,CH_1_5
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_1_4:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_1_4
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#0FH,PR_1_4
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_14:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_14
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#10H,PR_14
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************

 CH_1_5:    MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#05H,CH_1_6
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_1_5:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_1_5
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#10H,PR_1_5
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   R6,#00H
PR_15:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_15
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#0FH,PR_15
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************

CH_1_6:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#06H,CH_1_7
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_1_6:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_1_6
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#11H,PR_1_6
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_16:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_16
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#0EH,PR_16
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************

CH_1_7:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#07H,CH_1_8
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_1_7:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_1_7
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#12H,PR_1_7
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_17:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_17
            ACALL DELAY
INC   R6
            CJNE  R6,#0DH,PR_17
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_1_8:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#08H,CH_1_9
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_1_8:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_1_8
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#13H,PR_1_8
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_18:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_18
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#0CH,PR_18
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_1_9:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#09H,TT_1
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_1_9:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_1_9
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#14H,PR_1_9
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_19:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_19
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#0BH,PR_19
            MOV   P3,#00H
TT_1:       LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_2_0:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#0BH,CH_2_1
            SETB  P2.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   R6,#00H
PR_2_0:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_2_0
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#15H,PR_2_0
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_20:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_20
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#0AH,PR_20
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************

CH_2_1:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#01H,CH_2_3
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_2_1:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_2_1
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#16H,PR_2_1
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_21:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_21
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#09H,PR_21
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************

CH_2_2:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#02H,CH_2_3
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_2_2:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_2_2
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#17H,PR_2_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_22:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_22
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#08H,PR_22
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_2_3:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#03H,CH_2_4
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_2_3:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_2_3
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#18H,PR_2_3
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_23:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_23
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#07H,PR_23
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*****************************************************************

CH_2_4:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#04H,CH_2_5
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_2_4:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_2_4
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#19H,PR_2_4
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_24:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            JB     P2.2,PR_24
            ACALL  DELAY
            INC    R6
            CJNE   R6,#06H,PR_24
            MOV    P3,#00H
            LJMP   MAIN
;*************************************************************

CH_2_5:     MOV    A,KPAD_DATA_2
            CJNE   A,#05H,CH_2_6
            SETB   P2.2
            MOV    R6,#00H
PR_2_5:     MOV    P3,#01H
            ACALL  DELAY
            JB     P2.2,PR_2_5
            ACALL  DELAY
            INC    R6
            CJNE   R6,#1AH,PR_2_5
            ACALL  CHKIN_2
            ACALL  CHK_1
            ACALL  CHKOUT_3
            ACALL  CUT
            MOV    R6,#00H
PR_25:      MOV    P3,#01H
            ACALL  DELAY
            JB     P2.2,PR_25
            ACALL  DELAY
            INC    R6
            CJNE   R6,#05H,PR_25
            MOV    P3,#00H
            LJMP   MAIN
;*************************************************************

CH_2_6:     MOV    A,KPAD_DATA_2
            CJNE   A,#06H,CH_2_7
            SETB   P2.2
            MOV    R6,#00H
PR_2_6:     MOV    P3,#01H
            ACALL  DELAY
            JB     P2.2,PR_2_6
            ACALL  DELAY
            INC    R6
            CJNE   R6,#1BH,PR_2_6
            ACALL  CHKIN_2
            ACALL  CHK_1
            ACALL  CHKOUT_3
            ACALL  CUT
            MOV    R6,#00H
PR_26:      MOV    P3,#01H
            ACALL  DELAY
            JB     P2.2,PR_26
            ACALL  DELAY
            INC    R6
            CJNE   R6,#04H,PR_26
            MOV    P3,#00H
            LJMP   MAIN
;*************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CH_2_7:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#07H,CH_2_8
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_2_7:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_2_7
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#1CH,PR_2_7
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_27:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_27
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#03H,PR_27
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************

CH_2_8:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#08H,CH_2_9
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_2_8:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_2_8
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#1DH,PR_2_8
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   R6,#00H
PR_28:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_28
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#02H,PR_28
            MOV   P3,#00H
            LJMP  MAIN
;*************************************************************

CH_2_9:     MOV   A,KPAD_DATA_2
            CJNE  A,#09H,TT_2
            SETB  P2.2
            MOV   R6,#00H
PR_2_9:     MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_2_9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#1EH,PR_2_9
            ACALL CHKIN_2
            ACALL CHK_1
            ACALL CHKOUT_3
            ACALL CUT
            MOV   P3,#00H
            MOV   R6,#00H
PR_29:      MOV   P3,#01H
            ACALL DELAY
            JB    P2.2,PR_29
            ACALL DELAY
            INC   R6
            CJNE  R6,#01H,PR_29
TT_2:       LJMP  MAIN
;*************************************************************
;       มอเตอร์ควบคุมการจ่ายไดโอด
;*************************************************************
CHK_1:      MOV   A,#00H
            MOV   A,13H
            MOV   R1,#03H
            ADD   A,R1
            MOV   13H,A
CHK:        MOV   P3,#10H
            ACALL DELAY
            INC   A
            CJNE  A,13H,CHK
            RET
;*************************************************************
;       มอเตอร์ควบคุมการเข้าไปประกบเฟือง
;*************************************************************
CHKIN_2:    SETB  P2.1
CHK_3:      MOV   P3,#02H
            ACALL DELAY
            JB    P2.1,CHK_3
            MOV   P3,#00H
            RET
;*************************************************************
;       มอเตอร์ควบคุมการออกจากการประกบเฟือง
;*************************************************************
CHKOUT_3:   SETB  P2.0
CHK_4:      MOV   P3,#04H
            ACALL DELAY
            JB    P2.0,CHK_4
            MOV   P3,#00H
            RET
;*************************************************************
;       มอเตอร์ควบคุมการตัดไดโอด
;*************************************************************
CUT:        MOV   R6,#00H
PR:         MOV   P3,#40H
            ACALL DELAY_2
            INC   R6
            CJNE  R6,#50H,PR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************************
;     ChenkKepad
;*****************************************************************

GET_KPAD:    MOV   P1,#0FFH
             MOV   KPAD_DATA,#0

CHK_COL0:    CLR   KPAD_COL0
             MOV   A,P1
             ANL   A,#0FH
             CJNE  A,#0FH,COL0_DETECT
             AJMP  CHK_COL1

COL0_DETECT:MOV    KPAD_DATA,#01
             AJMP  GET_ROW

CHK_COL1:    SETB  KPAD_COL0
             CLR   KPAD_COL1
             MOV   A,P1
             ANL   A,#0FH
             CJNE  A,#0FH,COL1_DETECT
             AJMP  CHK_COL2

COL1_DETECT:MOV    KPAD_DATA,#02
             AJMP  GET_ROW

CHK_COL2:    SETB  KPAD_COL1
             CLR   KPAD_COL2
             MOV   A,P1
             ANL   A,#0FH
             CJNE  A,#0FH,COL2_DETECT
             RET

COL2_DETECT:MOV    KPAD_DATA,#03

GET_ROW:     CLR   KPAD_COL0
             CLR   KPAD_COL1
             CLR   KPAD_COL2

             JB    KPAD_ROW0,CHK_ROW1
             RET

CHK_ROW1:    JB    KPAD_ROW1,CHK_ROW2
             MOV   A,KPAD_DATA
             ADD   A,#3
             MOV   KPAD_DATA,A
             RET

CHK_ROW2:    JB    KPAD_ROW2,CHK_ROW3
             MOV   A,KPAD_DATA
             ADD   A,#6
             MOV   KPAD_DATA,A
             RET

CHK_ROW3:    MOV   A,KPAD_DATA
             ADD   A,#9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   KPAD_DATA,A
            RET
;*****************************************************************

STANDBY:    MOV   LCD_ADDR,#00H          ; Set Address 00H
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE_1          ; Index Pointer ROM to
                                           Show LCD
            ACALL WRLINE_LCD             ; 00H-07H (Increse
                                           automatic)
            MOV   LCD_ADDR,#40H          ; Set Address 40H
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE_2
            ACALL WRLINE_LCD
            MOV   LCD_ADDR,#10H          ; Set Address 40H
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV   DPTR,#TITLE_3          ; Index Pointer ROM
            ACALL WRLINE_LCD
            RET


INIT_LCD:   ACALL DELAY_100ms
            CLR   LCD_RS

            MOV   P0,#00111000B
            ACALL LCD_CLK
            ACALL DELAY_10ms

            MOV   P0,#00111000B
            ACALL LCD_CLK

            ACALL LCD_OFF
            ACALL LCD_CLR

            MOV   P0,#00000110B
            ACALL LCD_CLK

            ACALL LCD_HOME
            RET

LCD_CLR:    CLR   LCD_RS
            MOV   P0,#00000001B
            ACALL LCD_CLK
            RET

LCD_HOME:   CLR   LCD_RS
            MOV   P0,#00000010B
            ACALL LCD_CLK
            RET

LCD_OFF:    CLR   LCD_RS
            MOV   P0,#00000100B
            ACALL LCD_CLK
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_CLK:     SETB  LCD_EN
             ACALL LCD_DELAY
             CLR   LCD_EN
             ACALL LCD_DELAY
             RET

LCD_ON:      CLR   LCD_RS
             MOV   P0,#00001100B
             ACALL LCD_CLK
             RET

LCD_BLINK:   CLR   LCD_RS
             MOV   P0,#00001111B
             ACALL LCD_CLK
             RET

LCD_LSHF:    CLR   LCD_RS
             MOV   P0,#00011000B
             ACALL LCD_CLK
             RET

LCD_RSHF:    CLR   LCD_RS
             MOV   P0,#00011100B
             ACALL LCD_CLK
             RET

SET_ADDR_LCD:
             CLR   LCD_RS
             MOV   A,LCD_ADDR
             SETB  ACC.7
             MOV   P0,A
             ACALL LCD_CLK
             RET
;*************************************************************

WRLINE_LCD_1:SETB LCD_RS
             CLR   A
             MOVC  A,@A+DPTR
             MOV   P0,A
             ACALL LCD_CLK
             INC   DPTR
             INC   R0
             CJNE  R0,#16,WRLINE_LCD_1
             ACALL LCD_ON
             RET
;-------------------------------------------------------------
;    Dummy  Delay  time  1m,10m,1s
;-------------------------------------------------------------

LCD_DELAY:   MOV   R7,#02
LCD_DELAY_1:MOV   R6,#0E6H
LCD_DELAY_2:NOP
             NOP
             DJNZ  R6,LCD_DELAY_2
             DJNZ  R7,LCD_DELAY_1
             RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_100ms:
            MOV   R7,#100
DELAY_100ms_1:
            MOV   R6,#0E6H
DELAY_100ms_2:
            NOP
            NOP
            DJNZ  R6,DELAY_100ms_2
            DJNZ  R7,DELAY_100ms_1
            RET

DELAY_1ms:  MOV   R6,#0E6H
DELAY_1ms_1:NOP
            NOP
            DJNZ  R6,DELAY_1ms_1
DELAY_10ms: MOV   R7,#10H
DELAY_10ms_1:
            MOV   R6,#0E6H
DELAY_10ms_2:
            NOP
            NOP
            DJNZ  R6,DELAY_10ms_2
            DJNZ  R7,DELAY_10ms_1
            RET
DELAY_1s:   MOV   R5,#100
DELAY_1s_1: ACALL DELAY_10ms
            DJNZ  R5,DELAY_1ms_1
            RET

DELAY:      MOV   R2,#0FFH
DEL_1:      MOV   R3,#40H
            DJNZ  R3,$
            DJNZ  R2,DEL_1
            RET

DELAY_2:    MOV   R2,#0FFH
DEL_2:      MOV   R3,#0D0H
            DJNZ  R3,$
            DJNZ  R2,DEL_2
            RET
;************************************************************
;Define  Constant < Store in Flash EEPROM Program Memory>
;************************************************************

                  01234567
TITLE_1:          DB    '*  Kmitl  ID.  * '
TITLE_2:          DB    'Automatic  Diode '
TITLE_3:          DB    '*   Insert  ID * '
TITLE_4:          DB    '     ID CARD:    '
TITLE_5:          DB    '   ** NO DATA ** '

            END
```

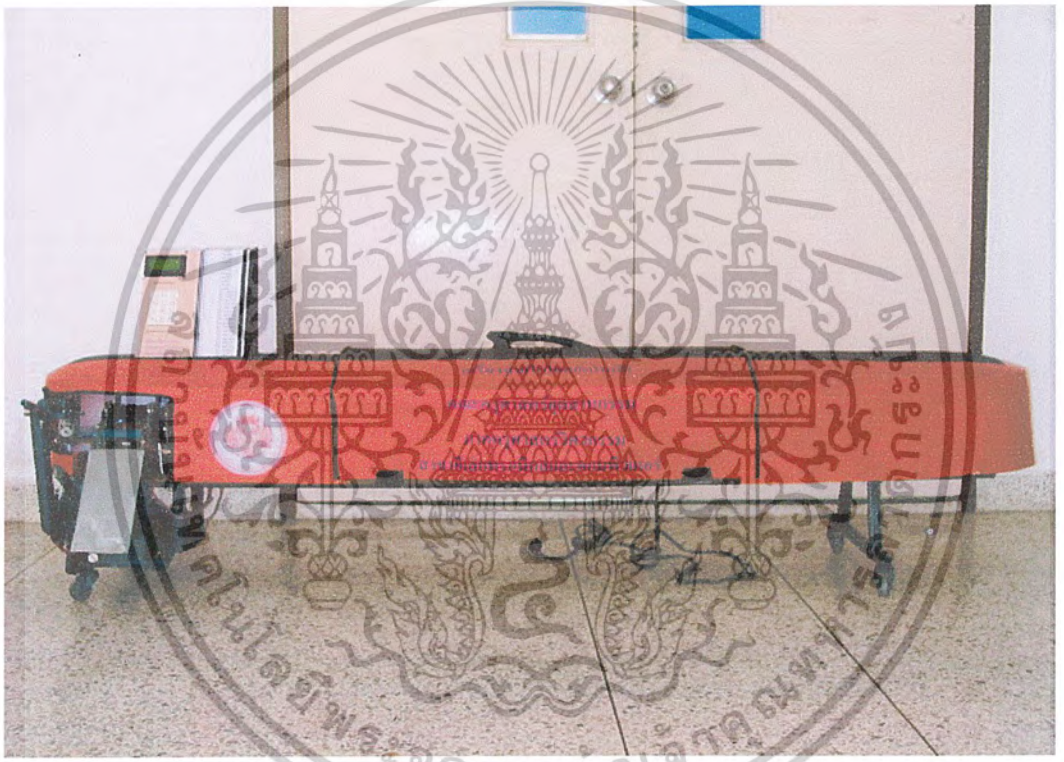
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

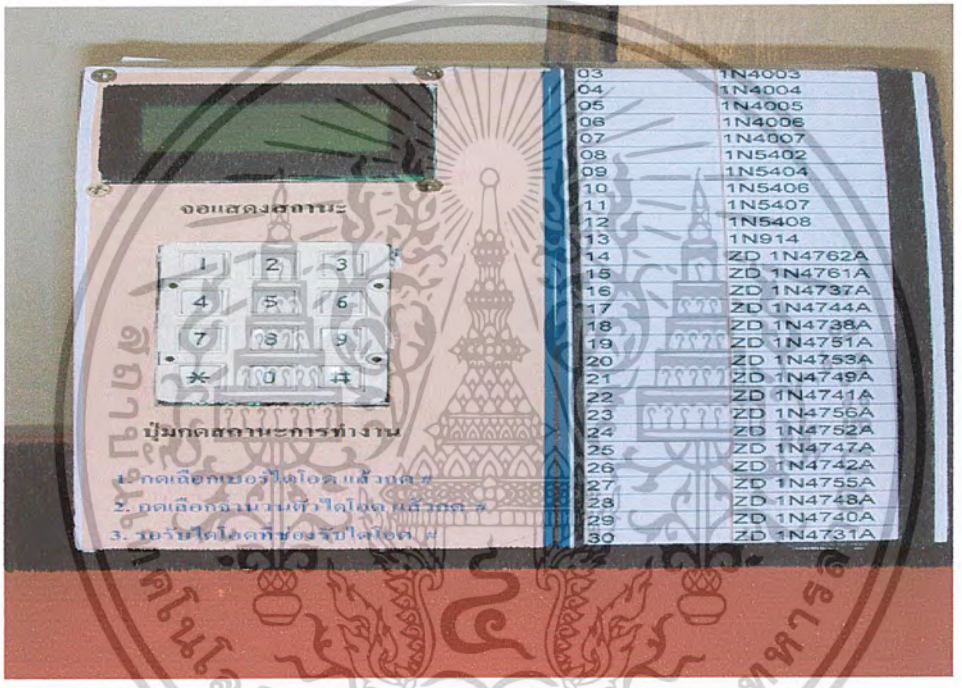
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะใช้งานเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ ควรทำการอ่านคู่มือการใช้งานให้เข้าใจเพื่อกเบิกจ่ายไดโอดได้ถูกต้องรวดเร็ว ลดความเสียหายของอุปกรณ์

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม

ปุ่มควบคุมนั้นมีเพียงคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ การกดคีย์จะระบุในหัวข้อการใช้งาน



3. การใช้งาน

3.1 ทำการกดคีย์สวิตซ์ระบุรหัสนักศึกษา

3.2 กดเลือกเบอร์ไดโอดที่ต้องการ

3.3 กดคีย์เลือกจำนวน

3.4 เมื่อทำการกดคีย์ตามขั้นตอนเครื่องจะทำการเบิกจ่ายได้โดยอัตโนมัติ

3.5 ตารางแสดงเบอร์ไดโอดที่บรรจุในเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ID	Number
01	1N4001
02	1N4002
03	1N4003
04	1N4004
05	1N4005
06	1N4006
07	1N4007
08	1N5402
09	1N5404
10	1N5406
11	1N5407
12	1N5408
13	ZD 1N4762A
14	ZD 1N4761A
15	ZD 1N4737A
16	ZD 1N4744A
17	ZD 1N4738A
18	ZD 1N4751A
19	ZD 1N4753A
20	ZD 1N4749A
21	ZD 1N4741A
22	ZD 1N4756A
23	ZD 1N4752A
24	ZD 1N4747A
25	ZD 1N4742A
26	ZD 1N4755A
27	ZD 1N4748A
28	ZD 1N4740A
29	ZD 1N4731A
30	ZD 1N4751A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องจ่ายไดโอดอัตโนมัติ ท่านสามารถตรวจสอบแนวทางแก้ไขได้จากตารางดังนี้

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

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ควรตั้งในที่ที่ไกลจากความชื้น
- ไม่ควรนำสิ่งของที่เปียกน้ำวางไว้บนตัวเครื่อง

5.2 ข้อควรระวัง

- อย่านำมือเข้าใกล้กับบริเวณที่ทำการตัดไดโอด

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 เฮิรตซ์
ส่วนแสดงผล	จอแสดงผลแบบผลึกเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

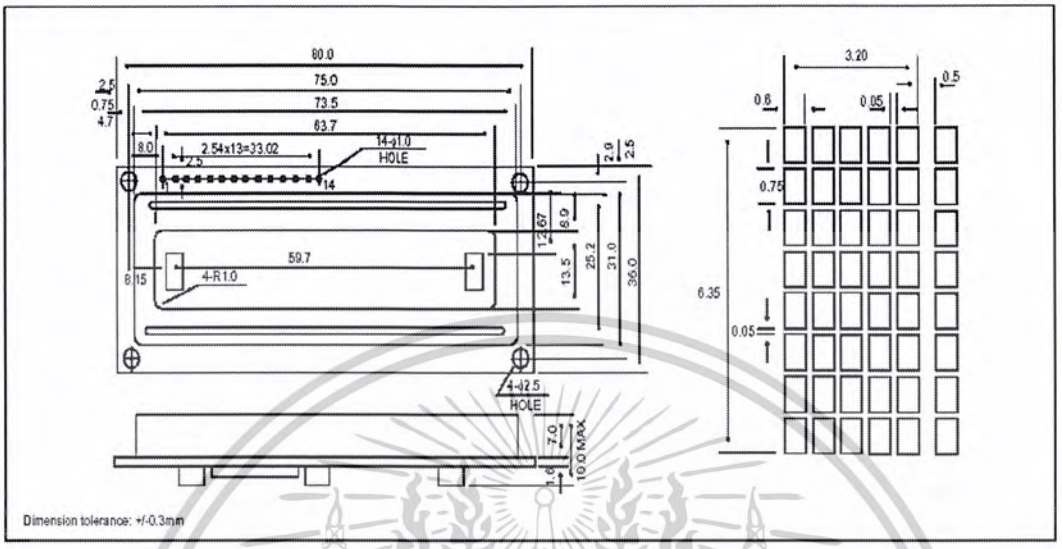
ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HDM16116H-2

Dimensional Drawing

16 Character x 1 Line, Connector on Top



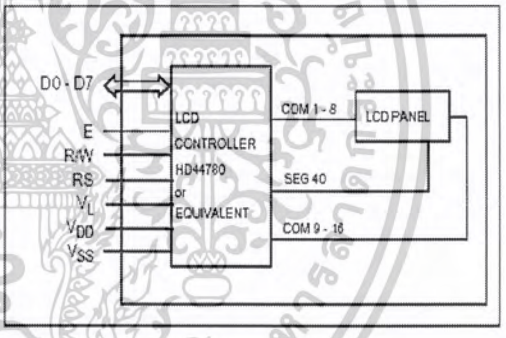
Features

Character Format ..... 5x7 Dots with Cursor
Backlight..... EL Optional
Options..TN/Gray STN/Yellow STN, 12 o'Clock/6 o'Clock View
Normal/Extended Temperature
Normal/Negative Displays

Physical Data

Module Size..... 80.0W x 36.0H x 10.0T mm
Viewing Area Size..... 63.7W x 13.5H mm
Weight..... 25g

Block Diagram



Absolute Maximum Ratings

PARAMETER	SYMBOL	MIN	MAX	UNIT
SUPPLY VOLTAGE	V_{DD}-V_{SS}	0	7.0	V
SUPPLY VOLTAGE FOR LCD	V_{DD}-V_L	0	13.5	V
INPUT VOLTAGE	V_{IN}	V_{SS}	V_{DD}	V
OPERATING TEMPERATURE	T_{OP}	0	50	°C
STORAGE TEMPERATURE	T_{STG}	-20	70	°C

Electrical Characteristics (VDD=5.0±0.25V 25°C)

PARAMETER	SYM	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
INPUT HIGH VOLTAGE	V_{IH}	-	2.2	-	-	V
INPUT LOW VOLTAGE	V_{IL}	-	-	-	.6	V
OUTPUT HIGH VOLTAGE	V_{OH}	I_{OH}=0.2mA	2.4	-	-	V
OUTPUT LOW VOLTAGE	V_{OL}	I_{OL}=1.2mA	-	-	0.4	V
POWER SUPPLY CURRENT	I_{DD}	V_{DD}=5.0V	-	1.0	2.2	mA
POWER SUPPLY FOR LCD	V_{DD}-V_L	TA=25°C	4.3	-	4.7	V
DRIVE METHOD	1/16 Duty					

Pin Connections

PIN NO.	SYMBOL	LEVEL	FUNCTION	
1	V_{SS}	-	0V	Power supply
2	V_{DD}	-	5V	
3	V_L	-	-	
4	RS	H/L	H: Data input L: Instruction data input	
5	R/W	H/L	H: Data read L: Data write	
6	E	H,H→L	Enable signal	
7	DO	H/L	Data bus	
8	D1	H/L		
9	D2	H/L		
10	D3	H/L		
11	D4	H/L		
12	D5	H/L		
13	D6	H/L		
14	D7	H/L		

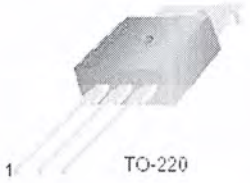
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

TIP120/121/122

Medium Power Linear Switching Applications

- Complementary to TIP125/126/127



1 TO-220

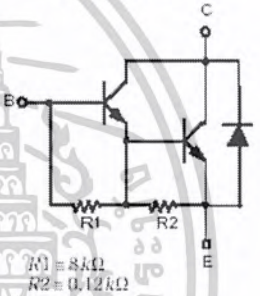
1.Base 2.Collector 3.Emitter

NPN Epitaxial Darlington Transistor

Absolute Maximum Ratings T_C=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter		Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	: TIP120	60	V
		: TIP121	80	V
		: TIP122	100	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	: TIP120	60	V
		: TIP121	80	V
		: TIP122	100	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage		5	V
I_C	Collector Current (DC)		5	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)		8	A
I_B	Base Current (DC)		120	mA
P_C	Collector Dissipation (T_a=25°C)		2	W
	Collector Dissipation (T_C=25°C)		65	W
T_J	Junction Temperature		150	°C
T_{STG}	Storage Temperature		- 65 ~ 150	°C

Equivalent Circuit



Electrical Characteristics T_C=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
V_{CEO}(sus)	Collector-Emitter Sustaining Voltage				
	: TIP120	I_C = 100mA, I_B = 0	60		V
	: TIP121		80		V
	: TIP122		100		V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current				
	: TIP120	V_{CE} = 30V, I_B = 0		0.5	mA
	: TIP121	V_{CE} = 40V, I_B = 0		0.5	mA
	: TIP122	V_{CE} = 50V, I_B = 0		0.5	mA
I_{CBO}	Collector Cut-off Current				
	: TIP120	V_{CB} = 60V, I_E = 0		0.2	mA
	: TIP121	V_{CB} = 80V, I_E = 0		0.2	mA
	: TIP122	V_{CB} = 100V, I_E = 0		0.2	mA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	V_{BE} = 5V, I_C = 0		2	mA
h_{FE}	* DC Current Gain	V_{CE} = 3V, I_C = 0.5A	1000		
		V_{CE} = 3V, I_C = 3A	1000		
V_{CE}(sat)	* Collector-Emitter Saturation Voltage	I_C = 3A, I_B = 12mA		2.0	V
		I_C = 5A, I_B = 20mA		4.0	V
V_{BE}(on)	* Base-Emitter ON Voltage	V_{CE} = 3V, I_C = 3A		2.5	V
C_{ob}	Output Capacitance	V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 0.1MHz		200	pF

* Pulse Test : PW≤300μs, Duty cycle ≤2%

©2001 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical characteristics

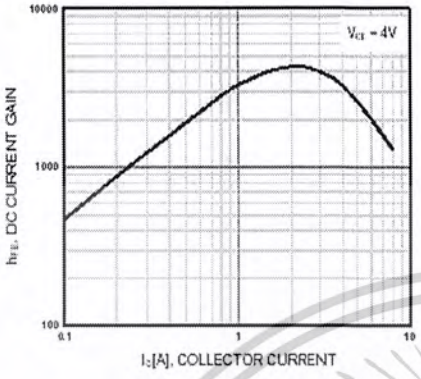


Figure 1. DC current Gain

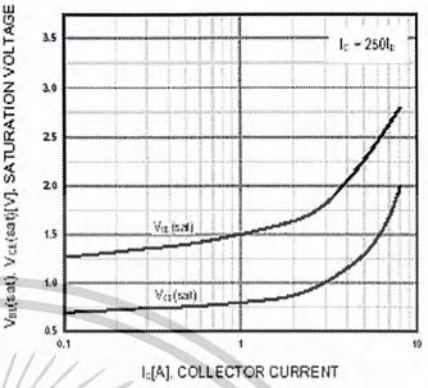


Figure 2. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

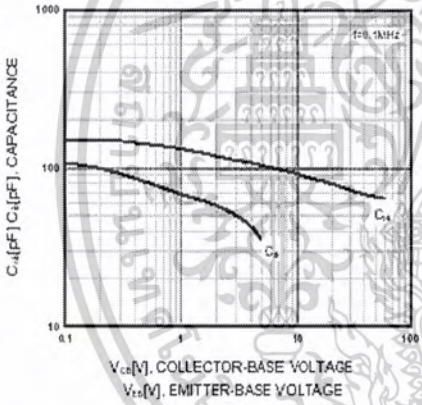


Figure 3. Output and Input Capacitance
vs. Reverse Voltage

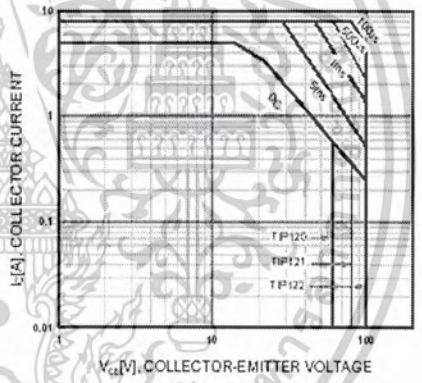


Figure 4. Safe Operating Area

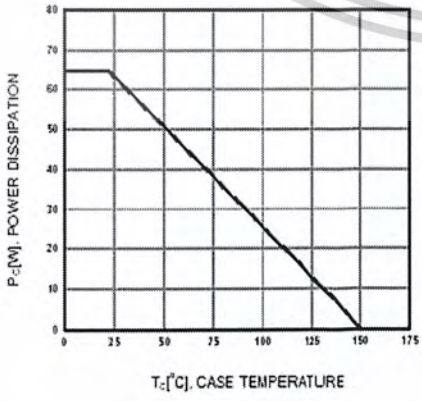


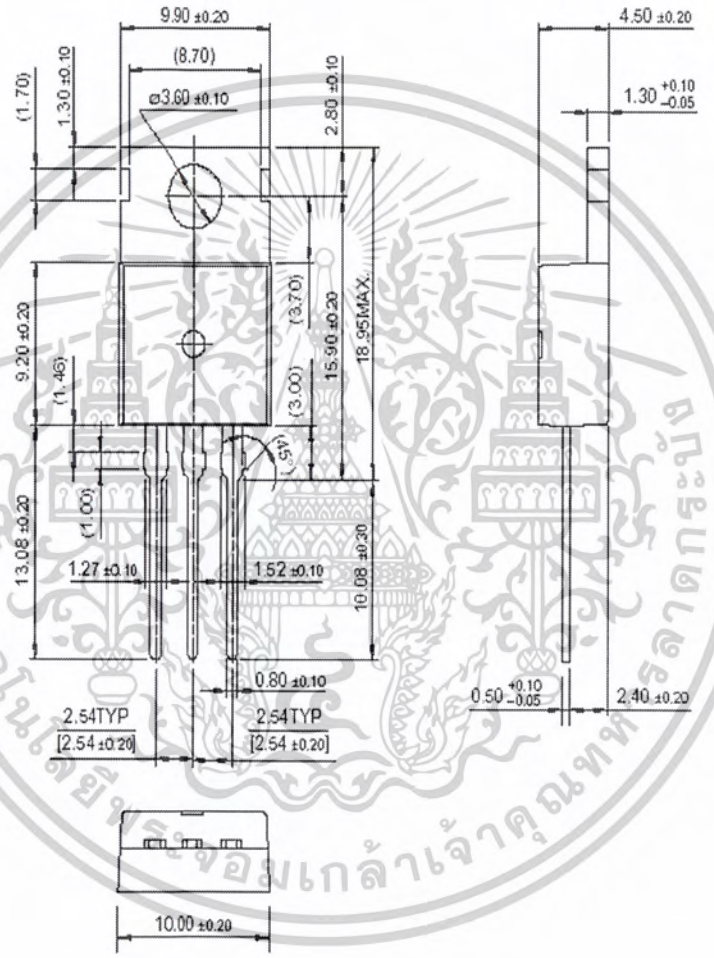
Figure 5. Power Derating

©2001 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Package Demensions

TO-220



Dimensions in Millimeters

©2001 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Octal buffer/line driver; 3-state 74HC/HCT541

FEATURES

- Non-inverting outputs
- Output capability: bus driver
- I_{CC} category: MSI

GENERAL DESCRIPTION

The 74HC/HCT541 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC/HCT541 are octal non-inverting buffer/line drivers with 3-state outputs. The 3-state outputs are controlled by the output enable inputs $\overline{OE}_1$ and $\overline{OE}_2$. A HIGH on $\overline{OE}_n$ causes the outputs to assume a high impedance OFF-state.
The "541" is identical to the "540" but has non-inverting outputs.

QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T_{amb} = 25 °C; $t_r = t_f$ = 6 ns

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			HC	HCT	
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay A_n to Y_n	C_L = 15 pF; V_{CC} = 5 V	10	12	ns
C_I	input capacitance		3.5	3.5	pF
C_{PD}	power dissipation capacitance per buffer	notes 1 and 2	37	39	pF

Notes

1. C_{PD} is used to determine the dynamic power dissipation (P_D in µW):
   $P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i + \sum (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ where:
   f_i = input frequency in MHz
   f_o = output frequency in MHz
   $\sum (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ = sum of outputs
   C_L = output load capacitance in pF
   V_{CC} = supply voltage in V
2. For HC the condition is V_I = GND to V_{CC}
   For HCT the condition is V_I = GND to V_{CC} − 1.5 V

ORDERING INFORMATION

See *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information"*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1, 19	$\overline{OE}_1$, $\overline{OE}_2$	output enable input (active LOW)
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	A_0 to A_7	data inputs
10	GND	ground (0 V)
18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11	Y_0 to Y_7	bus outputs
20	V_{CC}	positive supply voltage

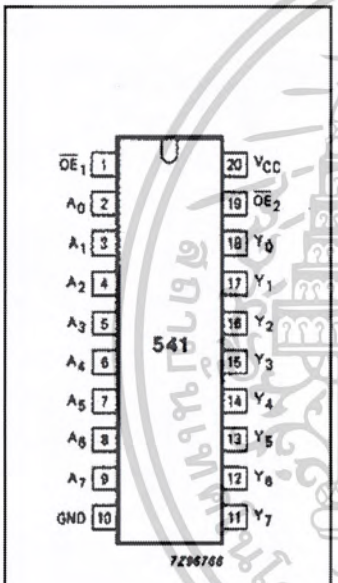


Fig.1 Pin configuration.

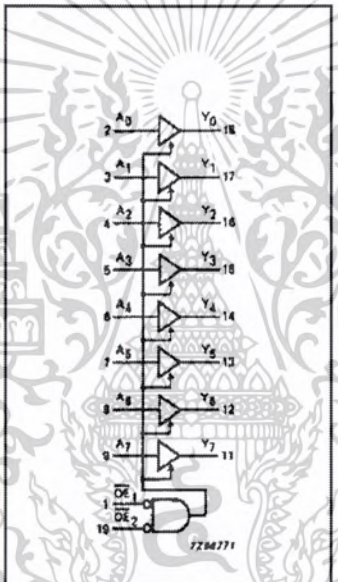


Fig.2 Logic symbol.

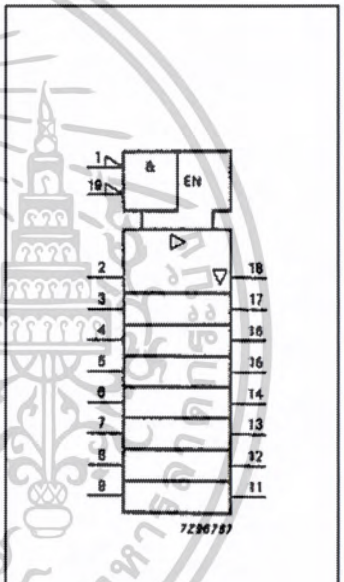


Fig.3 IEC logic symbol.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

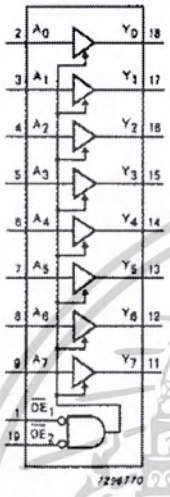


Fig.4 Functional diagram.

FUNCTION TABLE

INPUTS			OUTPUT
$\overline{OE}_1$	$\overline{OE}_2$	A_n	Y_n
L	L	L	L
L	L	H	H
X	H	X	Z
H	X	X	Z

Notes

1. H = HIGH voltage level
   L = LOW voltage level
   X = don't care
   Z = high impedance OFF-state

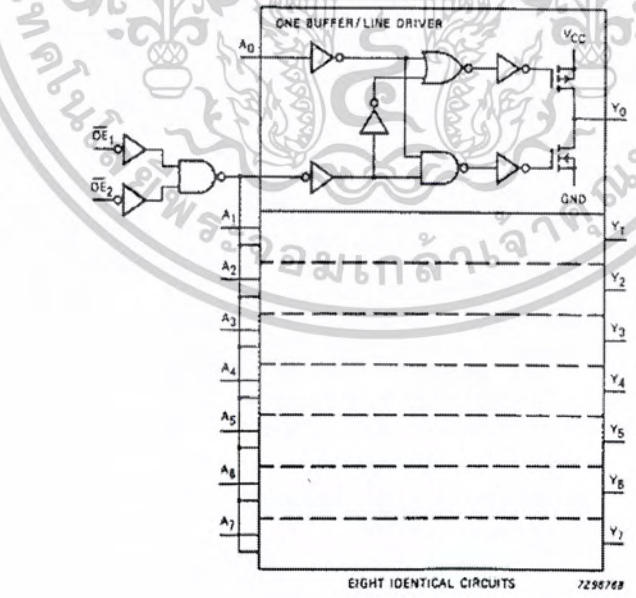


Fig.5 Logic diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS FOR 74HC

For the DC characteristics see *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications"*.

Output capability: bus driver
I_{CC} category: MSI

AC CHARACTERISTICS FOR 74HC

GND = 0 V; $t_r = t_f$ = 6 ns; C_L = 50 pF

SYMBOL	PARAMETER	T_{amb} (°C)							UNIT	TEST CONDITIONS	
		74HC								V_{CC} (V)	WAVEFORMS
		+25			-40 to +85		-40 to +125				
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.	max.			
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay A_n to Y_n		33 12 10	115 23 20		145 29 25		175 35 30	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.6
t_{PZH}/t_{PZL}	3-state output enable time $\overline{OE}$ to Y_n		55 20 16	160 32 27		200 40 34		240 48 41	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.7
t_{PHZ}/t_{PLZ}	3-state output disable time $\overline{OE}$ to Y_n		61 22 18	160 32 27		200 40 34		240 48 41	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.7
t_{THL}/t_{TLH}	output transition time		14 5 4	60 12 10		75 15 13		90 18 15	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS FOR 74HCT

For the DC characteristics see *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications"*.

Output capability: bus driver
I_{CC} category: MSI

Note to HCT types

The value of additional quiescent supply current (ΔI_{CC}) for a unit load of 1 is given in the family specifications. To determine ΔI_{CC} per input, multiply this value by the unit load coefficient shown in the table below.

INPUT	UNIT LOAD COEFFICIENT
$\overline{OE}_1$	1.50
$\overline{OE}_2$	1.00
A_n	0.70

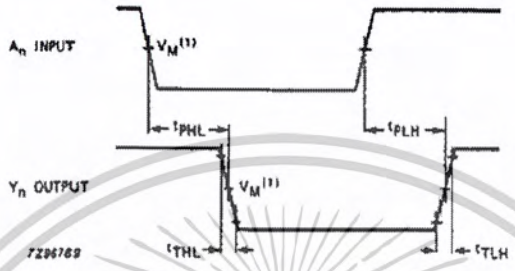
AC CHARACTERISTICS FOR 74HCT

GND = 0 V; $t_r = t_f$ = 6 ns; C_L = 50 pF

SYMBOL	PARAMETER	T_{amb} (°C)							UNIT	TEST CONDITIONS	
		74HCT								V_{CC} (V)	WAVEFORMS
		+25			-40 to +85		-40 to +125				
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.	max.			
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay A_n to Y_n		15	28		35		42	ns	4.5	Fig.6
t_{PZH}/t_{PZL}	3-state output enable time $\overline{OE}$ to Y_n		21	35		44		53	ns	4.5	Fig.7
t_{PHZ}/t_{PLZ}	3-state output disable time $\overline{OE}$ to Y_n		21	35		44		53	ns	4.5	Fig.7
t_{THL}/t_{TLH}	output transition time		5	12		15		18	ns	4.5	Fig.6

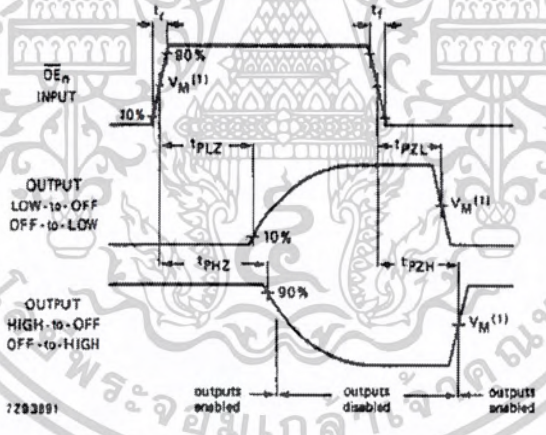
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC WAVEFORMS



(1) HC : V_M = 50%; V_I = GND to V_{CC}.
HCT: V_M = 1.3 V; V_I = GND to 3 V.

Fig.6 Waveforms showing the input (A_n) to output (Y_n) propagation delays and the output transition times.



(1) HC : V_M = 50%; V_I = GND to V_{CC}.
HCT: V_M = 1.3 V; V_I = GND to 3 V.

Fig.7 Waveforms showing the 3-state enable and disable times.

PACKAGE OUTLINES

See *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Outlines"*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายดนุพงษ์ รัตนะ
วัน เดือน ปีเกิด	26 พฤษภาคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	21 ซอย 1 ถ.ศรีภูวนารถ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110 โทรศัพท์ 0-7435-5119
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนทวีรัตน์ จังหวัดสงขลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์กุลกันยา จังหวัดสงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ในโลกนี้ไม่มีอะไรที่ยั่งยืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นาย วัชระ กลิ่นสุคนธ์
วัน เดือน ปีเกิด	29 เมษายน พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	53/2 หมู่12 ต.บ้านพระ อ.เมือง จ.ปราจีนบุรี 25230 โทรศัพท์ 037-406047, 06-7052151
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนเมืองปราจีนบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปราจิณราษฎรอำรุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ซื่อกินไม่หมด คดกินไม่นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายพรชัย ณรงค์ราช
วัน เดือน ปีเกิด	15 มกราคม 2524
ภูมิลำเนา	259 หมู่ที่ 11 ต. คอนประดู่ อ.ปากพะยูน จ.พัทลุง 93120
	โทรศัพท์ 07-0879120
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนหัวควน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปากพะยูนพิทยาคาร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายวุฒินันท์ หะรารักษ์
วัน เดือน ปีเกิด	24 กันยายน พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	9 ถนนสะเดา ซอย 3 ต.บ่อยาง อ.เมืองจังหวัดสงขลา 90000 โทรศัพท์ 0-7431-3989
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลสงขลา จังหวัดสงขลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนมหาวชิราวุธ จังหวัดสงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครเหนือ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	คิดดี พูดดี ทำดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้