สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

BOOKS LOAN TERMINAL FOR LIBRARY

นายวิระศักดิ์ วัตถุ
นายวีรชาติ อดออม
นายคฑาวุธ หนูสุข
นายชัยยัณต์ บุญฤทธิ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

วศพ.
ว688ก
2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 59494
วัน,เดือน,ปี - 6 มิ.ย. 2549

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

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

Book Loan Terminal for Library

ชื่อนักศึกษา 1. นายวิระศักดิ์ วัตถุ รหัสประจำตัว 46035281

2. นายวีรชาติ อดออม รหัสประจำตัว 46035282

3. นายคฑาวุธ หนูสุข รหัสประจำตัว 46035690

4. นายชัยยัณต์ บุญฤทธิ์ รหัสประจำตัว 46035692

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.กิติพงค์ มะโน

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.ประเสริฐ เดนพันค้อ	
2. อ.พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
3. อ.สุระชัย พิมพ์สาลี	
4. อ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
5. อ.อำพล ทองระอา	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันจันทร์ที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2548 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.427 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<BT4720052>

เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

Books Loan Terminal for Library

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบฐานข้อมูล รหัสแท่ง และการลบล้างสนามแม่เหล็ก
2. เพื่อออกแบบระบบฐานข้อมูล ชุดตรวจสอบรหัสแท่ง และชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก
3. เพื่อสร้างเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง
4. เพื่อทดลองและทดสอบเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง
5. เพื่อนำเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล รหัสแท่ง และการลบล้างสนามแม่เหล็ก
2. ได้ระบบฐานข้อมูล ชุดตรวจสอบรหัสแท่ง และชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก
3. ได้สร้างเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง
4. ได้ผลการทดลองและทดสอบเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง
5. นำเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง	
นักศึกษา	นายวิระศักดิ์	วัตถุ
	นายวีรชาติ	อดออม
	นายคฑาวุธ	หนูสุข
	นายชัยยัณต์	บุญฤทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พงษ์เกียรติ	เชษฐพิทักษ์สกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.กิติพงค์	มะโน
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2547	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงงานเรื่อง เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของชุดอ่านรหัสแท่ง (Bar code) ของหนังสือและบัตรประจำตัวของผู้ใช้บริการ ส่วนของโปรแกรมที่ใช้ตรวจสอบรหัสผ่านและแสดงรายละเอียดของหนังสือ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลมาแสดง และส่วนของชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก จากการทดลองการทำงานของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง สามารถยืมหนังสือได้ด้วยตนเอง สามารถอ่านรหัสแท่งของหนังสือและบัตรประจำตัวของผู้ใช้บริการและแสดงที่จอแสดงผลได้ และสามารถลบล้างสนามแม่เหล็กที่ใช้ป้องกันการขโมยหนังสือได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Books Loan Terminal for Library	
Students	Mr.Wirasak	Watthu
	Mr.Veerachat	Od-om
	Mr.Khatawut	Nusook
	Mr.Chaiyan	Bunrit
Advisor	Mr.Pongkiat	Chedpitaksakul
Co-Advisors	Asst.Prof.Kitipong	Mano
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2004	

ABSTRACT

This thesis presents the project of Books Loan Terminal for Library which consists of three major parts. The first part is the barcode readers which use to read barcode from books and member ID card. The second part is a program which user to interact to user and connect to a database for processing the loan. The last part is a demagnetization circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณ อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.กิติพงค์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่สำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษา และเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิจติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 รหัสแท่ง	3
2.3 รูปแบบของรหัสแท่ง	4
2.3.1 รหัส 3 ใน 9 หรือรหัส 39	4
2.3.2 รหัสแทรก 2 ใน 5	7
2.3.3 รหัสแบบโค้ดบาร์	10
2.3.4 รหัสสากลยูพีซี	12
2.3.5 รหัสตัวเลขของยุโรป	13
2.4 ชนิดของตัวอ่านรหัสแท่ง	14
2.4.1 ไดโอดแปล่งแสง	14
2.4.2 แสงอินฟราเรด	14
2.4.3 แสงเลเซอร์	14
2.4.4 ไฟเบอร์ออปติก	15
2.5 การทำงานของรหัสแท่ง	15
2.6 ผลของช่องรับแสง	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7 การพิมพ์ฉลากแท่ง	18
2.7.1 ข้อดีและข้อเสียในการพิมพ์รหัสแท่ง	18
2.7.2 เครื่องพิมพ์รหัสแท่ง	18
2.8 แม่เหล็กไฟฟ้า	19
2.8.1 ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบสายตัวนำ	20
2.8.2 กฎมือขวาสำหรับตัวนำ	21
2.8.3 การมีผลกระทบกระทั่งต่อกันของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	22
2.8.4 กฎมือขวาสำหรับขดลวด	23
2.9 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ	24
2.9.1 โฟโตไดโอด	24
2.9.2 แบบจำรองวงจรโฟโตไดโอด	26
2.9.3 โฟโตทรานซีสเตอร์	28
2.9.4 โฟโตเซสเซอร์	29
2.10 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	31
2.10.1 การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส	31
2.10.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	32
2.11 พอร์ตอนุกรม RS-232	34
2.11.1 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232	34
2.11.2 การเชื่อมต่อคอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232	35
2.11.3 รีจีสเตอร์ของพอร์ตอนุกรม RS-232	38
2.12 พื้นฐานการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโดย Visual Basic	39
2.12.1 การรับและส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมโดยคอนโทรล MSComm	41
2.12.2 การใช้งานคอนโทรล MSComm	42
2.13 ฐานข้อมูล	43
2.13.1 องค์ประกอบของฐานข้อมูล	43
2.13.2 ประโยชน์จากการประมวลผลด้วยฐานข้อมูล	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	45
3.1 กล่าวนำ	45
3.2 วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง	46
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	46
3.2.2 การทำงาน	47
3.3 วงจรควบคุมชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก	47
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	47
3.3.2 การทำงาน	47
3.4 ชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก	48
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	48
3.4.2 การติดตั้งชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก	49
3.5 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของเครื่อง	51
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	53
4.1 กล่าวนำ	53
4.2 การทดลองอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษา	53
4.2.1 การทดลอง	53
4.2.2 ผลการทดลอง	54
4.3 การทดลองการป้อนรหัสผ่าน	54
4.3.1 การทดลอง	54
4.3.2 ผลการทดลอง	54
4.4 การทดลองอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ	55
4.4.1 การทดลอง	55
4.3.2 ผลการทดลอง	55
4.5 การทดลองลบล้างสนามแม่เหล็ก	55
4.5.1 การทดลอง	55
4.5.2 ผลการทดลอง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.6 การทดลองพิมพ์ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ	57
4.6.1 การทดลอง	57
4.6.2 ผลการทดลอง	57
4.7 การทดลองเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง	57
4.7.1 การทดลอง	57
4.7.2 ผลการทดลอง	61
บทที่ 5 บทสรุป	62
5.1 สรุป	62
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	63
5.3 แนวทางการพัฒนา	64
5.3.1 การพัฒนาโปรแกรม	64
5.3.2 การพัฒนาเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง	64
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	66
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	72
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	76
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับโปรแกรม	79
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	93
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	99
ประวัติผู้แต่ง	109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของตัวอักขระในรหัส	6
2.2 ชุดอักขระของรหัสแทรก 2 ใน 5	8
2.3 รูปแบบรหัสแบบโค้ดบาร์และค่าของตัวเลขในระบบฐานสอง	11
2.4 ระบบจำนวนของตัวอักขระ	12
2.5 ตัวเลขของรหัสสากล	13
2.6 ชนิดของตัวอ่านรหัสแท่ง	14
2.7 ผลของช่องแสงที่มีแรงดันต่อเอาต์พุต	16
2.8 การจัดขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรมในแบบต่างๆ และหน้าที่การทำงาน	37
4.1 ผลการทดลองการอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษา	53
4.2 รหัสผ่านของบัตรนักศึกษา	54
4.3 ผลการทดลองการป้อนรหัสผ่าน	54
4.4 ผลการทดลองอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ	55
4.5 ผลการทดลองการลบล้างสนามแม่เหล็ก	56
4.6 ผลการทดลองพิมพ์ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ	57
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง	77
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรลบล้างแถบแม่เหล็ก	77
ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรลบล้างแถบแม่เหล็ก	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 อักขระในรหัสแท่ง 3 ใน 9	5
2.2 รูปแบบของรหัสแทรก 2 ใน 5	7
2.3 ผังการจัดวางรหัสแทรก 2 ใน 5	9
2.4 รหัสแท่งสมบูรณ์ของจำนวน 0123 ในรูปแบบรหัสแทรก 2 ใน 5	9
2.5 การเข้ารหัสโค้ดบาร์"A37859B"	10
2.6 รูปแบบการเข้ารหัสยูพีซี	12
2.7 รูปรหัสตัวเลขของยุโรป	13
2.8 ระดับแรงดันทางเอาต์พุตของตัวอ่านรหัสแท่ง VWS คือแรงดันเมื่อผ่านแถบขาวและ VBS คือแรงดันเมื่อผ่านแถบดำ	15
2.9 รูปแบบของการเข้ารหัส "LA"	17
2.10 การทดลองของเออร์สเตด	20
2.11 สนามแม่เหล็กที่เกิดเกิดขึ้นรอบๆ สายตัวนำที่มีกระแสไหลผ่าน	20
2.12 กฎมือขวาสำหรับหาทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำเมื่อมีกระแสไหลผ่าน	21
2.13 การมีผลกระทบกระทั่งต่อกันของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	22
2.14 การใช้กฎมือขวาหาทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้น	23
2.15 ลักษณะของสนามเหล็กที่เกิดขึ้นบนขดลวดเมื่อมีกระแสไหลผ่าน	24
2.16 คุณลักษณะทางเอาต์พุตโดยปกติของโฟโตไดโอด	25
2.17 การกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	25
2.18 วงจรจำลองของโฟโตไดโอดและการขยายบริเวณดีพลีชั่นให้มากขึ้น	26
2.19 การต่อโฟโตไดโอดในการนำไปใช้งาน	27
2.20 วงจรไบอัสสำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์	28
2.21 การใช้งานของโฟโตทรานซิสเตอร์ในลักษณะต่างๆ	29
2.22 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง	30
2.23 โครงสร้างโฟโตเซ่นเซอร์แบบสะท้อน	30
2.24 แผนผังเวลาของการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส	32
2.25 รูปแบบของข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.26 คอนเน็กเตอร์อนุกรม	35
2.27 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในรูปแบบต่างๆ	36
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง	45
3.2 วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง	46
3.3 วงจรควบคุมชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก	47
3.4 ชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็ก	50
3.4 การติดตั้งชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็ก	50
3.6 ผังงานของโปรแกรมเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง	51
4.1 หน้าจอของเครื่องเมื่อพร้อมทำงาน	58
4.2 หน้าจอแสดงรหัสสมาชิกและรหัสผ่านของผู้ใช้บริการ	58
4.3 หน้าจอบอกให้วางหนังสือ	59
4.4 หน้าจอแสดงสถานการณ์ยืมหนังสือ	59
4.5 หน้าจอให้หยิบบัตรสมาชิกและรอรับใบบันทึกรายการยืมหนังสือ	60
4.6 ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ	60
ก.1 เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง (ด้านหน้า)	67
ก.2 เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง (ด้านหลัง)	67
ก.3 ชุดอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษา	68
ก.4 ชุดอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ	68
ก.5 ชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็ก	69
ก.6 ชุดควบคุมการลบล้างแถบแม่เหล็ก	69
ก.7 ชุดวงจรลบลบล้างแถบแม่เหล็ก	70
ก.8 ชุดวงจรควบคุมการอ่านรหัสแท่ง	70
ก.9 แป้นพิมพ์รับค่าการสั่งงานของเครื่อง	71
ข.1 วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง	73
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง	73
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง	74
ข.4 วงจรลบล้างแถบแม่เหล็ก	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรลบล้างแถบแม่เหล็ก	75
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรลบล้างแถบแม่เหล็ก	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ห้องสมุดนับว่าเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญมากเป็นแหล่งรวบรวมความรู้ สังเกตได้จากปริมาณของนักศึกษาที่ใช้บริการในแต่ละวันนั้นมีเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องมีเจ้าหน้าที่คอยให้บริการตรวจเช็คการยืมและคืนหนังสือไม่น้อยกว่า 1 คน จึงจะสามารถให้บริการได้รวดเร็วในการยืมหนังสือครั้งหนึ่งๆ จะเสียเวลาในการเช็คบัตรนักศึกษา เช็คราย ละเอียดของหนังสือ เช็คระบบป้องกันการขโมย นับว่าเสียเวลาไม่น้อย จากปัญหาดังกล่าวจึงมีความคิดว่าน่าจะทำการสร้างเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองขึ้นมาใช้งานเพื่อความสะดวกของผู้ใช้บริการและเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้จริง

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1. ผู้ใช้บริการสามารถยืมหนังสือได้ด้วยตนเอง
2. สามารถให้บริการยืมหนังสือได้ครั้งละ 1 เล่ม
3. สามารถอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ แล้วแสดงข้อมูลของหนังสือเล่มนั้นทางจอแสดงผล
4. สามารถอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษาของผู้ใช้บริการแล้วแสดงข้อมูลของผู้ใช้บริการทางจอแสดงผล
5. สามารถป้องกันการนำบัตรนักศึกษาของผู้อื่นมาใช้ยืมหนังสือโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของบัตร
6. สามารถเชื่อมต่อเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมเพื่อแสดงผลและพิมพ์ใบบันทึกรายการยืมหนังสือได้
7. สามารถลบล้างสนามแม่เหล็กที่ใช้ป้องกันการขโมยหนังสือได้
8. ในการให้บริการยืมหนังสือจะใช้เวลาประมาณ 1 นาทีต่อการยืมหนังสือ 1 เล่ม

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 กล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 กล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวกับรหัสแท่ง สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับทางแสง การสื่อสารอนุกรมและฐานข้อมูล

บทที่ 3 กล่าวถึง เนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบ เช่น วงจรลบล้างสนามแม่เหล็ก โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบโดยละเอียด

บทที่ 4 กล่าวถึง การทดลองวงจรในส่วนของโครงงานเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ได้แก่การทดลองลบล้างสนามแม่เหล็กที่เส้นแถบแม่เหล็ก การทดลองดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและการทดลองพิมพ์รายงาน

บทที่ 5 กล่าวถึง การสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในงานแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่จะกล่าวถึงในบทนี้ เป็นหนึ่งในส่วนประกอบของการสร้างเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ รหัสแท่ง รูปแบบของรหัสแท่ง ชนิดของตัวอ่านรหัสแท่ง การทำงานของรหัสแท่ง ผลของช่องรับแสง การพิมพ์ฉลากแท่ง แม่เหล็กไฟฟ้า ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม พอร์ตอนุกรม RS-232 พื้นฐานการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโดย Visual Basic และฐานข้อมูล

2.2 รหัสแท่ง

ในระบบที่มีการปฏิบัติการงานอัตโนมัติที่มีจำนวนมากๆ เครื่องจักรจะถูกนำมาใช้เพื่อความสะดวก โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลจากแบบเดิมที่มนุษย์เข้าใจเป็นรูปแบบของรหัสแทน ซึ่งรหัสนี้อาจใช้แทนตัวแปลเดียวหรือหลายๆ ตัวก็ได้ สำหรับงานที่แตกต่างกันไป

รหัสแท่ง คือ รหัสที่ใช้แทนสิ่งเหล่านั้นในรูปของเครื่องจักรที่อ่านรหัสแถบสีดำและช่องว่างสีขาวในอัตราส่วนที่กำหนด ซึ่งจะแทนอักขระแต่ละตัว โดยมีเซนเซอร์เป็นตัวอ่านเครื่องหมายจากแถบนั้นออกมาเพื่อประมวลผลต่อไปในขั้นตอนของสัญญาณทางไฟฟ้า กรรมวิธีในการทำงานนั้นอาจเปรียบเทียบกับการทำงานในร่างกายมนุษย์คือมีสายตาเป็นตัวตรวจจับ และสมองเป็นตัวประมวลผลหรือสั่งงาน รหัสแท่งจัดเป็นรูปแบบการใช้งานที่ง่ายที่สุด รวมทั้งราคาและความน่าเชื่อถือ นับว่าเหมาะสมที่สุดที่จะใช้งานกับระบบข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างการนำรหัสแท่งไปใช้งานก็จะช่วยงานได้มาก คือ ระบบไปรษณีย์อัตโนมัติ โดยการนำไปใช้คัดเลือกชนิดของจดหมายปลายทางที่จะส่งไป

ชนิดของตัวตรวจจับรหัสแท่งทั่วไปแบ่งได้ 2 ประเภท คือชนิดมือถือและแบบที่ตั้งอยู่กับที่ สำหรับแบบมือถือนั้นผู้ปฏิบัติงานฝึกหัดงานเพียงเล็กน้อยก็สามารถที่จะทำงานได้รวดเร็วและถูกต้องกว่าการใช้คนป้อนข้อมูลมาก อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงรูปแบบรหัสแท่งในผลิตภัณฑ์นั้นก็ง่ายมาก มีข้อมูลที่น่าสนใจ เปรียบเทียบให้เห็นความผิดพลาดซึ่งเกิดจากการใช้รหัสแท่งจะมีความผิดพลาด 1 ใน 10,000 ครั้งส่วนการใช้คนป้อนข้อมูลความผิดพลาดจะสูงถึง 1 ใน 300 ครั้ง อัตราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิดพลาดที่ได้จากการใช้รหัสแท่งสามารถลดลง โดยใช้วิธีการตรวจเช็คตัวเลขและเทคนิคการป้องกันข้อมูลในรูปแบบอื่นร่วมด้วย

ข้อแตกต่างของรูปแบบต่างๆ ของรหัสแท่งทุกวันนี้มีอยู่มากมายขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในงานแต่ละชนิด โดยจะขึ้นอยู่กับตัวถอดรหัสของรหัสแท่ง ซึ่งจะต้องตรงกับชนิดของรหัสแท่ง นอกเหนือจากจะต้องมีระบบของแหล่งกำเนิดแสงและตัวอ่านตามปกติแล้ว การแสดงผลจะแสดงเอาต์พุตออกทางตัวเลขแสดงผลหรือต่อไปยังอินพุตของระบบคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต RS232 มาตรฐาน

การใช้แสงเลเซอร์ในการอ่านรหัสแท่งเพิ่งจะมีมาได้เมื่อต้นทศวรรษที่ 70 โดยใช้งานร่วมกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งการประมวลจากตัวอ่านนี้หากว่ามีความสนใจในการอ่านรูปแบบรหัสของรหัสแท่งที่แตกต่างกันจะมีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่า 1 รูปแบบในสายงานการผลิต ยกตัวอย่างในอุตสาหกรรมเวชภัณฑ์จะใช้รหัสสากลยูพีซีเป็นหลักในขณะที่ใช้รหัส 39 สำหรับการใช้งานรูปแบบใหม่

2.3 รูปแบบของรหัสแท่ง

รหัสตัวอักขระรหัสแท่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้งานในทุกวันนี้มีลักษณะรูปแบบมากมาย ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับรูปแบบ การตรวจเช็คความผิดพลาด ความหนาแน่นในการพิมพ์อักขระต่อนิ้ว ชนิดของตัวอักขระที่ใช้งานไม่ว่าจะเป็นตัวอักขระหรือว่าตัวเลข ซึ่งสามารถนำมาเข้ารหัสและประยุกต์ใช้งานจริงได้ รูปแบบของรหัสแท่งที่ใช้กันอยู่ในทุกวันนี้มี 5 แบบ ดังต่อไปนี้

2.3.1 รหัส 3 ใน 9 หรือรหัส 39

รหัส 39 ประกอบด้วยส่วนประกอบแถบกว้าง 3 ส่วน ซึ่งเป็นแถบทึบหรือบาร์และแถบว่างหรือสเปซจากทั้งหมด 9 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2.1 เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลรหัสอักขระตัวเลข 1 กับ 4

1) รูปแบบโครงสร้างของรหัส 39

ในรหัสแบบ 39 ความกว้างของแถบบาร์และสเปซ จะอยู่ในรูปแบบของตัวเลขฐานสอง โดยแถบที่แคบจะแทนด้วย 0 และแถบกว้างจะแทนด้วยเลข 1 ดังนั้น รหัส 3 ใน 9 ข้อมูล 1 ฟิลด์จะประกอบด้วยแถบกว้าง 3 แถบ จึงมีเลขฐาน 2 ค่า 1 อยู่ 3 ตัวและที่เหลือจะเป็นค่า 0 อยู่ 6 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อักขระ 1 =	1	0	0	0	1		0	1	0	0
อักขระ 4 =	0	0	1	0	1		0	1	0	0
บาร์	1	0	0	0	1		0	0	1	0
สเปซ	0	1	0	0			1	0	0	

อักขระ 1

อักขระ 4

รูปที่ 2.1 อักขระในรหัสแท่ง 3 ใน 9

รหัสของแถบรหัสแท่งจะประกอบด้วย รหัสเริ่มต้นทางด้านซ้ายสุดและรหัสหยุดที่ทางขวาสุด ขอบเขตระหว่างแถบที่แสดงการเริ่มต้นและแถบหยุดจะเป็นส่วนบรรจุข้อมูลซึ่งสามารถบรรจุสูงสุดได้ถึง 32 อักขระ แต่ก็จะขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมด้วย

ตัวอักษรทั้งหมดของรหัส 39 แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 ในส่วนของแถบและช่องว่างที่เรียกว่าบาร์และสเปซแต่ละอันสามารถเลือกได้ ซึ่งจะแคบหรือกว้างขึ้นอยู่กับการแปลงรหัส ตัวอักขระแต่ละตัวประกอบด้วยแถบกว้าง 3 แถบและแถบแคบ 6 แถบ ตัวเลข 1 ใช้แทนส่วนกว้างและเลข 0 แทนส่วนแคบ ตัวอักษรอื่นๆ แบ่งแยกโดยช่องว่างระหว่างตัวอักษร

2) ผังจัดการข้อมูลสตริงในรหัส 39

/เริ่มต้น__/__ ข้อมูล ฟิลด์ข้อมูล __/__ ค่าผิดพลาด ตรวจสอบตัวอักขระ__/__ หยุด / (32 ตัวอักขระ) (1 ตัวอักขระ – สำรองไว้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างของตัวอักขระในรหัสแท่ง 3 ใน 9

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

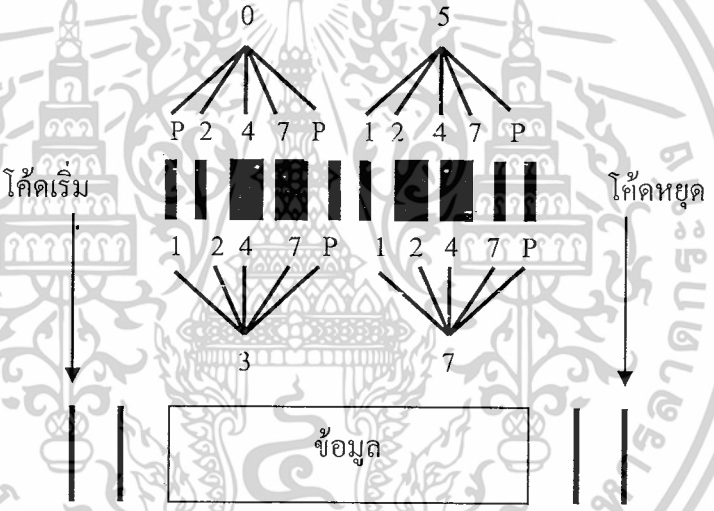
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 รหัสแทรก 2 ใน 5

รหัสแทรก 2 ใน 5 จะมีเฉพาะข้อมูลตัวเลขเท่านั้นที่สามารถเข้ารหัสแบบแทรก 2 ใน 5 ความหนาแน่นของข้อมูลสูงสุดคือ 18 ตัวอักขระต่อนิ้ว รหัสอาจผิดพลาดได้หากไม่เข้ารหัสเป็นตัวเลขคู่ ในการเข้ารหัสตัวอักษรตัวแรกของคู่แทนโดยบาร์และตัวอักษรตัวที่สองแทนโดยสเปซ ซึ่งรหัสแทรก 2 ใน 5 นิยมใช้ในร้านอาหาร อุตสาหกรรมผลิตยาและอุตสาหกรรมผลิตสิ่งพิมพ์

1) รูปแบบโครงสร้างของรหัส 2 ใน 5

รูปแบบสำหรับตัวอักขระจะประกอบด้วยบาร์และสเปซสลับกันไป แทนค่าตัวเลขฐานสิบในรูปของตัวเลขฐานสอง 5 บิต (4 บิต แสดงค่าตัวเลขและ 1 บิตพามิตี) รูปแบบของรหัสแท่งจะประกอบด้วยส่วนเริ่มต้น ส่วนของข้อมูลและส่วนการแสดงการสิ้นสุดของรหัส ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 รูปแบบของรหัสแทรก 2 ใน 5

2) ผังการจัดการข้อมูลสตริงในรหัสแทรก 2 ใน 5

เริ่มต้น__/__ฟิลด์ข้อมูล__/__หยุด (ความยาวขึ้นอยู่กับข้อมูล)

3) คุณสมบัติของรหัสแทรก 2 ใน 5 หรือ รหัสแท่ง USS – I 2/5

ชนิดของตัวอักขระ	: ตัวเลข
ความยาวของชุดข้อมูล	: เปลี่ยนแปลงได้ แต่ต้องเป็นจำนวนคู่
การถอดรหัส	: ได้ทั้ง 2 ทิศทาง (Bi – Directional)
ความหนาแน่นของข้อมูล	: สูงสุด 18 ตัวอักขระต่อนิ้ว
ตัวอักขระพิเศษ	: มีความแตกต่างกันของตัวอักขระเริ่มต้นและหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ชุดอักขระของรหัสแทรก 2 ใน 5

ตัวเลข (ฐานสิบ)	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

การเข้ารหัสตัวเลขต้องประกอบด้วยจำนวนคู่เสมอตัวเลขที่เข้ารหัสแล้ว ดังรูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ของรหัสแทรก 2 ใน 5 จะประกอบด้วยตัวอักษรที่คนเราสามารถอ่านได้ง่าย ซึ่งทำให้ง่ายต่อการตรวจเช็คเมื่อไม่สามารถอ่านรหัสแท่งได้ โดยตัวเลขจะเขียนไว้ด้านบนหรือด้านล่างของรหัสแท่งเสมอ ความยาวของแถบรหัสแท่งสามารถคำนวณด้วยสมการ 2.1

$$L = (P (4N + 6) + 6 + N) X + 2Q \qquad (2.1)$$

โดยที่ P คือ จำนวนของคู่อักขระ

N คือ อัตราส่วนของแถบกว้าง

X คือ ขนานความกว้างของแถบแคบ

Q คือ ความกว้างของแถบแสดงการสิ้นสุดรหัส

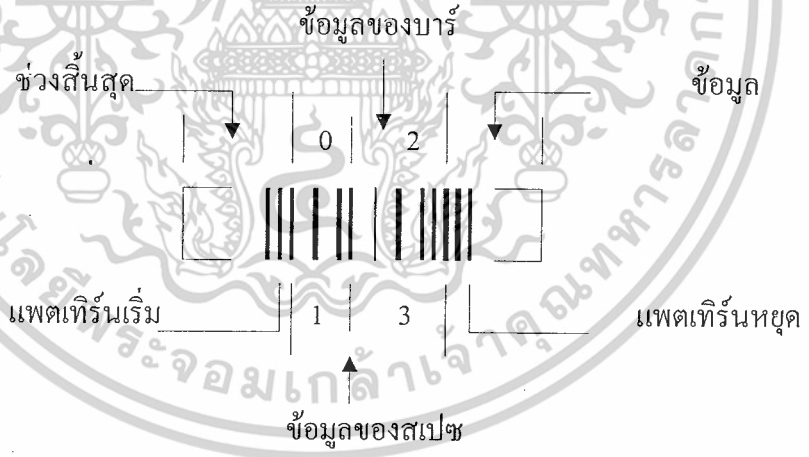
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อักขระ	โค้ด
	1	10001
	4	00101
บาร์	1 0 0	0 1
สเปซ	0 0 1	0 1

อักขระ 1 กับ 4

รูปที่ 2.3 ผังการจัดวางรหัสแทรก 2 ใน 5

รูปที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบของรหัสแทรก 2 ใน 5 โดยอ่านค่าจากแถบได้ 5 และจากช่องว่างก็ได้ 5 โดยดูจากแถบหรือช่องว่างกว้างแทนด้วย 1 และในทางตรงกันข้ามแถบหรือช่องว่างแคบแทนด้วย 0



รูปที่ 2.4 รหัสแท่งสมบูรณ์ของจำนวน 0123 ในรูปแบบรหัสแทรก 2 ใน 5

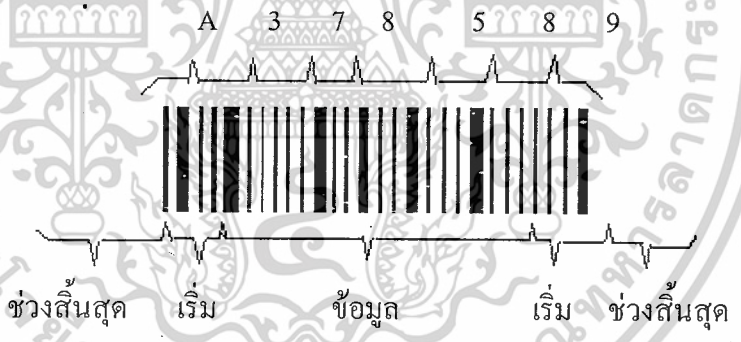
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 รหัสแบบโค้ดบาร์

โค้ดบาร์ (Code bar) สามารถใช้กับข้อมูลตัวเลขและตัวอักขระพิเศษอีก 6 ตัวคือ $, -, :, /, . และ + ตัวอักษร 4 ตัว ที่แสดงการเริ่มต้นและหยุด คือ A, B, C และ D

โค้ดบาร์แต่ละตัวประกอบด้วยขอบเขตแสดงการสิ้นสุด ส่วนแสดงการเริ่มต้นหรือหยุด และส่วนของข้อมูล ซึ่งข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงความยาวได้ถึง 32 ตัวอักษร ตัวอักษรแต่ละตัวแทนด้วยส่วนประกอบ 7 ส่วน มี 4 บาร์และ 3 สเปซ ระหว่างแถบตัวอักขระแสดงว่าเริ่มต้นหรือหยุดมี 4 ตัว สามารถใช้เป็นตัวเริ่มต้นหรือหยุดได้ ส่วนประกอบการเพิ่มข้อมูลสัญลักษณ์ภายในตัวอักขระแบ่งโดยช่องว่างระหว่างตัวอักขระประกอบด้วยส่วนของช่องว่างแคบๆ 1 ช่อง ส่วนประกอบเบื้องต้นสำหรับตัวอักษรโค้ดบาร์ทั้งหมด แสดงไว้ในตารางที่ 2.3 ซึ่งส่วนประกอบกว้างแทนไบนารี 1 และส่วนประกอบแคบแทนไบนารี 0 แต่ละตัวอักขระสามารถแทนโดยไบนารีขนาด 1 บิต เท่านั้น

ส่วนประกอบของรหัสแท่งโค้ดบาร์จะประกอบด้วยขอบเขตแสดงการสิ้นสุดทั้งซ้ายและขวา ส่วนแสดงการเริ่มต้นหรือหยุดและส่วนของข้อมูล แสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การเข้ารหัสโค้ดบาร์"A37859B"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

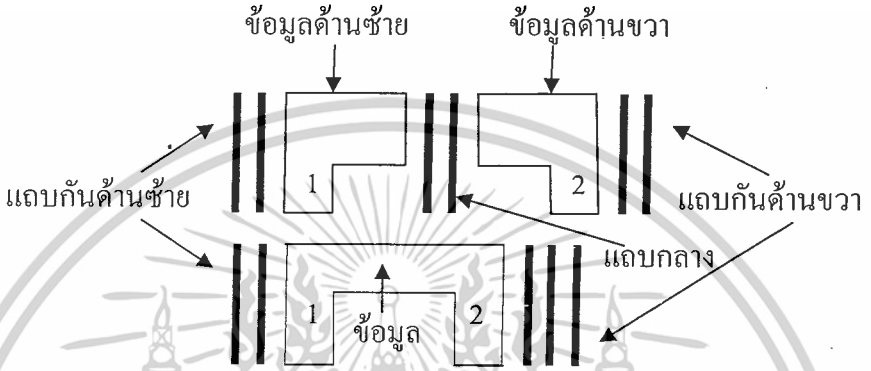
ตารางที่ 2.3 รูปแบบรหัสแบบโค้ดบาร์และค่าของตัวเลขในระบบฐานสอง

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

2.3.4 รหัสสากลยูพีซี

รหัสสากลยูพีซี (Universal Product Code : UPC) จะมีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือส่วนของแถบกันด้านซ้าย ส่วนของข้อมูลและส่วนของแถบกันด้านขวา ถ้ามีข้อมูล 2 ส่วนก็จะแบ่งเป็นข้อมูลซ้ายกับขวาและกั้นด้วยแถบกลาง ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 รูปแบบการเข้ารหัสสากลยูพีซี

รหัสสากลยูพีซีจะใช้เพื่อเข้ารหัสรายการ ในบัตรประจำตัวในหน่วยงานต่างๆ และใช้ในระบบตัวอักษรเฉพาะและชนิดพิเศษ โดยใช้ข้อมูลการจัดการของระบบตัวเลข ดังแสดงในตารางที่ 2.4 และตัวเลขของรหัสสากลที่แสดงให้เห็นในตารางที่ 2.5

รหัสสากลยูพีซีประเภทนี้มีค่าผิดพลาดต่ำ จึงได้มีการพัฒนารหัสประเภทนี้ไปประยุกต์ใช้กับเครดิตการ์ด

ตารางที่ 2.4 ระบบจำนวนของตัวอักขระ

ตัวอักขระ	การใช้งาน
0	รหัสสากลยูพีซีปกติ
2	รายการสุ่มน้ำหนักจำพวกพืชและเนื้อสัตว์
3	รายการเกี่ยวกับสุขภาพเช่น รหัสสากลของยา
4	การปฏิบัติการในร้านที่ไม่ใช่รายการอาหารพร้อมรหัสตัวเลขเพื่อตรวจสอบและป้องกัน รวมทั้งการใช้งานในรูปแบบที่มีจำกัด
5	สำหรับใช้กับคูปอง
อื่นๆ	สำรองไว้ใช้งาน

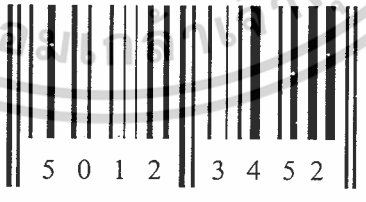
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ตัวเลขของรหัสสากลยูพีซี

ตัวอักขระ	อักขระฟิลด์ซ้ายพาริตี้คี่	อักขระฟิลด์ขวาพาริตี้คี่
0	0001101	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

2.3.5 รหัสตัวเลขของยุโรป

รหัสตัวเลขของยุโรป (European Article Numbering : EAN) ลักษณะรหัสตัวเลขของยุโรปที่ใช้ในทวีปยุโรป ซึ่งมักจะใช้คู่กับรหัสสากลยูพีซีจะใช้เพื่อเข้ารหัสรายการ ในบัตรประจำตัวในหน่วยงานต่างๆ และใช้ในระบบการบรรจุหีบห่อสินค้าอุปโภคในสหรัฐฯ โดยที่ประชุมของยูพีซีซึ่งไม่เป็นสากลเท่าไรนัก เป็นรหัสที่ใช้สำหรับข้อมูลตัวเลขดังในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 รูปรหัส EAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ชนิดของตัวอ่านรหัสแท่ง

ตัวรหัสแท่งพื้นฐานมี 4 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2.6 ซึ่งจะบอกตั้งแต่ราคาต่อหน่วยและลักษณะการทำงาน สำหรับรายระเอียดของตัวอ่านแต่ละชนิด มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.6 ชนิดของตัวอ่านรหัสแท่ง

ชนิดของตัวอ่านรหัสแท่ง	แหล่งกำเนิดแสง	ราคาต่อหน่วย
ไดโอดเปล่งแสง	ไดโอดเปล่งแสงสีแดง	ต่ำ
แสงอินฟราเรด	แสงย่านอินฟราเรด	ปานกลาง
แสงแบนด์แคบ	แสงเลเซอร์	สูงสุด
ไฟเบอร์ออปติก	ใช้แสงจากสภาพแวดล้อมภายนอก	สูง

2.4.1 ไดโอดเปล่งแสง

ตัวอ่านไดโอดแบบเปล่งแสงจะมีราคาต่อหน่วยต่ำ แต่การทำงานนั้นอาจถูกรบกวนด้วยแสงสว่างจากสภาพแวดล้อมได้ การใช้งานตัวอ่านต้องสัมผัสกับวัตถุที่จะอ่านและตัวฉลากรหัสแท่ง หากเกิดความสกปรกจะทำให้ประสิทธิภาพการอ่านข้อมูลลดลง โดยทั่วไปแล้วความลึกในการฉายแสง (Depth of field) จะมีค่าอยู่ในระดับ 0.075 นิ้ว

2.4.2 แสงอินฟราเรด

ตัวอ่านชนิดนี้จะคล้ายกับไดโอดเปล่งแสง แต่มีข้อดีกว่าคือ เดินทางเป็นแนวตรง ไม่ทะลุผ่านวัตถุทึบแสง มีความปลอดภัยในการส่งข้อมูลดีกว่า มีการรบกวนจากแสงสว่างในสภาพแวดล้อมรอบน้อยมาก ง่ายต่อการผลิตใช้งาน ปลอดภัยต่อการถูกลักลอบดักสัญญาณและไม่มีปัญหาในการอ่านเนื่องจากความสกปรกของผิวรหัสแท่ง ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้แสงอินฟราเรดสามารถนำมาใช้ ในการสื่อสารได้เป็นอย่างดี

2.4.3 แสงเลเซอร์

ปัจจุบันนี้ตัวอ่านที่ใช้แสงเลเซอร์จะมีราคาแพงที่สุดในบรรดาตัวอ่านรหัสแท่ง มีความลึกในการฉายแสงอยู่ในระดับ 3 นิ้ว ซึ่งก็หมายความว่าสามารถที่จะใช้อ่านรหัสแท่งที่ระยะไกลออกไปได้ ตัวอ่านไม่จำเป็นต้องติดอยู่กับผิวป้ายรหัสแท่ง โดยทั่วไปจะใช้แสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 750 นาโนเมตร ซึ่งเป็นแสงที่อยู่ในช่วงที่สายตาไม่สามารถมองเห็นได้ แต่การทำงานจะมีแอลอีดีสีแดงช่วยเล็งหาเป้าหมายขณะทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ไฟเบอร์ออปติก

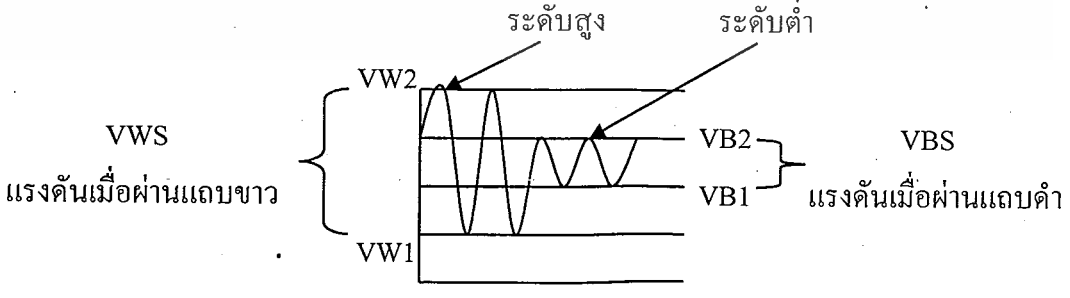
ไฟเบอร์ออปติกเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสงสว่างจากสิ่งแวดล้อม ในส่วนของการอ่านรหัสแท่ง ไฟเบอร์ออปติกยังไม่เป็นที่นิยมเพราะมีราคาอยู่ในระดับสูงและคุณภาพการใช้งานก็ใกล้เคียงกับแบบเลเซอร์

2.5 การทำงานของรหัสแท่ง

ตัวอ่านรหัสแท่งหรือสแกนเนอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับรหัสแท่งซึ่งจะให้เป็นเอาต์พุตเป็นสถานะต่ำเมื่อพบแถบเส้นสีดำและมีสถานะสูงเมื่อพบสีขาว รูปแบบของสัญญาณดังในรูปที่ 2.8 ซึ่งทำหน้าที่เหมือนตาในระบบรหัสแท่ง โดยการเปลี่ยนแถบเส้นขาวดำที่เห็นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ส่วนประกอบหลัก ที่ต้องนำมาพิจารณาในการตัดสินใจเลือกชนิดของตัวอ่านรหัสแท่งคือ

1) แบบของสัญญาณทางเอาต์พุตที่ต้องการว่าเป็นแอนาลอกหรือดิจิตอล
2) ชนิดของตัวอ่านหรือแสงที่ใช้อ่าน
3) ตัวอ่านเป็นชนิดที่ต้องสัมผัสหรือไม่สัมผัสกับผิวของวัตถุ
4) ตัวอ่านอยู่กับที่หรือสามารถเคลื่อนย้ายได้
5) สิ่งแวดล้อมในบริเวณที่ใช้งานว่ามีสภาพแสงรบกวนต่อการทำงานหรือไม่

การเลือกตัวอ่านที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับความเข้ากันได้ทั้งหมดของการประยุกต์ใช้งาน เช่น รูปแบบของป้ายหรือฉลาก ตัวถอดรหัสและระบบทั้งหมด ตัดสินใจเลือกเอาต์พุตว่าให้เป็นแบบแอนะลอกหรือดิจิตอล จะต้องพิจารณาด้านความต้องการทางอินพุตของส่วนถอดรหัสข้อมูล และชนิดของแสงที่ต้องใช้อ่านจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมภายนอก ประเภทของการใช้งานและชนิดของป้ายรหัสแท่งที่มีตัวอ่านเป็นอินฟราเรดสามารถอ่านป้ายที่มีความสกปรก ซึ่งความสกปรกนี้จะพบได้บ่อยในบริเวณการบรรจุหีบห่อสินค้า



รูปที่ 2.8 ระดับแรงดันเอาต์พุตของตัวอ่านรหัสแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของหมึกที่ใช้พิมพ์ป้ายรหัสแท่ง ต้องสัมผัสกับแสงที่ใช้ในการอ่านด้วย ส่วนการเลือกตัวอ่านเป็นชนิดอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ รวมทั้งแบบสัมผัสกับผิวหรือไม่ ก็ขึ้นอยู่กับประเภทของการใช้งาน หลังจากได้ข้อมูลจากสแกนเนอร์หรือตัวอ่านรหัสแท่งแล้ว สัญญาณจะถูกส่งต่อมายังส่วนประมวลผลข้อมูล เพื่อแปลงความหมายโดยการเปรียบเทียบสัญญาณทางไฟฟ้าที่ได้จากการอ่านสัญญาณบาร์และสเปซ สิ่งที่ใช้พิจารณาการเลือกตัวถอดรหัสแปลผลสำหรับรหัสแท่ง คือ

1) ความเข้ากันได้กับชนิดของตัวอ่าน

2) สัญญาณทางเอาต์พุตที่ต้องการ

3) ต้องการชนิดที่เคลื่อนย้ายได้หรือไม่

4) แสดงผลเพียงอย่างเดียวหรือจะให้พิมพ์ข้อมูลออกมาด้วย

5) ต้องการคีย์ในการป้อนข้อมูลหรือไม่

6) ความสามารถในการถอดรหัสแท่งได้หลายรูปแบบหรือไม่

7) ปัจจัยการใช้งานทางด้านสภาพแวดล้อม

เครื่องมือที่ใช้อ่านรหัสแท่งหรือว่าตัวประมวลผลข้อมูล จะต้องมีระบบควบคุมระดับการอ่านข้อมูลอัตโนมัติ เพื่อชดเชยกรณีที่แถบรหัสแท่งมีการพิมพ์แถบไม่ชัดเจน หรือมีความเข้มเบาบางเกินไป

2.6 ผลของช่องรับแสง

ตัวรหัสแท่งจะมีช่องแสงเป็นทางให้แสงสะท้อนจากผิวรหัสแท่งผ่านส่วนตรวจจับและช่วงแสงนี้ต้องมีขนาดเล็กกว่าความกว้างของแถบรหัสแท่ง แรงดันที่เอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับขนาดของช่องแสง ในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ผลของช่องแสงที่มีแรงดันต่อเอาต์พุต

แรงดันแถบว่าง		
ขนาดของช่อง (นิ้ว)	**ค่าต่ำสุด (มิลลิโวลต์)**	**ค่าปกติ (มิลลิโวลต์)**
0.004	100	150
0.006	200	300
0.008	400	600
0.010	620	930
0.012	900	1350

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.7 ผลของช่องแสงที่มีแรงดันต่อเอาต์พุต (ต่อ)

แรงดันจากแถบแคบ		
ขนาดของช่อง (นิ้ว)	**ค่าต่ำสุด (มิลลิโวลต์)**	**ค่าปกติ (มิลลิโวลต์)**
0.004	50	90
0.006	100	180
0.008	200	360
0.010	310	558
0.012	450	810

ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญอีกค่าหนึ่งของตัวอ่านรหัสแท่ง คือค่าของดัชนีความละเอียด (Resolution Index หรือ RI) อัตราส่วนของสัญญาณแถบแคบ VD (Narrow bar Signal) หารด้วยค่าของสัญญาณแถบกว้าง VS (Widener Signal) โดยที่ค่าของสัญญาณแถบแคบ VD คือระดับของสัญญาณไฟฟ้าที่อ่านผ่านแถบที่แคบที่สุดของรหัสแท่งและสัญญาณแถบกว้าง VS คือค่าความแตกต่างระหว่างขนาดของสัญญาณที่ได้จากบริเวณแถบดำและแถบขาวของป้ายรหัสแท่ง สัมพันธ์กับสัญญาณที่สร้าง โดยความกว้างของบาร์และสเปซหาได้ โดยใช้สมการ 2.2

$$RI = \frac{VD}{VS} \times 100\% \qquad (2.2)$$

เมื่อ $VS = V_{W2} - V_{W1}$

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

รูปที่ 2.9 รูปแบบของการเข้ารหัส “LA”

ซึ่งการวัดอ้างอิงตามมาตรฐาน NBS (National Bureal of Standard) สัญญาณที่วัดได้จากตัวอ่านรหัสแท่งจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการสแกนผ่านไปบนป้ายเวลาขาขึ้น (Rise Time) และเวลาขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
59494

ลง (Fall Time) ของสัญญาณที่อ่านจะอยู่ระหว่าง 10 เปอร์เซ็นต์ และ 90 เปอร์เซ็นต์ของสัญญาณภายในเวลา 40 ไมโครวินาที

2.7 การพิมพ์ฉลากแท่ง

ในอุตสาหกรรมผลิตรหัสแท่งโดยทั่วไปป้ายรหัสแท่งที่ใช้จะพิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องพิมพ์ดอตเมตริกซ์ จะคำนึงถึงชนิดของรหัสที่ใช้เป็นสำคัญ รหัสแท่งจะพิมพ์โดยมาตรฐานที่จะทำให้ผิดพลาดน้อยที่สุด ผู้ใช้รหัสแท่งโดยทั่วไปมีระบบการตรวจสอบ 4 ตัวแปรที่สำคัญ คือ รูปแบบการว่างป้าย รูปแบบการเข้ารหัส คุณภาพความเข้ม (Contrast) ของการพิมพ์ ความกว้างของแถบและช่วงว่างของรหัสแท่ง การเปลี่ยนแปลงในความกว้างของแถบและช่องว่างบนรหัสแท่ง ที่กำหนดจะเกิดจากกรรมวิธีในการพิมพ์รหัสแท่ง การสร้างป้ายรหัสแท่งจะต้องขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ป้ายรหัสแท่งสามารถเลือกได้ มีทั้งที่พิมพ์ไว้แล้วและระบบที่สามารถนำไปสร้างรหัสแท่งใหม่ได้เองตามต้องการ

2.7.1 ข้อดีและข้อเสียในการพิมพ์รหัสแท่ง

ป้ายรหัสแท่งที่มีใช้งานอยู่ทุกวันนี้แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบตามลักษณะการพิมพ์คือมีรหัสแท่งที่พิมพ์สำเร็จไว้แล้วและป้ายรหัสแท่งที่ต้องการพิมพ์ใช้เอง ซึ่งแต่ละแบบก็มีข้อดีข้อเสียอยู่ในตัวเอง

1) ข้อดี

1. สามารถที่จะพิมพ์รหัสแท่งที่มีความสามารถหนาแน่นข้อมูลสูงๆ ได้
2. มีความเชื่อถือได้ของการพิมพ์สูงเพราะส่วนใหญ่จะพิมพ์โดยระบบออฟเซต
3. สามารถที่จะพิมพ์บนวัสดุอื่นนอกเหนือจากการพิมพ์โดยกระดาษได้
4. ไม่ต้องยุ่งยากหาเครื่องพิมพ์
5. สามารถที่จะสร้างรหัสแท่งเพื่อการบรรจุในผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันได้

2) ข้อเสีย

1. ราคาต่อหน่วยจะสูงกว่า
2. จะต้องเตรียมข้อมูลของป้ายไว้ล่วงหน้าก่อน

2.7.2 เครื่องพิมพ์รหัสแท่ง

การพิมพ์รหัสแท่งโดยเครื่องพิมพ์สามารถที่จะพิมพ์นอกสถานที่ได้ จากเครื่องพิมพ์หลายรูปแบบถึงแม้ว่าจะมีคุณภาพของรหัสแท่งด้อยกว่าใช้ป้ายสำเร็จ แต่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง เครื่องพิมพ์ใช้ได้หลายแบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เทอร์มอลพรินเตอร์

1. ราคาของป้ายขึ้นอยู่กับชนิดของกระดาษที่ใช้
2. คุณภาพการพิมพ์อยู่ในระดับปานกลาง
3. ความคงทนของป้านปานกลาง
4. ราคาของระบบมีตั้งแต่ราคาถูกถึงปานกลาง

2) ด็อกเมตริกซ์พรินเตอร์

1. ใช้กระดาษชนิดราคาถูก
2. ความหนาแน่นของการพิมพ์ปานกลาง
3. พิมพ์รหัสแท่งได้เต็มรูปแบบ
4. ราคาของระบบอยู่ในช่วงกว้าง
5. คุณภาพการพิมพ์ไม่แน่นอน

3) การพิมพ์ตัวอักขระเต็ม (Full Character Impact Printing)

1. ราคากระดาษต่ำ
2. อุปกรณ์มีราคาสูง
3. สามารถพิมพ์ป้ายที่มีความหนาแน่นสูงได้
4. ป้ายอาจหลุดได้ง่าย

4) เลเซอร์พรินเตอร์

1. อุปกรณ์มีราคาสูง
2. พิมพ์บนพื้นผิวได้หลายชนิด
3. คุณภาพการพิมพ์สูง

จะเห็นได้ว่ารูปแบบของรหัสแท่งปัจจุบันมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับประเภทของหน่วยงาน ซึ่งนิยมใช้กันมาก โดยเฉพาะในระบบงานบริการต่างๆ ที่ต้องการความรวดเร็วและความถูกต้องในการทำงานสูง ซึ่งหากใช้รหัสแท่งแล้วจะช่วยให้มีความยืดหยุ่นและมีความสะดวกในการทำงาน

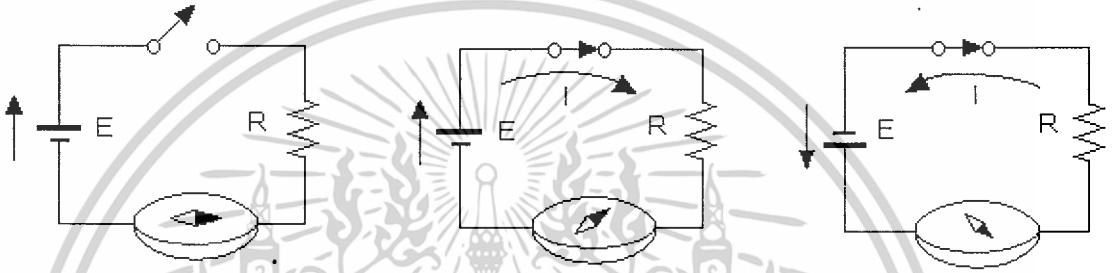
2.8 แม่เหล็กไฟฟ้า

ตัวนำไฟฟ้าใดๆ ก็ตามสามารถที่นะนำมาใช้ในการทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กได้ และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไปในตัวนำจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้น

ในปี ค.ศ. 1820 เออร์สเตดได้ทำการทดลองซึ่งสามารถที่จะกระทำได้โดยง่าย กล่าวคือในตอนแรกต่อสายไฟเข้ากับสวิตช์และแบตเตอรี่ตามรูปที่ 2.10 (ก) ในขณะที่สวิตช์เปิดให้วางเข็มทิศไว้บนสายไฟ โดยวางตำแหน่งของสายไฟให้วางตัวในแนวทิศเหนือ-ใต้ ดังนั้นเข็มทิศจะชี้ไปใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศทางที่ขนานกับสายไฟและเมื่อทำการสับสวิตช์จะเห็นว่าเข็มทิศจะสวิง (Swing) หรือบ่ายเบนตามที่แสดงให้เห็นในรูปที่ 2.10 (ข) ต่อมาทำการเปลี่ยนขั้วแบตเตอรี่ตามที่แสดงให้เห็นในรูปที่ 2.10 (ค) แล้วทำการสับสวิตช์อีกครั้งหนึ่งจะสังเกตเห็นว่าเข็มทิศจะสวิงไปในอีกทิศทางหนึ่ง เออร์สเตดได้ค้นพบว่ากระแสไฟฟ้าเป็นตัวทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ สายตัวนำ สนามแม่เหล็กนี้เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ไปในสาย ด้วยการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจำนวนหนึ่งในทิศทางเดียวกันจะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีความเข้มไม่มากนัก สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่มีความเข็มอย่างเพียงพอจะทำให้เข็มทิศเกิดการเคลื่อนที่ได้

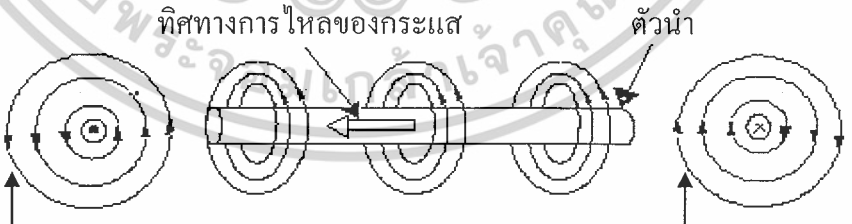


(ก) ขณะไม่กดสวิตช์ (ข) ขณะกดสวิตช์ (ค) กลับขั้วแหล่งจ่าย

รูปที่ 2.10 การทดลองของเออร์สเตด

2.8.1 ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบสายตัวนำ

ในรูปที่ 2.11 แสดงให้เห็นถึงสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบสายตัวนำที่มีกระแสไหลผ่านจะสังเกตเห็นได้ว่าเส้นแรงแม่เหล็กจะอยู่ในลักษณะครบวงจรและไม่มีจุดไหนจึงเรียกว่าขั้วแม่เหล็ก



ภาพแสดงหน้าตัดของตัวนำ
และสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น
เมื่อกระแสไหลเข้าหาตัว

ภาพแสดงหน้าตัดของตัวนำ
และสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น
เมื่อกระแสไหลเข้าหาตัว

รูปที่ 2.11 สนามแม่เหล็กที่เกิดเกิดขึ้นรอบสายตัวนำที่มีกระแสไหลผ่าน

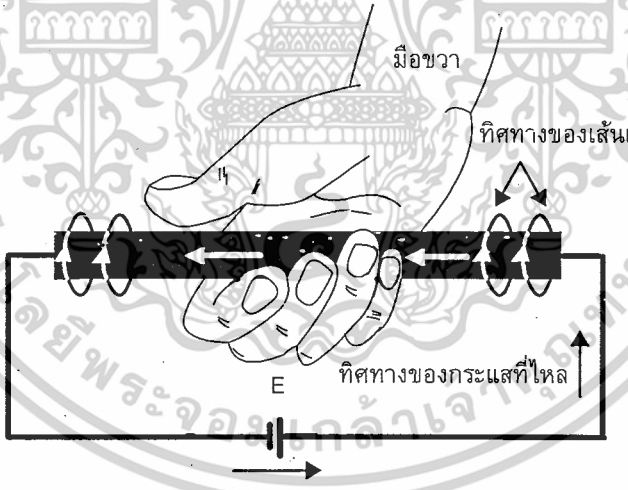
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จริงแล้วสนามแม่เหล็กทั้งหมดได้สร้างเส้นแรงแม่เหล็กที่อยู่ในลักษณะครบวงจร การให้เหตุผลสำหรับแม่เหล็กที่เป็นแท่งนั้น มันจะมีขั้วและเส้นแรงแม่เหล็กของมันบางส่วน วิ่งไปในอากาศและบางส่วนวิ่งไปในเนื้อเหล็ก ขั้วแม่เหล็กเป็นตัวที่ทำให้ง่ายต่อการแบ่งแยกเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างแม่เหล็กและอากาศ

ด้วยแท่งแม่เหล็กอย่างง่าย เส้นแรงแม่เหล็กจะเคลื่อนที่จากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ในอากาศและจากขั้วใต้ไปยังขั้วเหนือภายในแท่งแม่เหล็ก ส่วนสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ สายตัวนำที่มีกระแสไหลผ่านมันจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเมื่อมีกระแสไหลออกจากตัว และจะมีทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมีกระแสไหลเข้าตัว อย่างไรก็ตามการหาทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ สายตัวนำเมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวนำนั้นจะให้ความสะดวกมากยิ่งขึ้น เมื่อนำกฎมือขวามาใช้ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

2.8.2 กฎมือขวาสำหรับตัวนำ

มีวิธีที่ง่ายกว่าต่อการจำทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำ ซึ่งเรียกว่า "กฎมือขวาสำหรับตัวนำ" เมื่อใช้มือขวากำล้อมรอบตัวนำโดยให้นิ้วหัวแม่มือชี้ทิศทางการไหลของกระแสในตัวนำ นิ้วทั้งสี่ที่เหลือก็จะชี้ทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 กฎมือขวาสำหรับหาทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำเมื่อมีกระแสไหลผ่าน

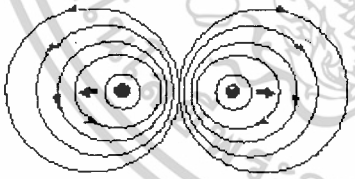
อย่างไรก็ตามสนามแม่เหล็กรอบๆ ตัวนำเส้นเดียวที่เป็นเส้นตรงมีความเข้มไม่มากนัก และสามารถที่จะเพิ่มความเข้มของมันได้ด้วยการนำสายตัวนำมาพันเป็นขดลวด (coil) ซึ่งจะทำให้สนามแม่เหล็กที่มีความเข้มน้อยจากทุกๆ จุดบนตัวนำมารวมกันที่จุดๆ เดียวแล้วทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีความเข้มมาก และถ้าใช้แกนเหล็กสอดใส่เข้าไปในจุดกึ่งกลางของขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่พัน สนามแม่เหล็กของขดลวด จะทำให้แกนเหล็กกลายเป็นแม่เหล็ก และทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มมากขึ้น ซึ่งสิ่งนี้ก็คือ แม่เหล็กไฟฟ้านั่นเอง สนามแม่เหล็กของมันที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ถึงแม้ว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะเหมือนกันกับสนามแม่เหล็กถาวรในทุกๆ ประการก็ตาม แต่สนามของแม่เหล็กไฟฟ้าจะไม่ปรากฏขึ้นเมื่อกระแสหยุดไหล

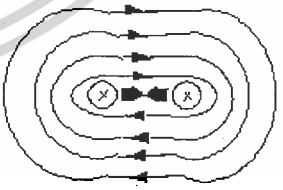
2.8.3 การมีผลกระทบกระทั่งต่อกันของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

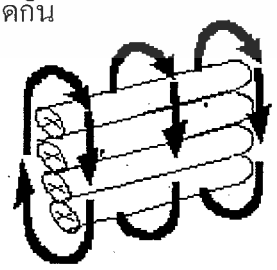
เมื่อนำตัวนำสองเส้นที่มีกระแสไฟไหลสวนทางกันมาวางไว้ใกล้ๆ กันตามที่แสดงให้เห็นในรูปที่ 2.13 (ก) จากรูปจะเห็นได้ว่าจะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำเส้นหนึ่งที่ทิศทางตรงข้ามกับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำอีกเส้นหนึ่ง ทั้งนี้เพราะเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำทั้งสองมีทิศทางตรงข้ามกันและเนื่องจากเส้นแรงแม่เหล็กไม่สามารถที่จะตัดผ่านกันได้ ดังนั้นสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจึงพยายามที่จะทำให้ตัวนำทั้งสองเส้นเคลื่อนที่ห่างจากกันหรือเกิดการผลักกัน แต่เมื่อนำตัวนำทั้งสองเส้นที่มีกระแสไหลในทิศทางเดียวกันมาวางไว้ใกล้ๆ กันตามที่แสดงให้เห็นในรูปที่ 2.13 (ข) จากรูปจะเห็นได้ว่าสนามแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำทั้งสองมีทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้เพราะเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำแต่ละเส้นมีทิศทางเดียวกัน เพราะฉะนั้นสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจึงพยายามที่จะทำให้ตัวนำทั้งสองเส้นเคลื่อนที่เข้าหากันหรือเกิดการดูดกัน นอกจากนี้ยังพิจารณาเห็นได้ว่าเส้นแรงแม่เหล็กของตัวนำทั้งสองเส้นที่รวมตัวเข้าด้วยกัน จะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีความเข้มเพิ่มมากขึ้น ถ้ามีตัวนำสามหรือสี่เส้นรวมตัวเข้าด้วยกันในวิธีเดียวกันนี้ยังคงทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีความเข้มเพิ่มขึ้น ซึ่งพิจารณาเห็นได้ในรูปที่ 2.13 (ค)



(ก) กระไหลในทิศทางตรงกันข้ามเป็นเหตุให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งทำให้ตัวนำทั้งสองเกิดผลักกัน

(ข) กระแสไหลในทิศทางเดียวกันเป็นเหตุให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีทิศทางเดียวกันซึ่งทำให้ตัวนำทั้งสองดูดกัน





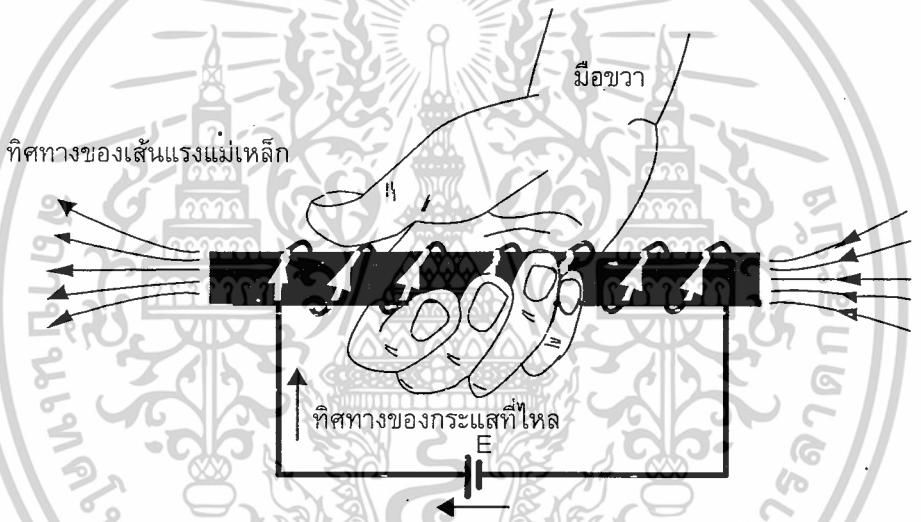
(ค) สนามแม่เหล็กที่มีความเข้มมาก สามารถทำให้เกิดขึ้นได้โดยการรวมตัวนำหลายๆ เส้น

รูปที่ 2.13 การมีผลกระทบกระทั่งต่อกันของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 กฎมือขวาสำหรับขดลวด

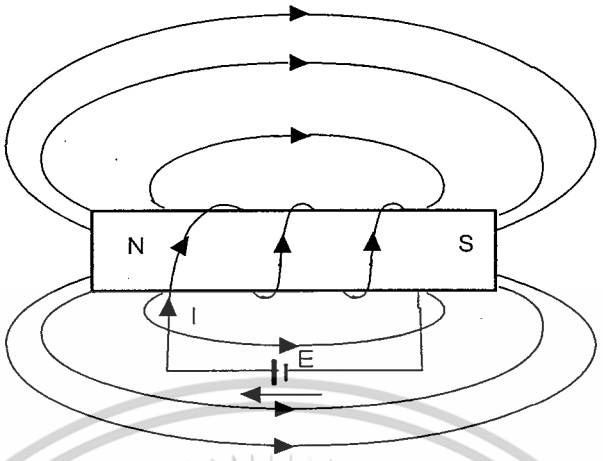
สนามแม่เหล็กของแม่เหล็กไฟฟ้า มีบางส่วนอยู่ด้านนอกและบางส่วนอยู่ตรงบริเวณกึ่งกลางของขดลวด สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่มีขอบเขตจำกัดและทิศทางการไหลของกระแสในขดลวดสามารถหาได้ว่าปลายไหนคือขั้วไหน โดยการใช้ "กฎมือขวาสำหรับขดลวด" กล่าวคือ เมื่อใช้มือขวากำล้อมรอบขดลวดโดยให้ฝ่ามือหันเข้าหาตัวตามที่แสดงให้เห็นในรูปที่ 2.14 ในที่นี้ให้นิ้วทั้งสี่ที่ล้อมรอบขดลวดชี้ทิศทางการไหลของกระแสรอบๆ ขดลวด ดังนั้นนิ้วหัวแม่มือที่เหลือก็จะชี้ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในขดลวดนั่นคือ เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในขดลวดจะเคลื่อนที่ตรงไปยังขั้วเหนือของขดลวด



รูปที่ 2.14 การใช้กฎมือขวาหาทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้น

ส่วนในรูปที่ 2.15 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนขดลวดที่มีกระแสไหลผ่าน ซึ่งมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นตามในรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



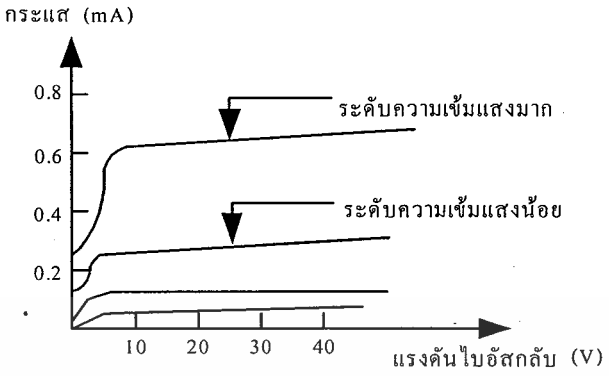
รูปที่ 2.15 ลักษณะของสนามเหล็กที่เกิดขึ้นบนขดลวดเมื่อมีกระแสไหลผ่าน

2.9 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ

2.9.1 โฟโตไดโอด

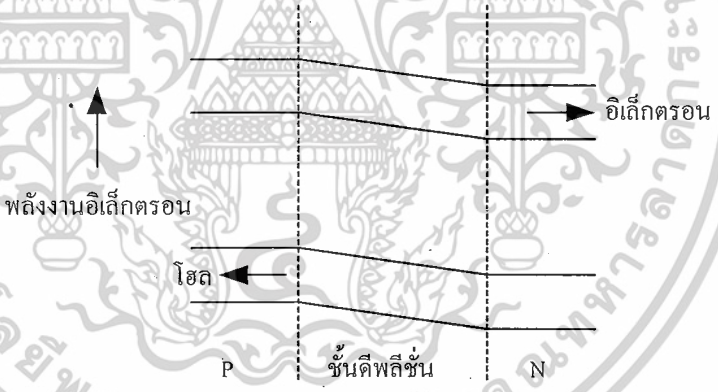
โฟโตไดโอดเป็นไดโอดรอยต่อ PN ซึ่งรอยต่อ PN สามารถรับแสงได้สะดวก ปกติสร้างจากผลึกซิลิกอนหรือเยอรมันเนียม แต่เพื่อให้ได้กระแสรั่วสูงๆ จึงมักใช้ผลึกเยอรมันเนียม ในขณะที่ไดโอดได้รับไบอัส กลับและรอยต่อไม่ให้ได้รับแสง กระแสที่ไหลผ่านรอยต่อ คือ กระแสรั่วของรอยต่อ PN ซึ่งในขณะนี้เรียกว่า "กระแสรั่วไหล (Dark Current : I_d)" ถ้าเป็นเยอรมันเนียมอาจมีค่าสูงถึง 10 มิลลิแอมป์ แต่สำหรับซิลิกอน จะมีค่าต่ำมากอาจเป็น 20 นาโนแอมป์ หากรอยต่อ PN ได้รับ แสงกระตุ้นจากภายนอก อาจมีผลทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระและโฮลเกิดขึ้น พาหะส่วนน้อยนี้จะได้รับอิทธิพลจากสนามไฟฟ้าที่รอยต่อสามารถทำให้เคลื่อนที่ผ่านรอยต่อได้ จึงเกิดเป็นกระแสไหลผ่านรอยต่อ ซึ่งเรียกว่า "กระแสโฟโต (Photo Current : I_p)" ดังนั้น กระแสที่ขณะไดโอดได้รับแรงดันย้อนกลับและถูกแสงจะมีกระแสไหลผ่านไดโอดประมาณ $I_d + I_p$ ค่ากระแสโฟโตจะเพิ่มขึ้นหากรอยต่อได้รับแสงที่มีความเข้มมากขึ้น ในกรณีที่จะนำไปใช้งานที่ความถี่สูงก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างให้เป็นแบบ P-I-N ไดโอดได้ เพราะโครงสร้างของ P-I-N จะช่วยลดค่าความจุไฟฟ้าที่รอยต่อ และในกรณีที่ต้องการให้ได้ไดโอดที่มีความไวต่อแสง ก็ควรมีเลนส์รวมแสงให้ตกกระทบที่รอยต่ออย่างเต็มที่ คุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของไดโอด แสดงดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 คุณลักษณะทางเอาต์พุตโดยปกติของโฟโตไดโอด

เมื่อสารกึ่งตัวนำได้รับโปรตอนทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอน - โฮล ซึ่งจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดกระแสไหลขึ้น คือ เมื่อเกิดการแตกตัวของคู่อิเล็กตรอน - โฮล การแตกตัวจะเกิดบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือบริเวณที่มีแสงกระทบมากๆ ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 การกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

จะเห็นได้ว่าการกระจายของแสงหรือสนามไฟฟ้า ในสารกึ่งตัวนำไดโอดมีลักษณะไม่สม่ำเสมอในบริเวณรอยต่อ PN ที่บริเวณดีพลีชั่น โดยทั่วไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานต่อตัวโฟโตไดโอด ซึ่งควรให้โฟตอนส่วนใหญ่ถูกดูดซับในบริเวณรอยต่อให้มากที่สุด ตรงความลึกที่โฟตอนจะผ่านไปได้ก่อนที่จะถูกดูดซับพลังงานแสงที่บริเวณผิวหน้าไป

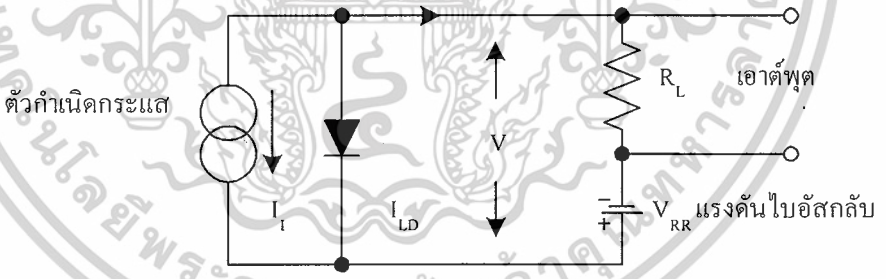
ส่วนความยาวคลื่นที่ยาวขึ้นจะสามารถผ่านได้ลึกกว่า ดังนั้นเพื่อให้โฟโตไดโอดสามารถตอบสนองต่อช่วงความยาวคลื่นที่กว้างขึ้นควรจะมีชั้น P ที่บางเพื่อให้ความยาวคลื่นสั้นจะเจาะผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้ามาได้และมีบริเวณดีพลีชั่นที่หนาแน่นมากๆ เพื่อให้ได้รับแสงของโฟตอนสูงสุดจากโฟตอนที่มีความยาวคลื่นยาวผ่านความหนาของบริเวณดีพลีชั่น ขึ้นอยู่กับไบอัสกลับและ ความต้านทานของบริเวณที่มีการแยกตัวของอิเล็กตรอน - โฮล โดยปกติไม่มีการไบอัสกลับ สามารถเกิดพื้นที่ดีพลีชั่นได้ ซึ่งสนามที่เกิดขึ้นจากการแพร่พาหะรอยต่อระหว่าง PN การไบอัสกลับจะช่วยเพิ่มสนามและขยายบริเวณดีพลีชั่นให้มากขึ้น

2.9.2 แบบจำลองของวงจรโฟโตไดโอด

แบบจำลองของวงจรโฟโตไดโอดแสดงได้ดังรูปที่ 2.18 ค่ากระแส I_L จะขึ้นอยู่กับบริเวณแสงที่ตัวไดโอดได้รับ ในกรณีไม่มีการให้ไบอัสโฟโตไดโอด กระแส I_L จะทำให้ขั้วแอโนดเป็นบวกเมื่อเทียบกับคาโถด กระแส I_L ส่วนหนึ่งจะไหลกลับผ่านตัวไดโอด การทำงานโดยไม่ให้การไบอัสเรียกว่า "โหมดโฟโตโวตาอิก (Photo Votaic Mode)" การทำงานในโหมดนี้ สามารถทำงานได้ทั้งแบบเชิงเส้นและแบบลอกาลิธึม ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าโหลดตัวต้านทาน การทำงานของโหมด ลอกาลิธึมจะเกิดขึ้นเมื่อโหลดมีค่าสูงมากๆ ส่วนการทำงานแบบเชิงเส้นเกิดขึ้นเมื่อโหลดมีความต้านทาน เมื่อเปรียบเทียบกับความต้านทานไดนามิกส์ของโฟโตไดโอด ค่าศักดาสูงสุดในการทำงานแบบไม่ให้ไบอัส คือ V_L ประมาณ 100 มิลลิโวลต์ ขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ต้องการ ถ้าค่าสูงสุดจะอยู่ในช่วง 5 เมกะโอห์ม ถึง 550 เมกะโอห์ม



รูปที่ 2.18 วงจรจำลองของโฟโตไดโอดและการขยายบริเวณดีพลีชั่นให้มากขึ้น

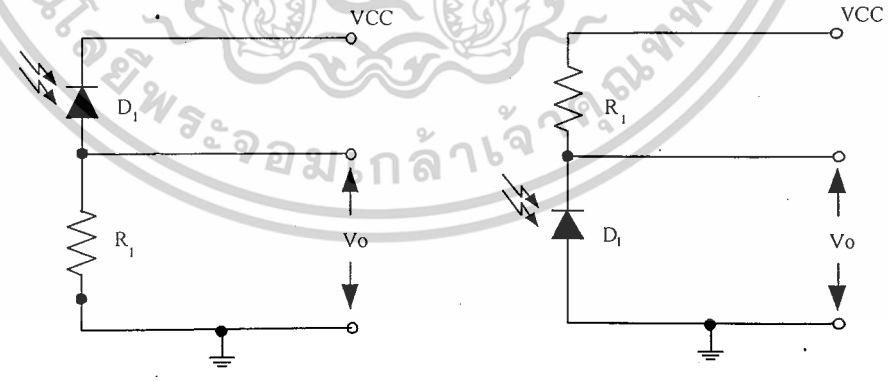
การทำงานแบบให้ไบอัสกลับ เรียกว่าโฟโตเคอเรนท์โหมด (Photocurrent Mode) ซึ่งมีข้อดีกว่าโฟโตโวตาอิก คือ

1) มีความเร็วสูง
2) เสถียรภาพดี
3) ช่วงไดนามิกส์สูงกว่า
4) สัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากลักษณะของโฟโตไดโอดเป็นสารกึ่งตัวนำที่มีคุณสมบัติที่ไวต่อแสง โปรตอนจากแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น ทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า ดังนั้นโฟโตไดโอดเป็นตัวตรวจจับแสงชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกออกแบบขึ้นจากการเกิดปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของสารกึ่งตัวนำ ที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าเมื่อใดที่รอยต่อ PN ได้รับการไบอัสกลับ จะเกิดการรั่วไหลย้อนกลับและมีอิมพีแดนซ์ต่อ PN นี้มีความไวต่อแสงมากเป็นพิเศษ คือจะมีอิมพีแดนซ์สูงเมื่ออยู่ในที่มืด และมีอิมพีแดนซ์ต่ำเมื่ออยู่ในที่สว่าง ไดโอดทั่วไปนั้นจะถูกหุ้มรอยต่อนี้ไว้ด้วยวัสดุทึบแสง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์นี้ขึ้น แต่โฟโตไดโอดเป็นไดโอดซึ่งถูกผลิตขึ้นมาเพื่อปรากฏการณ์นี้โดยเฉพาะ ดังนั้นรอยต่อจึงจะต้องหุ้มด้วยวัสดุที่แสงสามารถผ่านได้ดีที่สุด ไดโอดชนิดนี้มีสองแบบ คือชนิดที่ตอบสนองต่อแสงผ่านอินฟราเรดในการนำไปใช้งาน โฟโตไดโอดจะต่ออยู่ในลักษณะที่ได้ รับการไบอัสกลับ สำหรับแรงดันเอาต์พุตเป็นแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานโหลดต่ออนุกรมกับโฟโตไดโอดและกราวด์ ดังรูปที่ 2.19 โฟโตไดโอดจะถูกนำประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวกับสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็ว สำหรับการประยุกต์ใช้งานโฟโตไดโอดชนิดที่ตอบสนองต่อแสงอินฟราเรด เช่น การใช้ในวงจรควบคุมระยะไกล วงจรสัญญาณเตือนต่างๆ ที่ใช้ แสงอินฟราเรดในการควบคุม

เนื่องจากไดโอดชนิดนี้มีความเร็วสูง จึงถูกนำไปใช้งานเป็น High Speed Tape Reader ในอุปกรณ์ Character Recognition นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้งานอื่นๆ ได้อีกมากมาย เช่น ใช้เป็นตัวนำแสงโดยการให้แรงดันไบอัสตรง อุปกรณ์ชนิดนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะภาพทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งค่าความนำไฟฟ้าในขณะที่รอยต่อได้รับแสงจะมีค่าสูงกว่าปกติ



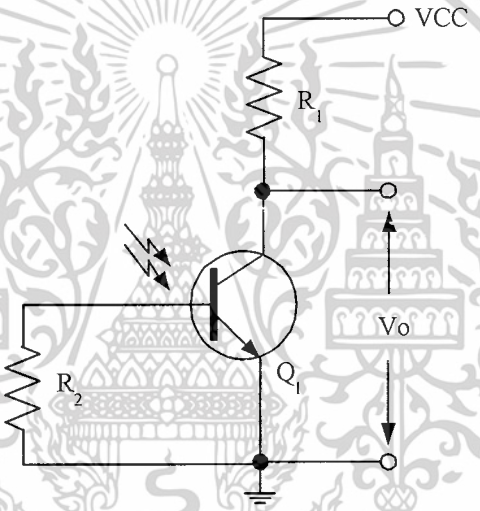
(ก) การต่อแรงดันเอาต์พุตที่โหลด (ข) การต่อแรงดันเอาต์พุตที่ไดโอด

รูปที่ 2.19 การต่อโฟโตไดโอดเพื่อนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 โฟโตทรานซิสเตอร์

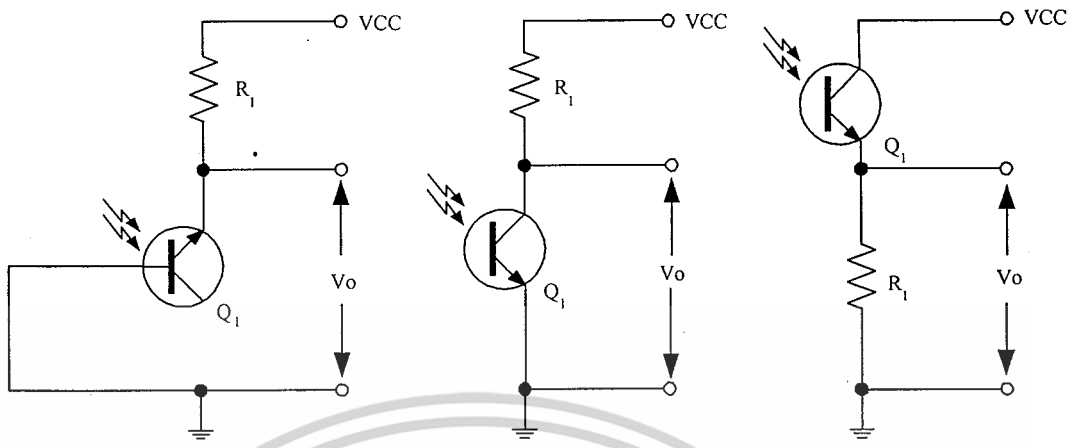
เป็นไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยชั้นของสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้น เหมือนกับทรานซิสเตอร์ทั่วไป แต่ขาเบสจะสามารถรับแสงได้ง่าย โฟโตทรานซิสเตอร์มีทั้งชนิด NPN และ PNP ปกตินิยมนำไปประกอบวงจรแบบอิมิตเตอร์ร่วม โดยขั้วของขาเบสอาจจะถูกปล่อยไว้หรือต่อกับอิมิตเตอร์โดยผ่านตัวความต้านทานก็ได้ หลักการทำงานเบื้องต้นจะเหมือนกับทรานซิสเตอร์โดยทั่วไป แต่โฟโตทรานซิสเตอร์จะไม่มีขาเบส ซึ่งกระแสเบสจะได้จากการเปลี่ยนแปลงที่ตกกระทบบริเวณรอยต่อสาร PN ตามที่กล่าวมาแล้ว วงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์โดยทั่วไปดังแสดงในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 วงจรไบอัสสำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์

การใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์มีอยู่ด้วยกันดังนี้ การต่อใช้งานพื้นฐานแสดงดังในรูปที่ 2.21 โดยในรูปที่ 2.21 (ก) ขาเบสของทรานซิสเตอร์ถูกต่อลงกราวด์ ดังนั้นทรานซิสเตอร์จะทำงานเหมือนกับการทำงานของโฟโตไดโอดทุกประการ ส่วนรูปที่ 2.21 (ข) และ 2.21 (ค) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยไว้และเมื่อใดที่ทรานซิสเตอร์ได้รับแสงก็จะมีกระแสไหลผ่านรอยต่อขาเบส คอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะทำให้กระแสที่ไหลผ่านจากคอลเลคเตอร์มายังอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว กระแสนี้ทำให้ได้แรงดันเอาต์พุตที่ตกคร่อมตัวความต้านทานที่ต่ออนุกรมอยู่มีค่าเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ขาเบสของทรานซิสเตอร์ถูกต่อลงกราวด์ (ข) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยไว้ (ค) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยเช่นกัน

รูปที่ 2.21 การใช้งานของโฟโตทรานซิสเตอร์ในลักษณะต่างๆ

เมื่อเปรียบเทียบโฟโตไดโอดกับโฟโตทรานซิสเตอร์ จะมีความไวแสงมากกว่าประมาณ 100 เท่า แต่ในด้านความถี่ใช้งานสูงสุด สำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์จะใช้งานที่ความถี่ต่ำกว่าโฟโตไดโอดหลายเท่า ในการใช้งานอาจจะต่อตัวความต้านทานปรับค่าได้ระหว่างขาเบสและขาอิมิตเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ เพื่อให้สามารถเลือกได้ว่าต้องการใช้งานที่มีความไวต่อแสงมากหรือต้องการใช้งานที่ความถี่สูง โดยเมื่อความต้านทานปรับค่าได้ลัดวงจร ก็จะทำหน้าที่เป็นโฟโตไดโอด

3.9.4 โฟโตเซนเซอร์

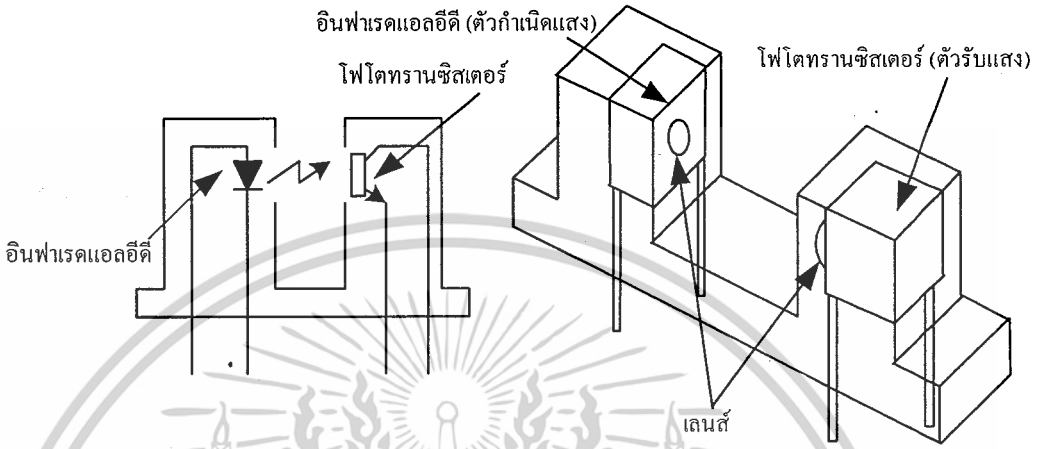
โฟโตเซนเซอร์หรือบางครั้งเรียกว่า โฟโตอินเตอร์รัพเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีทั้งตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงเหมือนกัน ต่างกับโฟโตคัปเปอร์ตรงที่ตัวกำเนิดแสงจะปล่อยแสงออกมาภายนอกและแสงนั้นจะรับด้วยตัวรับแสงที่บรรจุอยู่ในอุปกรณ์ตัวเดียวกัน โฟโตเซนเซอร์มี 2 แบบ คือ แบบส่องแสงโดยตรงและแบบสะท้อนแสง

1) โฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

โฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง ตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะวางห่างกันประมาณ 1 มิลลิเมตร ถึง 10 มิลลิเมตรหันหน้าเข้าหากัน แสงจะวิ่งจากตัวกำเนิดแสงผ่านช่องว่างนี้ไปยังตัวรับแสง ถ้ามีสิ่งกีดขวางมากั้นการเดินทางของแสง ตัวรับแสงจะรับแสงและส่งสัญญาณออกมาต่างจากปกติ ตัวกำเนิดแสงจะใช้อินฟราเรดแอลอีดี ส่วนตัวรับแสงจะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

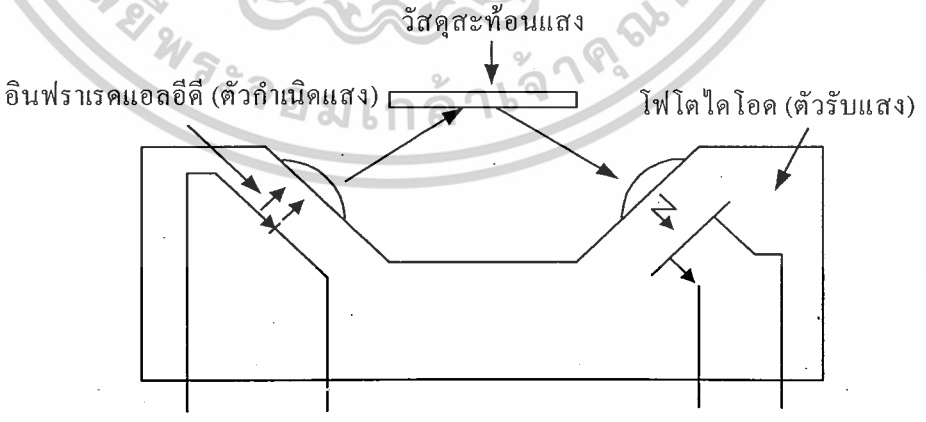
โฟโตทรานซิสเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.22 ในกรณีที่ใช้ในบริเวณที่มีแสงโดยรวมมาก จะติดฟิลเตอร์กรองแสงธรรมชาติที่บริเวณที่ตัวรับแสงด้วย



รูปที่ 2.22 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

2) โฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน

บางครั้งเรียกว่า "โฟโตอินเตอร์รัพเตอร์แบบสะท้อน" มีทั้งตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงเหมือนกับแบบแรก เพียงแต่ทั้งสองตัวไม่หันหน้าเข้าหากันแต่เรียงอยู่ด้านเดียวกัน แสงจากตัวกำเนิดแสงจะส่องออกไปด้านนอกและจะไม่เข้าตัวรับเลย แต่ถ้ามีวัตถุเคลื่อนที่เข้าใกล้แสงที่ส่องออกมาจะสะท้อนกลับวัตถุและสะท้อนกลับไปที่ตัวรับแสงจะทำให้ได้สัญญาณออกมาดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวกำเนิดแสงจะใช้อินฟราเรดแอลอีดี ตัวรับแสงจะเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์จากโครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อนจะเห็นว่าผลของแสงโดยรอบจะมีผลต่อการทำงานมาก ดังนั้นที่ตัวรับแสงจะติดตั้งไว้ ถ้ามีเลนส์จะสามารถตรวจจับการเข้ามาใกล้ของวัตถุตั้งแต่ 1 มิลลิเมตรขึ้นไปจนถึงหลายมิลลิเมตรแต่แบบนี้จะไม่ไวเท่ากับแบบแรก

2.10 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

การเคลื่อนย้ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอกหรือคอมพิวเตอร์ด้วยกันมีกัน 2 รูปแบบ คือรับส่งข้อมูลแบบขนานและรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การรับส่งข้อมูลแบบขนานเป็นการรับและส่งข้อมูลครั้งละ 4 ถึง 8 บิตในเวลาเดียวกันทำให้การรับและส่งข้อมูลมีความเร็วสูง แต่จำนวนสายที่ใช้ในการถ่ายทอดข้อมูลมีมากเท่ากับจำนวนบิตของข้อมูลที่ทำการถ่ายทอด นอกจากนั้นยังมีสายที่ใช้สำหรับควบคุมและตรวจสอบการรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่งอาจต้องใช้สายมากเป็น 2 เท่าของจำนวนบิตข้อมูล

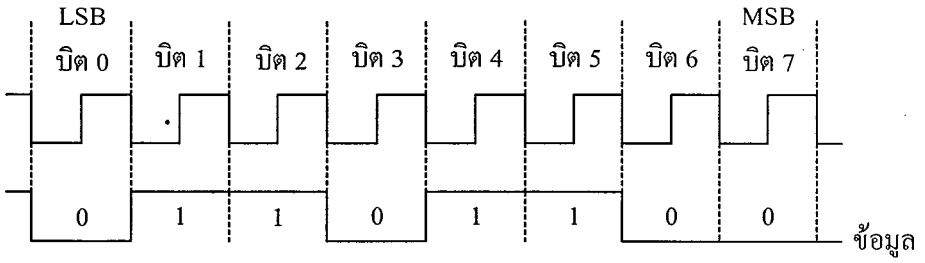
ในขณะที่การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะเป็นการรับส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต โดยมีรูปแบบการรับส่งที่เป็นมาตรฐาน ต้องมีการตรวจสอบความพร้อมในการรับและส่งข้อมูลของตัวส่งและตัวรับ การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมมีข้อดีในเรื่องจำนวนสายสัญญาณที่น้อยมากและไม่แปรผันตามจำนวนบิตของข้อมูล ระยะทางในการรับส่งข้อมูลสูงกว่าแบบขนานมาก

การสื่อสารแบบอนุกรมแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

2.10.1 การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส

การสื่อสารแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิการ่วมอยู่กับการรับและส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส คือ คีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายของสัญญาณนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้นการติดต่อกันแบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้น คือ สัญญาณนาฬิกา, ข้อมูลและกราวด์ รูปที่ 2.24 แสดงให้เห็นถึงแผนผังเวลาของการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 แผนผังเวลาของการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส

2.10.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส คือ การรับและส่งข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย แต่จะใช้การกำหนดค่าอัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตราเร็วนี้ว่าอัตราบอดหรือบอดเรต (Baud Rate) มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1) บิตเริ่มต้น

2) บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 5, 6, 7 หรือ 8 บิต

3) บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity Bit) มีขนาด 1 บิต หรือไม่มีบิต

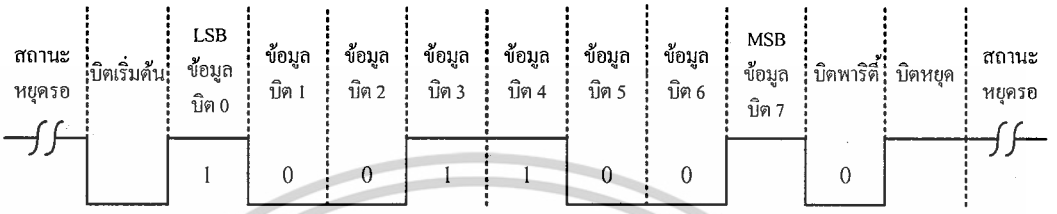
4) บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (Stop Bit) มีขนาด 1, 1.5, หรือ 2 บิต

รูปที่ 2.25 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลขา DATA จะมีสถานะลอจิก "1" เรียกสถานะนี้ว่า สถานะหยุดรอ (Waiting Stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิก "0" ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่าบิตเริ่มต้น (Start Bit) จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไปโดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดหรือบิต LSB ก่อน ซึ่งข้อมูลที่ต้องการส่งอาจมีจำนวน 5, 6, 7 หรือ 8 บิตก็ได้ จากนั้นตามด้วยบิตพาริตี้ (Parity Bit) ซึ่งใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่ง คือ บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (Stop Bit) โดยจะเป็นการทำให้ขา DATA มีสถานะลอจิก "1" อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต 1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลของการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสหรืออัตราบอดหรือบอดเรตที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 มีด้วยกันหลายค่า ได้แก่ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19200 บิตต่อวินาที โดยมีค่ามากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ เนื่องจากบอดเรต คือ ค่าของจำนวนบิตที่สามารถส่งได้ใน 1 วินาที สมมติว่า ข้อมูลอนุกรมมีขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูล 1 ไบต์ จะมีความยาวเท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9,600 บิตต่อวินาที ก็จะสามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที



รูปที่ 2.25 รูปแบบของข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การตรวจสอบพาริตี้สามารถกำหนดเป็นแบบคี่ (Odd), แบบคู่ (Even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ก็ได้ พาริตี้คี่หรือพาริตี้คู่แสดงถึงจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์รวมพาริตี้ว่ามีจำนวนเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ ยกตัวอย่างข้อมูลที่จะทำการส่งมีขนาด 8 บิต มีค่าเท่ากับ 99H หรือ 10011001B จะเห็นว่าข้อมูลในไบต์มีจำนวนลอจิก "1'' จำนวน 4 ตัวซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นถ้ากำหนดค่าพาริตี้เป็นคู่ ค่าของพาริตี้บิตจะต้องมีลอจิกเป็น "0" แต่ถ้ากำหนดพาริตี้เป็นคี่ ค่าของบิตพาริตี้จะต้องเป็น "1" เพื่อให้ข้อมูล 1 ไบต์รวมทั้งบิตพาริตี้เป็นคี่

บิตพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ซึ่งทางภาครับจะต้องกำหนดคุณสมบัติการตรวจสอบพาริตี้ที่ตรงกันเอาไว้ว่าจะตรวจสอบพาริตี้คี่หรือพาริตี้คู่ โดยการนับจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตี้ด้วย ถ้ากำหนดพาริตี้ไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้ทราบ กระบวนการดังกล่าวเป็นวิธีการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่มันสามารถตรวจสอบได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการรับส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีบิตที่ผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตี้บิตเป็น NONE นั้นทั้งภาครับและภาคส่ง จะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้

คอมพิวเตอร์ในรุ่น AT เกือบทั้งหมดจะใช้ไอซี UART เบอร์ 16450 และ 16550 ส่วนคอมพิวเตอร์ในรุ่น XT ใช้ไอซี UART เบอร์ 8250 ไอซี UART เหล่านี้มีระดับแรงดันของลอจิกเป็นแบบทีทีแอล (+5 โวลต์) แต่เพื่อให้แรงดันเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 และเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ที่ระยะไกลมากยิ่งขึ้น ระดับแรงดันทีทีแอลจะถูกแปลงเป็นระดับแรงดันที่สูงขึ้น โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลอจิก “0” จะมีระดับแรงดัน –3โวลต์ ถึง –12โวลต์ และลอจิก “1” มีระดับแรงดัน +3โวลต์ ถึง +12 โวลต์

2.11 พอร์ตอนุกรม RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้ส่งผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งซึ่งอยู่ห่างไกลโดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ –3โวลต์ ถึง –12โวลต์ แสดงว่ามีข้อมูล (mark) และ +3โวลต์ ถึง +12โวลต์ แสดงว่าเป็นช่องว่าง (space)

มาตรฐาน RS-232 ถูกใช้ในการกำหนดรูปแบบการสื่อสารข้อมูลกันระหว่างอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating DCE) อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE ทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น

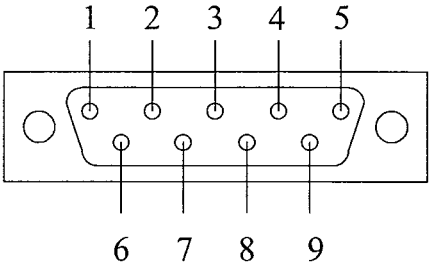
ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัด คือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

สำหรับการใช้งานคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 ถูกใช้เพื่อเชื่อมต่อกับโมเด็ม, เมาส์ และเครื่องพิมพ์ที่สามารถติดต่อทางพอร์ตอนุกรมได้

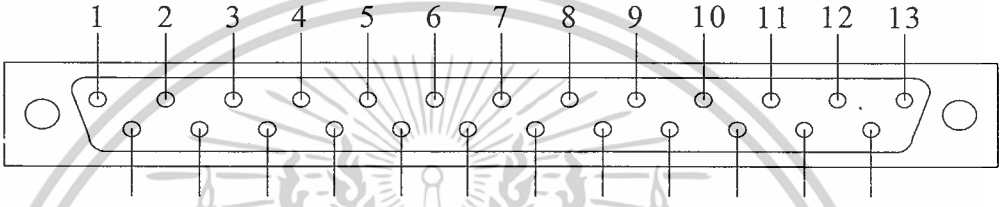
2.11.1 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้ หรือ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นๆ ที่เคยมีใช้งานมาในอดีตไม่ค่อยมีความสำคัญมากนักจึงถูกยกเลิกไป โดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาในรูปที่ 2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขาหรือแบบ DB-9 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)



(ข) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 25 ขาหรือแบบ DB-25 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)

รูปที่ 2.26 คอนเน็กเตอร์อนุกรม

2.11.2 การเชื่อมต่อคอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232

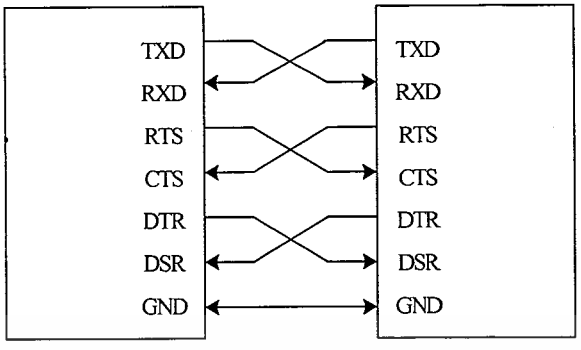
สำหรับการเชื่อมต่อสายระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังในรูปที่ 2.27 ลูกศรในรูป แสดงถึงทิศทางของข้อมูล การเชื่อมต่อในรูปที่ 2.27 (ก) เป็นการเชื่อมต่อแบบ NULL MODEM หรือการเชื่อมต่อโดยตรงโดยไม่ต้องผ่าน โมเด็ม ส่วนการเชื่อมต่อในรูปที่ 2.27 (ข) เป็นการเชื่อมต่อโดยใช้สัญญาณน้อยที่สุดเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูลและเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์

ขา Data Carrier Detect : DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect : CD ขานี้จะแอกตีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ถูกนำมาใช้งานมากนัก

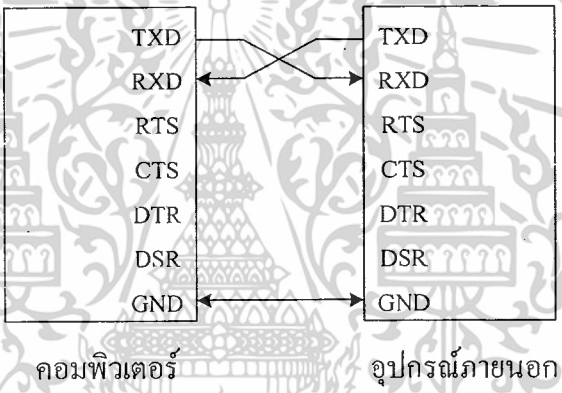
ขา Receive Data : RD หรือ RXD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยจะนำข้อมูลที่อ่านได้ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์

ขา Transmitted Data : TD หรือ TXD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลอนุกรมออกจากคอมพิวเตอร์ โดยการนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ Null Modem



(ข) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ RS-232ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณน้อยที่สุดเพียง 3 เส้น

รูปที่ 2.27 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในรูปแบบต่างๆ

ขา Data Terminal Ready : DTR เป็นขาเอาต์พุตที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ปลายทาง โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์และถ้าใช้การเชื่อมต่อแบบ 3 สาย ต้องเชื่อมต่อขา DTR และ DSR ของพอร์ตอนุกรมเข้าด้วยกัน และจะต้องต่อเชื่อมเข้ากับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์

ขา Signal Ground : GND เป็นขากราวด์ของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้ควบคู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอก

ขา Request To Send : RTS เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลมาให้คอมพิวเตอร์โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ซึ่งในกรณีที่มีการเชื่อมต่อแบบ 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS เข้าด้วยกัน เพื่อให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

ขา Clear To Send : CTS เป็นขาอินพุตทำหน้าที่รอรับสัญญาณที่ส่งเข้ามา เมื่อมีการส่งสัญญาณเข้ามาที่ขานี้ ข้อมูลที่ขา TXD จะถูกส่งออกไป ขานี้จะใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้วหรือยัง

ขา Ring Indicator : RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มแล้วยังมีความต้องการตรวจสอบสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์

ตารางที่ 2.8 การจัดขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรมในแบบต่างๆ และหน้าที่การทำงาน

คอนเน็คเตอร์ DB-9	**คอนเน็คเตอร์ DB-25**	**ชื่อของสายสัญญาณ**	**ชนิดของสายสัญญาณ**
1	8	Data Carrier Detect : DCD	อินพุต
2	3	Received Data : RXD	อินพุต
3	2	Transmitted Data : TXD	เอาต์พุต
4	20	Data Terminal Ready : DTR	เอาต์พุต
5	7	Single Ground : GND	-
6	6	Data Set Ready : DSR	อินพุต
7	4	Request To Send : RTS	เอาต์พุต
8	5	Clear To Send : CTS	อินพุต
9	22	Ring Indicator : RI	อินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.3 รีจีสเตอร์ของพอร์ตอนุกรม RS-232

UART เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส สำหรับการสื่อสารแบบอนุกรมบนคอมพิวเตอร์ถือว่า UART เป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารแบบอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือ ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วส่งออกไปและทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามา UART ให้เป็นขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังแจกแจงข้อมูลอื่นๆ ให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วย เช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรต), รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพารีตี้, เฟรมข้อมูล, โอเวอร์รัน) เป็นต้น

ภายใน UART จะมีส่วนของวงจรสร้างบอดเรตแบบโปรแกรมได้ (programmable buadrate generator) โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิต ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1 – 65,535 ซึ่ง UART สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (half duplex) และฟูลดูเพล็กซ์ (full duplex) โดยการส่งแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์เป็นการส่งข้อมูลแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์นั้นสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในคราวเดียวกัน

ในเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปมี UART ที่ใช้งานกันอยู่ 2 เบอร์ คือ 8250 ซึ่งเป็น UART มาตรฐานที่มีใช้กันมายาวนาน UART เบอร์นี้จะมีบัพเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลตำแหน่งเดียวกัน ทำให้การรับและส่งข้อมูลถูกจำกัดความเร็วอยู่ที่ 57.6 กิโลบิตต่อวินาทีเท่านั้น แต่ UART เบอร์นี้ถือว่าเป็นต้นแบบของ UART ที่ใช้กันในคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ทุกๆ รุ่นจะต้องสนับสนุนการทำงานตามรูปแบบของ UART เบอร์นี้

UART อีกเบอร์หนึ่ง คือ 16450 มีความสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 115200 บิตต่อวินาที และเพิ่มรีจีสเตอร์สำหรับพักข้อมูลสำหรับ UART นอกจากนั้นยังเพิ่มส่วนของชิฟต์รีจีสเตอร์แบบ FIFO (First In First Out) ขนาด 16 ไบต์เข้าไป ทำให้สามารถสนับสนุนความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ 256 กิโลบิตต่อวินาทีได้ โดยคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันใช้ UART เบอร์นี้หรือใหม่กว่า เช่น เบอร์ TL164750 ซึ่งมีรีจีสเตอร์แบบ FIFO ขนาด 64 ไบต์ ทำงานได้ที่ระดับแรงดัน +5 โวลต์ และ +3 โวลต์ มีโหมดประหยัดพลังงาน สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 1 เมกะบิตต่อวินาที เมื่อใช้สัญญาณนาฬิกา 16 เมกะเฮิร์ต

ความเร็ว ในการส่งข้อมูลที่มากมายของ UART เบอร์ใหม่ๆ ก็ไม่ได้ช่วยการรับส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์เร็วขึ้น เนื่องจากว่าคอมพิวเตอร์ยังใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาในการแปลงข้อมูลเพียง 1.8432 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปสามารถต่อพอร์ตอนุกรมสูงสุดได้ 4 พอร์ต มีชื่อเรียกว่าเป็น COM1, COM2, COM3 และ COM4 ซึ่งพอร์ตอนุกรมแต่ละตัวต่างก็ใช้งาน UART ภายในคอมพิวเตอร์ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกเช่นเดียวกัน ในแผนผังการทำงานภายในพอร์ตอนุกรมประกอบด้วยรีจีสเตอร์ 8 บิต 8 ตัว ที่ใช้งานร่วมกับ UART แอดเดรสของรีจีสเตอร์ภายในพอร์ตอนุกรมสามารถคำนวณได้จากค่ารีจีสเตอร์พื้นฐานของพอร์ตอนุกรม ตัวอย่าง พอร์ตอนุกรม COM1 มีแอดเดรสอยู่ที่ 3F8H ตำแหน่งของรีจีสเตอร์ต่างๆ จะเป็นตำแหน่งที่บวกเข้าไปกับค่า 3F8H โดยมีรีจีสเตอร์ที่ใช้งานพอร์ตอนุกรมมีดังนี้

00H เป็นรีจีสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาหรือเตรียมข้อมูลก่อนที่จะส่งออก

01H รีจีสเตอร์เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัพต์ ใช้เซตโหมดการอินเตอร์รัพต์ของพอร์ตอนุกรม

02H รีจีสเตอร์แสดงโหมดการอินเตอร์รัพต์ ใช้เพื่อตรวจสอบโหมดของการอินเตอร์รัพต์

03H รีจีสเตอร์สำหรับกำหนดรูปแบบของข้อมูล

04H รีจีสเตอร์ควบคุมโมเด็ม ใช้ตรวจสอบบิตสำหรับติดต่อกับโมเด็ม เช่น RTS หรือ DTR

05H รีจีสเตอร์แสดงสถานะการรับและการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

06H รีจีสเตอร์แสดงสถานะของโมเด็ม ซึ่งจะแสดงสถานะของขา DCD, RI, DSR และ CTS

06H รีจีสเตอร์สำหรับการเก็บข้อมูลชั่วคราว

2.12 พื้นฐานการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมโดย Visual Basic

ในการพัฒนาแอปพลิเคชั่นที่สามารถทำการสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านทางพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม ได้นั้นจำเป็นที่จะต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องการสื่อสารข้อมูล แต่ในการพัฒนาแอพพลิเคชัน เพื่อใช้ในการสื่อสารผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรมโดยใช้ Visual Basic นั้น ผู้พัฒนาสามารถใช้คอนโทรลสื่อสารที่ Visual Basic ได้เตรียมไว้ให้เพื่อใช้ในการพัฒนาแอพพลิเคชันสื่อสารข้อมูล ซึ่งคอนโทรลที่จะสามารถใช้ในการพัฒนา คือ คอนโทรล MSComm เป็นคอนโทรลที่มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมได้เป็นอย่างดีมีฟังก์ชันที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับพอร์ตอนุกรมอย่างครบถ้วน สามารถใช้ในการควบคุมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อสาร การดักจับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการสื่อสาร ผ่านทางพอร์ตอนุกรม เพื่อพัฒนาแอพพลิเคชันที่จะใช้ในการควบคุมเหตุการณ์นั้นๆ

พื้นฐานในการสื่อสารโดยผ่านทางพอร์ตอนุกรมคือ เครื่องคอมพิวเตอร์จะมีพอร์ตอนุกรมที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก และหัวใจสำคัญในการสื่อสารข้อมูลโดยใช้พอร์ตอนุกรมก็คือ กระบวนการในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือการจัดเรียงข้อมูล เมื่อมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างข้อมูลที่รับหรือส่งผ่านทางพอร์ตอนุกรมกับซีพียู กล่าวคือ ในการส่งข้อมูลจากซีพียูมายังพอร์ตอนุกรมนี้ จะทำการส่งมาในรูปแบบของข้อมูลที่มีหน่วยเป็นไบต์ แต่เมื่อมาถึงพอร์ตอนุกรมแล้วจะต้องมีกระบวนการในการแปลงข้อมูลนั้นให้อยู่ในรูปของบิต ซึ่งในการส่งข้อมูลออกหรือว่าการรับข้อมูลเข้าของพอร์ตอนุกรมนั้น จะทำการส่งข้อมูลในรูปแบบทีละบิตเป็นลำดับเรียงกันไป ในการรับข้อมูลก็เช่นเดียวกัน จะต้องมีกระบวนการในการแปลงลำดับของบิตที่รับเข้ามาผ่านทางพอร์ตอนุกรมให้เป็นไบต์เพื่อส่งไปให้กับซีพียูต่อไป

ในการพัฒนาแอพพลิเคชันที่ใช้ในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมโดยใช้คอนโทรล MSComm นี้ จะมีความสะดวกเป็นอย่างมาก เพราะว่าในขั้นตอนการพัฒนาแอพพลิเคชัน ผู้พัฒนาไม่จำเป็นที่จะต้องสนใจหรือต้องทำการพัฒนาส่วนการแปลงข้อมูลหรือการจัดเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม เพราะว่าการทำงานในส่วนนี้จะจัดการโดยคอนโทรล MSComm ทั้งหมด สิ่งที่ผู้พัฒนาจะต้องสนใจและทำการพัฒนา คือ จะทำการติดต่อกับคอนโทรล MSComm นี้อย่างไร คอนโทรลนี้มีฟังก์ชันอะไรให้ใช้งานได้บ้าง ในการตั้งค่าพื้นฐานเพื่อใช้ในการเปิดช่องทางการติดต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอนโทรล MSComm จะต้องมีการตั้งค่าพื้นฐาน 3 ส่วนด้วยกัน คือ Properties Commport เป็นการตั้งค่าเพื่อเลือกหมายเลขของพอร์ตอนุกรมที่จะใช้งาน โดยทั่วไปแล้วจะมีค่าเป็น 1 , 2 , 3 และ 4 ซึ่งหมายถึง com1 , com2 , com 3 และ com4 ตามลำดับ Settingsเป็นการตั้งค่าเพื่อกำหนดค่าพื้นฐานต่างๆที่จะใช้เป็นมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม เช่น ค่าความเร็วของช่องทางเดินของข้อมูลการเซ็ตบิตเพื่อใช้เช็คความถูกต้องของข้อมูลจำนวนชุดของบิตที่จะส่ง การเลือกใช้บิตหยุด เป็นต้น โดยจะทำการส่งค่าเป็นแบบข้อความ เช่น “9600, N, 8, 1” เป็นต้น Port Openเป็นการตั้งค่าในการเปิดหรือการปิดพอร์ตอนุกรม ที่จะใช้ในการสื่อสารข้อมูลค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการตั้งค่าให้กับคุณสมบัติ Settings จะมีอยู่ด้วยกัน 4 ส่วน ได้แก่

1) Baud Rate

2) Parity Values

3) Valid Data Bit Values

4) Stop Bit Values

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสามารถตั้งค่าต่างๆ ที่เป็นไปได้ของคุณสมบัติแต่ละตัวดังนี้ คือ

1) Baud Rate จะมีค่าได้ดังนี้ คือ 110, 300, 600, 1200, 2400, 9600 (เป็นค่ามาตรฐาน), 14400, 28800, 38400, 56000, 128000, 256000

2) Parity Values จะมีค่าได้ดังนี้ คือ

E	Even
M	Mark
N	None (เป็นค่ามาตรฐาน)
O	Odd
S	Space

3) Valid Data Bit Values จะมีค่าได้ดังนี้ คือ 4, 5 6, 7, 8 (เป็นค่ามาตรฐาน)

4) Stop Bit Values จะมีค่าได้ดังนี้ คือ 1 (เป็นค่ามาตรฐาน), 1.5, 2

ถ้าต้องการเปิดพอร์ตอนุกรมเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลผ่านทางพอร์ต Com 2 และต้องการให้มี Baud Rate เป็น 9600 ไม่มีการเช็คค่า Parity Bit มี Valid Data Bit เป็น 8 และ Stop Bit เป็น 1 จะต้องทำการตั้งคุณสมบัติต่างๆ ของคอนโทรล MSComm ดังนี้ คือ

```
"Open the Serial Port (Com 2)
MSComm1.CommPort = 2
MSComm1.Setting = "9600, 8, 1"
MSComm1.PortOpen = True
```

เมื่อทำการเปิดพอร์ตอนุกรมเรียบร้อยแล้วก็จะสามารถทำการส่งหรือรับข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมที่เปิดได้ โดยการใช้เมธอดในการรับส่งข้อมูลที่คอนโทรล MSComm ได้จัดเตรียมไว้

2.12.1 การรับและส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมโดยคอนโทรล MSComm

ในการรับหรือส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมนี้สามารถที่จะทำได้ก็ต่อเมื่อได้มีการเปิดการเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมเป็นที่เรียบร้อยแล้วเท่านั้น โดยในการรับหรือส่งข้อมูลโดยการใช้คอนโทรล MSComm นี้จะรับส่งผ่านบัฟเฟอร์ ซึ่งคอนโทรลสื่อสารนี้ได้เตรียมไว้ให้ โดยจะแยกการรับและการส่งข้อมูลผ่านทางบัฟเฟอร์ของแต่ละส่วน โดยจะประกอบด้วย

1) บัฟเฟอร์ที่ใช้ในการส่งข้อมูล (The Transmit Buffer)

2) บัฟเฟอร์ที่ใช้ในการรับข้อมูล (The Receive Buffer)

ในการรับหรือส่งข้อมูลผ่านทางบัฟเฟอร์นี้จะสามารถรับหรือส่งได้ทั้งข้อมูลที่เป็นข้อความหรือข้อมูลที่เป็นไบนารี เช่น รูปภาพหรือไฟล์วีดีโอ เป็นต้น โดยในการรับหรือส่งข้อมูลโดยใช้คอนโทรล MSComm จะมีลักษณะการใช้งานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับข้อมูลเพื่อใช้แสดงในคอนโทรลเท็กซ์ จะใช้เมธอด Input ดังนี้

```
TextDisplay.Text = MSComm1.Input
```

การส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตอนุกรม จะใช้เมธอด Output ดังนี้

```
MSComm1.Output = "This is a text string"
```

เมื่อทราบการตั้งค่าต่าง ๆ เพื่อใช้ในงานคอนโทรลแล้ว ในการพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อใช้ในการติดต่อกับพอร์ตอนุกรมก็จะสามารถทำได้ง่าย สิ่งที่ผู้ทำการพัฒนาแอพพลิเคชันสื่อสารข้อมูลต้องสนใจ คือ การจัดการรับข้อมูลเข้าผ่านพอร์ตอนุกรมเพื่อจะนำมาใช้ในการประมวลผลหรือส่งข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์จากการประมวลผลผ่านทางพอร์ตอนุกรมเพื่อนำไปใช้งานต่อไปเท่านั้น

2.12.2 การใช้งานคอนโทรล MSComm

คอนโทรล MSComm เป็นคอนโทรลตัวหนึ่งที่ช่วยติดต่อกับพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ซึ่งผู้อ่านทำการรับ-ส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมได้ด้วยคอนโทรลนี้ เช่น การติดต่อโดยตรงกับบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ซึ่งคอนโทรล MSComm ที่มากับ Visual Basic จะเป็นคอนโทรลที่ทำงานโดยมีการตอบสนองต่อเหตุการณ์แบบ even-driven นั่นก็คือ คอนโทรลจะทำหน้าที่ตรวจสอบการเกิดขึ้นหรือการร้องขอให้เกิดเหตุการณ์ต่างๆ กับพอร์ตอนุกรมโดยอัตโนมัติ และจะมีการแจ้งเตือนให้ได้ทราบผ่านทางโพรซีเยอร์เหตุการณ์ เช่นเดียวกับคอนโทรลทั่วไปของ Visual Basic

คอนโทรล MSComm จะมีหน้าที่มาตรฐานหลักๆ สำหรับการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม 3 ประการ ดังต่อไปนี้

1) หมุนหมายเลขติดต่อกับโทรศัพท์ปลายทางที่กำหนด

2) ตรวจสอบการเข้ามาของข้อมูลยังพอร์ตอนุกรมโดยอัตโนมัติ

3) ส่งข้อมูลตามที่กำหนดจากโปรแกรมไปยังพอร์ตอนุกรม

ในความเป็นจริงคอนโทรล MSComm ไม่ได้ทำหน้าที่ติดต่อกับพอร์ตอนุกรมโดยตรง แต่มันจะทำหน้าที่เรียกใช้ฟังก์ชันวินโดวส์ API ซึ่งวินโดวส์จะทำการส่งหรือรับข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมโดยอาศัยไดรเวอร์ Comm.drv จากนั้นก็จะส่งผ่านข้อมูลที่ถูกจัดรูปแบบตามมาตรฐานการสื่อสาร (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับพอร์ตอนุกรม) ให้กับดีไวซ์ไดรเวอร์อีกต่อหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล (Database) คือ วิธีการจัดเก็บข้อมูลที่สัมพันธ์กันอย่างมีระเบียบ ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการใช้งานและค้นหาข้อมูล ซึ่งฐานข้อมูลที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคย คือ ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เป็นรูปแบบการจัดการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลที่สัมพันธ์กัน โดยมองข้อมูลในลักษณะของตารางต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน

2.13.1 องค์ประกอบของฐานข้อมูล

1) แอพพลิเคชั่นฐานข้อมูล

แอพพลิเคชั่นฐานข้อมูล เป็นแอพพลิเคชั่นที่สร้างไว้ให้ผู้ใช้งานสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้อย่างสะดวกซึ่งมีรูปแบบการติดต่อกับฐานข้อมูลแบบเมนูหรือกราฟฟิก โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับฐานข้อมูลเลยก็สามารถเรียกใช้งานฐานข้อมูลได้

2) ระบบการจัดการฐานข้อมูล

ระบบการจัดการฐานข้อมูล เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่จัดการฐานข้อมูลในฐานข้อมูล ทั้งการจัดเก็บ การแสดงผล การค้นหา การสำรองข้อมูล ฯลฯ โดยเป็นเครื่องมือในการทำงานของผู้บริหารฐานข้อมูล และเป็นตัวกลางที่เชื่อมผ่านระหว่างแอพพลิเคชั่นฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นกับตัวข้อมูลในฐานข้อมูล ตัวอย่าง DBMS เช่น Microsoft Access, FoxPro, SQLServer, Oracle, Informix, DB2 เป็นต้น

3) ดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์

ดาต้าเบสเซิร์ฟ เป็นคอมพิวเตอร์ที่คอยให้บริการในการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งก็คือคอมพิวเตอร์ที่ระบบจัดการฐานข้อมูลทำงานอยู่นั้นเอง เพราะฉะนั้นจึงมักจะเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป

4) ข้อมูล

ข้อมูล คือ ตัวเนื้อของข้อมูลที่เราใช้งาน ซึ่งจะถูกเก็บในหน่วยความจำของดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ โดยจะถูกเรียกมาใช้งานจากระบบจัดการฐานข้อมูล

5) ผู้บริหารฐานข้อมูล

ผู้บริหารฐานข้อมูล เป็นคนที่ทำหน้าที่ดูแลข้อมูลในฐานข้อมูลผ่านระบบจัดการฐานข้อมูล ซึ่งจะควบคุมให้การทำงานเป็นไปอย่างราบรื่น นอกจากนี้ยังทำหน้าที่กำหนดผู้ที่จะมีสิทธิ์ใช้งานฐานข้อมูล กำหนดในเรื่องความปลอดภัยของการใช้งาน พร้อมทั้งดูแลดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ให้ทำงานอย่างเป็นปกติด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.2 ประโยชน์จากการประมวลผลด้วยฐานข้อมูล

1) ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล

2) สามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง

3) สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้

4) สามารถควบคุมความเป็นมาตรฐานได้

5) สามารถจัดหาระบบความปลอดภัยที่รัดกุมได้

6) สามารถควบคุมความคงสภาพของข้อมูลได้

7) สามารถสร้างสมดุลในความขัดแย้งของความต้องการได้

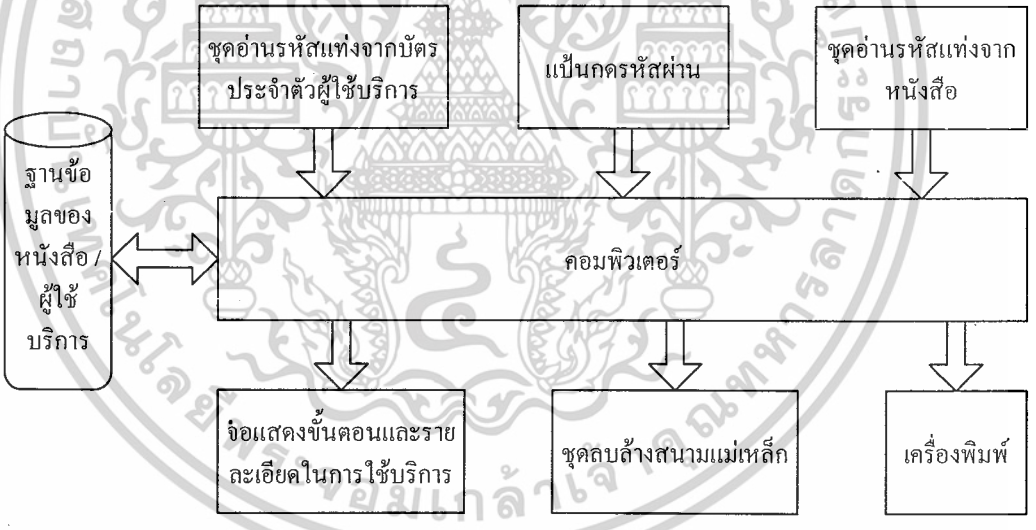
8) เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การทำงานของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองจะควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเริ่มจากรับรหัสแท่งจากบัตรประจำตัวและรับรหัสผ่านของผู้ใช้บริการจากแป้นกดเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการยืมหนังสือ โดยจะรับรหัสแท่งของหนังสือที่ผู้ใช้บริการต้องการยืม จากนั้นคอมพิวเตอร์จะติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อนำข้อมูลหนังสือมาแสดงทางจอภาพ เมื่อผู้ใช้บริการยืนยันการยืมหนังสือ ชุดลบล้างสนามแม่เหล็กก็จะทำงาน แล้วกลับไปรับรหัสแท่งจากหนังสือเล่มต่อไปในกรณีที่มีการยืมมากกว่า 1 เล่ม เมื่อผู้ใช้บริการทำการยืมเรียบร้อยแล้ว เครื่องพิมพ์จะพิมพ์รายการกำหนดการส่งคืนหนังสือให้กับผู้ใช้บริการ ผังการทำงานของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง

3.2.1 การออกแบบและการสร้าง

จากคุณสมบัติของ OPTO เบอร์ 4N35

ด้านอินพุต กำหนดให้ IF มีค่า 10 mA และ VF max มีค่า 1.5 V

$$R1 = \frac{Vin - VF}{IF} \quad (3.1)$$

$$= \frac{5V - 1.5V}{10\times10^{-3}}$$

$$R1 = 350\ \Omega \quad \text{เลือกใช้ } 330\ \Omega$$

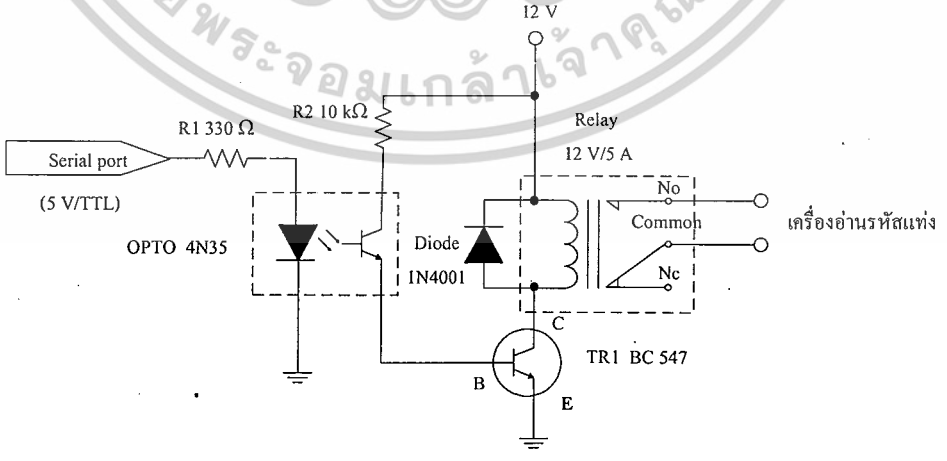
ด้านเอาต์พุต กำหนดให้ IL มีค่า 1.6 mA

$$R2 = \frac{Vcc}{I_L} \quad (3.2)$$

$$= \frac{12V}{1.6\times10^{-3}}$$

$$R2 = 7500\ \Omega \quad \text{เลือกใช้ } 10\ k\Omega$$

วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์ควบคุมแรงดันที่ออกมาจากพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจ่ายให้กับเครื่องอ่านรหัสแท่งให้ทำงานในกรณีที่มีการวางหนังสือ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

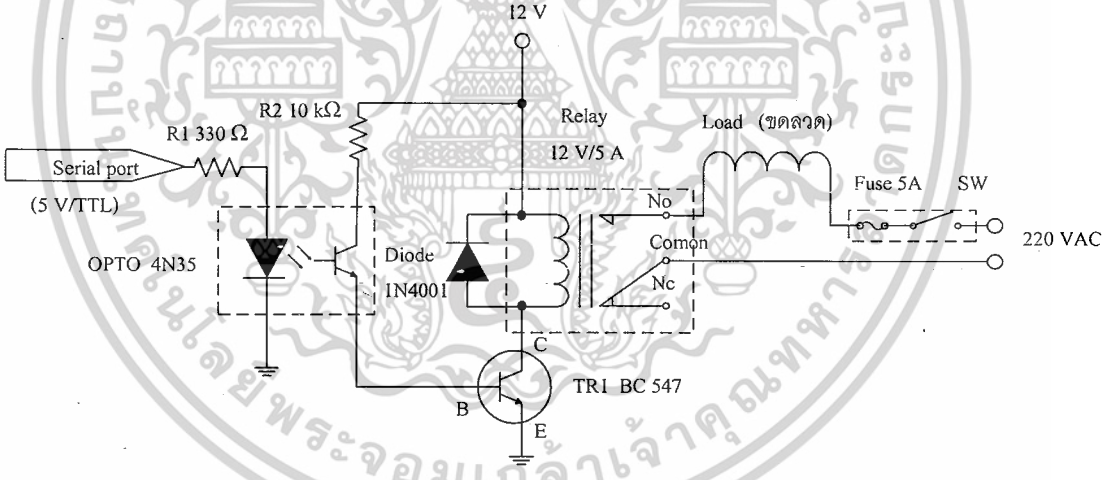
3.2.2 การทำงาน

ในขณะที่ยังไม่มีแรงดันออกมาจากพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ หน้าสัมผัสของรีเลย์ซึ่งเปรียบเสมือนสวิตซ์ควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่งจะยังไม่ต่อ เครื่องอ่านรหัสแท่งจึงยังไม่ทำงาน จนกระทั่งมีแรงดันออกมาจากพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ หน้าสัมผัสของรีเลย์จึงจะต่อเป็นการต่อวงจรให้กับเครื่องอ่านรหัสแท่งทำงาน ซึ่งวงจรนี้จะใช้ออปโต้เป็นตัวควบคุมการจ่ายแรงดันให้กับรีเลย์

3.3 วงจรควบคุมชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุมชุดลบล้างสนามแม่เหล็กทำหน้าที่เป็นสวิตช์ควบคุมแรงดันที่ออกมาจากพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจ่ายให้กับชุดลบล้างสนามแม่เหล็กซึ่งประกอบด้วยขดลวดเพื่อให้เกิดอำนาจสนามแม่เหล็กขึ้นมา ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก

3.3.2 การทำงาน

ในขณะที่ยังไม่มีแรงดันออกมาจากพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ หน้าสัมผัสของรีเลย์ซึ่งเปรียบเสมือนสวิตช์ควบคุมแรงดันที่จ่ายให้กับขดลวดจะยังไม่ต่อ ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจึงยังไม่เกิดสนามแม่เหล็ก จนกระทั่งมีแรงดันออกมาจากพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าสัมผัสของรีเลย์จึงจะต่อเป็นการต่อวงจรให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจึงเกิดสนามแม่เหล็ก ซึ่งวงจรนี้จะใช้ออปโต้เป็นตัวควบคุมการจ่ายแรงดันให้กับรีเลย์

3.4 ชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

ชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาเพื่อนำไปลบล้างอำนาจแม่เหล็กบนแถบแม่เหล็กซึ่งติดอยู่ที่หนังสือภายในห้องสมุด ซึ่งการสร้างอำนาจแม่เหล็กนั้นสามารถทำได้โดยการนำลวดทองแดงมาพันรอบแกนของหม้อแปลงซึ่งเป็นเหล็กรูปตัว E แผ่นบางหลายแผ่นนำมาวางซ้อนกัน แล้วจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวด จำนวนรอบในการพันขดลวดนั้นสามารถหาได้จากสมการความเข้มของฟลักซ์ (Flux)

$$B = \mu H \tag{3.3}$$

โดย B มีหน่วยเป็น เวเบอร์ต่อตารางเมตร (Wb/m^2) ในระบบเมตริกซ์ หรือ เทสลา (T) เมื่อ

$$1\ Tesla = 1\ Wb/m^2 \tag{3.4}$$

μ เป็นค่า ความซึมผ่านได้ของสนามแม่เหล็ก (permeability) มีหน่วยเป็น เฮนรี่ต่อเมตร (H/m) ในระบบเมตริกซ์ ค่า μ สำหรับแกนเหล็กนั้นมีค่าเท่ากับ 5×10^{-4} (H/m)

สำหรับความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก คือ เกาส์ (Gauss : G) ในที่นี้ 1 Tesla หรือ $1\ Wb/m^2$ เท่ากับ 10000 G

สำหรับชุดลบล้างสนามแม่เหล็กที่สำนักหอสมุดกลางใช้นั้นในปัจจุบันนั้นจะใช้แท่งแม่เหล็กถาวร เมื่อต้องการลบล้างอำนาจแม่เหล็กบนแถบแม่เหล็กซึ่งติดอยู่ที่หนังสือจะต้องนำหนังสือไปถูกับแท่งแม่เหล็กถาวรนี้ จากการวัดค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กได้ค่าเท่ากับ 80 kG

ในการออกแบบชุดลบล้างสนามแม่เหล็กจะต้องสร้างให้มีค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กเท่ากับ 80 kG หรือมากกว่า

ค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ต้องการสร้างขึ้นมาเพื่อนำไปใช้งานมีค่าเท่ากับ 200 kG หรือ 20 Tesla จากสมการที่ 3.3 โดยที่ $\mu = 5\times10^{-4}$ และ B = 20 Tesla

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้

$$H = \mu B \quad (3.5)$$

แทนค่า $H = (5 \times 10^{-4}) \times 20$

$H = 40000$ A/m

จากสมการ

$$H = \frac{I \times N}{L} \quad (3.6)$$

I คือกระแสที่ใช้ เท่ากับ 5 A

N คือจำนวนรอบที่พัน

L คือความยาวของเหล็ก เท่ากับ 2.5 เซนติเมตร

หาจำนวนรอบของลวดทองแดงที่พันด้วยแกนเหล็ก

$$N = \frac{H \times L}{I} \quad (3.7)$$

$$N = \frac{40000 \times 2.5 \times 10^{-2}}{5}$$

$N = 2000$ รอบ

เมื่อ μ มีค่ากับ 5×10^{-4} H/m จะได้

$$B = \mu H$$

$$= 5 \times 10^{-4} \text{ H/m} \times 40000 \text{A/m}$$

$$= 20 \text{ Wb/m}^2 \text{ หรือ } 200 \text{ kG}$$

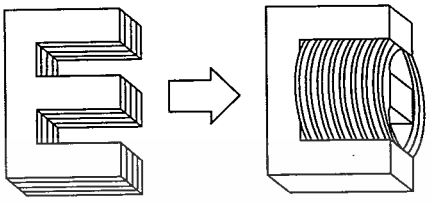
การนำไปใช้งานจะใช้ลวดทองแดงเบอร์ 32 พันรอบแกนของหม้อแปลงขนาด 19 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นเหล็กรูปตัว E แผ่นบางหลายแผ่นนำมาวางซ้อนกัน โดยพันเป็นจำนวน 2000 รอบ ได้ค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก 200 kG หรือ 20 Tesla

3.4.2 การติดตั้งชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก

ชุดลบล้างสนามแม่เหล็กทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มสูงเพื่อใช้ในการลบล้างสนามแม่เหล็กบนแถบแม่เหล็กที่ติดอยู่กับหนังสือ

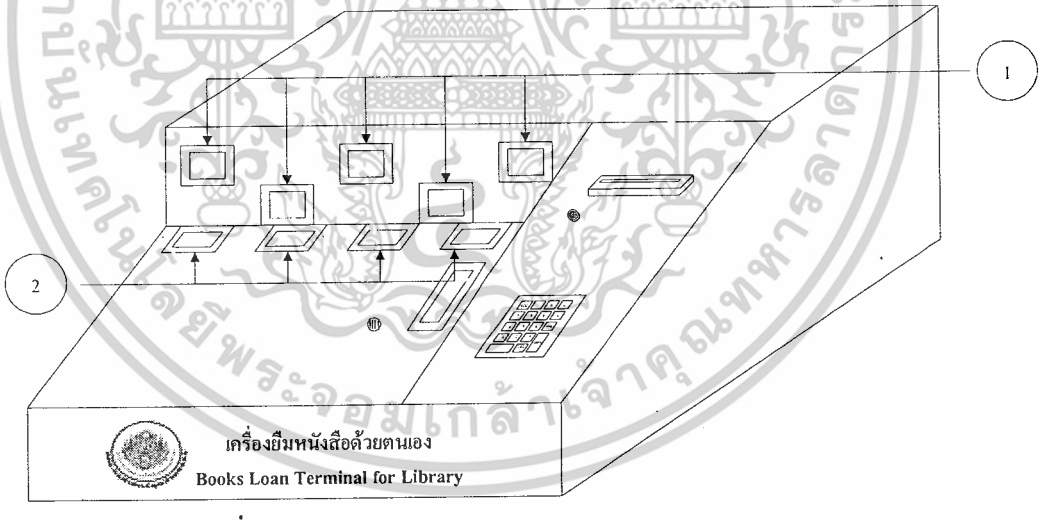
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดลบล้างสนามแม่เหล็กจะประกอบด้วยส่วนของขดลวดที่พันรอบแกนของหม้อแปลงขนาด 19 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นเหล็กรูปตัว E แผ่นบางหลายแผ่นนำมาวางซ้อนกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็ก

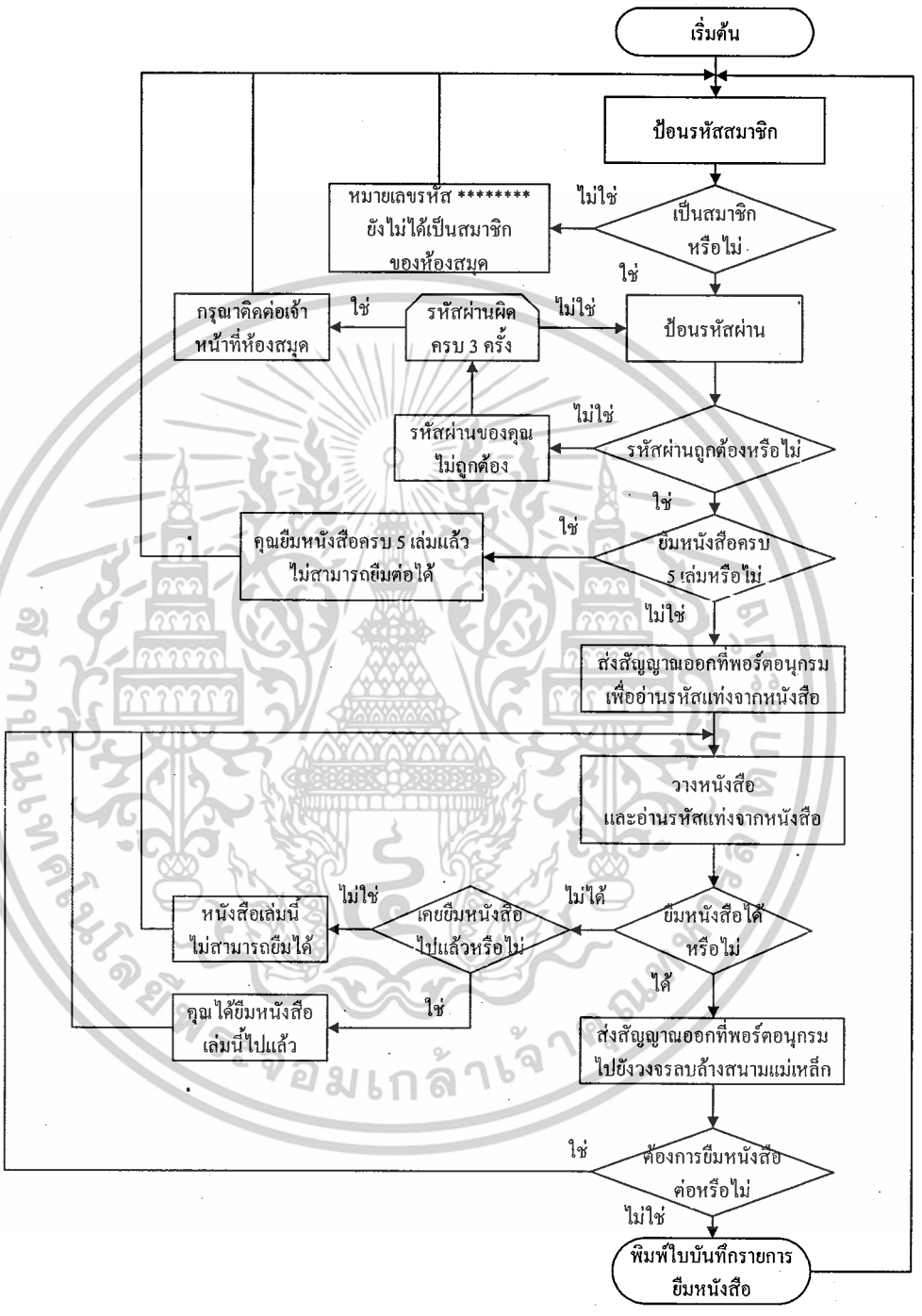
ชุดลบล้างสนามแม่เหล็กจะใช้ทั้งหมด 2 ชุด ชุดแรกจะติดตั้งบริเวณจุดที่ 1 เพื่อลบล้างสนามแม่เหล็กบนแถบแม่เหล็กที่ติดอยู่กับสันหนังสือ และชุดที่ 2 จะติดตั้งบริเวณจุดที่ 2 เพื่อลบล้างสนามแม่เหล็กบนแถบแม่เหล็กของหนังสือที่มีขนาดบางไม่สามารถติดบริเวณสันหนังสือได้ แต่จะสอดเข้าไประหว่างหน้าของหนังสือ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การติดตั้งชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของเครื่อง



รูปที่ 3.6 ผังงานของโปรแกรมเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.6 แสดงผังงานของโปรแกรมเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง เริ่มจากการรับค่าหมายเลขรหัสสมาชิกเข้ามาแล้วตรวจสอบว่าหมายเลขรหัสนี้เป็นสมาชิกของห้องสมุดหรือไม่ ถ้าไม่ได้เป็นสมาชิกก็จะไม่สามารถใช้บริการได้ แต่ถ้าเป็นสมาชิกก็จะรับค่ารหัสผ่านเข้ามาตรวจสอบความถูกต้อง หากป้อนรหัสผ่านผิดสามารถป้อนใหม่ได้จำนวน 3 ครั้ง เมื่อครบ 3 ครั้งแล้วจะแสดงข้อความว่ากรุณาติดต่อเจ้าหน้าที่ห้องสมุด หากป้อนรหัสถูกต้องก็จะตรวจสอบว่าผู้ใช้บริการรหัสนี้ได้ยืมหนังสือครบ 5 เล่มแล้วหรือไม่ ถ้าครบแล้วจะแสดงข้อความว่าคุณยืมหนังสือครบ 5 เล่มแล้ว ไม่สามารถยืมต่อได้ แต่ถ้าผู้ใช้บริการรหัสนี้ยืมหนังสือยังไม่ครบครบ 5 เล่มก็จะส่งสัญญาณออกไปที่พอร์ตอนุกรมเพื่อสั่งให้เครื่องอ่านรหัสแท่งรอที่จะอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ เมื่อผู้ใช้บริการวางหนังสือลงตรงจุดที่กำหนดรหัสแท่งจากหนังสือก็จะถูกป้อนเข้ามาแล้วตรวจสอบว่าหนังสือเล่มนี้สามารถยืมได้หรือไม่ ถ้าเป็นหนังสือที่ไม่สามารถยืมได้จะมี 2 กรณี คือหนังสือที่ไม่สามารถยืมได้และหนังสือรหัสนี้ได้ถูกยืมไปแล้ว ถ้าเป็นหนังสือที่สามารถยืมได้ก็จะส่งสัญญาณออกไปที่พอร์ตอนุกรมเพื่อสั่งให้วงจรลบล้างสนามแม่เหล็กทำการลบล้างสนามแม่เหล็กบนแถบแม่เหล็กเมื่อเสร็จกระบวนการนี้ ก็จะตรวจสอบว่าผู้ใช้บริการต้องการยืมหนังสือต่อหรือไม่ ถ้าต้องการยืมหนังสือต่อก็จะกลับไปรอรับรหัสแท่งจากหนังสือเล่มต่อไป แต่ถ้าไม่ต้องการยืมหนังสือต่อก็จะทำการพิมพ์บันทึกรายการยืมหนังสือออกมาให้กับผู้ใช้บริการแล้วกลับไปเริ่มต้นใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของวงจรในส่วนต่างๆ ของโครงงานเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง โดยจะแบ่งการทดลองออกเป็นส่วนต่างๆ เพื่อสะดวกในการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ซึ่งจะประกอบด้วย การทดลองอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษา การทดลองอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ การทดลองวงจรลบล้างสนามแม่เหล็ก และการทดลองพิมพ์บันทึกรายการยืมหนังสือ

4.2 การทดลองอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษา

4.2.1 การทดลอง

1) ทำการเชื่อมต่อเครื่องอ่านรหัสแท่งเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม
2) เปิดโปรแกรมแสดงรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษา ให้แสดงผลที่จอแสดงผล
3) เปิดสวิตช์การทำงานของเครื่อง
4) สอดบัตรนักศึกษาเข้าไปในช่องเสียบบัตร แล้วกดสวิตช์
5) สังเกตหมายเลขที่ปรากฏบนจอแสดงผล
6) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษา

รหัสบัตรนักศึกษา	หมายเลขที่ปรากฏบนจอแสดงผล
46035281	รหัสสมาชิก 46035281

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองโปรแกรมการอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษา ให้แสดงผลที่จอแสดงผลสามารถอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษาออกไปแสดงที่จอแสดงผล ได้อย่างถูกต้อง

4.3 การทดลองการป้อนรหัสผ่าน

4.3.1 การทดลอง

1) เปิดโปรแกรมการป้อนรหัสผ่าน

2) กำหนดรหัสผ่านให้กับรหัสนักศึกษาตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 รหัสผ่านของบัตรนักศึกษา

รหัสนักศึกษา	รหัสผ่าน
46035281	11111

3) เปิดโปรแกรมเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

4) ป้อนรหัสนักศึกษาและใส่รหัสผ่านตามตารางที่ 4.3

6) สังเกตผลว่าสามารถผ่านไปยังหน้าต่างต่อไปได้หรือไม่

7) บันทึกผลการทดลองตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการป้อนรหัสผ่าน

รหัสบัตรนักศึกษา	รหัสผ่าน	ผ่าน/ไม่ผ่าน
46035281	11111	ผ่าน
	12345	ไม่ผ่าน

4.3.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.3 รหัสที่จะต้องป้อนจะต้องตรงกับรหัสที่ได้กำหนดไว้เท่านั้น จึงจะทำให้โปรแกรมผ่านและจะไปทำงานในส่วนต่อไป ถ้าหากป้อนรหัสไม่ตรงกับรหัสที่กำหนดไว้ จอมอนิเตอร์จะแสดงผลว่า “รหัสผ่านของคุณไม่ถูกต้อง”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ

4.4.1 การทดลอง

1) เปิดโปรแกรมอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ

2) วางหนังสือตรงตำแหน่งที่กำหนดไว้

3) สังเกตผลที่แสดงทางจอแสดงผล

4) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ

รหัสหนังสือ	ชื่อหนังสือ	ชื่อผู้แต่ง
11111111	อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	ชลิต โภคาเจริญวัจนะ
22222222	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	อดุลย์ กัลยาแก้ว
33333333	Visual Basic 6	สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร
88888888	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 1	ไมตรี วรวุฒิจรรยากุล
66666666	เทคนิคการตรวจซ่อมเครื่องเสียง	ธวัชชัย ดุลยสุจริต

4.4.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ สามารถดึงข้อมูลของหนังสือมาแสดงยังจอแสดงผลได้ ทั้งชื่อหนังสือและชื่อผู้แต่ง

4.5 การทดลองลบล้างสนามแม่เหล็ก

4.5.1 การทดลอง

1) ทำการต่อวงจรควบคุมชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก (รูปที่ 3.3) เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม COM 1

2) ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร

3) ทำการปรับความเข้มของสนามแม่เหล็กค่าต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.5

4) เปิดสวิตซ์การทำงานของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนอง

5) นำชุดลบล้างสนามแม่เหล็กไปลบล้างสนามแม่เหล็กที่หนังสือ

6) จับเวลา และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการลบล้างสนามแม่เหล็ก

ความเข้มสนามแม่เหล็ก (กิโลเกาส์)	เวลา (วินาที)	ขนาดของหนังสือ (ก×ย×ส) / ผลการลบล้างแถบแม่เหล็ก (ได้/ไม่ได้)			
		14×15.5×0.5 (cm.)	3.5×19×0.4 (cm.)	17.5×25×8.5 (cm.)	23.5×28.5×4.5 (cm.)
80	1	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
	3	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
	5	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
90	1	ได้	ได้	ได้	ได้
	3	ได้	ได้	ได้	ได้
	5	ได้	ได้	ได้	ได้
100	1	ได้	ได้	ได้	ได้
	3	ได้	ได้	ได้	ได้
	5	ได้	ได้	ได้	ได้
120	1	ได้	ได้	ได้	ได้
	3	ได้	ได้	ได้	ได้
	5	ได้	ได้	ได้	ได้

4.5.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองลบล้างสนามแม่เหล็ก ได้กำหนดความเข้มของสนามแม่เล็กออกเป็นค่าต่างๆ กัน กำหนดเวลาในการลบและทำการทดลองลบล้างสนามแม่เหล็กตามขนาดหนังสือที่ได้กำหนดไว้ ผลจากการทดลองชุดลบล้างสนามแม่เหล็กสามารถลบล้างสนามแม่เหล็กได้ที่ความเข้มของสนามแม่เหล็กมีค่าตั้งแต่ 90 kG ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดลองพิมพ์ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ

4.6.1 การทดลอง

1) เปิดโปรแกรมเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

2) ต่อเครื่องพิมพ์เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ใส่กระดาษในเครื่องพิมพ์

3) ทดลองยืมหนังสือด้วยเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

4) ออกจากการยืม เพื่อให้เครื่องพิมพ์ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองพิมพ์ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ

ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ

ชื่อสมาชิก วิระศักดิ์ วัตถุ รหัสสมาชิก 46035281

รหัสหนังสือ	ชื่อหนังสือ	กำหนดการคืนหนังสือ
1	Excel 2000 VBA	4/14/2005
2	Inside MS SQL Server 7.0	4/14/2005
3	Visual Basic 6.0 XML	4/14/2005
4	COM IDL Interface Design	4/14/2005
5	Analyzing Requirements	4/14/2005

4.6.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองพิมพ์ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ สามารถพิมพ์ใบบันทึกรายการได้อย่างถูกต้อง

4.7 การทดลองเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

4.7.1 การทดลอง

1) ทำการต่ออุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องตามคู่มือการใช้งาน

2) เปิดสวิตช์การทำงานของเครื่องยืมหนังสือและเปิดโปรแกรมยืมหนังสือด้วยตนเองจะได้หน้าจอที่พร้อมสำหรับการทำงานของเครื่องตามรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 หน้าจอของเครื่องเมื่อพร้อมทำงาน

4) นำบัตรสมาชิกสอดลงไปในช่องเสียบบัตร จะทำให้ชุดอ่านรหัสแท่งอ่านรหัสแท่งจากบัตรสมาชิกแสดงผลทางจอแสดงผล ตามด้วยกดรหัสผ่านของสมาชิก ตามรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงรหัสสมาชิกและรหัสผ่านของผู้ใช้บริการ

5) กดปุ่ม Enter จะทำให้หน้าจอแสดงผลเปลี่ยนเป็นหน้าจอให้วางหนังสือตามรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 หน้าจอบอกให้วางหนังสือ

6) และนำหนังสือวางลงบนเครื่อง จะทำให้เครื่องอ่านรหัสแท่งอ่านรหัสแท่งจากหนังสือและแสดงข้อมูลของหนังสือทางจอแสดงผล ต่อจากนั้นชุดลบล้างสนามแม่เหล็กจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาลบล้างสนามแม่เหล็กที่สันหนังสือ และจะแสดงสถานะการยืมหนังสือทางจอแสดงผล ตามรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงสถานะการยืมหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) จะใช้เวลาในการลบล้างสนามแม่เหล็กประมาณ 1 วินาที จากนั้นก็หยิบหนังสือออก ถ้าต้องการยืมต่อก็ให้กดปุ่ม Backspace และทำตามขั้นตอนในข้อ 6 (สามารถยืมหนังสือได้สูงสุด 5 เล่ม) เมื่อไม่ต้องการที่จะยืมหรือยืมครบตามจำนวนแล้วก็ให้กดปุ่ม Esc หน้าจอจะบอกให้หยิบบัตรสมาชิกและรอรับใบบันทึกรายการยืมหนังสือ ตามรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 หน้าจอให้หยิบบัตรสมาชิกและรอรับใบบันทึกรายการยืมหนังสือ

9) หยิบบัตรสมาชิกและรอรับใบบันทึกรายการยืมหนังสือ ลักษณะของใบบันทึกรายการยืมหนังสือตามรูปที่ 4.6

ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ

ชื่อสมาชิก วิระศักดิ์ วัตถุ รหัสสมาชิก 46035281

รหัสหนังสือ	ชื่อหนังสือ	กำหนดการคืนหนังสือ
66666666	เทคนิคการตรวจซ่อมเครื่องเสียง	1/5/2548
22222222	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	1/5/2548
11111111	อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	1/5/2548
55555555	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 2	1/5/2548
33333333	Visual Basic 6	1/5/2548

รูปที่ 4.6 ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปได้ว่า เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง สามารถอ่านรหัสแท่งจากบัตรสมาชิก สามารถตรวจสอบรหัสผ่าน สามารถอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ สามารถลบล้างสนามแม่เหล็ก สามารถพิมพ์ใบบันทึกรายการยืมหนังสือได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองที่สร้างขึ้น สามารถใช้ยืมหนังสือด้วยตนเอง สามารถให้บริการยืมหนังสือได้ครั้งละ 1 เล่ม สามารถอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษาและแสดงผลทางจอแสดงผลได้ สามารถอ่านรหัสแท่งจากหนังสือและแสดงผลทางจอแสดงผลได้ สามารถตรวจสอบรหัสผ่านที่ใช้ถูกต้องหรือไม่เพื่อป้องกันการนำบัตรนักศึกษาของผู้อื่นมาใช้บริการ สามารถลบล้างสนามแม่เหล็กที่ใช้ป้องกันการขโมยหนังสือได้ สามารถเชื่อมต่อเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม เพื่อแสดงผลและพิมพ์บันทึกรายการยืมหนังสือได้ในการให้บริการยืมหนังสือจะใช้เวลาประมาณ 1 วินาทีต่อการยืมหนังสือ 1 เล่ม

การทำงานของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองจะควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเริ่มจากรับรหัสแท่งจากบัตรประจำตัวและรับรหัสผ่านของผู้ใช้บริการจากแป้นกดเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการยืมหนังสือ จากนั้นก็จะรับรหัสแท่งของหนังสือที่ผู้ใช้บริการต้องการยืม จากนั้นคอมพิวเตอร์จะติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อนำข้อมูลหนังสือมาแสดงทางจอภาพ เมื่อผู้ใช้บริการยืนยันการยืมหนังสือชุดลบล้างสนามแม่เหล็กก็จะทำงาน แล้วกลับไปรับรหัสแท่งจากหนังสือเล่มต่อไปในกรณีที่มีการยืมมากกว่า 1 เล่ม เมื่อผู้ใช้บริการทำการยืมเรียบร้อยแล้ว เครื่องพิมพ์จะพิมพ์รายการกำหนดการส่งคืนหนังสือให้กับผู้ใช้บริการ

การออกแบบ และการสร้างเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของชุดอ่านรหัสแท่ง (Bar code) ของหนังสือและบัตรประจำตัวของผู้ใช้บริการ ส่วนของโปรแกรมที่ใช้ตรวจสอบรหัสผ่านและแสดงรายละเอียดของหนังสือ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลมาแสดง และส่วนของชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก

จากการทดลองโปรแกรมการอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษา ให้แสดงผลที่จอแสดงผล สามารถอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษาออกไปแสดงที่จอแสดงผล ได้อย่างถูกต้อง

จากการทดลองป้อนรหัสผ่าน รหัสที่จะต้องป้อนจะต้องตรงกับรหัสที่ได้กำหนดไว้เท่านั้น จึงจะทำให้โปรแกรมผ่านและจะไปทำงานในส่วนต่อไป ถ้าหากป้อนรหัสไม่ตรงกับรหัสที่กำหนดไว้ จอมอนิเตอร์จะแสดงผลว่า “รหัสผ่านของคุณไม่ถูกต้อง”

จากผลการทดลองสามารถอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ สามารถดึงข้อมูลของหนังสือมาแสดงยังจอแสดงผลได้ ทั้งชื่อหนังสือและชื่อผู้แต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองลบล้างสนามแม่เหล็ก ได้กำหนดความเข้มของสนามแม่เล็กออกเป็นค่าต่างๆ กัน กำหนดเวลาในการลบและทำการทดลองลบล้างสนามแม่เหล็กตามขนาดหนังสือที่ได้กำหนดไว้ ผลจากการทดลองชุดลบล้างสนามแม่เหล็กสามารถลบล้างสนามแม่เหล็กได้ที่ความเข้มของสนามแม่เหล็กมีค่าตั้งแต่ 90 kG ขึ้น

จากการทดลองพิมพ์ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ สามารถพิมพ์ใบบันทึกรายการยืมหนังสือที่แสดงรหัสหนังสือ ชื่อหนังสือและกำหนดการส่งคืนหนังสือ ได้อย่างถูกต้อง

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

เครื่องยืมหนังสือด้วยเองที่ได้จัดทำขึ้น ยังมีข้อบกพร่องบางประการในการทำงาน ทางคณะผู้จัดทำจึงได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการพัฒนาโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ปัญหา เครื่องอ่านรหัสแท่งจากบัตรประจำตัวนักศึกษาไม่สามารถทำงานได้ตลอดเวลาต้องกระตุ้นการทำงานของเครื่องก่อนทุกครั้งที่ใช้งาน

แนวทางแก้ไข ต่อสวิตช์เพื่อให้ผู้ใช้บริการกดเมื่อต้องการใช้งาน

2. ปัญหา ชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็กบนแถบแม่เหล็กที่พันด้วยแกนอากาศ จะมีความเข้มสนามแม่เหล็กน้อย

แนวทางแก้ไข ใช้ขดลวดพันด้วยแกนเหล็กเพื่อให้ได้ความเข้มของสนามแม่เหล็กเพิ่มมากขึ้น

3. ปัญหา ชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็กไม่สามารถใช้ขดลวดเพียงชุดเดียวได้ เนื่องจากเส้นแถบแม่เหล็กมีความยาวเท่ากับความยาวหนังสือ

แนวทางแก้ไข สร้างชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็กเพิ่มอีกสามชุดแล้วนำมาต่อเรียงกันเพื่อให้สนามแม่เหล็กครอบคลุมเส้นแถบแม่เหล็กที่ติดอยู่ที่สันหนังสือ

4. ปัญหา แผ่นพลาสติกที่นำมาใช้งานมีความหนาเท่ากับ 2 มิลลิเมตร เมื่อนำมาปิดหน้าชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็กทำให้สนามแม่เหล็กที่แพร่กระจายออกมาถูกลดทอนลงจาก 200 kG ลดลงเหลือ 80 kG

แนวทางแก้ไข นำแผ่นพลาสติกที่มีความบางเท่ากับ 1 มิลลิเมตร นำมาปิดหน้าชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็ก แต่ก็ยังมีการลดทอนอยู่จาก 200 kG ลดลงเหลือ 120 kG ซึ่งค่าความเข้มสนามแม่เหล็กขนาดนี้เพียงพอที่จะนำไปใช้งาน

5. ปัญหา หนังสือที่มีขนาดบางซึ่งไม่สามารถติดแถบแม่เหล็กบริเวณสันหนังสือได้ จึงได้สอดแถบแม่เหล็กเข้าไปในระหว่างหน้าหนังสือแทน ทำให้ชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็กไม่สามารถลบล้างสนามแม่เหล็กได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางแก้ไข ติดตั้งชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็กเพิ่มทางแนวนอน เพื่อให้ลบล้างสนามแม่เหล็กที่หนังสือเล่มบางได้

6. ปัญหา เมื่อใช้งานชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็กต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน จะเกิดความร้อนขึ้นที่ขดลวด

แนวทางแก้ไข ติดตั้งพัดลมเพื่อช่วยระบายความร้อนที่เกิดขึ้น

7. ปัญหา เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็ก จะเกิดเสียงดังขึ้น เนื่องจากการสั่นสะเทือนของชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็ก

แนวทางแก้ไข นำแผ่นยางมารองใต้ชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็ก เพื่อลดแรงสั่นสะเทือน

8. ปัญหา หนังสือเล่มบางไม่สามารถลบล้างสนามแม่เหล็กได้ เนื่องจากตำแหน่งของขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็กกับแถบแม่เหล็กที่ติดกับหนังสือไม่ตรงกัน

แนวทางแก้ไข ปรับตำแหน่งการวางของขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็กให้ตรงกับเส้นแถบแม่เหล็กที่ติดกับหนังสือ

5.3 แนวทางการพัฒนา

5.3.1 การพัฒนาโปรแกรม

1. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถติดต่อผ่านระบบเครือข่ายสำนักงาน
2. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถติดต่อฐานข้อมูลหนังสือที่มีในห้องสมุดได้
3. พัฒนาโปรแกรมการยืมและคืนหนังสือด้วยตนเองให้มีรูปแบบเดียวกัน

5.3.2 การพัฒนาเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

1. ตัวเครื่องควรจะมีขนาดเล็กกะทัดรัด เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย
2. พัฒนาให้สามารถยืมหนังสือและคืนหนังสือได้ด้วยเครื่องเดียว
3. ใช้เครื่องอ่านรหัสแท่งที่สามารถอ่านได้ตลอดเวลามาใช้อ่านรหัสแท่งจากบัตรประจำตัว
4. พัฒนาให้เครื่องสร้างสนามแม่เหล็กบนแถบแม่เหล็กได้
5. นำเซนเซอร์มาใช้ในการตรวจสอบการสอดบัตรนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2538

ดุสิต เครืองาม. **สิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542

อดุลย์ กัลยาแก้ว. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ. 2546

ไมตรี วรวุฒิจรรยากุลวงศ์. **เครื่องกลไฟฟ้าเบื้องต้น เล่ม1.** กรุงเทพฯ : พลชัยพริ้นติ้ง. 2543

วิสุทธิ์ อธิพรธรรม. **วิศวกรรมแม่เหล็กไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : งานตำราและเอกสารการพิมพ์. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2546

อภิชาต ภู่พลับ. **เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic.** กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์. 2546

ศุภชัย สมพานิช. **พัฒนาระบบฐานข้อมูลด้วย Visual Basic 6.** กรุงเทพฯ : เอช เอ็น กรุ๊ป. 2547

นันทนี แขวงโสภา. **Access XP 2002.** กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

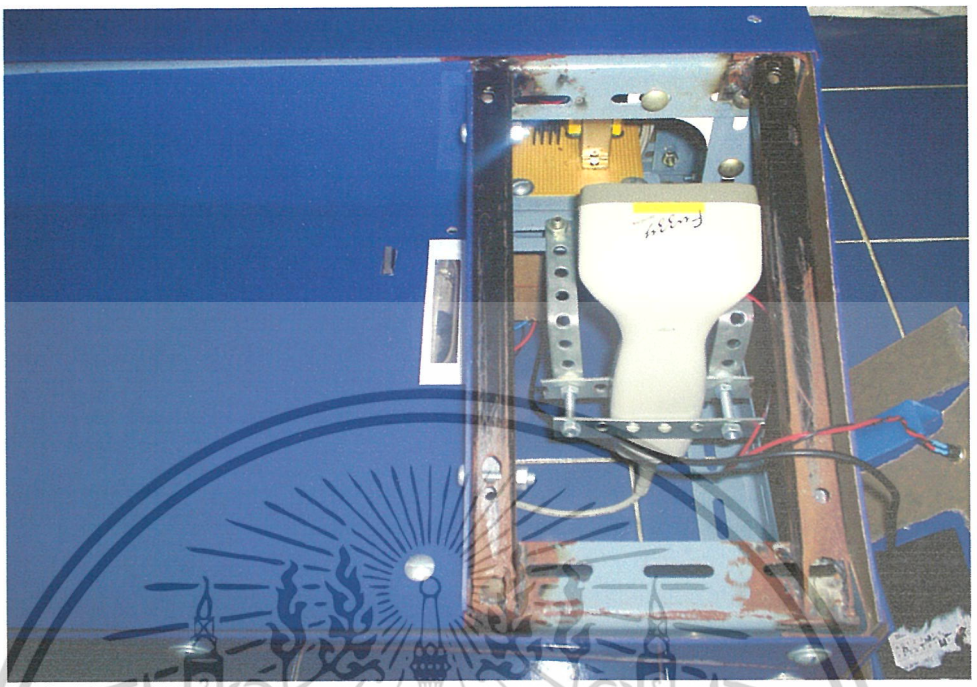
ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

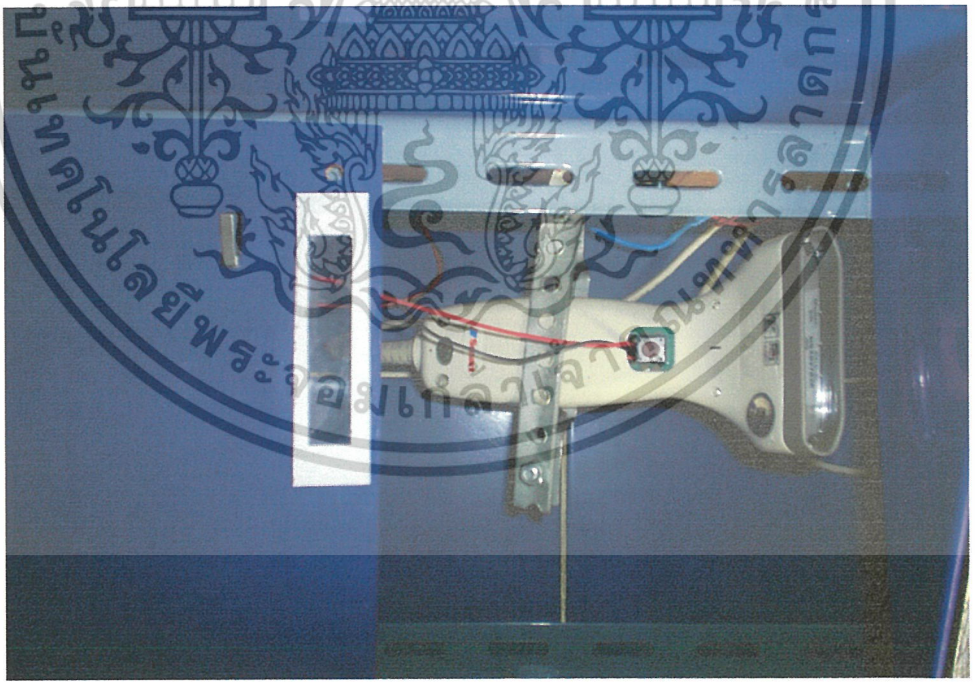
รูปที่ ก.1 เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง (ด้านหน้า)

รูปที่ ก.2 เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง (ด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

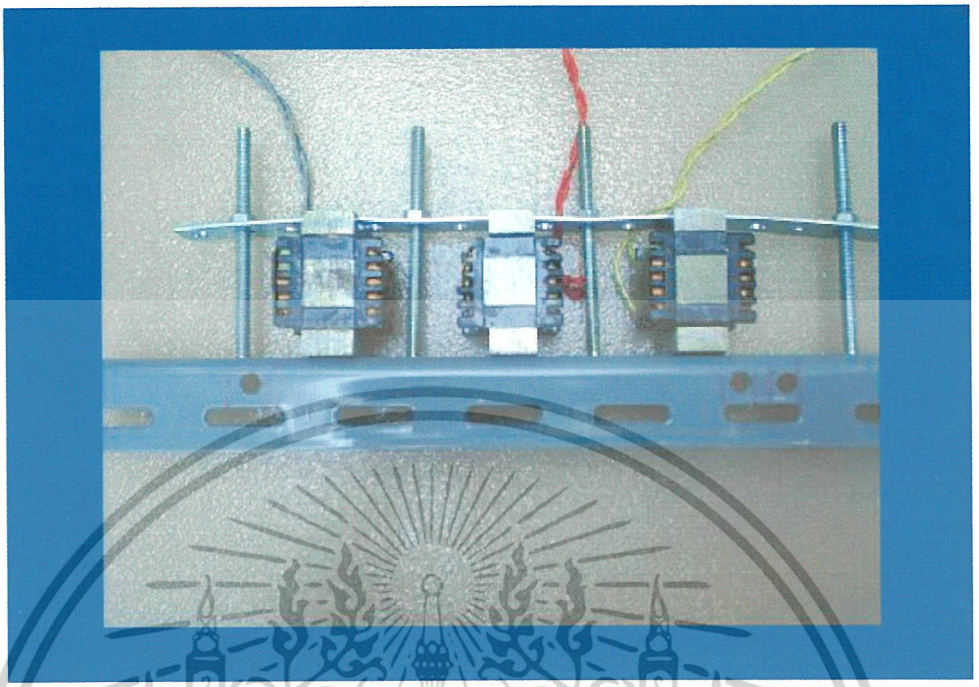


รูปที่ ก.3 ชุดอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษา

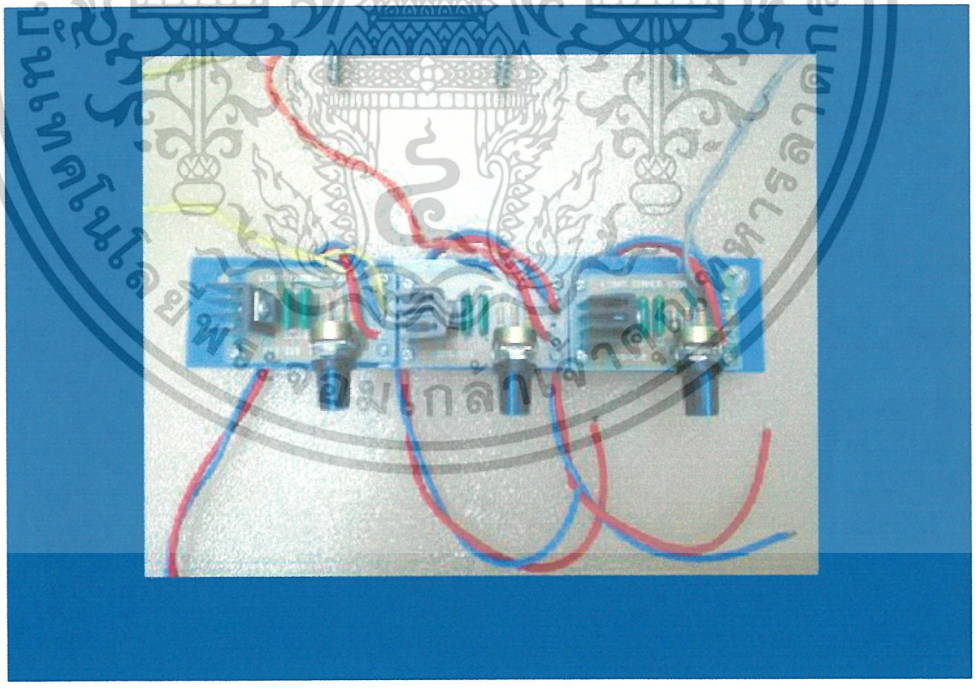


รูปที่ ก.4 ชุดอ่านรหัสแท่งจากรหัสหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

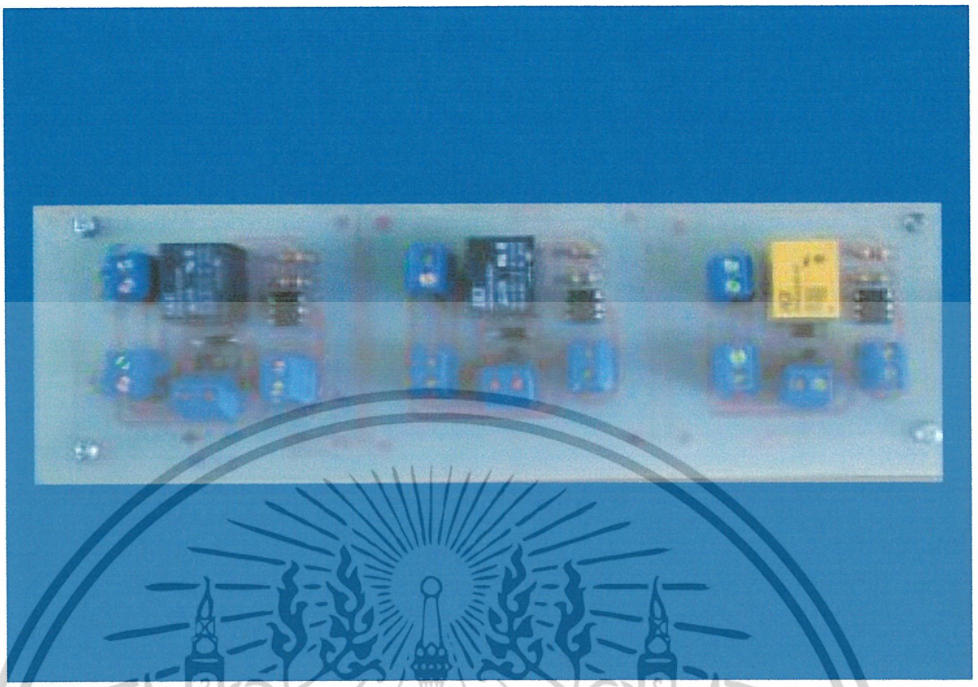


รูปที่ ก.5 ชุดขดลวดลบล้างสนามแม่เหล็ก



รูปที่ ก.6 ชุดควบคุมการลบล้างแถบแม่เหล็ก

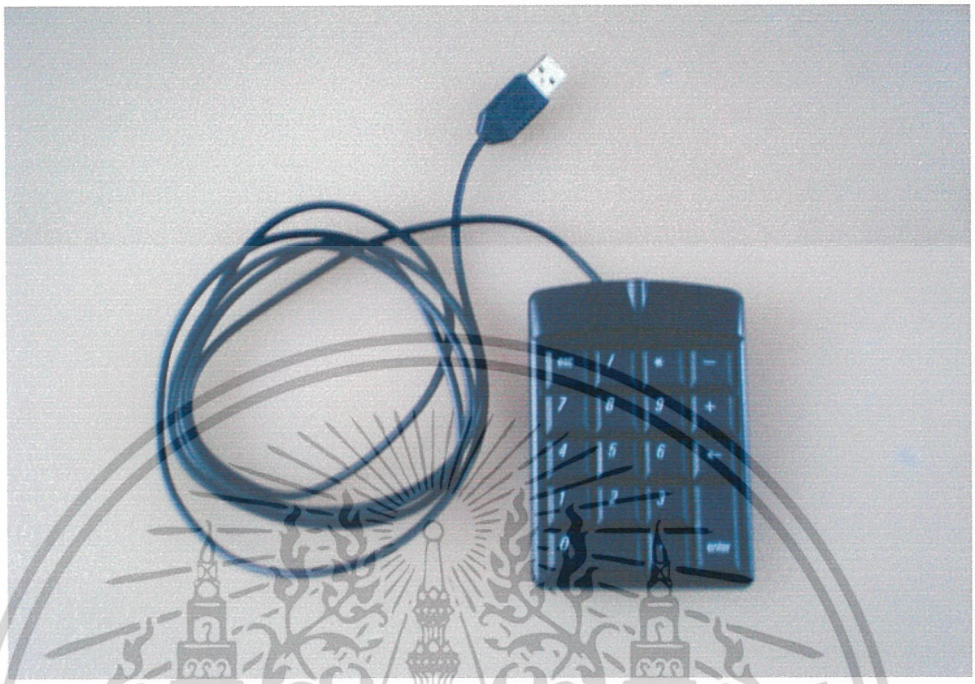
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.7 วงจรควบคุมชุดลบล้างแถบแม่เหล็ก

รูปที่ ก.8 วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

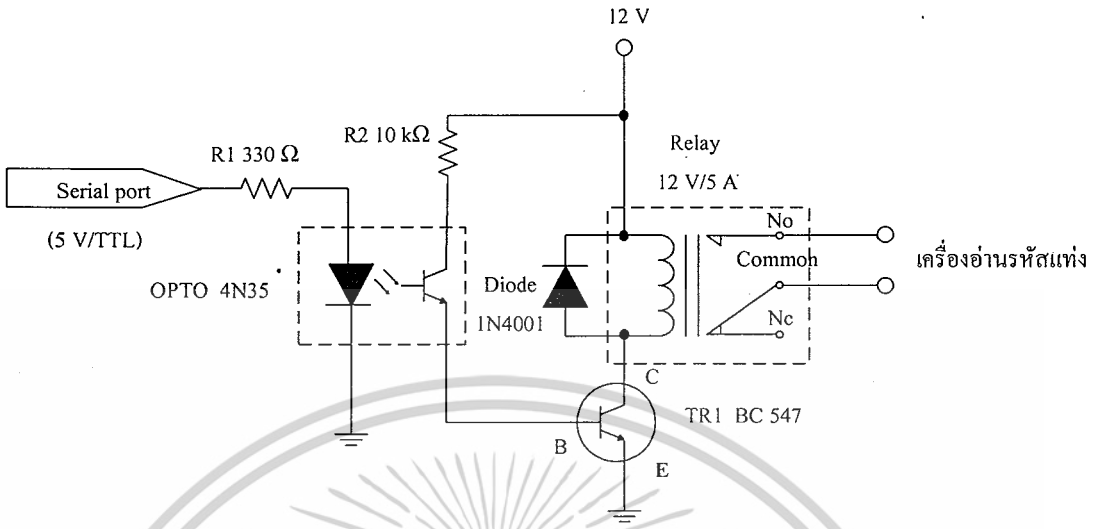


รูปที่ ก.9 แป้นพิมพ์รับค่าการสั่งงานของเครื่อง

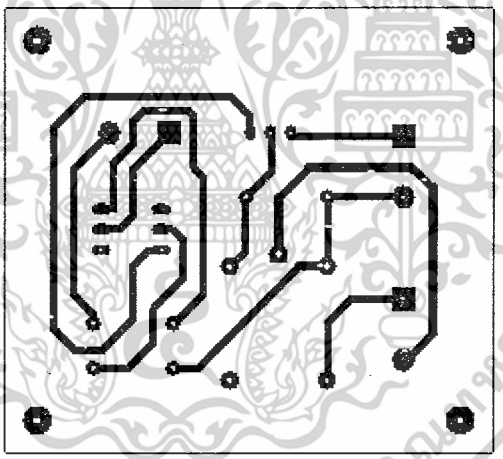
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

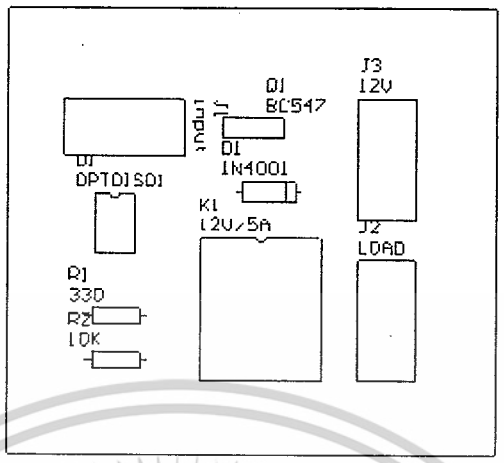


รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง

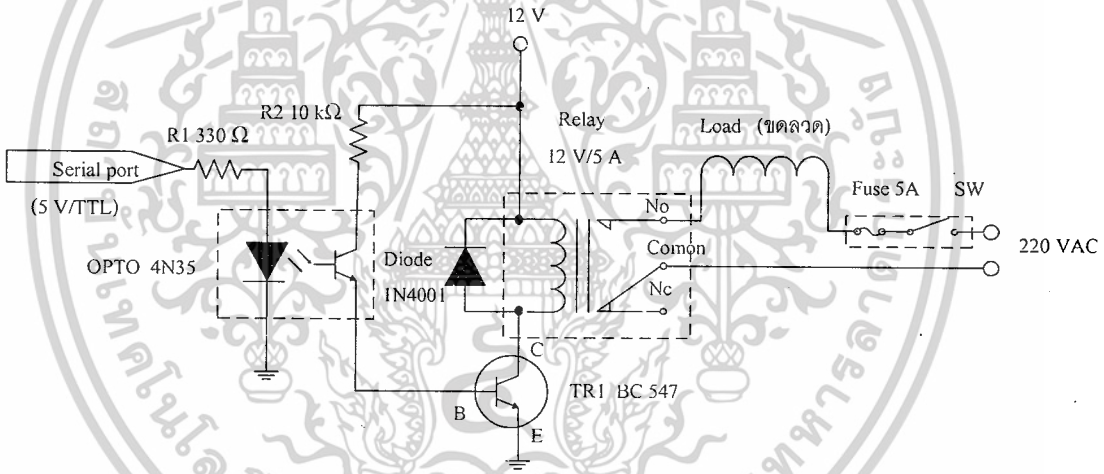


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

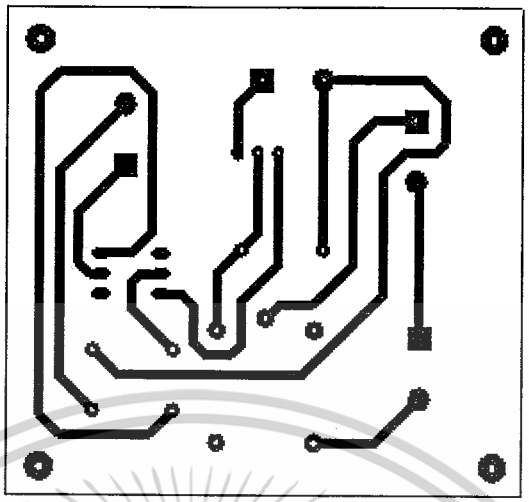


รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง

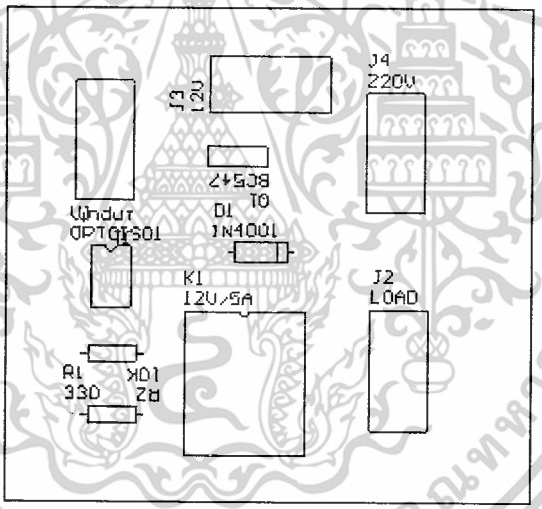


รูปที่ ข.4 วงจรลบล้างแถบแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรลบล้างแถบแม่เหล็ก



รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรลบล้างแถบแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมเครื่องอ่านรหัสแท่ง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	OPTO	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	BC547	2 ตัว
D1	1N4001	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	330 Ω 1/4 W 5%	4 ตัว
R2	10 kΩ 1/4 W 5%	4 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1 – J3	Connecter 2 pin	6 ตัว
K1	Relay 12V/5A	2 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรลบล้างแถบแม่เหล็ก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	OPTO	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1	BC547	1 ตัว
D1	1N4001	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	330 Ω 1/4 W 5%	2 ตัว
R2	10 kΩ 1/4 W 5%	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

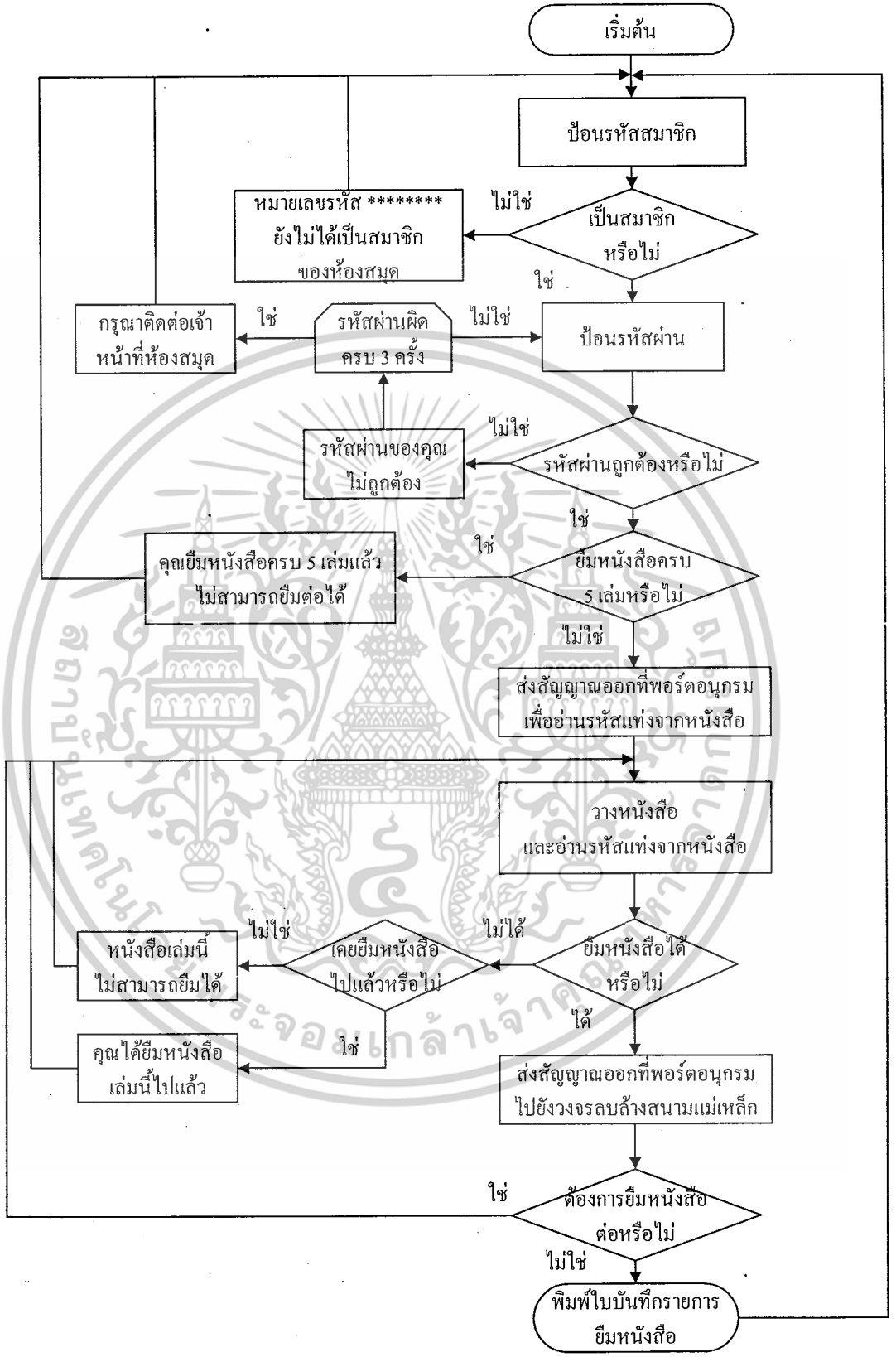
ตารางที่ ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรลบล้างแถบแม่เหล็ก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1 – J3	330 Ω 1/4 W 5%	2 ตัว
K1	10 kΩ 1/4 W 5%	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังงานของโปรแกรมเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง

```
Option Explicit
Dim Conn  As New ADODB.Connection
Dim RsMember As New ADODB.Recordset
Dim rsRent As New ADODB.Recordset
Public LoginSucceeded As Boolean
Dim Invalid As Integer

Private Sub Form_Load()
Me.WindowState = 2
With Conn
        If .State = adStateOpen Then .Close
        .ConnectionString = strConn
        .ConnectionTimeout = 90
        .Open
    End With


End Sub

Private Sub Form_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
  If KeyCode = vbKeyEscape Then
       End
    End If
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()

End Sub

Private Sub Label1_Click(Index As Integer)

End Sub

Private Sub txtPassword_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
 If KeyCode = vbKeyEscape Then
       End
    End If
End Sub

Private Sub txtPassword_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Dim sqlMember As String
Dim sqlCheckLock As String
Dim sqlUpdate As String
Dim ComLock As New ADODB.Command
Dim sqlRent As String

If KeyAscii = 13 Then
        sqlMember = " SELECT StudentID, Password FROM Student "
        sqlMember = sqlMember & " WHERE StudentID = '" &
txtUserName.Text & "'"
        sqlMember = sqlMember & " AND Password = '" &
txtPassword.Text & "'"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        With RsMember
            If .State = adStateOpen Then .Close
               .ActiveConnection = Conn
               .CursorType = adOpenForwardOnly
               .CursorLocation = adUseClient
               .Open sqlMember

        End With

If RsMember.RecordCount = 0 Then
MsgBox "รหัสผ่านของคุณไม่ถูกต้องกรุณากด Enter!!!", vbCritical, "Login"
txtPassword.SetFocus
SendKeys "{Home}+{End}"
Call WriteLogFile
If Invalid >= 3 Then
   sqlUpdate = "UPDATE Student SET Student.IsExpired = '0' "
   sqlUpdate = sqlUpdate & " WHERE (((Student.StudentID)='" &
txtUserName.Text & "'))"
        With ComLock
               .ActiveConnection = Conn
               .CommandType = adCmdText
               .CommandText = sqlUpdate
               .Execute
        End With
   MsgBox "สมาชิกรหัส" & txtUserName.Text & "ถูกระงับชั่งคราวโปรดติดต่อเจ้าหน้าที่
กรุณากด Enter!!!", vbCritical + vbOKOnly, "ผลการตรวจสอบ"
        txtUserName.Text = ""
        txtPassword.Text = ""
        txtUserName.SetFocus
        lblpassword.Visible = False

        Exit Sub
    End If
Else

    sqlRent = " SELECT Count(BookRentNum) as CountRent FROM Rent,
RentDetail"
    sqlRent = sqlRent & " WHERE Rent.TransID = RentDetail.TransID "
    sqlRent = sqlRent & " AND StudentID = '" & txtUserName.Text & "'"
    sqlRent = sqlRent & "  AND (IsReturn='1')"
    sqlRent = sqlRent & " GROUP BY Rent.TransID"

    With rsRent
        If .State = adStateOpen Then .Close
           .ActiveConnection = Conn
           .CursorType = adOpenForwardOnly
           .CursorLocation = adUseClient
           .Open sqlRent
              If .RecordCount < 5 Then
                    'LoginSucceeded = True
                    'tmpUserID = txtUserName.Text
                    'frmProses.Show
                    'tmpUserID = txtUserName.Text
                    'Unload Me
    sqlCheckLock = "SELECT StudentID, IsExpired FROM Student WHERE
IsExpired='0' AND StudentID = '" & txtUserName.Text & "'"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        With RsMember
          If .State = adStateOpen Then .Close
             .ActiveConnection = Conn
             .CursorType = adOpenForwardOnly
             .CursorLocation = adUseClient
             .Open sqlCheckLock
         End With
          If RsMember.RecordCount <> 0 Then
             MsgBox "สมาชิกรหัส" & txtUserName.Text & "ถูกระงับชั่วคราว โปรด
ติดต่อเจ้าหน้าที่ กรุณากด Enter!!!", vbCritical + vbOKOnly, "ผลการตรวจสอบ"
             txtUserName.Text = ""
             txtPassword.Text = ""
             txtUserName.SetFocus

      Else
             LoginSucceeded = True
             tmpUserID = txtUserName.Text
             frmProses.Show
             tmpUserID = txtUserName.Text
             Unload Me

      End If

Else
      MsgBox "คุณยืมหนังสือครบ 5 เล่มแล้ว ไม่สามารถยืมต่อได้กรุณากด Enter!!! ",
vbCritical, "จำกัดการยืมหนังสือ"
      txtUserName.Text = ""
      txtPassword.Text = ""
      txtUserName.SetFocus
      Exit Sub
   End If

   End With
   End If
End If

End Sub

Private Sub txtUserName_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
If KeyCode = vbKeyEscape Then
        End
    End If
End Sub

Private Sub txtUserName_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Dim sqlMember As String

If KeyAscii = 13 Then
sqlMember = " SELECT StudentID, Password FROM Student "
sqlMember = sqlMember & " WHERE StudentID = '" & txtUserName.Text &
"'"

With RsMember
    If .State = adStateOpen Then .Close
       .ActiveConnection = Conn
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open sqlMember

End With

   If RsMember.RecordCount = 0 Then
      MsgBox "รหัส" & txtUserName.Text & "ไม่ได้เป็นสมาชิกกรุณากด Enter!!!",
vbCritical, "ข้อผิดพลาด"
       txtUserName.Text = ""
       txtUserName.SetFocus
       lblpassword.Visible = False
    Else
       lblpassword.Visible = True
       txtPassword.Enabled = True
       txtPassword.SetFocus
    End If
End If

End Sub

Private Sub CheckStatus()
Dim tmpCheck As String
Dim SqlCheckStatus As String
    SqlCheckStatus = "SELECT IsExpired FROM Student"
    SqlCheckStatus = SqlCheckStatus & " WHERE StudentID = '" &
txtUserName.Text & "'"
    SqlCheckStatus = SqlCheckStatus & " AND  IsExpired ='0'"
       With RsMember
         If .State = adStateOpen Then .Close
           .ActiveConnection = Conn
           .CursorLocation = adUseClient
           .CursorType = adOpenForwardOnly
           .Open SqlCheckStatus
         End With
    If RsMember.RecordCount <> 0 Then
       MsgBox "สมาชิกรหัส" & txtUserName.Text & "ถูกระงับชั่วคราวโปรดติดต่อ
เจ้าหน้าที่กรุณากด Enter!!!", vbCritical + vbOKOnly, "ผลการตรวจสอบ"
       txtUserName.Text = ""
       txtPassword.Text = ""
       Unload Me

    Else
       LoginSucceeded = True

       End If
End Sub
'////////////////////////////////////////////////////////////////

Private Sub WriteLogFile()
Dim tmpFreeFile As Integer
    tmpFreeFile = FreeFile
    Open "C:\login.log" For Append As #tmpFreeFile
        Print #tmpFreeFile,
"************************************************"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Print #tmpFreeFile, "มีการเข้าระบบ โดยใช้รหัสผ่านไม่ถูกต้อง :"
        Print #tmpFreeFile, "ชื่อ Login : " & txtUserName.Text
        'Print #tmpFreeFile, "รหัสผ่าน : " & txtPassword.Text
        Print #tmpFreeFile, "เมื่อวันที่ : " & Format(Date, "d mmmm yyyy")
& "เวลา : " & Format(Time, "HH:mm:ss")
        Print #tmpFreeFile, ""
        Print #tmpFreeFile,
"************************************************"
    Close
    Invalid = Invalid + 1
End Sub
```

```
Option Explicit
Dim Conn As New ADODB.Connection
Dim RsStudent As New ADODB.Recordset
Dim rsBook As New ADODB.Recordset

Dim tmpBookInShop As Long
Dim CheckStudentStatus As String
Dim tmpCheckExpired As String

Dim tmpNumDateRentAdd As Integer
Dim tmpRentRateDiscount As Single
Dim rsRent As New ADODB.Recordset

Dim MaxDate As Integer
Dim StudentID As String

Dim Value As Integer
Dim PortAddress As Integer

Private Sub Form_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If KeyCode = vbKeyEscape Then
    If Not mfgBookRent.TextMatrix(1, 0) = "" Then
            Call PrintData
        End If
            frmLongIn.Show
            'frmLongIn.txtUserName.SetFocus

             Unload Me
    ElseIf KeyCode = vbKeyBack Then
        If Not lblMaxRent.Caption = 0 Then
            mskBookID.Enabled = True
            mskBookID.Text = ""
            lblBookName.Caption = ""
            lblAuthor.Caption = ""
            prg.Value = 0
            mskBookID.SetFocus
       End If
    End If

End Sub

Private Sub Form_Load()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Me.WindowState = 2

    With Conn
        If .State = adStateOpen Then .Close
        .ConnectionString = strConn
        .ConnectionTimeout = 90
        .Open
    End With

    Call ShowMaxRent

MSComm1.CommPort = 1
'ตั้งค่าที่ใช้สำหรับติดต่อ Port
MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
MSComm1.InputLen = 1   'กำหนดขนาดขณะที่ข้อมูลเข้ามา ให้ไปอ่านข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในบัฟเฟอร์
MSComm1.RThreshold = 1   'กำหนดให้เกิด Event-Driven ในขณะที่มีการรับข้อมูลเข้ามา
'กำหนดให้เปิด Port ถ้า Port ปิดอยู่
  If Not MSComm1.PortOpen Then MSComm1.PortOpen = True
'คำสั่งนี้จะกำหนดให้สัญญาณ DTR และ RTS เป็น False(Output Off)
MSComm1.DTREnable = True
MSComm1.RTSEnable = False

End Sub

Private Sub Label1_Click()

End Sub

Private Sub mskBookID_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If KeyCode = vbKeyEscape Then
      If Not mfgBookRent.TextMatrix(1, 0) = "" Then
        Call PrintData

      End If
            frmLongIn.Show
            frmLongIn.txtUserName.SetFocus

            Unload Me
    ElseIf KeyCode = vbKeyBack Then
        If Not lblMaxRent.Caption = 0 Then
            mskBookID.Enabled = True
            mskBookID.Text = ""
            lblBookName.Caption = ""
            lblAuthor.Caption = ""
            prg.Value = 0
            mskBookID.SetFocus
       End If
    End If

End Sub

Sub PrintData()
Dim i As Integer
Dim k As Integer
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Dim RowHeight As Integer
Dim YPosition As Integer

 frmwait.Show

     YPosition = 50
      With Printer
           .FontName = "AngsanaUPC"
           .FontSize = 12
           .FontBold = True
            RowHeight = .TextHeight("·´ÊÍ°") + 20

           .CurrentX = 2000
           .CurrentY = YPosition + (RowHeight * 2)
           Printer.Print "ใบบันทึกรายการยืมหนังสือ"

           .FontSize = 10
           .FontBold = False
           .CurrentX = 500
           .CurrentY = YPosition + (RowHeight * 4)
           Printer.Print "รหัสหนังสือ"

           .CurrentX = 1800
           .CurrentY = YPosition + (RowHeight * 4)
           Printer.Print "ชื่อหนังสือ"

           .CurrentX = 4500
           .CurrentY = YPosition + (RowHeight * 4)
           Printer.Print "กำหนดการคืนหนังสือ"

           k = 6
           .FontSize = 10
For i = 1 To mfgBookRent.Rows - 2
           .CurrentX = 500
           .CurrentY = YPosition + (RowHeight * k)
           Printer.Print mfgBookRent.TextMatrix(i, 0)

           .CurrentX = 1500
           .CurrentY = YPosition + (RowHeight * k)
           Printer.Print mfgBookRent.TextMatrix(i, 1)

           .CurrentX = 4500
           .CurrentY = YPosition + (RowHeight * k)
           Printer.Print mfgBookRent.TextMatrix(i, 3)

           k = k + 1
      Next
   .EndDoc
End With
    frmwait.Hide

    MSComm1.DTREnable = False
    MSComm1.RTSEnable = False

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub mskBookID_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Dim rsBookRent As New ADODB.Recordset
Dim sqlBook As String
Dim sqlBookRent As String
Dim i As Integer

If KeyAscii = 13 Then

 sqlBookRent = " SELECT * FROM  Rent INNER JOIN RentDetail "
 sqlBookRent = sqlBookRent & " ON Rent.TransID = RentDetail.TransID"
 sqlBookRent = sqlBookRent & " WHERE studentid = '" & tmpUserID & "'"
 sqlBookRent = sqlBookRent & " WHERE BookID = '" & mskBookID.Text &
"'"
 With rsBookRent
 If .State = adStateOpen Then .Close
    .ActiveConnection = Conn
    .CursorType = adOpenForwardOnly
    .CursorLocation = adUseClient
    .Open sqlBookRent
    If Not .RecordCount = 0 Then
    MsgBox "คุณเคยยืมหนังสือเล่มนี้แล้วกรุณากดEnter!!!", vbOKOnly + vbCritical,
"คำเตือน"
    mskBookID.Text = ""

    Exit Sub
    End If
 End With


    sqlBook = "SELECT * FROM BookMaster"
    sqlBook = sqlBook & " WHERE (BookID='" & mskBookID.Text & "')"

 With rsBook
     If .State = adStateOpen Then .Close
        .ActiveConnection = Conn
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open sqlBook
     If .RecordCount = 0 Then
    MsgBox "หนังสือรหัส" & mskBookID.Text & " ไม่สามารถยืมได้กรุณากดEnter!!!",
vbOKOnly + vbExclamation, "ผลการตรวจสอบ"
                mskBookID.SetFocus
                mskBookID.SelStart = 0
                mskBookID.SelLength = Len(mskBookID.Text)
                Call ClearAllData
                Exit Sub
            End If

     tmpBookInShop = .Fields("BookInShop").Value

lblBookName.Caption = IIf(IsNull(Trim(.Fields("BookTitle").Value)),
"", Trim(.Fields("BookTitle").Value))
lblAuthor.Caption = IIf(IsNull(Trim(.Fields("Author").Value)), "",
Trim(.Fields("Author").Value))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    End With

  If KeyAscii = 13 Then Call cmdAdd_Click
  End If

End Sub

Private Sub cmdAdd_Click()
Dim sqlTmp As String
Dim rsTmpLastTransID As New ADODB.Recordset
Dim rsBookMaster As New ADODB.Recordset
Dim rsRentDetail As New ADODB.Recordset

Dim sqlRentDetail As String
Dim tmpTransID As String
Dim i As Integer

Dim sqlRent As String
Dim comRent As New ADODB.Command

Dim tmpBookNum As Integer

 Call ShowMaxRent

Conn.BeginTrans

prg.Value = 1

sqlTmp = "SELECT LastTransID FROM tmpLastTransID"
With rsTmpLastTransID
     If .State = adStateOpen Then .Close
        .ActiveConnection = Conn
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open sqlTmp
     If .RecordCount = 0 Then
     tmpTransID = "0000001"
  Else
     tmpTransID = Format(.Fields("LastTransID").Value + 1, "0000000")
  End If
End With

    sqlRent = "INSERT INTO Rent (TransID,StudentID,IsReturnAll)"
    sqlRent = sqlRent & " VALUES ( '" & tmpTransID & "',"
    sqlRent = sqlRent & "'" & tmpUserID & "' ,'0')"

    With comRent
        .ActiveConnection = Conn
        .CommandType = adCmdText
        .CommandText = sqlRent
        .Execute
    End With

    With rsBookMaster
        .ActiveConnection = Conn
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        .LockType = adLockOptimistic
    End With

prg.Value = 50
Value = 1
        sqlRent = "INSERT INTO RentDetail
(TransID,BookID,RentDate,ReturnDate,"
        sqlRent = sqlRent & " BookRentNum,IsReturn)"

        sqlRent = sqlRent & "VALUES ('" & tmpTransID & "',"
        sqlRent = sqlRent & "'" & mskBookID.Text & "',"
        sqlRent = sqlRent & "'" & Date & "',"  'วันยืม
        sqlRent = sqlRent & "'" & DateAdd("d", 7, Date) & "',"  'วันคืน
        sqlRent = sqlRent & "'1' ,'1')"  'จำนวนเล่ม

   With comRent
        .ActiveConnection = Conn
        .CommandType = adCmdText
        .CommandText = sqlRent
        .Execute
   End With

    sqlTmp = "SELECT BookID,BookInShop,BookInRent FROM BookMaster"
    sqlTmp = sqlTmp & " WHERE BookID='" & mskBookID.Text & "'"
        With rsBookMaster
         If .State = adStateOpen Then .Close
           .Open sqlTmp

tmpBookNum = .Fields("BookInShop").Value
           .Fields("BookInShop").Value = tmpBookNum - 1

tmpBookNum = .Fields("BookInRent").Value
           .Fields("BookInRent").Value = tmpBookNum + 1
           .Update
        End With

sqlTmp = "SELECT LastTransID FROM tmpLastTransID"
    With rsTmpLastTransID
        If .State = adStateOpen Then .Close
           .ActiveConnection = Conn
           .CursorType = adOpenForwardOnly
           .CursorLocation = adUseClient
           .Open sqlTmp
        If .RecordCount = 0 Then
sqlRent = "INSERT INTO tmpLastTransID VALUES ('" & tmpTransID & "')"
Else
sqlRent = "UPDATE tmpLastTransID SET LastTransID='" & tmpTransID &
"'"
      End If
   End With

        With comRent
            .ActiveConnection = Conn
            .CommandType = adCmdText
            .CommandText = sqlRent
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            .Execute
        End With

    prg.Value = 100

       Conn.CommitTrans

    Value = 0
       Call ShowMaxRent
       Call ShowDatamfg
      mskBookID.Enabled = False

'MSComm1.CommPort = 2
'ตั้งค่าที่ใช้สำหรับติดต่อ Port
'MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
'MSComm1.InputLen = 1  'กำหนดขนาดขณะที่มีข้อมูลเข้ามา  ให้ไปอ่านข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ใน
บัฟเฟอร์
'MSComm1.RThreshold = 1  'กำหนดให้เกิด Event-Driven ในขณะที่รับข้อมูลเข้ามา
'กำหนดให้เปิด Port ถ้า Port ปิดอยู่
'If Not MSComm1.PortOpen Then MSComm1.PortOpen = True
'คำสั่งนี้จะกำหนดให้สัญญาณDTR และ RTS เป็น False(Output Off)
'MSComm1.DTREnable = True
MSComm1.RTSEnable = True

    frmTime.Show

End Sub

Private Sub ClearAllData()
    mskBookID.Text = "Ø"
    lblBookName.Caption = ""
    lblAuthor.Caption = ""

End Sub

Private Sub ShowMaxRent()
Dim sqlRent As String

    sqlRent = " SELECT Count(BookRentNum) as CountRent FROM Rent,
RentDetail"
    sqlRent = sqlRent & " WHERE Rent.TransID = RentDetail.TransID "
    sqlRent = sqlRent & " AND StudentID = '" & tmpUserID & "'"
    sqlRent = sqlRent & "  AND (IsReturn='1')"
    sqlRent = sqlRent & " GROUP BY Rent.TransID"

    With rsRent
        If .State = adStateOpen Then .Close
           .ActiveConnection = Conn
           .CursorType = adOpenForwardOnly
           .CursorLocation = adUseClient
           .Open sqlRent
        If .RecordCount = 0 Then
           lblMaxRent.Caption = 0
        End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        If .RecordCount <= 5 Then
           lblMaxRent.Caption = 5 - .RecordCount
   End If
       If .RecordCount > 5 Then
          lblMaxRent.Caption = 0
   MsgBox "คุณสามารถยืมหนังสือได้ไม่เกิน 5 เล่ม กรุณากด Enter!!! ", vbCritical,
"จำกัดการยืมหนังสือ"
           Exit Sub

        End If
    End With

End Sub

Private Sub ShowDatamfg()
Dim NewRow As Integer
'ตัวแปรเก็บแถวใหม่
Dim i As Integer
'ตัวแปรวนลูป

    With mfgBookRent
        NewRow = .Rows - 1
'อ่านแถวรองสุดท้ายออกมา
        .TextMatrix(NewRow, 0) = Trim(mskBookID.Text)
'ใส่รหัสหนังสือ BookID ที่คอลัมน์แรก
        .TextMatrix(NewRow, 1) = Trim(lblBookName.Caption)
'ใส่ชื่อหนังสือในคอลัมน์ที่ 2
        .TextMatrix(NewRow, 2) = Date
        .TextMatrix(NewRow, 3) = DateAdd("d", 7, Date)

        .Rows = .Rows + 1
'เพิ่มแถวใหม่ 1 แถว
    End With

  End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

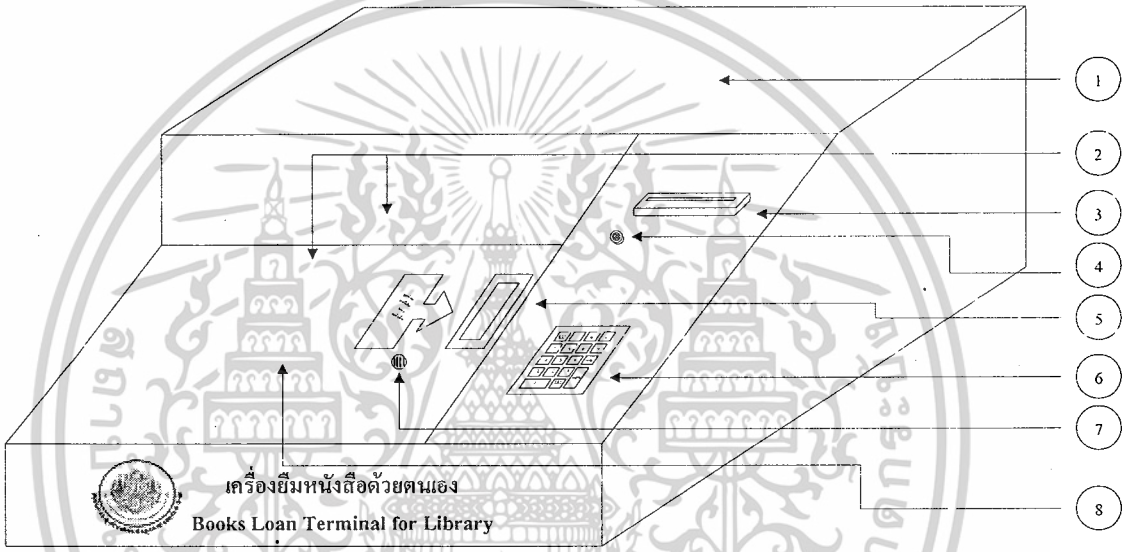
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

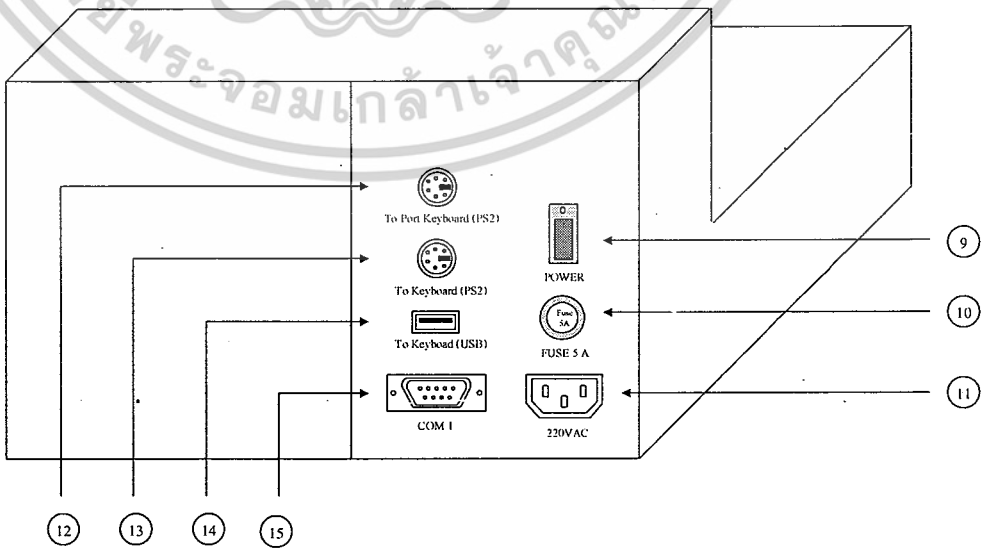
1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อการใช้บริการที่ถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ 1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง (ด้านหน้า)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง (ด้านหลัง)

จากรูปที่ 1 และ 2 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. ที่สำหรับวางจอแสดงผล
2. จุดลบล้างสนามแม่เหล็ก
3. ช่องสอดบัตรนักศึกษา
4. สวิตช์กดเพื่อสั่งให้เครื่องอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษาทำงาน
5. จุดอ่านรหัสแท่งจากหนังสือ
6. แป้นพิมพ์สำหรับป้อนรหัสผ่าน
7. อุปกรณ์ตรวจจับการวางหนังสือเพื่อสั่งให้เครื่องอ่านรหัสแท่งจากหนังสือทำงาน
8. ที่วางหนังสือ
9. สวิตช์ปิด - เปิดการทำงานของเครื่อง
10. ฟิวส์
11. ปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
12. จุดเชื่อมต่อเครื่องอ่านรหัสแท่งเข้ากับคอมพิวเตอร์
13. จุดเชื่อมต่อแป้นพิมพ์แบบPS2 เข้ากับคอมพิวเตอร์
14. จุดเชื่อมต่อแป้นพิมพ์แบบUSB เข้ากับคอมพิวเตอร์
15. จุดเชื่อมต่อสายสัญญาณเข้ากับคอมพิวเตอร์

3. การติดตั้งและใช้งาน

3.1 เสียบปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ (หมายเลข 11)

3.2 เปิดโปรแกรมยืมหนังสือโดยคลิกที่ไอคอน

หน้าจอแสดงผล

3.3 เปิดสวิตช์การทำงานของเครื่อง (หมายเลข 9)

3.4 สอดบัตรนักศึกษาเข้าไปที่ช่องสอดบัตร (หมายเลข 3) จอแสดงผลจะแสดงรหัสสมาชิก

3.5 พิมพ์รหัสผ่าน 5 หลัก ที่แป้นพิมพ์ (หมายเลข 6)

3.6 วางหนังสือลงบนที่วางหนังสือครั้งละ 1 เล่ม (หมายเลข 8) จอแสดงผลจะแสดงรหัสหนังสือและรายละเอียดของหนังสือ

3.7 หากเป็นหนังสือที่สามารถยืมได้ เครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองจะลบล้างสนามแม่เหล็กที่หนังสือให้ และแสดงสถานะว่ากำลังดำเนินการยืมหนังสือ

3.8 ถ้าต้องการยืมหนังสือเล่มต่อไปให้กดปุ่ม Backspace ที่แป้นพิมพ์ (หมายเลข 6)

3.9 เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการยืมหนังสือให้กดปุ่ม ESC ที่แป้นพิมพ์ (หมายเลข 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 รอรับใบบันทึกรายการยืมหนังสือและรับบัตรนักศึกษากลับ

หมายเหตุ

1) หากไม่มีบัตรนักศึกษา ให้กรอกรหัสสมาชิกโดยใช้แป้นพิมพ์แทน

2) หากกดรหัสผ่านผิด 3 ครั้ง รหัสสมาชิกนี้จะไม่สามารถใช้บริการได้อีก ให้ติดต่อเจ้าหน้าที่ห้องสมุด

3) สามารถยืมหนังสือได้ครั้งละหนึ่งเล่มและยืมหนังสือได้สูงสุด 5 เล่ม

4) ผู้ใช้บริการต้องเป็นสมาชิกเท่านั้น

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง สามารถตรวจสอบแนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
เครื่องอ่านรหัสแท่งจากบัตรนักศึกษาไม่ทำงาน	ตรวจสอบหัวต่อพอร์ตPS2ของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองต่ออยู่กับพอร์ตPS2สำหรับต่อแป้นพิมพ์ด้านหลังคอมพิวเตอร์ต่อหรือไม่
เครื่องอ่านรหัสแท่งจากหนังสือไม่ทำงาน	ตรวจสอบหัวต่อพอร์ตอนุกรม ของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเองต่ออยู่กับพอร์ตอนุกรม COM1ด้านหลังคอมพิวเตอร์ต่อหรือไม่
ชุดลบล้างสนามแม่เหล็กไม่ทำงาน	ตรวจสอบฟิวส์ด้านหลังของเครื่องยืมหนังสือด้วยตนเอง
ไม่ได้รับบันทึกรายการยืมหนังสือ	ตรวจสอบเครื่องพิมพ์ต่ออยู่หรือไม่ / ตรวจดูกระดาษในเครื่องพิมพ์หมดหรือไม่

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

1) เช็ดทำความสะอาดตัวเครื่องด้วยผ้านุ่ม อย่าใช้สารใดๆ ที่เป็นตัวทำละลายเพราะอาจทำให้ตัวเครื่องเป็นรอยเสียหาย

2) ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟของวงจรภายในเครื่องให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ควรจะมีการซ่อมบำรุงตัวเครื่องเป็นระยะ เพื่อป้องกันและลดอัตราการเสื่อมสภาพของตัวเครื่องหลีกเลี่ยงการเกิดขัดข้อง และสามารถใช้งานตัวเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ข้อควรระวัง

1) ควรศึกษาคู่มือการใช้งานของเครื่องก่อนการใช้งานตัวเครื่อง

2) ควรวางตัวเครื่องใกล้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

3) เครื่องจะสร้างสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มสูง จึงไม่ควรนำโทรศัพท์วางบนเครื่องหรือนำบัตรที่มีแถบแม่เหล็กเข้าใกล้บริเวณที่ติดตั้งชุดลบล้างสนามแม่เหล็ก

4) การเคลื่อนย้ายควรระมัดระวังอย่าให้มีการกระแทก เพื่อป้องกันความเสียหายของระบบกลไกต่างๆ ของเครื่อง

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
การลบล้างสนามแม่เหล็ก	ใช้หลักการลบของเทป โดยการป้อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ให้กับขดลวดเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มเท่ากับ 120 kG ให้ไปกระจายการเรียงตัวของสนามแม่เหล็กที่หนังสือ
เครื่องอ่านรหัสแท่ง	ใช้ตัวอ่านรหัสแท่งชนิดอินฟราเรด
การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์	เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม COM 1
การยืมหนังสือ	สามารถให้บริการยืมหนังสือได้ครั้งละ 1 เล่ม
ความเร็วในการทำงานของเครื่อง	ยืมหนังสือ 1 เล่มใช้เวลา 30 วินาที
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

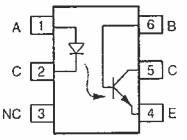
4N35/ 4N36/ 4N37/ 4N38

Vishay Semiconductors

Optocoupler, Phototransistor Output, With Base Connection

Features

- Isolation Test Voltage 5300 V_{RMS}
- Interfaces with common logic families
- Input-output coupling capacitance < 0.5 pF
- Industry Standard Dual-in line 6-pin package
- Lead-free component
- Component in accordance to RoHS 2002/95/EC and WEEE 2002/96/EC



Agency Approvals

- Underwriters Laboratory File #E52744
- DIN EN 60747-5-2 (VDE0884)
  DIN EN 60747-5-5 pending
  Available with Option 1

Applications

AC mains detection
Reed relay driving
Switch mode power supply feedback
Telephone ring detection
Logic ground isolation
Logic coupling with high frequency noise rejection

Description

This data sheet presents five families of Vishay Industry Standard Single Channel Phototransistor Couplers.These families include the 4N35/ 4N36/ 4N37/ 4N38 couplers.

Each optocoupler consists of gallium arsenide infrared LED and a silicon NPN phototransistor.

These couplers are Underwriters Laboratories (UL) listed to comply with a 5300 V_{RMS} isolation test voltage.

This isolation performance is accomplished through Vishay double molding isolation manufacturing process. Comliance to DIN EN 60747-5-2(VDE0884)/ DIN EN 60747-5-5 pending partial discharge isolation specification is available for these families by ordering option 1.

These isolation processes and the Vishay ISO9001 quality program results in the highest isolation performance available for a commecial plastic phototransistor optocoupler.

The devices are available in lead formed configuration suitable for surface mounting and are available either on tape and reel, or in standard tube shipping containers.

Note:
Designing with data sheet is cover in Application Note 45

Order Information

Part	Remarks
4N35	CTR > 100 %, DIP-6
4N36	CTR > 100 %, DIP-6
4N37	CTR > 100 %, DIP-6
4N38	CTR > 20 %, DIP-6
4N35-X006	CTR > 100 %, DIP-6 400 mil (option 6)
4N35-X007	CTR > 100 %, SMD-6 (option 7)
4N35-X009	CTR > 100 %, SMD-6 (option 9)
4N36-X007	CTR > 100 %, SMD-6 (option 7)
4N36-X009	CTR > 100 %, SMD-6 (option 9)
4N37-X006	CTR > 100 %, DIP-6 400 mil (option 6)
4N37-X009	CTR > 100 %, SMD-6 (option 9)

For additional information on the available options refer to Option Information.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified
Stresses in excess of the absolute Maximum Ratings can cause permanent damage to the device. Functional operation of the device is not implied at these or any other conditions in excess of those given in the operational sections of this document. Exposure to absolute Maximum Rating for extended periods of the time can adversely affect reliability.

Input

Parameter	Test condition	Symbol	Value	Unit
Reverse voltage		V_R	6.0	V
Forward current		I_F	60	mA
Surge current	≤ 10 µs	I_{FSM}	2.5	A
Power dissipation		P_{diss}	100	mW

Output

Parameter	Test condition	Symbol	Value	Unit
Collector emitter breakdown voltage		V_{CEO}	70	V
Emitter-base breakdown voltage		V_{EBO}	7.0	V
Collector current		I_C	50	mA
	(t ≤ 1.0 ms)	I_C	100	mA
Power dissipation		P_{diss}	150	mW

Coupler

Parameter	Test condition	Symbol	Value	Unit
Isolation test voltage		V_{ISO}	5300	V_{RMS}
Creepage			≥ 7.0	mm
Clearance			≥ 7.0	mm
Isolation thickness between emitter and detector			≥ 0.4	mm
Comparative tracking index per DIN IEC 112/VDE0303,part 1			175	
Isolation resistance	V_{IO} = 500 V, T_{amb} = 25 °C	R_{IO}	10^{12}	Ω
	V_{IO} = 500 V, T_{amb} = 100 °C	R_{IO}	10^{11}	Ω
Storage temperature		T_{stg}	- 55 to + 150	°C
Operating temperature		T_{amb}	- 55 to + 100	°C
Junction temperature		T_j	100	°C
Soldering temperature	max. 10 s dip soldering: distance to seating plane ≥ 1.5 mm	T_{sld}	260	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics

T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified
Minimum and maximum values are testing requirements. Typical values are characteristics of the device and are the result of engineering evaluation. Typical values are for information only and are not part of the testing requirements.

Input

Parameter	Test condition	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
Forward voltage[1]	I_F = 10 mA	V_F		1.3	1.5	V
	I_F = 10 mA, T_{amb} = - 55 °C	V_F	0.9	1.3	1.7	V
Reverse current[1]	V_R = 6.0 V	I_R		0.1	10	µA
Capacitance	V_R = 0, f = 1.0 MHz	C_O		25		pF

[1] Indicates JEDEC registered value

Output

Parameter	Test condition	Part	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
Collector-emitter breakdown voltage[1]	I_C = 1.0 mA	4N35	BV_{CEO}	30			V
		4N36	BV_{CEO}	30			V
		4N37	BV_{CEO}	30			V
		4N38	BV_{CEO}	80			V
Emitter-collector breakdown voltage[1]	I_E = 100 µA		BV_{ECO}	7.0			V
Collector-base breakdown voltage[1]	I_C = 100 µA, I_B = 1.0 µA	4N35	BV_{CBO}	70			V
		4N36	BV_{CBO}	70			V
		4N37	BV_{CBO}	70			V
		4N38	BV_{CBO}	80			V
Collector-emitter leakage current[1]	V_{CE} = 10 V, I_F = 0	4N35	I_{CEO}		5.0	50	nA
		4N36	I_{CEO}		5.0	50	nA
	V_{CE} = 10 V, I_F=0	4N37	I_{CEO}		5.0	50	nA
	V_{CE} = 60 V, I_F = 0	4N38	I_{CEO}			50	nA
	V_{CE} = 30 V, I_F = 0, T_{amb} = 100 °C	4N35	I_{CEO}			500	µA
		4N36	I_{CEO}			500	µA
		4N37	I_{CEO}			500	µA
	V_{CE} = 60 V, I_F = 0, T_{amb} = 100 °C	4N38	I_{CEO}		6.0		µA
Collector-emitter capacitance	V_{CE} = 0		C_{CE}		6.0		pF

[1] Indicates JEDEC registered value

Coupler

Parameter	Test condition	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
Resistance, input to output[1]	V_{IO} = 500 V	R_{IO}	10^{11}			Ω
Capacitance (input-output)	f = 1.0 MHz	C_{IO}		0.5		pF

[1] Indicates JEDEC registered value

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N35/ 4N36/ 4N37/ 4N38

Current Transfer Ratio

Parameter	Test condition	Part	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
DC Current Transfer Ratio[1]	V_{CE} = 10 V, I_F = 10 mA	4N35	CTR_{DC}	100			%
		4N36	CTR_{DC}	100			%
		4N37	CTR_{DC}	100			%
	V_{CE} = 10 V, I_F = 20 mA	4N38	CTR_{DC}	20			%
	V_{CE} = 10 V, I_F = 10 mA, T_A = - 55 to + 100 °C	4N35	CTR_{DC}	40	50		%
		4N36	CTR_{DC}	40	50		%
		4N37	CTR_{DC}	40	50		%
		4N38	CTR_{DC}		30		%

[1] Indicates JEDEC registered value

Switching Characteristics

Parameter	Test condition	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
Switching time[1]	I_C = 2 mA, R_L = 100 Ω, V_{CC} = 10 V	t_{on}, t_{off}		10		µs

[1] Indicates JEDEC registered value

Typical Characteristics (Tamb = 25 °C unless otherwise specified)

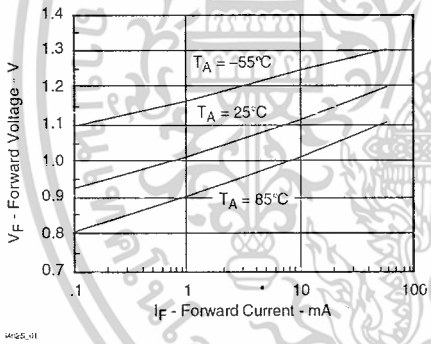


Figure 1. Forward Voltage vs. Forward Current

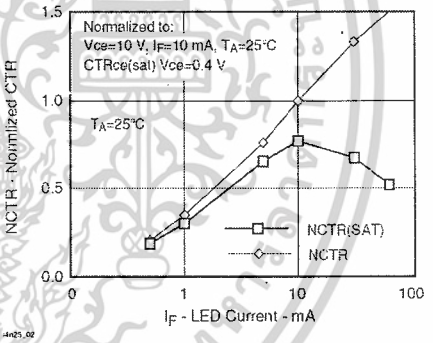


Figure 2. Normalized Non-Saturated and Saturated CTR vs. LED Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

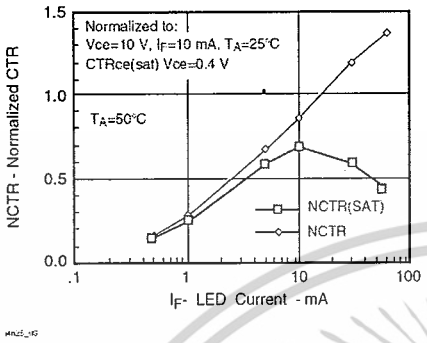


Figure 3. Normalized Non-saturated and Saturated CTR vs. LED Current

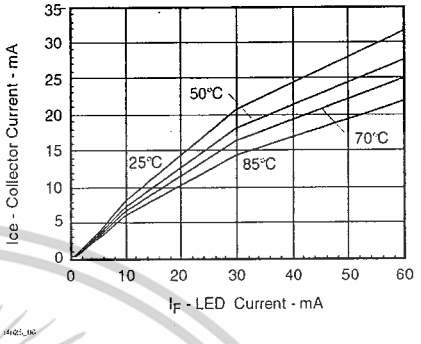


Figure 6. Collector-Emitter Current vs. Temperature and LED Current

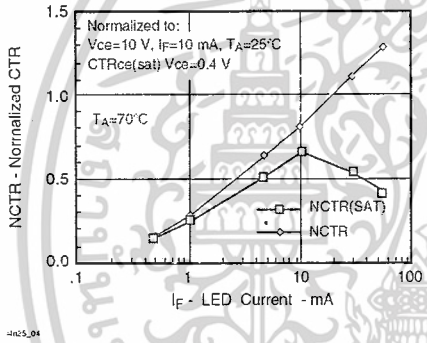


Figure 4. Normalized Non-saturated and saturated CTR vs. LED Current

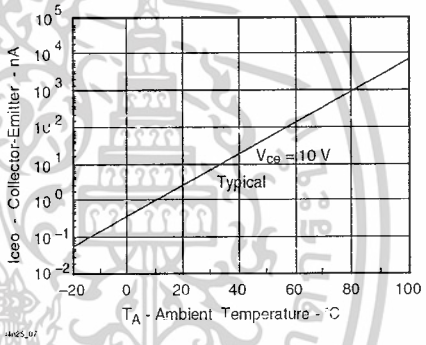


Figure 7. Collector-Emitter Leakage Current vs.Temp.

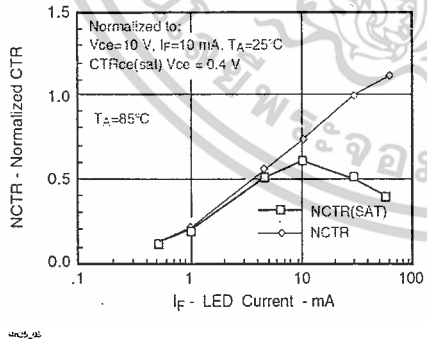


Figure 5. Normalized Non-saturated and saturated CTR vs. LED Current

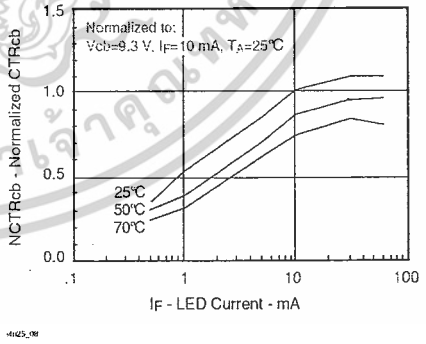


Figure 8. Normalized CTRcb vs. LED Current and Temp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

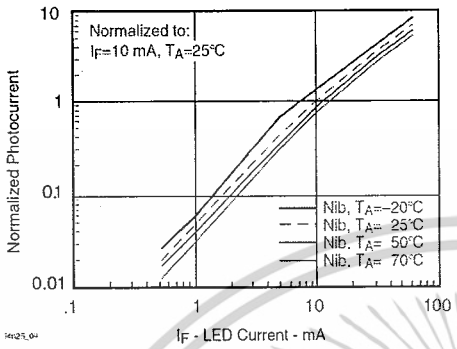


Figure 9. Normalized Photocurrent vs. I_F and Temp.

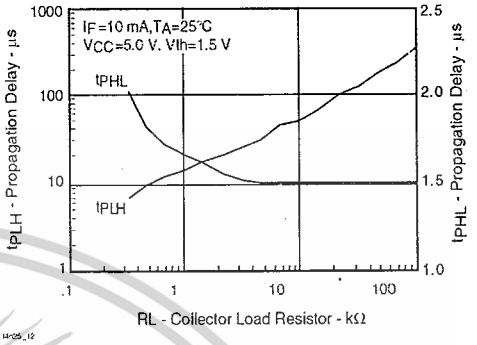


Figure 12. Propagation Delay vs. Collector Load Resistor

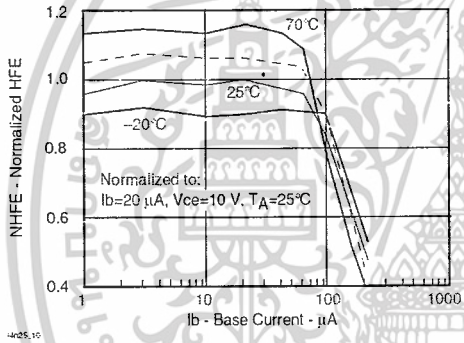


Figure 10. Normalized Non-saturated HFE vs. Base Current and Temperature

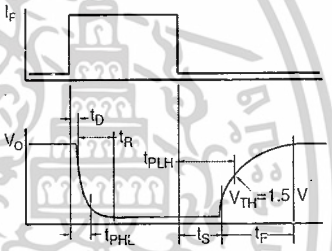


Figure 13. Switching Timing

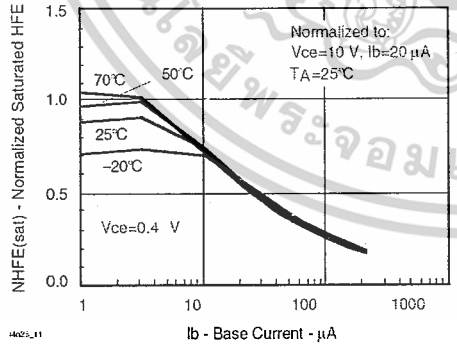


Figure 11. Normalized HFE vs. Base Current and Temp.

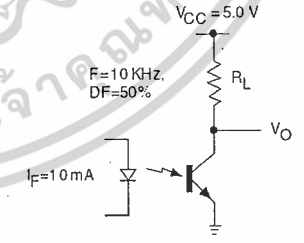


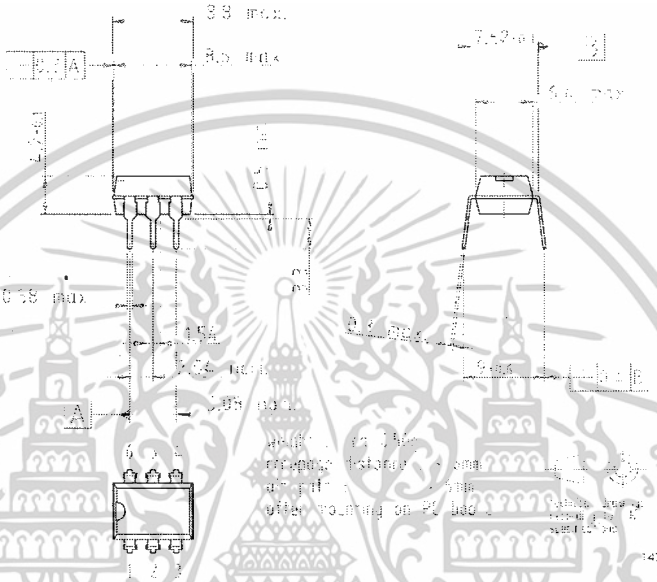
Figure 14. Switching Schematic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

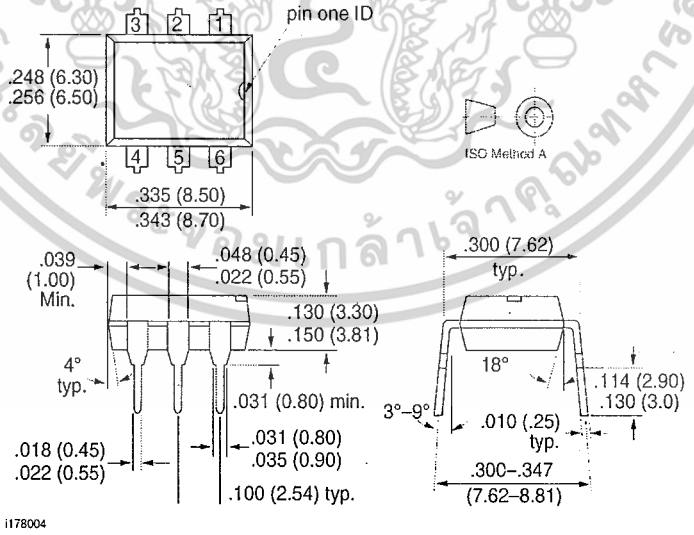
Package Dimensions in Inches (mm)

For 4N35/36/37/38..... see DIL300-6 Package dimension in the Package Section.
For products with an option designator (e.g. 4N35-X006 or 4N36-X007)..... see DIP-6 Package dimensions in the Package Section.

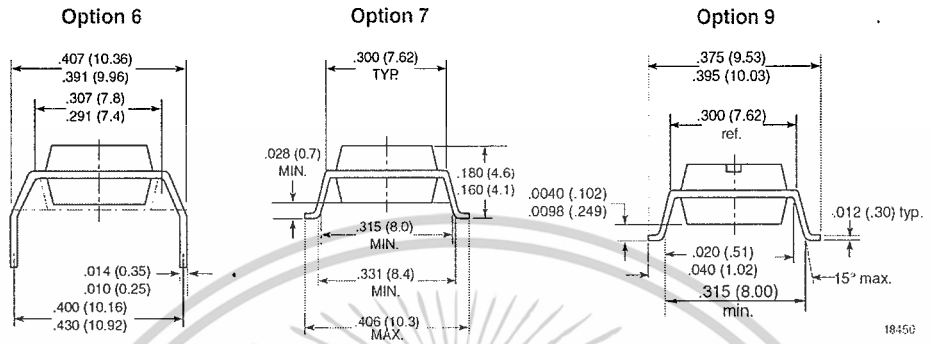
DIL300-6 Package Dimensions



DIP-6 Package Dimensions



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ozone Depleting Substances Policy Statement

It is the policy of Vishay Semiconductor GmbH to

1. Meet all present and future national and international statutory requirements.
2. Regularly and continuously improve the performance of our products, processes, distribution and operatingsystems with respect to their impact on the health and safety of our employees and the public, as well as their impact on the environment.

It is particular concern to control or eliminate releases of those substances into the atmosphere which are known as ozone depleting substances (ODSs).

The Montreal Protocol (1987) and its London Amendments (1990) intend to severely restrict the use of ODSs and forbid their use within the next ten years. Various national and international initiatives are pressing for an earlier ban on these substances.

Vishay Semiconductor GmbH has been able to use its policy of continuous improvements to eliminate the use of ODSs listed in the following documents.

1. Annex A, B and list of transitional substances of the Montreal Protocol and the London Amendments respectively
2. Class I and II ozone depleting substances in the Clean Air Act Amendments of 1990 by the Environmental Protection Agency (EPA) in the USA
3. Council Decision 88/540/EEC and 91/690/EEC Annex A, B and C (transitional substances) respectively.

Vishay Semiconductor GmbH can certify that our semiconductors are not manufactured with ozone depleting substances and do not contain such substances.

We reserve the right to make changes to improve technical design
and may do so without further notice.
Parameters can vary in different applications. All operating parameters must be validated for each customer application by the customer. Should the buyer use Vishay Semiconductors products for any unintended or unauthorized application, the buyer shall indemnify Vishay Semiconductors against all claims, costs, damages, and expenses, arising out of, directly or indirectly, any claim of personal damage, injury or death associated with such unintended or unauthorized use.

Vishay Semiconductor GmbH, P.O.B. 3535, D-74025 Heilbronn, Germany
Telephone: 49 (0)7131 67 2831, Fax number: 49 (0)7131 67 2423

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายวิระศักดิ์ วัตถุ
วัน เดือน ปีเกิด	30 กรกฎาคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	16 หมู่3 ตำบลบ้านเพิง อำเภอปากพนัง
	จังหวัดนครศรีธรรมราช 80140 โทรศัพท์ 0-9179-4151
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดสระ (จังหวัดนครศรีธรรมราช)
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอินทร์ธานีวิทยาคม (จังหวัดนครศรีธรรมราช)
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	อย่าคิดว่าตนเองแพ้ หากยังไม่ได้สู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายวีรชาติ อดออม
วัน เดือน ปีเกิด	14 ตุลาคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	2 หมู่ 5 ตำบลนบปริง อำเภอเมือง
	จังหวัดพังงา 82000 โทรศัพท์ 0-6740-1199

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลพังงา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนดีบุกพังงาวิทยายน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพังงา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคพังงา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ ถ้ามัวแต่เดินตามหลังคนอื่น ก็จะไม่มีรอยเท้าเป็นของตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายคฑาวุธ หนูสุข
วัน เดือน ปีเกิด	22 มิถุนายน พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	282 หมู่ 2 ตำบลบางพระ อำเภอปากพนัง
	จังหวัดนครศรีธรรมราช 80140 โทรศัพท์ 0-6948-3824

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนเทศบาลวัดรามประดิษฐ์ (จังหวัดนครศรีธรรมราช)
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปากพนัง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยสารพัดช่างนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ อดีตเปลี่ยนแปลงไม่ได้ แต่อนาคตกำหนดได้ด้วยตัวเราเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายชัยยัณต์ บุญฤทธิ์

วัน เดือน ปีเกิด 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 134 หมู่ 8 ตำบลชะอวด อำเภอชะอวด
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80180 โทรศัพท์ 0-6510-0905

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนวัดปลายสระ (จังหวัดนครศรีธรรมราช)

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชะอวด

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนชะอวด

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ ตนเป็นที่พึ่งแห่งตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้