



ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ
Tools Distribution System

ชื่อนักศึกษา

1. ว่าที่ร.ต.ฐานวัฒน์	ภูนิลวาลย์	รหัสประจำตัว	43035253
2. นางสาวศกาวรัตน์	กายพันธ์	รหัสประจำตัว	43035274
3. นายศกุลรัตน์	เศย ไม้	รหัสประจำตัว	43035275
4. นายอำนาจ	สุขสว่าง	รหัสประจำตัว	43035281

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

คณะกรรมการสอบปริญญาโท		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์วรวิทย์	สมหา
2. อาจารย์พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์
3. ผศ. วิสุทธิ์	อธิพรธรรม
4. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
5. อาจารย์ปิยะ	จิตธรรมมาภิรมย์

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2545 เวลา 09.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.317 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว
 ลงนาม.....
 (ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)



หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์วิศวกรรม

ปริญญานิพนธ์

ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ TOOLS DISTRIBUTION SYSTEM



วาที ร.ต.ฐานวัฒน์

ภูนิลวัลย์

นางสาวสกาวิรัตน์

กายพันธ์

นายสกุลรัตน์

เศษไม้

นายอำนาจ

สุขสว่าง

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 43207

วัน, เดือน, ปี 26 ก.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

001-10544

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ
Tools Distribution System

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด, หลักการเขียนบาร์โค้ด และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. เพื่อวิเคราะห์ห้ออกแบบวงจรควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ
3. เพื่อสร้างระบบความปลอดภัยในการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ
4. เพื่อทดสอบ และทดลองการทำงานของระบบการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ
5. เพื่อสามารถหาผู้รับผิดชอบได้ เมื่อเกิดความเสียหายกับเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ
6. เพื่อสามารถใช้งานเป็นประโยชน์แก่ส่วนรวมในภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเข้าใจหลักการการทำงานของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ
2. ได้วงจรต้นแบบที่ใช้ควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ
3. ได้ชุดระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการที่ใช้งานได้จริง
4. ได้ผลการทำงานของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ
5. ได้ความเป็นระบบระเบียบในการใช้งานเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ
6. สามารถแบ่งเบาภาระของเจ้าหน้าที่ ในด้านการรับผิดชอบการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือ ในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ
ชื่อนักศึกษา	ว่าที่ ร.ต.ฐานวัฒน์ ภูนิลวาลัย นางสาวสกาวัฒน์ กายพันธ์ นายสกุลรัตน์ เศษไม้ นายอำนาจ สุขสว่าง อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ซึ่งนักศึกษาสามารถยืมเครื่องมือต่างๆ ได้โดยอัตโนมัติ โดยไม่ต้องมีเจ้าหน้าที่ในการให้บริการ สามารถระบุข้อมูลของผู้ที่ทำการยืม/คืนเครื่องมือได้ เก็บฐานข้อมูลของนักศึกษา และของอาจารย์ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมได้ ขั้นตอนการเบิกจ่ายเครื่องมือ ต้องทำการรูดบัตรนักศึกษาที่เครื่องถอดรหัสบาร์โค้ด หลังจากนั้นใส่รหัสผ่านของตนเอง โซลินอยด์ก็จะปลดล็อกประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ สามารถตรวจสอบความผิดพลาด กรณียืม/คืนเครื่องมือไม่ถูกต้องตามขั้นตอนผ่านทางกล้องวงจรปิด พร้อมมีเสียงเตือนไปยังห้องภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการนี้ เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการเบิกจ่ายเครื่องมือ สามารถแบ่งเบาภาระของเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในการดูแลเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ และในกรณีที่เครื่องมือได้รับความเสียหายสามารถระบุผู้รับผิดชอบได้

II

Thesis Title	Tools Distribution System
Students	Mr.Thanuwat Phuninlawan Miss Sakawrat Kaypun Mr.Sakunrat Sesmo Mr.Amnart Sooksavang
Advisor	Mr.Amornchai Chaichana
Co-Advisor	Mr.Peerawut Suwanjan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2001

ABSTRACT

This thesis presents a Tools Distribution System. The instructors and students can borrow the tools via this system by themselves. Because of this system has the information of all users in the database which is used to identify the borrower. When a user wants to borrow the tools , she or he has to insert an ID card to barcode reader and input his PIN code to unlock the door. Administrator can monitor the process of borrowing via CCTV. This system has an alerting sound when the users make some mistake in the process for borrowing and restorer. If any Tool was damaged , this system can check the last person who borrowed this Tool.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์อมรชัย ชัยชนะ อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงการ และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุด คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ช่วยอำนวยความสะดวก และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทางการศึกษา ตลอดมาจนถึงปัจจุบัน และสุดท้ายต้องขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของ โครงการงาน	1
1.2 จุดความสามารถของ โครงการงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	3
2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	4
2.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่แบ่งตามทิศทางของข้อมูล	5
2.3.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C	6
2.3.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมด้วย RS-485	7
2.4 ส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลว	12
2.4.1 ข้อดีและข้อเสียของแอลซีดีเมื่อเปรียบเทียบกับแอลอีดี	12
2.4.2 แอลซีเอ็ม (LCM : Liquit Crystal display Module)	12
2.4.3 ประเภทของส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลว	13
2.4.4 ขาสัญญาณของส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลว	13
2.4.5 ชุดคำสั่งควบคุม และการแสดงข้อความ	14
2.5 บาร์โค้ด	15
2.5.1 ชนิดของตัวบาร์โค้ด	15
2.5.2 การทำงานของบาร์โค้ด	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5.3 ผลของช่องรับแสง	18
2.5.4 รูปแบบของรหัสบาร์โค้ด	20
2.6 การอินเตอร์เฟสกับคีย์บอร์ด	32
2.6.1 แบบเชื่อมต่อสวิตช์โดยตรงกับพอร์ต	32
2.6.2 การเชื่อมต่อสวิตช์แบบเมตริกซ์	32
2.6.3 แบบเชื่อมต่อสวิตช์ผ่านชิพตรีจิสเตอร์	33
2.6.4 แบบเชื่อมต่อสวิตช์มัลติเพล็กซ์	33
2.6.5 แบบเชื่อมต่อสวิตช์เข้ากับระบบบัสข้อมูล	35
2.7 โซลินอยด์	36
2.7.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์	36
2.7.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์	39
2.7.3 แนวความคิดในการนำเอาโซลินอยด์ไปประยุกต์ใช้	39
2.7.4 ข้อระวังในการใช้โซลินอยด์เพื่อให้อายุยืนยาว	40
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	41
3.1 กล่าวนำ	41
3.2 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของวงจรควบคุมการเบิกจ่าย เครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	43
3.2.1 ส่วนของวงจรควบคุม	43
3.2.2 ส่วนของวงจรรับข้อมูล	43
3.2.3 ส่วนของวงจรแสดงผล	48
3.2.4 ส่วนของวงจรสร้างสัญญาณเสียง	49
3.2.5 ส่วนของวงจรควบคุมการจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์	50
3.2.6 ส่วนของวงจรถือสารข้อมูล	51
3.3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของโปรแกรมควบคุมการเบิก จ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	52
3.3.1 การออกแบบโปรแกรมของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือ	52

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3.2 การออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูล	52
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	53
4.1 กล่าวนำ	53
4.2 การทดลองการทำงานของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้อง เก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	53
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	64
5.1 บทสรุป	64
5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ไข	65
5.3 แนวทางในการนำไปพัฒนา	67
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	68
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	78
ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรมควบคุมการทำงาน	89
ภาคผนวก ง รายการวัสดุ และอุปกรณ์	159
ภาคผนวก จ รายละเอียดแสดงคุณสมบัติของอุปกรณ์	162
ภาคผนวก ฉ คู่มือประกอบการใช้งาน	203
บรรณานุกรม	218
ประวัติผู้แต่ง	219

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA	8
ตารางที่ 2.2 ข้อเปรียบเทียบระหว่างการส่งข้อมูลแบบขนานและอนุกรม	9
ตารางที่ 2.3 ขาสัญญาณต่างๆ ของส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลว	13
ตารางที่ 2.4 ชุดคำสั่งควบคุม และการแสดงข้อความ	14
ตารางที่ 2.5 ชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ด	16
ตารางที่ 2.6 ผลของช่องแสงที่มีแรงดันต่อเอาต์พุต	19
ตารางที่ 2.7 คุณสมบัติของรหัสแทรก 2 ใน 5 หรือ บาร์โค้ด USS - I 2/5	22
ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติของรหัส Codebar	23
ตารางที่ 2.9 ชุดอักขระของบาร์โค้ดแทรก 2 ใน 5	23
ตารางที่ 2.10 โครงสร้างตัวอักขระในรหัส	24
ตารางที่ 2.11 ระบบจำนวนของตัวอักขระ	27
ตารางที่ 2.12 ตัวเลขของรหัสสากล	29
ตารางที่ 2.13 ข้อดีข้อเสียของป้ายบาร์โค้ดที่พิมพ์สำเร็จไว้แล้ว	30
ตารางที่ ค.1 ฐานข้อมูลของนักศึกษา	139
ตารางที่ ค.2 ฐานข้อมูลของอาจารย์	155
ตารางที่ ค.3 ฐานข้อมูลของเครื่องมือ	156
ตารางที่ จ.1 8255 Mode 0 Configuration	167
ตารางที่ จ.2 การเลือกค่า Reset Pulse Width และ Watchdog Timeout	171
ตารางที่ จ.3 Command Bytes/Definition	172
ตารางที่ จ.4 Memory Map ของ ANT-32	173

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน	3
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	4
รูปที่ 2.3 รูปแบบการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	5
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมด้วย RS-485	7
รูปที่ 2.5 ระดับแรงดันทางเอาต์พุตของตัวอ่านบาร์โค้ด Vws คือ แรงดันเมื่อผ่าน แถบขาว และ Vbs คือ แรงดันเมื่อผ่านแถบดำ	17
รูปที่ 2.6 รูปแบบของการเข้ารหัส "LA"	19
รูปที่ 2.7 อักขระในบาร์โค้ด 3 ใน 9	20
รูปที่ 2.8 รูปแบบของบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5	22
รูปที่ 2.9 บาร์โค้ดสมบูรณ์ของจำนวน 0123 ในรูปแบบรหัสแทรก 2 ใน 5	25
รูปที่ 2.10 ผังการจัดวางบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5	26
รูปที่ 2.11 การเข้ารหัส Codebar A37859B	27
รูปที่ 2.12 รูปแบบการเข้ารหัส UPC	28
รูปที่ 2.13 ผังการจัดวางข้อมูลสตริงของบาร์โค้ดรหัส UPC	29
รูปที่ 2.14 ฟิลด์ซ้าย และฟิลด์ขวาของข้อมูลตัวอักษร	29
รูปที่ 2.15 บาร์โค้ดรหัส EAN	30
รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อสวิตช์แบบต่อโดยตรงกับพอร์ต	32
รูปที่ 2.17 การเชื่อมต่อสวิตช์แบบเมตริกซ์	33
รูปที่ 2.18 การเชื่อมต่อสวิตช์ผ่านชิพตรีจิสเตอร์	34
รูปที่ 2.19 การเชื่อมต่อสวิตช์แบบมัลติเพล็กซ์	34
รูปที่ 2.20 การเชื่อมต่อสวิตช์เข้ากับระบบบัสข้อมูล	35
รูปที่ 2.21 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์	36
รูปที่ 2.22 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด	37
รูปที่ 2.23 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล	37
รูปที่ 2.24 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก	38
รูปที่ 2.25 การเคลื่อนที่ของแกนกระทู้	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	41
รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมโดยใช้ ANT-32	42
รูปที่ 3.3 ชุดเครื่องอ่านบาร์โค้ด	44
รูปที่ 3.4 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด	44
รูปที่ 3.5 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือ	45
รูปที่ 3.6 คีย์เมตริกซ์สวิตช์	46
รูปที่ 3.7 วงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์	46
รูปที่ 3.8 วงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือทั้งหมด	47
รูปที่ 3.9 วงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี	49
รูปที่ 3.10 วงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการรูดบัตร	50
รูปที่ 3.11 วงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการยืม/คืนผิดขั้นตอน	50
รูปที่ 3.12 วงจรควบคุมการจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์	51
รูปที่ 4.1 หน้าจอแอลซีดีรองรับการรูดบัตร	55
รูปที่ 4.2 ทำการรูดบัตรนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด	55
รูปที่ 4.3 การรูดบัตรนักศึกษาที่ไม่มีข้อมูลในฐานข้อมูล	56
รูปที่ 4.4 การรูดบัตรนักศึกษาที่มีข้อมูลในฐานข้อมูล	56
รูปที่ 4.5 การกดรหัสผ่านจำนวน 4 หลัก	57
รูปที่ 4.6 โซลินอยด์ปลดล็อกทำให้ประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการเปิดออก	57
รูปที่ 4.7 กด 1 เข้าสู่ระบบการยืมเครื่องมือ	58
รูปที่ 4.8 หยิบเครื่องมือที่ต้องการยืมจากช่องเก็บเครื่องมือ	59
รูปที่ 4.9 หน้าจอแอลซีดีเมื่อหยิบเครื่องมือเกิน 3 ชิ้น	59
รูปที่ 4.10 หน้าจอแอลซีดีรองรับการสแกนหมายเลขบาร์โค้ด	60
รูปที่ 4.11 นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด	60
รูปที่ 4.12 กด 2 เข้าสู่ระบบการคืนเครื่องมือ	61
รูปที่ 4.13 หน้าจอแอลซีดีรองรับการสแกนหมายเลขบาร์โค้ด	61

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.15 เก็บเครื่องมือที่ช่องเก็บเครื่องมือตามตำแหน่ง	62
รูปที่ 4.16 กด 3 การออกจากระบบ	63
รูปที่ 4.17 โซลินอยด์ล็อคปิดประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	63
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	69
รูปที่ ก.2 ด้านหน้าของส่วนวงจรควบคุม	70
รูปที่ ก.3 การติดตั้งภายในส่วนของวงจรควบคุม	71
รูปที่ ก.4 เครื่องอ่านบาร์โค้ด	72
รูปที่ ก.5 การติดตั้ง โซลินอยด์ที่ห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	72
รูปที่ ก.6 ส่วนของช่องเก็บเครื่องมือแบบเก็บได้ 2 เครื่อง	73
รูปที่ ก.7 ส่วนของช่องเก็บเครื่องมือแบบเก็บได้ 1 เครื่อง	73
รูปที่ ก.8 วงจรควบคุม ANT-32	74
รูปที่ ก.9 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่าน/สแกนบาร์โค้ด	74
รูปที่ ก.10 วงจรสร้างสัญญาณเสียงเตือน	75
รูปที่ ก.11 วงจรควบคุมการจ่ายไฟให้กับ โซลินอยด์	75
รูปที่ ก.12 การติดตั้งกล่องวงจรปิด	76
รูปที่ ก.13 โทรทัศน์ที่ใช้เชื่อมต่อกับกล่องวงจรปิด	76
รูปที่ ก.14 การเชื่อมต่อกับระบบจากเครื่องคอมพิวเตอร์	77
รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมโดย ANT-32	79
รูปที่ ข.2 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด	80
รูปที่ ข.3 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือ	80
รูปที่ ข.4 ลายวงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด	81
รูปที่ ข.5 การวางอุปกรณ์ของวงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด	81
รูปที่ ข.6 ลายวงจรรับข้อมูลจากเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือ	82
รูปที่ ข.7 การวางอุปกรณ์ของวงจรรับข้อมูลจากเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือ	82
รูปที่ ข.8 วงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือทั้งหมด	83
รูปที่ ข.9 ด้านบนของลายวงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือทั้งหมด	84

เอกสารรูปที่ ข.10 ด้านล่างของลายวงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือทั้งหมด ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านราคา 85

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ข.11 การวางอุปกรณ์ของวงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือทั้งหมด	86
รูปที่ ข.12 วงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการรูดบัตร	87
รูปที่ ข.13 วงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการยืม/คืนผิดขั้นตอน	87
รูปที่ ข.14 ลายวงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการรูดบัตร	88
รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์ของวงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการรูดบัตร	88
รูปที่ ข.16 ลายวงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการยืม/คืนผิดขั้นตอน	88
รูปที่ ข.17 การวางอุปกรณ์ของวงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการยืม/คืนผิดขั้นตอน	88
รูปที่ ค.1 ผังการทำงาน โปรแกรมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	90
รูปที่ ค.2 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยการยืมเครื่องมือ	92
รูปที่ ค.3 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยการคืนเครื่องมือ	93
รูปที่ ค.4 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยการออกจากห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	94
รูปที่ ค.5 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยการสแกนบาร์โค้ด	95
รูปที่ ค.6 โปรแกรมควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	108
รูปที่ ค.7 โปรแกรมฐานข้อมูลนักศึกษา	138
รูปที่ จ.1 รูปแบบจัมพ์เปอร์เลือกหน่วยความจำแบบต่างๆ	165
รูปที่ จ.2 รูปแบบจัมพ์เปอร์แบบต่างๆ ที่จะใช้งานเมื่อเสียบใช้งานชิพต์ MAX691	169
รูปที่ ฉ.1 หน้าจอแอลซีดีรับการรูดบัตร	206
รูปที่ ฉ.2 ทำการรูดบัตรนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด	207
รูปที่ ฉ.3 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกรหัสผ่าน	207
รูปที่ ฉ.4 เข้าไปภายในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	208
รูปที่ ฉ.5 หน้าจอแอลซีดีเข้าสู่เมนู	208
รูปที่ ฉ.6 หยิบเครื่องมือที่ต้องการยืมจากช่องเก็บเครื่องมือ	209
รูปที่ ฉ.7 นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด	209
รูปที่ ฉ.8 ออกจากห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ	210
รูปที่ ฉ.9 นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด	210
รูปที่ ฉ.10 เก็บเครื่องมือที่ช่องเก็บเครื่องมือตามตำแหน่ง	211

เอกสารรูปที่ ฉ.11 ออกจากห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ารศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใดๆ การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ฉ.12 การเข้าสู่โปรแกรม	212
รูปที่ ฉ.13 หน้าจอการเข้าสู่โปรแกรม	213
รูปที่ ฉ.14 หน้าจอของโปรแกรมหลัก	213
รูปที่ ฉ.15 หน้าจอของโปรแกรมข้อมูลเครื่องมือ	214
รูปที่ ฉ.16 หน้าจอของโปรแกรมข้อมูลผู้ใช้	214
รูปที่ ฉ.17 หน้าจอของโปรแกรมรายงานการยืมเครื่องมือ	215
รูปที่ ฉ.18 หน้าจอของโปรแกรมรายงานการคืนเครื่องมือ	215
รูปที่ ฉ.19 หน้าจอของโปรแกรมการแก้ไขรหัสผ่าน	216



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของโครงการ

ในการจัดการเรียนการสอนของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มีลักษณะการจัดการเรียนทางด้านวิศวกรรม ทั้งด้านทฤษฎี และด้านปฏิบัติ ซึ่งในการจัดการเรียน การสอนด้านปฏิบัติ อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาต้องมีการเบิกจ่ายเครื่องมือหรืออุปกรณ์ประกอบการปฏิบัติ ซึ่งมักจะเกิดปัญหาในการเบิกจ่ายเครื่องมือ อาทิเช่น ขาดแคลนเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ อุปกรณ์สูญหายเนื่องจากขาดการบันทึกการเบิกจ่าย และจัดเก็บ การจัดส่งคืนเครื่องมือไม่เป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ หากผู้รับผิดชอบไม่ได้เมื่อเครื่องมือเกิดความเสียหาย เป็นต้น สำหรับระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการนี้จะช่วยลดปัญหาดังกล่าว และหาผู้รับผิดชอบได้จากสาเหตุการชำรุด และสูญหายของเครื่องมือได้

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการเรื่องระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ สามารถจำแนกขอบเขตได้เป็นข้อๆ ดังนี้

- 1) สามารถป้อนรหัสเป็นบัตรบาร์โค้ด และกดปุ่มป้อนข้อมูลด้วยคีย์สวิตช์ได้
- 2) สามารถบันทึกการเบิกจ่ายเครื่องมือพร้อมทั้งควบคุมจำนวนเครื่องมือที่เบิกจ่าย ให้เป็นไปตามระเบียบที่กำหนดไว้ได้
- 3) สามารถแสดงรหัสผู้เบิกจ่ายเครื่องมือที่จอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD) และจอคอมพิวเตอร์ในห้องภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลได้
- 4) สามารถแจ้งกำหนดเวลาการคืนเครื่องมือ ตามที่กำหนดไว้ในระเบียบการใช้ห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการได้
- 5) สามารถสังเกตพฤติกรรมผู้เข้าใช้งานภายในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ โดยผ่านทางกล้องวงจรปิดได้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญญาพันธบัตรฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาค้นคว้า และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ กล่าวถึงเนื้อหาที่นำมาอ้างอิง และเป็นแนวทางในการ ออกแบบสร้างระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน จะเป็นเนื้อหาโดยละเอียดตั้งแต่ขั้นตอนใน การออกแบบวงจรส่วนต่างๆ การนำส่วนต่างๆ มาอินเทอร์เฟสกัน เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลอง และผลการทดลอง โดยจะแบ่งการทดลองออกเป็นส่วนๆ ตามการออกแบบ และการสร้าง พร้อมทั้งบันทึกผลการ ทดลองในแต่ละส่วน

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา ซึ่งเป็นการสรุปผลเกี่ยวกับความ สามารถ และประสิทธิภาพการทำงาน ของระบบการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือ ปฏิบัติการ รวมถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น นับตั้งแต่เริ่มสร้าง ครงงานจนกระทั่ง ครงงานเสร็จ สมบูรณ์ ตลอดจนแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการพัฒนาระบบควบ คุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน ได้อย่าง กว้างขวาง และปรับปรุงให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ภาคผนวก ง รายการวัสดุ และอุปกรณ์

ภาคผนวก จ รายละเอียดแสดงคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก ฉ คู่มือประกอบการใช้งาน

บทที่ 2

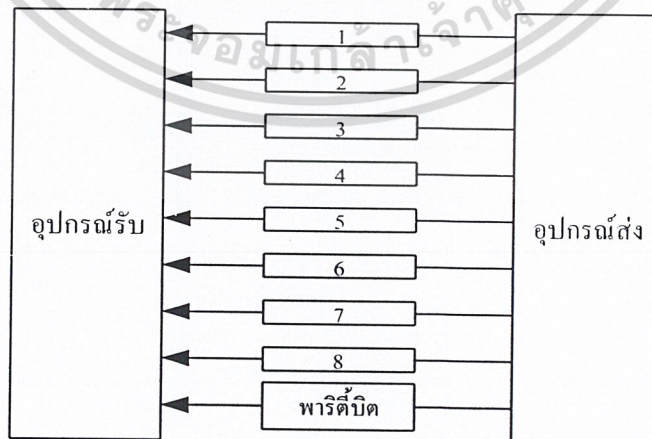
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการนั้น จะประกอบด้วย ส่วนต่างๆ มากมาย ซึ่งก็มีส่วนของการส่งข้อมูลในคอมพิวเตอร์ หรือระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกัน จะมีลักษณะการส่งหรือการสื่อสารข้อมูลอยู่ 2 ลักษณะ คือ การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน และการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม รวมทั้งการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และไอซี 8255 ในการติดต่อกับระบบการทำงานต่างๆ และในส่วนของบาร์โค้ด ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีรายละเอียดดังนี้

2.2 การสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

ลักษณะของการสื่อสารข้อมูลแบบขนานนั้น จะเป็นการสื่อสารข้อมูลที่ข้อมูลจะรับ-ส่ง โดยผ่านสายหรือช่องสัญญาณพร้อมกันหลายๆ เส้น ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยที่จำนวนของสัญญาณจะมีจำนวนไม่แน่นอนต้องขึ้นอยู่กับโครงสร้างการประมวลผลข้อมูลนั้นๆ ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบนี้ คือ สามารถสื่อสารข้อมูลกันได้ในระยะเวลานั้นๆ แต่มีข้อเสีย คือ จะสิ้นเปลืองสายสัญญาณเป็นจำนวนมาก และถ้ายังใช้ในการสื่อสารข้อมูลในระยะทางไกลๆ นอกจากจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายจำนวนมากแล้วยังทำให้สัญญาณถูกลดทอนไปด้วย



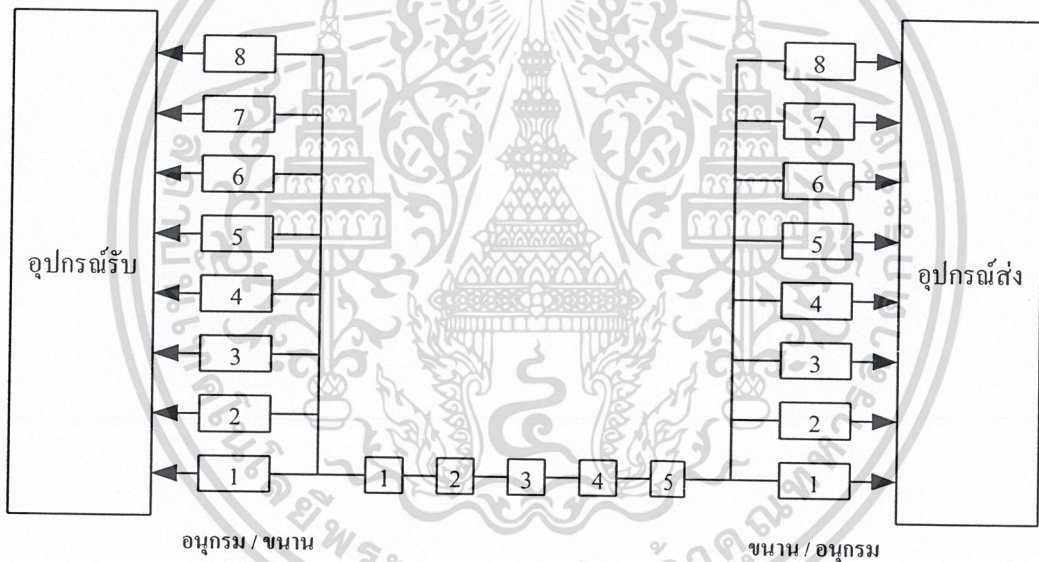
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปแล้วการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน นิยมนำไปใช้กับการสื่อสารข้อมูลในระยะเวลาสั้นๆ ที่ต้องการสื่อสารข้อมูลด้วยอัตราเร็ว เช่น การเชื่อมต่อของสัญญาณระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์รอบข้าง หรือการสื่อสารข้อมูลของเครื่องมีอวด และอุปกรณ์ต่างๆ กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

ลักษณะของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม จะเป็นการสื่อสารที่จะทำการรับ-ส่งข้อมูลโดยใช้สายจำนวนน้อย ซึ่งปกติจะใช้เพียง 1 คู่เท่านั้น คือ สายสัญญาณที่จะใช้เป็นสายข้อมูลและสายกราวด์



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

ลักษณะของการรับ-ส่งข้อมูล ข้อมูลจะถูกส่งออกไปหรือรับเข้ามาในลักษณะที่เป็นบิตต่อบิต ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับกับการสื่อสารแบบขนานที่จำนวนข้อมูล และอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลเท่ากันแล้ว จะพบว่าการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะต้องใช้เวลาในการรับ-ส่งข้อมูลมากกว่าอย่างแน่นอน แต่เมื่อพิจารณาถึงข้อดีของการสื่อสารแบบอนุกรมแล้ว จะพบข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม คือ การใช้สายสัญญาณน้อยกว่ากัน และสามารถส่งสัญญาณในระยะทางที่ไกลกว่า แม้ว่าอัตราการลดทอนหรือผิดเพี้ยนของสัญญาณ ที่มีผลจากความยาวของสายสัญญาณจะมีค่าเท่ากับการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมจะมีวิธีในการที่จะลดผลจากการ

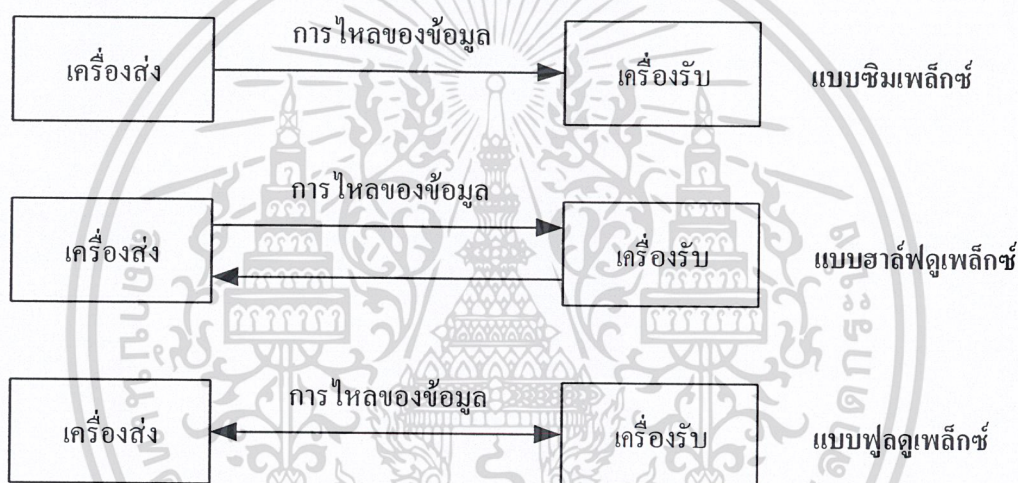
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่เอกสารฉบับนี้ลงมือพิมพ์แล้ว ไม่สามารถคืนค่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดทอนของสัญญาณนี้ โดยอาศัยหลักการรับ-ส่งสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียล ดังนั้นการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม จึงเหมาะสำหรับใช้กับการสื่อสารข้อมูลในระยะทางไกล หรือการสื่อสารที่ต้องใช้สายหรือช่องสัญญาณในการรับ-ส่งข้อมูลจำนวนน้อย เช่น การสื่อสารข้อมูลโครงข่ายแบบท้องถิ่น

2.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่แบ่งตามทิศทางของข้อมูล

นอกจากที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะพบว่า การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมยังสามารถที่จะแบ่งตามลักษณะของทิศทางในการสื่อสารข้อมูล ตามโครงสร้าง และความต้องการของระบบได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.3 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

1) การสื่อสารข้อมูลในทิศทางเดียวตลอดเวลา หรือแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่ข้อมูลสามารถส่งข้อมูลได้ทางเดียวเท่านั้น เมื่อทำการสื่อสารในทิศทางใดก็จะใช้ทิศทางนั้นตลอดเวลา ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง เช่น การส่งสัญญาณภาพจากสถานีโทรทัศน์ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ หรือการส่งข้อมูลจากศูนย์บริการไปยังวิทยุติดตามตัว

2) การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางตลอดเวลา หรือแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่สามารถส่งได้ 2 ทิศทาง โดยจะทำการส่งข้อมูลในลักษณะของการผลัดกันรับ และส่ง โดยในขณะเวลาหนึ่งนั้นสัญญาณจะไปได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์แต่ละตัวที่จะเชื่อมต่อ หรือสื่อสารข้อมูลในลักษณะนี้จะต้องเป็นได้ทั้งตัวรับ และตัวส่ง ซึ่งมีชื่อ เรียกว่า ทรานซีฟเวอร์ (Tranceiver) และจะต้องมีวงจรที่จะเลือกว่า ณ เวลานั้นจะทำงานเป็นตัวรับหรือตัวส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทางตลอดเวลา หรือแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) เป็นการสื่อสารข้อมูลที่คล้ายกับแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ แต่เป็นการสื่อสารข้อมูลใน 2 ทิศทางแบบตลอดเวลา

2.3.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันนี้ ได้มีการกำหนดมาตรฐานในการรับส่งข้อมูลไว้หลายแบบด้วยกัน แต่ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง ก็คือ การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการในการสื่อสารข้อมูล ผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์ที่มีมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นจึงได้กำหนดมาตรฐานที่เรียกว่า RS-232C ขึ้นเพื่อใช้เป็นมาตรฐานแก่อุปกรณ์ที่ถูกผลิตขึ้นจากบริษัทต่างๆ ในสหรัฐอเมริกา Bell System Operating Telephone Companies เป็นบริษัทหลักบริษัทแรกที่เป็นผู้ผลิต และติดตั้งระบบสื่อสารข้อมูล และเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการอินเทอร์เฟซอุปกรณ์ดิจิทัลกับเครือข่ายโทรศัพท์รายใหญ่ อุปกรณ์นี้ก็คือ Bell Modem ซึ่งถูกพัฒนาโดย Bell Laboratories และถูกใช้เป็นมาตรฐานในงานอุตสาหกรรมจนถึงปัจจุบันนี้ (บริษัทต่างๆ มักจะลอกข้อกำหนดต่างๆ ของ Bell ไปใช้งานเพื่อให้สินค้าของบริษัทนั้นๆ สามารถใช้กับอุปกรณ์ของ Bell ได้) ดังนั้นความต้องการเกี่ยวกับข้อมูล ข้อกำหนดในการอินเทอร์เฟซกับโมเด็มจึงมีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการนี้ EIA, Bell System และผู้ผลิตโมเด็มรายอื่นๆ จึงได้ร่วมมือกันตั้งมาตรฐาน RS-232C ขึ้น

มาตรฐาน RS-232C ได้ถูกตีพิมพ์โดย EIA ในปี ค.ศ. 1969 โดยตัวอักษร RS แทน "Recommended Standard" 232 แทนหมายเลขของมาตรฐาน ส่วนอักษร C แสดงให้เห็นว่ามาตรฐานได้รับการแก้ไขครั้งที่

การที่มาตรฐานนี้เป็นที่นิยมใช้ ก็เนื่องจากเป็นระบบการสื่อสารข้อมูลที่ใช้ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีใช้อย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน

มาตรฐาน RS-232C จะมีโครงสร้างการสื่อสารเป็นแบบจุดต่อจุดเท่านั้น โดยมีลักษณะสมบัติทางไฟฟ้า และทางกายภาพ

เพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์จากผู้ผลิตต่างกันทำงานร่วมกันได้ มาตรฐานหลายชนิดจึงได้รับการออกแบบขึ้น มาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ RS-232-C ถูกประกาศในปี ค.ศ. 1969 โดย Electronic Industries Association มาตรฐาน RS-232-C ที่ร่างขึ้นในตอนเริ่มแรกสำหรับกำหนดการเชื่อมต่อระหว่างเทอร์มินัล (Terminal) และโมเด็ม ระบุคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวงจรระหว่างอุปกรณ์ 2 ตัว และกำหนดชื่อ และหมายเลขแก่สายที่จำเป็นสำหรับการเชื่อมต่อวงจร ชื่อวงจรตามมาตรฐาน RS-323-C (AA, AB เป็นต้น) จำได้ยากในทางปฏิบัติจึงใช้ชื่อย่อแทน

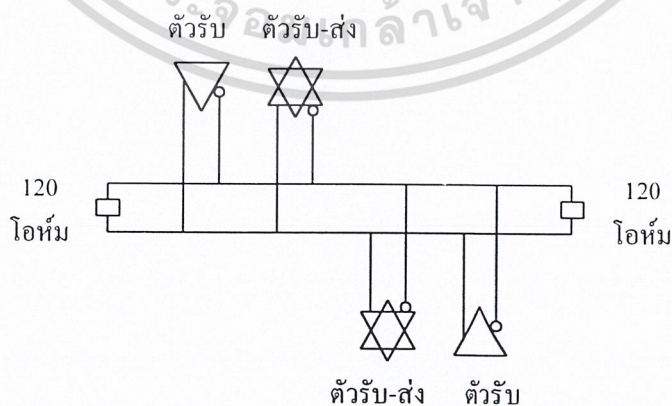
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น สายเส้นที่ 2 มีชื่อ BA แต่ใช้กันทั่วไปว่า TXD (Transmitted Data) ตามมาตรฐาน RS-232-C สายเส้นที่ 2 นำข้อมูลจากเทอร์มินัลไปสู่โมเด็ม เพื่อให้การทำงานถูกต้องเทอร์มินัลต้องส่งเอาต์พุตออกที่สายเส้นที่ 2 และโมเด็มต้องรับสายข้อมูลบนสายเส้นที่ 2 เพราะฉะนั้นสายเส้นที่ 2 เป็นสายส่งข้อมูลสำหรับอุปกรณ์บางอย่าง และเป็นสายรับอุปกรณ์สำหรับข้อมูลอย่างอื่น การเชื่อมต่อโดยตรงจากเส้นที่ 2 บนอุปกรณ์หนึ่งเข้ากับเส้นที่ 2 บนอุปกรณ์อีกตัวหนึ่ง สามารถทำได้ต่อเมื่ออุปกรณ์หนึ่งส่งข้อมูลบนสายเส้นที่ 2 และอีกตัวหนึ่งรับข้อมูลบนสายเส้นที่ 2 เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลบนสายเส้นเดียวกัน อุปกรณ์จึงถูกแบ่งออกเป็น 2 ชนิด อุปกรณ์อย่างเทอร์มินัลซึ่งใช้สายเส้นที่ 2 สำหรับเอาต์พุต เรียกว่า DTE (Data Terminal Equipment) อุปกรณ์อย่างเช่นโมเด็มซึ่งใช้สายเส้นที่ 2 สำหรับอินพุต เรียกว่า DCE (Data Communication Equipment)

2.3.3 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมด้วย RS-485

1) มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล

สำหรับมาตรฐาน RS-485 นั้นเป็นมาตรฐานที่อาศัยหลักการทำงานของการส่งสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียลเช่นเดียวกับมาตรฐาน RS-422A แต่จะสามารถสื่อสารข้อมูลได้ 2 ทิศทางในสายนำสัญญาณเพียงคู่เดียว ซึ่งเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ จากผลของการใช้สัญญาณในลักษณะดิฟเฟอเรนเชียลนี้จะทำให้ระยะทาง และความเร็วในการสื่อสารข้อมูลสูง เช่นเดียวกับมาตรฐาน RS-422A แต่มาตรฐาน RS-485 นั้นสามารถที่จะสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ทั้งการรับ และการส่งได้สูงสุดถึง 32 ตัว หรืออาจกล่าวได้ว่า การสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐาน RS-485 นั้นเป็นการสื่อสารแบบหลายจุด (Multi-point Communication) โดยโครงสร้างในการสื่อสารข้อมูลแบบ RS-485 แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมด้วย RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลของ EIA

พารามิเตอร์	RS-232C	RS-423A	RS-422A	RS-485
โหมดการทำงาน	Single-ended	Single-ended	Differential	Differential
จำนวนของตัวรับ และตัวส่งที่ยอมรับได้	1 ตัวส่ง 1 ตัวรับ	1 ตัวส่ง 10 ตัวรับ	1 ตัวส่ง 10 ตัวรับ	32 ตัวส่ง 32 ตัวรับ
ความยาวของคู่สายสัญญาณรับส่งข้อมูล	50 ฟุต	4000 ฟุต	4000 ฟุต	4000 ฟุต
อัตราการส่งข้อมูลสูงสุด (bit / sec)	20 k	100 k	10 M	10 M
แรงดันไฟฟ้าโหมคร่วมสูงสุด	± 2.5 V	± 6 V	+ 6 V - 2.5 V	12 V - 7 V
Driver Output	± 5 V ต่ำสุด	± 3.6 V ต่ำสุด ± 6 V สูงสุด	± 2 V ต่ำสุด	± 1.5 V ต่ำสุด
Driver Load (W)	3 k ถึง 7 k	450 ต่ำสุด	100 ต่ำสุด	60 ต่ำสุด
Driver Slew Rate	30 V/us สูงสุด		NA	NA
กระแสลิมิตเมื่อเอาต์พุตลัดวงจร	500 mA. ลัดวงจรกับ Vcc หรือ Gnd	150 mA. ลัดวงจรกับ Gnd	150 mA. ลัดวงจรกับ Gnd	150 mA. ลัดวงจรกับ Gnd 250 mA ลัดวงจรกับ 8 V หรือ 12 V
ค่าความต้านทานเอาต์พุตของตัวส่ง (W)	NA –Power On 300 –Power off	NA –Power On 60k–Power off	NA –Power On 60k–Power off	120 k Power On, off
ค่าความต้านทานอินพุตของตัวรับ (W)	3 k ถึง 7 k	4 k	4 k	12 k
ความไวตัวรับ	± 3 V	± 200 mA.	± 200 mA.	± 200 mA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ข้อเปรียบเทียบระหว่างการส่งข้อมูลแบบขนาน และอนุกรม

รูปแบบการสื่อสารข้อมูล	แบบขนาน	แบบอนุกรม
1. ระยะทาง	ปกติจะน้อยกว่า 100 ฟุต	ส่งได้ตั้งแต่ระยะทางสั้นๆ ไปจนถึงระยะทางเป็นไมล์
2. ความเร็ว	อัตราความเร็วสูงมากในระยะที่ไม่ไกลมากนักกำหนดได้เป็นจำนวนบิตต่อวินาที	อัตราความเร็วของข้อมูลที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะอยู่ในช่วง 0 ถึง 2 ล้านบิตต่อวินาที
3. ระดับของสัญญาณ	ในการอินเทอร์เฟซจะใช้ระดับของสัญญาณที่ใช้กับอุปกรณ์ (TTL) คือ สัญญาณลอจิก 1 และ 0 จะแทนด้วยระดับแรงดัน 5 V และ 0 V ตามลำดับ	ใช้มาตรฐานของ EIA RS-232C คือ มีระดับสัญญาณไฟฟ้าขนาด 12 V หรืออาจจะใช้มาตรฐาน 20 mA. Current Loop หรืออาจจะใช้ระดับสัญญาณ TTL ก็ได้ (ใช้กันน้อยมาก)
4. ความผิดพลาดของสัญญาณ	ถ้าส่งในระยะทางที่ไกลความผิดพลาดของข้อมูลจะเกิดขึ้นง่าย	การผิดพลาดของสัญญาณนั้นจะมีน้อยลง
5. ค่าใช้จ่าย	ถ้าส่งในระยะทางที่ไกลๆ จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากเพราะต้องใช้สายส่งสัญญาณหลายเส้น	สิ้นเปลืองน้อยกว่าหลายเท่าถึงแม้ว่าจะใช้อุปกรณ์เปลี่ยนสัญญาณข้อมูลจากแบบขนานไปเป็นแบบอนุกรม แล้วส่งผ่านสายส่งใช้อุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นขนานอีกก็ยังคงลงทุนน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลแบบ RS-485

รูปแบบหรือลักษณะของการต่อใช้งานของ RS-485 ในลักษณะเครือข่าย สามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

2.1) เครือข่ายแบบที่ใช้สายนำสัญญาณสองเส้น (Two Wires) การสื่อสารข้อมูล RS-485 แบบสองเส้นนี้ ถือเป็นการสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์ คือ ลักษณะของการรับ-ส่งข้อมูลจะเป็นไปในลักษณะผลัดกันรับ-ส่ง โดยการกำหนดว่าจะเป็นการให้เป็นการรับหรือการส่ง จะถูกกำหนดโดยตัวแม่ข่าย (Master) ข้อดีของเครือข่ายแบบนี้ คือ จะช่วยประหยัดสายสัญญาณที่ใช้ในการวางเครือข่าย ส่วนข้อเสีย คือ ความเร็วในการรับ-ส่งจะช้าลง

2.2) เครือข่ายแบบที่ใช้สายนำสัญญาณสี่เส้น (Four Wires) การสื่อสารข้อมูล RS-485 แบบที่ใช้สายนำสัญญาณสี่เส้นนี้ ถือเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ ลักษณะของการรับ-ส่งข้อมูลสามารถทำการรับ และส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน ทั้งนี้เพราะว่ามีบัสข้อมูล (Data Bus) อยู่จำนวน 4 เส้น ข้อดีของเครือข่ายแบบนี้ คือ ความเร็วของการรับ และส่งข้อมูลมากกว่าแบบใช้สายนำสัญญาณสองเส้น แต่ก็มีข้อเสีย คือ จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในส่วนของสายนำสัญญาณมากกว่าแบบที่ใช้สายนำสัญญาณสองเส้น 2 ชุด โดยที่โหนด 1 ชุดจะประกอบด้วยตัวส่ง 1 ตัว และตัวรับ 1 ตัว และค่าความต้านทานที่ต่อคร่อมระหว่างสายนำสัญญาณมีค่า 60 โอห์ม

เอาต์พุตของตัวส่งในสถานะออฟ มีกระแสรั่วไหลไม่เกิน 100 ไมโครแอมป์ ในช่วงแรงดันไฟฟ้าระหว่าง -7 โวลต์ ถึง 12 โวลต์

เอาต์พุตของตัวส่ง ให้แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต 1.5 โวลต์ ถึง 5 โวลต์ ในช่วงแรงดันไฟฟ้าระหว่าง -7 โวลต์ ถึง 12 โวลต์

ตัวส่งจะมีวงจรป้องกันตัวเองที่ส่วนเอาต์พุต ในกรณีที่ตัวส่งหลายๆ ตัว ส่งข้อมูลออกมาพร้อมๆ กัน

3) มาตรฐานของ RS-485

3.1) คุณสมบัติเฉพาะตัวของตัวรับ RS-485

3.1.1) ค่าความต้านทานอินพุตมีค่าสูง โดยมีค่าไม่น้อยกว่า 12 กิโลโอห์ม

3.1.2) ตัวรับ มีค่าแรงดันอินพุตระหว่าง -7 โวลต์ ถึง 12 โวลต์

3.1.3) ตัวรับ สามารถตอบสนองต่อสัญญาณที่แตกต่างจากสัญญาณโหมคร่วมได้ ± 200 มิลลิโวลต์

3.2) คุณสมบัติเฉพาะของคู่สัญญาณ RS-485 คู่สายสัญญาณที่ใช้ในการรับ-ส่งสัญญาณในระบบ RS-485 นั้นควรพันสลับเป็นเกลียว เพื่อการลดทอนสัญญาณรบกวน

3.3) ความหมายของยูนิทโหลต ยูนิทโหลต เป็นจำนวนมากที่สุดของตัวรับ และตัวส่งที่สามารถใช้งานบนคู่สายสัญญาณรับ-ส่งคู่หนึ่ง โดยจะขึ้นกับค่ายูนิทโหลต ซึ่ง RS-485 ยอมรับได้ที่ 32 ยูนิทโหลตต่อคู่สายสัญญาณ 1 คู่สาย

นิยามของยูนิทโหลต เป็นโหลตที่ใช้กระแส 1 มิลลิแอมป์ ที่แรงดันโหมคร่วม 12 โวลต์ ซึ่งโหลตนี้ประกอบด้วยตัวส่ง และ/หรือตัวรับ แต่ไม่รวมค่าความต้านทานที่เกิดจากความต้านทานที่ต่อคร่อมคู่สายสัญญาณรับ-ส่ง

3.4) คุณสมบัติเฉพาะของตัวรับ-ส่ง

3.4.1) เป็นไปตามมาตรฐาน RS-485, RS-422, CCITT V.11 และ X.27

3.4.2) เอาต์พุตของตัวส่งเป็นแบบ 3 สเตท ยกเว้น SN75179B

3.4.3) เอาต์พุตตัวส่งสามารถขับกระแสได้สูงสุด 60 มิลลิแอมป์

3.4.4) ค่าความต้านทานอินพุตของตัวรับมีค่าประมาณ 20 กิโลโอห์ม (น้อยที่สุด)

3.4.5) ตัวรับมีค่าความไวอินพุต (Input Sensitivity) ประมาณ ± 200 มิลลิโวลต์

3.4.6) ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์

4) การคำนวณหาจำนวนคู่ตัวรับ-ส่ง RS-485

4.1) ตัวส่ง

4.1.1) ค่าของกระแสรั่วไหล เมื่ออยู่ในสถานะออฟที่ 12 โวลต์ มีค่าไม่เกิน 0.1 มิลลิแอมป์

4.1.2) ตัวส่งมีค่า $UL = 0.1 \text{ มิลลิแอมป์} / 1.0 \text{ มิลลิแอมป์} = 0.1 UL$

4.2) ตัวรับ

4.2.1) ค่าของกระแสอินพุตที่แรงดันไฟฟ้าอินพุต 12 โวลต์ มีค่าไม่เกิน 0.6 มิลลิแอมป์

4.2.2) ตัวรับมีค่า $UL = 0.1 \text{ มิลลิแอมป์} / 1.0 \text{ มิลลิแอมป์} = 0.1 UL$

4.2.3) เมื่อพิจารณาโหลต 1 (ตัวรับ และตัวส่ง) มีค่า = $(0.1+0.6) \text{ มิลลิแอมป์} / 1.0 \text{ มิลลิแอมป์} = 0.7 UL$

4.2.4) สายสัญญาณรับ-ส่งข้อมูลคู่หนึ่งสามารถรองรับตัวรับ-ส่งได้ = $32 / 0.7$ เท่ากับ 45 คู่

2.4 ส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลว

แอลซีดี (LCD : Liquid Crystal Display) เป็นจอแสดงผลที่สามารถแสดงข้อความ และภาพได้ ซึ่งแผงแสดงผลของแอลซีดี จะประกอบด้วยเซ็กเมนต์ (จุดเล็กๆ ที่ประกอบกันเป็นตัวอักษรหรือภาพ) จำนวนมากภายในเซ็กเมนต์จะบรรจุชั้นของเหลวเป็นแผ่นบางๆ อยู่ระหว่างชั้นของแก้ว ถ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปที่เซ็กเมนต์ใดๆ เซ็กเมนต์นั้นก็จะเกิดสีดำหรือทึบแสง และถ้าหยุดจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปที่เซ็กเมนต์ที่เซ็กเมนต์นั้นก็จะสว่างหรือโปร่งแสง ด้วยเหตุที่แอลซีดีใช้แรงดันไฟฟ้าควบคุม ใช้กระแสไฟฟ้าน้อย และใช้กำลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าแอลอีดี (LED : Light Emitting Diode)

2.4.1 ข้อดี และข้อเสียของ แอลซีดี เมื่อเปรียบเทียบกับ แอลอีดี

แอลซีดีสามารถมองเห็นในที่ๆ มีแสงสว่างมากๆ เพราะแอลซีดีมองเห็นได้โดยการอาศัยการสะท้อนกลับของแสง

- 1) แอลซีดีใช้กระแสไฟฟ้า และกำลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าแอลอีดี
- 2) แอลซีดีวงจรควบคุมซับซ้อนกว่าวงจรควบคุมของแอลอีดี

จากปัญหาในข้อ 1 สามารถแก้ไขได้โดยการให้แสงสว่างโดยตรงไปยังแอลซีดี หรือเลือกใช้แอลซีดีที่มีไฟส่องจากด้านหลัง (Backlight) ที่มีหลายชนิดแต่ที่นิยมใช้มี 2 ชนิด คือ

- 1) Electroluminescence Lamp (EL) เป็นหลอดที่ต้องมีการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดันสูงประมาณ 100 โวลต์ ความถี่ 400 เฮิรตซ์ ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์ในการแปลงแรงดันดังกล่าว
- 2) แอลอีดีใช้ไฟกระแสตรงประมาณ 3 - 4.8 โวลต์

2.4.2 แอลซีเอ็ม (LCM : Liquid Crystal display Module)

ปัจจุบันแอลซีเอ็มเป็นที่นิยมกันอย่างมาก สำหรับการแสดงผลในเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ทั้งนี้ เนื่องจากมีความเหมาะสมด้วยประการทั้งปวง ทั้งในด้านของการใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ แอลซีเอ็ม ก็คือ โมดูลที่มีตัวแอลซีดี และวงจรควบคุมมาให้พร้อม (HD44780 เป็นไอซีที่ใช้ควบคุมแอลซีดีของบริษัทฮิตาชิ ซึ่งทำหน้าที่คอยควบคุมแอลซีดี โดยจะมีคำสั่ง 11 คำสั่ง) แอลซีเอ็มสามารถควบคุมโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่าย

ส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลว มีอยู่มากมายหลายรุ่น และมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลักๆ คือ แบบดอตเมตริกซ์ และกราฟฟิก โดยแบบดอตเมตริกซ์จะแสดงผลเป็นตัวอักษรขนาด 5*8 จุด และมีจำนวนอักษร และบรรทัดแตกต่างกันไปในแต่ละรุ่น ส่วนแบบกราฟฟิกจะแสดงผลในแบบบิตแมพ คือ จะสร้างเป็นภาพใดๆ ก็ได้ตามต้องการ แนวทางในการใช้งานทั้ง 2 แบบจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน การใช้งานโดยทั่วไปมักจะใช้แบบดอตเมตริกซ์มาก

เอกสารนี้เนื่องจากมีราคาถูก และเพียงพอต่องานส่วนใหญ่ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ประเภทของส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลว

- 1) แบบสะท้อนกลับ (Reflective) จะไม่มีไฟส่องจากด้านล่าง (Backlight) แต่จะใช้ไฟส่องจากด้านบน (Refectlight) แทน
- 2) แบบส่งผ่าน (Transmissive) จะไม่มีไฟส่องจากด้านล่าง
- 3) แบบผสม (Transflective) สามารถเลือกได้ว่าจะใช้ ไฟส่องจากด้านล่าง หรือใช้ไฟส่องจากด้านบน

2.4.4 ขาสัญญาณของส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลว

ดังแสดงในตารางที่ 2.3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 ขาสัญญาณต่างๆ ของส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลว

ขา	สัญลักษณ์	ระดับ	หน้าที่
1	Vss	-	0 V Gnd
2	Vcc	-	+ 5 V Power Supply
3	Vee	-	+ V For Liquid Crystal Drive
4	RS	H/L	Register Select H: Data Input L : Instruction Input
5	R/W	H/L	H: Data Read L : Data Write
6	E	H	Enable Signal (L->H)
7	DB 0	H/L	Data Bus Bit 0
8	DB 1	H/L	Data Bus Bit 1
9	DB 2	H/L	Data Bus Bit 2
10	DB 3	H/L	Data Bus Bit 3
11	DB 4	H/L	Data Bus Bit 4
12	DB 5	H/L	Data Bus Bit 5
13	DB 6	H/L	Data Bus Bit 6
14	DB 7	H/L	Data Bus Bit 7

2.4.5 ชุดคำสั่งควบคุม และการแสดงข้อความ

การเขียน หรืออ่านข้อมูลกับส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลว ก็คือ การกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ในการใช้งานของแอลซีดีตามชุดคำสั่งควบคุม และรวมถึงการเขียนข้อมูลที่เป็นข้อความ เพื่อให้ปรากฏบนแผงแสดงด้วย โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 2.4 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 ชุดคำสั่งควบคุม และการแสดงข้อความ

INSTRUCTION	RS	R/W	DATA BIT								EXE.TIME (μ Sec)	
			7	6	5	4	3	2	1	0		
CLEAR DISPLAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1640
CURSOR AT HOME	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1640
ENTRY MODE SET	0	0	0	0	0	0	0	0	10	I/D	S	40
DISPLAY ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B		40
DISPLAY SHIFT	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*		40
FUNCTION SET	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*		40
SET CGRAM ADD	0	0	0	1	CGRAM ADDRESS						40	
SET DDRAM ADD	0	0	1	DDRAM ADDRESS						0		
BUSY, ADD, READ	0	0	BF	ADDRESS						40		
CGRAM, ADD, WR	1	0	WRITE DATA						40			
CGRAM, DDRD, RD	1	1	READ DATA						40			

2.5 บาร์โค้ด

ในระบบที่มีการปฏิบัติงานอัตโนมัติที่มีจำนวนมากๆ เครื่องจักรจะถูกนำมาใช้เพื่อความสะดวกในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลจากแบบเดิมที่มนุษย์เข้าใจเป็นรูปแบบของรหัสแทน ซึ่งรหัสนี้อาจใช้แทนตัวแปรเดียวหรือหลายๆ ตัวแปรก็ได้ สำหรับงานที่แตกต่างกันไป

บาร์โค้ด คือ รหัสที่ใช้แทนสิ่งเหล่านั้นในรูปของเครื่องจักรที่อ่านรหัสแถบสีดำ และช่องว่างสีขาวในอัตราส่วนที่กำหนด ซึ่งจะแทนอักขระแต่ละตัว โดยมีเซ็นเซอร์เป็นตัวอ่านเครื่องหมายจากแถบนั้นออกมาเพื่อประมวลผลต่อไปในขั้นตอนของสัญญาณทางไฟฟ้า กรรมวิธีในการทำงานนั้นอาจเปรียบเทียบกับการทำงานในร่างกายของมนุษย์ คือ มีสายตาเป็นตัวตรวจจับ และสมองเป็นตัวประมวลผล หรือสั่งงาน

บาร์โค้ดจัดเป็นรูปแบบการใช้งานที่ง่ายที่สุด รวมทั้งราคา และความน่าเชื่อถือได้ นับว่าเหมาะสมที่สุดที่จะใช้งานกับระบบข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างการนำบาร์โค้ดไปใช้งาน และก็ช่วยงานได้มาก คือ ระบบไปรษณีย์อัตโนมัติ โดยการนำไปใช้คัดเลือกชนิดของจดหมาย และปลายทางที่จะส่งไป

ชนิดของตัวตรวจจับบาร์โค้ดโดยทั่วๆ ไปแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ชนิดมือถือ และแบบที่ตั้งอยู่กับที่ สำหรับแบบมือถือนั้นผู้ปฏิบัติงานฝึกหัดงานเพียงเล็กน้อยเท่านั้นก็สามารถที่จะทำงานได้ และสามารถที่จะทำงานได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้องกว่าการใช้งานใช้คนป้อนข้อมูลมาก อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงรูปแบบบาร์โค้ดในผลิตภัณฑ์นั้นก็ง่ายมาก มีข้อมูลที่น่าสนใจเปรียบเทียบให้เห็นความผิดพลาดซึ่งเกิดจากการใช้บาร์โค้ดจะมีเพียง 1 ใน 10,000 ในขณะที่หากใช้คนป้อนข้อมูลความผิดพลาดจะสูงถึง 1 ใน 300 อัตราการผิดพลาดที่ได้จากการใช้บาร์โค้ดสามารถลดลงโดยใช้วิธีการตรวจเช็คตัวเลข และเทคนิคการป้องกันข้อมูลในรูปแบบอื่นๆ ร่วมกันด้วย

ข้อแตกต่างของรูปแบบต่างๆ ของบาร์โค้ดทุกวันนี้มีอยู่มากมาย ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในงานแต่ละชนิดไป โดยจะขึ้นอยู่กับตัวถอดรหัสของบาร์โค้ด ซึ่งจะต้องตรงกับชนิดของบาร์โค้ด นอกเหนือจากจะต้องมีระบบของแหล่งกำเนิดแสง และตัวอ่านตามปกติแล้วการแสดงผลจะแสดงเอาต์พุตออกทางตัวเลขแสดงผลแอลอีดี หรือต่อไปยังอินพุตของระบบคอมพิวเตอร์โดยการต่อผ่านทางพอร์ตมาตรฐาน RS-232

2.5.1 ชนิดของตัวบาร์โค้ด

ตัวบาร์โค้ดพื้นฐานมี 4 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2.5 ซึ่งจะบอกตั้งแต่ราคาต่อหน่วย และลักษณะการทำงาน สำหรับรายละเอียดของตัวอ่านแต่ละชนิด มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 ชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ด

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

1) ไดโอดเปล่งแสง (LED)

ตัวอ่านไดโอดแบบเปล่งแสง จะมีราคาต่อหน่วยต่ำแต่การทำงานนั้นอาจถูกรบกวนด้วยแสงสว่างจากสภาพแวดล้อมได้ การใช้งานตัวอ่านต้องสัมพันธ์กับวัตถุที่จะอ่าน และตัวฉลากบาร์โค้ด หากเกิดความสกปรกจะทำให้ประสิทธิภาพการอ่านข้อมูลลดลง โดยทั่วไปแล้วความลึกในการฉายแสง (Depth of Field) จะมีค่าอยู่ในระดับ 0.075 นิ้ว

2) แสงอินฟราเรด (IR)

ตัวอ่านชนิดนี้จะคล้ายกับไดโอดเปล่งแสง แต่มีข้อดีกว่า คือ มีผลรบกวนจากแสงสว่างจากสภาพแวดล้อมรอบๆ น้อยมาก และไม่มีปัญหาในการอ่านเนื่องจากความสกปรกของผิวบาร์โค้ด

3) แสงเลเซอร์ (Laser)

ปัจจุบันนี้ตัวอ่านที่ใช้แสงเลเซอร์จะมีราคาแพงที่สุดในบรรดาตัวอ่านบาร์โค้ด มีความลึกในการฉายแสงอยู่ในระดับ 3 นิ้ว ซึ่งก็หมายความว่าสามารถที่จะใช้งานอ่านบาร์โค้ดที่ระยะไกลออกไปได้ ตัวอ่านไม่จำเป็นต้องติดกับผิวป้ายของบาร์โค้ด โดยทั่วไปจะใช้แสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 750 นาโนเมตร ซึ่งเป็นแสงที่อยู่ในช่วงที่สายตาไม่สามารถมองเห็นได้ แต่การทำงานจะมีแอลอีดีสีแดงช่วยเล็งหาเป้าหมายขณะทำงาน

4) เส้นใยนำแสง

ใช้แสงสว่างจากสิ่งแวดล้อมมีราคาต่อหน่วยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง แต่ก็น้อยกว่าแบบเลเซอร์ ไฟเบอร์ออปติก คือ เส้นใยแสงขนาดเล็กที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำแสง โครงสร้างของเส้นใยแก้วนำแสงเดินทางผ่านเรียกว่า “Core” กับส่วนนอกเรียกว่า “Cladding” ซึ่งห่อหุ้มส่วนที่เป็น Core ไว้ ทำหน้าที่ให้แสงอยู่เฉพาะภายใน Core และทำให้เส้นใยแก้วแข็งแรงมากขึ้น ทั้ง Core และ Cladding ทำจากสารไดอิเล็กทริกใส เช่น พลาสติก หรือแก้ว โดยการทำให้ค่าดัชนีการหักเหของ Core มากกว่า Cladding เล็กน้อยประมาณ 0.2 – 3 % และนอกจาก Core และ Cladding แล้ว

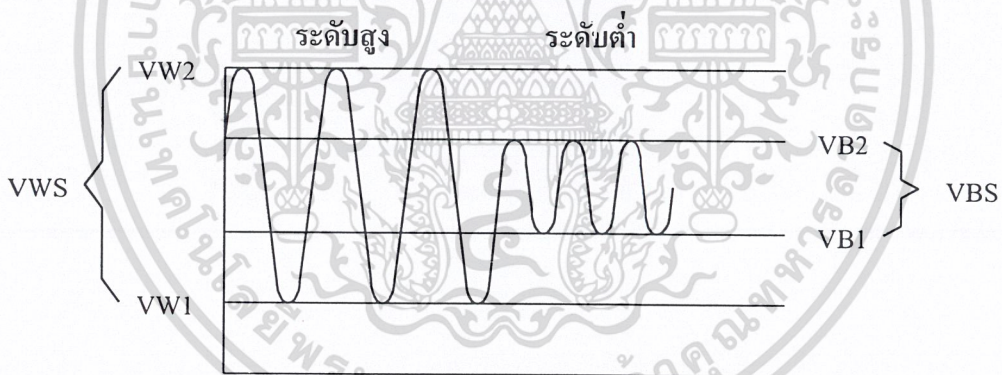
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นใยแสงจะถูกหุ้มด้วยบัฟเฟอร์อีก 1 – 2 ชั้น (Buffer Coating เป็นไนลอนหรือพลาสติก) เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และป้องกันรอยขีดข่วน

2.5.2 การทำงานของบาร์โค้ด

ตัวอ่านบาร์โค้ดหรือสแกนเนอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับบาร์โค้ด ซึ่งจะให้อาต์พุตเป็นสถานะต่ำเมื่อพบแถบเส้นสีดำ และมีสถานะสูงเมื่อพบสีขาว รูปแบบของสัญญาณดังรูปที่ 2.5 ซึ่งทำหน้าที่เหมือนตาในระบบบาร์โค้ด โดยการเปลี่ยนแถบเส้นขาวดำที่เห็นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ส่วนประกอบหลักๆ ที่ต้องนำมาพิจารณาในการตัดสินใจเลือกชนิดของตัวอ่านบาร์โค้ด คือ

- 1) รูปแบบของสัญญาณทางเอาต์พุตที่ต้องการว่าเป็นแอนะล็อก หรือดิจิตอล
- 2) ชนิดของตัวอ่าน หรือแสงที่ใช้อ่าน
- 3) ตัวอ่านเป็นชนิดที่ต้องสัมผัส หรือไม่สัมผัสกับผิวของวัตถุ
- 4) ตัวอ่านอยู่กับที่ หรือสามารถเคลื่อนย้ายได้
- 5) สิ่งแวดล้อมในบริเวณที่ใช้งานว่ามีสภาพแสงรบกวนต่อการทำงาน หรือไม่



รูปที่ 2.5 ระดับแรงดันทางเอาต์พุตของตัวอ่านบาร์โค้ด V_{ws} คือ แรงดันเมื่อผ่านแถบขาว และ V_{bs} คือ แรงดันเมื่อผ่านแถบดำ

การเลือกตัวอ่านที่เหมาะสม นั้นขึ้นอยู่กับความเข้ากันได้ทั้งหมดของการประยุกต์ใช้งาน เช่น รูปแบบของป้าย หรือฉลาก ตัวถอดรหัส และระบบทั้งหมด

การตัดสินใจว่าเลือกเอาต์พุตให้เป็นแอนะล็อกหรือดิจิตอล จะต้องพิจารณาถึงความต้องการทางอินพุตของส่วนถอดรหัสข้อมูล และชนิดของแสงที่ต้องใช้อ่านจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมภายนอก ประเภทของการนำไปใช้งาน และชนิดของป้ายบาร์โค้ดที่มีตัวอ่านเป็นอินฟราเรดสามารถอ่านป้ายที่มีความสกปรก ซึ่งความสกปรกนี้จะพบได้บ่อยในบริเวณการบรรจุหีบห่อสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต กรุณาแจ้งให้ทราบเพื่อจะได้ดำเนินการแก้ไข และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของหมึกที่ใช้พิมพ์ป้ายบาร์โค้ด ต้องสัมพันธ์กับแสงที่ใช้ในตัวอ่านด้วย ส่วนการเลือกตัวอ่านเป็นชนิดอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ได้ รวมทั้งสัมพันธ์กับผิวหรือไม่ขึ้นอยู่กับประเภทของการใช้งาน หลังจากได้ข้อมูลจากสแกนเนอร์ หรือตัวอ่านบาร์โค้ดแล้ว สัญญาณจะถูกส่งต่อมายังส่วนประมวลผลข้อมูล เพื่อแปลความหมายโดยการเปรียบเทียบสัญญาณทางไฟฟ้าที่ได้จากการอ่านสัญญาณบาร์ และสเปซ สิ่งที่ใช้พิจารณาการเลือกตัวถอดรหัสแปลผลสำหรับบาร์โค้ด คือ

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

เครื่องมือที่ใช้อ่านบาร์โค้ดหรือว่าตัวประมวลผลข้อมูล จะต้องมียระบบควบคุมระดับการอ่านข้อมูลอัตโนมัติ (Automatic Gain Control) เพื่อชดเชยกรณีที่แถบบาร์โค้ดมีการพิมพ์แถบไม่ชัดเจน หรือมีความเข้มบางเบาเกินไป

2.5.3 ผลของช่องรับแสง

ตัวอ่านบาร์โค้ดจะมีช่องแสงเป็นทางให้แสงสะท้อนจากผิวบาร์โค้ด ผ่านส่วนตรวจจับ และช่องแสงนี้ต้องมีขนาดเล็กกว่าความกว้างของแถบบาร์โค้ด แสงคืนที่เอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับขนาดของช่องแสง ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญอีกค่าหนึ่งของตัวอ่านบาร์โค้ด คือ ค่าของดัชนีความละเอียด (Resolution Index หรือ RI) อัตราส่วนของสัญญาณแถบแคบ VD (Narrowbar Signal) หารด้วยค่าของสัญญาณแถบกว้าง VS (Widebar Signal) โดยที่ค่าของสัญญาณแถบแคบ VD คือ ระดับของสัญญาณไฟฟ้าที่อ่านผ่านแถบที่แคบที่สุดของบาร์โค้ด และสัญญาณแถบกว้าง VS คือ ค่าความแตกต่างระหว่างขนาดของสัญญาณที่ได้จากบริเวณแถบดำ และแถบขาวของป้ายบาร์โค้ดสัมพันธ์กับสัญญาณที่สร้าง โดยความกว้างของบาร์ และสเปซหาได้โดยใช้สมการที่ 2.1 ดังต่อไปนี้

$$RI = \frac{VD}{VS} \times 100\% \quad (2.1)$$

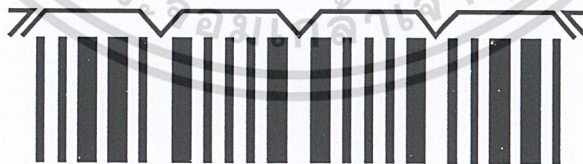
เมื่อ $VS = V_{W2} - V_{W1}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ผลของช่องแสงที่มีแรงดันต่อเอาต์พุต

ขนาดของช่อง (นิ้ว)	ค่าแรงดันต่ำสุด (มิลลิโวลต์)	ค่าแรงดันปกติ (มิลลิโวลต์)
แรงดันจากแถบกว้าง		
0.004	100	150
0.006	200	300
0.008	400	600
0.010	620	930
0.012	900	1350
แรงดันจากแถบแคบ		
0.004	50	90
0.006	100	180
0.008	200	360
0.010	310	558
0.012	450	810

ช่วงสิ้นสุดอักษรสุดท้าย 1 A อักษรสุดท้ายช่วงสิ้นสุด



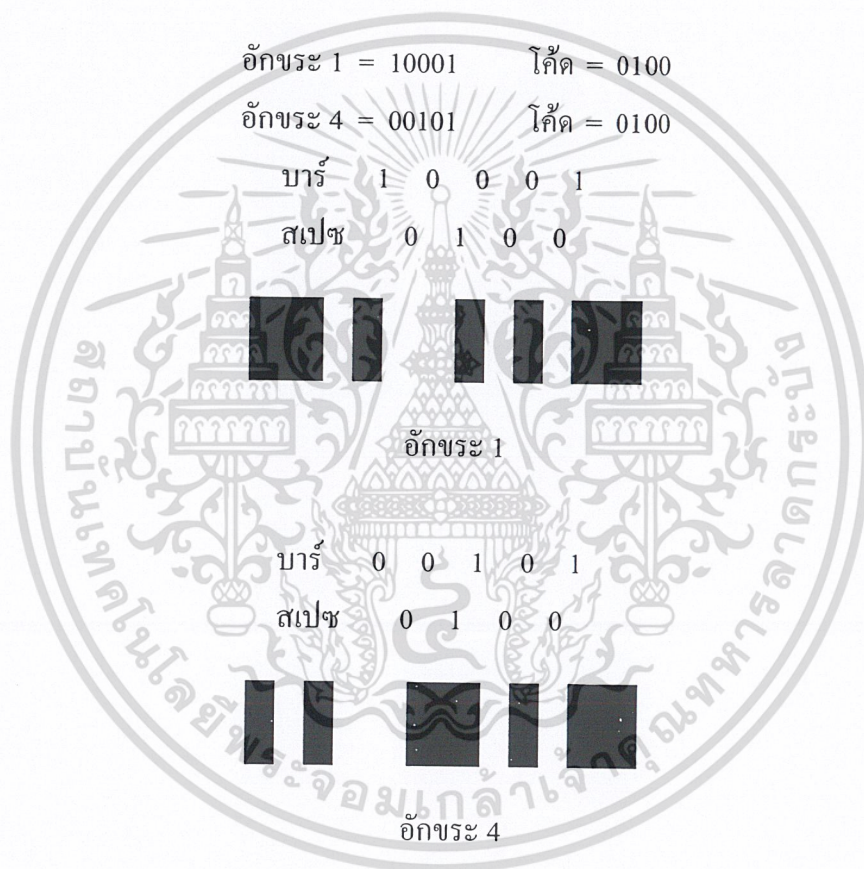
รูปที่ 2.6 รูปแบบของการเข้ารหัส "LA"

ซึ่งการวัดอ้างอิงตามมาตรฐาน NBS (National Bureau Standard) สัญญาณที่วัดได้จากตัวอ่านบาร์โค้ด จะขึ้นกับความเร็วในการสแกนผ่านไปบนป้ายเวลาขาขึ้น และเวลาขาลงของสัญญาณที่อ่านจะอยู่ระหว่าง 10 เปอร์เซ็นต์ และ 90 เปอร์เซ็นต์ของสัญญาณภายในเวลา 40 ไมโครวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 รูปแบบของรหัสบาร์โค้ด

ความแตกต่างของรหัสตัวอักษรบาร์โค้ด ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้งานในทุกวันนี้ มีลักษณะรูปแบบมากมาย ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับรูปแบบการตรวจเช็คความผิดพลาดความหนาแน่นในการพิมพ์อักขระต่อนิ้ว ชนิดของตัวอักษรที่ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นตัวอักษรหรือว่าตัวเลข ซึ่งสามารถนำมาเข้ารหัส และประยุกต์ใช้งานจริงได้ รูปแบบของรหัสบาร์โค้ดที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ มี 5 แบบหลักๆ ดังนี้



รูปที่ 2.7 อักขระในบาร์โค้ด 3 ใน 9

1) รหัส 3 ใน 9 หรือรหัส 39

รหัส 39 ประกอบด้วยส่วนประกอบแถบกว้าง 3 ส่วน ซึ่งเป็นแถบทึบหรือบาร์ และแถบว่างหรือสเปซ จากทั้งหมด 9 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ซึ่งในบาร์โค้ดจะประกอบด้วย

- 1) ช่องแถบว่างที่อยู่แต่ละด้านของบาร์โค้ด
- 2) ส่วนแสดงการเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็น(3)ข้อมูลของตัวอักษร ารใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1) รูปแบบโครงสร้างของรหัส 39

ในรหัสแบบ 39 ความกว้างของแถบบาร์ และสเปซ จะอยู่ในรูปแบบของตัวเลขฐานสอง โดยแถบที่แคบจะแทนด้วย 0 และแถบกว้างจะแทนด้วย 1 ดังนั้นรหัส 3 ใน 9 ข้อมูล 1 พิลด์จะประกอบด้วยแถบกว้าง 3 แถบ จึงมีเลขฐานสองค่า 1 อยู่ 3 ตัว และที่เหลือจะเป็นค่า 0 อยู่ 6 ตัว

รหัสของแถบบาร์โค้ดจะประกอบด้วย รหัสเริ่มต้นทางด้านซ้ายสุด และรหัสหยุดที่ทางขวาสุด ขอบเขตระหว่างแถบที่แสดงการเริ่มต้น และแถบหยุดจะเป็นส่วนบรรจุข้อมูล ซึ่งสามารถบรรจุสูงสุดได้ถึง 32 ตัวอักษร แต่ก็จะขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมด้วย

1.2) ผังจัดการข้อมูลสตรีงในรหัส 39

/ เริ่มต้น /_ข้อมูล พิลด์ข้อมูล /_ค่าผิดพลาด ตรวจสอบตัวอักษร /_หยุด / (32 ตัว อักษร)
(1 ตัวอักษร - สำรองไว้)

รหัสโค้ด 39 นี้มีอยู่ 2 ระดับ (กว้าง และแคบ) นั่นคือ แถบเส้น และช่องว่างจะเป็นได้ 2 ระดับ ไม่กว้างก็แคบต่อช่วงกว้างเท่ากับ 1 : 2.5

อักษรแต่ละตัวจะถูกแทนด้วยส่วนประกอบ 9 ส่วน โดยจะเป็นแถบเส้น 5 ส่วน และส่วนช่องว่างอีก 4 ส่วน สำหรับ 3 ใน 9 ส่วนนั้นเป็นส่วนกว้างซึ่งก็คือแถบเส้นหรือช่องกว้าง (Wide) แทนด้วยไบนารี “1” และส่วนที่แคบ (Narrow) ก็แทนด้วยไบนารี “0” และจะมีช่องว่างแคบๆ กันระหว่างอักษรแต่ละตัว

1.3) ผังการจัดการข้อมูลสตรีงในรหัสแทรก 2 ใน 5

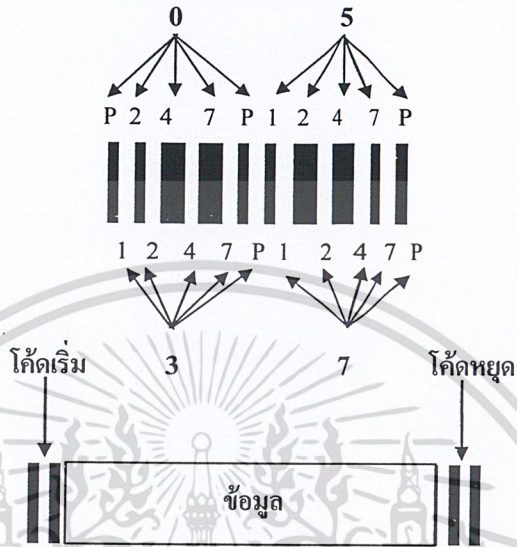
เริ่มต้น / พิลด์ข้อมูล /หยุด
(ความยาวขึ้นอยู่กับข้อมูล)

ตัวอย่างของข้อมูลบาร์โค้ด สำหรับเลข 1 และเลข 4 เปรียบเทียบให้ดูดังแสดงในรูปที่ 2.7 ตัวอักษรทั้งหมดของรหัส 39 แสดงไว้ในตารางที่ 2.10 แถบช่องว่างหรือว่าบาร์ และสเปซแต่ละอันสามารถเลือกได้ ซึ่งจะแคบหรือกว้างขึ้นอยู่กับรหัส ตัวอักษรแต่ละตัวประกอบด้วยแถบกว้าง 3 แถบ และแถบแคบ 6 แถบตัวเลข 1 ใช้แทนส่วนกว้าง และเลข 0 แทนส่วนแคบตัวอักษรอื่นๆ แบ่งแยกโดยช่องว่าง รูปที่ 2.8 รูปแบบของบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5

2) รหัสแทรก 2 ใน 5

เฉพาะข้อมูลตัวเลขเท่านั้นที่สามารถเข้ารหัสแบบแทรก 2 ใน 5 ความหนาแน่นของข้อมูลสูงสุด คือ 18 ตัวอักษรต่อนี้ รหัสอาจผิดพลาดได้ หากไม่เข้ารหัสเป็นตัวเลขของตัวอักษรเข้ารหัสในสัญลักษณ์ตัวอักษรตัวแรกของคู่แทนโดยบาร์ และตัวอักษรตัวที่ 2 แทนโดยสเปซรหัสแทรก 2 ใน 5 ในอุตสาหกรรมการผลิตยา, ในร้านอาหาร และอุตสาหกรรมผลิตสิ่งพิมพ์ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 รูปแบบของบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5

ตารางที่ 2.7 คุณสมบัติของรหัสแทรก 2 ใน 5 หรือบาร์โค้ด USS-I2/5

รูปแบบ	คุณสมบัติของรหัสแทรก 2 ใน 5
1) ชนิดของตัวอักษร	1) ตัวเลข
2) ความยาวของข้อมูล	2) เปลี่ยนแปลงได้แต่ต้องเป็นจำนวนคู่
3) การถอดรหัส	3) ได้ทั้งสองทิศทาง (Bi-Directional)
4) ความหนาแน่นของข้อมูล	4) สูงสุด 18 ตัวอักษรต่อนิ้ว
5) ตัวอักษรพิเศษ	5) มีความแตกต่างกันรูปของการเริ่ม และการหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติของรหัส Codebar

รูปแบบ	คุณสมบัติของรหัส Codebar
1) ตัวอักษร	1) ตัวเลข 0 ถึง 9 รวมทั้งตัวอักษรพิเศษอีก 6 ตัว คือ \$, -, :, /, . และ + รวมทั้งตัวอักษรหยุด - เริ่มอีก 4 ตัว A, B, C และ D
2) ความยาวของชุดข้อมูล	2) เปลี่ยนแปลงได้
3) การถอดรหัส	3) ได้ทั้งสองทิศทาง
4) ความหนาแน่นข้อมูล	4) สูงสุด 12.8 ตัวอักษรต่อนิ้ว

ตารางที่ 2.9 ชุดอักขระของบาร์โค้ดรหัสแท่ง 2 ใน 5

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 โครงสร้างตัวอักษรในรหัส

ตัวอักษร	รูปแบบ	บาร์	สเปซ	ตัวอักษร	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		01001	0001	%		00000	0111

2.1) รูปแบบโครงสร้างของรหัส 2 ใน 5

รูปแบบสำหรับตัวอักษรจะประกอบด้วยบาร์ และสเปซสลับกันไป แทนค่าตัวเลขฐานสิบในรูปของตัวเลขฐานสอง 5 บิต (4 บิตแสดงค่าตัวเลข และ 1 บิตพาริตี) รูปแบบของบาร์โค้ดจะประกอบด้วยส่วนเริ่มต้น ส่วนของข้อมูล และส่วนการแสดงการสิ้นสุดของรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังเว็บไซต์ภายนอก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้ารหัสตัวเลขต้องประกอบด้วยจำนวนคู่เสมอ ตัวเลขที่เข้ารหัสแล้วดังรูปที่ 2.9 สัญลักษณ์ของบาร์โค้ดบ่อยครั้งจะประกอบด้วย ตัวอักษรที่คนเราสามารถอ่านได้อย่างง่ายๆ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการตรวจเช็คเมื่อไม่สามารถอ่านบาร์โค้ดได้โดยตัวเลข จะเขียนไว้ด้านบนหรือด้านล่างของบาร์โค้ดเสมอ ความยาวของแถบบาร์โค้ดสามารถคำนวณด้วยสมการที่ 2.2

$$L = [P(4N + 6)]X + 2Q \quad (2.2)$$

- เมื่อ P คือ จำนวนของคู่อักขระ
 N คือ อัตราส่วนของแถบกว้าง
 X คือ ขนาดความกว้างของแถบแคบ
 Q คือ ความกว้างของแถบแสดงการสิ้นสุดรหัส



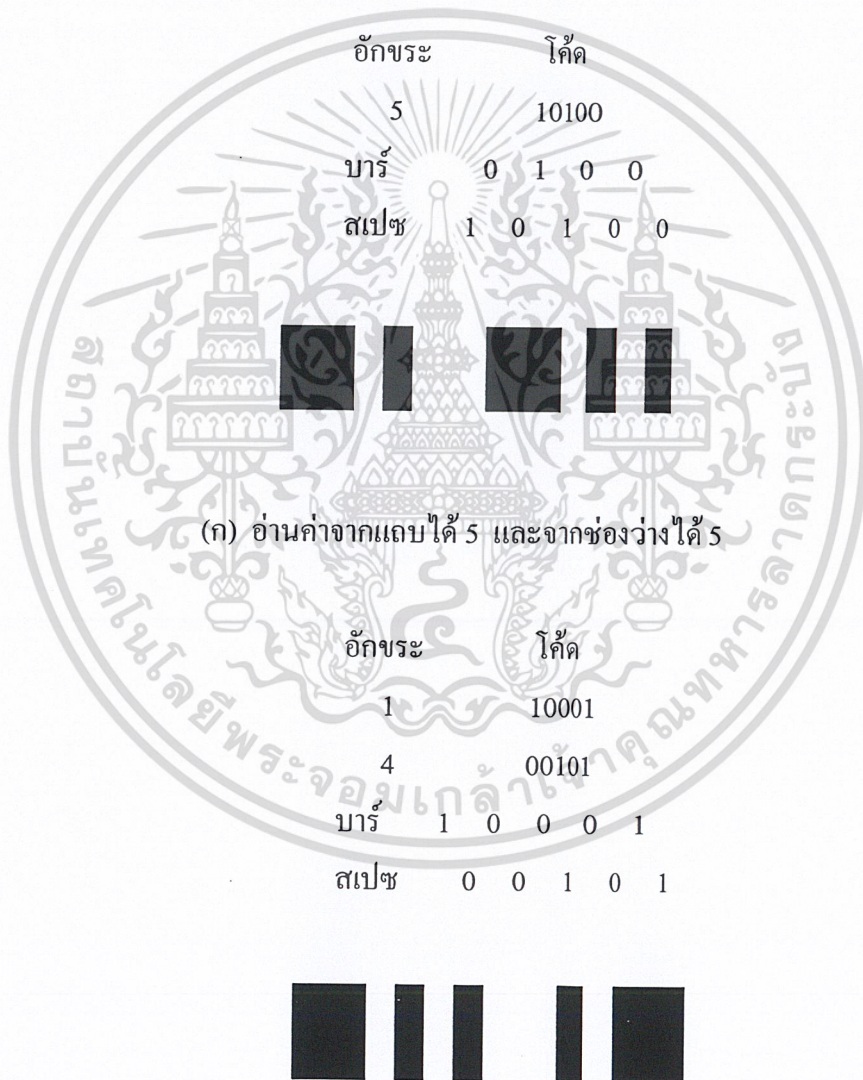
รูปที่ 2.9 บาร์โค้ดสมบูรณ์ของจำนวน 0123 ในรูปแบบรหัสแทรก 2 ใน 5

ส่วนประกอบของข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 2.10 (ก) แสดงส่วนประกอบของรหัสแบบแทรก 2 ใน 5 โดยอ่านค่าจากแถบได้ 5 และช่องว่างก็ได้ 5 โดยดูจากแถบหรือช่องว่างกว้างแทนด้วย 1 และในทางตรงกันข้ามแถบหรือช่องว่างแคบแทนด้วย 0 ส่วนในรูปที่ 2.10 (ข) แสดงการอ่านรหัสจากแถบได้ 1 และจากช่องว่างได้ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) ส่วนประกอบของบาร์โค้ด

ส่วนแสดงการเริ่มต้น และหยุดของบาร์โค้ด แสดงในรูปที่ 2.9 ส่วนเริ่มต้นจะอยู่ทางซ้ายของข้อมูลทั้งหมด ประกอบด้วย 4 ส่วนแคบๆ โดยสลับกันระหว่างบาร์ และสเปซ ส่วนแถบแสดงการหยุดจะอยู่ทางด้านขวาของข้อมูลทั้งหมด ประกอบด้วยแถบใหญ่แล้วตามด้วยแถบเล็ก โดยมีช่องว่างแคบๆ สลับกันไว้ และในส่วนประกอบของบาร์โค้ดจะมีส่วนที่แสดงการสิ้นสุดของรหัสที่อยู่ปิดหัวท้ายของรหัส



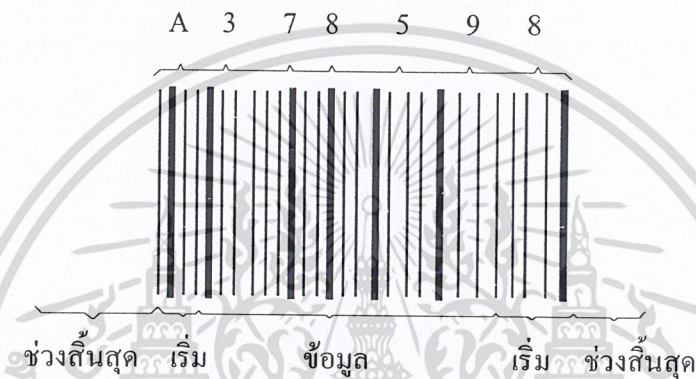
(ข) อ่านค่าจากแถบได้ 1 และจากช่องว่างได้ 4

รูปที่ 2.10 ผังการจัดวางบาร์โค้ดรหัสแทรก 2 ใน 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) รหัสแบบ Codebar

Codebar สามารถใช้กับข้อมูลตัวเลข และตัวอักษรพิเศษอีก 6 ตัว คือ \$, -, :, /, . และ + และตัวอักษร 4 ตัวที่แสดงการเริ่มต้น และหยุด คือ A, B, C และ D สัญลักษณ์ของ Codebar ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงความยาวของข้อมูล ซึ่งคุณสมบัติต่างๆ ได้ให้ไว้ในตารางที่ 2.11 ส่วนประกอบของข้อมูลแต่ละตัวจะแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 การเข้ารหัส Codebar A37859B

ตารางที่ 2.11 ระบบจำนวนของตัวอักษร

ตัวอักษร	การใช้งาน
0	รหัส UPC ปกติ
2	รายการสู่ม้าหนักจำพวกพืชผล และเนื้อสัตว์
3	รายการเกี่ยวกับสุขภาพ เช่น รหัสสากลของยา
4	การปฏิบัติการในร้านที่ไม่ใช่รายการอาหารพร้อมรหัสตัวเลขเพื่อตรวจสอบและป้องกัน รวมทั้งการใช้งานในรูปแบบที่มีจำกัด
5	สำหรับใช้กับคูปอง
อื่นๆ	สำรองไว้ใช้งาน

Codebar แต่ละตัวประกอบด้วยขอบเขตแสดงการสิ้นสุด, ส่วนแสดงการเริ่มต้นหรือหยุด และส่วนของข้อมูล ซึ่งข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงความยาวได้ถึง 32 ตัวอักษร ตัวอย่างดังเช่นใน

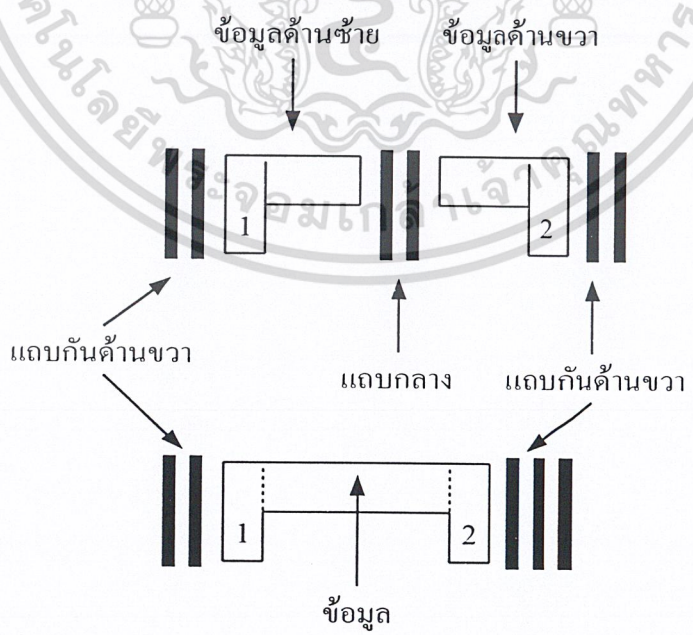
รูปที่ 2.11 ตัวอักษรแต่ละตัวแทนด้วยส่วนประกอบ 7 ส่วน มี 4 บาร์ และ 3 สเต็ป ระหว่างแถบ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ในอินเทอร์เน็ตโดยไม่คิดค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอักษรแสดงว่าเริ่มต้นหรือหยุด มี 4 ตัว สามารถใช้เป็นตัวเริ่มต้นหรือหยุดได้ ส่วนประกอบ การเพิ่มข้อมูลสัญลักษณ์ภายในตัวอักษร แบ่งโดยช่องว่างระหว่างตัวอักษรประกอบด้วยส่วน ของช่องว่างแคบๆ 1 ช่อง ส่วนประกอบเบื้องต้นสำหรับตัวอักษร Codebar ทั้งหมดแสดงไว้ใน ตารางที่ 2.10 ซึ่งส่วนประกอบกว้างแทนไบนารี 1 และส่วนประกอบแคบแทนไบนารี 0 แต่ละตัว อักษรสามารถแทนโดยไบนารีขนาด 1 บิตเท่านั้น

4) รหัสสากล UPC (Universal Product Code)

บาร์โค้ด UPC ชุดอักษรประกอบด้วยตัวอักษร และอีก 3 ส่วนพิเศษ คือ ส่วนเริ่มต้น, ส่วน หยุด และตัวอักษร ตัวอักษรแต่ละตัวสร้างขึ้นโดย 4 ส่วน คือ 2 บาร์ และ 2 สเปซ มี 2 ตัวอย่าง ข้อมูลพื้นฐาน ดังแสดงในรูปที่ 2.12

บาร์โค้ด UPC จะใช้เพื่อเข้ารหัสรายการต่างๆ ในบัตรประจำตัวในหน่วยงานต่างๆ และใช้ ในระบบการบรรจุหีบห่อสินค้าอุปโภคบริโภคในสหรัฐฯ โดยที่ประชุมของ UPC ซึ่งไม่เป็นสากล เท่าไรนัก ระบบตัวอักษรเฉพาะ และชนิดพิเศษใช้ของข้อมูล การจัดการของระบบตัวเลข ดังแสดงในตารางที่ 2.11 ตัวเลขของรหัสสากลที่แสดงให้เห็นในตารางที่ 2.12 ข้อมูลตัวอย่าง สำหรับตัวเลข 5 มี 2 แบบ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.12 ซึ่งแถบที่บจะแทนค่า 1 และช่องว่างจะแทน ค่า 0 ในสัญลักษณ์ของบาร์โค้ดรหัสแบบนี้มีความผิดพลาดต่ำ จึงได้มีการพัฒนาไปประยุกต์ใช้กับ เครดิตการ์ด



รูปที่ 2.12 รูปแบบการเข้ารหัส UPC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานี้เท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 ตัวเลขของรหัสสากล



ตัวอักษร	อักขระฟิลด์ซ้าย พาริตีคู่	อักขระฟิลด์ขวา พาริตีคู่
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

5) รหัสตัวเลขของยุโรป EAN (European Article Numbering)

ลักษณะรหัสตัวเลขของยุโรปที่ใช้ในทวีปยุโรป ซึ่งมักจะใช้คู่กับรหัส UPC เป็นรหัสที่ใช้สำหรับข้อมูลตัวเลข ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 2.13 และ รูปที่ 2.14 ซึ่งเป็นรหัส EAN - 13

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

รูปที่ 2.13 ผังการจัดวางข้อมูลสตริงของบาร์โค้ดรหัส UPC

	ฟิลด์ซ้าย , พาริตีคู่		ฟิลด์ขวา , พาริตีคู่	
บาร์	11	1	บาร์	1 111
สเปซ	0	000	สเปซ	00 0
				

รูปที่ 2.14 ฟิลด์ซ้าย และฟิลด์ขวาของข้อมูลตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการค้าเท่านั้น ซึ่งผู้ยืมให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิมพ์ฉลากบาร์โค้ด ในอุตสาหกรรมผลิตบาร์โค้ด โดยทั่วไปไปป้ายบาร์โค้ดที่ใช้จะใช้การพิมพ์โดยคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องพิมพ์ดอตเมตริกซ์ จะคำนึงถึงชนิดของรหัสที่ใช้เป็นสำคัญ บาร์โค้ดจะพิมพ์โดยมาตรฐานที่จะทำให้ผิดพลาดน้อยที่สุด ผู้ใช้บาร์โค้ดโดยทั่วไปจะมีระบบการตรวจสอบ 4 ตัวแปรที่สำคัญ คือ รูปแบบการวางป้าย, รูปแบบการเข้ารหัส, คุณภาพความเข้ม (Contrast) ของการพิมพ์ และความกว้างของแถบ และช่องว่างของบาร์โค้ด การเปลี่ยนแปลงในความกว้างของแถบ และช่องว่างบนบาร์โค้ดที่กำหนดจะเกิดจากกรรมวิธีในการพิมพ์บาร์โค้ด การสร้างป้ายบาร์โค้ดจะต้องขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ป้ายบาร์โค้ด สามารถเลือกได้มีทั้งที่พิมพ์ไว้แล้ว และระบบที่สามารถนำไปสร้างบาร์โค้ดใหม่ได้เองตามต้องการ



รูปที่ 2.15 บาร์โค้ดรหัส EAN

ป้ายบาร์โค้ดที่มีใช้งานอยู่ทุกวันนี้ แบ่งได้ 2 รูปแบบตามลักษณะการพิมพ์ คือ มีบาร์โค้ดที่พิมพ์สำเร็จไว้แล้ว และป้ายบาร์โค้ดที่ต้องพิมพ์ใช้เอง ซึ่งแต่ละแบบก็มีข้อดีข้อเสียอยู่ในตัวเอง

ตารางที่ 2.13 ข้อดีข้อเสียของป้ายบาร์โค้ดที่พิมพ์สำเร็จไว้แล้ว

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> 1) สามารถที่จะพิมพ์บาร์โค้ดที่มีความสามารถหนาแน่นข้อมูลสูงๆ ได้ 2) มีความเชื่อถือได้ของการพิมพ์สูงเพราะส่วนใหญ่จะพิมพ์โดยระบบออฟเซต 3) สามารถที่จะพิมพ์บนวัสดุอื่นนอกเหนือจากการพิมพ์โดยกระดาษได้ 4) ไม่ยุ่งยากหาเครื่องพิมพ์ 5) สามารถที่จะสร้างบาร์โค้ดติดเพื่อการบรรจุ 	<ol style="list-style-type: none"> 1) ราคาต่อหน่วยจะสูงมาก 2) จะต้องเตรียมข้อมูลของป้ายไว้ล่วงหน้าก่อน

การพิมพ์บาร์โค้ดโดยเครื่องพิมพ์สามารถที่จะพิมพ์นอกสถานที่ได้ จากเครื่องพิมพ์หลายรูปแบบ ถึงแม้ว่าจะมีคุณภาพของบาร์โค้ดค้อยกว่าใช้ป้ายสำเร็จ แต่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง เครื่องพิมพ์ใช้ได้หลายแบบ คือ

5.1) เทอร์มอลพริเตอร์

- 1) ราคาของป้ายขึ้นอยู่กับชนิดของกระดาษที่ใช้
- 2) คุณภาพการพิมพ์อยู่ในระดับปานกลาง
- 3) ความคงทนของป้ายปานกลาง
- 4) ราคาของระบบมีตั้งแต่ราคาถูกถึงปานกลาง

5.2) ดอตเมตริกซ์พริเตอร์

- 1) ใช้กระดาษชนิดราคาถูก
- 2) ความหนาแน่นของการพิมพ์ปานกลาง
- 3) พิมพ์บาร์โค้ดได้เต็มรูปแบบ
- 4) ราคาของระบบอยู่ในช่วงกว้าง
- 5) คุณภาพการพิมพ์ไม่แน่นอน

5.3) เลเซอร์พริเตอร์

- 1) อุปกรณ์มีราคาสูง
- 2) พิมพ์บนพื้นผิวได้หลายชนิด
- 3) คุณภาพการพิมพ์สูง

5.4) การพิมพ์ตัวอักษรเติม

- 1) ราคากระดาษต่ำ
- 2) อุปกรณ์มีราคาสูง
- 3) สามารถพิมพ์ป้ายที่มีความหนาแน่นสูงได้
- 4) ป้ายอาจหลุดได้ง่าย

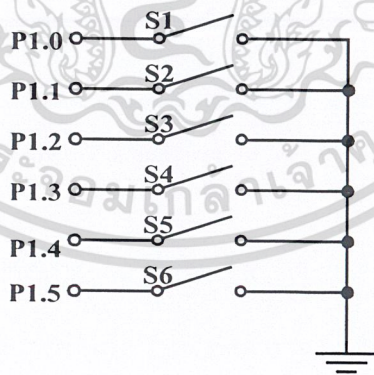
จะเห็นว่ารูปแบบของบาร์โค้ดปัจจุบันมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับประเภทของงาน ซึ่งนิยมใช้กันมากโดยเฉพาะในระบบงานบริการต่างๆ ที่ต้องการความรวดเร็ว และความถูกต้องในการทำงานสูง ซึ่งหากใช้บาร์โค้ดแล้วจะช่วยให้มีความยืดหยุ่นในการทำงาน นับเป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้อำนวยความสะดวกในอีกรูปแบบหนึ่ง

2.6 การอินเตอร์เฟสกับคีย์บอร์ด

โครงการที่ถูกสร้างขึ้นส่วนมากแล้วจำเป็นต้องติดต่อกับอุปกรณ์อินพุต เช่น ตัวเซ็นเซอร์ต่างๆ สัญญาณไฟฟ้า, คีย์บอร์ด เป็นต้น โดยเฉพาะคีย์บอร์ดที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งานในการควบคุมเครื่อง การอินเตอร์เฟสกับคีย์บอร์ดมี 6 รูปแบบที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไป สำหรับตรวจจับสถานะการปิด/เปิดของสวิตช์ ในที่นี้คงยกตัวอย่างเฉพาะการเชื่อมต่อสวิตช์ในแต่ละรูปแบบเป็นหลัก เพื่อให้สามารถมองเห็นแนวทางการเขียนโปรแกรมได้ ซึ่งแต่ละรูปแบบของการเชื่อมต่อสวิตช์ก็จะมีทั้งข้อดี และข้อเสียแตกต่างกันออกไป

2.6.1 แบบเชื่อมต่อสวิตช์โดยตรงกับพอร์ต

การเชื่อมต่อสวิตช์โดยตรงกับพอร์ตซึ่งเป็นแบบที่ง่ายที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.16 การกดสวิตช์แต่ละตัวจะทำให้ขาพอร์ตต่อลงกราวด์โดยตรง ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีวงจรจำกัดกระแสก็ได้ เพราะว่าภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์มีตัวต้านทานพูลอัพต่ออยู่แล้ว การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมาก โดยการใช้คำสั่งตรวจสอบสถานะของแต่ละบิตในพอร์ต เช่นคำสั่ง JB หรือ JNB ข้อเสียของวงจรแบบนี้คือสิ้นเปลืองจำนวนขาพอร์ตจำนวนมาก ถ้าต้องการใช้สวิตช์มากเท่าใดก็ต้องขยายพอร์ตให้มากตามไปด้วย ซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยาก เช่น ถ้าต้องการออกแบบเป็นคีย์บอร์ดสำหรับป้อนตัวอักษรขนาด 60 คีย์ ผู้ออกแบบต้องจัดสร้างขาพอร์ตให้ได้ถึง 60 ขาพอร์ต ซึ่งแทบจะเป็นไปได้ยากและสิ้นเปลืองอุปกรณ์มาก

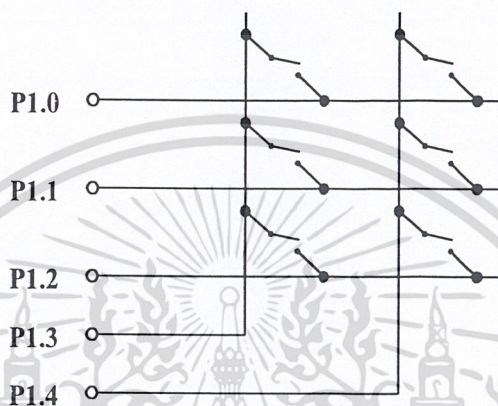


รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อสวิตช์แบบต่อโดยตรงกับพอร์ต

2.6.2 การเชื่อมต่อสวิตช์แบบเมตริกซ์

การเชื่อมต่อสวิตช์แบบเมตริกซ์ แต่ละตัวจะถูกเชื่อมต่อกันแบบแถว และคอลัมน์ในรูปแบบของเมตริกซ์ การตรวจสอบการกดคีย์โดยบนคีย์บอร์ดทำได้โดยการป้อนค่าตรวจสอบค่าหนึ่งแถวไปยังด้านคอลัมน์ และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทางด้านแถว หรือกล่าวได้ว่าตำแหน่งไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการกดยุติได้จากการเขียนโปรแกรมทางด้านสแกนคีย์ด้านแถว ข้อดีของการเชื่อมต่อสวิทช์แบบเมตริกซ์ คือ สามารถใช้สวิทช์ได้มากขึ้นในขณะที่สิ้นเปลืองขาพอร์ตจำนวนน้อย เช่น ใช้ขาพอร์ตเพียง 16 ขาพอร์ตสามารถต่อคีย์บอร์ดได้ถึง 64 คีย์ ส่วนข้อเสียของวงจรนี้คือ ไม่สามารถรับการกดยุติพร้อมกันได้ และต้องเขียนโปรแกรมในการตรวจสอบคีย์ที่ยุ่งยากซับซ้อน



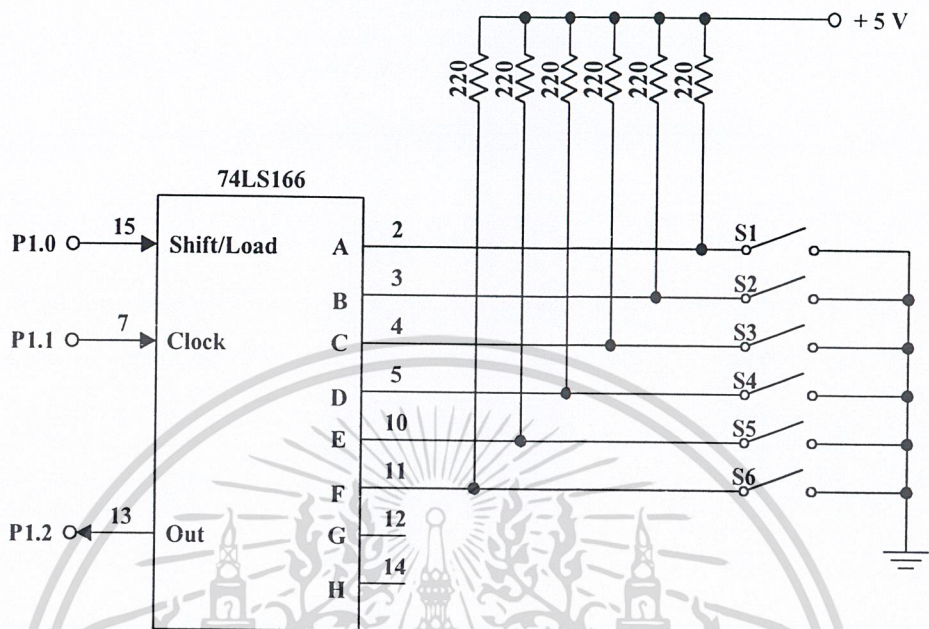
รูปที่ 2.17 การเชื่อมต่อสวิทช์แบบเมตริกซ์

2.6.3 แบบเชื่อมต่อสวิทช์ผ่านชิพตรีจิสเตอร์

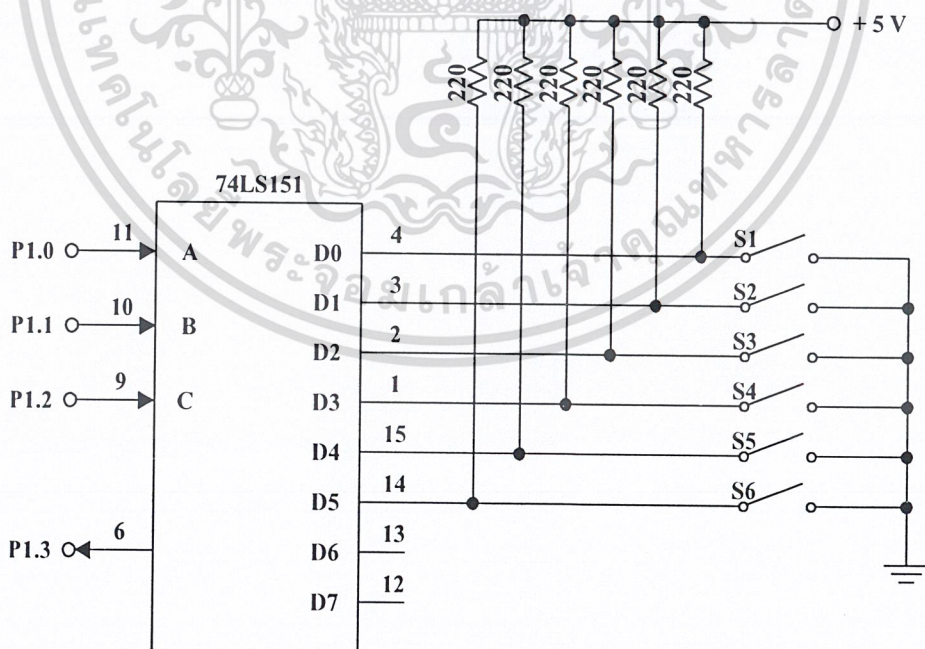
การเชื่อมต่อสวิทช์ผ่านชิพตรีจิสเตอร์ ดังรูปที่ 2.18 จะเห็นได้ว่าวงจรนี้ต้องการขาพอร์ตน้อยมากเพียง 3 ขาพอร์ต โดยใช้ขาพอร์ตหนึ่งกำหนดโหมดที่ขา Shift/Load ให้อยู่ในสถานะโหนดเพื่ออ่านสถานะสวิทช์ทุกตัวเข้าสู่ชิพตรีจิสเตอร์ขึ้นไป คือ เปลี่ยนโหมดการทำงานให้อยู่ในสถานะชิพข้อมูล และให้กำเนิดพัลส์จำนวน 8 พัลส์ เพื่อทำการชิพข้อมูลสถานะของสวิทช์ผ่านขาพอร์ต P_{12} ไปใช้งาน นั่นคือใช้ขาพอร์ตเพียง 3 ขาพอร์ตเท่านั้นก็ทำงานได้แล้ว รวมทั้งการเขียนโปรแกรมควบคุมก็ทำได้ง่าย ถ้าต้องการเพิ่มจำนวนคีย์มากขึ้น ทำได้โดยเพิ่มชิพตรีจิสเตอร์มากขึ้นให้เท่าเทียมกัน อย่างไรก็ตามข้อเสียที่เกิดขึ้นคือ ใช้เวลาในการอ่านสถานะของคีย์ทั้งหมดของคีย์เป็นเวลานานจนกระทั่งชิพข้อมูลได้ครบตามจำนวนคีย์

2.6.4 แบบเชื่อมต่อสวิทช์มัลติเพล็กซ์

วงจรการเชื่อมต่อแบบนี้แสดงในรูปที่ 2.19 ต้องการขาพอร์ตจำนวน 4 ขาพอร์ต พอร์ต $P_{1.0}$, $P_{1.1}$ และ $P_{1.2}$ ทำหน้าที่ควบคุมไอซีมัลติเพล็กซ์เซอร์ เพื่อเลือกสวิทช์ $S_1 - S_6$ ที่ต้องการจะติดต่อด้วยสถานะของคีย์ที่ถูกเลือกจะถูกส่งกลับไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านขาพอร์ต $P_{1.3}$ วงจรแบบนี้สามารถเพิ่มจำนวนคีย์ได้ง่าย และได้เป็นจำนวนมาก อีกทั้งการเขียนโปรแกรมก็ทำได้ง่ายเช่นเดียวกัน



รูปที่ 2.18 การเชื่อมต่อสวิตช์ผ่านชิพรีจิสเตอร์

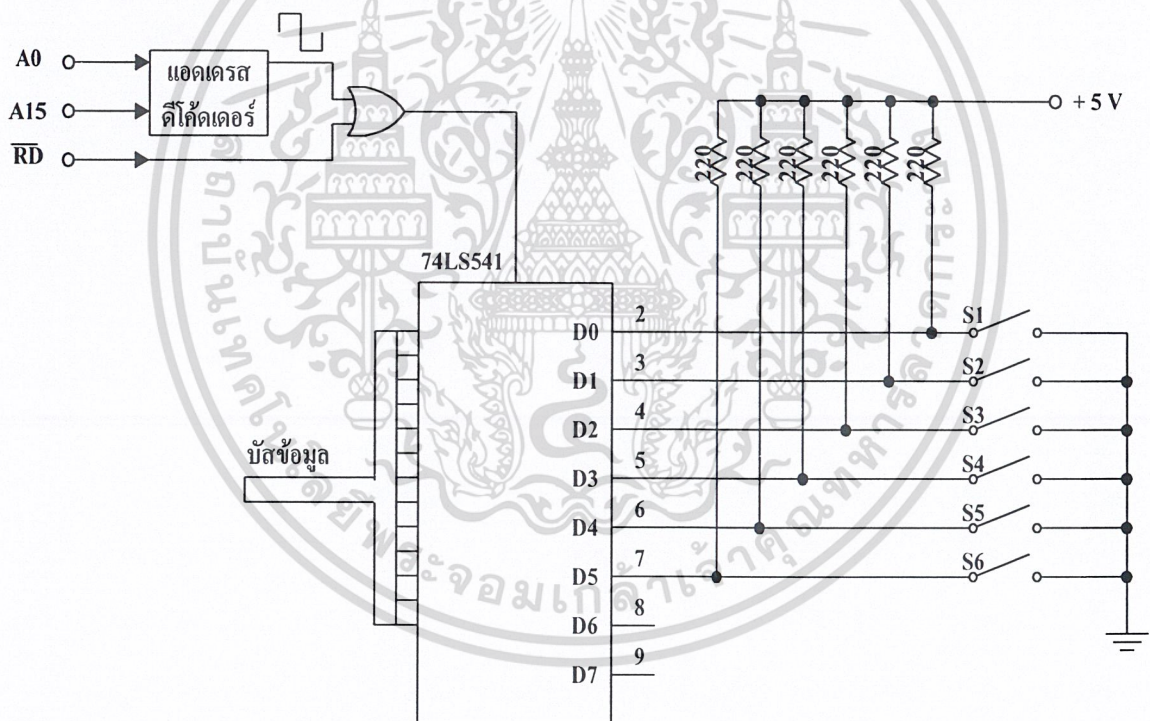


รูปที่ 2.19 การเชื่อมต่อสวิตช์แบบมัลติเพล็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 แบบเชื่อมต่อสวิทช์เข้ากับระบบบัสข้อมูล

วงจรการเชื่อมต่อแบบนี้แสดงในรูปที่ 2.24 ทำการเชื่อมต่อสวิทช์เข้ากับระบบบัสข้อมูล เพื่อทำการอ่านสถานะของสวิทช์เข้าสู่ระบบบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ การเชื่อมต่อแบบนี้มักถูกนำมาใช้เมื่อไม่มีขาพอร์ตเหลือไว้ใช้งานเลย การติดต่อกับคีย์บอร์ดทำได้โดยการอ้างตำแหน่งของแอดเดรสไปยังวงจรดีโค้ดเดอร์ และทำการแอกติฟายสัญญาณ RD เพื่อส่งสัญญาณไปอินพุตเปิดไปยังไอซีชิฟเฟอร์ส่งผ่านสถานะของไอซีต่างๆ เข้าสู่ระบบบัสข้อมูล ถึงแม้ว่าถ้าพิจารณาจากการเขียนโปรแกรมจะเห็นได้ว่าไม่ยากเลย แต่ในทางปฏิบัติการต่อวงจรแบบนี้จะทำให้เกิดความยุ่งยากในทางฮาร์ดแวร์มาก เพราะต้องการเชื่อมต่อวงจรเข้ากับทั้งระบบบัสแอดเดรสและบัสข้อมูล

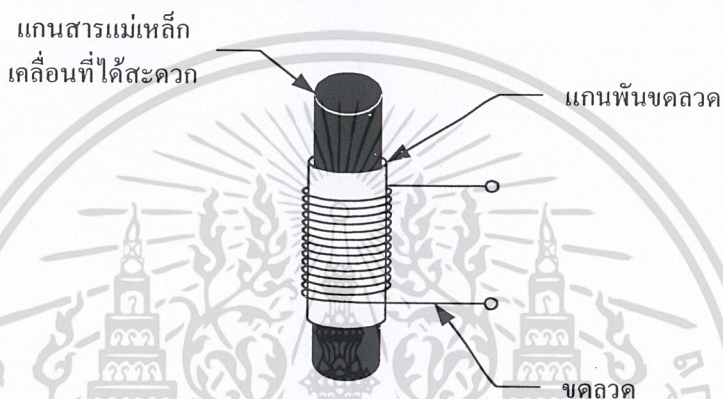


รูปที่ 2.20 การเชื่อมต่อสวิทช์เข้ากับระบบบัสข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โซลินอยด์

โซลินอยด์มีรากศัพท์มาจากคำว่า โซเลน (Solen) ซึ่งมีความหมายทางการแพทย์คล้ายๆ เฝือกหุ้มอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งก็อาจจะอยู่ในลักษณะของปลอกแขนหรือปลอกขา โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์ก็คือขดลวดพันรอบๆ แกนสารแม่เหล็ก ลักษณะก็เป็นคล้ายๆ ทรงกระบอก ดังแสดงในรูปที่ 2.21

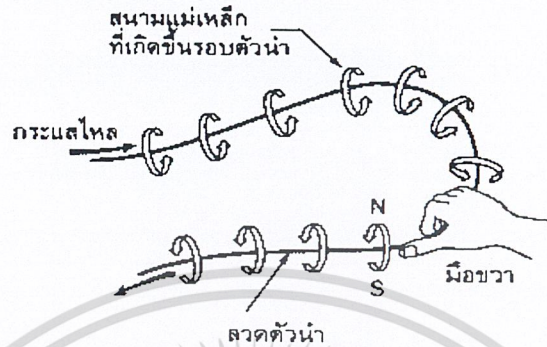


รูปที่ 2.21 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์

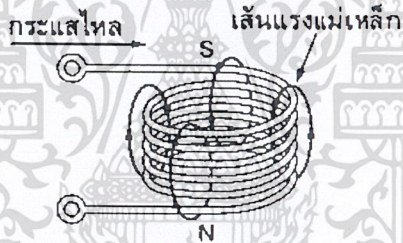
เราใช้โซลินอยด์มาประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการเชื่อมโยงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลโดยตรง โดยสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนให้เข้ามาทางขดลวด จะทำให้แกนสารแม่เหล็กของโซลินอยด์เกิดการเคลื่อนที่ขึ้น การเคลื่อนที่นี้เองที่นำไปใช้ประโยชน์ เช่น ขับกลอนประตูเอาไว้, ไปลิบกระดิ่งทำให้กลไกทำงานหรือหยุดทำงาน ฯลฯ โดยโซลินอยด์ที่มีใช้กันมีทั้งชนิดที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ และไฟฟ้ากระแสตรง

2.7.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์

โดยเออร์สเตดเป็นผู้ตั้งกฎว่า (ตามหลักความเป็นจริงที่ค้นพบ) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำใดๆ ก็ตาม จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวนำนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.22 โดยเออร์สเตดยังออกกฎมือขวามาให้ดูทิศทางเส้นแรงแม่เหล็ก คือ ถ้าเอามือขวากำรอบเส้นลวด โดยให้นิ้วโป้งแทนทิศทางกระแสไหล ส่วนนิ้วที่เหลือทั้งหมด (ซึ่งมี 4 นิ้ว และจะหันไปทางเดียวกัน) จะแสดงทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วใต้ไปขั้วเหนือ



รูปที่ 2.22 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด

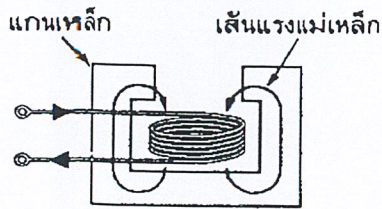


รูปที่ 2.23 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

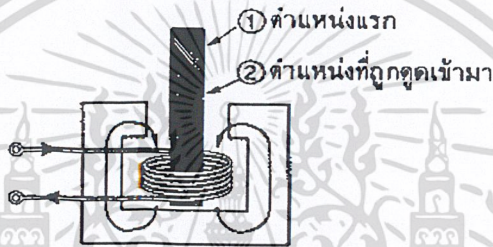
เมื่อเรานำเส้นลวดที่ยาวมาขดเป็นวงๆ หลายๆ วง ก็จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.23 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะอยู่ในทิศทางเสริมกัน และเกิดเป็นเส้นแรงแข็งของสนามแม่เหล็กรวม มีทิศทางเหนือใต้ดังรูป ซึ่งขณะนี้ขดลวดจะทำหน้าที่เช่นเดียวกับแม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่ง ซึ่งพร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆ ขดลวดเป็นอากาศ เส้นแรงแม่เหล็กจึงไม่เข้มข้นมากนัก

เพื่อที่จะไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย จึงใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัว C เข้ามารอบๆ ขดลวดเพื่อให้สนามแม่เหล็กมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.24 ถ้านำแกนกระทุ้ง (Plunger) มาใส่เข้าไปตรงกลางขดลวดในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้งจะถูกดูดให้ลึกลงมาจนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ดังรูปที่ 2.25 ยิ่งระยะทางใกล้เข้ามาเท่าไร แรงดึงดูดก็จะมากขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.25 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง

ข้อแตกต่างระหว่างโซลินอยด์ไฟตรง และโซลินอยด์ไฟสลับ คือ ในโซลินอยด์ไฟตรง กระแสที่ไหลในขดลวดจะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าแกนกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ตาม แต่ในโซลินอยด์ไฟสลับ กระแสในขณะที่แกนกระทุ้งอยู่นอกขดลวดจะมีค่าสูง และเมื่อแกนกระทุ้งถูกดูดเข้ามาจนสุดขดลวดกระแสจะลดต่ำลง ลักษณะแบบนี้เองที่ทำให้ต้องระวังอย่าให้เกิดการติดขัดของแกนกระทุ้งในโซลินอยด์ไฟสลับ เพราะจะทำให้เกิดกระแสหลายๆ ไหลค้างอยู่ ทำให้ขดลวดร้อนขึ้น และอาจจะไหม้เสียหายได้

โดยโครงสร้างของโซลินอยด์แบบไฟสลับ จะต้องพันขดลวด Shaded Coil หรือแหวน (Ring) ซึ่งเป็นลวดพันรอบแกนเหล็กเพียงรอบเดียว หรือไม่กี่รอบลวดวงจรเอาไว้เลย จุดประสงค์ที่พันไว้เพราะในไฟสลับ กระแสจะลดลงมาเป็นศูนย์ 2 ครั้งทุกๆ ไซเคิล ช่วงที่กระแสเป็นศูนย์นี้เอง ทำให้แรงดึงดูดแม่เหล็กลดลง และทำให้เกิดเสียงหึ่งๆ ขึ้น และการดูดก็ไม่แน่นอนพื้น ขดลวดแหวนที่เพิ่มเติมเข้าไปจะทำให้วงจรแม่เหล็กเกิดเป็นสภาพ 2 เฟส คือ แม้ในขณะที่กระแสเป็นศูนย์ก็ตาม ขดลวดแหวนซึ่งมีกระแสที่เกิดจากการเหนี่ยวนำกับสนามแม่เหล็ก จะยังมีแรงแม่เหล็กมาเสริมการดูดในช่วงนี้ได้ แต่ก็จะทำให้เกิดการสูญเสียของความร้อนในขดลวดบ้างเป็นข้อแลกเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์

จะต้องคำนึงถึงหลักใหญ่ๆ คือ

1) แรงดันใช้งาน ไม่ว่าจะเป็ไฟฟ้าตรงหรือไฟสลับ ถ้าเป็นไฟสลับก็ต้องดูความถี่ใช้งานให้ตรงตามต้องการด้วย

2) ช่วงชักใช้งาน (Operating Stroke) ของโซลินอยด์จะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด (จะกำหนดเป็นมิลลิเมตร)

3) ขนาดของโหลด ว่าต้องใช้แรงขนาดเท่าใด มักจะบอกเป็นกรัม

4) ใช้งานต่อเนื่องหรือไม่ การใช้งานต่อเนื่อง (Continuous) หมายถึง เราอาจจะใส่แรงดันไฟเข้าขดลวดค้างไว้ได้เลย โดยขดลวดไม่ไหม้ หรือเป็นแบบจั้งหะๆ (Intermittent Duty)

2.7.3 แนวความคิดในการนำเอาโซลินอยด์ไปประยุกต์ใช้

1) สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงไม่มากนัก

1.1) ทำเป็นกลอนล็อกประตู เมื่อมีแรงดึงมาที่ขดลวด โซลินอยด์จะดึงแกนกระทั่งกลับเป็นการปลดล็อก

1.2) ชูป้ายโฆษณา (Display) ในกรณีนี้ถ้าโซลินอยด์ยังไม่ทำงาน สปริงจะดึงป้ายให้ตั้งฉากกับหน้าต่างป้ายทำให้เราไม่เห็นตัวหนังสือ แต่ถ้าโซลินอยด์ได้รับแรงดันเข้ามา แกนกระทั่งจะถูกดูดทำให้แกนดึงหน้าป้ายโฆษณาออกมาให้เห็นได้

1.3) ใช้กับกลไกของเล่นที่ทำด้วยอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น หุ่นยนต์ รถยนต์เด็กเล่น และอื่นๆ อีกมาก

2) สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงมาก (ใช้ในงานอุตสาหกรรม)

2.1) กลไกอินเตอร์ล็อก ใช้กับพวกเครื่องหยอดเหรียญต่างๆ, กระเบื้องทริปของเซอร์กิตเบรกเกอร์, เครื่องเล่นทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

2.2) ควบคุมลิ้นของไหล พวกลิ้นเปิดปิดทางเดินของลมหรือน้ำมันในระบบนิวแมติกและไฮดรอลิกส์, ควบคุมลิ้นน้ำทิ้งของเครื่องซักผ้า เป็นต้น

2.3) ช่วยในการนับจำนวนสินค้า โดยวงจรนับจะส่งแรงดันมาที่โซลินอยด์เป็นช่วงเวลาที่จะได้จำนวนตามต้องการ โซลินอยด์จะดูด และเบนทิศทางสินค้าไปลงหีบห่อตามจำนวนที่ถูกต้อง

2.4) ระบบเบรก ใช้ควบคุมระบบเบรกในเครื่องจักรกล, เครื่องมือช่างไม้, ลิฟต์, รอก เป็นต้น

2.5) ควบคุมการทำงานของคลัตช์ โดยการดึงให้หน้าคลัตช์เข้ามาแตะกัน เป็นการถ่าย

ทอดกำลังผ่านไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6) ควบคุมกลไกคานงัดแรง ในเครื่องมือสำนักงาน, เครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์, เครื่องบันทึกสัญญาณ

2.7) ควบคุมการเจาะ และพิมพ์ของเครื่องจักร ก็โดยการดัดแปลงติดตั้งหัวเจาะ และพิมพ์เข้าบนแกนของโซลินอยด์

2.8) ควบคุมการเปิดปิดของฮอปเปอร์ (Hopper คล้ายกับปากกรวย มีหน้าที่เป็นทางไหลของวัตถุที่อยู่ในโซล))

2.7.4 ข้อระวังในการใช้โซลินอยด์เพื่อให้อายุยืนยาว

1) โซลินอยด์ไฟสลัจะต้องทำกลไกให้มั่นใจได้ว่า โซลินอยด์จะดูดแกนกระทันหันเข้ามาหาสุดตัวเต็มที่ ถ้าไม่เช่นนั้นกระแสในโซลินอยด์จะสูง และเกิดความร้อน และขดลวดอาจจะไหม้ได้ การดัดแปลงแก้ไข โดยถ้าเกิดมีการติดขัดด้านไหล ใช้สปริงเชื่อมต่อ (Joint Spring) เพิ่มเติมจะยึดตัวให้แกนเคลื่อนที่เข้าไปสุดได้

2) ควรระวังให้แนวการเคลื่อนที่ของแกนกระทันหันอยู่ในแนวแกนเสมอในกรณีที่มีการเคลื่อนที่ที่จะเป็นส่วนโค้ง ก็อาจเพิ่มข้อต่อเข้ามา เพื่อช่วยให้การเคลื่อนที่ของแกนกระทันหันอยู่ในแนวแกนมากขึ้น

3) พยายามอย่าวางตำแหน่งโซลินอยด์อยู่ใกล้หรือติดกับสารแม่เหล็ก เพราะอาจจะมีสนามแม่เหล็กส่วนหนึ่งรั่วไหลออกไปได้ อันจะเป็นเหตุให้แรงดึงดูดลดลง ควรแก้ไขโดยเพิ่มฉนวนแม่เหล็กแทรกเข้าไปด้วย

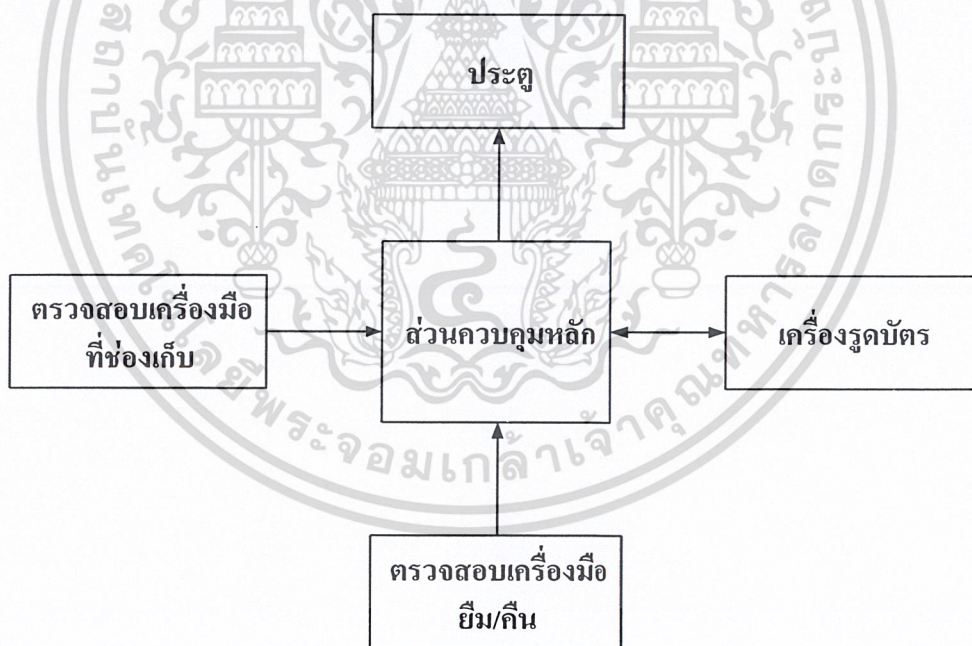
4) ต้องติดตั้งตัวถังโซลินอยด์ให้แน่นหนา เนื่องจาก โซลินอยด์เป็นตัวส่งกำลังทางกล ฉะนั้นเมื่อมีแรงกริยาออกมา ก็ย่อมต้องมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นกับตัวถังของโซลินอยด์ ถ้ายึดไม่แน่นพอในระยะยาวอาจจะทำให้เกิดการสั่น, หลุด หรือหลวมได้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

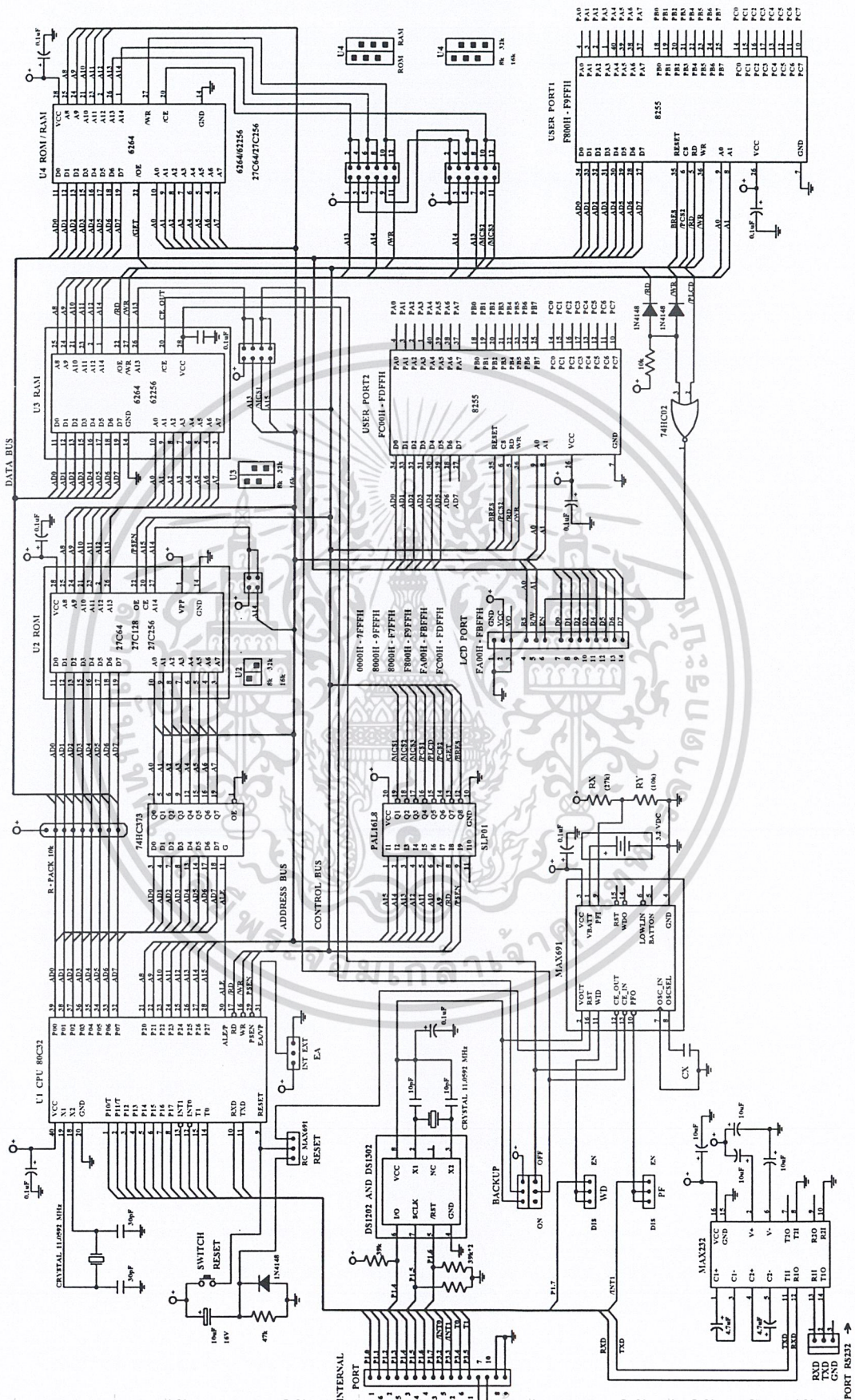
3.1 กล่าวนำ

การออกแบบ และการสร้างวงจรระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการออกแบบวงจรประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือ ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของการออกแบบโปรแกรมควบคุมในส่วนต่างๆ และส่วนที่ 3 คือ ในส่วนของการออกแบบโครงสร้างภายนอกของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ โดยมีโครงสร้างดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมโดย ANT-32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของวงจรควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

การออกแบบ และการสร้างระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการจะแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้ คือ ส่วนของวงจรควบคุม ส่วนของวงจรรับข้อมูล ส่วนของวงจรแสดงผล ส่วนของวงจรควบคุมการจ่ายไฟ และส่วนของวงจรสื่อสารข้อมูล ซึ่งมีการทำงานและวงจรดังนี้

3.2.1 ส่วนของวงจรควบคุม

ส่วนของวงจรควบคุมจะทำหน้าที่ควบคุมการรับข้อมูล การแสดงผลรวมทั้งการประมวลผลเพื่อทำการรับข้อมูล และส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในวงจรนี้ได้ใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 89C52 เป็นตัวประมวลผลข้อมูลที่รับเข้ามาทั้งทางเครื่องอ่านบาร์โค้ด และคีย์เมตริกซ์สวิตช์ เมื่อทำการประมวลผลข้อมูลแล้วก็จะนำข้อมูลแสดงผลออกทางอุปกรณ์แสดงผลแอลซีดี หลังจากนั้นก็จะส่งข้อมูลที่ไปตรวจสอบที่ไมโครคอมพิวเตอร์ว่าตรงกับฐานข้อมูลที่ทำการบันทึกไว้หรือไม่ และเมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ได้ประมวลผลเสร็จก็จะส่งข้อมูลมาที่ส่วนของวงจรควบคุม เพื่อทำการแสดงผลที่อุปกรณ์แสดงผลแอลซีดีอีกครั้ง

3.2.2 ส่วนของวงจรรับข้อมูล

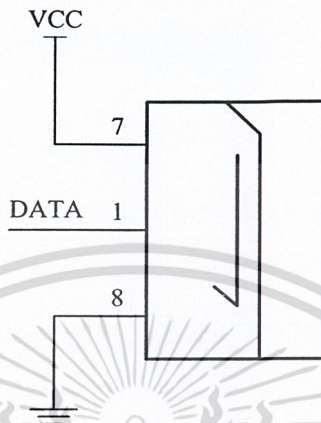
ในส่วนของวงจรรับข้อมูล จะทำหน้าที่ในการรับข้อมูล เพื่อทำการส่งข้อมูลให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำไปประมวลผล ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1) ส่วนของวงจรรับข้อมูลนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

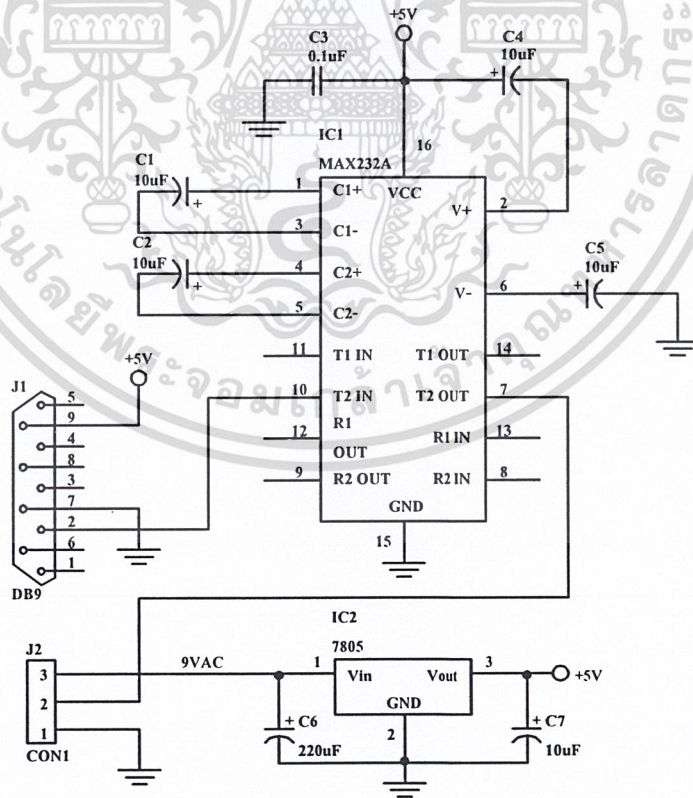
ในส่วนของวงจรรับข้อมูลนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากการรูดบัตรนักศึกษา จากนั้นทำการส่งข้อมูลให้แก่ พอร์ตอินพุตของไอซี 89C52 เพื่อนำไปประมวลผล และแสดงผลทางจอแอลซีดี แสดงในรูปแบบที่ 3.4

ในการออกแบบส่วนของการอ่านข้อมูลรหัสบาร์โค้ด ได้นำไปต่อร่วมกับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C52 และหน่วยความจำชั่วคราว ซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูลของนักศึกษา เมื่อมีนักศึกษาต้องการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการก็สามารถกระทำได้โดยการนำบัตรนักศึกษาของตนเอง ซึ่งมีข้อมูลของนักศึกษาผู้นั้นถูกเก็บบันทึกเอาไว้ในฐานข้อมูลทั้งรหัสนักศึกษา ชื่อ-นามสกุล และรหัสผ่านประจำตัวผู้ใช้ เมื่อทำการรูดบัตรนักศึกษาผ่านเครื่องอ่านบาร์โค้ด รหัสมาจากเอาต์พุตของเครื่องอ่านบาร์โค้ด ส่งไปยังพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะอยู่ในรีจิสเตอร์ SBUF รหัสของเครื่องอ่าน

บาร์โค้ดจะแปลงเป็นรหัสแอสกี และนำไปประมวลผลวงจรแสดงวงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

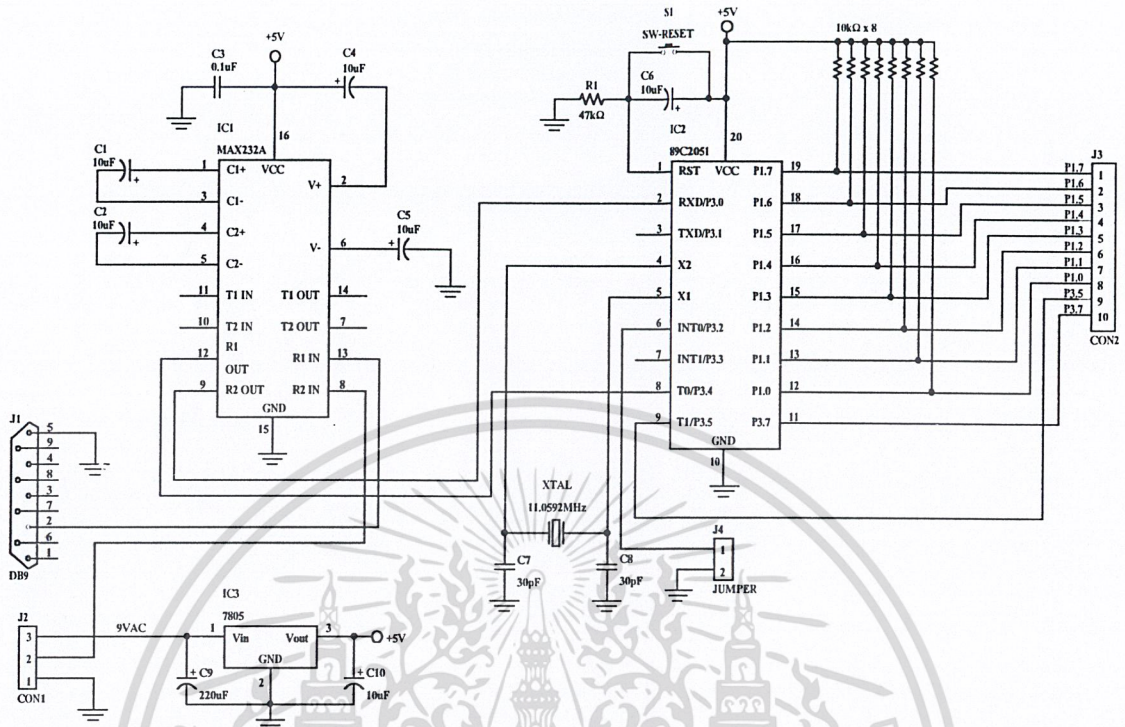


รูปที่ 3.3 ชุดเครื่องอ่านบาร์โค้ด



รูปที่ 3.4 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

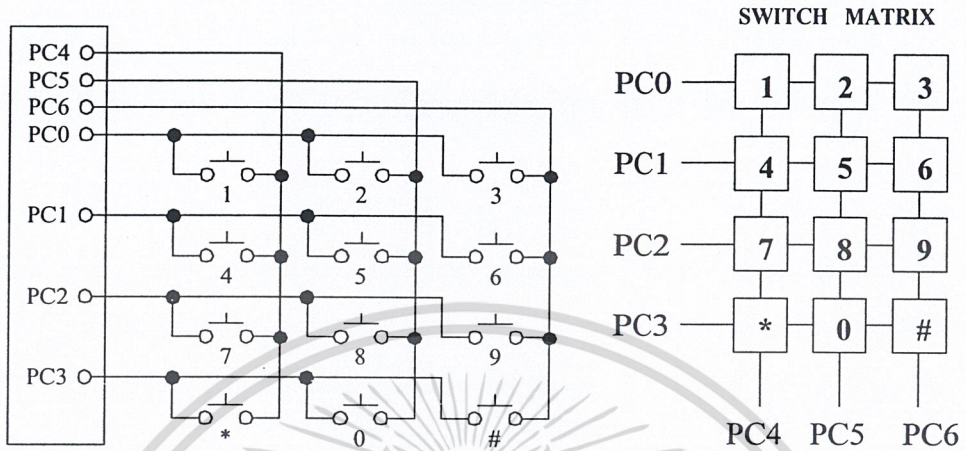


รูปที่ 3.5 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือ

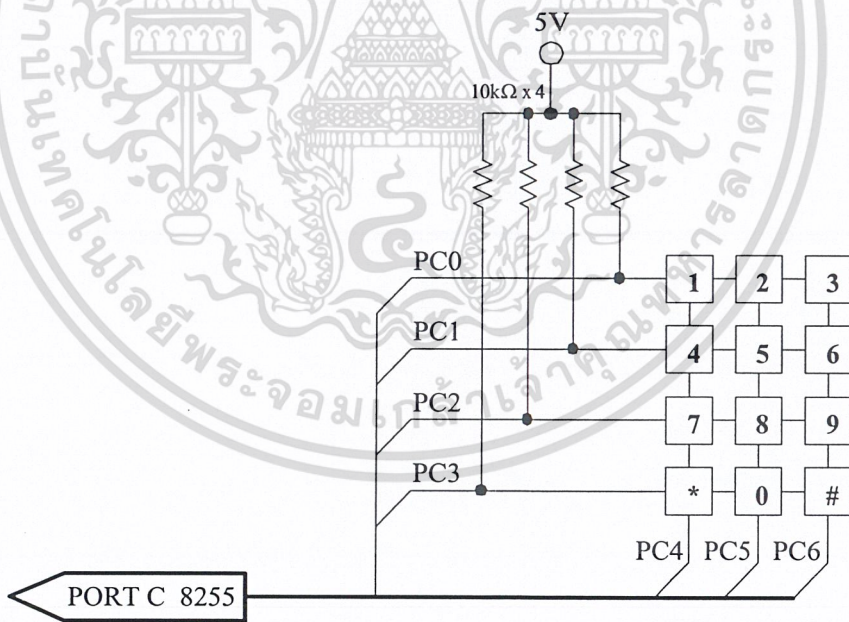
2) ส่วนของวงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์

ในส่วนของวงจรรับข้อมูลคีย์เมตริกซ์สวิตช์ จะทำหน้าที่ในการรับสัญญาณข้อมูลจากการกดรหัสของผู้ที่ต้องการเบิกจ่ายเครื่องมือผ่านเข้าบนคีย์เมตริกซ์สวิตช์ โดยสัญญาณข้อมูลที่รับเข้ามานั้นจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณรหัสฐานสอง 4 บิต เพื่อส่งไปยังพอร์ต C ของไอซี 8255 เพื่อนำไปประมวลผล

คีย์เมตริกซ์สวิตช์มี 12 ปุ่มกด ประกอบด้วยตัวเลข 0-9 และเครื่องหมาย 2 เครื่องหมาย คือ * และ # โดยแบ่งการเดินสายออกเป็นทางแนวนอน และทางแนวตั้งของแต่ละปุ่มกด คีย์เมตริกซ์สวิตช์จะให้ผู้ใช้กดรหัสประจำตัว 8 ตัว โดยการกดแต่ละครั้งจะได้เอาต์พุตทางแนวตั้ง และแนวนอนอย่างละ 1 ค่า โดยเอาต์พุตจะให้รหัสที่ไม่ซ้ำกัน 12 ค่า เมื่อผู้ใช้กดสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่งบนปุ่มกดรหัส รหัสข้อมูลจะถูกส่งไปให้อินพุตของพอร์ต C ของไอซี 8255 การกดปุ่มรหัส ซึ่งเป็นรหัสฐานสอง 4 บิต โดยพอร์ต PC0-PC3 จะรับสัญญาณจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ทางแนวตั้ง และพอร์ต PC4-PC5 จะรับสัญญาณทางแนวนอนจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ สัญญาณเอาต์พุตซึ่งเป็นสัญญาณรหัสฐานสอง 4 บิต จะส่งสัญญาณออกทางเอาต์พุตไปยังพอร์ต C ของไอซี 8255

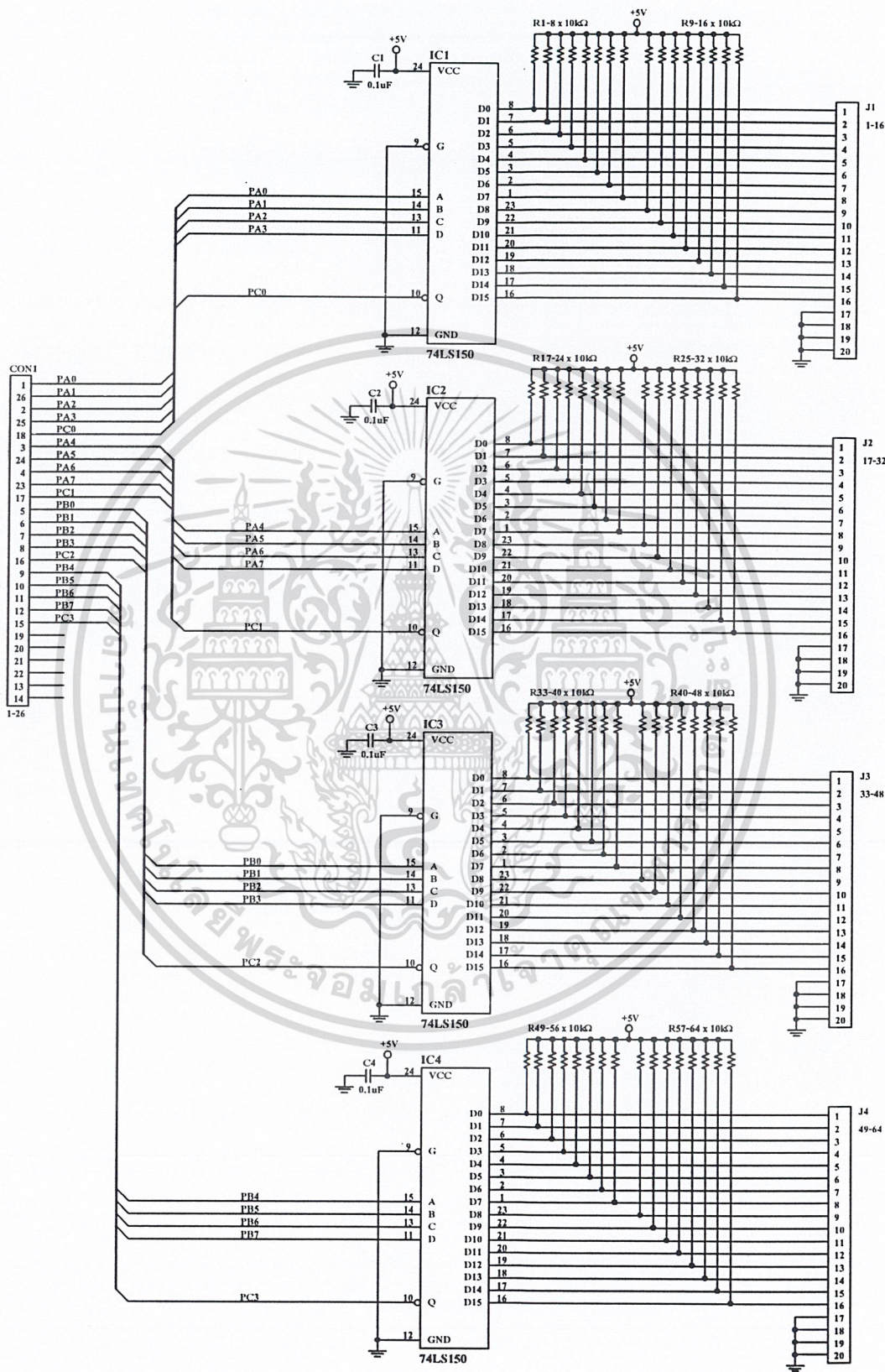


รูปที่ 3.6 สวิตซ์เมตริกซ์



รูปที่ 3.7 วงจรรับข้อมูลสวิตซ์เมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อวัตถุประสงค์เท่านั้น มิได้ออกให้คนอื่นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ส่วนของวงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือ

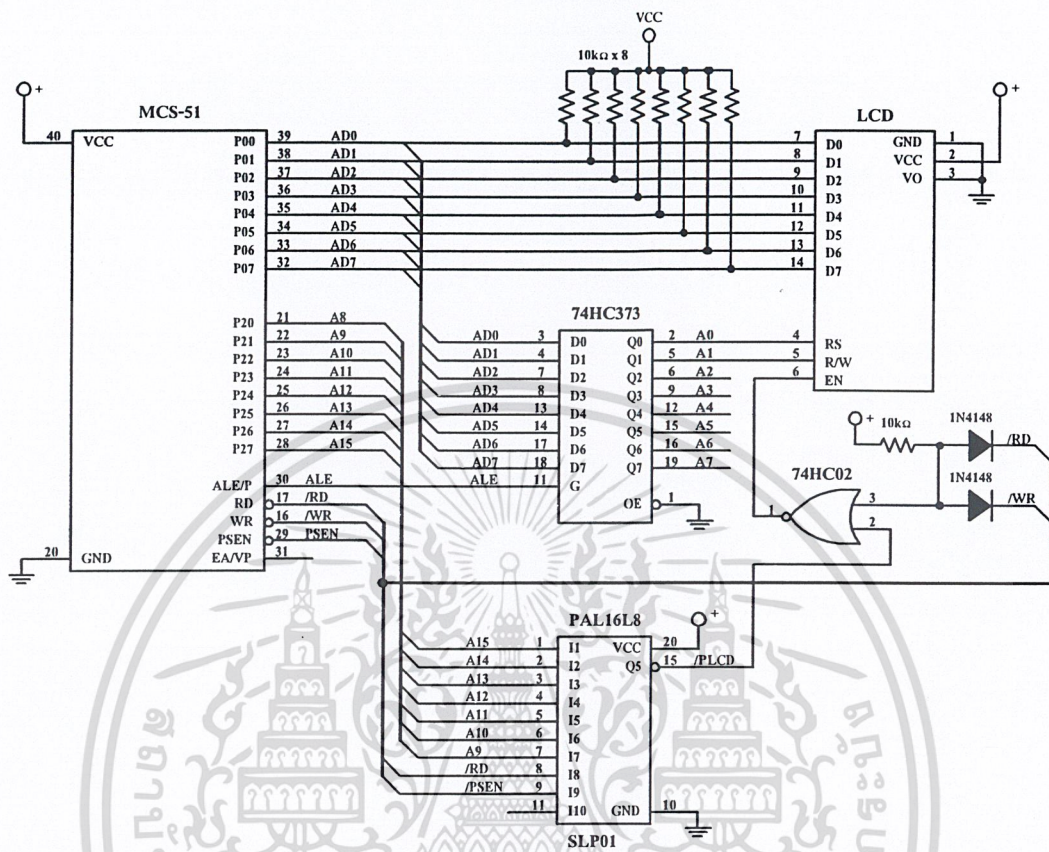
โดยในส่วนของวงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือ นั้น จะใช้ไอซีเบอร์ 74LS150 ซึ่งเป็น ไอซีมัลติเพล็กซ์ขนาด 16 อินพุต คือ ขา 1-8 และขา 16-23 มีขาสัญญาณเอาต์พุตออกที่ขา 10 โดยมีขาสัญญาณสำหรับเลือกอินพุตที่ต้องการ 4 ขา คือ ขา 11, 13, 14 และ 15 เป็นไอซีสำหรับตรวจเช็คเครื่องมือที่มีการยืม/คืน โดยได้ทำการออกแบบไว้ให้ไอซี 74LS150 จำนวน 1 ตัว สามารถที่จะรองรับจำนวนของช่องเก็บเครื่องมือได้เท่ากับ 16 ช่องเก็บเครื่องมือ ซึ่งภายในวงจรนี้ได้ใช้ไอซี 74LS150 จำนวน 4 ตัว ก็จะสามารถรองรับเครื่องมือได้ประมาณ 64 ช่องเก็บเครื่องมือ ดังแสดงในรูปที่ 3.8

3.2.3 ส่วนของวงจรแสดงผล

ในส่วนของวงจรแสดงผลจะใช้แอลซีดีทำหน้าที่ในการแสดงผลข้อมูล ที่ได้จากการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับข้อมูลมาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด คีย์เมตริกซ์สวิตช์ และวงจรฐานข้อมูลนักศึกษา โดยที่จอแสดงผลแอลซีดีจะแสดงชื่อ-นามสกุล รหัสนักศึกษา รหัสผ่าน และเมนูต่างๆ ในการเลือกใช้งาน เช่น การแก้ไขข้อมูลหรือแก้ไขรหัสผ่าน

การทำงานของวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี เมื่อทำการรูดบัตรนักศึกษาด้วยเครื่องอ่านบาร์โค้ด จากนั้นส่งค่าไว้ใน SBUF ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทำให้รีจิสเตอร์ RI มีค่าเป็น 1 เมื่อข้อมูลถูกส่งมาเรียบร้อยแล้วนำค่าของข้อมูลใน SBUF เก็บไว้ในตำแหน่งหน่วยความจำ เนื่องจากรหัสนักศึกษามีทั้งหมด 8 ตัว ต้องทำดั่งขั้นตอนข้างต้นทั้งหมด 8 ครั้ง รหัสนักศึกษาจึงแสดงผลทางจอแอลซีดี โดย RW เป็นตัวบอกว่าเป็นการอ่านหรือการเขียน ถ้า $RW = 1$ เป็นการอ่านข้อมูล $RW = 0$ เป็นการเขียนข้อมูล ส่วน RS เป็นตัวบอกว่าเป็นข้อมูลหรือคำสั่ง $RS = 1$ แสดงว่าข้อมูลที่ส่งมาเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผล ถ้า $RS = 0$ แสดงว่าข้อมูลที่ส่งมาเป็นคำสั่ง

การแสดงผลทางจอแอลซีดี เมื่อทำการกดคีย์เมตริกซ์สวิตช์ ใช้การสแกนรูปในการตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งมาเป็นเลขอะไร ให้ 4 บิตบนเป็นอินพุต 4 บิตล่างเป็นเอาต์พุต เมื่อมีการกดคีย์เมตริกซ์สวิตช์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะทำการสแกนรูปข้อมูลที่ออกมาจะเป็นตัวเลขฐาน 16 แปลงเป็นรหัสแอสกี จากนั้นจึงแสดงผลทางจอแอลซีดีส่งข้อมูลออกทางขา Data เป็นการ ทำงานแบบ 8 บิต การต่อวงจรแสดงผลทางจอแอลซีดีดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรแสดงผลทางจอแอลซีดี

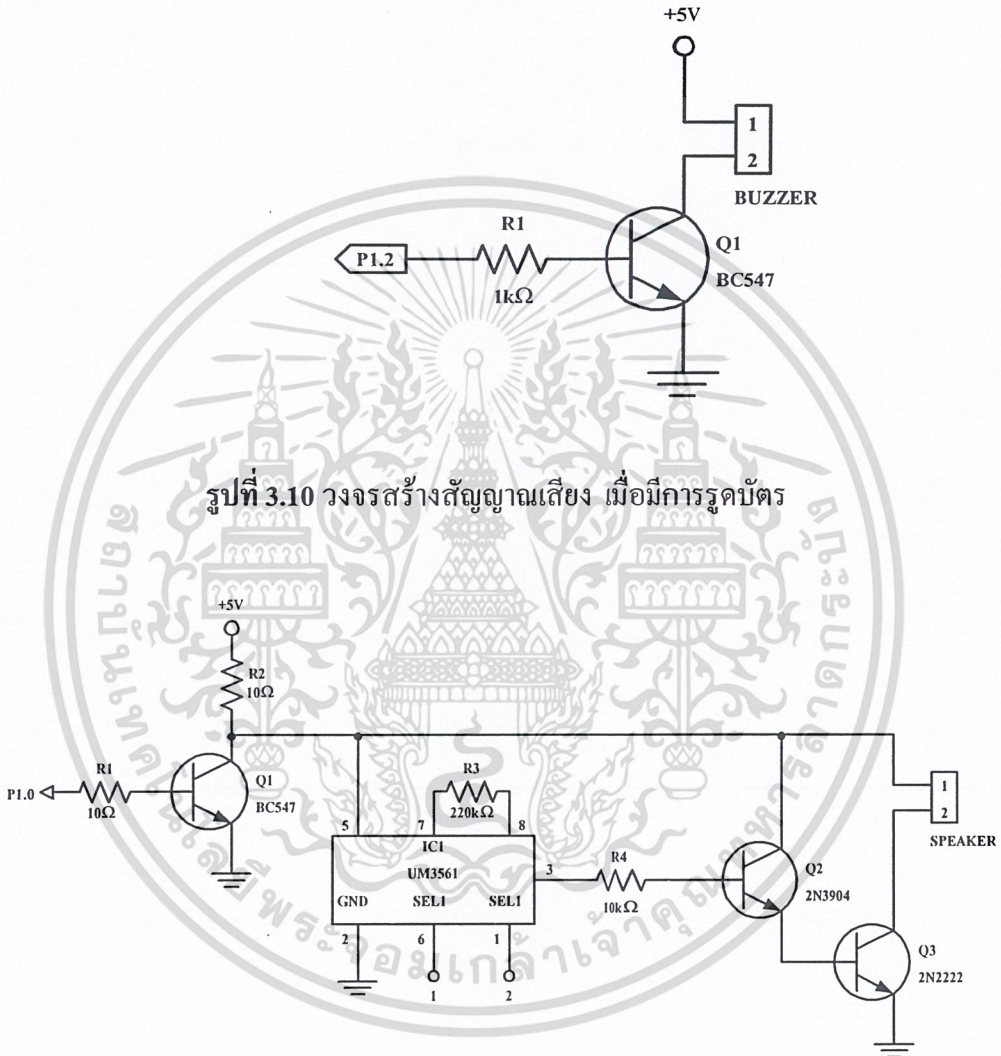
3.2.4 ส่วนของวงจรสร้างสัญญาณเสียง

เมื่อทำการรูดบัตรนักศึกษาที่มีรหัสแถบบาร์โค้ดผ่านเครื่องอ่านบาร์โค้ด จะมีสัญญาณเสียงออกทางบัสเซอร์ ทั้งรหัสข้อมูลไม่ผ่าน และรหัสข้อมูลผ่าน โดยวงจรจะรับสัญญาณควบคุมมาจาก P1.2 มาไปออสตรานซิสเตอร์ให้ทำงานขับบัสเซอร์ให้กำเนิดสัญญาณเสียง เมื่อมีการรูดบัตรนักศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 3.10

ส่วนของวงจรควบคุมลำโพงนั้น เมื่อมีการยืม/คืนเครื่องมือผิดขั้นตอนที่กำหนดไว้ ก็จะมีสัญญาณเสียงเตือนว่าทำผิดขั้นตอนออกที่ลำโพงที่ติดตั้งไว้ คือ เมื่อมีการรับรหัสข้อมูลจากชุดหัวอ่านหรือจากการคีย์เมตริกซ์สวิตช์ รหัสข้อมูลจะถูกตรวจสอบบนไอซี 89C52 และส่งสัญญาณควบคุมส่วนหนึ่งออกมาที่พอร์ต P1.0 ของไอซี 89C52 เพื่อส่งสัญญาณไปยังอินพุต ซึ่งทำหน้าที่หน่วงเวลาในการไบอัสแรงดันให้กับไอซี UM3561 จึงทำให้สามารถที่จะทำงานได้ระยะเวลานานขึ้น ซึ่งไอซี UM3561 ทำหน้าที่กำเนิดเสียงดนตรี มีจำนวน 8 ขา โดยขาที่ 5 เป็นอินพุต และขาที่ 3 เป็นเอาต์พุต ขาที่ 2 เป็นจุดกราวด์ร่วม เมื่อมีแรงดันมาไบอัสที่ขาอินพุตของไอซี UM3561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้เกิดสัญญาณเอาต์พุตเป็นจังหวะเสียงดนตรี ที่ถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำทรานซิสเตอร์ BC547 ซึ่งทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่ได้จากเอาต์พุตของไอซี UM3561 ให้มีขนาดกำลังของสัญญาณที่เหมาะสม เพื่อไปขับลำโพงให้เกิดคลื่นเสียงที่สามารถรับฟังได้ วงจรแสดงดังรูปที่ 3.11



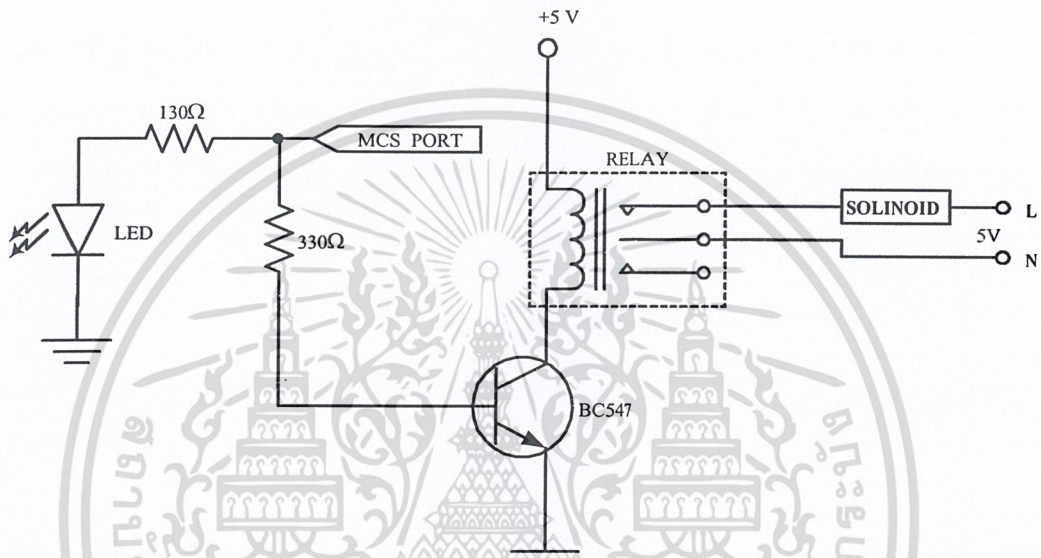
รูปที่ 3.10 วงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการรูดบัตร

รูปที่ 3.11 วงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการขี้ม/คั่นผัดขึ้นตอน

3.2.5 ส่วนของวงจรควบคุมการจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์

ในส่วนของวงจรควบคุมการจ่ายไฟ ทำหน้าที่ในการจ่ายไฟให้กับระบบควบคุมการเบิกจ่าย เครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ การทำงานต่อเมื่อมีการรับข้อมูลจากส่วนรับข้อมูลไปประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้นข้อมูลจะถูกส่งผ่าน RS-485 จะไปทำการตรวจเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอบข้อมูลว่าตรงกับฐานข้อมูลที่บันทึกไว้หรือไม่ ถ้าตรงก็จะส่งข้อมูลไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อไปออสให้ทรานซิสเตอร์ BC547 ทำงาน เมื่อทรานซิสเตอร์ทำงานก็จะส่งสัญญาณไปควบคุมให้รีเลย์ทำการจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์ เมื่อโซลินอยด์ได้รับการจ่ายไฟก็จะทำการปลดล็อกที่ประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ก็จะสามารถเปิดประตูเข้าไปได้ ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 วงจรควบคุมการจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์

3.2.6 ส่วนของวงจรสื่อสารข้อมูล

ในการสื่อสารข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ จะส่งข้อมูลไปยังตัวกลางโดยมีไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลสัญญาณ ซึ่งจะรับ-ส่งรหัสสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-232 เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด คีย์เมตริกซ์สวิตช์ และวงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือแล้วนำไปประมวลผลข้อมูล และทำการส่งข้อมูลไปยังไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อทำการเปรียบเทียบและแก้ไขฐานข้อมูล โดยแสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ และส่งข้อมูลกลับไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงผลออกทางจอแอลซีดีอีกครั้ง ซึ่งในการสื่อสารข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังไมโครคอมพิวเตอร์นั้น สามารถติดต่อได้โดยใช้บอร์ด ANT-32 ในการควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของโปรแกรมควบคุมการเบิกจ่าย เครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

ในการออกแบบโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของ ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการนั้น จะต้องมีการออกแบบโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ และควบคุมบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้เลือกใช้โปรแกรมแอสเซมบลีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ และการออกแบบอีกส่วนหนึ่งก็คือ โปรแกรมฐานข้อมูลเพื่อใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงฐานข้อมูลภายในระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ โดยเลือกใช้โปรแกรมวิซวลเบสิก 6 ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลที่สร้างจากโปรแกรมไมโครซอฟต์แอกเซส

การทำงานของโปรแกรมแบ่งออกเป็นหลายๆ ส่วนด้วยกัน คือ การเขียนโปรแกรมการรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด โปรแกรมการรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ โปรแกรมแสดงผลทางจอแอลซีดี และโปรแกรมฐานข้อมูล

3.3.1 การออกแบบโปรแกรมของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

ในการออกแบบโปรแกรมของ ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการนั้น ได้แบ่งออกเป็นหลายๆ ได้ดังนี้ ส่วนของการรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด การรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ การแสดงผลทางจอแอลซีดี การแสดงผลของสัญญาณเสียงเตือนเมื่อมีการรูดบัตร และเมื่อมีการยืม/คืนผิดขั้นตอน และควบคุมการจ่ายไฟให้กับ โซลินอยด์ ดังแสดงในภาคผนวก ก.

3.3.2 การออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูล

ในการออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูล โปรแกรมที่ออกแบบมีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงฐานข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลของนักศึกษา ข้อมูลของอาจารย์ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ข้อมูลของเครื่องมือ โดยข้อมูลของนักศึกษาประกอบด้วย รหัสนักศึกษา ชื่อ-นามสกุล สาขาวิชา ที่เรียน และรหัสผ่านจำนวน 4 หลัก ซึ่งฐานข้อมูลเหล่านี้ สร้างขึ้นจากโปรแกรมไมโครซอฟต์แอกเซส แล้วใช้โปรแกรมวิซวลเบสิก 6 ดึงข้อมูลที่สร้างขึ้นมาแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

ส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของโปรแกรมที่ทำการออกแบบ ก็คือ การส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-485 และสามารถรับข้อมูลจากระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย ในกรณีที่ผู้ใช้ทำการเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน ดังแสดงในภาคผนวก ก.

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

สำหรับระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการนี้ หลักการทำงานส่วนใหญ่ของระบบจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการควบคุมการทำงานของระบบไม่ว่าจะเป็นในส่วนของการรับข้อมูลบัตรนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด การรับข้อมูลจากคีย์เมตริกซ์สวิตช์ และการรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือ รวมทั้งการแสดงผลออกทางจอแอลซีดี และจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะใช้โปรแกรมวิซวลเบสิก 6 ในการดึงข้อมูลออกมาจากตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ดังนั้นในการทดลองการทำงานของส่วนต่างๆ ของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการก็คือ การทดลองการทำงานของส่วนย่อยๆ ก่อน และการทดลองการทำงานของโปรแกรมควบคุม โดยผลการทดลองจะแสดงผลจากวงจรต่างๆ ที่นำมาต่อใช้งาน ซึ่งได้ผ่านการทดลองการทำงานของวงจรมาก่อน แล้วนำมาประกอบกันเป็นระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ซึ่งสามารถที่จะทำการยืม/คืนเครื่องมือได้ตามลำดับขั้นตอนการทำงาน โดยในส่วนการทดลองผู้ใช้ระบบจะเป็นผู้ทดลอง และแสดงความคิดเห็นที่ผู้ใช้ต้องการ เมื่อทราบผลการทดลองในส่วนนี้แล้วก็จะนำไปปรับปรุงแก้ไขการทำงานของระบบ ให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ให้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้

4.2 การทดลองการทำงานของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

ทำการต่อวงจรส่วนต่างๆ ของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการเข้าด้วยกันก่อน หลังจากนั้นทำการทดสอบการใช้งานของระบบแล้วจึงนำส่วนต่างๆ ไปประกอบกัน ให้เป็นระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ เพื่อให้ระบบพร้อมที่จะนำไปใช้งานได้จริง แล้วทำการทดลองการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการตามลำดับขั้นตอน โดยแสดงคำอธิบายขั้นตอน และวิธีการใช้งานระบบในการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการต่างๆ ไว้แล้ว ซึ่งคำอธิบายขั้นตอนในส่วนของการเปิดประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการได้แสดงไว้ที่ด้านหน้าของประตูทางเข้า ส่วนคำอธิบายขั้นตอนต่างๆ ในการเบิกจ่ายเครื่องมือนั้นได้แสดงไว้ภายในห้องที่ด้านหน้าของช่องเก็บเครื่องมือ โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองเป็นการทดลองประสิทธิภาพของระบบทั้งหมด ทางคณะผู้จัดทำจะเป็นผู้ทดลองการทำงาน เพื่อหาข้อผิดพลาดในขั้นตอนการทำงานต่างๆ ของระบบ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการแก้ไขให้ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และให้ลำดับขั้นตอนในการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการเป็นไปตามความต้องการให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยมีลำดับขั้นตอนในการทดลองระบบดังนี้

1) ทำการต่อวงจรส่วนต่างๆ ของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการเข้าด้วยกัน และทำการทดลองการทำงานของระบบ

2) นำวงจรส่วนต่างๆ ที่ต่อเข้าด้วยกันแล้วไปติดตั้งในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

3) ทำการทดลองการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

ในการทดลองการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ระบบจะรองรับการรูดบัตรนักศึกษาที่ใช้รหัส Code-39 แสดงการรองรับการรูดบัตรนักศึกษา ทำการรูดบัตรนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด ที่ติดตั้งไว้ด้านหน้าประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ เครื่องจะแสดงรหัสประจำตัว, ชื่อ และนามสกุล หลังจากนั้นจะต้องกรอกรหัสผ่านของตนเองจำนวน 4 หลัก โดยเมื่อรหัสถูกต้องโซลินอยด์จะปลดล๊อคประตู ก็จะสามารรถเข้าไปภายในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการได้ หลังจากนั้นก็ทำการยืม/คืนเครื่องมือที่ต้องการจากช่องเก็บเครื่องมือ นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ดของเครื่องมือชิ้นนั้นที่เครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือ เพื่อบันทึกข้อมูลของเครื่องมือที่ถูกยืมไปบันทึกเก็บไว้ในฐานข้อมูล เมื่อทำตามขั้นตอนการเบิกจ่ายเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว ก็นำเครื่องมือออกจากห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการได้ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการทดลองดังนี้

3.1) ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ซึ่งแสดงหน้าจอแอลซีดีเพื่อรองรับการรูดบัตรนักศึกษา ดังรูปที่ 4.1

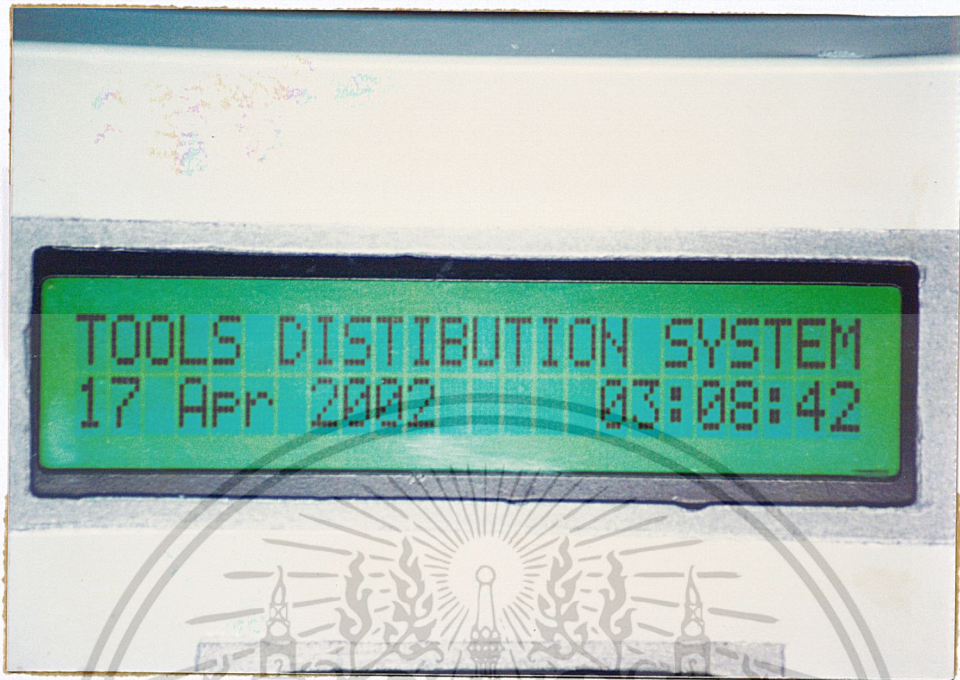
3.2) ทำการรูดบัตรนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด ดังรูปที่ 4.2

3.2.1) กรณีที่ไม่มีข้อมูลในฐานข้อมูล หน้าจอแอลซีดีก็จะแสดงคำว่า “User ID Incorrect” ระบบจะกลับไปปรอรับการรูดบัตรนักศึกษาใหม่ ดังรูปที่ 4.3

3.2.2) ถ้ามีข้อมูลหน้าจอแอลซีดีจะแสดงรหัส และชื่อของนักศึกษา ดังรูปที่ 4.4

3.3) กรอกรหัสผ่านจำนวน 4 หลัก ดังรูปที่ 4.5

3.4) เมื่อรหัสถูกต้องโซลินอยด์ก็จะทำการปลดล๊อคทำให้ประตูเปิดออก ก็จะสามารรถเข้าไปในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการได้ ดังรูปที่ 4.6

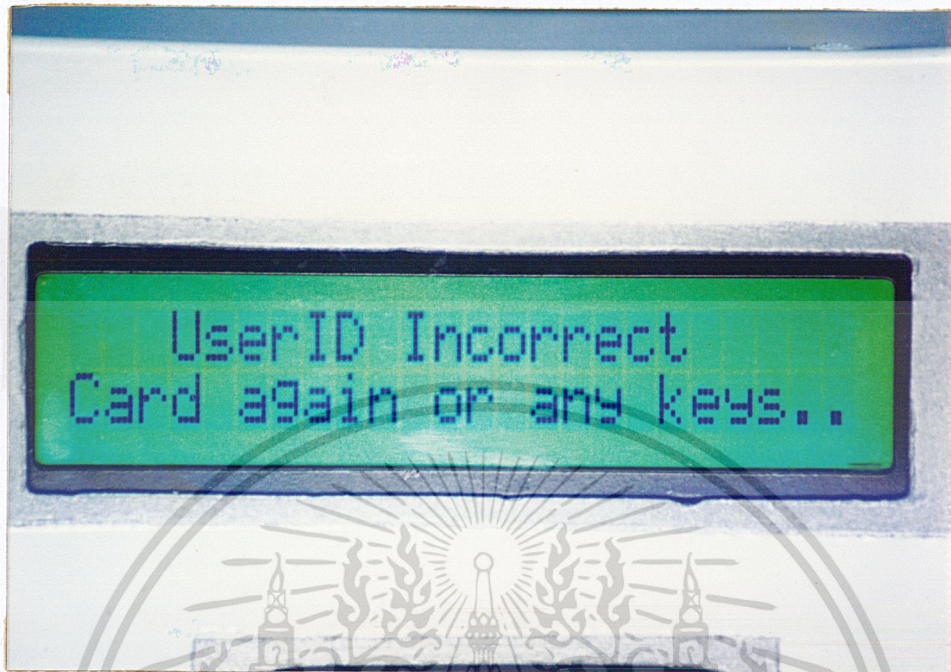


รูปที่ 4.1 หน้าจอแอลซีดีที่รับการรูดบัตร

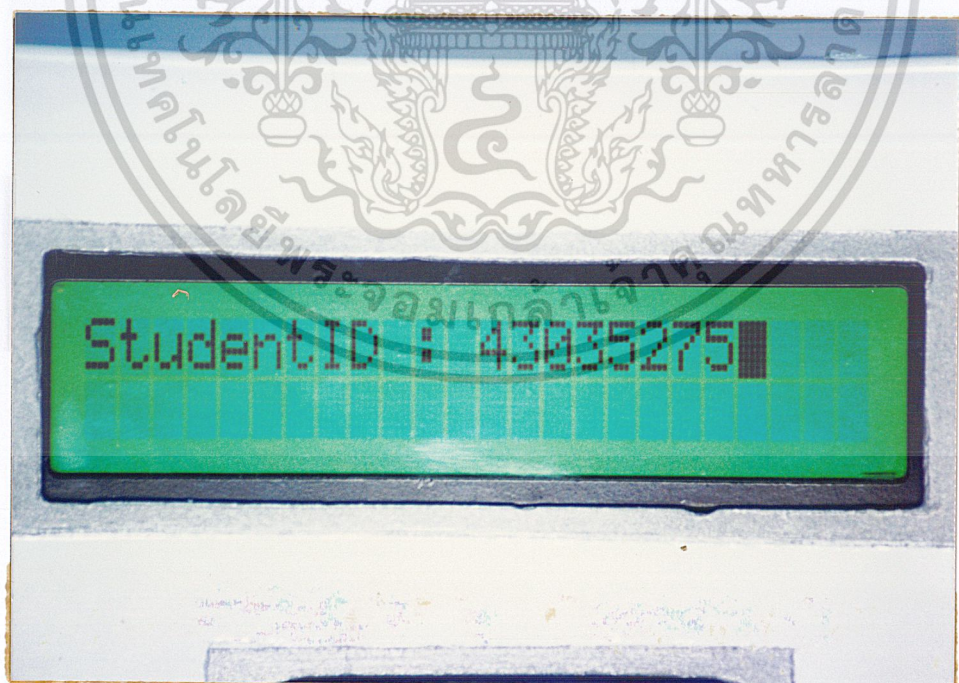


รูปที่ 4.2 ทำการรูดบัตรนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การรูดบัตรนักศึกษาที่ไม่มีข้อมูลในฐานข้อมูล



รูปที่ 4.4 การรูดบัตรนักศึกษาที่มีข้อมูลในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การกรอกรหัสผ่านจำนวน 4 หลัก



รูปที่ 4.6 โซลินอยด์ปลดล็อกทำให้ประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการเปิดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5) กรณีที่เป็นการยืมเครื่องมือ

3.5.1) ให้กดคีย์สวิตช์ไปที่เลข 1 เพื่อเข้าสู่ระบบการยืมเครื่องมือ ดังรูปที่ 4.7

3.5.2) หยิบเครื่องมือที่ต้องการยืมจากช่องเก็บเครื่องมือ (ไม่เกิน 3 ชิ้น) ดังรูปที่ 4.8
กรณีที่หยิบเครื่องมือเกิน 3 ชิ้น หน้าจอแอลซีดีจะแสดงคำว่า “Borrow>3, not complete” มีสัญญาณเสียงเตือนดังขึ้น ดังรูปที่ 4.9 นำเครื่องมือที่เกิน ไปเก็บที่ช่องเก็บเครื่องมือตามตำแหน่งของเครื่องมือ

3.5.3) หน้าจอแอลซีดีรอรับการสแกนหมายเลขบาร์โค้ด ดังรูปที่ 4.10

3.5.4) นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด ดังรูปที่ 4.11

3.6) กรณีที่เป็นการคืนเครื่องมือ

3.6.1) ให้กดคีย์สวิตช์ไปที่เลข 2 เพื่อเข้าสู่ระบบการคืนเครื่องมือ ดังรูปที่ 4.12

3.6.2) หน้าจอแอลซีดีรอรับการสแกนหมายเลขบาร์โค้ด ดังรูปที่ 4.13

3.6.3) นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด ดังรูปที่ 4.14

3.6.4) นำเครื่องมือไปเก็บที่ช่องเก็บเครื่องมือตามตำแหน่งเครื่องมือ ดังรูปที่ 4.15

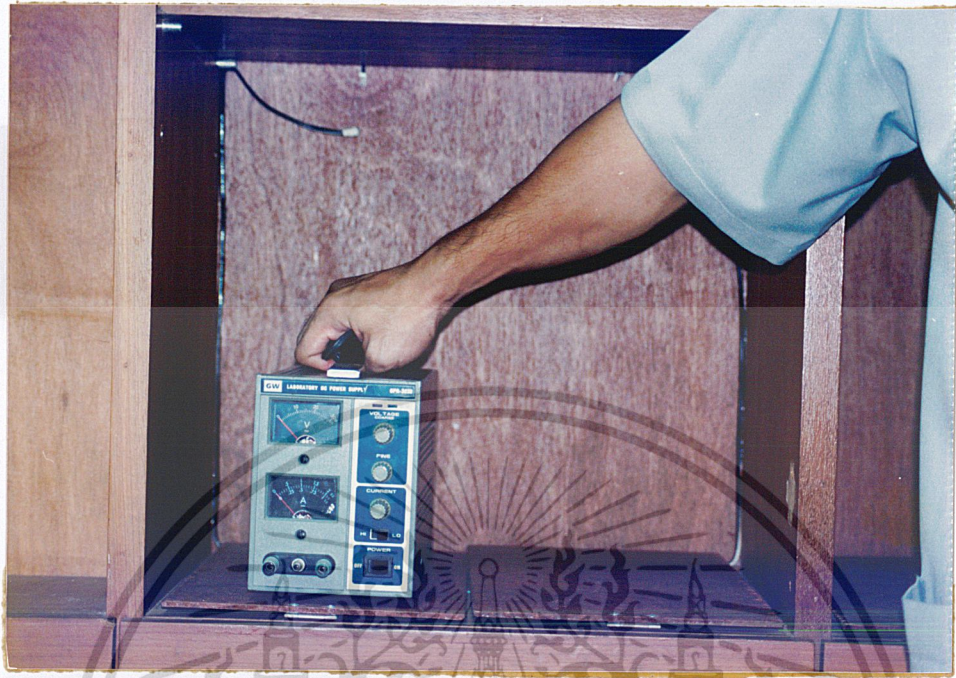
3.7) ในกรณีที่ไม่ต้องการยืม/คืน ให้กด 3 คือ การออกจากระบบ ดังรูปที่ 4.16

3.8) ออกจากห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ โซลินอยด์ก็จะทำการล็อคปิดประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ดังรูปที่ 4.17

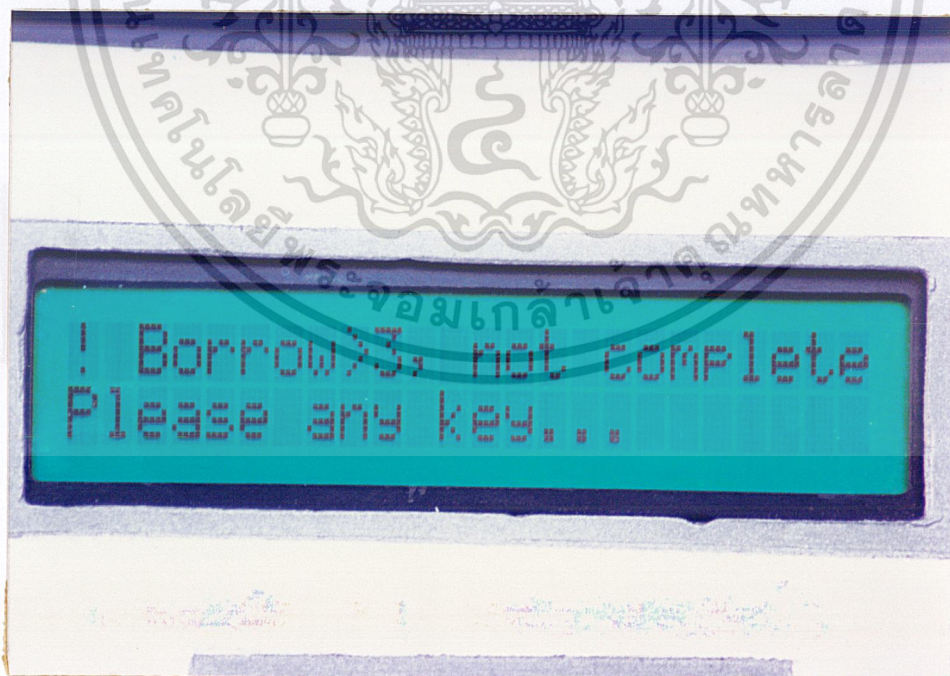


รูปที่ 4.7 กด 1 เข้าสู่ระบบการยืมเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

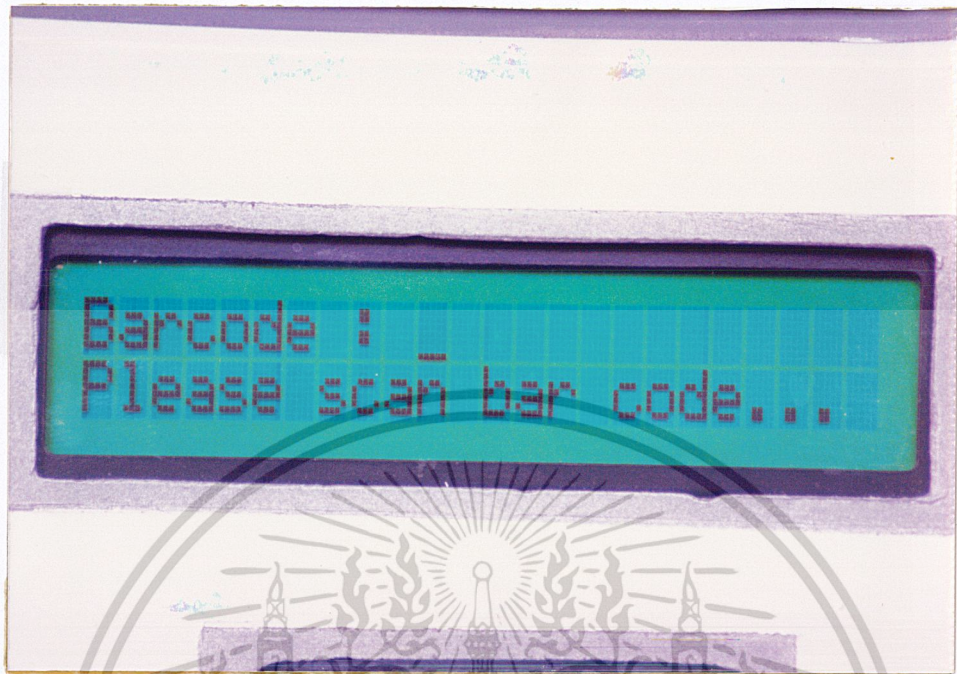


รูปที่ 4.8 หยิบเครื่องมือที่ต้องการยื่นจากช่องเก็บเครื่องมือ

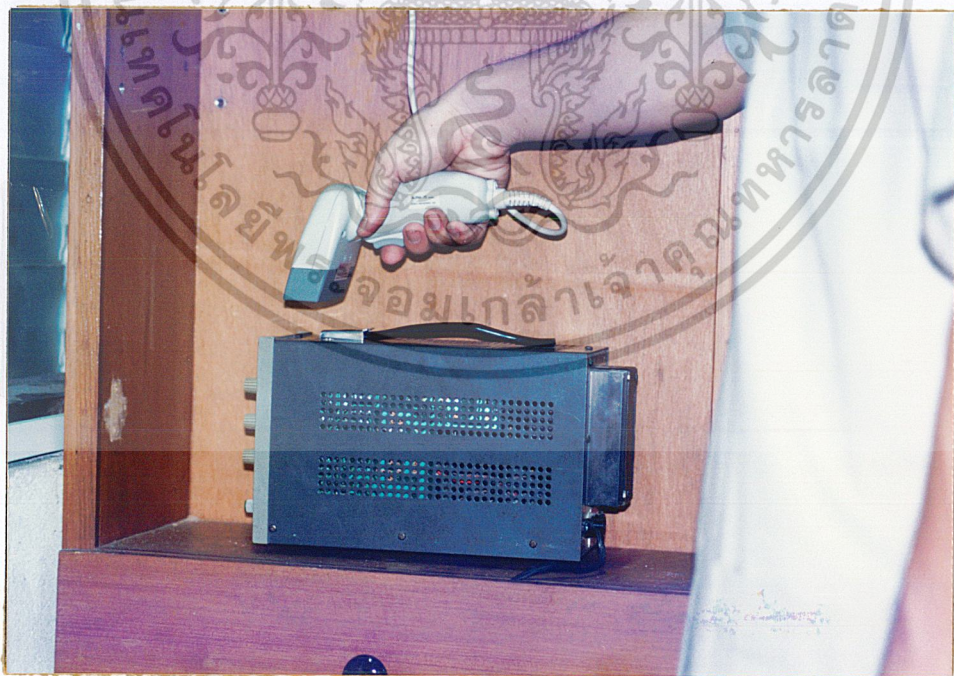


รูปที่ 4.9 หน้าจอแอลซีดีเมื่อหยิบเครื่องมือเกิน 3 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 หน้าจอแอลซีดีรอรับการสแกนหมายเลขบาร์โค้ด

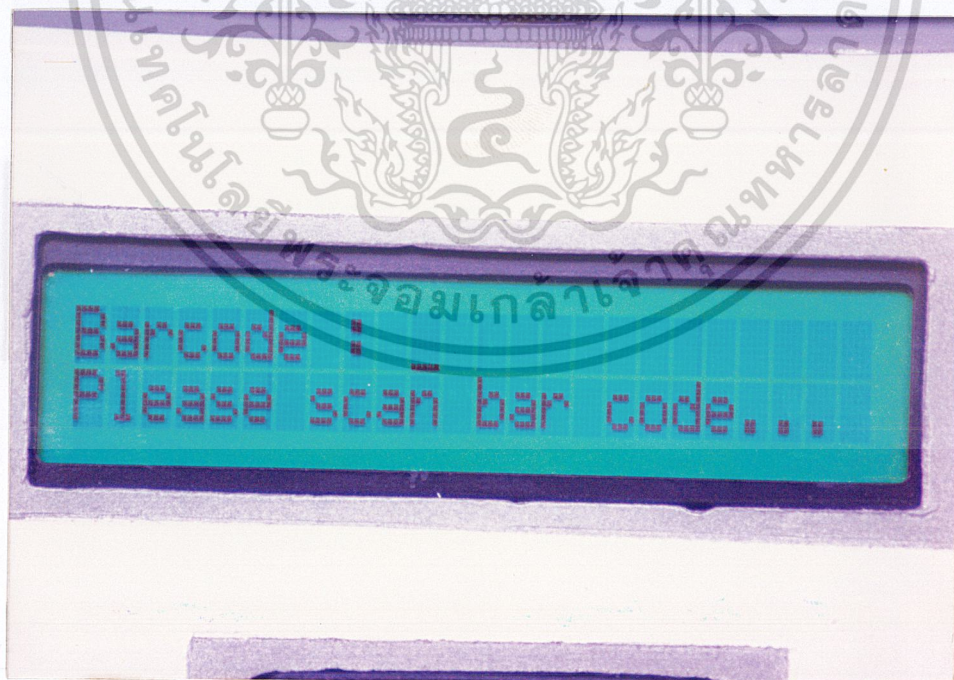


รูปที่ 4.11 นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

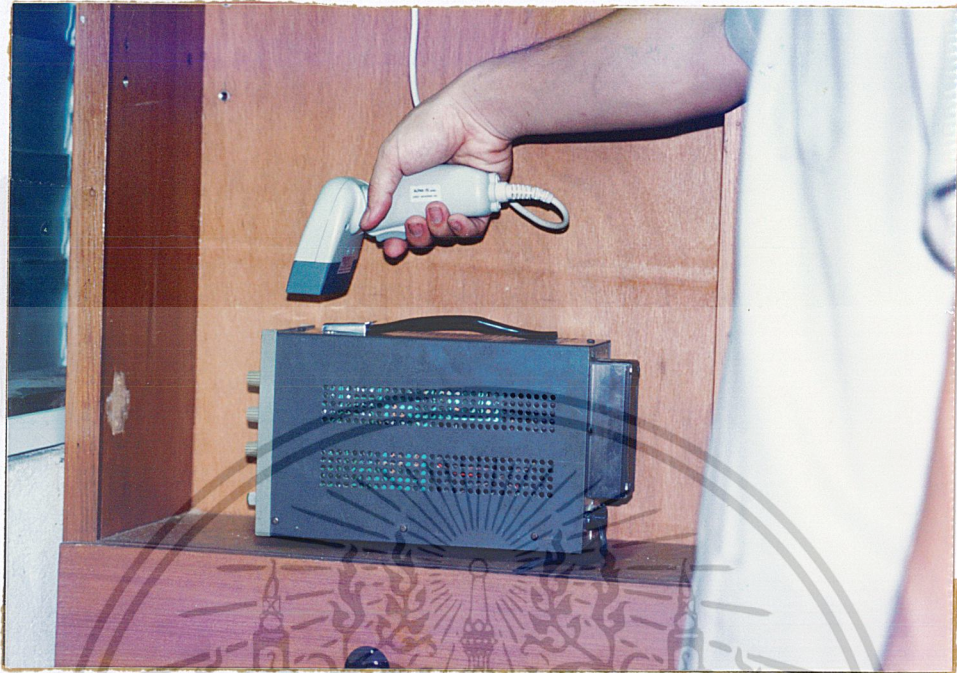


รูปที่ 4.12 กค 2 เข้าสู่ระบบการคืนเครื่องมือ



รูปที่ 4.13 หน้าจอแอลซีดีรอรับการสแกนหมายเลขบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด



รูปที่ 4.15 เก็บเครื่องมือที่ช่องเก็บเครื่องมือตามตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 กด 3 การออกจากระบบ



รูปที่ 4.17 โซลินอยด์ล็อกปิดประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอผลงานของ ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ซึ่งจะนำไปใช้ในส่วนของภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม เพื่อให้นักศึกษาและอาจารย์ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สามารถใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในการเบิกจ่ายเครื่องมือด้วยตนเองให้มีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น และที่สำคัญสามารถลดปัญหาการเบิกจ่ายเครื่องมือนอกเวลาราชการให้มีความถูกต้อง ลดความเสียหาย, การสูญหายของเครื่องมือ และสามารถหาผู้ที่รับผิดชอบได้ โดยในขั้นตอนการเบิกจ่ายเครื่องมือ นั้น นักศึกษา และอาจารย์ที่สามารถเบิกจ่ายเครื่องมือได้นั้นจะต้องมีข้อมูลที่ถูกรับทักไว้ในฐานข้อมูลของภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ในการเบิกจ่ายเครื่องมือแต่ละครั้งนักศึกษาจะต้องรูดบัตรนักศึกษา กับเครื่องอ่านบาร์โค้ด ซึ่งที่บัตรนักศึกษาของแต่ละคนจะมีรหัสของบัตรอยู่แล้ว จากนั้นทำการกรอกรหัสผ่านของตนเองซึ่งจะเก็บเป็นความลับ เพื่อป้องกันในกรณีที่บุคคลอื่นนำบัตรมาใช้งาน (โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของบัตร) ก็จะสามารถทำการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการได้ ส่วนของข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลทั้งหมด ผู้ควบคุมระบบจะเป็นผู้ป้อนข้อมูลต่างๆ เข้าไป การทำงานของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการนี้จะแสดงผลออกทางจอแอลซีดี และที่หน้าจอกอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะสามารถทำการแก้ไขข้อมูลการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการได้อยู่ตลอดเวลา

ในส่วนขั้นตอนการทำงานของ ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการนั้น ตั้งแต่เริ่มต้นการทำงานก็มีปัญหาต่างๆ เกิดขึ้นหลายๆ ส่วนด้วยกัน แต่ส่วนที่ทำให้เกิดปัญหามากที่สุด ก็คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การใช้งานโซลินอยด์เพื่อเปิด/ปิดในส่วนของประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ รูปแบบของช่องเก็บเครื่องมือ และการเช็คข้อมูลของเครื่องมือต่างๆ ภายในห้อง ส่วนของวงจรสำหรับรับข้อมูลของผู้ที่มาใช้งานระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ และการแสดงผลต่างๆ ทั้งทางจอแอลซีดี, จอคอมพิวเตอร์ ส่วนต่อมา คือ ในเรื่องของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเชื่อมการทำงานของระบบทั้งหมด ซึ่งในส่วนนี้ถือว่ามีความซับซ้อนเป็นอย่างมาก และในส่วนของซอฟต์แวร์นี้จะต้องให้มีความสัมพันธ์กันกับ ส่วนของฮาร์ดแวร์อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ไข

สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการ ระบบควบคุมการเบี่ยงเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ตั้งแต่เริ่มต้นในการจัดทำให้สำเร็จเป็นโครงการนี้ และมีแนวทางการแก้ไข ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นดังนี้

1) ปัญหา ในการจัดซื้ออุปกรณ์ที่สำคัญของโครงการนี้ เช่น โซลินอยด์ ซึ่งหาซื้อได้ยาก มีแต่ขนาดเล็กๆ ที่มีกำลังในการดึงไม่เพียงพอในการใช้งาน และในส่วนของเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่มีราคาแพงมาก

แนวทางการแก้ไข สำหรับการจัดซื้อโซลินอยด์นั้น เนื่องจากโซลินอยด์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงในการควบคุมมีแต่ขนาดเล็ก จึงได้ทำการสั่งซื้อโซลินอยด์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับในการควบคุม ซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่า และให้กำลังในการดึงมากกว่า มีให้เลือกหลายๆ แบบ ส่วนการจัดซื้อเครื่องอ่านบาร์โค้ดนั้น เนื่องจากมีราคาแพง และในโครงการนี้จะต้องใช้ถึง 2 ตัวด้วยกัน ดังนั้นจึงได้ขอเครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบรูดบัตรที่ใช้ในโครงการที่มีการใช้บาร์โค้ดจากอาจารย์ ส่วนอีก 1 ตัว ได้ทำการจัดซื้อเองโดยซื้อมาในราคาที่พอเหมาะ และครอบคลุมกับการใช้งานในโครงการนี้

2) ปัญหา ในส่วนของกรับข้อมูลจากการกดคีย์สวิตช์นั้น ไอซีเบอร์ที่ทำหน้าที่สแกนคีย์ให้สัญญาณอ้างอิงออกมาไม่ครบ คือ ให้สัญญาณพัลส์ออกมาเฉพาะเมื่อกดคีย์ 1-6 เท่านั้น

แนวทางการแก้ไข เนื่องจากไอซีสแกนคีย์มีราคาแพง และหาซื้อได้ยาก จึงได้นำเอาไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 89C2051 ซึ่งมีอยู่แล้วมาเขียนโปรแกรมจำลองการทำงานของไอซีสแกนคีย์แทน ซึ่งราคาก็ถูกกว่าแต่ก็ไม่สามารถใช้งานได้ สุดท้ายจึงนำคีย์เมตริกซ์สวิตช์ไปต่อเข้ากับพอร์ต C ของ 8255 เลขซึ่งก็สามารถทำงานได้เหมือนกันทุกประการ

3) ปัญหา ในการออกแบบสปริงค์เพื่อรับน้ำหนักของเครื่องมือ ส่วนของพื้นล่างของช่องเก็บเครื่องมือจะต้องใช้สปริงค์ที่มีขนาดเล็ก และมีช่วงของการยืด/หดที่ดีพอสมควร ซึ่งไม่สามารถหาได้จากสปริงค์ทั่วๆ ไป และต้องใช้เป็นจำนวนมากถึง 130 ตัวด้วยกัน

แนวทางการแก้ไข ได้ทำการจัดซื้อสปริงค์ที่ใช้ในชุดกลไกของเทป ซึ่งมีขนาดที่เหมาะสมที่สุด และมีปริมาณที่มากพอในการนำมาใช้ในโครงการนี้

4) ปัญหา ในการติดตั้งชุดรับรหัสบาร์โค้ดของบัตรนักศึกษา และทำการกดคีย์รหัสผ่านที่ด้านหน้าของห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ซึ่งจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ต่ำมาก เนื่องจากตำแหน่งที่ต้องการติดตั้งนั้นมีหน้าต่างที่เป็นบานเกล็ดอยู่ จึงไม่สามารถที่จะติดตั้งในระดับที่สูงตามที่ต้องการที่สามารถมองเห็นในระดับสายตาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ไข ในการประกอบส่วนของเครื่องอ่านบาร์โค้ดลงบนกล่องนั้น ได้ออกแบบให้เครื่องอ่านบาร์โค้ดมีลักษณะที่หงขึ้นข้างบน ซึ่งก็ทำให้สามารถมองเห็นส่วนของหน้าจอแอลซีดีได้ชัดเจนมากขึ้น ทำให้สะดวกในการรูดบัตรนักศึกษา และกดคีย์รหัสผ่านอีกด้วย

5) **ปัญหา** ส่วนของแผ่นไม้อัดของช่องเก็บเครื่องมือซึ่งได้ใช้ไม้อัดในการทำ เมื่อทำการติดเป็นแผ่นรองตามขนาดของช่องเก็บเครื่องมือแล้วทำการทาแล็คเกอร์ ทำให้เกิดปัญหาการบิดงอของแผ่นไม้อัดขึ้น ซึ่งทำให้แผ่นไม้อัดไม่เป็นระนาบเดียวกันกับช่องเก็บเครื่องมือ

แนวทางการแก้ไข นำแผ่นไม้อัดที่ตัดแล้ว และทำการทาแล็คเกอร์แล้วนั้น มาวางซ้อนทับกันเอาไว้หลายๆ หลายๆ แผ่น เพื่อให้มีน้ำหนักมากกดทับแผ่นไม้อัดซึ่งกันและกัน จึงทำให้แผ่นไม้อัดนั้นคืนรูปกลับมาดังเดิม และมีระนาบที่เท่ากันเหมือนเดิม

6) **ปัญหา** บริเวณพื้นที่ของช่องเก็บเครื่องมือ ในส่วนของการรองรับน้ำหนักได้แผ่นรองที่มีสปริงรับน้ำหนักติดตั้งอยู่ โดยมีสวิทช์กดติดปล่อยดับรับสภาวะของเครื่องมือที่วางที่ช่องเก็บเครื่องมือ ซึ่งในบางครั้งเครื่องมือมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมากเกินไป เมื่อทำการวางเครื่องมือที่ช่องเก็บเครื่องมือ จึงทำให้สวิทช์กดติดค้างตลอดเพราะสปริงก็เกิดการเสียรูปร่างไป และทำให้เกิดการเสียหายต่อสวิทช์ได้มาก

แนวทางการแก้ไข ผู้ออกแบบจึงได้ทำการนำแผ่นไม้อัดที่มีขนาดเล็ก เป็นลักษณะแท่งสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 8 X 8 มิลลิเมตรมาวางขนาบข้างที่สวิทช์ เพื่อเป็นการกระจายน้ำหนัก และรองรับแรงที่มากกดทับที่ตัวสวิทช์กดติดปล่อยดับกับตัวสปริง เพื่อให้สามารถยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานมากยิ่งขึ้น

7) **ปัญหา** ในการวางสายไฟรับสภาวะจากสวิทช์ที่ได้ฐานของช่องเก็บเครื่องมือ ในตอนแรกนั้นได้ใช้สายโทรศัพท์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นสายโทรศัพท์ที่มีตัวนำเป็นทองแดงอยู่ภายในจำนวน 2 เส้นสัญญาณ เมื่อนำสายโทรศัพท์ของแต่ละช่องเก็บเครื่องมือมารวมกัน ทำให้สายมีขนาดใหญ่มาก และดูแล้วไม่สวยงาม

แนวทางการแก้ไข โดยทำการเปลี่ยนสายโทรศัพท์แบบที่มีจำนวน 2 เส้นสัญญาณ เป็นแบบที่มีจำนวน 4 เส้นสัญญาณแทน ซึ่งใช้เป็นสายกราวด์ 1 เส้น เมื่อนำสายมารวมกันของแต่ละช่องเก็บเครื่องมือทำให้มีขนาดสายรวมเล็กลงมาก และไม่เปลืองเนื้อที่ในการวางสายดูแล้วสวยงามกว่าแบบแรกมาก และใช้สีดำพื้นที่สายโทรศัพท์เพื่อให้ดูกลมกลืนกับช่องเก็บเครื่องมือ

5.3 แนวทางในการนำไปพัฒนา

ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการนี้ ได้มีแนวความคิดในการพัฒนามาจากโครงการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนหลายๆ โครงการด้วยกัน ซึ่งมีในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม เช่น ระบบควบคุมการจ่ายไฟอัตโนมัติในห้องโครงการ, ระบบควบคุมการจ่ายไฟอัตโนมัติสำหรับห้องคอมพิวเตอร์, ระบบตรวจสอบบุคคลเข้าหน่วยงาน และเครื่องจ่ายไอซีอัตโนมัติรุ่น 2 ซึ่งสามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถ และตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เนื่องด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา ปริญญาณิพนธ์ฉบับนี้ยังสามารถที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานได้อีกดังนี้ คือ

- 1) สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงจากระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ เป็นการเบิกจ่ายอุปกรณ์ชนิดอื่นๆ ได้ตามต้องการ หรืออาจจะเป็นการยืม/คืนหนังสือชนิดต่างๆ ในห้องสมุดของสถาบันการศึกษา, ห้องสมุดสาธารณะตามที่ต่างๆ ก็ได้ตามต้องการ
- 2) เพิ่มความสามารถในการใช้งานของระบบ เช่น สามารถที่จะทำการเพิ่มจำนวนของช่องเก็บเครื่องมือ, เพิ่มข้อมูลของนักศึกษา, ข้อมูลของอาจารย์ และข้อมูลของเครื่องมือต่างๆ ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมให้มากขึ้นได้
- 3) สามารถที่จะนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาโครงการอื่น ๆ ที่มีลักษณะการทำงานที่มีความคล้ายคลึงกันได้



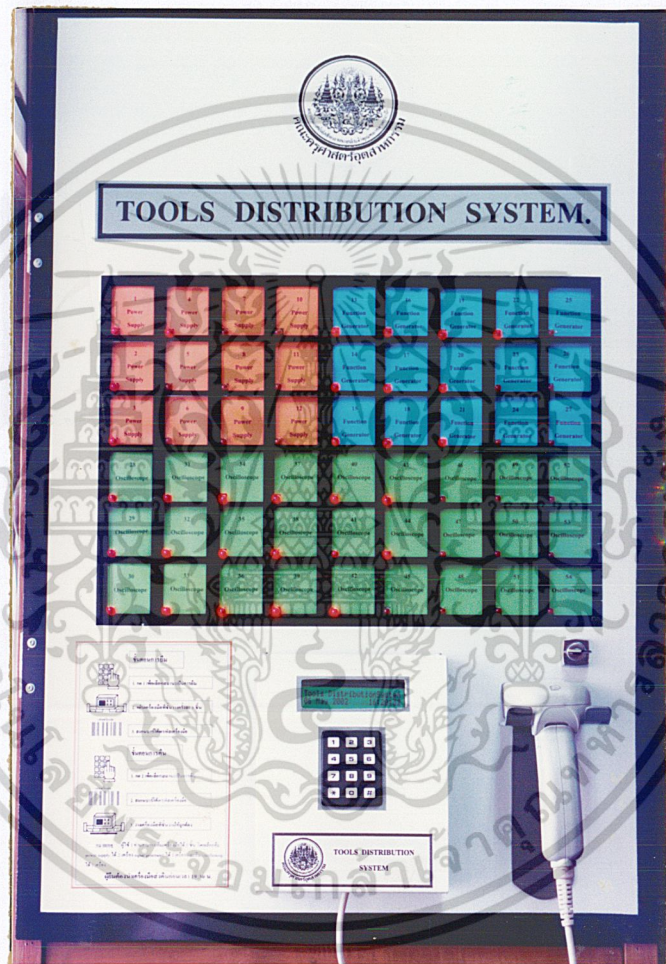
ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



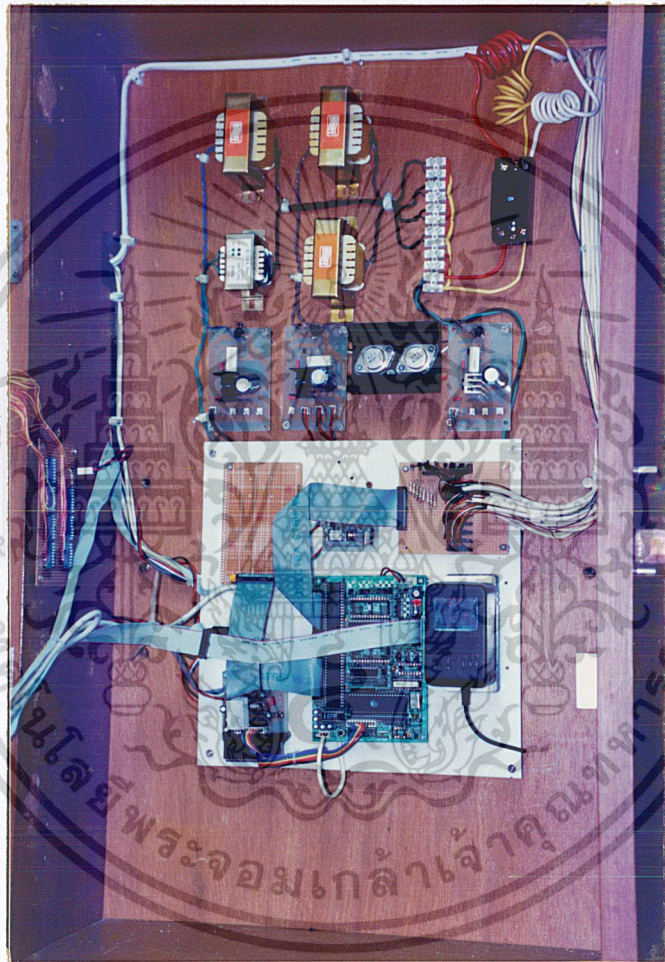
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



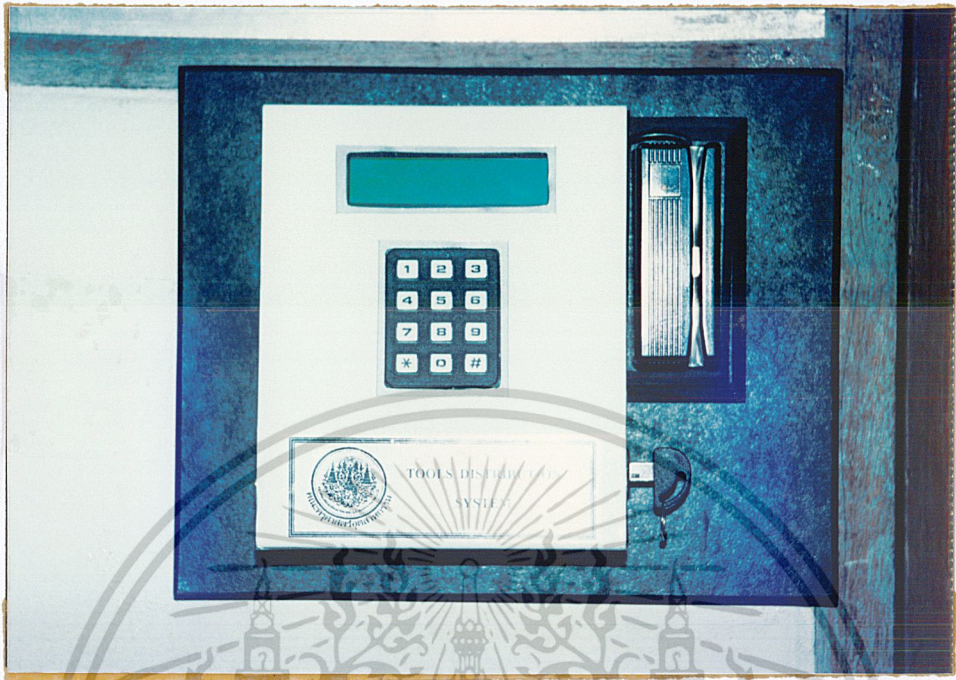
รูปที่ ก.2 ด้านหน้าของส่วนวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 การติดตั้งภายในส่วนของวงจรถควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

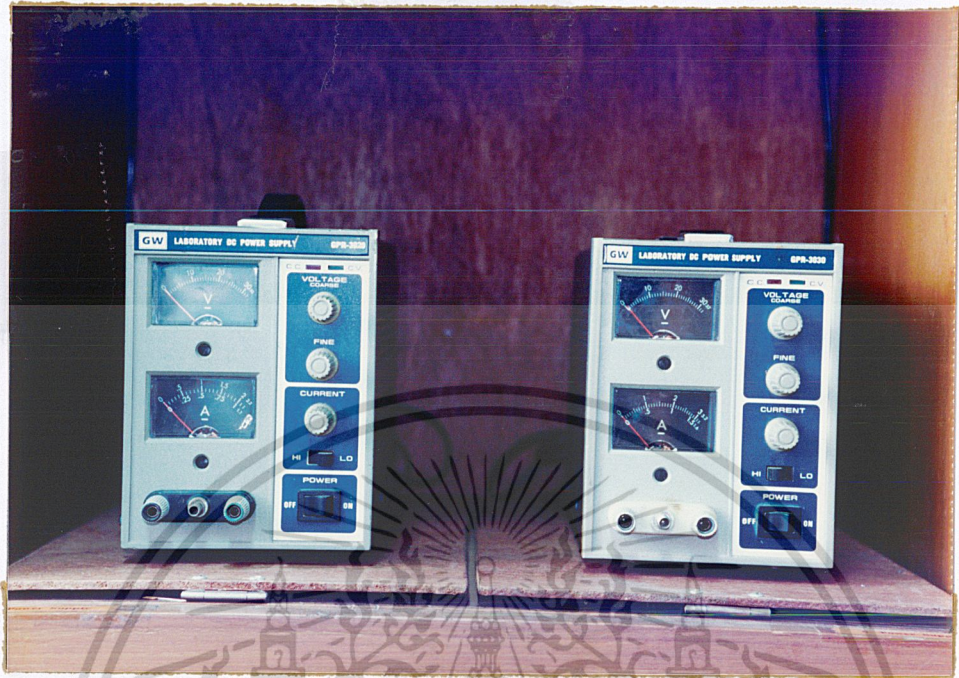


รูปที่ ก.4 เครื่องอ่านบาร์โค้ด

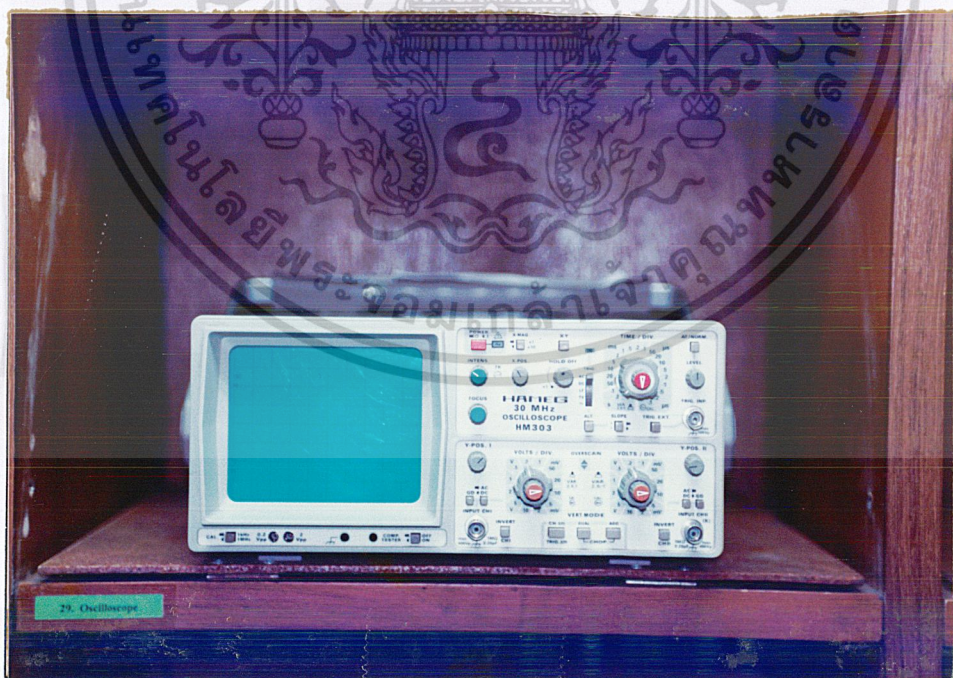


รูปที่ ก.5 การติดตั้งโซลินอยด์ที่ประตูห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

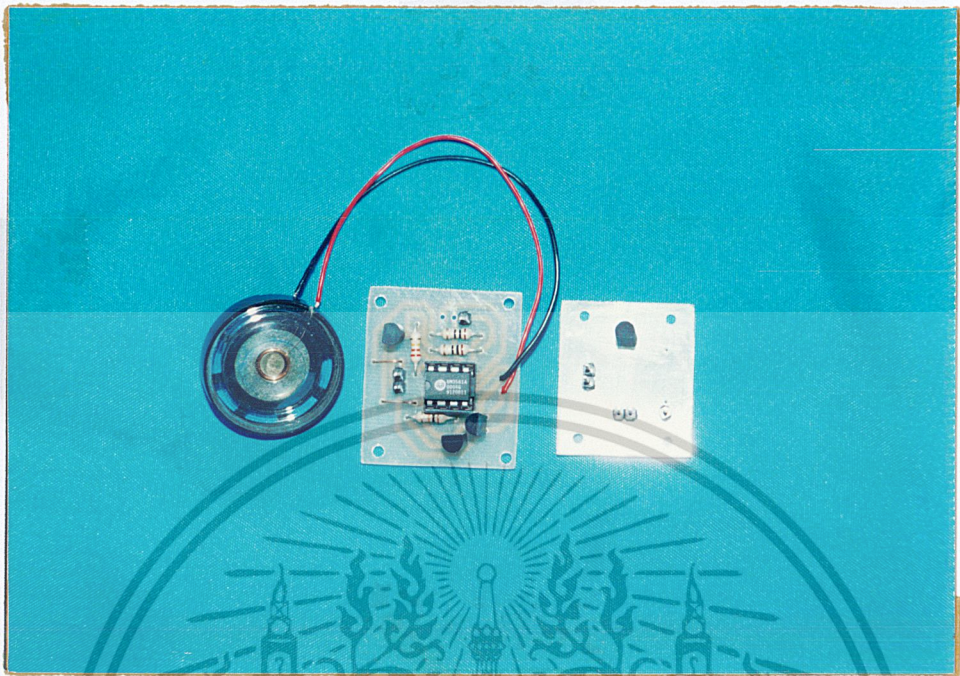


รูปที่ ก.6 ส่วนของช่องเก็บเครื่องมือแบบเก็บได้ 2 เครื่อง

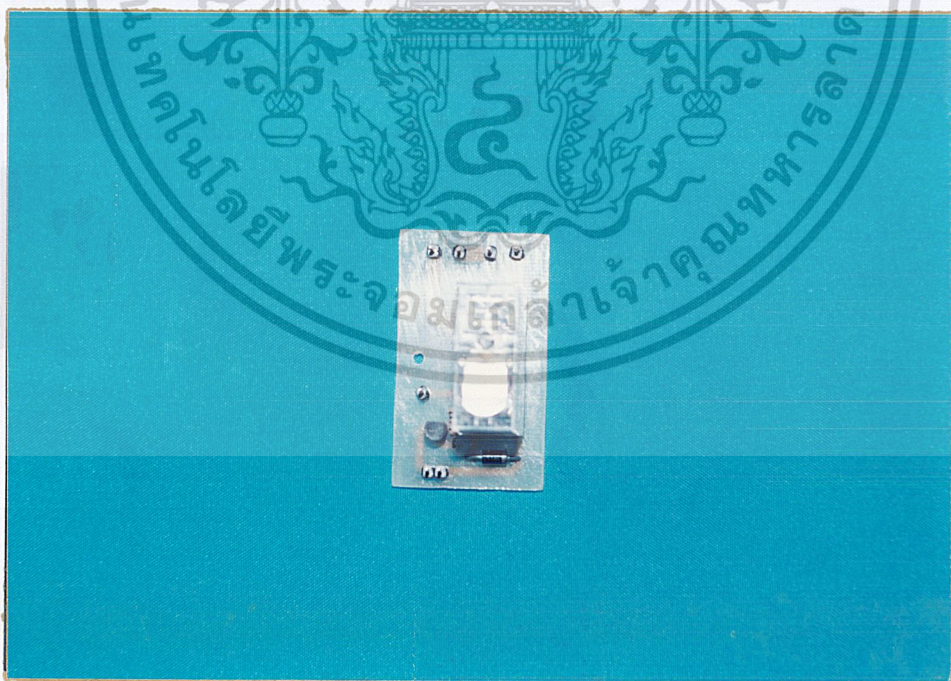


รูปที่ ก.7 ส่วนของช่องเก็บเครื่องมือแบบเก็บได้ 1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.10 วงจรสร้างสัญญาณเสียงเตือน



รูปที่ ก.11 วงจรควบคุมการจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.12 การติดตั้งกล่องวงจรปิด



รูปที่ ก.13 โทรทัศน์ที่ใช้เชื่อมต่อกับกล่องวงจรปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

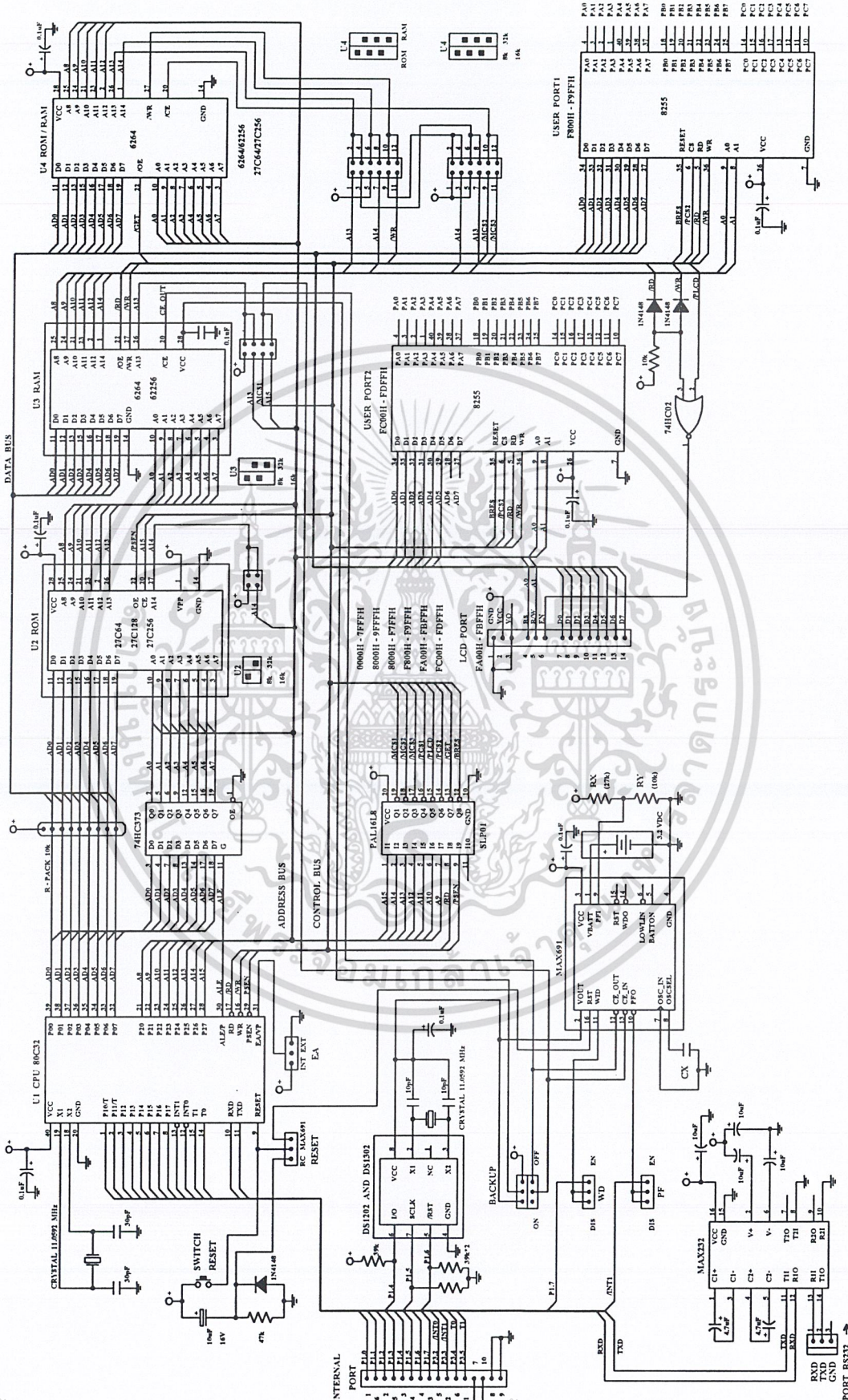


รูปที่ ก.14 การเชื่อมต่อกับระบบจากเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

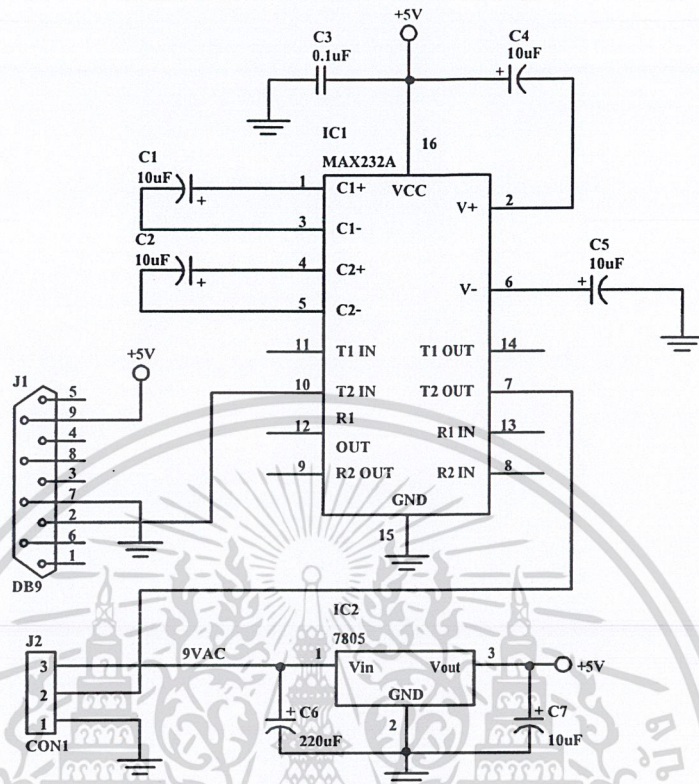


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

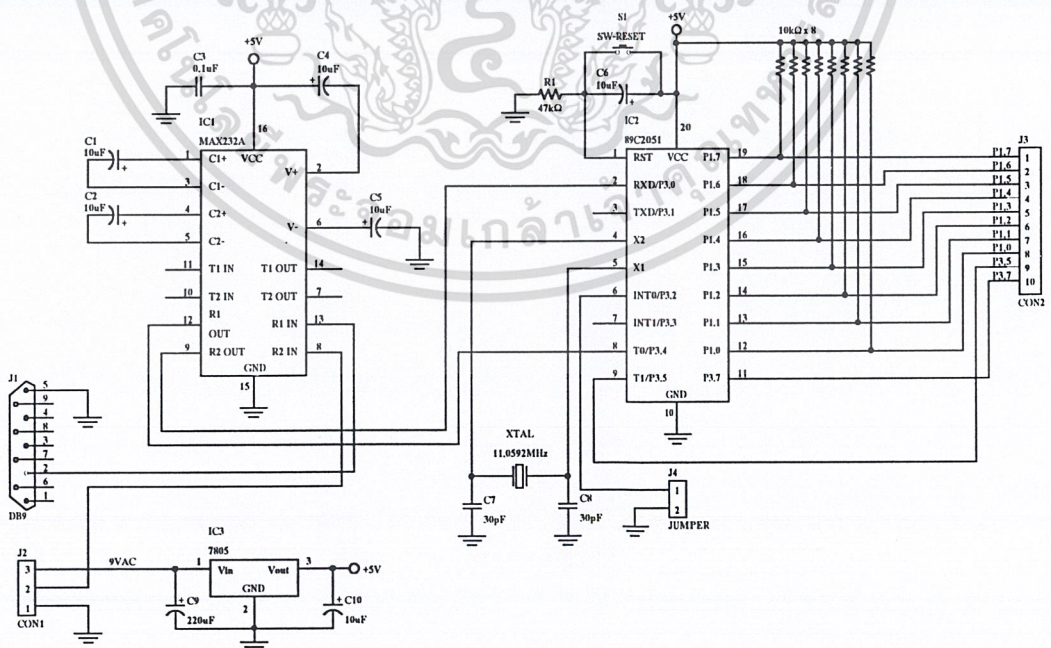


รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมโดย ANT-32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

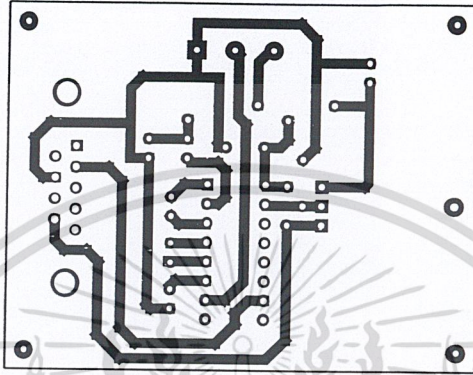


รูปที่ ข.2 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

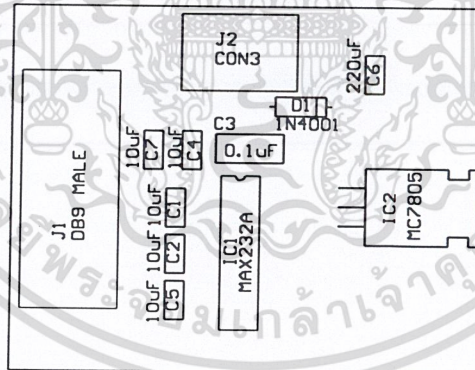


รูปที่ ข.3 วงจรรับข้อมูลจากเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

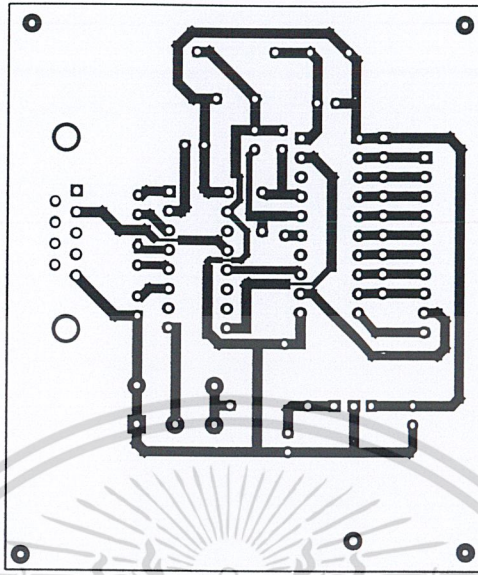


รูปที่ ข.4 ลายวงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

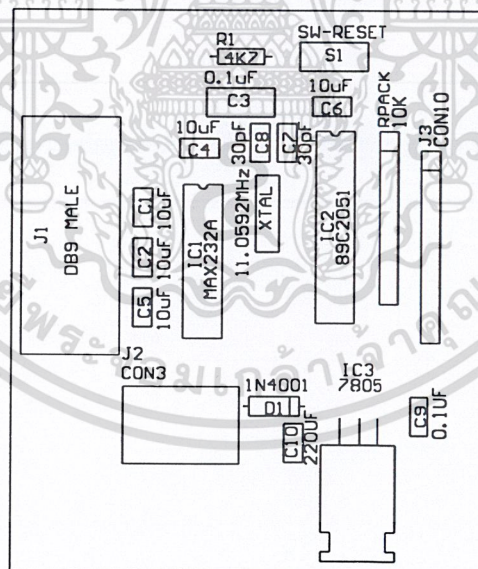


รูปที่ ข.5 การวางอุปกรณ์ของวงจรรับข้อมูลจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

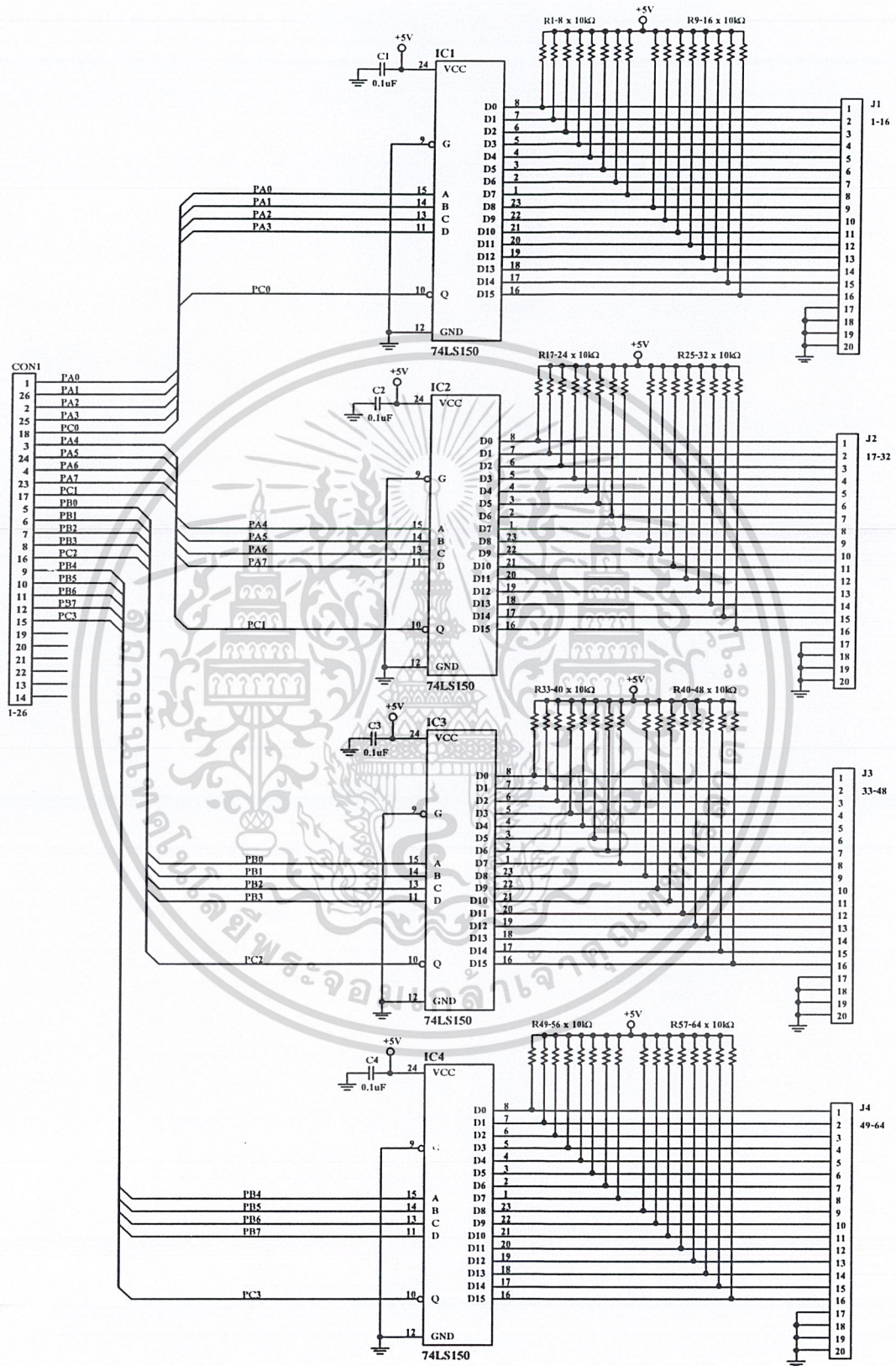


รูปที่ ข.6 ลายวงจรรับข้อมูลจากเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือ



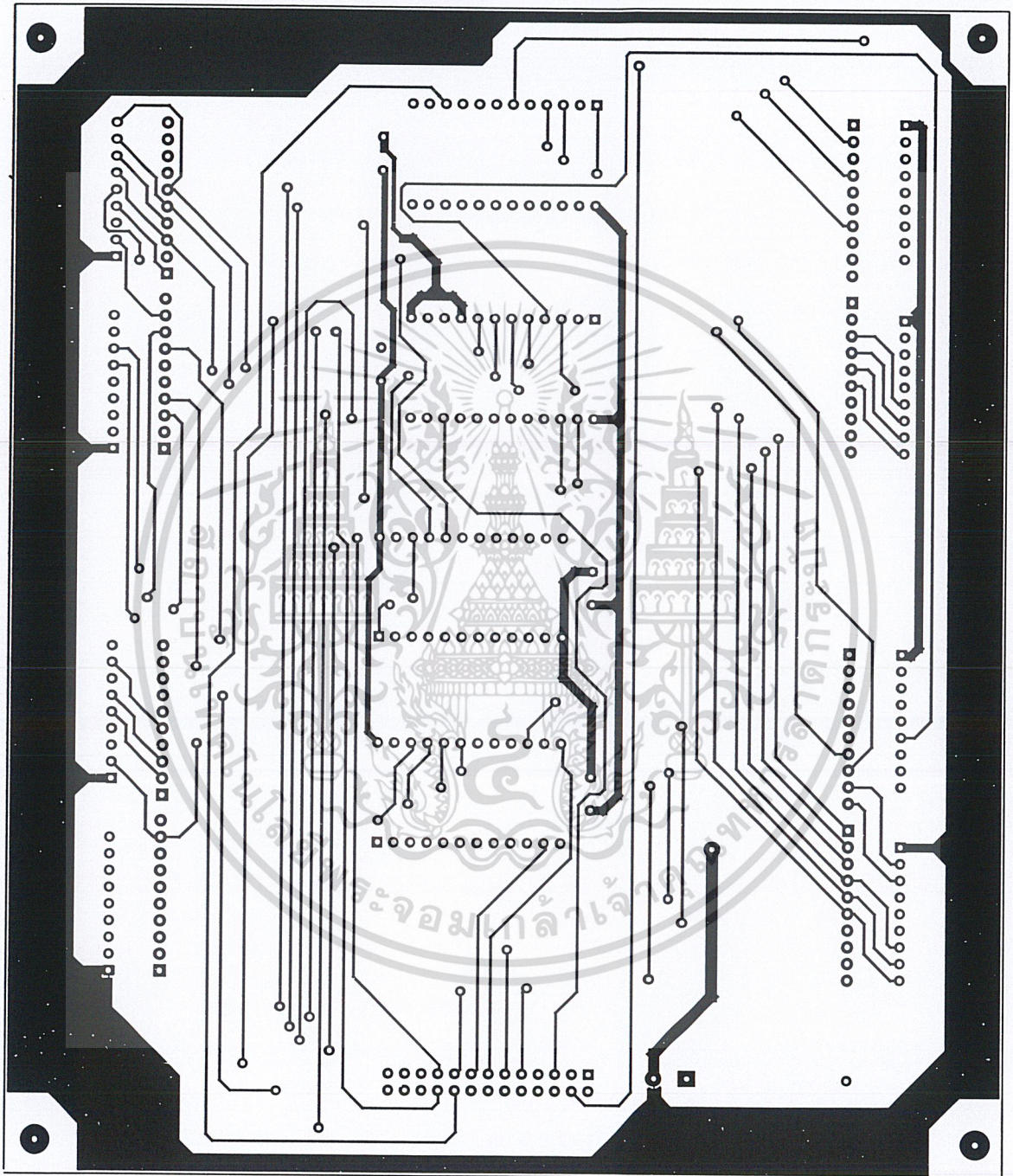
รูปที่ ข.7 การวางอุปกรณ์ของวงจรรับข้อมูลจากเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



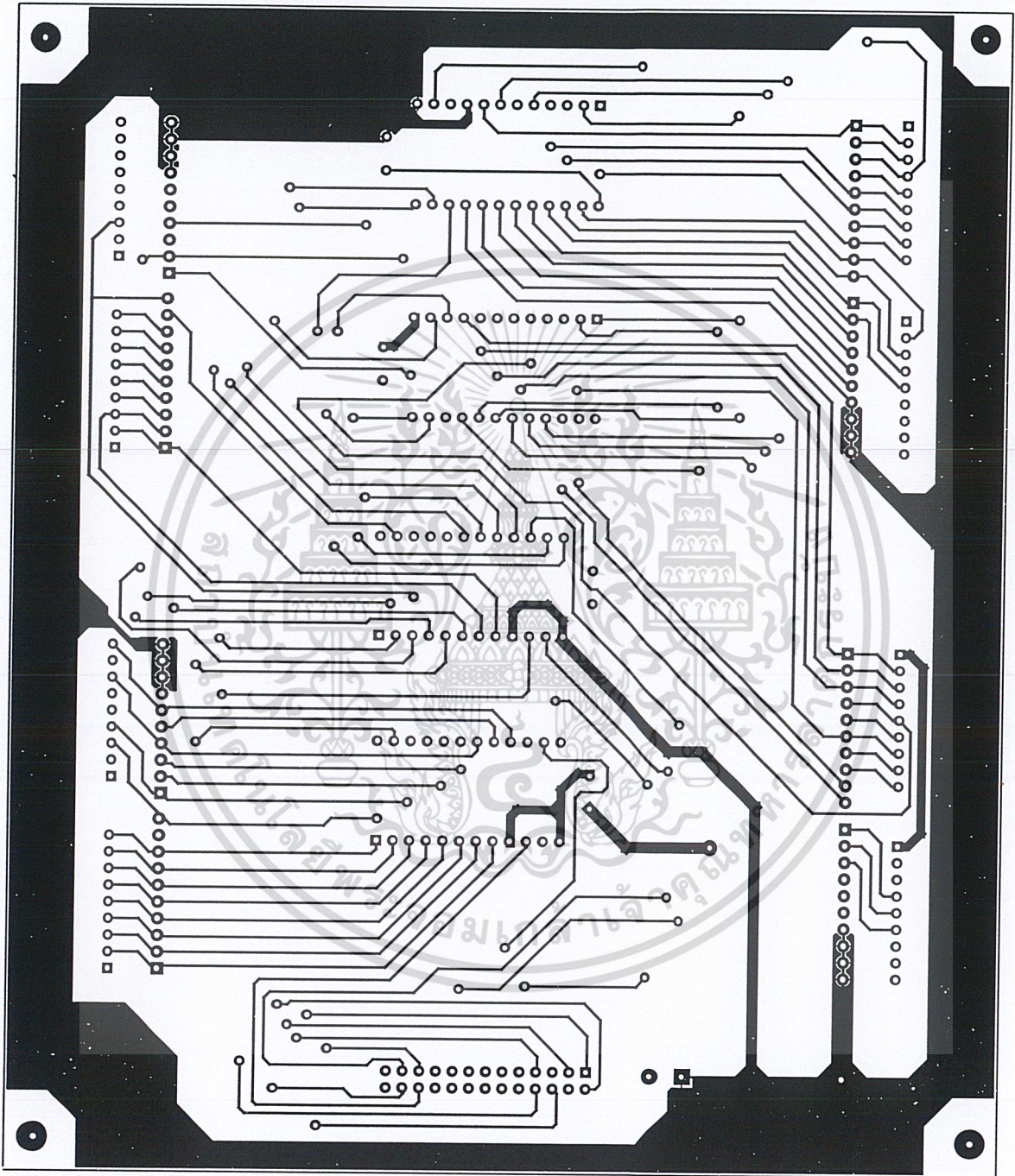
รูปที่ ข.8 วงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



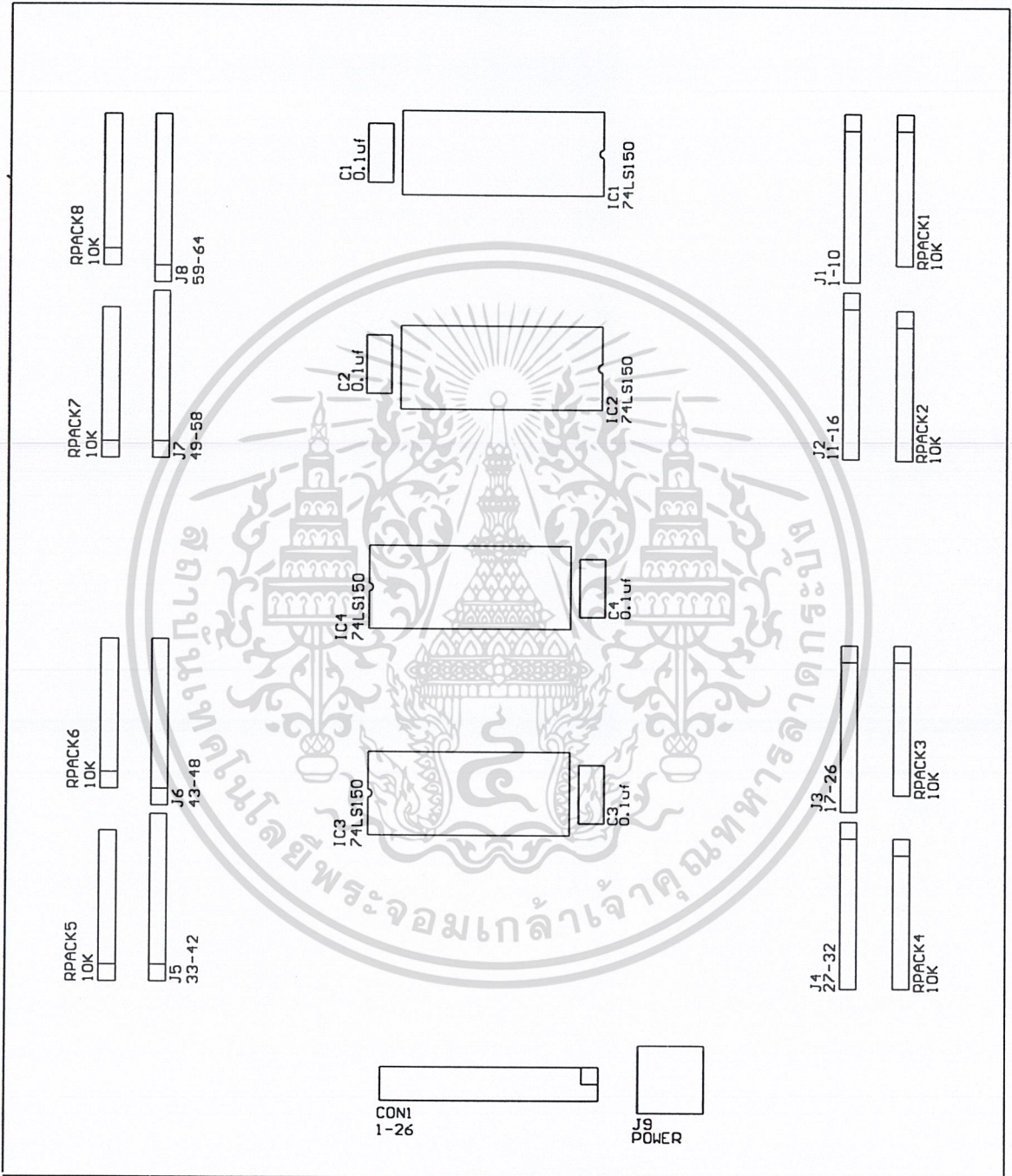
รูปที่ ข.9 ด้านบนของลายวงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



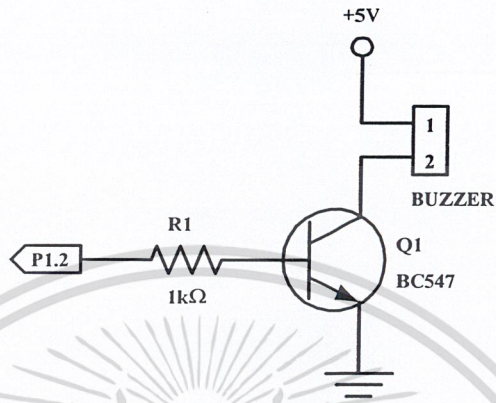
รูปที่ ข.10 ด้านล่างของลายวงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

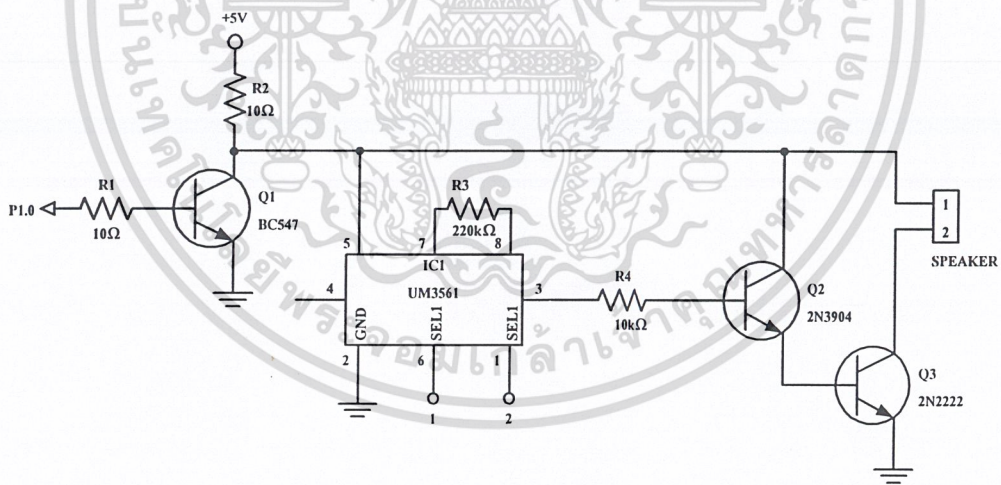


รูปที่ ข.11 การวางอุปกรณ์ของวงจรรับข้อมูลจากช่องเก็บเครื่องมือทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

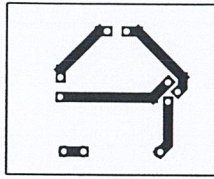


รูปที่ ข.12 วงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการรูดบัตร

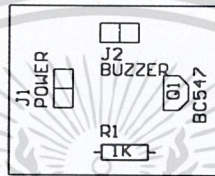


รูปที่ ข.13 วงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการยืม/คืนบัตรขึ้นตอน

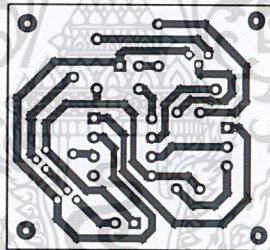
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



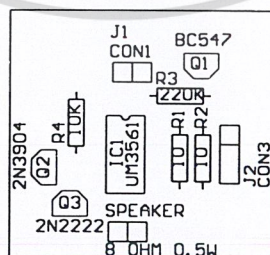
รูปที่ ข.14 สายวงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการรูดบัตร



รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์ของวงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการรูดบัตร



รูปที่ ข.16 สายวงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการขี้ม/คั่นผิดขั้นตอน



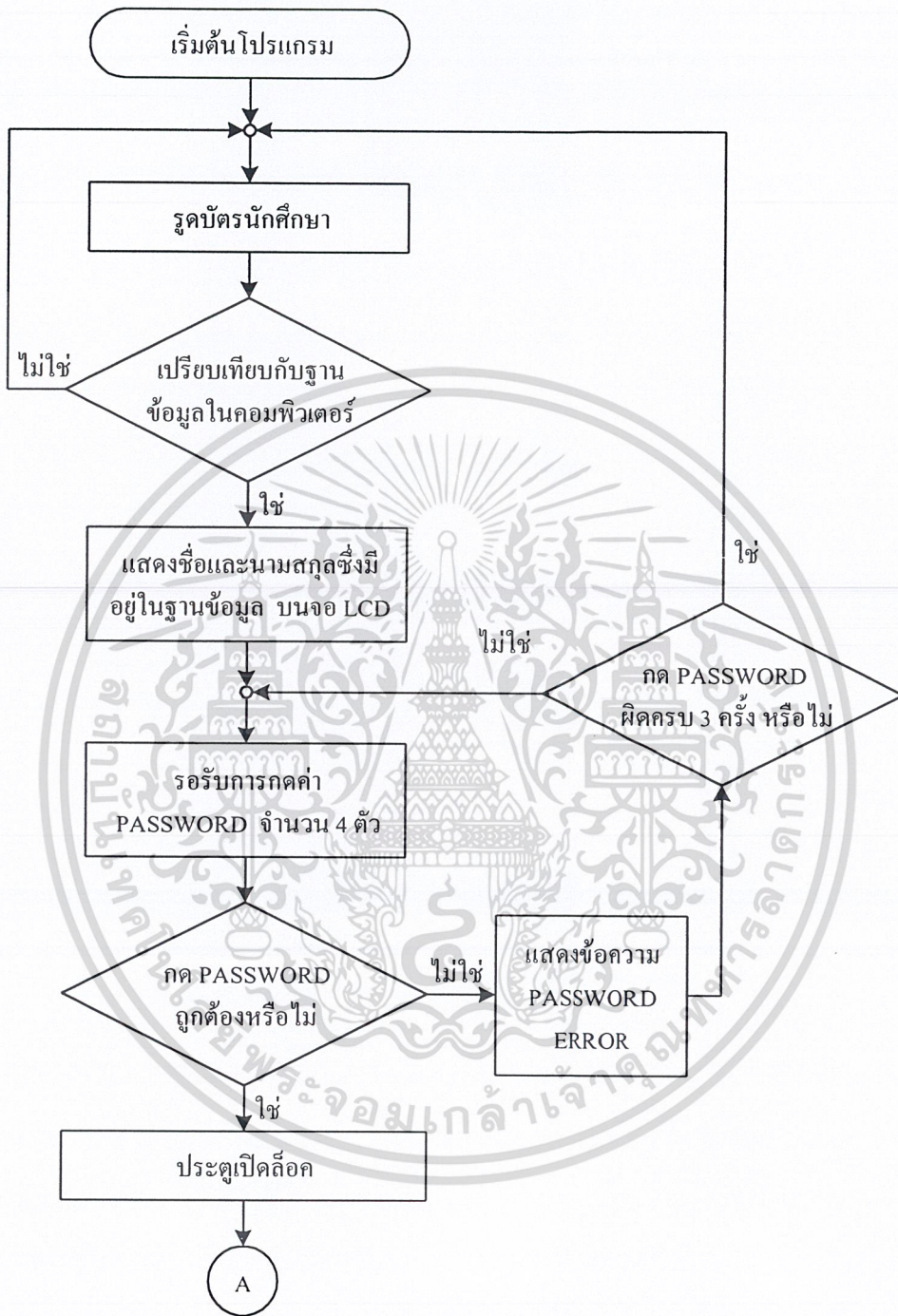
รูปที่ ข.17 การวางอุปกรณ์ของวงจรสร้างสัญญาณเสียง เมื่อมีการขี้ม/คั่นผิดขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



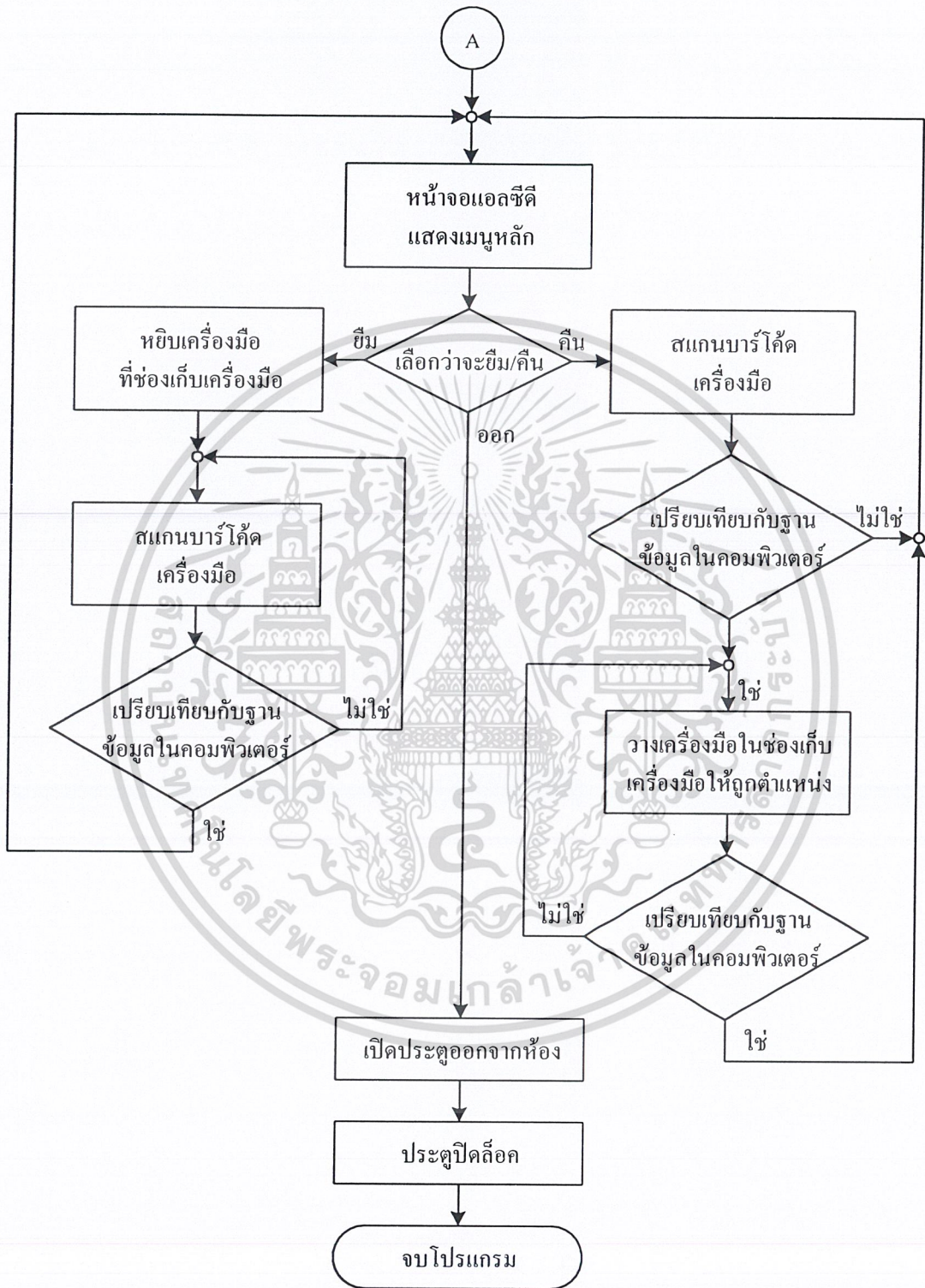
ภาคผนวก ค
ผังการทำงาน และโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



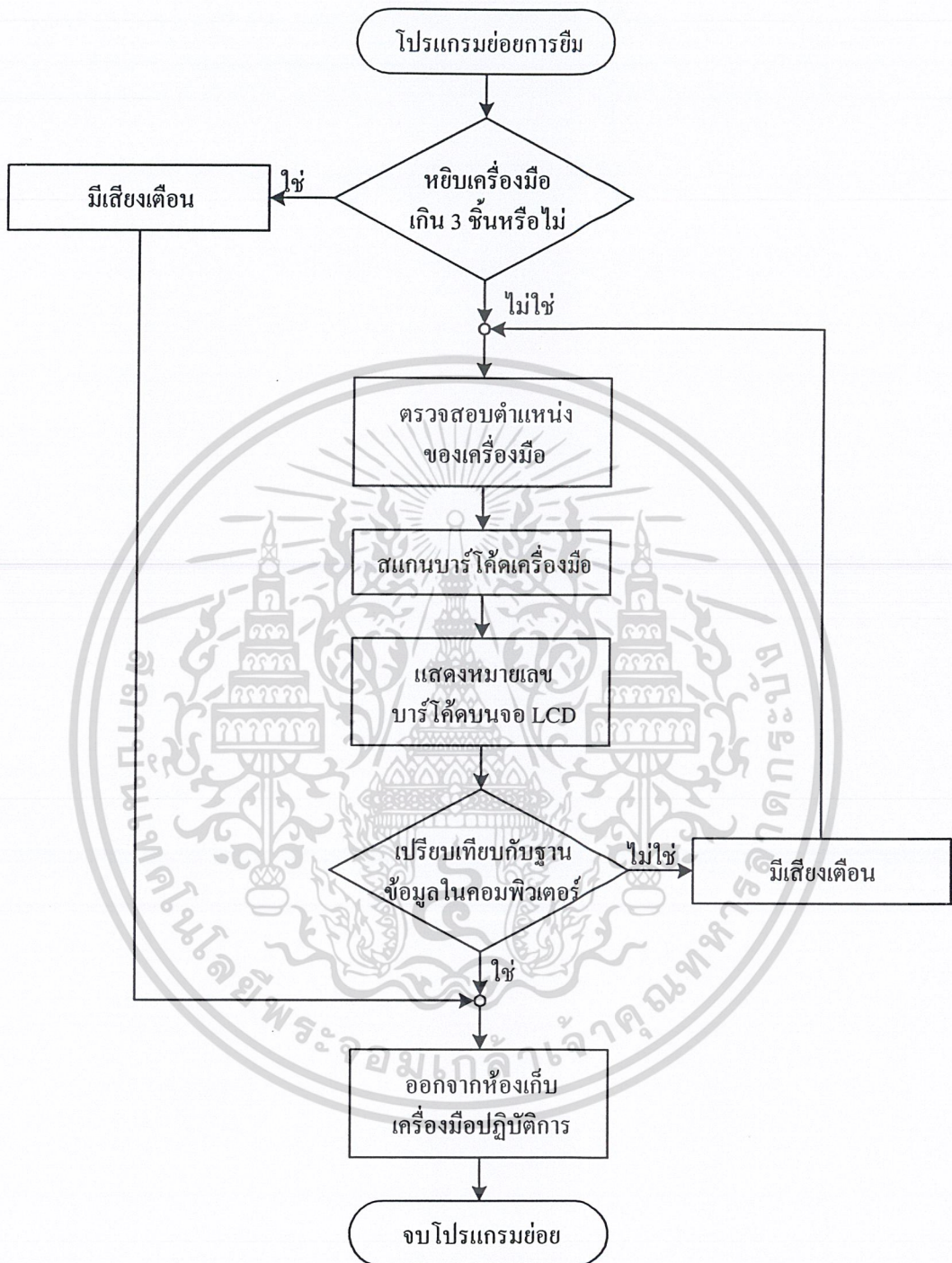
รูปที่ ค.1 ผังการทำงานโปรแกรมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



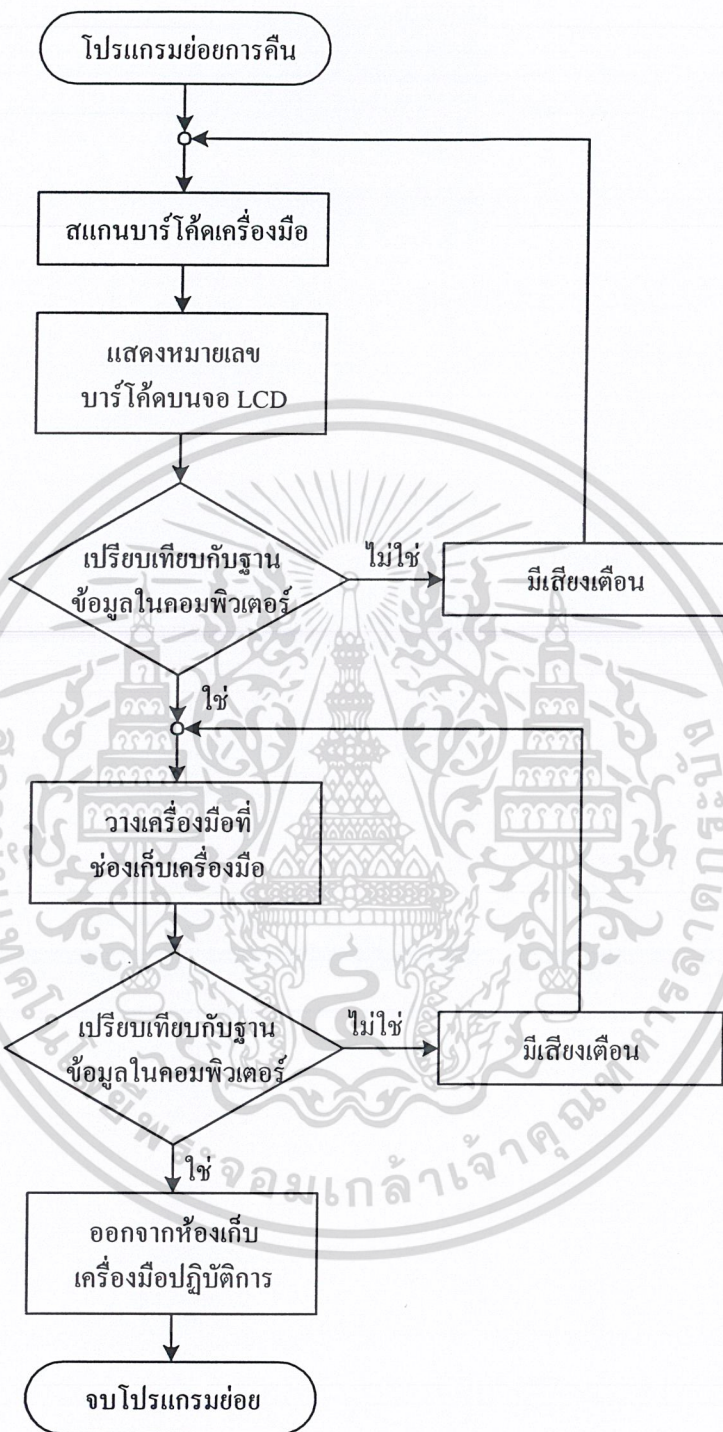
รูปที่ ค.1 (ต่อ) ผังการทำงาน โปรแกรมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



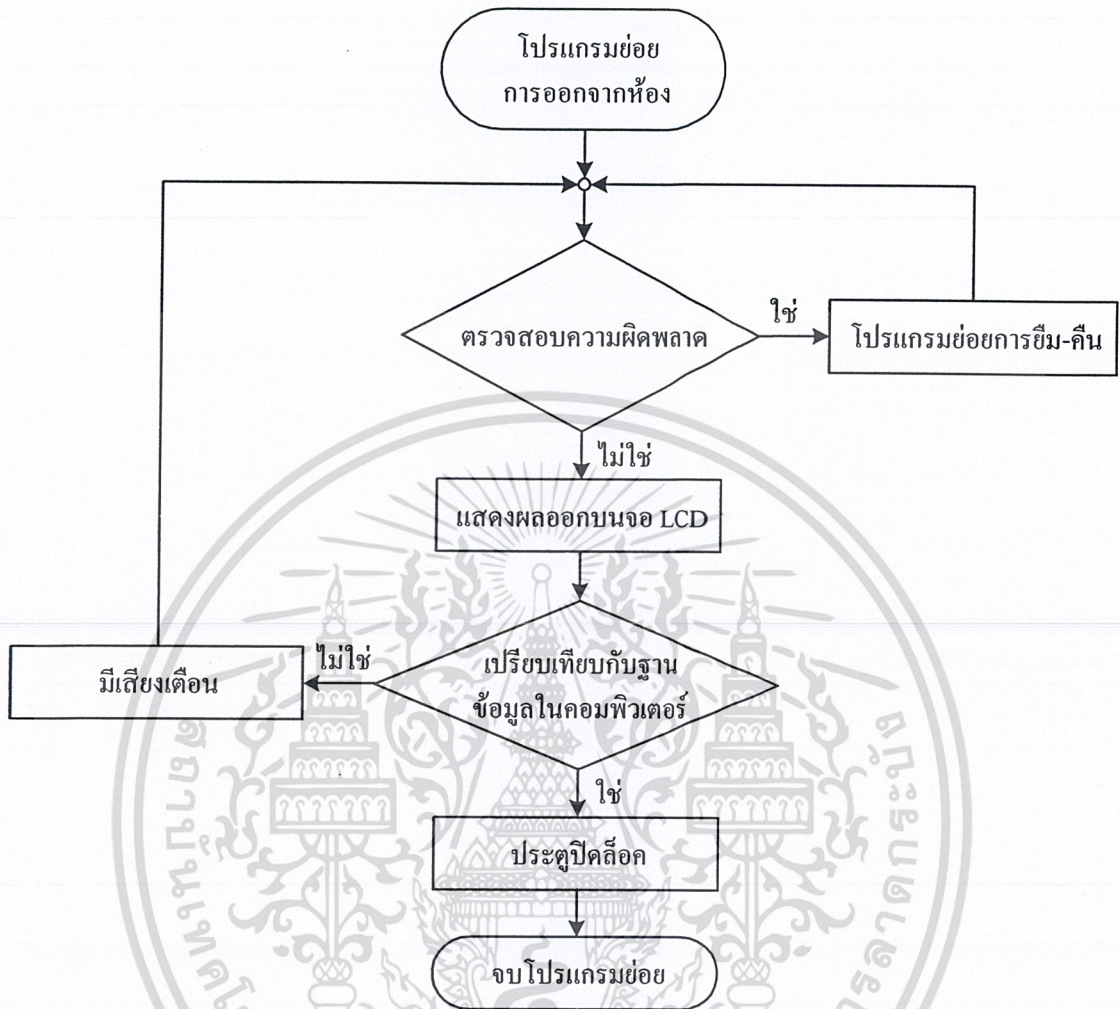
รูปที่ ค.2 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยการขี้มเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

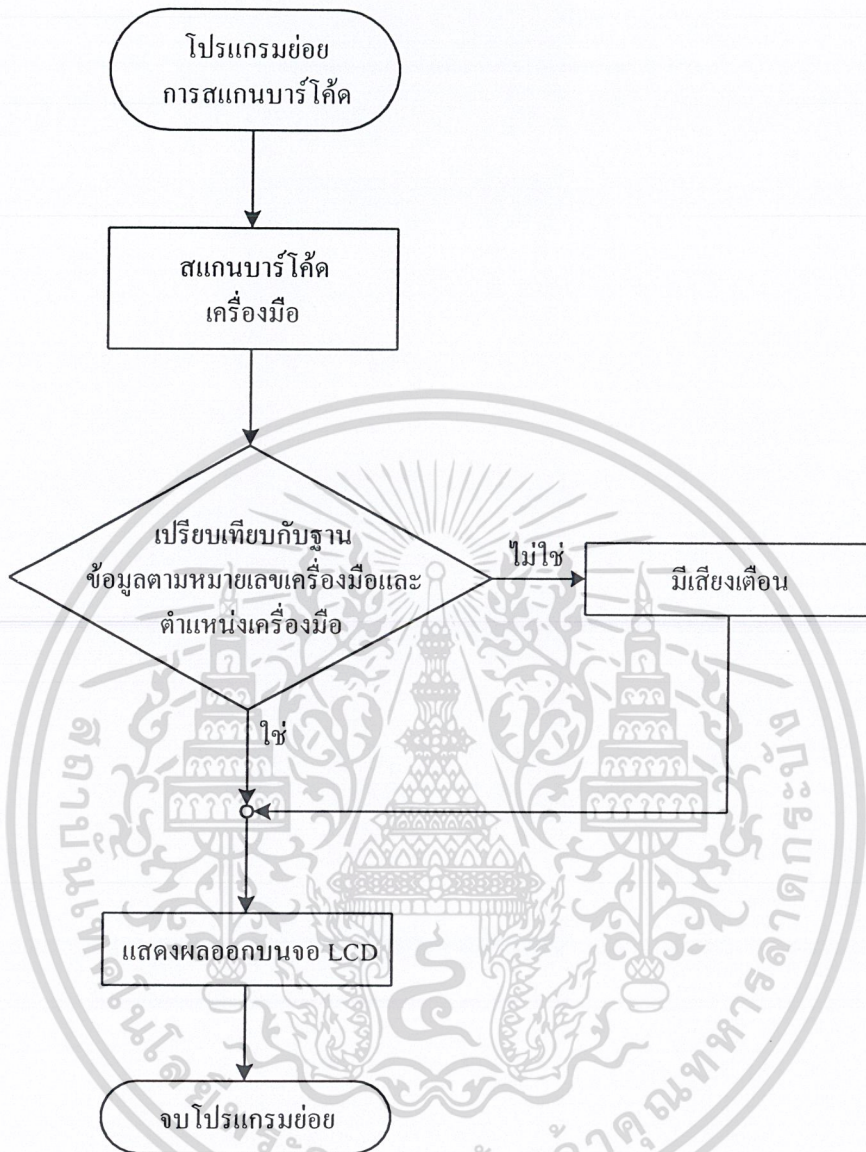


รูปที่ ค.3 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยการคืนเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.4 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยการออกจากห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ



รูปที่ ๓.5 ผังการทำงาน โปรแกรมย่อยการสแกนบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;*****
; Program      : TOOLS DISTRIBUTION SYSTEM
; Description  : MCS-51 Database with Visual Basic
; Filename    :
; Assembler   : SXA51
;*****
;===== หน่วยความจำภายนอก =====
;*****
BSENTENCE EQU 0010H ; บัพเฟอร์เก็บข้อความที่ป้อน
;----- PORT 8255
PORT1_A EQU 0F800H
PORT1_B EQU 0F801H
PORT1_C EQU 0F802H
PORT1_CT EQU 0F803H
PORT2_A EQU 0FC00H
PORT2_B EQU 0FC01H
PORT2_C EQU 0FC02H
PORT2_CT EQU 0FC03H
;----- PORT LCD
LCDADDRWRCMD EQU 0FA00H
LCDADDRRDBUSY EQU 0FA01H
LCDADDRWRDATA EQU 0FA02H
LCDADDRRDDATA EQU 0FA03H
;*****
;===== หน่วยความจำภายใน =====
;*****
TOINTERVAL EQU 30H
KEYDOWN EQU 31H
;----- รหัสพิเศษสำหรับสื่อสารกับ VB
CODEDATE EQU 01H ; รหัสร้องขอวันเวลาปัจจุบัน
CODESTOPDATE EQU 02H ; รหัสหยุดส่งวันเวลาปัจจุบัน
CODESENDID EQU 03H ; รหัสบอก PC เตรียมรับรหัสนักศึกษา
CODEPASSWORD EQU 04H ; รหัสส่งรหัสเวิร์ด
CODEREPLY EQU 05H ; รหัสร้องขอผลการตรวจสอบ ID และ PASSWORD
REPIDINCO EQU 01H ; รหัสนักศึกษาไม่ถูกต้อง
REPPASSNO EQU 02H ; รหัสผ่านไม่ถูกต้อง
REPPASSYES EQU 03H ; รหัสผ่านถูกต้อง
CODEEND EQU 0DH ; รหัสสิ้นสุดการส่ง 1 ข้อความ
;*****
; ||||| MAIN |||||
ORG 0000H
LJMP MAIN
ORG 000BH
LJMP ISRTIMER0
ORG 0023H
LJMP ISRSERIAL
;-----
MAIN: MOV SP, #3FH ; เคลื่อนย้ายสแตคไปที่ ADDR 50H
LCALL DELAY_1S
LCALL INIHARDWARE
MAI00: LCALL LCDCLEAR
LCALL LCDON

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV DPTR,#SENTTITLE
LCALL LCDWRLINE1
MOV DPTR,#SENTDATETIME
LCALL LCDWRLINE2
MOV A,#CODEDATE
LCALL SENDBYTE ; ร้องขอวันเวลามาแสดง
MOV A,#CODEEND
LCALL SENDBYTE
LJMP MAI01
;*****
SENTTITLE: DB "TOOLS DISTRIBUTION SYSTEM", 0
SENTDATETIME: DB "-- --- ---- --:--:--", 0
SENTWARNOX: DB "CARD BARCODE OR PRESS *", 0
MAI01:LCALL WAITKEYCLICK
PUSH ACC ; เก็บปุ่มที่กดไว้ตรวจ
; ส่งรหัสหยุดของวันที่
MOV A,#CODESTOPDATE
LCALL SENDBYTE
MOV A,#CODEEND
LCALL SENDBYTE
LCALL LCDCLRLINE2
; ปุ่มกดเป็น * หรือไม่
POP ACC ; เอาปุ่มที่กดมาตรวจ
CJNE A,# '*',MAI02
; ถ้ากด * แล้วแสดงข้อความ
MAI07:MOV DPTR,#SENTSTID
LCALL LCDWRLINE1
LCALL LCDONCUR
; รอการกดรหัสนักศึกษาเก็บในบัฟเฟอร์
MOV R0,#11 ; จำกัดการกดได้ 11 ตัว
MOV DPTR,#BSENTENCE
MAI03:LCALL WAITKEYCLICK
; ถ้ากดผิด ให้กดปุ่ม * อีกครั้ง
; ตรวจสอบว่าเป็น * หรือไม่
CJNE A,# '*',MAI08
; กดปุ่ม * จะเป็นการเริ่มป้อนรหัสใหม่
LJMP MAI07
MAI08:; ตรวจสอบว่ากด # หรือยัง
CJNE A,# '#',MAI09
; ถ้ากดแล้วจบการป้อน
MOV A,#CODEEND
MOVX @DPTR,A ; ใส่โค้ดจบปิดท้ายรหัส
LJMP MAI04
MAI02:; ถ้าปุ่มไม่ใช่ *
; เขียนข้อความเตือน
MOV DPTR,#SENTWARNOX
LCALL LCDWRLINE1
LCALL DELAY_2s
; กลับสู่ไคเคิล
LJMP MAI00

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยประการใดๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MAIO9:; ถ้าปุ่มที่กดไม่ใช่ # แสดงว่ายังป้อนรหัสไม่เสร็จ
; ตรวจสอบว่ากดตัวเลขเต็ม 11 ตัวแล้วหรือยัง
CJNE RO,#00H,MAIOA ; ยังไม่เต็มนำไปเก็บ
; เต็มแล้วไม่ต้องเก็บ รอกด # อย่างเดียว
LJMP MAIO3
MAIOA:MOVX @DPTR,A
LCALL LCDWRDATA
INC DPTR
DEC RO
LJMP MAIO3
;---;
MAIO4:; ส่งรหัสนักศึกษาให้ PC
MOV A,#CODESENDID
LCALL SENDBYTE
MOV DPTR,#BSENTENCE
MAIO5:MOVX A,@DPTR
LCALL SENDBYTE
CJNE A,#CODEEND,MAIOB
; ถ้าจบรหัสแล้วออก
LJMP MAIO6
MAIOB:; ถ้ายังไม่จบกลับไปอ่านออกมาส่งต่อ
INC DPTR
LJMP MAIO5
;*****
SENTSTID: DB "STUDENTID : ",0
SENTPASSWORD: DB "PASSWORD : ",0
MAIO6:; รับการป้อนรหัสผ่านเวิร์ด
MOV DPTR,#SENTPASSWORD
LCALL LCDWRLINE2
MOV RO,#11 ; จำกัดการกดได้ 11 ตัว
MOV DPTR,#BSENTENCE
MAI10:LCALL WAITKEYCLICK
; ตรวจสอบว่าเป็น * หรือไม่
CJNE A,#'*',MAIOC
; กดปุ่ม * จะเป็นการเริ่มป้อนรหัสใหม่
LJMP MAIO6
MAIOC:; ตรวจสอบว่ากด # หรือยัง
CJNE A,#'#',MAIOD
; ถ้ากดแล้วจบการป้อน
MOV A,#CODEEND
MOVX @DPTR,A ; ใส่โค้ดจบปิดท้ายรหัส
LJMP MAIOE
MAIOD:; ถ้าปุ่มที่กดไม่ใช่ # แสดงว่ายังป้อนรหัสเวิร์ดไม่เสร็จ
; ตรวจสอบว่ากดตัวเลขเต็ม 11 ตัวแล้วหรือยัง
CJNE RO,#00H,MAIOF ; ยังไม่เต็มนำไปเก็บ
; เต็มแล้วไม่ต้องเก็บ รอกด # อย่างเดียว
LJMP MAI10
MAIOF:MOVX @DPTR,A
MOV A,#'*' ; ไม่แสดงตัวเลข แสดง * แทน
LCALL LCDWRDATA

```

```

INC DPTR
DEC R0
LJMP MAI10
MAI0E:; ส่งพาสเวิร์ดให้ PC
MOV A,#CODEPASSWORD
LCALL SENDBYTE
MOV DPTR,#BSENTENCE
MAI13:MOVX A,@DPTR
LCALL SENDBYTE
CJNE A,#CODEEND,MAI11
; ถ้าจบรหัสแล้วออก

LCALL LCDON ; ปิดเคอร์เซอร์
LJMP MAI12
MAI11:; ถ้ายังไม่จบกลับไปอ่านออกมาส่งต่อ
INC DPTR
LJMP MAI13
MAI12:; ส่งพาสเวิร์ดไปแล้ว รอชักรหัสแล้วร้องขอผลการตรวจสอบ
; รอคิวการ ตรวจสอบเช็คค่าใน BSENTENCE ว่ามีรหัสเป็น CODE อะไร
; เกลียร์ BSENTENCE เพื่อรอรับ
MOV DPTR,#BSENTENCE
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
MAI18:;LCALL DELAY_1S
LCALL LCDCLRLINE2
MOV A,#CODEREPLY
LCALL SENDBYTE
MOV A,#CODEEND
LCALL SENDBYTE
MAI15:MOVX A,@DPTR ; รออ่านรหัสที่ PC จะส่งมา
CJNE A,#00H,MAI14
LCALL MAI15
MAI14:; PC ส่งรหัสมาแล้วตรวจสอบว่าเป็นรหัสอะไรแล้วทำตามรหัสนั้น
CJNE A,#REPIDINCORR,MAI16
; รหัสนักศึกษาไม่ถูกต้อง
LCALL LCDCLEAR
MOV DPTR,#SENTIDINCORR1
LCALL LCDWRLINE1
MOV DPTR,#SENTIDINCORR2
LCALL LCDWRLINE2
LCALL WAITKEYCLICK
LJMP MAI00 ; ไปเริ่มต้นใหม่
;*****
SENTIDINCORR1: DB " STUDENTID INCORRECT ", 0
SENTIDINCORR2: DB "CARD AGAIN OR ANY KEYS..", 0
MAI16: CJNE A,#REPPASSNO,MAI17
; รหัสผ่านไม่ถูกต้อง
LCALL LCDCLEAR
MOV DPTR,#SENTPASSNO1
LCALL LCDWRLINE1
MOV DPTR,#SENTPASSNO2
LCALL LCDWRLINE2
LCALL WAITKEYCLICK
MOV DPTR,#SENTPASSNO3

```

```

LCALL LCDWRLINE1
LJMP MAI06 ; ป้อนรหัสนักศึกษาใหม่
;*****
SENTPASSNO1: DB " PASSWORD INCORRECT ", 0
SENTPASSNO2: DB " PLEASE AGAIN ", 0
SENTPASSNO3: DB "PASSWORD AGAIN", 0
MAI1B:LJMP MAI18 ; กระโดดไปไม่ถึงต้องใช้ตัวช่วย
MAI17: CJNE A,#REPPASSYES,MAI1B ; ถ้ารหัสไม่ตรงให้ร้องขอใหม่
; รหัสผ่านถูกต้อง
LCALL LCDCLEAR
MOV DPTR,#SENTPASSYES1
LCALL LCDWRLINE1
MOV DPTR,#SENTPASSYES2
LCALL LCDWRLINE2
MOV R0,#05H
MOV A,#'.'
MAI19:LCALL DELAY_500MS
LCALL LCDWRDATA
DJNZ R0,MAI19
; เปิดประตูห้อง
MOV DPTR,#SENTENJOY1
LCALL LCDWRLINE1
MOV DPTR,#SENTENJOY2
LCALL LCDWRLINE2
; _ _ _ _ _ ส่งลอจิกเปิดประตูห้อง
LJMP MAI1A
;*****
SENTPASSYES1: DB "OK...", 0
SENTPASSYES2: DB "PLEASE WAIT .", 0
SENTENJOY1: DB " ENJOY ", 0
SENTENJOY2: DB " TO DEVELOPMENTS ROOM ", 0
MAI1A:
LCALL $
;*****
;=====INITIAL HARDWARE=====
;*****
INIHARDWARE:
; ----- แรมภายใน
MOV KEYDOWN,#00H
MOV TOINTERVAL,#00H
; ----- INTERRUPT
MOV IE,#10010010 ; ENABLE INTERRUPT SERIAL, TIMER0
MOV IP,#00010000 ; อันดับ 1 SERIAL PORT,
; ----- INITIAL TIMER0
MOV TMOD,#21H ; TIMER0 ทำงานในโหมด1 (16 BIT),TIMER1 8BIT AUTO
MOV TH0,#0FFH
MOV TOINTERVAL,#00H
MOV TLO,#0FFH ; ทำให้เกิด OVERFLOW ครั้งแรก
SETB TR0 ; ENABLE TIMER0
; ----- PORT 8255
MOV DPTR,#PORT1_CT
MOV A,#10011011B
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORT2_CT

```

```

MOV    A, #10010011B
MOVX   @DPTR, A
;----- LCD
MOV    DPTR, #ILCDDTABLE
INILCD0: CLR    A
MOV    A, @A+DPTR
JZ     INILCD1
LCALL  LCDWRRCOMD
INC    DPTR
LJMP   INILCD0
ILCDDTABLE: DB    38H, 14H, 0FH, 06H, 01H, 00H
INILCD1:
;----- RS-232&TIMER1
MOV    A, #0FDH
MOV    TH1, A
MOV    TL1, A
MOV    SCON, #01010000 ; 8 BIT AUTORELOAD, RECEIVE ENABLE
MOV    A, PCON
CLR    ACC.7
MOV    PCON, A
SETB   TR1 ; START TIMER1
RET
;*****
; ===== INTERRUPT SERVICE ROUTINE =====
;*****
;----- ISR TIMER0
ISR_TIMER0: MOV    TH0, #4CH ; -46080
MOV    TLO, #00H ; TIMER0 OVERFLOW ทุก 50ms
PUSH   ACC
; INTERVAL ทุกๆ 50ms -----
;-----
INC    TOINTERVAL
MOV    A, #0AH
CJNE  A, TOINTERVAL, IT01
MOV    TOINTERVAL, #00H
; INTERVAL ทุกๆ 500ms -----
;-----
IT01: POP   ACC
RETI
;----- ISR SERIAL INTERFACE
ISR_SERIAL: JNB   RI, ISL1 ; ถ้าไม่ใช้การรับข้อมูลก็ไม่ต้องทำอะไร
CLR    ES ; มีข้อมูลส่งเข้ามา, ปิดการอินเตอร์รัพต์
PUSH   ACC
MOV    A, SBUF
CLR    RI
LCALL  RECEIVER ; ไปทำการถอดรหัสเพื่อจัดการข้อมูลนั้น
POP    ACC
SETB   ES ; เปิดอินเตอร์รัพต์
ISL1: RETI
;*****
; ===== ฟังก์ชันสำหรับเรียกใช้งาน =====
;-----
; SERIAL PORT
;-----

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยกรมการศึกษานานาชาติและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่สามารถเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

; รับข้อมูลจาก PC มาถอดรหัสและทำตามรหัสดังกล่าว -----
; I/P      A
; LOST     A
; -----
RECEIVER:  PUSH  DPH
           PUSH  DPL
           PUSH  00H                ; ใช้ RO
           ; ใ้ค้รหัสนำวันเวลาามาแสดงในบรรทัดที่ 2 ของ LCD
           CJNE  A, #CODEDATE, RCV01
           LCALL LCDCLRLINE2
RCV11: MOV  RO, #0FFH
RCV12: JB   RI, RCV13
           DJNZ RO, RCV12           ; นับเวลาถอยหลังในการรอข้อมูล
           LJMP RCVRET             ; ERROR, PC ไม่ส่งข้อมูลมาแล้ว
RCV13: MOV  A, SBUF                ; PC ส่งข้อมูลมาแล้ว, เอาข้อมูลมา
           CLR  RI
           CJNE A, #CODEEND, RCV14 ; จบข้อความแล้วหรือยัง
           LJMP RCVRET             ; ถ้าจบแล้วออก
RCV14: LCALL LCDWRDATA            ; ถ้ายังไม่จบนำไปเขียนต่อท้ายที่ LCD
           LJMP RCV11             ; ไปรับไบต์ต่อไป
RCV01: ; ใ้ค้ผลการตรวจสอบรหัสนักศึกษาและรหัสผ่าน
           CJNE A, #CODEREPLY, RCV02
RCV21: JNB  RI, RCV21
           MOV  A, SBUF
           CLR  RI
           MOV  DPTR, #BSENTENCE
           MOVX @DPTR, A           ; เอาไปเก็บไว้ตรวจสอบ
           INC  DPTR
           CJNE A, #CODEEND, RCV21
           MOV  DPTR, #BSENTENCE
           MOVX A, @DPTR
           LCALL LCDWRDATA
           LJMP RCVRET
RCV02: ; ตรวจสอบใ้ค้คอื่น ๆ
RCVRET:  POP  00H
           POP  DPL
           POP  DPH
           RET

; ส่งข้อมูล -----
; I/P A
; -----
SENDBYTE: MOV  SBUF, A
           JNB  TI, $
           CLR  TI
           RET

; ส่งข้อความ -----
; I/P DPTR
; -----
SENDSTRING: PUSH  DPH
            PUSH  DPL
            PUSH  ACC

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SSG0: CLR    A
      MOVC   A,@A+DPTR
      JZ     SSG1
      LCALL  SENDBYTE
      INC    DPTR
      LJMP   SSG0
SSG1: POP    ACC
      POP    DPL
      POP    DPH
      RET

;*****
; =====
;                               KEYPED OBJECT
; =====
; สแกนคีย์แพด -----
; O/P A      ; ถ้ามีการกดส่งรหัสแอสกีค่าที่นั้นกลับ ถ้าไม่กดส่ง 00H
; -----
KEYSCAN:  PUSH  DPH
          PUSH  DPL
          MOV   DPTR,#PORT2_C
          MOV   A,#00010000B      ; คอลัมน์แรก
          MOVX  @DPTR,A          ; ส่งข้อมูลคอลัมน์
          NOP
          MOVX  A,@DPTR          ; อ่านเข้ามาว่าปุ่มไหนถูกกด
          JNB   ACC.0,KSN1
          MOV   A,#31H           ; ปุ่ม 1
          LJMP  KSNRET
KSN1:     JNB   ACC.1,KSN2
          MOV   A,#34H           ; ปุ่ม 4
          LJMP  KSNRET
KSN2:     JNB   ACC.2,KSN3
          MOV   A,#37H           ; ปุ่ม 7
          LJMP  KSNRET
KSN3:     JNB   ACC.3,KSN4
          MOV   A,#2AH           ; ปุ่ม *
          LJMP  KSNRET
KSN4:     MOV   A,#00100000B     ; คอลัมน์สอง
          MOVX  @DPTR,A          ; ส่งข้อมูลคอลัมน์
          NOP
          MOVX  A,@DPTR          ; อ่านเข้ามาว่าปุ่มไหนถูกกด
          JNB   ACC.0,KSN5
          MOV   A,#32H           ; ปุ่ม 2
          LJMP  KSNRET
KSN5:     JNB   ACC.1,KSN6
          MOV   A,#35H           ; ปุ่ม 5
          LJMP  KSNRET
KSN6:     JNB   ACC.2,KSN7
          MOV   A,#38H           ; ปุ่ม 8
          LJMP  KSNRET
KSN7:     JNB   ACC.3,KSN8
          MOV   A,#30H           ; ปุ่ม 0

```

```

LJMP KSNRET
KSN8: MOV A, #01000000B ; คอลัมน์สอม
MOVX @DPTR, A ; ส่งข้อมูลคอลัมน์
NOP
MOVX A, @DPTR ; อ่านเข้ามาว่าปุ่มไหนถูกกด
JNB ACC.0, KSN9
MOV A, #33H ; ปุ่ม 3
LJMP KSNRET
KSN9: JNB ACC.1, KSNA
MOV A, #36H ; ปุ่ม 6
LJMP KSNRET
KSNA: JNB ACC.2, KSNB
MOV A, #39H ; ปุ่ม 9
LJMP KSNRET
KSNB: JNB ACC.3, KSNC
MOV A, #23H ; ปุ่ม #
LJMP KSNRET
KSNC: MOV A, #00H ; ถ้าไม่กดปุ่มใดคืน 20H
KSNRET: POP DPL
POP DPH
RET
; รองกว่าจะมีการกดปุ่มแล้วปล่อย -----
; O/P A เป็นรหัสแอสกีของปุ่มที่กด
; -----
WAITKEYCLICK: PUSH 00H ; ใช้ R0
WKC1: LCALL KEYSKAN ; เช็kpุ่มกด
CJNE A, #00H, WKC2 ; กดแล้วยัง
; ถ้ายัง
LJMP WKC1
WKC2: ; ถ้ากดแล้ว
MOV R0, A ; เก็บไว้เทียบ
WKC3: LCALL KEYSKAN
CJNE A, #00H, WKC3 ; ปล่อยแล้วยัง
; ถ้าปล่อยแล้ว
MOV A, R0 ; คืนค่าปุ่มกด
POP 00H
RET
; *****
; =====
; LCD OBJECT
; ===== กำลังสำหรับใช้งาน LCD
; เคลียร์ทั้งหมด -----
; -----
LDCLEAR: PUSH ACC
MOV A, #01H
LCALL LCDWRCOMD
POP ACC
RET

```

```

; เคลียร์บรรทัดแรก -----
; -----
LCDCLRLINE1:      PUSH  DPH
                  PUSH  DPL
                  PUSH  00H
                  PUSH  ACC
                  MOV   A, #80H
                  LCALL LCDWRCOMD          ; เลื่อนไปตำแหน่งแรกของบรรทัดที่ 1
                  MOV   R0, #24
                  MOV   A, # ' '
LC11:  LCALL  LCDWRDATA          ; เขียนค่าว่างลงไป
                  DJNZ  R0, LC11
                  MOV   A, #80H
                  LCALL  LCDWRCOMD          ; เลื่อนไปตำแหน่งแรกของบรรทัดที่ 1
                  POP   ACC
                  POP   00H
                  POP   DPL
                  POP   DPH
                  RET

; เคลียร์บรรทัดสอง -----
; -----
LCDCLRLINE2:      PUSH  DPH
                  PUSH  DPL
                  PUSH  00H
                  PUSH  ACC
                  MOV   A, #0C0H
                  LCALL  LCDWRCOMD          ; เลื่อนไปตำแหน่งแรกของบรรทัดที่ 1
                  MOV   R0, #24
                  MOV   A, # ' '
LC21:  LCALL  LCDWRDATA          ; เขียนค่าว่างลงไป
                  DJNZ  R0, LC21
                  MOV   A, #0C0H
                  LCALL  LCDWRCOMD          ; เลื่อนไปตำแหน่งแรกของบรรทัดที่ 1
                  POP   ACC
                  POP   00H
                  POP   DPL
                  POP   DPH
                  RET

; เขียนข้อความใหม่ลงในบรรทัด 1 -----
; I/P DPTR
; -----
LCDWRLINE1: PUSH  ACC
            PUSH  00H
            PUSH  DPH
            PUSH  DPL
            LCALL LCDCLRLINE1
            MOV   R0, #24
LW10: CLR   A
            MOVC A, @A+DPTR
            JZ   LW11          ; ข้อความจบแล้วหรือยัง
            LCALL LCDWRDATA
            INC  DPTR
            DJNZ R0, LW10
LW11: POP   DPL

```

```

POP    DPH
POP    00H
POP    ACC
RET
; เขียนข้อความใหม่ลงในบรรทัดที่ 2 -----
; I/P DPTR
; -----
LCDWRLINE2: PUSH  ACC
          PUSH  00H
          PUSH  DPH
          PUSH  DPL
          LCALL LCDCLRLINE2
          MOV   R0, #24
LW20:    CLR   A
          MOVC  A, @A+DPTR
          JZ    LW21
          LCALL LCDWRDATA
          INC   DPTR
          DJNZ  R0, LW20
LW21:    POP   DPL
          POP   DPH
          POP   00H
          POP   ACC
          RET
; ข้อความต่อท้ายตำแหน่งปัจจุบัน -----
; I/P DPTR
; -----
LCDJOIN:  PUSH  ACC
          PUSH  DPH
          PUSH  DPL
LJN0:    CLR   A
          MOVC  A, @A+DPTR
          JZ    LJN1
          LCALL LCDWRDATA
          INC   DPTR
          LJMP  LJN0
LJN1:    POP   DPL
          POP   DPH
          POP   ACC
          RET
; ปิดหน้าจอ ปิด CURSOR -----
; -----
LCDOFF:  PUSH  ACC
          MOV   A, #08H
          LCALL LCDWRCOMD
          POP   ACC
          RET
; เปิดหน้าจอ เปิด CURSOR -----
; -----
LCDONCUR: PUSH  ACC
          MOV   A, #0FH
          LCALL LCDWRCOMD
          POP   ACC
          RET

```

```

;-----
LCDON: PUSH  ACC
      MOV   A, #0CH
      LCALL LCDWRCOMD
      POP   ACC
      RET

; ส่ง COMMAND ให้ LCD -----
; I/P A
;-----
LCDWRCOMD:  PUSH  DPH
           PUSH  DPL
           LCALL LCDWAIT
           MOV   DPTR, #LCDADDRWRCOMD
           MOVX  @DPTR, A
           POP   DPL
           POP   DPH
           RET

; ส่ง DATA ให้ LCD -----
; I/P A
;-----
LCDWRDATA:  PUSH  DPH
           PUSH  DPL
           LCALL LCDWAIT
           MOV   DPTR, #LCDADDRWRDATA
           MOVX  @DPTR, A
           POP   DPL
           POP   DPH
           RET

; ตรวจสอบความพร้อมในการทำคำสั่ง -----
;-----
LCDWAIT:   PUSH  DPH
           PUSH  DPL
           PUSH  ACC
           MOV   DPTR, #LCDADDRRDBUSY
LWT1:     MOVX  A, @DPTR
           JB   ACC.7, LWT1
           POP   ACC
           POP   DPL
           POP   DPH
           RET

;*****
;-----
;
;                               DELAY ROUTINE
;-----
DELAY_100ms:  PUSH  00H
             PUSH  01H
             MOV   R0, #20H
D1M1:        MOV   R1, #0FFH
D1M2:        DJNZ  R1, D1M2
             DJNZ  R0, D1M1
             POP   01H
             POP   00H
             RET

;-----
DELAY_500ms:  PUSH  00H
             MOV   R0, #5
D5M1:        LCALL DELAY 100ms

```

```

        DJNZ  R0,D5M1
        POP   00H
        RET

;-----
DELAY_1s:  PUSH  00H
          MOV   R0,#10
D1S1:     LCALL DELAY_100ms
          DJNZ  R0,D1s1
          POP   00H
          RET

;-----
DELAY_2s:  PUSH  00H
          MOV   R0,#20
D2S1:     LCALL DELAY_100ms
          DJNZ  R0,D2s1
          POP   00H
          RET

;-----
DELAY_3s:  PUSH  00H
          MOV   R0,#30
D3S1:     LCALL DELAY_100ms
          DJNZ  R0,D3s1
          POP   00H
          RET
        END

```

รูปที่ ค.6 โปรแกรมควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

```

Dim sDB As DAO.Database
Dim rcsSQL As Recordset
Dim rSQLBorrow As Recordset
Dim rSQL As String
Dim strSQL As String
Dim pathDB As String
Dim NumB As Integer

Private Sub CmdMenu_Click()
FormMenu.Show
Unload Me
End Sub

Private Sub CmdSave_Click()
    RSQL = "select * from Users where NumberID = " & Text1.Text & ""
    Set rcsSQL = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
    If rcsSQL.RecordCount <> 0 Then
        AdoBorrow.RecordSource = "select * from Borrow where NumberID = "
        & Text1.Text & ""
        AdoBorrow.Refresh
        NumB = AdoBorrow.Recordset.RecordCount
        If NumB >= 3 Then
            MsgBox "ยืมไม่ได้อีกแล้ว", vbOKOnly + vbInformation
        Else
            MsgBox "ยืมได้", vbOKOnly + vbInformation
        End If
        RSQL = "select NumBorrow from ToolDetail where Tools.ToolID =
        ToolDetail.ToolID and Tools.BarCode = '" & Text2.Text & ""'"
        Set rcsSQL = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
        Text3.Text = rcsSQL![NumBorrow]
        End If
        Else
            MsgBox "ยืมได้", vbOKOnly + vbInformation
        End If
        'strSQL = "INSERT INTO Borrow (NumberID,BarCode,DateB,TimeB)" & _
        ' "VALUES (" & Text1.Text & ", ' " & Text2.Text & " ', # " & Date &
        '#, # " & Time & "#)"
        'sDB.Execute (strSQL)
        'MsgBox "ยืมเรียบร้อยแล้ว", vbOKOnly + vbInformation
        '# " & Time & "#
        End Sub

Private Sub Form_Load()
pathDB = App.Path & "\database.mdb"
Set sDB = OpenDatabase(pathDB)
AdoBorrow.ConnectionString = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=" & pathDB & ";Mode=Read;Persist Security Info=False"
End Sub

Dim rSQL As String
Dim pathDB As String

Private Sub CmdMenu_Click()
FormMenu.Show
Unload Me
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private Sub Form_Load()
PathDB = App.Path & "\database.mdb"
Set sDB = OpenDatabase(pathDB) ' ติดต่อฐานข้อมูล
AdoBold.ConnectionString = " Provider = Microsoft.Jet.OLEDB.4.0 ;
Data Source=" & pathDB & ";Mode=Read;Persist Security Info=False"
RSQl = "SELECT Borrow.BorrowID as รหัสการยืม, Users.FirstName as ชื่อผู้ใช้,
Users.LastName as นามสกุล,"
RSQl = rSQl & " ToolDetail.NameT as ชื่อเครื่องมือ,"
RSQl = rSQl & " Tools.BarCode as รหัสบาร์โค้ด, Tools.Is_ID as หมายเลขครุภัณฑ์,
Tools.PositionT as ตำแหน่ง,"
RSQl = rSQl & " Borrow.DateB as วันที่, Borrow.TimeB as เวลา"
RSQl = rSQl & " FROM Borrow, Users, Tools, ToolDetail"
RSQl = rSQl & " WHERE (Borrow.NumberID=Users.NumberID)"
RSQl = rSQl & " AND (Tools.BarCode=Borrow.BarCode)"
RSQl = rSQl & " AND (Tools.ToolID=ToolDetail.ToolID)"
AdoBold.RecordSource = rSQl
AdoBold.Refresh
Set DataGrid1.DataSource = AdoBold
End Sub

Dim sDB As DAO.Database
Dim rcsSQL As Recordset
Dim rSQl As String
Dim pathDB As String

Private Sub CmdCancel_Click()
RSQl = "select password from password where password = '" &
Text2.Text & "'"
Set rcsSQL = sDB.OpenRecordset(rSQl, dbOpenDynaset)
If rcsSQL.RecordCount = 1 Then
If Text3.Text <> Text4.Text Or Text3.Text = "" Or Text4.Text = ""
Then
MsgBox "กรุณายืนยันรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง", vbOKOnly + vbInformation
Text3.Text = ""
Text4.Text = ""
Text3.SetFocus
Else
rSQl = " update password set password = '" & Text3.Text & "' "
& _
"where password = '" & Text2.Text & "'"
sDB.Execute (rSQl)
MsgBox "แก้ไขรหัสผ่านเรียบร้อยแล้ว", vbOKOnly + vbInformation
Unload Me
FormMenu.Show
End If
Else
MsgBox "กรุณากรอกชื่อและรหัสผ่านอีกครั้ง", vbOKOnly + vbInformation
Text2.Text = ""
Text3.Text = ""
Text4.Text = ""
Text2.SetFocus
End If
End Sub

```

```

Private Sub CmdMenu_Click()
FormMenu.Show
Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
PathDB = App.Path & "\database.mdb"
Set sDB = OpenDatabase(pathDB)
End Sub

Dim sDB As DAO.Database
Dim rcsSQL As Recordset
Dim rSQL As String
Dim pathDB As String
Dim CountPass As Integer

Private Sub Command1_Click()
End
End Sub

Private Sub Form_Load()
PathDB = App.Path & "\database.mdb"
Set sDB = OpenDatabase(pathDB)
End Sub

Private Sub OpenCus_Click()
rSQL = "select password from password where password = '" &
Text1.Text & "'"
Set rcsSQL = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
If rcsSQL.RecordCount = 1 Then
FormMenu.Show
Unload Me
Else
If CountPass Then
CountPass = CountPass + 1
If CountPass = 3 Then
End
End If
Else
CountPass = 1
End If
MsgBox "ลือกินคิดพลาดกรุณากรอกรหัสผ่านอีกครั้ง", vbOKOnly + vbInformation
Text1.Text = ""
Text1.SetFocus
End If
End Sub

Private Sub ComBorrow_Click()
FormBorrowOld.Show
Unload Me
End Sub

Private Sub Comeditpass_Click()
FormEditpass.Show
Unload Me
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยประการใดๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private Sub Comend_Click()
End
End Sub

Private Sub ComTool_Click()
FormTool.Show
Unload Me
End Sub

Private Sub ComUser_Click()
FormUser.Show
Unload Me
End Sub

Dim sDB As DAO.Database
Dim rcsSQL As Recordset
Dim rTool As Recordset
Dim Ftool As Recordset
Dim rSQL As String
Dim NoTool As String
Dim pathDB As String
Dim ED As Boolean
Dim NewRecord As Boolean

Private Sub CmdAdd_Click()
NewRecord = True
Text2.Locked = False
Combol.Locked = False
Text4.Locked = False
CmdSave.Enabled = True
Command5.Enabled = False
Command8.Enabled = False
Command9.Enabled = False
Command10.Enabled = False
CmdAdd.Enabled = False
CmdDel.Enabled = False
EditFrmRoom.Enabled = False
Command6.Enabled = False
Text1.Text = ""
Text2.Text = ""
Combol.Text = ""
Text4.Text = ""
Text5.Text = ""
Text6.Text = ""
End Sub

Private Sub CmdDel_Click()
If MsgBox("โปรดยืนยันการลบ", vbYesNo, "Question") = vbYes Then
    With rTool
        .Delete
        .MoveNext
        If .EOF = True Then .MoveLast
    End With
    ShowData
End If
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private Sub CmdMenu_Click()
FormMenu.Show
Unload Me
End Sub

Private Sub CmdSave_Click()
Dim NameTTool As String
Text1.Text = LTrim(RTrim(Text1.Text))
If Text1.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุรหัสอุปกรณ์", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text2.Text = LTrim(RTrim(Text2.Text))
If Text2.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุตำแหน่ง", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text2.SetFocus
    Exit Sub
End If
Combo1.Text = LTrim(RTrim(Combo1.Text))
If Combo1.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุชื่ออุปกรณ์", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Combo1.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text4.Text = LTrim(RTrim(Text4.Text))
If Text4.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุหมายเลขกรังค์", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text4.SetFocus
    Exit Sub
End If
If Combo1.Text = "Power Supply" Then
    NameTTool = "0"
ElseIf Combo1.Text = "FunctionGenerater" Then
    NameTTool = "1"
ElseIf Combo1.Text = "Oscilloscop" Then
    NameTTool = "2"
End If
With rTool
    If ED = True Then
        .Edit
    ElseIf NewRecord = True Then
        .AddNew
    End If
    ![Barcode] = Text1.Text
    ![PositionT] = Text2.Text
    ![ToolID] = NameTTool
    ![Is_ID] = Text4.Text
    If ED = True Then
        If MsgBox("โปรดยืนยันการแก้ไข", vbYesNo, "Question") = vbYes Then
            .Update
        Else
            .CancelUpdate
        End If
    ElseIf NewRecord = True Then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

If MsgBox("โปรดขึ้นชั้นการเพิ่มข้อมูล", vbYesNo, "Question") = vbYes Then
    .Update
Else
    .CancelUpdate
End If
End If
.Bookmark = .LastModified
ED = False
NewRecord = False
End With
ShowData
Command5.Enabled = True
Command8.Enabled = True
Command9.Enabled = True
Command10.Enabled = True
CmdAdd.Enabled = True
CmdDel.Enabled = True
EditFrmRoom.Enabled = True
Command6.Enabled = True
CmdSave.Enabled = False
Text2.Locked = True
Comb1.Locked = True
Text4.Locked = True
Text5.Locked = True
Text6.Locked = True
End Sub

Private Sub Comb1_Click()
Dim MTool As Recordset
If NewRecord = True Or ED = True Then
    rSQL = "select * from ToolDetail where NameT = '" & Comb1.Text &
    """"
    Set MTool = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
    With MTool
        Text5.Text = ![spec]
        Text6.Text = ![NumBorrow]
    End With
End If
End Sub

Private Sub Command10_Click()
rTool.MoveLast
ShowData
End Sub

Private Sub Command5_Click()
rTool.MoveFirst
ShowData
End Sub

Private Sub Command6_Click()
Text1.Text = LTrim(RTrim(Text1.Text))
If Text1.Text <> "" Then
    rSQL = "select BarCode from Tools where BarCode = '" & Text1.Text
    & """"
    Set FTool = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
    If FTool.RecordCount = 0 Then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยวิธีการ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    MsgBox "ไม่พบข้อมูลที่ท่านค้นหา", vbOKOnly + vbInformation
    ShowData
Else
    With Ftool
        NoTool = ![BarCode]
    End With
    rTool.MoveFirst
    Do Until rTool![BarCode] = NoTool
        rTool.MoveNext
    Loop
    ShowData
End If
Else
    MsgBox "กรุณากรอกรหัสอุปกรณ์ที่ต้องการค้นหา", vbOKOnly + vbInformation
    Text1.SetFocus
End If
End Sub

Private Sub Command8_Click()
    rTool.MovePrevious
    If rTool.BOF Then rTool.MoveFirst
    ShowData
End Sub

Private Sub Command9_Click()
    rTool.MoveNext
    If rTool.EOF Then rTool.MoveLast
    ShowData
End Sub

Private Sub EditFrmRoom_Click()
    ED = True
    Text2.Locked = False
    Comb01.Locked = False
    Text4.Locked = False
    Command5.Enabled = False
    Command8.Enabled = False
    Command9.Enabled = False
    Command10.Enabled = False
    CmdAdd.Enabled = False
    CmdDel.Enabled = False
    EditFrmRoom.Enabled = False
    Command6.Enabled = False
    CmdSave.Enabled = True
End Sub

Private Sub Form_Load()
    ED = False
    NewRecord = False
    Text2.Locked = True
    Comb01.Locked = True
    Text4.Locked = True
    Text5.Locked = True
    Text6.Locked = True
    CmdSave.Enabled = False
    pathDB = App.Path & "\database.mdb"
    Set sDB = OpenDatabase(pathDB)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Combol.Clear
Set rcsSQL = sDB.OpenRecordset("ToolDetail", dbOpenDynaset)
Do
    Combol.AddItem (rcsSQL![NameT])
    rcsSQL.MoveNext
Loop Until rcsSQL.EOF
Set rTool = sDB.OpenRecordset("Tools", dbOpenDynaset)
rTool.MoveLast
rTool.MoveFirst
ShowData
End Sub

Private Sub ShowData()
Dim MTool As Recordset
Dim ToolNameT As String
With rTool
    Text1.Text = ![BarCode]
    Text2.Text = ![PositionT]
    ToolNameT = ![ToolID]
    Text4.Text = ![Is_ID]
End With
rSQL = "select * from ToolDetail where ToolID = '" & ToolNameT &
""
Set MTool = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
With Mtool
    Combol.Text = ![NameT]
    Text5.Text = ![spec]
    Text6.Text = ![NumBorrow]
End With
End Sub

Dim sDB As DAO.Database
Dim rcsSQL As Recordset
Dim rUser As Recordset
Dim FUser As Recordset
Dim rSQL As String
Dim NoUser As String
Dim pathDB As String
Dim ED As Boolean
Dim NewRecord As Boolean

Private Sub CmdAdd_Click()
NewRecord = True
Text2.Locked = False
Text3.Locked = False
Text4.Locked = False
Text5.Locked = False
Combol.Locked = False
Combo2.Locked = False
CmdSave.Enabled = True
Command5.Enabled = False
Command8.Enabled = False
Command9.Enabled = False
Command10.Enabled = False
CmdAdd.Enabled = False
CmdDel.Enabled = False
EditFrmRoom.Enabled = False

```

```

Command6.Enabled = False
Text1.Text = ""
Text2.Text = ""
Text3.Text = ""
Text4.Text = ""
Text5.Text = ""
Combo1.Text = ""
Combo2.Text = ""
End Sub

Private Sub CmdDel_Click()
If MsgBox("โปรดยืนยันการลบ", vbYesNo, "Question") = vbYes Then
    With rUser
        .Delete
        .MoveNext
        If .EOF = True Then .MoveLast
    End With
    ShowData
End If
End Sub

Private Sub CmdMenu_Click()
FormMenu.Show
Unload Me
End Sub

Private Sub CmdSave_Click()
Dim Maj As String
Dim Sta As String
Text1.Text = LTrim(RTrim(Text1.Text))
If Text1.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุรหัสผู้ใช้", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text2.Text = LTrim(RTrim(Text2.Text))
If Text2.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุชื่อผู้ใช้", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text2.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text3.Text = LTrim(RTrim(Text3.Text))
If Text3.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุนามสกุล", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text3.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text4.Text = LTrim(RTrim(Text4.Text))
If Text4.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุรหัสผ่าน", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text4.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text5.Text = LTrim(RTrim(Text5.Text))
If Text5.Text = "" Then

```

```

MsgBox "กรุณาระบุห้อง", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
Text5.SetFocus
Exit Sub
End If
Combo1.Text = Ltrim(RTrim(Combo1.Text))
If Combo1.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุสาขา", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Combo1.SetFocus
    Exit Sub
End If
Combo2.Text = Ltrim(RTrim(Combo2.Text))
If Combo2.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุสถานภาพ", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Combo2.SetFocus
    Exit Sub
End If
If Combo1.Text = "Telecommunication" Then
    Maj = "0"
ElseIf Combo1.Text = "Electronics and Computer" Then
    Maj = "1"
ElseIf Combo1.Text = "Industrial Instrument" Then
    Maj = "2"
End If
If Combo2.Text = "อาจารย์" Then
    Sta = "0"
ElseIf Combo2.Text = "นักศึกษา" Then
    Sta = "1"
End If
With rUser
    If ED = True Then
        .Edit
    ElseIf NewRecord = True Then
        .AddNew
    End If
    ![NumberID] = Text1.Text
    ![FirstName] = Text2.Text
    ![LastName] = Text3.Text
    ![Password] = Text4.Text
    ![Room] = Text5.Text
    ![MajorID] = Maj
    ![statusID] = Sta
    If ED = True Then
        If MsgBox("โปรดยืนยันการแก้ไข", vbYesNo, "Question") = vbYes Then
            .Update
        Else
            .CancelUpdate
        End If
    ElseIf NewRecord = True Then
        If MsgBox("โปรดยืนยันการเพิ่มข้อมูล", vbYesNo, "Question") = vbYes
Then
            .Update
        Else
            .CancelUpdate
        End If
    End If
End If

```

```

        .Bookmark = .LastModified
        ED = False
        NewRecord = False
    End With
    ShowData
    Command5.Enabled = True
    Command8.Enabled = True
    Command9.Enabled = True
    Command10.Enabled = True
    CmdAdd.Enabled = True
    CmdDel.Enabled = True
    EditFrmRoom.Enabled = True
    Command6.Enabled = True
    CmdSave.Enabled = False
    Text2.Locked = True
    Text3.Locked = True
    Text4.Locked = True
    Text5.Locked = True
    Combo1.Locked = True
    Combo2.Locked = True
End Sub

Private Sub Command10_Click()
    rUser.MoveLast
    ShowData
End Sub

Private Sub Command5_Click()
    rUser.MoveFirst
    ShowData
End Sub

Private Sub Command6_Click()
    Text1.Text = LTrim(RTrim(Text1.Text))
    If Text1.Text <> "" Then
        RSQ1 = "select NumberID from Users where NumberID = " &
        Text1.Text & ""
        Set FUser = sDB.OpenRecordset(rsQ1, dbOpenDynaset)
        If FUser.RecordCount = 0 Then
            MsgBox "ไม่พบข้อมูลที่ท่านค้นหา", vbOKOnly + vbInformation
            ShowData
        Else
            With Fuser
                NoUser = ![NumberID]
            End With
            rUser.MoveFirst
            Do Until rUser![NumberID] = NoUser
                rUser.MoveNext
            Loop
            ShowData
        End If
    Else
        MsgBox "กรุณากรอกรหัสลูกค้าที่ต้องการค้นหา", vbOKOnly + vbInformation
        Text1.SetFocus
    End If
End Sub

```

```

Private Sub Command8_Click()
rUser.MovePrevious
If rUser.BOF Then rUser.MoveFirst
ShowData
End Sub

Private Sub Command9_Click()
rUser.MoveNext
If rUser.EOF Then rUser.MoveLast
ShowData
End Sub

Private Sub EditFrmRoom_Click()
ED = True
Text2.Locked = False
Text3.Locked = False
Text4.Locked = False
Text5.Locked = False
Combo1.Locked = False
Combo2.Locked = False
Command5.Enabled = False
Command8.Enabled = False
Command9.Enabled = False
Command10.Enabled = False
CmdAdd.Enabled = False
CmdDel.Enabled = False
EditFrmRoom.Enabled = False
Command6.Enabled = False
CmdSave.Enabled = True
End Sub

Private Sub Form_Load()
ED = False
NewRecord = False
Text2.Locked = True
Text3.Locked = True
Text4.Locked = True
Text5.Locked = True
Combo1.Locked = True
Combo2.Locked = True
CmdSave.Enabled = False
pathDB = App.Path & "\database.mdb"
Set sDB = OpenDatabase(pathDB)
Set rUser = sDB.OpenRecordset("Users", dbOpenDynaset)
rUser.MoveLast
rUser.MoveFirst
ShowData
End Sub

Private Sub ShowData()
Dim Maj As String
Dim Sta As String
Dim MUser As Recordset
With rUser
Text1.Text = ![NumberID]
Text2.Text = ![FirstName]
Text3.Text = ![LastName]
Text4.Text = ![Password]

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่าง ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Text5.Text = ![Room]
Maj = ![MajorID]
Sta = ![statusID]
End With
rSQL = "select Major from Major where MajorID = '" & Maj & "'"
Set MUser = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
Combo1.Text = MUser![Major]
rSQL = "select staus from status where statusID = '" & Sta & "'"
Set MUser = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
Combo2.Text = MUser![staus]
End Sub

Option Explicit
Dim DataReceive As String
Dim DateTimeNow As Date
Dim strSQL As String

Const codeDate = &H1 ' รหัสร้องขอวันเวลา และรหัสส่งข้อมูลวันเวลา
Const codeStopDate = &H2 ' รหัสร้องขอหยุดการส่งข้อมูลวันเวลา
Const codeSendID = &H3 ' รหัสบอก PC เดียวมารับรหัสนักศึกษา
Const codePassword = &H4 ' รหัสส่งพาสเวิร์ด
Const codeReply = &H5 ' รหัสร้องขอผลการตรวจสอบ ID และ Password
Const repIdIncorr = &H1 ' รหัสนักศึกษาไม่ถูกต้อง
Const repPassNo = &H2 ' รหัสผ่านไม่ถูกต้อง
Const repPassYes = &H3 ' รหัสผ่านถูกต้อง
Const codeEnd = &HD ' รหัสสิ้นสุดการส่ง 1 ข้อความ

Private Sub cmdOnOff_Click()
If cmdOnOff.BackColor <> &HFF Then
cmdOnOff.BackColor = &HFF
MSComm1.CommPort = cmbPort.ListIndex + 1
MSComm1.PortOpen = True
cmbPort.Enabled = False
Else
cmdOnOff.BackColor = &H8000000F
MSComm1.PortOpen = False
cmbPort.Enabled = True
End If
End Sub

Private Sub cmdSend_Click()
MSComm1.Output = Text4.Text
End Sub

Private Sub Command1_Click()
Text3.Text = ""
End Sub

Private Sub Command2_Click()
CheckIdPassword
End Sub

Private Sub Form_Load()
cmbPort.ListIndex = 1

```

```

cmdOnOff_Click
End Sub

Private Sub MSComm1_OnComm()
Dim InBuffer As String
Dim i As Integer
If MSComm1.CommEvent = comEvReceive Then
InBuffer = MSComm1.Input
Text3.Text = Text3.Text & InBuffer
DataReceive = DataReceive & InBuffer
If InStr(DataReceive, Chr(13)) <> 0 Then Receiver
End If
End Sub

Private Sub Receiver()
Dim bCode As Integer
Dim buffString As String
Do While Len(DataReceive) <> 0
bCode = Asc(Left(DataReceive, 1)) ' เอรหัสมาทีละ 1 ไบต์
DataReceive = Mid(DataReceive, 2, Len(DataReceive) - 1) ' ตัดตัวแรกออกไป
Select Case bCode
Case codeDate
tmrDate.Enabled = True
Text1.Text = tmrDate.Enabled
Case codeStopDate
tmrDate.Enabled = False
Text1.Text = tmrDate.Enabled
Case codeSendID
buffString = Left(DataReceive, InStr(DataReceive, Chr(13)) -
1) ' เอรหัสออกมา
DataReceive = Right(DataReceive, Len(DataReceive) - Len
(buffString) - 1)
txtStudentID = buffString
Case codePassword
buffString = Left(DataReceive, InStr(DataReceive, Chr(13)) -
1) ' เอรหัสออกมา
DataReceive = Right(DataReceive, Len(DataReceive) - Len
(buffString) - 1)
TxtPassword = buffString
Case codeReply
CheckIdPassword
End Select
Loop
End Sub

Private Sub tmrDate_Timer()
Dim dd As String, mmm As String, yyyy As String, hh As String, mm As
String, ss As String
If DateTimeNow = Now Then Exit Sub
DateTimeNow = Now
dd = Day(Date)
If Len(dd) = 1 Then dd = "0" & dd
Select Case Month(Date)
Case 1: mmm = "Jan"
Case 2: mmm = "Feb"
Case 3: mmm = "Mar"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนโพธิสารพิทยากร ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Case 4: mmm = "Apr"
Case 5: mmm = "May"
Case 6: mmm = "Jun"
Case 7: mmm = "Jul"
Case 8: mmm = "Aug"
Case 9: mmm = "Sep"
Case 10: mmm = "Oct"
Case 11: mmm = "Nov"
Case 12: mmm = "Dec"
End Select
yyyy = Year(Date)
hh = Hour(Time)
If Len(hh) = 1 Then hh = "0" & hh
Mm = Minute(Time)
If Len(mm) = 1 Then mm = "0" & mm
Ss = Second(Time)
If Len(ss) = 1 Then ss = "0" & ss
If MSComm1.PortOpen Then
    MSComm1.Output = Chr(codeDate) & dd & " " & mmm & " " & yyyy & "
    & hh & ":" & mm & ":" & ss & Chr(codeEnd)
End If
End Sub

' เริ่มการตรวจสอบรหัสนักศึกษาและรหัสผ่านว่าตรงกันหรือไม่
Private Sub CheckIdPassword()
    strSQL = "SELECT ชื่อ, นามสกุล, พาสเวิร์ด, ห้อง " & _
    "FROM ตารางนักศึกษา, ตารางห้อง " & _
    "WHERE รหัสนักศึกษา = '" & txtStudentID.Text & "' AND รหัสห้อง = รหัสในตารางห้อง "
    Text1.Text = strSQL
    'ตรวจสอบว่ามีรหัสศึกษานี้อยู่หรือเปล่า ด้วยการเช็ค Count ของ Recordset
    ' ถ้าไม่มีให้ส่งรหัสบอกว่าไม่มีข้อมูลรหัสนักศึกษาตามที่ป้อน
    'If False Then MSComm1.Output = Chr(codeReply) & Chr(repIdIncorr) &
    Chr(codeEnd)
    ' ถ้ามีตรวจสอบว่าพาสเวิร์ดตรงกันหรือไม่
    ' ถ้าไม่ตรงส่งรหัสบอก mcs
    'If False Then MSComm1.Output = Chr(codeReply) & Chr(repPassNo) &
    Chr(codeEnd)
    ' ถ้าตรงรอซักครู่แล้วส่งรหัสบอกว่าตรง
    'If True Then MSComm1.Output = Chr(codeReply) & Chr(repPassYes) &
    Chr(codeEnd)
    MSComm1.Output = Chr(codeReply) & "S" & Chr(codeEnd)
End Sub

Dim sDB As DAO.Database
Dim rcsSQL As Recordset
Dim rSQLBorrow As Recordset
Dim rSQL As String
Dim strSQL As String
Dim pathDB As String
Dim NumB As Integer

Private Sub CmdMenu_Click()
    FormMenu.Show
    Unload Me

```

```

End Sub

Private Sub CmdSave_Click()
    rSQL = "select * from Users where NumberID = " & Text1.Text & ""
    Set rcsSQL = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
    If rcsSQL.RecordCount <> 0 Then
        AdoBorrow.RecordSource = "select * from Borrow where NumberID
= " & Text1.Text & ""
        AdoBorrow.Refresh
        NumB = AdoBorrow.Recordset.RecordCount
        If NumB >= 3 Then
            MsgBox "ยืมไม่ได้อีกแล้ว", vbOKOnly + vbInformation
        Else
            MsgBox "ยืมได้", vbOKOnly + vbInformation
            rSQL = "select NumBorrow from ToolDetail where
Tools.ToolID = ToolDetail.ToolID and Tools.BarCode = '" & Text2.Text
& ""
            Set rcsSQL = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
            Text3.Text = rcsSQL![NumBorrow]
        End If
    Else
        MsgBox "ยืมได้", vbOKOnly + vbInformation
    End If
    'strSQL = "INSERT INTO Borrow (NumberID, BarCode, DateB, TimeB)"
& _
'    "VALUES (" & Text1.Text & ", '" & Text2.Text & "', #" &
Date & "#, #" & Time & "#)"
    'sDB.Execute (strSQL)
    'MsgBox "ยืมเรียบร้อยแล้ว", vbOKOnly + vbInformation
    '#"' & Time & "#'
End Sub

Private Sub Form_Load()
    pathDB = App.Path & "\database.mdb"
    Set sDB = OpenDatabase(pathDB)
    AdoBorrow.ConnectionString = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=" & pathDB & ";Mode=Read;Persist Security Info=False"
End Sub

Dim rSQL As String
Dim pathDB As String

Private Sub CmdMenu_Click()
    FormMenu.Show
    Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
    pathDB = App.Path & "\database.mdb"
    Set sDB = OpenDatabase(pathDB) ' ติดต่อฐานข้อมูล
    AdoBold.ConnectionString = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=" & pathDB & ";Mode=Read;Persist Security Info=False"
    RSq1 = "SELECT Borrow.BorrowID as รหัสการยืม, Users.FirstName as ชื่อผู้ใช้,
Users.LastName as นามสกุล,"

```

```

RSQL = rSQL & " ToolDetail.NameT as ชื่อเครื่องมือ,"
RSQL = rSQL & " Tools.BarCode as รหัสบาร์โค้ด, Tools.Is_ID as หมายเลขครุภัณฑ์,
Tools.PositionT as ตำแหน่ง,"
RSQL = rSQL & " Borrow.DateB as วันที่, Borrow.TimeB as เวลา"
RSQL = rSQL & " FROM Borrow, Users, Tools, ToolDetail"
RSQL = rSQL & " WHERE (Borrow.NumberID=Users.NumberID)"
RSQL = rSQL & " AND (Tools.BarCode=Borrow.BarCode)"
RSQL = rSQL & " AND (Tools.ToolID=ToolDetail.ToolID)"
AdoBold.RecordSource = rSQL
AdoBold.Refresh
Set DataGrid1.DataSource = AdoBold
End Sub

Dim sDB As DAO.Database
Dim rcsSQL As Recordset
Dim rSQL As String
Dim pathDB As String

Private Sub CmdCancel_Click()
RSQL = "select password from password where password = '" &
Text2.Text & "'"
Set rcsSQL = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
If rcsSQL.RecordCount = 1 Then
    If Text3.Text <> Text4.Text Or Text3.Text = "" Or Text4.Text = ""
Then
        MsgBox "กรุณายืนยันรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง", vbOKOnly + vbInformation
        Text3.Text = ""
        Text4.Text = ""
        Text3.SetFocus
    Else
        rSQL = "update password set password = '" & Text3.Text & "'"
& _
        "where password = '" & Text2.Text & "'"
sDB.Execute (rSQL)
        MsgBox "แก้ไขรหัสผ่านเรียบร้อยแล้ว", vbOKOnly + vbInformation
        Unload Me
        FormMenu.Show
    End If
Else
    MsgBox "กรุณากรอกชื่อและรหัสผ่านอีกครั้ง", vbOKOnly + vbInformation
    Text2.Text = ""
    Text3.Text = ""
    Text4.Text = ""
    Text2.SetFocus
End If
End Sub

Private Sub CmdMenu_Click()
FormMenu.Show
Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
pathDB = App.Path & "\database.mdb"
Set sDB = OpenDatabase(pathDB)

```

```

End Sub

Dim sDB As DAO.Database
Dim rcsSQL As Recordset
Dim rSQL As String
Dim pathDB As String
Dim CountPass As Integer

Private Sub Command1_Click()
End
End Sub

Private Sub Form_Load()
    PathDB = App.Path & "\database.mdb"
    Set sDB = OpenDatabase(pathDB)
End Sub

Private Sub OpenCus_Click()
    rSQL = "select password from password where password = '" &
    Text1.Text & "'"
    Set rcsSQL = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
    If rcsSQL.RecordCount = 1 Then
        FormMenu.Show
        Unload Me
    Else
        If CountPass Then
            CountPass = CountPass + 1
            If CountPass = 3 Then
                End
            End If
        Else
            CountPass = 1
        End If
        MsgBox "ล็อกอินผิดพลาดกรุณากรอกรหัสผ่านอีกครั้ง", vbOKOnly + vbInformation
        Text1.Text = ""
        Text1.SetFocus
    End If
End Sub

Private Sub ComBorrow_Click()
    FormBorrowOld.Show
    Unload Me
End Sub

Private Sub Comeditpass_Click()
    FormEditpass.Show
    Unload Me
End Sub

Private Sub Comend_Click()
End
End Sub

Private Sub ComTool_Click()
    FormTool.Show
    Unload Me
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยประการ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub ComUser_Click()
FormUser.Show
Unload Me
End Sub
```

```
Dim sDB As DAO.Database
Dim rcsSQL As Recordset
Dim rTool As Recordset
Dim Ftool As Recordset
Dim rSQL As String
Dim NoTool As String
Dim pathDB As String
Dim ED As Boolean
Dim NewRecord As Boolean
```

```
Private Sub CmdAdd_Click()
NewRecord = True
Text2.Locked = False
Combol.Locked = False
Text4.Locked = False
CmdSave.Enabled = True
Command5.Enabled = False
Command8.Enabled = False
Command9.Enabled = False
Command10.Enabled = False
CmdAdd.Enabled = False
CmdDel.Enabled = False
EditFrmRoom.Enabled = False
Command6.Enabled = False
Text1.Text = ""
Text2.Text = ""
Combol.Text = ""
Text4.Text = ""
Text5.Text = ""
Text6.Text = ""
End Sub
```

```
Private Sub CmdDel_Click()
If MsgBox("โปรดยืนยันการลบ", vbYesNo, "Question") = vbYes Then
With rTool
.Delete
.MoveNext
If .EOF = True Then .MoveLast
End With
ShowData
End If
End Sub
```

```
Private Sub CmdMenu_Click()
FormMenu.Show
Unload Me
End Sub
```

```
Private Sub CmdSave_Click()
Dim NameTTool As String
```

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

If Text1.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุรหัสอุปกรณ์", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text2.Text = LTrim(RTrim(Text2.Text))
If Text2.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุตำแหน่ง", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text2.SetFocus
    Exit Sub
End If
Combo1.Text = LTrim(RTrim(Combo1.Text))
If Combo1.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุชื่ออุปกรณ์", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Combo1.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text4.Text = LTrim(RTrim(Text4.Text))
If Text4.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุหมายเลขครุภัณฑ์", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text4.SetFocus
    Exit Sub
End If
If Combo1.Text = "Power Supply" Then
    NameTTool = "0"
ElseIf Combo1.Text = "FunctionGenerater" Then
    NameTTool = "1"
ElseIf Combo1.Text = "Oscilloscop" Then
    NameTTool = "2"
End If
With rTool
    If ED = True Then
        .Edit
    ElseIf NewRecord = True Then
        .AddNew
    End If
    ![BarCode] = Text1.Text
    ![PositionT] = Text2.Text
    ![ToolID] = NameTTool
    ![Is_ID] = Text4.Text
    If ED = True Then
        If MsgBox("โปรดยืนยันการแก้ไข", vbYesNo, "Question") = vbYes
Then
            .Update
        Else
            .CancelUpdate
        End If
    ElseIf NewRecord = True Then
        If MsgBox("โปรดยืนยันการเพิ่มข้อมูล", vbYesNo, "Question") = vbYes
Then
            .Update
        Else
            .CancelUpdate
        End If
    End If
End If

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        .Bookmark = .LastModified
        ED = False
        NewRecord = False
    End With
ShowData
Command5.Enabled = True
Command8.Enabled = True
Command9.Enabled = True
Command10.Enabled = True
CmdAdd.Enabled = True
CmdDel.Enabled = True
EditFrmRoom.Enabled = True
Command6.Enabled = True
CmdSave.Enabled = False
Text2.Locked = True
Combol.Locked = True
Text4.Locked = True
Text5.Locked = True
Text6.Locked = True
End Sub

Private Sub Combol_Click()
Dim MTool As Recordset
If NewRecord = True Or ED = True Then
    rSQL = "select * from ToolDetail where NameT = '" & Combol.Text &
    """"
    Set MTool = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
    With Mtool
        Text5.Text = ![spec]
        Text6.Text = ![NumBorrow]
    End With
End If
End Sub

Private Sub Command10_Click()
Rtool.MoveLast
ShowData
End Sub

Private Sub Command5_Click()
Rtool.MoveFirst
ShowData
End Sub

Private Sub Command6_Click()
Text1.Text = LTrim(RTrim(Text1.Text))
If Text1.Text <> "" Then
    rSQL = "select BarCode from Tools where BarCode = '" & Text1.Text
    & """"
    Set FTool = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
    If FTool.RecordCount = 0 Then
        MsgBox "ไม่พบข้อมูลที่ท่านค้นหา", vbOKOnly + vbInformation
        ShowData
    Else
        With Ftool
            NoTool = ![BarCode]
        End With
    End If
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยประการใดๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        rTool.MoveFirst
        Do Until rTool![BarCode] = NoTool
            rTool.MoveNext
        Loop
        ShowData
    End If
Else
    MsgBox "กรุณากรอกรหัสอุปกรณ์ที่ต้องการค้นหา", vbOKOnly + vbInformation
    Text1.SetFocus
End If
End Sub

Private Sub Command8_Click()
    rTool.MovePrevious
    If rTool.BOF Then rTool.MoveFirst
    ShowData
End Sub

Private Sub Command9_Click()
    rTool.MoveNext
    If rTool.EOF Then rTool.MoveLast
    ShowData
End Sub

Private Sub EditFrmRoom_Click()
    ED = True
    Text2.Locked = False
    Combol.Locked = False
    Text4.Locked = False
    Command5.Enabled = False
    Command8.Enabled = False
    Command9.Enabled = False
    Command10.Enabled = False
    CmdAdd.Enabled = False
    CmdDel.Enabled = False
    EditFrmRoom.Enabled = False
    Command6.Enabled = False
    CmdSave.Enabled = True
End Sub

Private Sub Form_Load()
    ED = False
    NewRecord = False
    Text2.Locked = True
    Combol.Locked = True
    Text4.Locked = True
    Text5.Locked = True
    Text6.Locked = True
    CmdSave.Enabled = False
    pathDB = App.Path & "\database.mdb"
    Set sDB = OpenDatabase(pathDB)
    Combol.Clear
    Set rcsSQL = sDB.OpenRecordset("ToolDetail", dbOpenDynaset)
    Do
        Combol.AddItem (rcsSQL![NameT])
        rcsSQL.MoveNext
    Loop Until rcsSQL.EOF

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารใช้งานเพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Set rTool = sDB.OpenRecordset("Tools", dbOpenDynaset)
rTool.MoveLast
rTool.MoveFirst
ShowData
End Sub

Private Sub ShowData()
Dim MTool As Recordset
Dim ToolNameT As String
With rTool
    Text1.Text = ![BarCode]
    Text2.Text = ![PositionT]
    ToolNameT = ![ToolID]
    Text4.Text = ![Is_ID]
End With
rSQL = "select * from ToolDetail where ToolID = '" & ToolNameT &
""
Set MTool = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
With Mtool
    Combo1.Text = ![NameT]
    Text5.Text = ![spec]
    Text6.Text = ![NumBorrow]
End With
End Sub

Dim sDB As DAO.Database
Dim rcsSQL As Recordset
Dim rUser As Recordset
Dim FUser As Recordset
Dim rSQL As String
Dim NoUser As String
Dim pathDB As String
Dim ED As Boolean
Dim NewRecord As Boolean

Private Sub CmdAdd_Click()
NewRecord = True
Text2.Locked = False
Text3.Locked = False
Text4.Locked = False
Text5.Locked = False
Combo1.Locked = False
Combo2.Locked = False
CmdSave.Enabled = True
Command5.Enabled = False
Command8.Enabled = False
Command9.Enabled = False
Command10.Enabled = False
CmdAdd.Enabled = False
CmdDel.Enabled = False
EditFrmRoom.Enabled = False
Command6.Enabled = False
Text1.Text = ""
Text2.Text = ""
Text3.Text = ""
Text4.Text = ""
Text5.Text = ""
Combo1.Text = ""

```

```

Combo2.Text = ""
End Sub

Private Sub CmdDel_Click()
If MsgBox("โปรดยืนยันการลบ", vbYesNo, "Question") = vbYes Then
    With rUser
        .Delete
        .MoveNext
        If .EOF = True Then .MoveLast
    End With
    ShowData
End If
End Sub

Private Sub CmdMenu_Click()
FormMenu.Show
Unload Me
End Sub

Private Sub CmdSave_Click()
Dim Maj As String
Dim Sta As String
Text1.Text = LTrim(RTrim(Text1.Text))
If Text1.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุรหัสผู้ใช้", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text2.Text = LTrim(RTrim(Text2.Text))
If Text2.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุชื่อผู้ใช้", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text2.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text3.Text = LTrim(RTrim(Text3.Text))
If Text3.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุนามสกุล", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text3.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text4.Text = LTrim(RTrim(Text4.Text))
If Text4.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุรหัสผ่าน", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text4.SetFocus
    Exit Sub
End If
Text5.Text = LTrim(RTrim(Text5.Text))
If Text5.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุห้อง", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Text5.SetFocus
    Exit Sub
End If
Combo1.Text = LTrim(RTrim(Combo1.Text))
If Combo1.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุสาขา", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้เฉพาะหน่วยงานนี้ ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    Combo1.SetFocus
    Exit Sub
End If
Combo2.Text = LTrim(RTrim(Combo2.Text))
If Combo2.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุสถานภาพ", vbOKOnly + vbQuestion, "ระบุข้อมูลไม่ครบ"
    Combo2.SetFocus
    Exit Sub
End If
If Combo1.Text = "Telecommunication" Then
    Maj = "0"
ElseIf Combo1.Text = "Electronics and Computer" Then
    Maj = "1"
ElseIf Combo1.Text = "Industrial Instrument" Then
    Maj = "2"
End If
If Combo2.Text = "อาจารย์" Then
    Sta = "0"
ElseIf Combo2.Text = "นักศึกษา" Then
    Sta = "1"
End If
With rUser
    If ED = True Then
        .Edit
    ElseIf NewRecord = True Then
        .AddNew
    End If
    ![NumberID] = Text1.Text
    ![FirstName] = Text2.Text
    ![LastName] = Text3.Text
    ![Password] = Text4.Text
    ![Room] = Text5.Text
    ![MajorID] = Maj
    ![statusID] = Sta
    If ED = True Then
        If MsgBox("โปรดยืนยันการแก้ไข", vbYesNo, "Question") = vbYes
Then
            .Update
        Else
            .CancelUpdate
        End If
    ElseIf NewRecord = True Then
        If MsgBox("โปรดยืนยันการเพิ่มข้อมูล", vbYesNo, "Question") = vbYes
Then
            .Update
        Else
            .CancelUpdate
        End If
    End If
    .Bookmark = .LastModified
    ED = False
    NewRecord = False
End With
ShowData
Command5.Enabled = True
Command8.Enabled = True

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Command9.Enabled = True
Command10.Enabled = True
CmdAdd.Enabled = True
CmdDel.Enabled = True
EditFrmRoom.Enabled = True
Command6.Enabled = True
CmdSave.Enabled = False
Text2.Locked = True
Text3.Locked = True
Text4.Locked = True
Text5.Locked = True
Combo1.Locked = True
Combo2.Locked = True
End Sub

Private Sub Command10_Click()
rUser.MoveLast
ShowData
End Sub

Private Sub Command5_Click()
rUser.MoveFirst
ShowData
End Sub

Private Sub Command6_Click()
Text1.Text = LTrim(RTrim(Text1.Text))
If Text1.Text <> "" Then
    rSQL = "select NumberID from Users where NumberID = "&
Text1.Text & ""
    Set FUser = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
    If FUser.RecordCount = 0 Then
        MsgBox "ไม่พบข้อมูลที่ท่านค้นหา", vbOKOnly + vbInformation
        ShowData
    Else
        With Fuser
            NoUser = ![NumberID]
        End With
        rUser.MoveFirst
        Do Until rUser![NumberID] = NoUser
            RUser.MoveNext
        Loop
        ShowData
    End If
Else
    MsgBox "กรุณากรอกรหัสลูกค้าที่ต้องการค้นหา", vbOKOnly + vbInformation
    Text1.SetFocus
End If
End Sub

Private Sub Command8_Click()
rUser.MovePrevious
If rUser.BOF Then rUser.MoveFirst
ShowData
End Sub

Private Sub Command9_Click()

```

```

rUser.MoveNext
If rUser.EOF Then rUser.MoveLast
ShowData
End Sub

Private Sub EditFrmRoom_Click()
ED = True
Text2.Locked = False
Text3.Locked = False
Text4.Locked = False
Text5.Locked = False
Combo1.Locked = False
Combo2.Locked = False
Command5.Enabled = False
Command8.Enabled = False
Command9.Enabled = False
Command10.Enabled = False
CmdAdd.Enabled = False
CmdDel.Enabled = False
EditFrmRoom.Enabled = False
Command6.Enabled = False
CmdSave.Enabled = True
End Sub

Private Sub Form_Load()
ED = False
NewRecord = False
Text2.Locked = True
Text3.Locked = True
Text4.Locked = True
Text5.Locked = True
Combo1.Locked = True
Combo2.Locked = True
CmdSave.Enabled = False
pathDB = App.Path & "\database.mdb"
Set sDB = OpenDatabase(pathDB)
Set rUser = sDB.OpenRecordset("Users", dbOpenDynaset)
rUser.MoveLast
rUser.MoveFirst
ShowData
End Sub

Private Sub ShowData()
Dim Maj As String
Dim Sta As String
Dim MUser As Recordset
With rUser
    Text1.Text = ![NumberID]
    Text2.Text = ![FirstName]
    Text3.Text = ![LastName]
    Text4.Text = ![Password]
    Text5.Text = ![Room]
    Maj = ![MajorID]
    Sta = ![statusID]
End With
rSql = "select Major from Major where MajorID = '" & Maj & "'"
Set MUser = sDB.OpenRecordset(rSql, dbOpenDynaset)
Combo1.Text = MUser![Major]

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อผู้ดูแลเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

rSQL = "select staus from status where statusID = '" & Sta & "'"
Set MUser = sDB.OpenRecordset(rSQL, dbOpenDynaset)
Combo2.Text = MUser![staus]
End Sub

Option Explicit
Dim DataReceive As String
Dim DateTimeNow As Date
Dim strSQL As String

Const codeDate = &H1           ' รหัสร้องขอวันเวลาและรหัสส่งข้อมูลวันเวลา
Const codeStopDate = &H2       ' รหัสร้องขอหยุดการส่งข้อมูลวันเวลา
Const codeSendID = &H3         ' รหัสสื่อก PC เตรียมรับรหัสนักศึกษา
Const codePassword = &H4      ' รหัสส่งพาสเวิร์ด
Const codeReply = &H5         ' รหัสร้องขอผลการตรวจสอบ ID และ Password
Const repIdIncorr = &H1       ' รหัสนักศึกษาไม่ถูกต้อง
Const repPassNo = &H2         ' รหัสผ่านไม่ถูกต้อง
Const repPassYes = &H3        ' รหัสผ่านถูกต้อง
Const codeEnd = &HD           ' รหัสสิ้นสุดการส่ง 1 ข้อความ

Private Sub cmdOnOff_Click()
    If cmdOnOff.BackColor <> &HFF Then
        cmdOnOff.BackColor = &HFF
        MSComm1.CommPort = cmbPort.ListIndex + 1
        MSComm1.PortOpen = True
        cmbPort.Enabled = False
    Else
        cmdOnOff.BackColor = &H8000000F
        MSComm1.PortOpen = False
        cmbPort.Enabled = True
    End If
End Sub

Private Sub cmdSend_Click()
    MSComm1.Output = Text4.Text
End Sub

Private Sub Command1_Click()
    Text3.Text = ""
End Sub

Private Sub Command2_Click()
    CheckIdPassword
End Sub

Private Sub Form_Load()
    cmbPort.ListIndex = 1
    cmdOnOff_Click
End Sub

Private Sub MSComm1_OnComm()
    Dim InBuffer As String
    Dim i As Integer
    If MSComm1.CommEvent = comEvReceive Then

```

```

InBuffer = MSComm1.Input
Text3.Text = Text3.Text & InBuffer
DataReceive = DataReceive & InBuffer
If InStr(DataReceive, Chr(13)) <> 0 Then Receiver
End If
End Sub

Private Sub Receiver()
Dim bCode As Integer
Dim buffString As String
Do While Len(DataReceive) <> 0
    bCode = Asc(Left(DataReceive, 1))          ' เอรหัสมาทีละ 1 ไบต์
    DataReceive = Mid(DataReceive,2,Len(DataReceive) - 1)' ตัดตัวแรกออกไป
    Select Case bCode
        Case codeDate
            tmrDate.Enabled = True
            Text1.Text = tmrDate.Enabled
        Case codeStopDate
            tmrDate.Enabled = False
            Text1.Text = tmrDate.Enabled
        Case codeSendID
            buffString = Left(DataReceive, InStr(DataReceive, Chr(13)) -
1)      ' เอรหัสออกมา
            DataReceive = Right(DataReceive, Len(DataReceive) - Len
(buffString) - 1)
            TxtStudentID = buffString
        Case codePassword
            BuffString = Left(DataReceive, InStr(DataReceive, Chr(13)) -
1)      ' เอรหัสออกมา
            DataReceive = Right(DataReceive, Len(DataReceive) - Len
(buffString) - 1)
            TxtPassword = buffString
        Case codeReply
            CheckIdPassword
    End Select
Loop
End Sub

Private Sub tmrDate_Timer()
Dim dd As String, mmm As String, yyyy As String, hh As String, mm As
String, ss As String
If DateTimeNow = Now Then Exit Sub
DateTimeNow = Now
dd = Day(Date)
If Len(dd) = 1 Then dd = "0" & dd
Select Case Month(Date)
    Case 1: mmm = "Jan"
    Case 2: mmm = "Feb"
    Case 3: mmm = "Mar"
    Case 4: mmm = "Apr"
    Case 5: mmm = "May"
    Case 6: mmm = "Jun"
    Case 7: mmm = "Jul"
    Case 8: mmm = "Aug"
    Case 9: mmm = "Sep"
    Case 10: mmm = "Oct"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Case 11: mmm = "Nov"
Case 12: mmm = "Dec"
End Select
yyyy = Year(Date)
hh = Hour(Time)
If Len(hh) = 1 Then hh = "0" & hh
mm = Minute(Time)
If Len(mm) = 1 Then mm = "0" & mm
ss = Second(Time)
If Len(ss) = 1 Then ss = "0" & ss
If MSComm1.PortOpen Then
    MSComm1.Output = Chr(codeDate) & dd & " " & mmm & " " & yyyy & "
" & hh & ":" & mm & ":" & ss & Chr(codeEnd)
End If
End Sub

' เริ่มการตรวจสอบรหัสนักศึกษาและรหัสผ่านว่าตรงกันหรือไม่
Private Sub CheckIdPassword()
    strSQL = "SELECT ชื่อ, นามสกุล, พาสเวิร์ด, ห้อง " & _
"FROM ตารางนักศึกษา, ตารางห้อง " & _
"WHERE รหัสนักศึกษา = '" & txtStudentID.Text & "' AND รหัสห้อง = รหัสในตารางห้อง "
    Text1.Text = strSQL
    'ตรวจสอบว่ามีรหัสนักศึกษานี้อยู่หรือเปล่าด้วยการเช็ค Count ของ Recordset
    ' ถ้าไม่มีให้ส่งรหัสบอกว่าไม่มีข้อมูลรหัสนักศึกษาตามที่ป้อน
    'If False Then MSComm1.Output = Chr(codeReply) & Chr(repIdIncorr) &
Chr(codeEnd)
    ' ถ้ามีตรวจสอบว่าพาสเวิร์ดตรงกันหรือไม่
    ' ถ้าไม่ตรงส่งรหัสบอก mcs
    'If False Then MSComm1.Output = Chr(codeReply) & Chr(repPassNo) &
Chr(codeEnd)
    ' ถ้าตรงรอช้กรู้แล้วส่งรหัสบอกว่าตรง
    'If True Then MSComm1.Output = Chr(codeReply) & Chr(repPassYes) &
Chr(codeEnd)
    MSComm1.Output = Chr(codeReply) & "S" & Chr(codeEnd)
End Sub

```

รูปที่ ค.7 โปรแกรมฐานข้อมูลนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
1	@43035244	Kamon-----	Udomphot-----	5244	Telecommunication
2	@43035245	Kowit-----	Pimjun-----	5245	Telecommunication
3	@43035246	Jaturong-----	Noikong-----	5246	Telecommunication
4	@43035248	Jirasak-----	Mungjeen-----	5248	Telecommunication
5	@43035249	Jumpon-----	Triporn-----	5249	Telecommunication
6	@43035250	Jarern-----	Jibnongwang-----	5250	Telecommunication
7	@43035252	Chatclawarn-----	Jeanwet-----	5252	Telecommunication
8	@43035253	Thanuwat-----	Puninvarn-----	5253	Telecommunication
9	@43035254	Narongchai-----	Srikumnerd-----	5254	Telecommunication
10	@43035255	Thaweesak-----	Hnorpradit-----	5255	Telecommunication
11	@43035258	Teera-----	Serhon-----	5258	Telecommunication
12	@43035259	Nicoom-----	Puusurppong-----	5259	Telecommunication
13	@43035261	Nutchanart-----	Sribarn-----	5261	Telecommunication
14	@43035262	Peamjit-----	Kaokansarn-----	5262	Telecommunication
15	@43035264	Yotsanai-----	Charlearnkun-----	5264	Telecommunication
16	@43035266	Rat-----	Ratanapaiboon---	5266	Telecommunication
17	@43035267	Rawin-----	Prayoonhong-----	5267	Telecommunication
18	@43035268	Worawut-----	Tungnorakun-----	5268	Telecommunication
19	@43035269	Winit-----	Tongnoppakun---	5269	Telecommunication
20	@43035270	Wisut-----	Sermrat-----	5270	Telecommunication
21	@43035271	Sirorat-----	Adunsiri-----	5271	Telecommunication
22	@43035272	Siwapon-----	Teeratummagorn--	5272	Telecommunication
23	@43035273	Supachai-----	Kungtong-----	5273	Telecommunication
24	@43035274	Sakawrat-----	Kaypun-----	5274	Telecommunication
25	@43035275	Sakaorat-----	Setmo-----	5275	Telecommunication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
26	@43035276	Sanong-----	Nukung-----	5276	Telecommunication
27	@43035277	Samart-----	Punyasart-----	5277	Telecommunication
28	@43035278	Ukkadet-----	Wattananahut---	5278	Telecommunication
29	@43035279	Ussanee-----	Siripong-----	5279	Telecommunication
30	@43035281	Umnart-----	Suksawang-----	5281	Telecommunication
31	@43035282	Ittipon-----	Jamporn-----	5282	Telecommunication
32	@43035283	Ekachai-----	Ratpitak-----	5283	Telecommunication
33	@43035284	Kunraya-----	Prabsongkarm---	5284	Telecommunication
34	@43035285	Kacha-----	Yukao-----	5285	Telecommunication
35	@43035287	Jet-----	Jaito-----	5287	Telecommunication
36	@43035288	Jetana-----	Mokon-----	5288	Telecommunication
37	@43035289	Jetsadaporn----	Punpipat-----	5289	Telecommunication
38	@43035290	Chareampon-----	Srisupa-----	5290	Telecommunication
39	@43035291	Charnkit-----	Kwannimit-----	5291	Telecommunication
40	@43035292	Chaowawat-----	Tipuksorn-----	5292	Telecommunication
41	@43035293	Chaiya-----	Thanapatsiri----	5293	Telecommunication
42	@43035294	Thanarak-----	Ladlek-----	5294	Telecommunication
43	@43035297	Nakarin-----	Punsuya-----	5297	Telecommunication
44	@43035298	Noppadon-----	Damchaiyakoon--	5298	Telecommunication
45	@43035299	Boontun-----	Sanannumnuk-----	5299	Telecommunication
46	@43035300	Prasertpong----	Tongpuu-----	5300	Telecommunication
47	@43035302	Pichet-----	Sutiart-----	5302	Telecommunication
48	@43035303	Manop-----	Borpong-----	5303	Telecommunication
49	@43035304	Rogganaporn----	Dornjinda-----	5304	Telecommunication
50	@43035306	Rawat-----	Preamrunrom----	5306	Telecommunication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
51	@43035307	Watsana-----	Boonsong-----	5307	Telecommunication
52	@43035308	Winai-----	Jaikla-----	5308	Telecommunication
53	@43035309	Weera-----	Jitpukdee-----	5309	Telecommunication
54	@43035310	Sarinee-----	Ketmanee-----	5310	Telecommunication
55	@43035311	Somchart-----	Keatipagorn-----	5311	Telecommunication
56	@43035313	Samai-----	Pimsuwan-----	5313	Telecommunication
57	@43035314	Saiyon-----	Pinjai-----	5314	Telecommunication
58	@43035315	Suksawat-----	Meenin-----	5315	Telecommunication
59	@43035316	Sukinai-----	Boonyuu-----	5316	Telecommunication
60	@43035317	Surachai-----	Suntornpasatporn	5317	Telecommunication
61	@43035318	Surasit-----	Jaiseer-----	5318	Telecommunication
62	@43035319	Surin-----	Yingyong-----	5319	Telecommunication
63	@43035320	Sopon-----	Kaorod-----	5320	Telecommunication
64	@43035322	Utsawayut-----	Tetarsen-----	5322	Telecommunication
65	@43035324	Ittipong-----	Sangpern-----	5324	Telecommunication
66	@43035325	Kamonchanok----	Sresompun-----	5325	Electronics and Computer
67	@43035326	Kittikun-----	Ainon-----	5326	Electronics and Computer
68	@43035327	Kittisak-----	Sengsungnen-----	5327	Electronics and Computer
69	@43035328	Jukkrit-----	Ratong-----	5328	Electronics and Computer
70	@43035331	Nuttapong-----	Sahre-----	5331	Electronics and Computer
71	@43035332	Nuttapon-----	Hnuchaikao-----	5332	Electronics and Computer
72	@43035333	Tanomrach-----	Adisakwattana---	5333	Electronics and Computer
73	@43035334	Trongwut-----	Pungsangrengtung	5334	Electronics and Computer
74	@43035335	Tawachchai-----	Sapeng-----	5335	Electronics and Computer
75	@43035336	Boonying-----	Boonchu-----	5336	Electronics and Computer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
76	@43035337	Prasong-----	Jubao-----	5337	Electronics and Computer
77	@43035338	Prachya-----	Neamtong-----	5338	Electronics and Computer
78	@43035339	Pawenon-----	Kaisuk-----	5339	Electronics and Computer
79	@43035342	Montree-----	Pratungpon-----	5342	Electronics and Computer
80	@43035343	Manutchai-----	Samuckao-----	5343	Electronics and Computer
81	@43035344	Marut-----	Kansomjat-----	5344	Electronics and Computer
82	@43035345	Worachat-----	Compay-----	5345	Electronics and Computer
83	@43035347	Wasan-----	Chaiyo-----	5347	Electronics and Computer
84	@43035348	Wanchai-----	Rawesri-----	5348	Electronics and Computer
85	@43035350	Wirapan-----	Hmonsai-----	5350	Electronics and Computer
86	@43035352	Siriporn-----	Dokturean-----	5352	Electronics and Computer
87	@43035355	Sumchay-----	Tongcomcri-----	5355	Electronics and Computer
88	@43035356	Sumpon-----	Kaosanun-----	5356	Electronics and Computer
89	@43035357	Chanakan-----	Tompudsa-----	5357	Electronics and Computer
90	@43035358	Sawang-----	Wongchaiwa-----	5358	Electronics and Computer
91	@43035360	Apisit-----	Pomving-----	5360	Electronics and Computer
92	@43035362	Sarawut-----	Treeaintong-----	5362	Electronics and Computer
93	@43035363	Ittipon-----	Chaitaworn-----	5363	Electronics and Computer
94	@43035365	Kaosawan-----	Srihreg-----	5365	Electronics and Computer
95	@43035366	Kjonsak-----	Sonmanee-----	5366	Electronics and Computer
96	@43035367	Jukkrit-----	Pongsuk-----	5367	Electronics and Computer
97	@43035368	Junjira-----	Hengrong-----	5368	Electronics and Computer
98	@43035370	Chareampon-----	Malee-----	5370	Electronics and Computer
99	@43035371	Chukea-----	Boonma-----	5371	Electronics and Computer
100	@43035372	Nuttapon-----	Nasongkla-----	5372	Electronics and Computer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
101	@43035373	Thaweesak-----	Comkong-----	5373	Electronics and Computer
102	@43035374	Teppalet-----	Tanoy-----	5374	Electronics and Computer
103	@43035375	Taparak-----	Putarak-----	5375	Electronics and Computer
104	@43035376	Tanunchai-----	Bunteangjit----	5376	Electronics and Computer
105	@43035377	Niwat-----	Boonyasiriwat---	5377	Electronics and Computer
106	@43035379	Prechapon-----	Juntamongcun----	5379	Electronics and Computer
107	@43035380	Preda-----	Manotem-----	5380	Electronics and Computer
108	@43035381	Panratei-----	Nawamawat-----	5381	Electronics and Computer
109	@43035382	Piya-----	Sripatumporn---	5382	Electronics and Computer
110	@43035384	Pongtap-----	Dumronganukul---	5384	Electronics and Computer
111	@43035386	Pemnapus-----	Sumklang-----	5386	Electronics and Computer
112	@43035387	Pitrun-----	Pornsrimongcochi	5387	Electronics and Computer
113	@43035388	Monchaya-----	Rangsawong-----	5388	Electronics and Computer
114	@43035389	Mak-----	Samakkee-----	5389	Electronics and Computer
115	@43035391	Sittikon-----	Jullakan-----	5391	Electronics and Computer
116	@43035393	Sutasinee-----	Sawangsi-----	5393	Electronics and Computer
117	@43035395	Supasan-----	Saksiri-----	5395	Electronics and Computer
118	@43035396	Supap-----	Mairun-----	5396	Electronics and Computer
119	@43035397	Angart-----	Chailangga-----	5397	Electronics and Computer
120	@43035398	Anurut-----	Jumremnusit---	5398	Electronics and Computer
121	@43035399	Anuwat-----	Taneam-----	5399	Electronics and Computer
122	@43035400	Apichit-----	Puttawaro-----	5400	Electronics and Computer
123	@43035401	Apisit-----	Maiwong-----	5401	Electronics and Computer
124	@43035403	Ekachai-----	Boonprasongtan--	5403	Electronics and Computer
125	@43035404	Ekawat-----	Tongjai-----	5404	Electronics and Computer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
126	@43035405	Kunlaya-----	Wongkaomul-----	5405	Industrial Instrument
127	@43035406	Kongsak-----	Bulwamara-----	5406	Industrial Instrument
128	@43035407	Jakkapun-----	Samutchaiyakit--	5407	Industrial Instrument
129	@43035410	Tootsapon-----	Burekong-----	5410	Industrial Instrument
130	@43035412	Tanas-----	Suksang-----	5412	Industrial Instrument
131	@43035413	Taradon-----	Junsang-----	5413	Industrial Instrument
132	@43035415	Narint-----	Pantong-----	5415	Industrial Instrument
133	@43035417	Nares-----	Dongmul-----	5417	Industrial Instrument
134	@43035419	Nirut-----	Kaojarem-----	5419	Industrial Instrument
135	@43035420	Boonyom-----	Sayburt-----	5420	Industrial Instrument
136	@43035422	Piyapong-----	Aintaratum-----	5422	Industrial Instrument
137	@43035423	Pittaya-----	Sakkao-----	5423	Industrial Instrument
138	@43035424	Piture-----	Pangkao-----	5424	Industrial Instrument
139	@43035425	Moltap-----	Sangthiyarak---	5425	Industrial Instrument
140	@43035427	Wittaya-----	Chawprachdee---	5427	Industrial Instrument
141	@43035428	Winai-----	Krajangkao-----	5428	Industrial Instrument
142	@43035430	Wiroad-----	Sahoo-----	5430	Industrial Instrument
143	@43035432	Siriwan-----	Compukdee-----	5432	Industrial Instrument
144	@43035433	Sumnek-----	Changhuohna-----	5433	Industrial Instrument
145	@43035434	Sumpong-----	Wijitsopon-----	5434	Industrial Instrument
146	@43035435	Sumyos-----	Teangprom-----	5435	Industrial Instrument
147	@43035436	Sumsilp-----	Omkae-----	5436	Industrial Instrument
148	@43035437	Sukanda-----	Krutham-----	5437	Industrial Instrument
149	@43035438	Supap-----	Wanawan-----	5438	Industrial Instrument
150	@43035439	Suriyon-----	Prayvijan-----	5439	Industrial Instrument

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ที่อื่นการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
151	@43035441	Anusorn-----	Saksaad-----	5441	Industrial Instrument
152	@43035442	Apichat-----	Chaisiri-----	5442	Industrial Instrument
153	@43035443	Apinun-----	Boonsongchaream-	5443	Industrial Instrument
154	@43035444	Arannop-----	Rungyosjuntana--	5444	Industrial Instrument
155	@43035592	Wichit-----	Jitpinit-----	5592	Telecommunication
156	@43035593	Apipon-----	Tongmee-----	5593	Telecommunication
157	@43035594	Nopporn-----	Prairaharn-----	5594	Telecommunication
158	@43035595	Kitipoom-----	Karnjana-----	5595	Telecommunication
159	@43035596	Piyada-----	Punchun-----	5596	Telecommunication
160	@43035597	Krit-----	Boonpisitsakun--	5597	Telecommunication
161	@43035598	Oratai-----	Ketkao-----	5598	Telecommunication
162	@43035599	Rachan-----	Jalearnsak-----	5599	Telecommunication
163	@43035600	Nopparat-----	Onying-----	5600	Telecommunication
164	@43035601	Nuttawat-----	Wannaanusorn----	5601	Telecommunication
165	@43035603	Parkpoom-----	Ponratorn-----	5603	Telecommunication
166	@43035605	Wira-----	Promjunt-----	5605	Electronics and Computer
167	@43035607	Nitipong-----	Kikuntod-----	5607	Electronics and Computer
168	@43035608	Tariga-----	Srimongcon-----	5608	Electronics and Computer
169	@43035609	Teera-----	Trakulprerak----	5609	Electronics and Computer
170	@43035610	Pichat-----	Boonsong-----	5610	Electronics and Computer
171	@43035611	Piyaporn-----	Naclumpa-----	5611	Electronics and Computer
172	@43035612	Tanabut-----	Buokao-----	5612	Electronics and Computer
173	@43035613	Nawarat-----	Limapirak-----	5613	Electronics and Computer
174	@43035614	Chollatis-----	Teatong-----	5614	Electronics and Computer
175	@43035615	Atjbadec-----	Pattamongcon----	5615	Electronics and Computer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
176	@43035616	Nirut-----	Buopratum-----	5616	Electronics and Computer
177	@43035617	Worapong-----	Kaoyangyen-----	5617	Electronics and Computer
178	@43035618	Ravikon-----	Kjonwong-----	5618	Electronics and Computer
179	@43035619	Surint-----	Tanrat-----	5619	Electronics and Computer
180	@43035620	Supakit-----	Tuppa-----	5620	Electronics and Computer
181	@43035621	Tawachchai-----	Bansan-----	5621	Industrial Instrument
182	@43035622	Jakkrapun-----	Manam-----	5622	Industrial Instrument
183	@43035623	Soraya-----	Promjun-----	5623	Industrial Instrument
184	@43035624	Sumkrit-----	Chaobanko-----	5624	Industrial Instrument
185	@43035626	Boonchana-----	Nuchchom-----	5626	Industrial Instrument
186	@43035627	Puchcharee-----	Rengsaweng-----	5627	Industrial Instrument
187	@43035628	Chaiwat-----	Watjanarattakul-	5628	Industrial Instrument
188	@43035629	Jerasak-----	Pongjunteek-----	5629	Industrial Instrument
189	@43035630	Pompach-----	Chojoho-----	5630	Industrial Instrument
190	@44035231	Kamonwan-----	Pemton-----	4231	Telecommunication
191	@44035232	Kritsanun-----	Keoyen-----	4232	Telecommunication
192	@44035233	Kanjana-----	Mongmee-----	4233	Telecommunication
193	@44035234	Koson-----	Leaslum-----	4234	Telecommunication
194	@44035235	Coomsan-----	Lumleassoombud--	4235	Telecommunication
195	@44035237	Nuttapon-----	Juntasorn-----	4237	Telecommunication
196	@44035238	Dumhree-----	Tipkao-----	4238	Telecommunication
197	@44035239	Direk-----	Sitti-----	4239	Telecommunication
198	@44035241	Thaweesak-----	Hengjinda-----	4241	Telecommunication
199	@44035243	Tanison-----	Konklob-----	4243	Telecommunication
200	@44035244	Tawach-----	Kerdsrisuk-----	4244	Telecommunication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
201	@44035245	Tiraporn-----	Tungwongleas---	4245	Telecommunication
202	@44035246	Teerapon-----	Kanasom-----	4246	Telecommunication
203	@44035247	Naconchai-----	Klaysri-----	4247	Telecommunication
204	@44035248	Niyom-----	Teatong-----	4248	Telecommunication
205	@44035249	Nirut-----	Boonmun-----	4249	Telecommunication
206	@44035250	Nuchjarin-----	Salee-----	4250	Telecommunication
207	@44035251	Piyapong-----	Peangjad-----	4251	Telecommunication
208	@44035252	Pream-----	Srimung-----	4252	Telecommunication
209	@44035253	Pun-----	Rojanapun-----	4253	Telecommunication
210	@44035254	Preuk-----	Ainnukul-----	4254	Telecommunication
211	@44035255	Pikorn-----	Sroysuriyanukul-	4255	Telecommunication
212	@44035256	Peech-----	Nakarin-----	4256	Telecommunication
213	@44035258	Punsak-----	Cheabhlam-----	4258	Telecommunication
214	@44035260	Mali-----	Punain-----	4260	Telecommunication
215	@44035262	Worawut-----	Juntana-----	4262	Telecommunication
216	@44035263	Worawut-----	Srisawat-----	4263	Telecommunication
217	@44035264	Wasun-----	Sumtib-----	4264	Telecommunication
218	@44035265	Wikrom-----	Pongjit-----	4265	Telecommunication
219	@44035267	Sumkea-----	Wongkanjanachart	4267	Telecommunication
220	@44035268	Suttiluk-----	Mongcontrup----	4268	Telecommunication
221	@44035269	Surasak-----	Promnoy-----	4269	Telecommunication
222	@44035270	Suwanna-----	Kemsuwan-----	4270	Telecommunication
223	@44035271	Suvicha-----	Yoongtong-----	4271	Telecommunication
224	@44035272	Suvimon-----	Chaiwan-----	4272	Telecommunication
225	@44035273	Sansuk-----	Dumsud-----	4273	Telecommunication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
226	@44035274	Sopon-----	Tongdum-----	4274	Telecommunication
227	@44035275	Ungkaluk-----	Radomsuk-----	4275	Telecommunication
228	@44035276	Umnart-----	Tunsumkid-----	4276	Telecommunication
229	@44035277	Kritsana-----	Kullayawuttepong	4277	Telecommunication
230	@44035278	Kant-----	Trakulboon-----	4278	Telecommunication
231	@44035279	Kitipun-----	Manewan-----	4279	Telecommunication
232	@44035280	Kasat-----	Mitam-----	4280	Telecommunication
233	@44035281	Juntarat-----	Nitsuk-----	4281	Telecommunication
234	@44035282	Chotiwut-----	Arunpun-----	4282	Telecommunication
235	@44035283	Narun-----	Pusitwit-----	4283	Telecommunication
236	@44035284	Nuttapong-----	Yeawarisuwan---	4284	Telecommunication
237	@44035285	Nuttapong-----	Sahaya-----	4285	Telecommunication
238	@44035286	Denchat-----	Rungseesopit---	4286	Telecommunication
239	@44035287	Taratorn-----	Rattanasatea---	4287	Telecommunication
240	@44035288	Boonrat-----	Sawatdichai-----	4288	Telecommunication
241	@44035289	Puttama-----	Pumtupteem-----	4289	Telecommunication
242	@44035290	Piya-----	Chemyai-----	4290	Telecommunication
243	@44035291	Pongsatorn-----	Chomtong-----	4291	Telecommunication
244	@44035292	Pornatap-----	Kanjanadacha---	4292	Telecommunication
245	@44035293	Ponkrit-----	Mengchea-----	4293	Telecommunication
246	@44035294	Puchcharee-----	Tubsuri-----	4294	Telecommunication
247	@44035295	Pichet-----	Nactong-----	4295	Telecommunication
248	@44035296	Pimchanook-----	Toprom-----	4296	Telecommunication
249	@44035297	Morakot-----	Wachpituk-----	4297	Telecommunication
250	@44035298	Yuttapong-----	Warapook-----	4298	Telecommunication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
251	@44035299	Yotin-----	Kailas-----	4299	Telecommunication
252	@44035300	Ranee-----	Bumrungsak-----	4300	Telecommunication
253	@44035301	Rungnart-----	Kurerang-----	4301	Telecommunication
254	@44035302	Wipada-----	Paporn-----	4302	Telecommunication
255	@44035303	Wisut-----	Sapeemtrup-----	4303	Telecommunication
256	@44035304	Sonchai-----	Ittapon-----	4304	Telecommunication
257	@44035305	Sarun-----	Chukadee-----	4305	Telecommunication
258	@44035306	Sasivimon-----	Chaleekunha-----	4306	Telecommunication
259	@44035307	Sarod-----	Rungsombut-----	4307	Telecommunication
260	@44035308	Sabipa-----	Nartpuddee-----	4308	Telecommunication
261	@44035309	Sunti-----	Nunta-----	4309	Telecommunication
262	@44035310	Sittichai-----	Kaowaonoy-----	4310	Telecommunication
263	@44035311	Anupun-----	Leasrapun-----	4311	Telecommunication
264	@44035312	Oratai-----	Klangnarong-----	4312	Telecommunication
265	@44035313	Aurupong-----	Juntsiri-----	4313	Telecommunication
266	@44035316	Kanapot-----	Lemtong-----	4316	Electronics and Computer
267	@44035317	Jatupon-----	Hangjarern-----	4317	Electronics and Computer
268	@44035318	Juntab-----	Pongpao-----	4318	Electronics and Computer
269	@44035319	Chareampong-----	Kunhen-----	4319	Electronics and Computer
270	@44035321	Tanit-----	Lasalee-----	4321	Electronics and Computer
271	@44035322	Tarapong-----	Tawelkan-----	4322	Electronics and Computer
272	@44035323	Teerayut-----	Prechcharat-----	4323	Electronics and Computer
273	@44035324	Teerawat-----	Nanacon-----	4324	Electronics and Computer
274	@44035325	Natee-----	Yongyut-----	4325	Electronics and Computer
275	@44035327	Narin-----	Dumnuy-----	4327	Electronics and Computer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
276	@44035328	Narimit-----	Congmon-----	4328	Electronics and Computer
277	@44035329	Boonyalit-----	Watsanakamon----	4329	Electronics and Computer
278	@44035330	Patompon-----	Sririnupong----	4330	Electronics and Computer
279	@44035332	Pruchya-----	Onomsin-----	4332	Electronics and Computer
280	@44035333	Preecha-----	Panoy-----	4333	Electronics and Computer
281	@44035336	Pongsakon-----	Intawara-----	4336	Electronics and Computer
282	@44035337	Puntawong-----	Witwapiwong----	4337	Electronics and Computer
283	@44035338	Putta-----	Chemkrod-----	4338	Electronics and Computer
284	@44035339	Pasakon-----	Jenanukulwong---	4339	Electronics and Computer
285	@44035341	Montree-----	Pusatcum-----	4341	Electronics and Computer
286	@44035342	Montree-----	Srisaha-----	4342	Electronics and Computer
287	@44035343	Manop-----	Kankla-----	4343	Electronics and Computer
288	@44035345	Sakulsit-----	Angcum-----	4345	Electronics and Computer
289	@44035346	Sittichai-----	Mengkwanata-----	4346	Electronics and Computer
290	@44035347	Sittichai-----	Rattanapunjuk---	4347	Electronics and Computer
291	@44035348	Sutipong-----	Juntpengpud----	4348	Electronics and Computer
292	@44035349	Sangdun-----	Saocon-----	4349	Electronics and Computer
293	@44035350	Sangautai-----	Motoo-----	4350	Electronics and Computer
294	@44035351	Itsara-----	Yuuyong-----	4351	Electronics and Computer
295	@44035352	Umaporn-----	Jarusombut-----	4352	Electronics and Computer
296	@44035354	Kanokporn-----	Jaiadton-----	4354	Electronics and Computer
297	@44035355	Kanitta-----	Armen-----	4355	Electronics and Computer
298	@44035356	Kritsana-----	Pokpongkea-----	4356	Electronics and Computer
299	@44035357	Kittipong-----	Boontanalit----	4357	Electronics and Computer
300	@44035358	Comkrit-----	Apichaiapakorn---	4358	Electronics and Computer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
301	@44035359	Jatuporn-----	Sirisawat-----	4359	Electronics and Computer
302	@44035360	Jarus-----	Kwanpichetsakul-	4360	Electronics and Computer
303	@44035361	Junttima-----	Klangarnun-----	4361	Electronics and Computer
304	@44035362	Jirayu-----	Tipoo-----	4362	Electronics and Computer
305	@44035363	Jeerapong-----	Tongpun-----	4363	Electronics and Computer
306	@44035364	Titiya-----	Chaichana-----	4364	Electronics and Computer
307	@44035365	Tossapon-----	WongviBoolsin---	4365	Electronics and Computer
308	@44035366	Tuksina-----	Cumpira-----	4366	Electronics and Computer
309	@44035367	Tanapon-----	Saykonkay-----	4367	Electronics and Computer
310	@44035368	Tana-----	Carpimay-----	4368	Electronics and Computer
311	@44035369	Tawatchai-----	Boonkung-----	4369	Electronics and Computer
312	@44035370	Tun-----	Buoneam-----	4370	Electronics and Computer
313	@44035371	Teeraput-----	Saytri-----	4371	Electronics and Computer
314	@44035372	Napaporn-----	Peapong-----	4372	Electronics and Computer
315	@44035373	Niti-----	Suparanunt-----	4373	Electronics and Computer
316	@44035374	Buriruk-----	Puttana-----	4374	Electronics and Computer
317	@44035375	Prutsanee-----	Tumprasert-----	4375	Electronics and Computer
318	@44035376	Punnipa-----	Boonrung-----	4376	Electronics and Computer
319	@44035377	Puchcharint----	Pumma-----	4377	Electronics and Computer
320	@44035378	Pitsanu-----	Chensahon-----	4378	Electronics and Computer
321	@44035379	Maitree-----	Nakprasit-----	4379	Electronics and Computer
322	@44035380	Littichai-----	Srisuntisuk-----	4380	Electronics and Computer
323	@44035381	Wimonwan-----	Chaisiri-----	4381	Electronics and Computer
324	@44035382	Wiruchcha-----	Changarree-----	4382	Electronics and Computer
325	@44035383	Sumkea-----	Roadmai-----	4383	Electronics and Computer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
326	@44035384	Sittichai-----	Ainmong-----	4384	Electronics and Computer
327	@44035385	Apichart-----	Katvichean-----	4385	Electronics and Computer
328	@44035386	Apipuc-----	Sarapun-----	4386	Electronics and Computer
329	@44035387	Usyasi-----	Naksin-----	4387	Electronics and Computer
330	@44035388	Ummarint-----	Prachburee-----	4388	Electronics and Computer
331	@44035389	Arnupap-----	Klenkla-----	4389	Electronics and Computer
332	@44035390	Umnoy-----	Kaskomon-----	4390	Electronics and Computer
333	@44035391	Ekarint-----	Leanjaidee-----	4391	Electronics and Computer
334	@44035393	Kontip-----	Disnum-----	4393	Industrial Instrument
335	@44035395	Jukkrit-----	Hmaymun-----	4395	Industrial Instrument
336	@44035396	Jarunee-----	Senchai-----	4396	Industrial Instrument
337	@44035399	Chalosak-----	Mahapratum-----	4399	Industrial Instrument
338	@44035400	Chaisit-----	Comkead-----	4400	Industrial Instrument
339	@44035401	Chainuchit-----	Wongtawil-----	4401	Industrial Instrument
340	@44035402	Nuttawat-----	Tongnirund-----	4402	Industrial Instrument
341	@44035404	Trisak-----	Rakmai-----	4404	Industrial Instrument
342	@44035405	Tanent-----	Kunutai-----	4405	Industrial Instrument
343	@44035406	Pakon-----	Keatisuk-----	4406	Industrial Instrument
344	@44035407	Pitichai-----	Juncamanee-----	4407	Industrial Instrument
345	@44035408	Parehut-----	Rachadach-----	4408	Industrial Instrument
346	@44035409	Ponrak-----	Kaokong-----	4409	Industrial Instrument
347	@44035410	Pichai-----	Sirisuwan-----	4410	Industrial Instrument
348	@44035411	Pittaya-----	Chawilpri-----	4411	Industrial Instrument
349	@44035412	Puwadon-----	Tubseerak-----	4412	Industrial Instrument
350	@44035414	Wichai-----	Ariyapornpong---	4414	Industrial Instrument

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
351	@44035415	Wichean-----	Kunmee-----	4415	Industrial Instrument
352	@44035416	Winai-----	Prechklub-----	4416	Industrial Instrument
353	@44035417	Wibul-----	Churdang-----	4417	Industrial Instrument
354	@44035418	Sirichai-----	Suknaitem-----	4418	Industrial Instrument
355	@44035419	Sumnek-----	Sayso-----	4419	Industrial Instrument
356	@44035420	Sumbunsak-----	Udomdee-----	4420	Industrial Instrument
357	@44035421	Sumpup-----	Sukkrawan-----	4421	Industrial Instrument
358	@44035422	Sumsak-----	Sumbun-----	4422	Industrial Instrument
359	@44035423	Sarawut-----	Chalad-----	4423	Industrial Instrument
360	@44035426	Surachai-----	Witayacheewa-----	4426	Industrial Instrument
361	@44035427	Surasit-----	Babgjang-----	4427	Industrial Instrument
362	@44035428	Suricha-----	Kaiprawas-----	4428	Industrial Instrument
363	@44035429	Adisak-----	Puaknoy-----	4429	Industrial Instrument
364	@44035430	Anuchit-----	Pantong-----	4430	Industrial Instrument
365	@44035431	Arun-----	Sayseang-----	4431	Industrial Instrument
366	@44035432	Ekachai-----	Sungpan-----	4432	Industrial Instrument
367	@44035433	Kamonsak-----	Tiyao-----	4433	Industrial Instrument
368	@44035434	Kritsada-----	Jaraswanichpon--	4434	Industrial Instrument
369	@44035435	Kittipong-----	Tapana-----	4435	Industrial Instrument
370	@44035436	Comkanas-----	Junttip-----	4436	Industrial Instrument
371	@44035437	Jatupon-----	Playto-----	4437	Industrial Instrument
372	@44035438	Chareamchart----	Weangcum-----	4438	Industrial Instrument
373	@44035439	Chareampon-----	Sareepun-----	4439	Industrial Instrument
374	@44035440	Chukea-----	Nuamai-----	4440	Industrial Instrument
375	@44035441	Nuttachai-----	Pitukannop-----	4441	Industrial Instrument

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
376	@44035442	Nuttapoom-----	Atayos-----	4442	Industrial Instrument
377	@44035443	Nuttarat-----	Dachtongcum----	4443	Industrial Instrument
378	@44035444	Teadsak-----	Suntornnon-----	4444	Industrial Instrument
379	@44035446	Terapon-----	Sonham-----	4446	Industrial Instrument
380	@44035447	Terawut-----	Worachaiyut----	4447	Industrial Instrument
381	@44035448	Pranom-----	Jenam-----	4448	Industrial Instrument
382	@44035449	Precha-----	Montakleb-----	4449	Industrial Instrument
383	@44035450	Pitipong-----	Matuwach-----	4450	Industrial Instrument
384	@44035451	Pongtap-----	Leangpa-----	4451	Industrial Instrument
385	@44035452	Pornsri-----	Preabsom-----	4452	Industrial Instrument
386	@44035453	Puttaraksa-----	Sengchu-----	4453	Industrial Instrument
387	@44035454	Montree-----	Senee-----	4454	Industrial Instrument
388	@44035455	Yingyus-----	Noppaket-----	4455	Industrial Instrument
389	@44035456	Romkwan-----	Juksee-----	4456	Industrial Instrument
390	@44035457	Rapeeporn-----	Uymak-----	4457	Industrial Instrument
391	@44035458	Worapong-----	Kayuntrod-----	4458	Industrial Instrument
392	@44035459	Wachcharint-----	Boonnuk-----	4459	Industrial Instrument
393	@44035460	Wattana-----	Arrakcunakorn---	4460	Industrial Instrument
394	@44035461	Wittaya-----	Peopong-----	4461	Industrial Instrument
395	@44035462	Werachart-----	Nolkao-----	4462	Industrial Instrument
396	@44035463	Werasak-----	Kaomulna-----	4463	Industrial Instrument
397	@44035464	Siriwich-----	Munmung-----	4464	Industrial Instrument
398	@44035465	Satit-----	Mongconchai-----	4465	Industrial Instrument
399	@44035466	Sittisak-----	Kaotanakul-----	4466	Industrial Instrument
400	@44035467	Siriruk-----	Nulsri-----	4467	Industrial Instrument

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอกอาคาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) ฐานข้อมูลของนักศึกษา

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password	Major
401	@44035468	Aron-----	Buopun-----	4468	Industrial Instrument
402	@44035469	Udomsak-----	Jeraviwatnchai-	4469	Industrial Instrument

ตารางที่ ค.2 ฐานข้อมูลของอาจารย์

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password
1	@10001	Threraphon-----	Thephasadin-----	0001
2	@10002	Surasit-----	Ratree-----	0002
3	@10003	Wisuit-----	Atipomtum-----	0003
4	@10004	Kitipong-----	Mano-----	0004
5	@10005	Peerawut-----	Suwanjan-----	0005
6	@10006	Worawit-----	Somha-----	0006
7	@10007	Sunti-----	Tantrakool-----	0007
8	@10008	Somchai-----	Maunsaiyat-----	0008
9	@10009	Suchin-----	Adhan-----	0009
10	@10010	Koson-----	Trachu-----	0010
11	@10011	Piya-----	Jitthammapirom--	0011
12	@10012	Amphon-----	ThongRa-ar-----	0012
13	@10013	Prasert-----	Kenpankho-----	0013
14	@10014	Pongkiat-----	Chedpitaksakul--	0014
15	@10015	Paiboon-----	Pongwongtragull--	0015
16	@10016	Pompimon-----	Chayratsami-----	0016
17	@10017	Piya-----	Supavarasuwat---	0017
18	@10018	Surapong-----	Siripongdee-----	0018
19	@10019	Pisine-----	Mongkunkajit---	0019

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) ฐานข้อมูลของอาจารย์

Serial	NumberID	FirstName	LastName	Password
20	@10020	Amornchai-----	Chaichana-----	0020
21	@10021	Surachai-----	Pimsalee-----	0021
22	@10022	Jantana-----	Chamvaree-----	0022
23	@10023	Rawewan-----	Mukkaew-----	0023

ตารางที่ ค.3 ฐานข้อมูลของเครื่องมือ

Serial	NumberID	Name	Comment
1	@4401001	Power Supply	GW ; GPR-3030 : 1721078
2	@4401002	Power Supply	GW ; GPR-3030 : 1721085
3	@4401003	Power Supply	GW ; GPR-3030 : 2671175
4	@4401004	Power Supply	GW ; GPR-3030 : 9070282
5	@4401005	Power Supply	Not Install
6	@4401006	Power Supply	Not Install
7	@4401007	Power Supply	Not Install
8	@4401008	Power Supply	Not Install
9	@4401009	Power Supply	Not Install
10	@4401010	Power Supply	Not Install
11	@4401011	Power Supply	Not Install
12	@4401012	Power Supply	Not Install
13	@4402001	Function Generator	GW ; GFG-8050 : 4651155
14	@4402002	Function Generator	GW ; GFG-8050 : 4651163
15	@4402003	Function Generator	GW ; GFG-8050 : 4650519
16	@4402004	Function Generator	GW ; GFG-8050 : 4650525
17	@4402005	Function Generator	GW ; GFG-8050 : 4651179

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ) ฐานข้อมูลของเครื่องมือ

Serial	NumberID	Name	Comment
18	@4402006	Function Generator	TRIO ; AG-203 : 2120010
19	@4402007	Function Generator	TRIO ; AG-203 : 2120068
20	@4402008	Function Generator	LEADER ; LFG1300 : 4020938
21	@4402009	Function Generator	KENWOOD ; FG-273 : 20500235
22	@4402010	Function Generator	KENWOOD ; FG-273 : 20500241
23	@4402011	Function Generator	Not Install
24	@4402012	Function Generator	Not Install
25	@4402013	Function Generator	Not Install
26	@4402014	Function Generator	Not Install
27	@4402015	Function Generator	Not Install
28	@4403001	Oscilloscope	HAMEG ; HM303 : Z0001
29	@4403002	Oscilloscope	HAMEG ; HM303 : Z0002
30	@4403003	Oscilloscope	HAMEG ; HM303 : Z0003
31	@4403004	Oscilloscope	HAMEG ; HM303 : Z0004
32	@4403005	Oscilloscope	HAMEG ; HM303 : Z0005
33	@4403006	Oscilloscope	HAMEG ; HM303 : Z3043
34	@4403007	Oscilloscope	HAMEG ; HM303 : Z3058
35	@4403008	Oscilloscope	HAMEG ; HM303 : Z3271
36	@4403009	Oscilloscope	HAMEG ; HM303 : Z3300
37	@4403010	Oscilloscope	HAMEG ; HM303 : Z3302
38	@4403011	Oscilloscope	HAMEG ; HM303 : Z3312
39	@4403012	Oscilloscope	HAMEG ; HM203-6 : Z79707
40	@4403013	Oscilloscope	HAMEG ; HM203-6 : Z79780
41	@4403014	Oscilloscope	HAMEG ; HM203-6 : Z79782
42	@4403015	Oscilloscope	HAMEG ; HM203-7 : Z5284

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ) ฐานข้อมูลของเครื่องมือ

Serial	NumberID	Name	Comment
43	@4403016	Oscilloscope	HAMEG ; HM203-7 : Z45345
44	@4403017	Oscilloscope	HAMEG ; HM303-3 : Z10305
45	@4403018	Oscilloscope	Not Install
46	@4403019	Oscilloscope	Not Install
47	@4403020	Oscilloscope	Not Install
48	@4403021	Oscilloscope	Not Install
49	@4403022	Oscilloscope	Not Install
50	@4403023	Oscilloscope	Not Install
51	@4403024	Oscilloscope	Not Install
52	@4403025	Oscilloscope	Not Install
53	@4403026	Oscilloscope	Not Install
54	@4403027	Oscilloscope	Not Install

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง

รายการวัสดุ และอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการวัสดุ และอุปกรณ์

1) วงจรรับข้อมูล

ตัวความต้านทาน

4.7 k Ω	1 ตัว
10 k Ω (R-Pack)	9 ตัว

ตัวเก็บประจุ

30 pF	2 ตัว
0.1 μ F	6 ตัว
10 μ F	11 ตัว
220 μ F	2 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

74LS150	4 ตัว
IC MC7805	2 ตัว
IC 89C2051	1 ตัว
IC MAX232A	2 ตัว

วัสดุ และอุปกรณ์อื่นๆ

Connector 2 ขา	2 ตัว
Connector 3 ขา	2 ตัว
Connector 9 ขา	2 ตัว
Connector 10 ขา	1 ตัว
Connector 20 ขา	4 ตัว
Connector 26 ขา	1 ตัว
SW-Reset	1 ตัว
XTAL 11.0592 MHz	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วงจรสร้างสัญญาณเสียง

ตัวความต้านทาน

10 Ω	2 ตัว
1 k Ω	1 ตัว
10 k Ω	1 ตัว
220 k Ω	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

IC UM3561	1 ตัว
BC547	2 ตัว
2N3904	1 ตัว
2N2222	1 ตัว

วัสดุ และอุปกรณ์อื่นๆ

Connector 2 ขา	3 ตัว
Connector 3 ขา	1 ตัว
Buzzer	1 ตัว
Speaker 8 Ω , 5 w	1 ตัว

3) วงจรควบคุมการจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์

ตัวความต้านทาน

130 Ω	1 ตัว
330 Ω	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

IC C547	1 ตัว
Diode (LED)	1 ตัว

วัสดุ และอุปกรณ์อื่นๆ

Relay 5 VDC, 220 VAC, 17 A	1 ตัว
Solenoid	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
รายละเอียดแสดงคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดแสดงคุณสมบัติของอุปกรณ์

1) ANT-32 เวอร์ชัน 3.0

ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้งาน กับระบบควบคุมอัตโนมัติในระดับ 8 บิตที่โดดเด่นมากตัวหนึ่ง คือ ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของอินเทลซึ่งประกอบไปด้วยซีพียูเบอร์ต่างๆ ได้แก่ 8031, 8051, 8032, 8052, 8751, 8752 และ 8052 Ahbasic

ANT-32 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำไปใช้งานในลักษณะ Embedded Controller กล่าวคือ เป็นบอร์ดที่ถูกออกแบบมาเพื่องานควบคุมโดยเฉพาะ โดยถูกติดตั้งอยู่ในเครื่องมือเครื่องจักรกล เครื่องใช้ไฟฟ้า รวมทั้งระบบอัตโนมัติต่างๆ บอร์ดนี้สามารถใช้กับซีพียูเบอร์ดังที่กล่าวมาแล้วทั้งสิ้น ANT-32 ได้ถูกออกแบบ และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาจนพอสสมควรจนปัจจุบันเป็นเวอร์ชันที่ 3 ซึ่งเพิ่มพร้อมไปด้วยวงจรในส่วนของ Watchdog Time, Battery Backup และ Power Fail Detector ใช้ชิพ MAX691 วงจร Real Time Clock ใช้ชิพ DS1202 และได้ปรับปรุงวงจรในส่วนอื่นๆ ให้ดียิ่งขึ้น แต่ยังคงคุณสมบัติของเวอร์ชันแรกไว้ครบถ้วนทุกประการ

1.1) คุณสมบัติของบอร์ด ANT-32 เวอร์ชัน 3.0

- 1) เป็นบอร์ดคอนโทรลใช้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 (8031/8032) ใช้ซีพียูเบอร์ 80C32 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 11.0592 เมกะเฮิร์ตซ์
- 2) ใช้งานหน่วยความจำบนบอร์ดได้ 3 ตำแหน่งด้วยกัน คือ
 - U2. เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ใช้กับอีพรมขนาด 8 – 32 กิโลไบต์ เบอร์ 2764, 27128 หรือ 27256
 - U3. เป็นหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้กับแรมขนาด 8 กิโลไบต์ เบอร์ 6264 หรือ 32 กิโลไบต์ เบอร์ 62256 สามารถแบคอัพข้อมูลได้โดยใช้แบตเตอรี่ลิเทียม
 - U4. เป็นหน่วยความจำโปรแกรมข้อมูล (Program and Data Memory) ใช้กับอีพรม, แรม หรืออีอีพรม ขนาด 8 – 32 กิโลไบต์ โดยใช้อีพรมเบอร์ 2764, 27256 ใช้แรมเบอร์ 6264, 62256 หรืออีอีพรมเบอร์ 2864 (A), 28256 (A)
- 3) มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตเบอร์ 8255 จำนวน 2 ตัว (48 บิต) สำหรับต่อไปใช้งานภายนอก
- 4) มีพอร์ตแอลซีดีสำหรับการต่อใช้งานกับแอลซีดีแบบ Dot Matrix
- 5) มีวงจร Serial Interface Driver RS232 ด้วยชิพเบอร์ MAX232 สำหรับการต่อเข้า

กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 6) มีวงจรถ่าย Watchdog Timer, Powerup/Down Reset ด้วยชิพดีเบอร์ MAX691
- 7) มีวงจรถ่าย RTC (Real Time Clock) ใช้ชิพดีเบอร์ DS1202
- 8) มีคอนเน็คเตอร์สำหรับพอร์ต 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเฉพาะ
- 9) มีคอนเน็คเตอร์สำหรับบัสระบบทำให้ขยายระบบได้ง่าย และสามารถใช้กับบอร์ด

ขยายต่างๆ ที่จะมีขึ้นในอนาคต

10) สามารถเลือกเบอร์ และชนิดหน่วยความจำ หรือกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของบอร์ดได้ด้วยจัมป์เปอร์

11) สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ทั้งภาษาเบสิก และแอสเซมบลี โดยใช้ซอฟต์แวร์คอมไพเลอร์ 32 และ REM31

1.2) การปรับจัมป์เปอร์เลือกหน่วยความจำ

ก่อนการใช้งานบอร์ด ANT-32 ผู้ใช้จำเป็นต้องเลือกขนาด, เบอร์ของหน่วยความจำ และกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของบอร์ดด้วยจัมป์เปอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8031 (32) สามารถต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 128 กิโลไบต์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 64 กิโลไบต์เป็นหน่วยความจำโปรแกรม และอีก 64 กิโลไบต์เป็นหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งหน่วยความจำทั้ง 2 ส่วนนี้มีตำแหน่งแอดเดรสที่ 0000H – FFFFH เหมือนกัน แต่จะถูกแยกออกจากกันด้วยสัญญาณควบคุมที่ต่างกัน โดยสัญญาณ PSEN[®] ใช้ควบคุมในการอ่านหน่วยความจำโปรแกรม (อีพ롬) สัญญาณ RD[®] และ WR[®] ใช้ควบคุมการอ่าน, เขียนหน่วยความจำข้อมูล และพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต สำหรับการอ่านหน่วยความจำโปรแกรม และข้อมูล ใช้สัญญาณ GET[®] ซึ่งสัญญาณนี้ได้จากการเอนด์สัญญาณ PSEN[®] และ RD[®] หน่วยความจำส่วนนี้สามารถใช้ได้กับอีพ롬 และแรม

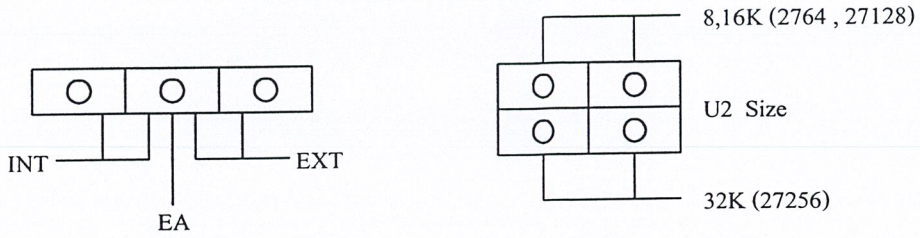
สำหรับบอร์ด ANT-32 ได้จัดหน่วยความจำออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ

U2 เป็นหน่วยความจำโปรแกรม แอดเดรส 0000H – 7FFFH

U3 เป็นหน่วยความจำข้อมูล แอดเดรส 0000H – 7FFFH

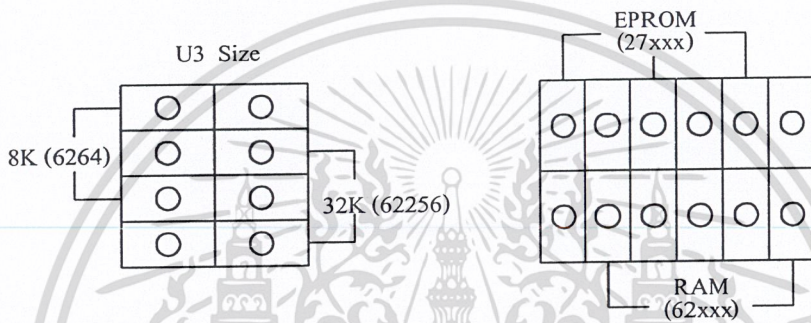
U4 เป็นหน่วยความจำโปรแกรม และข้อมูล แอดเดรส 8000H – F7FFFH

ส่วนแอดเดรส F800H – FFFFH ใช้เป็นตำแหน่งของพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต หน่วยความจำ U2, U3 และ U4 สามารถเลือกขนาด (Size) และชนิด (Type) ได้ด้วยจัมป์เปอร์ดังต่อไปนี้



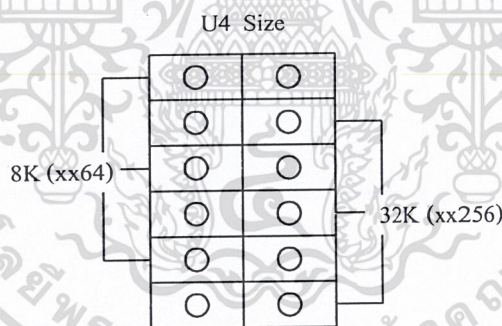
(ก) จัมพ์เปอร์ EA

(ข) จัมพ์เปอร์ U2 Size



(ค) จัมพ์เปอร์ U3 Size

(ง) จัมพ์เปอร์ U4 Type



(จ) จัมพ์เปอร์ U4 Size

รูปที่ จ.1 รูปแบบจัมพ์เปอร์เลือกหน่วยความจำแบบต่างๆ

1.2.1) การเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน/ภายนอก (จัมพ์เปอร์ EA)

ในการใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมที่แอดเดรสเริ่มต้น 0000H สามารถเลือกใช้หน่วยความจำส่วนนี้ได้ด้วยจัมพ์เปอร์ EA ทั้งแบบใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Internal Program Memory) สำหรับซีพียูเบอร์ 8051, 8052, 8751, 8752 และ 8052 Ahbasic โดยปรับจัมพ์เปอร์นี้ที่ตำแหน่ง INT. (Internal) หรือใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory) สำหรับซีพียูเบอร์ 8031, 8032 ปรับจัมพ์เปอร์นี้ไปที่ตำแหน่ง EXT. (External) ดังรูปที่ จ.1 (ก)

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ และสงวนลิขสิทธิ์ไว้เป็นของตนเอง ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การคัดลอกโดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mode Port	ตำแหน่งแอดเดรส $F800H + 03H = F803H$
User Port 2 (U11)	แอดเดรส $FC00H + 8255$ Offset Addr = Actual Addr
Port A	ตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 00H = FC00H$
Port B	ตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 01H = FC01H$
Port C	ตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 02H = FC02H$
Mode Port	ตำแหน่งแอดเดรส $FC00H + 03H = FC03H$

ตารางที่ ๑.1 8255 Mode 0 Configuration

Port A (PA0 – PA7)	Port C บน (PC4 – PC7)	Port B (PB0 – PB7)	Port C ล่าง (PC0 – PC3)	Control Code (Hex)
Output	Output	Output	Output	80H
Output	Output	Output	Input	81H
Output	Output	Input	Output	82H
Output	Output	Input	Input	83H
Output	Input	Output	Output	88H
Output	Input	Output	Input	89H
Output	Input	Input	Output	8AH
Output	Input	Input	Input	8BH
Input	Output	Output	Output	90H
Input	Output	Output	Input	91H
Input	Output	Input	Output	92H
Input	Output	Input	Input	93H
Input	Input	Output	Output	98H
Input	Input	Output	Input	99H
Input	Input	Input	Output	9AH
Input	Input	Input	Input	9BH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนที่จะใช้งานพอร์ต 8255 ผู้ใช้ต้องทำการกำหนดโหมดการทำงาน (Configulation) ของพอร์ต A, B และ C ให้เป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต โดยทำการเขียนค่า Control Code ไปที่ Mode Port ซึ่ง Mode Port นี้สามารถเขียนได้เท่านั้นไม่สามารถอ่านได้ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทำงานในโหมด 0 ซึ่งเป็นโหมดที่ใช้งานได้สะดวก และง่ายต่อการทำความเข้าใจ ดังแสดงค่า Control Code ดังตารางที่ จ.1

1.4) แอลซีดีพอร์ต (LCD Port)

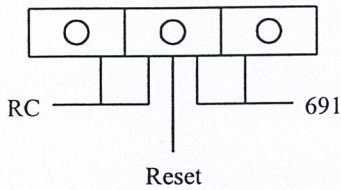
บอร์ด ANT-32 จะมีแอลซีดีพอร์ตให้พร้อมสำหรับการต่อใช้งาน โดยสามารถต่อเข้ากับส่วนแสดงผลแบบผลึกเหลวแบบคอตเมตริกซ์ได้ทันที ซึ่งจะใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 14 ขา และสำหรับการใช้งานแอลซีดีพอร์ตนั้น จะมีการจัดวงจรในแบบเมโมรีแมพ ซึ่งจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่าย โดยจะมองเห็นตำแหน่งต่างๆ ที่สรุปได้ดังนี้

ตำแหน่ง	ลักษณะของพอร์ตที่ติดต่อ
FA00H	สำหรับเขียนคำสั่ง (RS = 0 R/W = 0)
FA01H	สำหรับอ่าน Busy (RS = 0 R/W = 1)
FA02H	สำหรับเขียนข้อมูล (RS = 1 R/W = 0)
FA03H	สำหรับอ่านข้อมูล (RS = 1 R/W = 1)

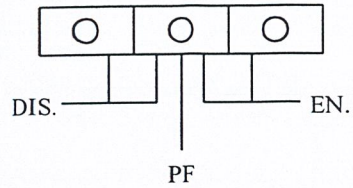
การอ่านค่าแอลซีดีแบบคอตเมตริกซ์นี้ จะสามารถเลือกรุ่นใดๆ ก็ได้ โดยมีจำนวนตัวอักษรต่อบรรทัด และจำนวนบรรทัดตามที่ต้องการ เพราะสายสัญญาณที่ใช้จะใช้แบบเดียวกันหมดจะแตกต่างกันก็ที่โปรแกรมเท่านั้น การนับหมายเลขขั้วต่อของแอลซีดีพอร์ตจะไม่เหมือนการนับทั่วๆ ไปจึงควรดูให้แน่ใจก่อนการต่อใช้งาน อีกประการหนึ่งหมายเลขตัวต่อที่ด้านแอลซีดีก็มักจะมีหลายแบบ คือ อาจจะเป็นแถวคู่หรือแถวเดี่ยวก็ได้ แต่ทั้งนี้หมายเลข 1-14 ของขาสัญญาณก็จะตรงกันหมด กล่าวคือต่อหมายเลขให้ตรงเป็นใช้ได้

1.5) Optional Microprocessor Supervisory Circuits

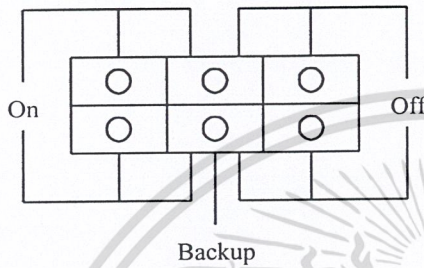
MAX691 Microprocessor Supervisory Circuits เป็นชิพด์ของ Maxim ใช้สำหรับการจัดเกี่ยวกับการมอนิเตอร์เพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply Monitoring) และการควบคุมแบตเตอรี่ (Battery Control) ซึ่งเป็นวงจรในส่วนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ อันได้แก่ Microprocessor Reset, Power Fail Detertor, CMOS RAM Write Protection และ Watchdog Timer ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงรายละเอียดในส่วนต่างๆ ของ MAX691 (U8) เท่าที่จำเป็นต่อการใช้งานกับบอร์ด ANT-32 เท่านั้น



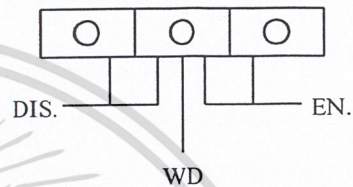
(ก) จัมป์เปอร์ Reset



(ข) จัมป์เปอร์ PF



(ค) จัมป์เปอร์ Backup



(ง) จัมป์เปอร์ WD

รูปที่ จ.2 รูปแบบจัมป์เปอร์แบบต่างๆ ที่จะใช้งานเมื่อเสียบใช้งานชิพด์ MAX691

1.5.1) Microprocessor Reset (จัมป์เปอร์รีเซต)

สัญญาณรีเซตซีพียูบนบอร์ด ANT-32 สามารถเลือกใช้ได้ 2 แหล่ง คือ RC (จากวงจร R/C รีเซต) หรือ 691 (จากวงจรรีเซตของ MAX691) โดยจัมป์เปอร์รีเซต

ถ้าไม่ได้ใช้งาน MAX691 ให้ปรับจัมป์เปอร์ไปที่ตำแหน่ง RC ดังรูปที่ จ.2 (ก) วงจร R/C รีเซตจะทำการรีเซตซีพียูในช่วงเพาเวอร์อัพเท่านั้น ส่วนสัญญาณรีเซตซีพียูของ MAX691 จะทำการรีเซตซีพียูในช่วงเพาเวอร์อัพ และเพาเวอร์ดาวน์ โดยที่ขารีเซตจะเป็นลอจิก “1” เมื่อแรงดัน Vcc ตกลงต่ำกว่า 4.5 โวลต์ และจะเป็นลอจิก “0” หลังจากแรงดัน Vcc สูงกว่า 4.75 โวลต์โดยประมาณ 50 มิลลิวินาที ซึ่งก็หมายความว่าซีพียูจะถูกรีเซตเมื่อจ่ายไฟด้วยพัลส์ที่มีความกว้าง 50 มิลลิวินาที และจะถูกรีเซตอีกครั้งเมื่อไฟตก นอกเหนือแล้วขารีเซตจะถูกใช้เมื่อเลือกใช้งาน Watchdog Timer

1.5.2) Power Fail Detector (จัมป์เปอร์ PF)

วงจรตรวจจับแรงดันไฟตก (Power Fail Detector) สำหรับระบบไมโครฯ นับว่ามีความสำคัญมากกับระบบที่ต้องการเก็บค่าพารามิเตอร์ หรือข้อมูลบางอย่างลงแรมก่อนที่ระบบหยุดทำงาน เพื่อที่ว่าเมื่อระบบเริ่มทำงานใหม่อีกครั้งจะได้นำเอาข้อมูลที่เก็บไว้ก่อนไฟดับมาประมวลผลเพื่อใช้งานต่อไป โครงสร้างภายในของวงจรนี้เป็นวงจร Voltage Comparator โดยรับแรงดันอินพุตที่ต้องการตรวจสอบจากภายนอกเข้าที่ขา PFI (Power Fail Input) นำมาเปรียบเทียบกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอกโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันอ้างอิง (Reference Voltage) 1.3 โวลต์ ซึ่งขาเอาต์พุต คือ ขา PFO (Power Fail Output) จะเป็นลอจิก “0” เมื่อแรงดันที่ขา PFI ต่ำกว่า 13 โวลต์ ขา PFI รับแรงดันมาจากวงจร Voltage Divider ภายนอกซึ่งก็คือ Rx และ Ry โดยทำการตรวจจับแรงดัน Vcc 5 โวลต์ ค่าอัตราส่วนของวงจร Voltage Divider สามารถกำหนดได้จากหลักการที่ว่าแรงดันที่ขา PFI จะตกลงถึงค่า 1.3 โวลต์ก่อนที่แรงดัน +5 โวลต์จากแหล่งจ่ายไฟจะตกลงถึง 4.75 โวลต์ โดยปกติแล้วขา PFO จะต่อเข้ากับขาอินเทอร์รัพท์ของชิพ เพื่อที่ว่าเมื่อเกิดสภาวะไฟตกชิพจะถูกอินเทอร์รัพท์เพื่อให้ชิพไปทำขบวนการนำเอาข้อมูลที่จำเป็นเก็บลงแรมก่อนที่แรงดัน Vcc จะตกลงต่ำกว่า 4.75 โวลต์ และที่แรงดันนี้เองที่ชิพจะถูกรีเซ็ตอีกครั้ง (Power Down Reset)

ขา PFO ของ MAX691 จะต่อเข้ากับ INT1 ของชิพ สามารถเลือกใช้งานวงจร Power Fail Detector นี้ได้ด้วยจัมพ์เปอร์ PF โดยปรับไปที่ EN. (Enable) หรือไม่ใช้งานโดยปรับไปที่ DIS. (Disable) แสดงดังรูปที่ จ.2 (ข)

การคำนวณหาค่า Rx , Ry

กำหนดค่าแรงดัน Vcc ในขณะที่ไฟตกในช่วงที่ชิพยังสามารถทำงานได้ที่ 4.8 โวลต์ และเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณจึงกำหนดค่า Ry = 10 กิโลโอห์ม สามารถคำนวณหาค่า Rx ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} R_x &= (4.8 - 1.3) / (1.3 / R_y) \\ &= 3.5 / (1.3 / 10 \text{ กิโลโอห์ม}) \\ &= 26.923 \text{ กิโลโอห์ม} \end{aligned}$$

เลือกใช้ค่า

$$\begin{aligned} R_x &= 27 \text{ กิโลโอห์ม} \\ R_y &= 10 \text{ กิโลโอห์ม} \end{aligned}$$

* ค่าแรงดัน 4.8 โวลต์ นี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะของงานที่ใช้ *

1.5.3) CMOS RAM Write Protection (จัมพ์เปอร์ Backup)

การสำรองข้อมูล (Data Backup) ของ CMOS RAM (U3) และ RTC (DS1202) ในช่วงไฟดับสำหรับบอร์ด ANT-32 ใช้ MAX691 จัดการในส่วนของแบตเตอรี่ และสัญญาณ Chip Enable ของแรมโดย MAX691 รับแรงดันจากแบตเตอรี่ลิเธียม 3 โวลต์ เข้าที่ขา Vbatt และแรงดัน Vout จาก MAX691 ต่อเข้ากับขา Vcc ของ CMOS RAM และ RTC ในการใช้งานปกติขณะใช้ไฟ 5 โวลต์ ที่ขา Vout จะเสมือนถูกต่อเข้ากับขา Vcc ภายใน MAX691 และจะต่อเข้ากับขา Vbatt เมื่อแรงดัน Vcc ต่ำกว่าแรงดันของแบตเตอรี่ ดังนั้นแบตเตอรี่จะถูกใช้งานเฉพาะในช่วงที่ไฟดับเท่านั้น สำหรับ CMOS RAM เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหายในขณะไฟดับ MAX691 ได้ออกแบบวงจรควบคุมสัญญาณ Chip Enable ของแรม โดยที่ขา CE IN ของ MAX691 รับสัญญาณ Chip Enable มา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจร Address Decoder และสัญญาณที่ขา CE OUT จาก MAX691 จะต่อเข้ากับ Chip Enable ของแรม สัญญาณที่ขา CE OUT จะเป็นไปตามสัญญาณที่ขา CE IN ก็ต่อเมื่อแรงดัน Vcc สูงเกิน 4.65 โวลต์ และจะเป็นลอจิก “1” เมื่อแรงดัน Vcc ต่ำกว่า 4.65 โวลต์ เพื่อป้องกันซีพียูเขียนค่าข้อมูลที่ไม่ถูกต้องลงแรมในระหว่างเพาเวอร์อัพ และเพาเวอร์ดาวน์

การสำรองข้อมูลของแรม (U3) สามารถเลือก On / Off ได้ด้วยจัมป์เปอร์ Backup ซึ่งมีอยู่ 2 ตัว ส่วน RTC นั้นจะทำการสำรองข้อมูลตลอดเวลาไม่สามารถ Off ได้

1.5.4 Watchdog Timer (จัมป์เปอร์ WD)

Watchdog Timer เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงานของระบบไมโครฯ ว่าทำงานในสถานะปกติหรือไม่ ถ้าระบบทำงานผิดปกติหรือเกิดการแฮงค์ วงจรส่วนนี้จะทำการรีเซ็ตซีพียูให้เริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง Watchdog Timer จึงมีความสำคัญ และจำเป็นมากสำหรับระบบไมโครฯ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มเสถียรภาพการทำงานของระบบให้ดียิ่งขึ้น

หลักการทำงานของ Watchdog Timer ก็คือ ซีพียูต้องส่งสัญญาณไปกระตุ้นที่ขา WDI (Watchdog Input) ของ MAX691 โดยใช้พอร์ต P1.7 ที่ขา Osc In และ Osc Set ของ MAX691 ไม่ได้ต่อใช้งาน (ปล่อยลอยไว้) ซีพียูต้องทำการเปลี่ยนสถานะ (Toggle) ที่ขา WDI ทุกๆ 1.6 วินาที (Watchdog Timer Period = 1.6 วินาที) โดยใช้คำสั่ง CPL P1.7 เพื่อให้แน่ใจว่าซอฟต์แวร์ได้ทำงานอย่างถูกต้อง ถ้าฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์เกิดทำงานผิดพลาด ซึ่งจะมีผลให้สถานะที่ขา WDI ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาที่กำหนดไว้ MAX691 จะส่งสัญญาณรีเซ็ตเป็นพัลส์บวกที่ขา รีเซ็ตกว้าง 50 มิลลิวินาที เพื่อรีเซ็ตให้ซีพียูกลับไปทำงานใหม่อีกครั้ง และที่ขา รีเซ็ตนี้จะส่งพัลส์รีเซ็ตออกมา ทุกๆ 1.6 วินาทีจนกว่าจะมีการเปลี่ยนสถานะที่ขา WDI อีกครั้ง

ตารางที่ จ.2 การเลือกค่า Reset Pulse Width และ Watchdog Timeout

Osc Set	Osc In	Watchdog Timeout Period		Reset Timeout Period
		Normal	After Reset	
ขา 8	ขา 7	1.6 Sec	1.6 sec	50 ms
Floating	Floating	(400ms/47pF)Cx	(1.6sec/47pF)Cx	(200ms/47pF)Cx
Low	Cx			

การใช้งาน Watchdog Timer สามารถเลือกใช้งานได้ด้วยจัมป์เปอร์ WD โดยปรับไปที่ EN. (Enable) เมื่อต้องการใช้งาน หรือปรับไปที่ DIS. (Disable) เมื่อไม่ต้องการใช้ ดังรูปที่ จ.2 (ง)

และในกรณีต้องการเปลี่ยนค่า Watchdog Timer Period เป็นค่าอื่น สามารถกระทำได้โดยต่อสายเอกสารเป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการศึกษาในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัมพ์ที่ขา Osc Set (ขา 8) ต่อลงกราวด์ และเพิ่มคาปาซิเตอร์ Cx ที่ขา 7 ตามตำแหน่งที่พิมพ์ไว้บนบอร์ด ANT-32 ซึ่งจะมีผลทำให้ค่าความกว้างของพัลส์รีเซ็ต (Reset Timeout Period) เปลี่ยนไปตามค่า Cx ด้วยดังแสดงไว้ในตารางที่ จ.2

1.6) Potional Real Time Clock & Calendar

สำหรับการใช้งานระบบไมโครฯ ที่มีเวลามาเกี่ยวข้องกับด้วย จำเป็นต้องมีวงจรในส่วนที่ทำหน้าที่เป็น RTC (Real Time Clock) คือนาฬิกาเวลาจริง ซึ่งบอร์ด ANT-32 ใช้ชิพ RTC เบอร์ DS1202 Serial Timekeeper Chip ของ Dallas Semiconductor โดยต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกเล็กน้อย และที่สำคัญ คือ ไม่ต้องทำการปรับแต่ง ซึ่งเมื่อจะใช้งาน RTC นี้ต้องมีชิพ DS1202 และ MAX691 รวมทั้งคริสตอล 32.768 กิโลเฮิร์ตซ์ และแบตเตอรี่ลิเทียมบนบอร์ด ANT-32 ด้วย

ตารางที่ จ.3 Command Bytes/Definition

Register	Function	Command Address (Hex)	Write=W Read=R	Range Data (BCD)	Register Definition							
					7	6	5	4	3	2	1	0
0	Seconds	80	W	00-59	ch	10 Sec				Sec		
		81	R									
1	Minutes	82	W	00-59	0	10 in				Min		
		83	R									
2	12 hrs	84	W	01-12	12	0	A	Hr	Hour			
	24 hrs	85	R	00-23	24	0	p	Hr				
3	Date	86	W	01-31	0	0	10 Date		Date			
		87	R									
4	Month	88	W	01-12	0	0	0	10	Mouth			
		89	R					M				
5	Day	8A	W	01-07	0	0	0	0	Day			
		8B	R									
6	Year	8C	W	00-99	10 Year				Year			
		8D	R									
7	Write	8E	W	00-80	wp	Always zero						
	Protect	8F	R									

DS1202 (U7) ประกอบไปด้วย Real Time Clock/Calendar และสแตติกแรมขนาด 24 ไบต์ ทำการอินเตอร์เฟสกับซีพียูในแบบอนุกรม โดยใช้สายเพียง 3 เส้น คือ (1) ขา RST[®] (Reset), (2) ขา I/O (Data line) และ (3) ขา SCLK (Serial clock) ขาสัญญาณทั้ง 3 นี้จะต่อเข้ากับขา P1.6, P1.4 และ P1.5 ของซีพียูตามลำดับ เมื่อต้องการทราบค่าเวลาซีพียูต้องทำการเวลาจาก RTC เพราะว่า DS1202 ไม่มีขาสำหรับไปอินเทอร์รัพท์กับซีพียูสามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลของคล็อกหรือแรม ได้ 2 วิธี คือ Single – Byte และ Multiple – Byte โดยทั้ง 2 วิธีซีพียูต้องส่ง Command Byte (8 บิต) ให้ DS1202 เพื่อบอกให้ DS1202 ทราบว่าจะทำการเขียนหรืออ่านคล็อกหรือแรมพร้อมตำแหน่ง และตามด้วยข้อมูลในเวลาที่กำลังติดต่อกับ DS1202 สัญญาณที่ขา RST[®] ต้องเป็นลอจิก “1” ขา SCLK จะเป็นสัญญาณ Serial Clock เพื่อทำการเขียนหรืออ่านข้อมูล โดยจะใช้สัญญาณคล็อก 1 ลูกสำหรับข้อมูล 1 บิต ส่วนขาอินพุต/เอาต์พุตเป็นข้อมูลอนุกรม โดยจะเป็นอินพุตเมื่อทำการเขียน และเป็นเอาต์พุตเมื่อทำการอ่าน โดยข้อมูลที่จะเขียนหรืออ่านนี้จะเริ่มจากบิต 0 และจบด้วย บิต 7 ค่าของ Command Byte ในการเขียน และอ่านคล็อกหรือแรมแสดงไว้ดังตารางที่ จ.3

ตารางที่ จ.4 Memory Map ของ ANT-32

0000H	U2 (0000H – 7FFFH) Code Program EPROM 2764 27128 27256		U3 (0000H – 7FFFH) Data Memory RAM (Backup) 6264 62256	
8000H	U4 (8000H – F7FFFH) Code and Data Memory EPROM EEPROM RAM 2764 2864 6264 27256 28256 62256			
F800H	U10 (F800H – F9FFFH) 8255 User Port 1			
FA00H	(FA00H – FBFFFH) Lcd Port			
FC00H	U11 (FC00H – FDFFFF) 8255 User Port 2			
FE00H	Reserve			
FFFFH				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7) แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

การใช้งานบอร์ด ANT-32 ผู้ใช้ต้องเขียนโปรแกรมควบคุมที่เรียกกันว่า “มอนิเตอร์” โปรแกรมขึ้นมาโดยเฉพาะเพื่อทำให้งานที่ต้องการพัฒนาสำเร็จได้ ในขั้นตอนการพัฒนานี้เองที่เป็นจุดเด่นของ ANT-32 โดยมีโปรแกรมให้เลือก 2 ลักษณะด้วยกัน คือ REM31 และเบสิก 32 หลักการของทั้ง 2 โปรแกรม ก็คือ ให้ผู้ใช้นำอีพรอมที่บรรจุโปรแกรมนี้ไปเสียบลงบนบอร์ด ANT-32 ที่ตำแหน่งหน่วยความจำ U2 (อีพรอม) แล้วทำการต่อสาย Serial Port ระหว่างบอร์ด ANT-32 กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (PC, XT, AT, PS/2) จากนั้นที่เครื่องพีซีให้ใช้โปรแกรมสำหรับการสื่อสารข้อมูลอนุกรม (ให้มาพร้อม REM31 และเบสิก 32) ผู้ใช้จะสามารถติดต่อกับบอร์ด ANT-32 ได้ ตามลักษณะของโปรแกรมที่ใช้ดังนี้

REM31 (8031 Remote Monitor) ใช้พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีด้วย REM31 ผู้ใช้จะมีชุดคำสั่งในการพัฒนาโปรแกรมถึง 19 คำสั่ง ลักษณะคำสั่งจะคล้ายคลึงกับคำสั่งดีบักของคอส ทำให้ผู้ที่คุ้นเคยอยู่ก่อนแล้วจะใช้งานได้ง่ายขึ้น REM31 ใช้กับซีพียูได้ทั้งเบอร์ 8031 และ 8032

เบสิก 32 (8032 Basic Interpreter) ใช้พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาเบสิกกับซีพียู 8032 ภาษาเบสิกตัวนี้ก็คือตัวเดียวกับเบสิก-52 ของอินเทลนั่นเอง โดยเบสิก 32 นี้ยังได้เปลี่ยนแปลง และเพิ่มเติมคำสั่งใหม่เข้าไปเพื่อให้เหมาะกับบอร์ด ANT-32 ยิ่งขึ้น

และในกรณีที่ผู้ใช้มีอีพรอมอีมูเลเตอร์ (Eprom Emulator : EE-232) ก็สามารถใช้พัฒนาโปรแกรมได้ทั้งภาษาแอสเซมบลีโดยใช้โปรแกรม 8051 Assembler หรือภาษาซีโดยใช้โปรแกรม 8051 Compiler ซึ่งทั้งสองโปรแกรมจำเป็นต้องใช้เครื่องพีซีช่วยในการพัฒนาโปรแกรมด้วยเช่นกัน

2) เครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือ

2.1) Default Values Operating Parameters

Function	Default Values
Scanning MODE selection	Trigger mode
Header and Trailer	None
Inter-Message Delay	Normal
Inter-Character Delay	Normal
Message/Block Mode Selection	Message
Send Command in Block Mode Communication	Disable
Good Read Beeper Tone Selection	2.3 kHz/50 msec
Code Identifier Transmitting	Disable

2.2) Predefined Bar Code Identifiers

Code 39 bar code identifier code	M
ITF 2 of 5 bar code identifier code	I
Chinese post code identifier code	H
UPC-E bar code identifier code	E
UPC-A bar code identifier code	A
EAN-13 bar code identifier code	F
EAN-8 bar code identifier code	FF
Codabar bar code identifier code	N
Code 128 bar code identifier code	K
Code 93 bar code identifier code	L
MSI bar code identifier code	P
MATRIX 25 bar code identifier code	G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) Default Values of Keyboard Emulation Parameters Setting

Function	Default Values
Keyboard Type Selection	IBM PC/AT USA
Message Terminator	Enter/Carriage Return

2.4) Default Values of RS-232C Serial Communication Parameters

Function	Default Values
Handshaking Protocol	None
ACK/NAK Response Time Setting	300 msec
Baud Rate	9600
Data Bit	8
Stop Bit	1
Parity	Mark
Message Terminator Selection	CR/LF

2.5) Default Values of Wand Emulation Parameters

Function	Default Values
Wand Emulation Speed	Normal
Wand Emulation Output	Black = High

Note : For wand emulation, the configuration is only effective for the items with asterisk

2.6) Default Values of Decoding Parameters

Function	Code	Default Value
Reading Codes Selection	Code 39	Enable
	ITF 2 of 5	Enable
	Chinese Post Code	Disable
	UPC/EAN/JAN	Enable
	Codabar	Enable
	MSI	Disable
	Code 128	Enable
	Code 93	Enable
	ITAT	Disable
	EAN-128	Disable
	MATRIX 25	Disable
	Italian Pharmacy	Disable
ISSN/ISBN	Disable	
Code 39	Codes	Standard
	Start/Stop Charcters	Not Transmitting
	Check digit	Disabled
	Concatenation	Off
Interleaved 2 of 5	Length	6-32 digits
	Check digit	Disable
Chinese Post Code	Length	10-16 digits
	Check digit	Transmit
Codabar	Type	Standard
	Start/Stop Characters	A, B, C, D
	Length	6-32 digits
Code 128	FNC 2 Append	Disable
	Check digits	Disable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Function	Code	Default Value
UPC/EAN/JAN	Format	All
	Addendum	Disable
	UPC-E = UPC-A	Disabled
	UPC-A Leading digit	Transmit
	UPC-A Check digit	Transmit
	UPC-E Leading digit	Transmit
	UPC-E Check digit	Transmit
MSI	Length	Variable
	Check digit	Transmit
Italian Pharmacy	Transmit "A" Character	Not Transmitting
MATRIX 25	Length	Fix 10 digits
	Check digit	Disable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

General Description

The MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E line drivers/receivers are designed for RS-232 and V.28 communications in harsh environments. Each transmitter output and receiver input is protected against ±15kV electrostatic discharge (ESD) shocks, without latching. The various combinations of features are outlined in the *Selection Guide*. The drivers and receivers for all ten devices meet all EIA/TIA-232E and CCITT V.28 specifications at data rates up to 120kbps, when loaded in accordance with the EIA/TIA-232E specification.

The MAX211E/MAX213E/MAX241E are available in 28-pin SO packages, as well as a 28-pin SSOP that uses 60% less board space. The MAX202E/MAX232E come in 16-pin narrow SO, wide SO, and DIP packages. The MAX203E comes in a 20-pin DIP/SO package, and needs no external charge-pump capacitors. The MAX205E comes in a 24-pin wide DIP package, and also eliminates external charge-pump capacitors. The MAX206E/MAX207E/MAX208E come in 24-pin SO, SSOP, and narrow DIP packages. The MAX232E/MAX241E operate with four 1µF capacitors, while the MAX202E/MAX206E/MAX207E/MAX208E/MAX211E/MAX213E operate with four 0.1µF capacitors, further reducing cost and board space.

Applications

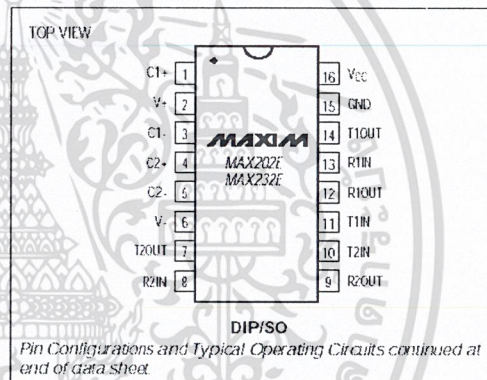
Notebook, Subnotebook, and Palmtop Computers
 Battery-Powered Equipment
 Hand-Held Equipment

Ordering information appears at end of data sheet.

Features

- ◆ ESD Protection for RS-232 I/O Pins:
 - ±15kV—Human Body Model
 - ±8kV—IEC1000-4-2, Contact Discharge
 - ±15kV—IEC1000-4-2, Air-Gap Discharge
- ◆ Latchup Free (unlike bipolar equivalents)
- ◆ Guaranteed 120kbps Data Rate—LapLink™ Compatible
- ◆ Guaranteed 3V/µs Min Slew Rate
- ◆ Operate from a Single +5V Power Supply

Pin Configurations



Selection Guide

PART	No. of RS-232 DRIVERS	No. of RS-232 RECEIVERS	RECEIVERS ACTIVE IN SHUTDOWN	No. of EXTERNAL CAPACITORS	LOW-POWER SHUTDOWN	TTL THREE-STATE
MAX202E	2	2	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX203E	2	2	0	None	No	No
MAX205E	5	5	0	None	Yes	Yes
MAX206E	4	3	0	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX207E	5	3	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX208E	4	4	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX211E	4	5	0	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX213E	4	5	2	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX232E	2	2	0	4 (1µF)	No	No
MAX241E	4	5	0	4 (1µF)	Yes	Yes

LapLink is a registered trademark of Traveling Software, Inc.

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{CC}	-0.3V to +6V	20-Pin SO (derate 10.00mW/°C above +70°C).....	800mW
V ₊	(V _{CC} - 0.3V) to +14V	24-Pin Narrow Plastic DIP	
V ₋	-14V to +0.3V	(derate 13.33mW/°C above +70°C).....	1.07W
Input Voltages		24-Pin Wide Plastic DIP	
T _{IN}	-0.3V to (V ₋ + 0.3V)	(derate 14.29mW/°C above +70°C).....	1.14W
R _{IN}	±30V	24-Pin SO (derate 11.76mW/°C above +70°C).....	941mW
Output Voltages		24-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C).....	640mW
T _{OUT}	(V ₋ - 0.3V) to (V ₊ + 0.3V)	28-Pin SO (derate 12.50mW/°C above +70°C).....	1W
R _{OUT}	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	28-Pin SSOP (derate 9.52mW/°C above +70°C).....	762mW
Short-Circuit Duration, T _{OUT}	Continuous	Operating Temperature Ranges	
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)		MAX2 ₁ ..E.C.....	0°C to +70°C
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C).....	842mW	MAX2 ₁ ..E.E.....	-40°C to -85°C
16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C).....	696mW	Storage Temperature Range.....	-65°C to +155°C
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C).....	762mW	Lead Temperature (soldering, 10sec).....	+300°C
20-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C).....	889mW		

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +5V ±10% for MAX202E/206E/208E/211E/213E/232E/241E; V_{CC} = +5V ±5% for MAX203E/205E/207E; C₁-C₄ = 0.1µF for MAX202E/206E/207E/208E/211E/213E; C₁-C₄ = 1µF for MAX232E/241E; T_A = T_{MIN} to T_{MAX}; unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DC CHARACTERISTICS						
V _{CC} Supply Current	I _{CC}	No load, T _A = +25°C	MAX202E/203E	8	15	mA
			MAX205E-208E	11	20	
			MAX211E/213E	14	20	
			MAX232E	5	10	
			MAX241E	7	15	
Shutdown Supply Current	I _{SD}	T _A = +25°C, Figure 1	MAX205E/206E	1	10	µA
			MAX211E/241E	1	10	
			MAX213E	15	50	
LOGIC						
Input Pull-Up Current	I _{IPL}	T _{IN} = 0V (MAX205E-208E/211E/213E/241E)		15	200	µA
Input Leakage Current	I _{IL}	T _{IN} = 0V to V _{CC} (MAX202E/203E/232E)		±10		µA
Input Threshold Low	V _{IL}	T _{IN} : EN, SHDN (MAX213E) or EN, SHDN (MAX205E-208E/211E/241E)			0.8	V
Input Threshold High	V _{IH}	T _{IN}	2.0			V
		EN, SHDN (MAX213E) or EN, SHDN (MAX205E-208E/211E/241E)	2.4			V
Output Voltage Low	V _{OL}	R _{OUT} : I _{OUT} = 3.2mA (MAX202E/203E/232E) or I _{OUT} = 1.6mA (MAX205E/208E/211E/213E/241E)			0.4	V
Output Voltage High	V _{OH}	R _{OUT} : I _{OUT} = -1.0mA	3.5	V _{CC} - 0.4		V
Output Leakage Current	I _{OL}	EN = V _{CC} , EN = 0V, 0V ≤ R _{OUT} ≤ V _{CC} , MAX205E-208E/211E/213E/241E outputs disabled	±0.05	±10		µA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +5V ±10% for MAX202E/206E/208E/211E/213E/232E/241E; V_{CC} = +5V ±5% for MAX203E/205E/207E; C₁-C₄ = 0.1µF for MAX202E/205E/207E/208E/211E/213E; C₁-C₄ = 1µF for MAX232E/241E; T_A = T_{MIN} to T_{MAX}; unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
EIA/TIA-232E RECEIVER INPUTS						
Input Voltage Range			-30		30	V
Input Threshold Low		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V All parts, normal operation MAX213E, SHDN = 0V, EN = V _{CC}	0.8	1.2		V
Input Threshold High		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V All parts, normal operation MAX213E (R4, R5), SHDN = 0V, EN = V _{CC}		1.7	2.4	V
Input Hysteresis		V _{CC} = 5V, no hysteresis in shutdown	0.2	0.5	1.0	V
Input Resistance		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V	3	5	7	kΩ
EIA/TIA-232E TRANSMITTER OUTPUTS						
Output Voltage Swing		All drivers loaded with 3kΩ to ground (Note 1)	±5	±9		V
Output Resistance		V _{CC} = V ₊ = V ₋ = 0V, V _{OUT} = ±2V	300			Ω
Output Short-Circuit Current				±10	±60	mA
TIMING CHARACTERISTICS						
Maximum Data Rate		R _L = 3kΩ to 7kΩ, C _L = 50pF to 1000pF, one transmitter switching	120			kbps
Receiver Propagation Delay	¹ PLHR, ¹ PHLR	C _L = 150pF All parts, normal operation MAX213E (R4, R5), SHDN = 0V, EN = V _{CC}		0.5	10	µs
Receiver Output Enable Time		MAX205E/206E/211E/213E/241E normal operation, Figure 2		600		ns
Receiver Output Disable Time		MAX205E/206E/211E/213E/241E normal operation, Figure 2		200		ns
Transmitter Propagation Delay	¹ PLHT, ¹ PHLT	R _L = 3kΩ, C _L = 2500pF, all transmitters loaded		2		µs
Transition-Region Slew Rate		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V, R _L = 3kΩ to 7kΩ, C _L = 50pF to 1000pF, measured from -3V to +3V or +3V to -3V, Figure 3	3	6	30	V/µs
ESD PERFORMANCE: TRANSMITTER OUTPUTS, RECEIVER INPUTS						
ESD-Protection Voltage		Human Body Model		±15		kV
		IEC1000-4-2, Contact Discharge		±8		
		IEC1000-4-2, Air-Gap Discharge		±15		

Note 1: MAX211EE __ tested with V_{CC} = +5V ±5%.

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

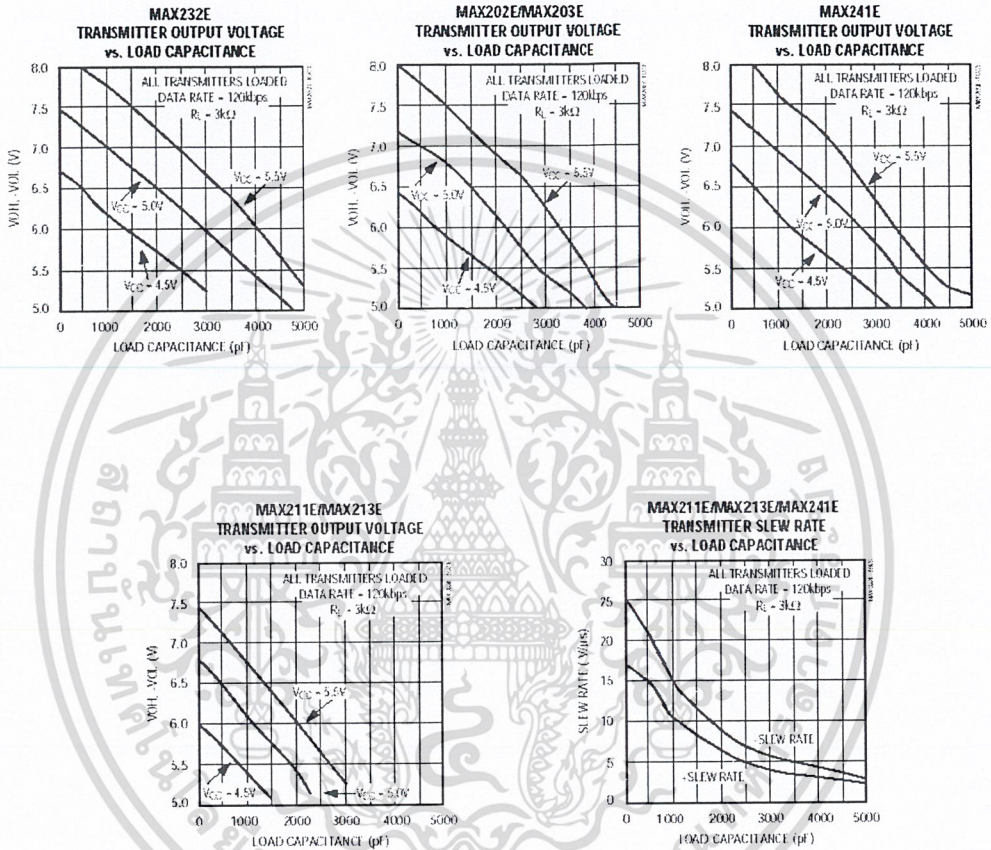
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

Typical Operating Characteristics

(Typical Operating Circuits, $V_{CC} = +5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



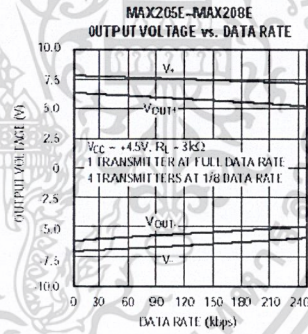
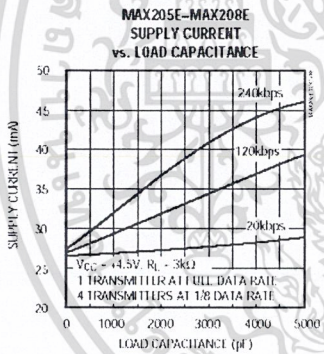
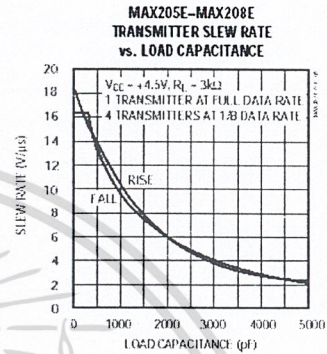
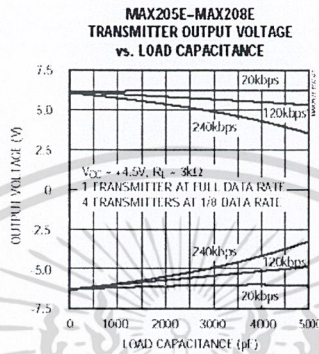
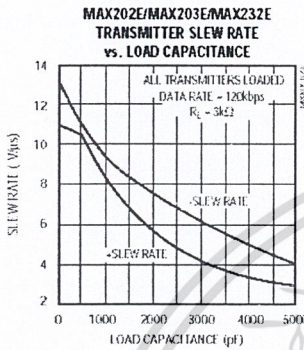
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Typical Operating Characteristics (continued)

(Typical Operating Circuits, $V_{CC} = +5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Descriptions

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

MAX202E/MAX232E

PIN		NAME	FUNCTION
DIP/SO	LCC		
1, 3	2, 4	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
2	3	V+	+2V _{CC} voltage generated by the charge pump
4, 5	5, 7	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
6	8	V-	-2V _{CC} voltage generated by the charge pump
7, 14	9, 18	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
8, 13	10, 17	R_IN	RS-232 Receiver Outputs
9, 12	12, 15	R_OUT	RS-232 Receiver Outputs
10, 11	13, 14	T_IN	RS-232 Driver Inputs
15	19	GND	Ground
16	20	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply Voltage Input
—	1, 6, 11, 16	N.C.	No Connect— not internally connected.

MAX203E

PIN		NAME	FUNCTION
DIP	SO		
1, 2	1, 2	T_IN	RS-232 Driver Inputs
3, 20	3, 20	R_OUT	RS-232 Receiver Outputs
4, 19	4, 19	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 18	5, 18	T_OUT	RS-232 Transmitter Outputs
6, 9	6, 9	GND	Ground
7	7	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply Voltage Input
8	13	C1+	Make no connection to this pin.
10, 16	11, 16	C2-	Connect pins together.
12, 17	10, 17	V-	-2V _{CC} voltage generated by the charge pump. Connect pins together.
13	14	C1-	Make no connection to this pin.
14	8	V+	+2V _{CC} voltage generated by the charge pump.
11, 15	12, 15	C2+	Connect pins together.

MAX205E

PIN	NAME	FUNCTION
1-4, 19	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
5, 10, 13, 18, 24	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
6, 9, 14, 17, 23	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
7, 8, 15, 16, 22	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
11	GND	Ground
12	V _{CC}	+4.75V to +5.25V Supply Voltage
20	EN	Receiver Enable— active low
21	SHDN	Shutdown Control— active high

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers**Pin Descriptions (continued)****MAX206E**

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 3, 24	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
4, 16, 23	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 17, 22	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
6, 7, 18, 19	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
8	GND	Ground
9	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply Voltage
10, 12	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
11	V+	+2V _{CC} generated by the charge pump
13, 14	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
15	V-	-2V _{CC} generated by the charge pump
20	EN	Receiver Enable—active low
21	SHDN	Shutdown Control—active high

MAX207E

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 3, 20, 24	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
4, 16, 23	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 17, 22	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
6, 7, 18, 19, 21	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
8	GND	Ground
9	V _{CC}	+4.75V to +5.25V Supply Voltage
10, 12	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
11	V+	+2V _{CC} generated by the charge pump
13, 14	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
15	V-	-2V _{CC} generated by the charge pump

MAX208E

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 20, 24	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
3, 7, 16, 23	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
4, 6, 17, 22	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
5, 18, 19, 21	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
8	GND	Ground
9	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply Voltage
10, 12	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
11	V+	+2V _{CC} generated by the charge pump
13, 14	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
15	V-	-2V _{CC} generated by the charge pump

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Descriptions (continued)

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

MAX211E/MAX213E/MAX241E

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 3, 28	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
4, 9, 18, 23, 27	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 8, 19, 22, 26	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. For the MAX213E, receivers R4 and R5 are active in shutdown mode when EN = 1. For the MAX211E and MAX241E, all receivers are inactive in shutdown.
6, 7, 20, 21	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Only the MAX211E, MAX213E, and MAX241E have internal pull-ups to V _{CC} .
10	GND	Ground
11	V _{CC}	-4.5V to -5.5V Supply Voltage
12, 14	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
13	V+	+2V _{CC} voltage generated by the charge pump
15, 16	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
17	V-	-2V _{CC} voltage generated by the charge pump
24	EN	Receiver Enable—active low (MAX211E, MAX241E)
	EN	Receiver Enable—active high (MAX213E)
25	SHDN	Shutdown Control—active high (MAX211E, MAX241E)
	SHDN	Shutdown Control—active low (MAX213E)

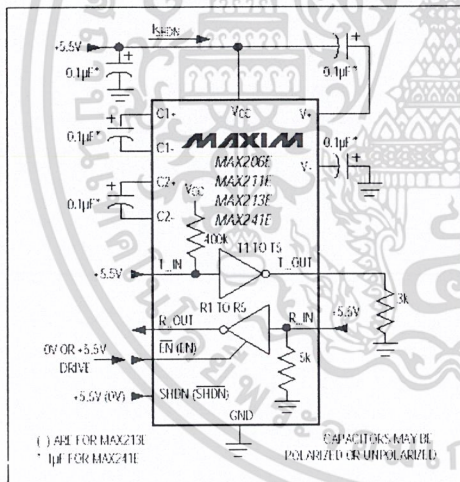


Figure 1. Shutdown-Current Test Circuit (MAX206E, MAX211E/MAX213E/MAX241E)

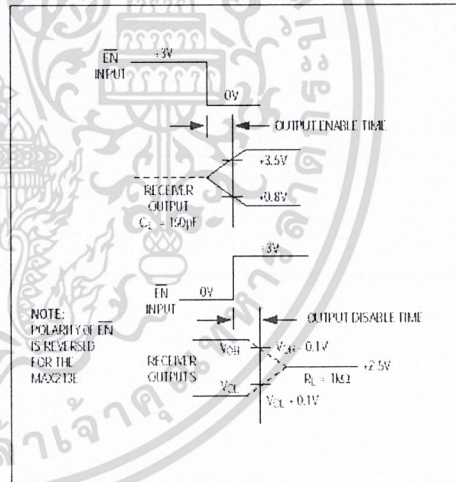


Figure 2. Recover, Output Enable and Disable Timing (MAX206E/MAX206U/MAX211E/MAX213E/MAX241E)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

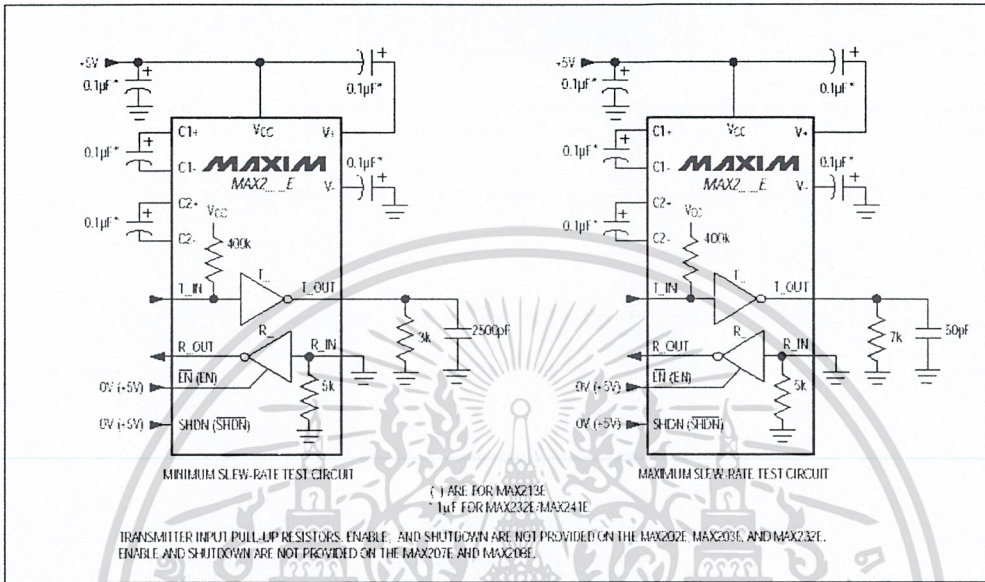


Figure 3. Transition Slew Rate Circuit.

Detailed Description

The MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E consist of three sections: charge-pump voltage converters, drivers (transmitters), and receivers. These E versions provide extra protection against ESD. They survive ±15kV discharges to the RS-232 inputs and outputs, tested using the Human Body Model. When tested according to IEC1000-4-2, they survive ±8kV contact-discharges and ±15kV air-gap discharges. The rugged E versions are intended for use in harsh environments or applications where the RS-232 connection is frequently changed (such as notebook computers). The standard (non-"E") MAX202, MAX203, MAX205-MAX208, MAX211, MAX213, MAX232, and MAX241 are recommended for applications where cost is critical.

+5V to ±10V Dual Charge-Pump Voltage Converter

The +5V to ±10V conversion is performed by dual charge-pump voltage converters (Figure 4). The first charge-pump converter uses capacitor C1 to double the +5V into +10V, storing the +10V on the output filter capacitor C3. The second uses C2 to invert the +10V

into -10V, storing the -10V on the V- output filter capacitor, C4.

In shutdown mode, V+ is internally connected to Vcc by a 1kΩ pull-down resistor, and V- is internally connected to ground by a 1kΩ pull-up resistor.

RS-232 Drivers

With Vcc = 5V, the typical driver output voltage swing is ±8V when loaded with a nominal 5kΩ RS-232 receiver. The output swing is guaranteed to meet EIA/TIA-232E and V.28 specifications that call for ±5V minimum output levels under worst-case conditions. These include a 3kΩ load, minimum Vcc, and maximum operating temperature. The open-circuit output voltage swings from (V+ - 0.6V) to V-.

Input thresholds are CMOS/TTL compatible. The unused drivers' inputs on the MAX205E-MAX208E, MAX211E, MAX213E, and MAX241E can be left unconnected because 400kΩ pull-up resistors to Vcc are included on-chip. Since all drivers invert, the pull-up resistors force the unused drivers' outputs low. The MAX202E, MAX203E, and MAX232E do not have pull-up resistors on the transmitter inputs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

When in low-power shutdown mode, the MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX213E/MAX241E driver outputs are turned off and draw only leakage currents—even if they are back-driven with voltages between 0V and 12V. Below -0.5V in shutdown, the transmitter output is diode-clamped to ground with a 1kΩ series impedance.

RS-232 Receivers

The receivers convert the RS-232 signals to CMOS-logic output levels. The guaranteed 0.8V and 2.4V receiver input thresholds are significantly tighter than the ±3V thresholds required by the EIA/TIA-232E specification. This allows the receiver inputs to respond to TTL/CMOS-logic levels, as well as RS-232 levels.

The guaranteed 0.8V input low threshold ensures that receivers shorted to ground have a logic 1 output. The 5kΩ input resistance to ground ensures that a receiver with its input left open will also have a logic 1 output.

Receiver inputs have approximately 0.5V hysteresis. This provides clean output transitions, even with slow rise/fall-time signals with moderate amounts of noise and ringing.

In shutdown, the MAX213E's R4 and R5 receivers have no hysteresis.

Shutdown and Enable Control (MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX213E/MAX241E)

In shutdown mode, the charge pumps are turned off. V+ is pulled down to VCC, V- is pulled to ground, and the transmitter outputs are disabled. This reduces supply current typically to 1μA (15μA for the MAX213E). The time required to exit shutdown is under 1ms, as shown in Figure 5.

Receivers

All MAX213E receivers, except R4 and R5, are put into a high-impedance state in shutdown mode (see Tables 1a and 1b). The MAX213E's R4 and R5 receivers still function in shutdown mode. These two awake-in-shutdown receivers can monitor external activity while maintaining minimal power consumption.

The enable control is used to put the receiver outputs into a high-impedance state, to allow wire-OR connection of two EIA/TIA-232E ports (or ports of different types) at the UART. It has no effect on the RS-232 drivers or the charge pumps.

Note: The enable control pin is active low for the MAX211E/MAX241E (EN), but is active high for the MAX213E (EN). The shutdown control pin is active high for the MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX241E (SHDN), but is active low for the MAX213E (SHDN).

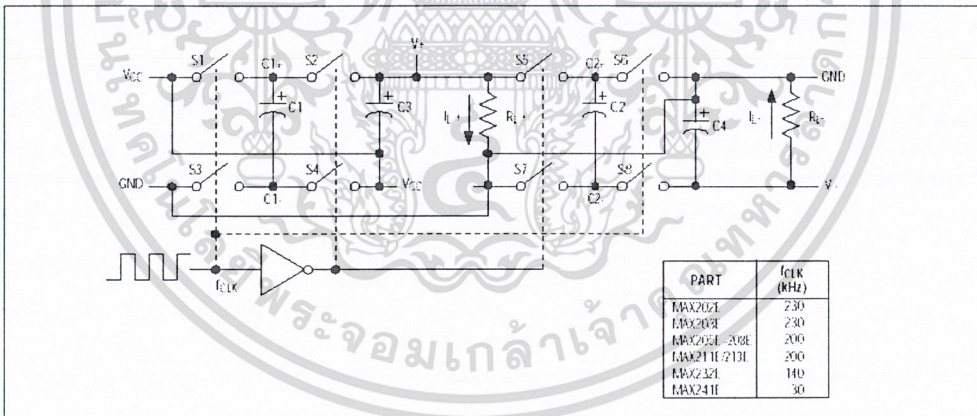


Figure 4. Charge-Pump Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

The MAX213E's receiver propagation delay is typically 0.5µs in normal operation. In shutdown mode, propagation delay increases to 4µs for both rising and falling transitions. The MAX213E's receiver inputs have approximately 0.5V hysteresis, except in shutdown, when receivers R4 and R5 have no hysteresis.

When entering shutdown with receivers active, R4 and R5 are not valid until 80µs after SHDN is driven low. When coming out of shutdown, all receiver outputs are invalid until the charge pumps reach nominal voltage levels (less than 2ms when using 0.1µF capacitors).

±15kV ESD Protection

As with all Maxim devices, ESD-protection structures are incorporated on all pins to protect against electrostatic discharges encountered during handling and assembly. The driver outputs and receiver inputs have extra protection against static electricity. Maxim's engineers developed state-of-the-art structures to protect these pins against ESD of ±15kV without damage. The ESD structures withstand high ESD in all states: normal operation, shutdown, and powered down. After an ESD event, Maxim's E versions keep working without latchup, whereas competing RS-232 products can latch and must be powered down to remove latchup.

ESD protection can be tested in various ways; the transmitter outputs and receiver inputs of this product family are characterized for protection to the following limits:

- 1) ±15kV using the Human Body Model
- 2) ±8kV using the contact-discharge method specified in IEC1000-4-2
- 3) ±15kV using IEC1000-4-2's air-gap method.

ESD Test Conditions

ESD performance depends on a variety of conditions. Contact Maxim for a reliability report that documents test set-up, test methodology, and test results.

Human Body Model

Figure 6a shows the Human Body Model, and Figure 6b shows the current waveform it generates when discharged into a low impedance. This model consists of a 100pF capacitor charged to the ESD voltage of interest, which is then discharged into the test device through a 1.5kΩ resistor.

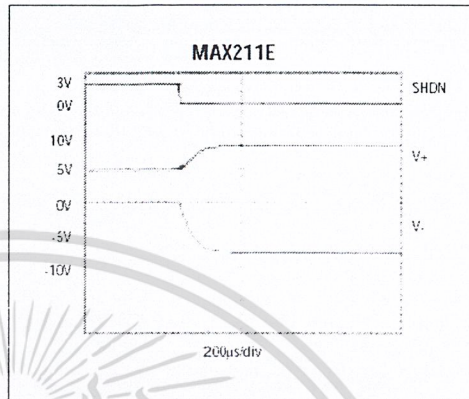


Figure 5. MAX211E V+ and V- when Exiting Shutdown (0.1µF capacitors)

Table 1a. MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX241E Control Pin Configurations

SHDN	EN	OPERATION STATUS	Tx	Rx
0	0	Normal Operation	All Active	All Active
0	1	Normal Operation	All Active	All High-Z
1	X	Shutdown	All High-Z	All High-Z

X = Don't Care

Table 1b. MAX213E Control Pin Configurations

SHDN	EN	OPERATION STATUS	Tx 1-4	Rx	
				1-3	4, 5
0	0	Shutdown	All High-Z	High-Z	High-Z
0	1	Shutdown	All High-Z	High-Z	Active*
1	0	Normal Operation	All Active	High-Z	High-Z
1	1	Normal Operation	All Active	Active	Active

*Active = active with reduced performance

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

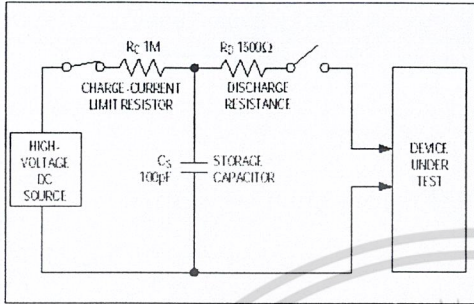


Figure 6a. Human Body ESD Test Model

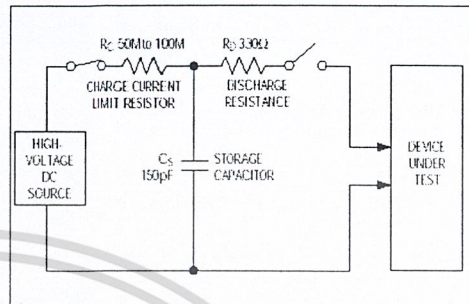


Figure 7a. IEC1000-4-2 ESD Test Model

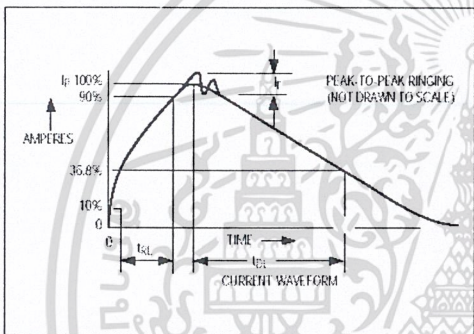


Figure 6b. Human Body Model Current Waveform

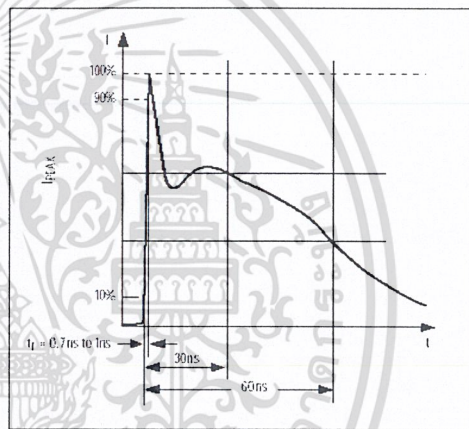


Figure 7b. IEC1000-4-2 ESD Generator Current Waveform

IEC1000-4-2

The IEC1000-4-2 standard covers ESD testing and performance of finished equipment; it does not specifically refer to integrated circuits. The MAX202E/MAX203E-MAX213E, MAX232E/MAX241E help you design equipment that meets level 4 (the highest level) of IEC1000-4-2, without the need for additional ESD-protection components.

The major difference between tests done using the Human Body Model and IEC1000-4-2 is higher peak current in IEC1000-4-2, because series resistance is lower in the IEC1000-4-2 model. Hence, the ESD withstand voltage measured to IEC1000-4-2 is generally lower than that measured using the Human Body Model. Figure 7b shows the current waveform for the 8kV IEC1000-4-2 level-four ESD contact-discharge test.

The air-gap test involves approaching the device with a charged probe. The contact-discharge method connects the probe to the device before the probe is energized.

Machine Model

The Machine Model for ESD tests all pins using a 200pF storage capacitor and zero discharge resistance. Its objective is to emulate the stress caused by contact that occurs with handling and assembly during manufacturing. Of course, all pins require this protection during manufacturing, not just RS-232 inputs and outputs. Therefore, after PC board assembly, the Machine Model is less relevant to I/O ports.

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Applications Information

Capacitor Selection

The capacitor type used for C1-C4 is not critical for proper operation. The MAX202E, MAX206-MAX208E, MAX211E, and MAX213E require 0.1µF capacitors, and the MAX232E and MAX241E require 1µF capacitors, although in all cases capacitors up to 10µF can be used without harm. Ceramic, aluminum-electrolytic or tantalum capacitors are suggested for the 1µF capacitors, and ceramic dielectrics are suggested for the 0.1µF capacitors. When using the minimum recommended capacitor values, make sure the capacitance value does not degrade excessively as the operating temperature varies. If in doubt, use capacitors with a larger (e.g., 2x) nominal value. The capacitors' effective series resistance (ESR), which usually rises at low temperatures, influences the amount of ripple on V+ and V-.

Use larger capacitors (up to 10µF) to reduce the output impedance at V+ and V-. This can be useful when "stealing" power from V+ or from V-. The MAX203E and MAX205E have internal charge-pump capacitors.

Bypass VCC to ground with at least 0.1µF. In applications sensitive to power-supply noise generated by the charge pumps, decouple VCC to ground with a

capacitor the same size as (or larger than) the charge-pump capacitors (C1-C4).

V+ and V- as Power Supplies

A small amount of power can be drawn from V+ and V-, although this will reduce both driver output swing and noise margins. Increasing the value of the charge-pump capacitors (up to 10µF) helps maintain performance when power is drawn from V+ or V-.

Driving Multiple Receivers

Each transmitter is designed to drive a single receiver. Transmitters can be paralleled to drive multiple receivers.

Driver Outputs when Exiting Shutdown

The driver outputs display no ringing or undesirable transients as they come out of shutdown.

High Data Rates

These transceivers maintain the RS-232 ±5.0V minimum driver output voltages at data rates of over 120kbps. For data rates above 120kbps, refer to the Transmitter Output Voltage vs. Load Capacitance graphs in the *Typical Operating Characteristics*. Communication at these high rates is easier if the capacitive loads on the transmitters are small; i.e., short cables are best.

Table 2. Summary of EIA/TIA-232E, V.28 Specifications

PARAMETER		CONDITIONS	EIA/TIA-232E, V.28 SPECIFICATIONS
Driver Output Voltage	0 Level	3kΩ to 7kΩ load	-5V to -15V
	1 Level	3kΩ to 7kΩ load	5V to +15V
Driver Output Level, Max		No load	±25V
Data Rate		3kΩ ≤ R _L ≤ 7kΩ, C _L ≤ 2500pF	Up to 20kbps
Receiver Input Voltage	0 Level		-3V to +15V
	1 Level		-15V to +3V
Receiver Input Level			±25V
Instantaneous Slew Rate, Max		3kΩ ≤ R _L ≤ 7kΩ, C _L ≤ 2500pF	30V/µs
Driver Output Short-Circuit Current, Max			100mA
Transition Rate on Driver Output		V.28	1ms or 3% of the period
		EIA/TIA-232E	4% of the period
Driver Output Resistance		-2V < V _{OUT} < +2V	300Ω

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

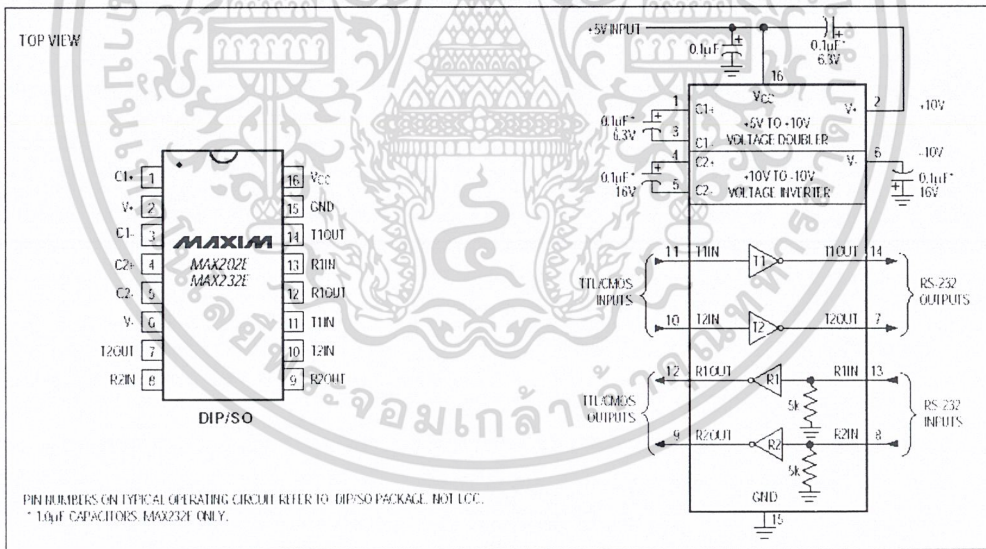
±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

Table 3. DB9 Cable Connections Commonly Used for EIA/TIAE-232E and V.24 Asynchronous Interfaces

PIN	CONNECTION	
1	Received Line Signal Detector (sometimes called Carrier Detect, DCD)	Handshake from DCE
2	Receive Data (RD)	Data from DCE
3	Transmit Data (TD)	Data from DTE
4	Data Terminal Ready	Handshake from DTE
5	Signal Ground	Reference point for signals
6	Data Set Ready (DSR)	Handshake from DCE
7	Request to Send (RTS)	Handshake from DTE
8	Clear to Send (CTS)	Handshake from DCE
9	Ring Indicator	Handshake from DCE

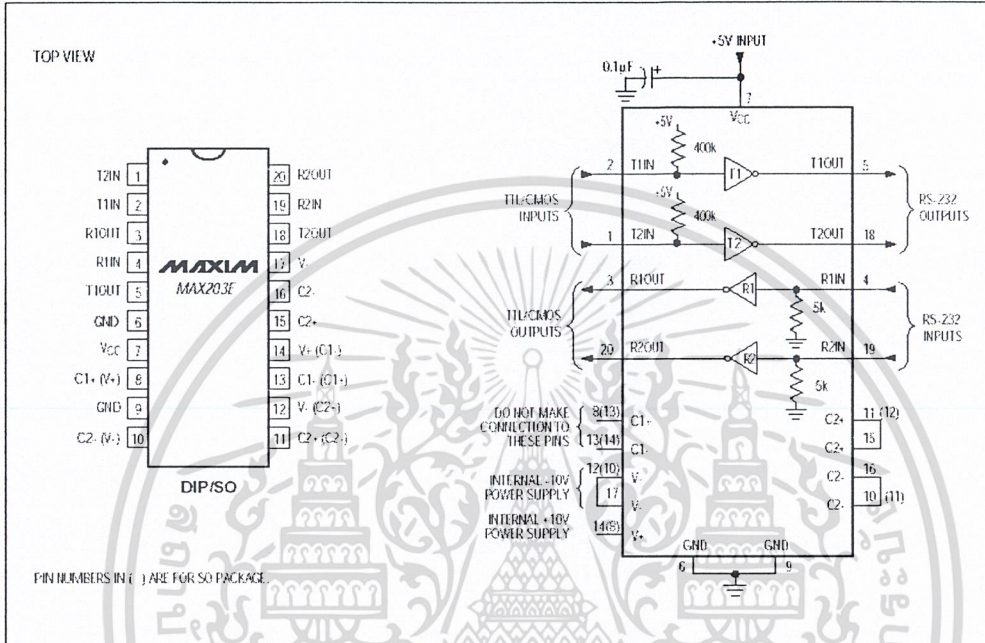
Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)



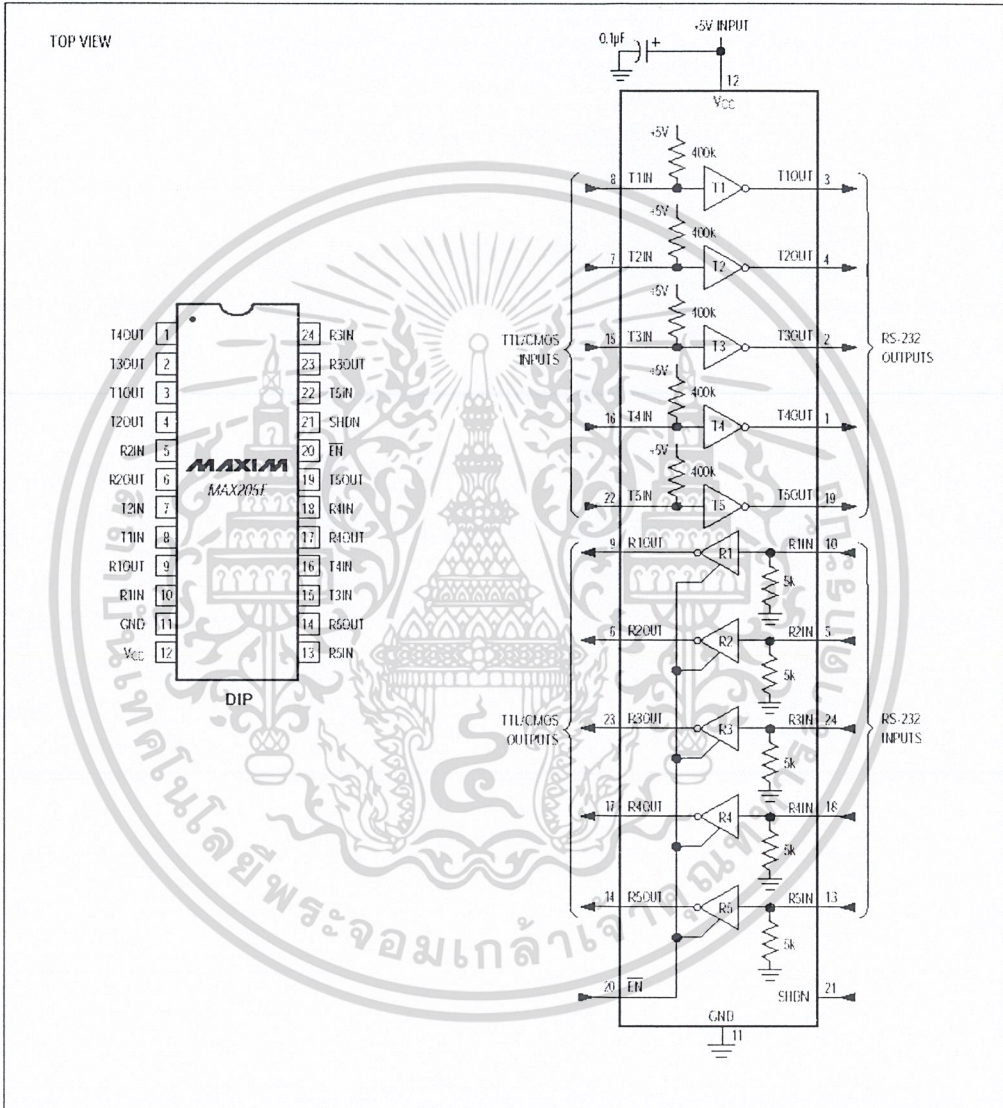
MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\pm 15\text{kV}$ ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

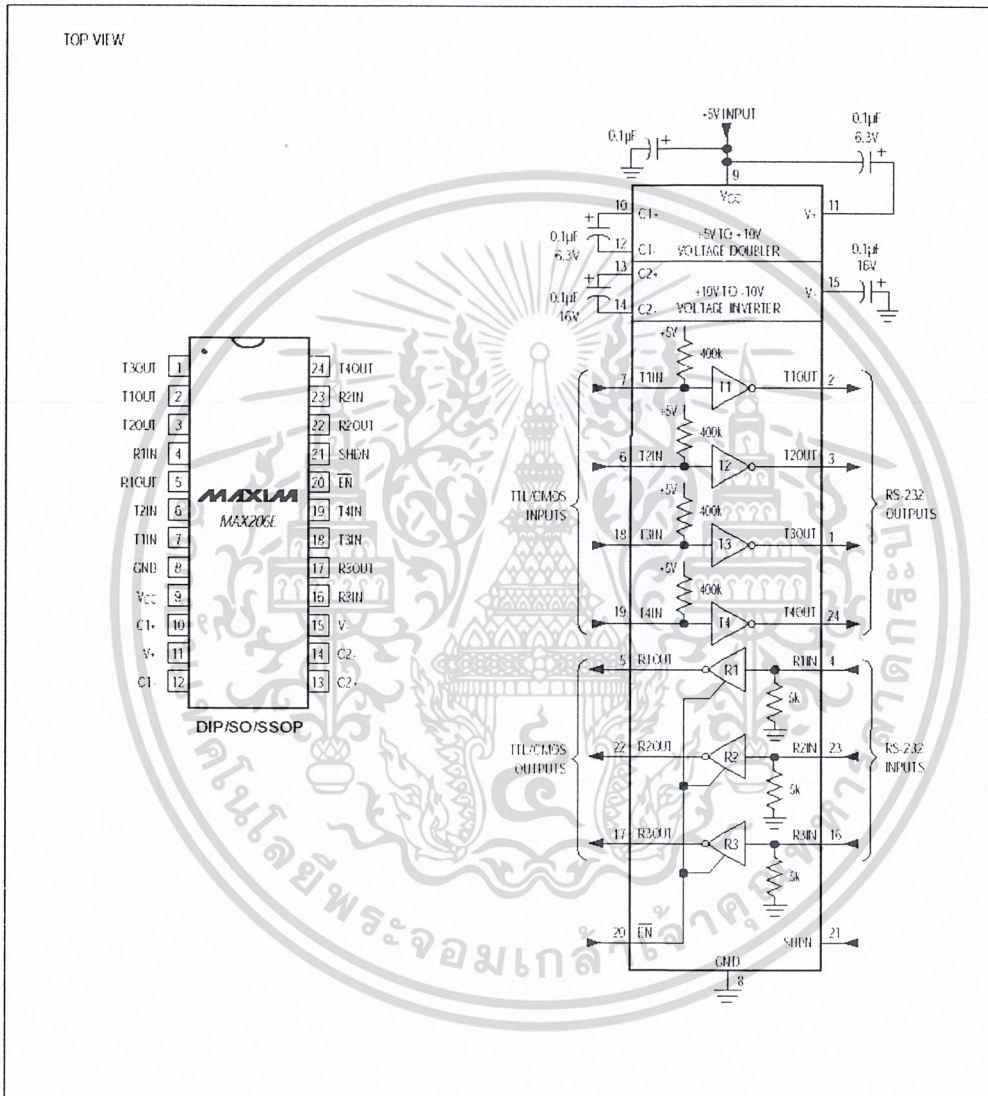


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

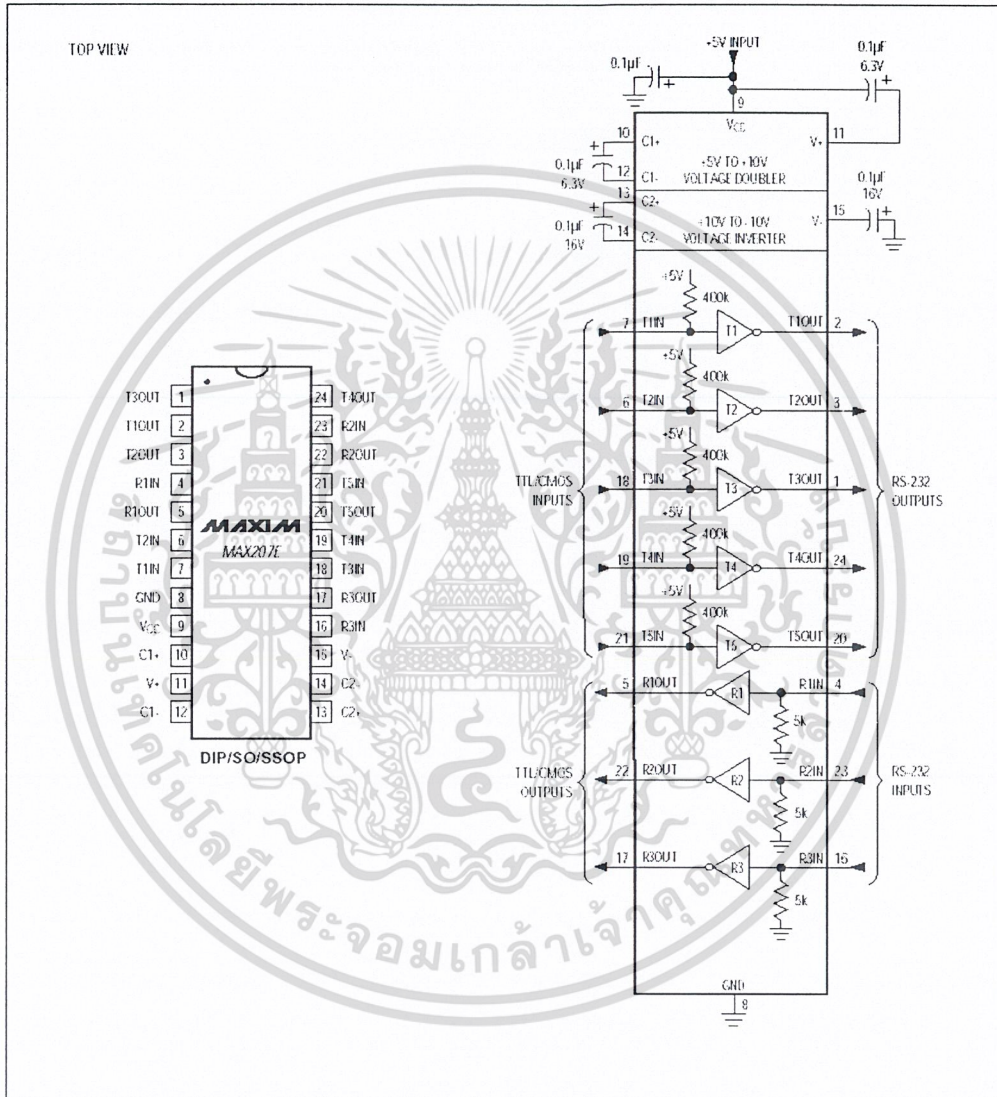


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

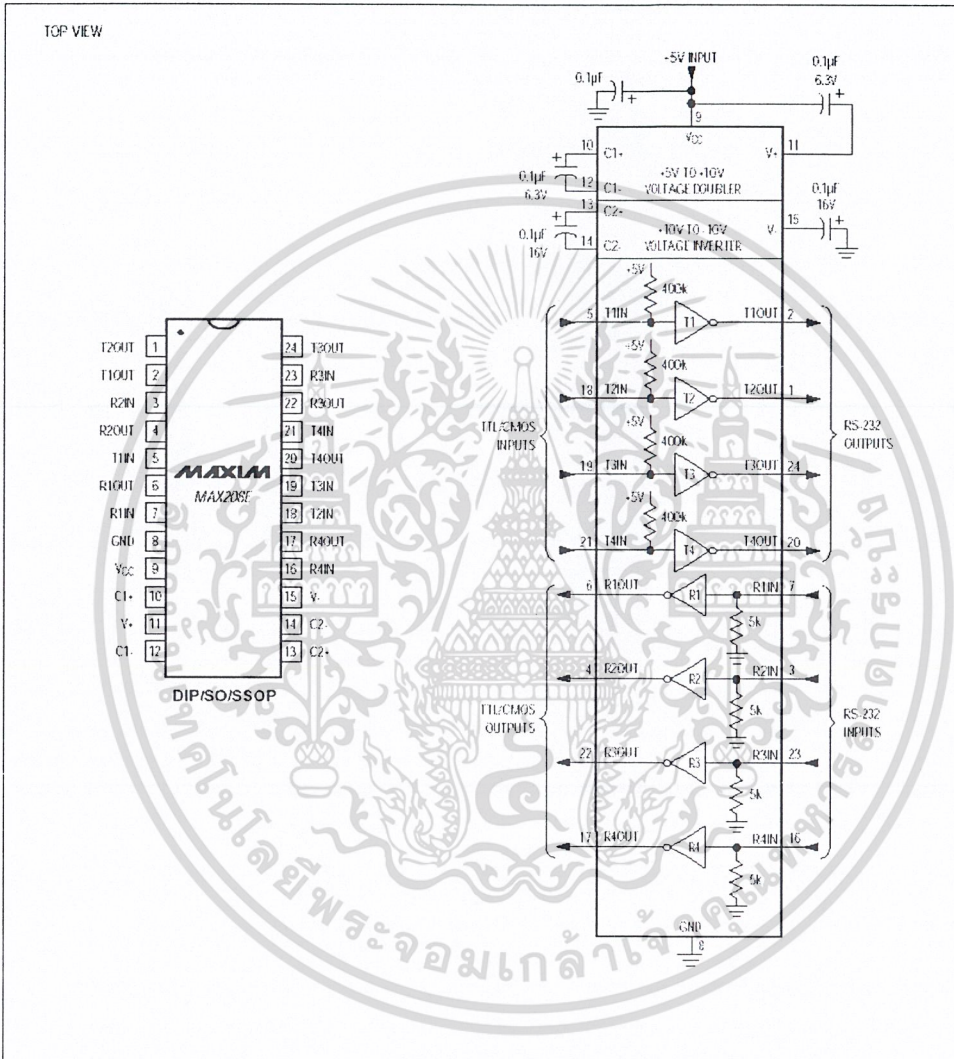


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE	PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX202ECPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP	MAX208ECNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX202ECSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO	MAX208ECWG	0°C to +70°C	24 SO
MAX202ECWE	0°C to +70°C	16 Wide SO	MAX208ECAG	0°C to +70°C	24 SSOP
MAX202EC/D	0°C to +70°C	Dice*	MAX208EENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX202EEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP	MAX208EEWG	-40°C to +85°C	24 SO
MAX202EESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO	MAX208EEAG	-40°C to +85°C	24 SSOP
MAX202ELWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO	MAX211ECWI	0°C to +70°C	28 SO
MAX203ECPD	0°C to +70°C	20 Plastic DIP	MAX211ECAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX203ECWP	0°C to +70°C	20 SO	MAX211EEWI	-40°C to +85°C	28 SO
MAX203EFPP	-40°C to +85°C	20 Plastic DIP	MAX211EEAI	-40°C to +85°C	28 SSOP
MAX203EWP	-40°C to +85°C	20 SO	MAX213ECWI	0°C to +70°C	28 SO
MAX205ECPG	0°C to +70°C	24 Wide Plastic DIP	MAX213ECAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX205ECPG	-40°C to +85°C	24 Wide Plastic DIP	MAX213EEWI	-40°C to +85°C	28 SO
MAX206ECNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP	MAX213EEAI	-40°C to +85°C	28 SSOP
MAX206ECWG	0°C to +70°C	24 SO	MAX232ECPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX206ECAG	0°C to +70°C	24 SSOP	MAX232ECSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX206EENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP	MAX232ECWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX206EEWG	-40°C to +85°C	24 SO	MAX232EC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX206EEAG	-40°C to +85°C	24 SSOP	MAX232EEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX207ECNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP	MAX232EESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX207ECWG	0°C to +70°C	24 SO	MAX232ELWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX207ECAG	0°C to +70°C	24 SSOP	MAX241ECWI	0°C to +70°C	28 SO
MAX207EENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP	MAX241ECAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX207EEWG	-40°C to +85°C	24 SO	MAX241EEWI	-40°C to +85°C	28 SO
MAX207EEAG	-40°C to +85°C	24 SSOP	MAX241EEAI	-40°C to +85°C	28 SSOP

*Dice are specified at $T_A = +25^\circ\text{C}$

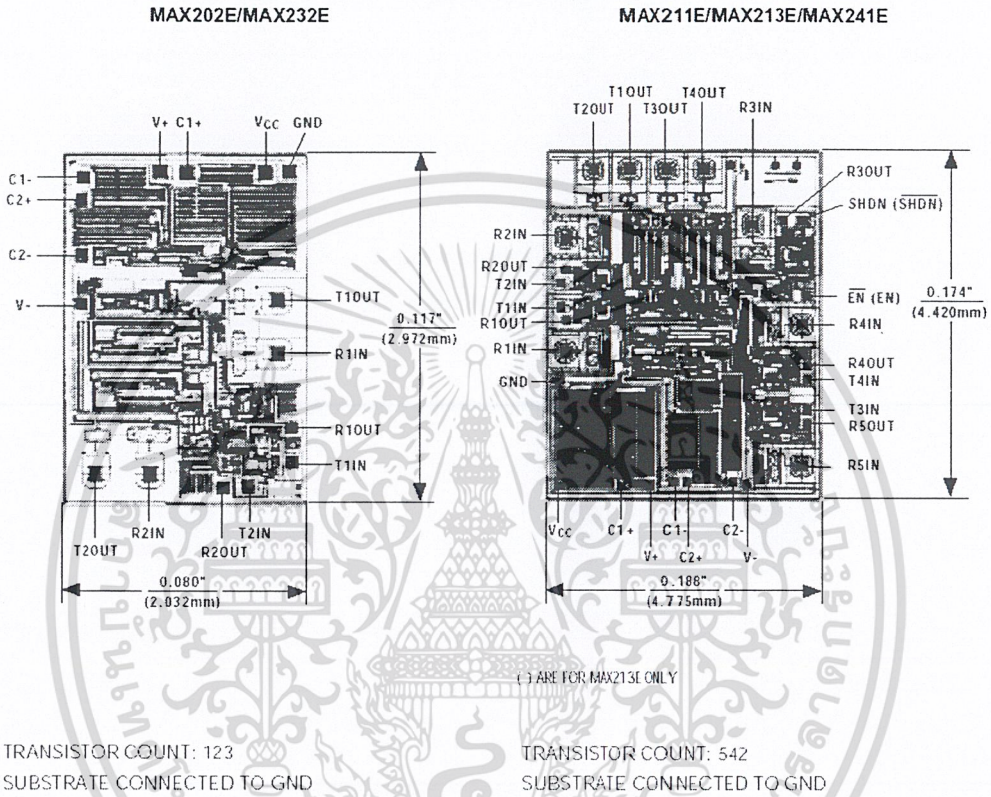
MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

Chip Topographies



Chip Information

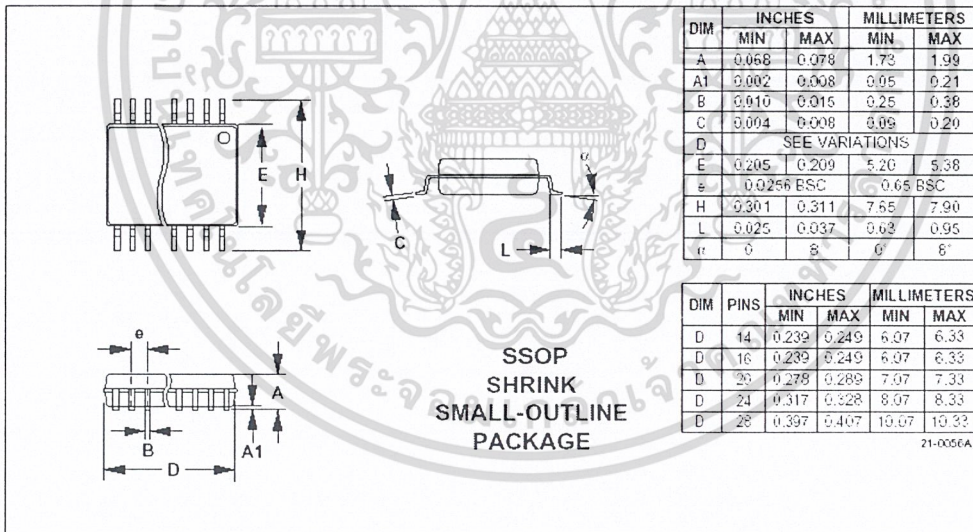
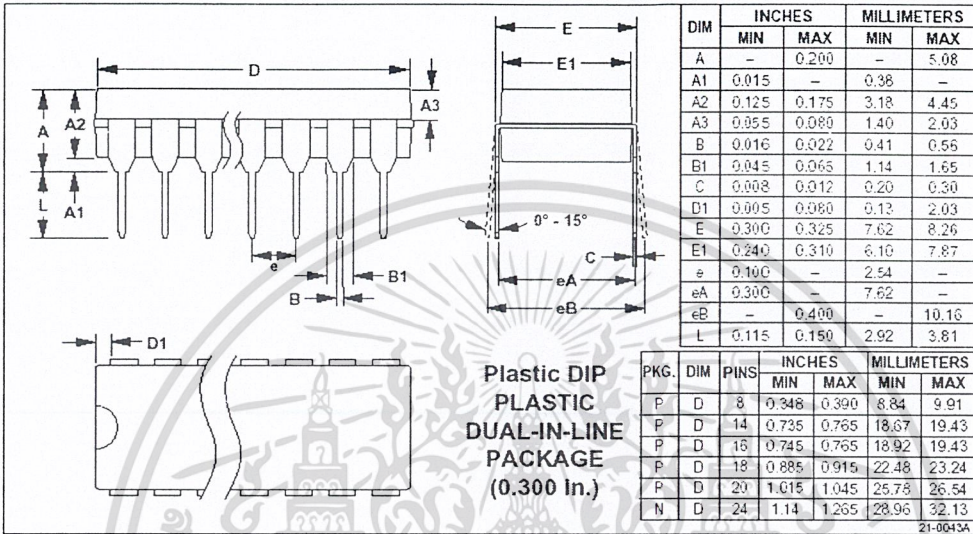
MAX205E/MAX206E/MAX207E/MAX208E
TRANSISTOR COUNT: 328
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Package Information

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

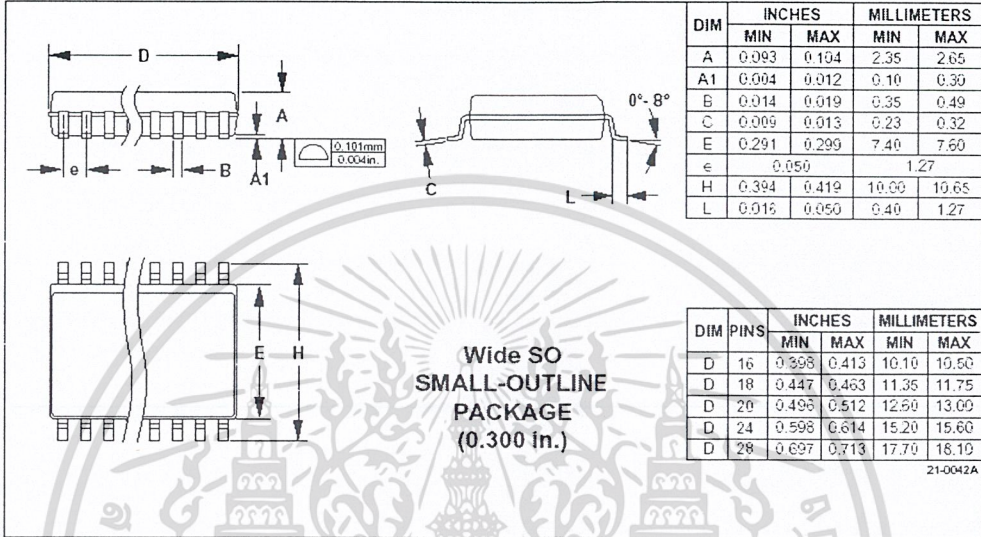


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

Package Information (continued)



Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ฉ

คู่มือประกอบการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือประกอบการใช้งาน

ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

1) บทนำ

ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการนี้ สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ สำหรับผู้ที่ต้องการยืม/คืนเครื่องมือต่างๆ ในการนำไปทดลองปฏิบัติการทางอิเล็กทรอนิกส์ และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีขั้นตอนในการใช้งานระบบเบื้องต้นดังนี้ นักศึกษาทำการรูดบัตรที่มีบาร์โค้ดรหัส Code-39 หลังจากนั้นกดรหัสผ่านแล้วเข้าไปภายในห้อง เข้าสู่ขั้นตอนการยืม/คืนเครื่องมือ แสดงเมนู 3 หลักให้เลือกใช้งาน โดยสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลทั้งในส่วนของคุณสมบัติของนักศึกษา ข้อมูลของอาจารย์ และข้อมูลของเครื่องมือ ผ่านทางระบบคอมพิวเตอร์ และยังสามารถแสดงผลแอลอีดีสำหรับบอกสถานะของช่องเก็บเครื่องมือที่ใช้งานอยู่ได้ โดยระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) สามารถแสดงผลสถานะทางจอแอลซีดี
- 2) สามารถแสดงผลสำหรับบอกสถานะของช่องเก็บเครื่องมือที่ใช้งาน
- 3) สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลทั้งในส่วนของคุณสมบัติของนักศึกษา ข้อมูลของอาจารย์ และข้อมูลของเครื่องมือ
- 4) สามารถอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการแก้ไขข้อมูล
- 5) ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการนั้น สามารถเบิกจ่ายเครื่องมือได้จริง

2) ส่วนประกอบ และอุปกรณ์

- 1) ส่วนแสดงผล ประกอบไปด้วย จอแอลซีดี และชุดแอลอีดี
- 2) ส่วนการรับข้อมูล ประกอบไปด้วย เครื่องอ่านบาร์โค้ด เครื่องสแกนบาร์โค้ด และคีย์เมตริกซ์สวีตช์
- 3) ส่วนของการเบิกจ่ายเครื่องมือ ประกอบไปด้วย ช่องสำหรับเก็บเครื่องมือ การติดตั้งชุดโซลินอยด์ และวงจรควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือ
- 4) ส่วนของการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการแก้ไขข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หน้าที่การทำงานพิเศษ

3.1) ส่วนแสดงผล

1) ทางจอแอลซีดี ทำหน้าที่แสดงผลขณะใช้งาน เช่น จากการกดคีย์เมตริกซ์สวิทซ์ การรูดบัตรนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด การสแกนบาร์โค้ดของเครื่องมือ และการทำงานของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

2) แอลอีดี ทำหน้าที่แสดงไฟแอลอีดี สำหรับบอกสถานะของช่องเก็บเครื่องมือที่ใช้งานอยู่ โดยแอลอีดีจะติดเมื่อช่องเก็บเครื่องมือช่องนั้นมีการใช้งาน และแอลอีดีจะดับเมื่อช่องเก็บเครื่องมือช่องนั้นไม่ได้มีการใช้งาน

3.2) ส่วนของการรับข้อมูล

1) เครื่องอ่านบาร์โค้ด ทำหน้าที่รับข้อมูลจากนักศึกษาที่มาใช้ระบบ เมื่อนักศึกษาต้องการใช้งานระบบให้ทำการรูดบัตรนักศึกษา

2) เครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือ ทำหน้าที่รับข้อมูลของเครื่องมือต่างๆ ในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ เมื่อต้องการใช้งานระบบให้นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด

3) คีย์เมตริกซ์สวิทซ์ ทำหน้าที่รับข้อมูลจากการกดคีย์เมตริกซ์สวิทซ์ เมื่อต้องการยืม/คืนเครื่องมือเพื่อนำมาใช้งาน

3.3) ส่วนของการเบิกจ่ายเครื่องมือ

ทำหน้าที่ในการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ โดยในการเบิกจ่ายเครื่องมือต่างๆ นั้นจะต้องไม่เกิน 3 เครื่อง/ครั้ง คือ สามารถเบิกจ่าย Power Supply ได้ 2 เครื่อง/ครั้ง, Function Generator ได้ 1 เครื่อง/ครั้ง และ Oscilloscope ได้ 1 เครื่อง/ครั้ง
หมายเหตุ โดยผู้ยืมต้องนำเครื่องมือส่งคืนก่อนเวลา 19.30 น. ที่ห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

3.4) ส่วนของการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์

ทำหน้าที่ในการเป็นตัวผ่านในการแก้ไขข้อมูลต่างๆ ทั้งในส่วนของข้อมูลนักศึกษา ข้อมูลของอาจารย์ และข้อมูลของเครื่องมือ รวมทั้งสามารถดูรายงานการยืม/คืนเครื่องมือต่างๆ ได้

4) การใช้งานระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

1) เปิดสวิทซ์จ่ายไฟของ ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ หน้าจอแอลซีดีจะรอรับการรูดบัตร ดังแสดงในรูปที่ ฉ.1

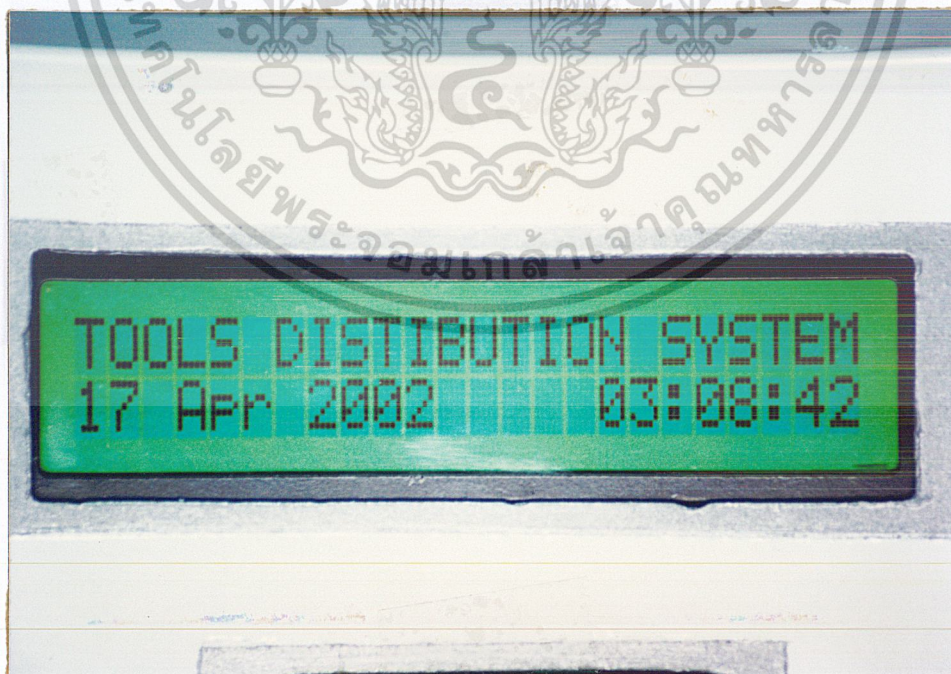
2) รูดบัตรนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด ดังแสดงในรูปที่ ฉ.2

3) กดรหัสผ่านจำนวน 4 หลัก ดังแสดงในรูปที่ ฉ.3

4) เข้าไปภายในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ดังแสดงในรูปที่ ฉ.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมเห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5) เข้าสู่เมนู 3 เมื่อดังแสดงในรูปที่ ฉ.5
 - 5.1) 1. Borrow
 - 5.2) 2. Restore
 - 5.3) 3. Exit
- 6) กด 1 เข้าสู่เมนูการยืมเครื่องมือ
- 7) หยิบเครื่องมือที่ต้องการยืมจากช่องเก็บเครื่องมือ (ไม่เกิน 3 ชิ้น) ดังแสดงในรูปที่ ฉ.6
- 8) นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด ดังแสดงในรูปที่ ฉ.7
- 9) ออกจากห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติ ดังแสดงในรูปที่ ฉ.8
- 10) กด 2 เข้าสู่เมนูการคืนเครื่องมือ
- 11) นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด ดังแสดงในรูปที่ ฉ.9
- 12) นำเครื่องมือไปเก็บที่ช่องเก็บเครื่องมือ ตามตำแหน่งของเครื่องมือที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ ฉ.10
- 13) ออกจากห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติ ดังแสดงในรูปที่ ฉ.11
- 14) กด 3 เข้าสู่เมนู Exit คือ เมนูที่ย้อนกลับไปสู่หน้าจอแรก เพื่อรอรับการใช้งานต่างๆต่อไป



รูปที่ ฉ.1 หน้าจอแอลซีดีรอรับการรูดบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.2 ทำการรูดบัตรนักศึกษาจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด

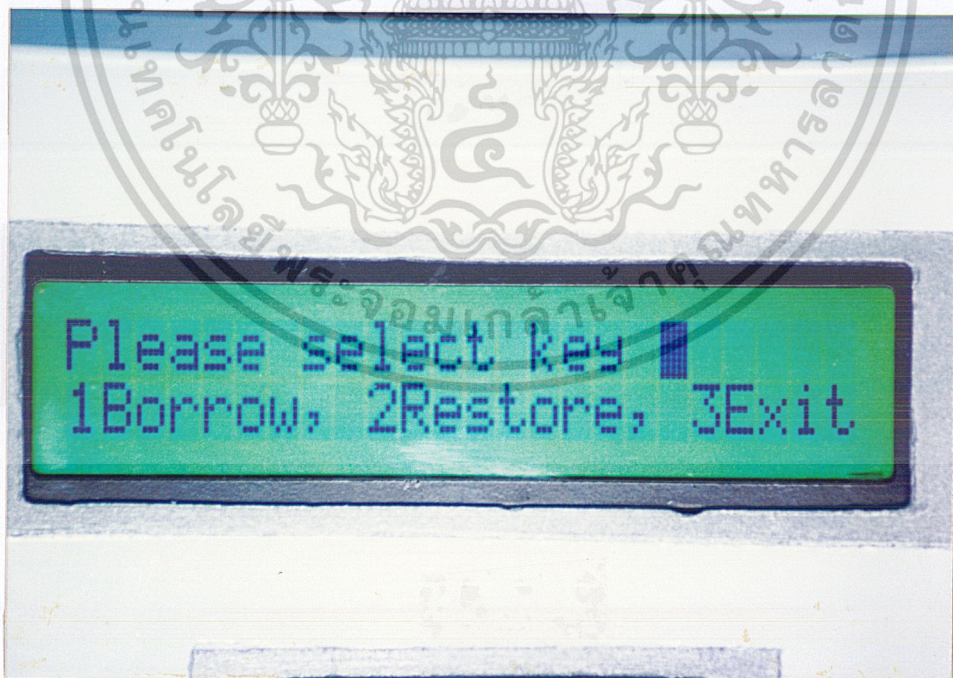


รูปที่ ๑.3 หน้าจอแอลซีดีเมื่อกรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

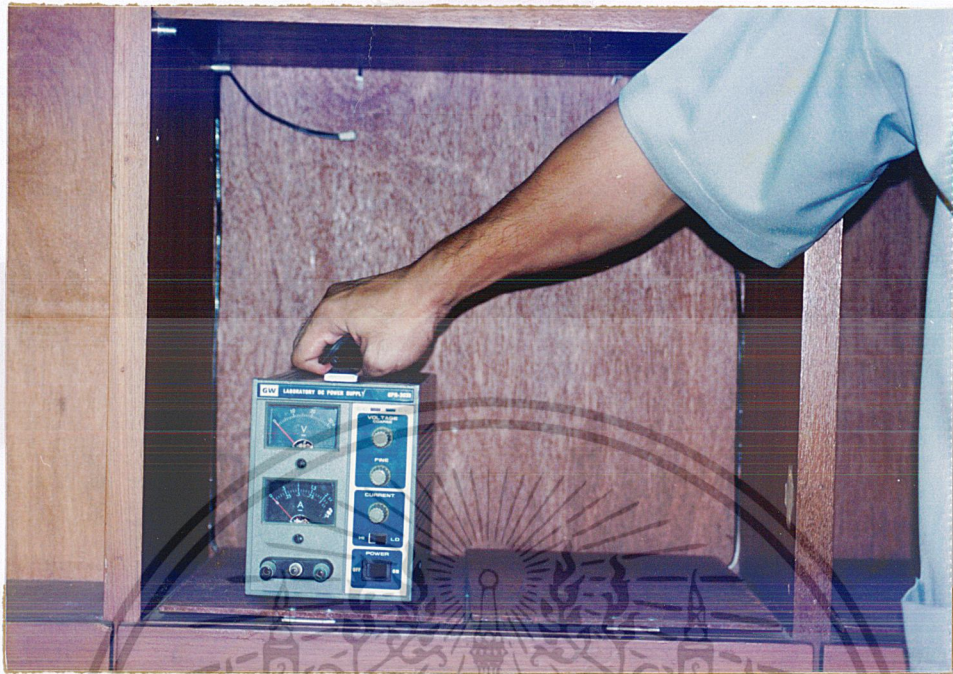


รูปที่ ๑.4 เข้าไปภายในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

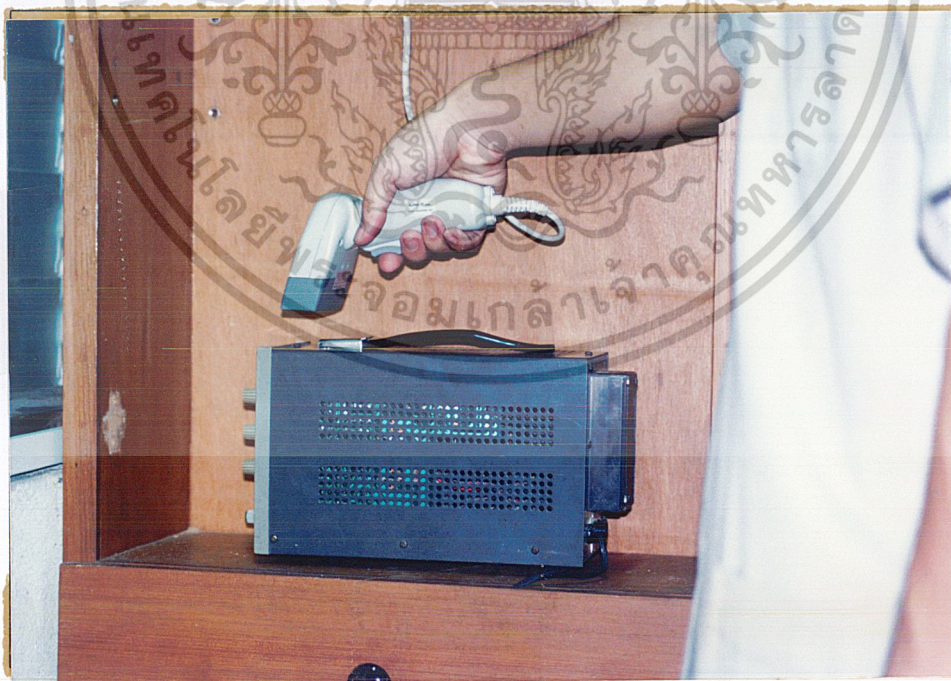


รูปที่ ๑.5 หน้าจอแอลซีดีเข้าสู่เมนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.๖ หยิบเครื่องมือที่ต้องการขยับจากช่องเก็บเครื่องมือ

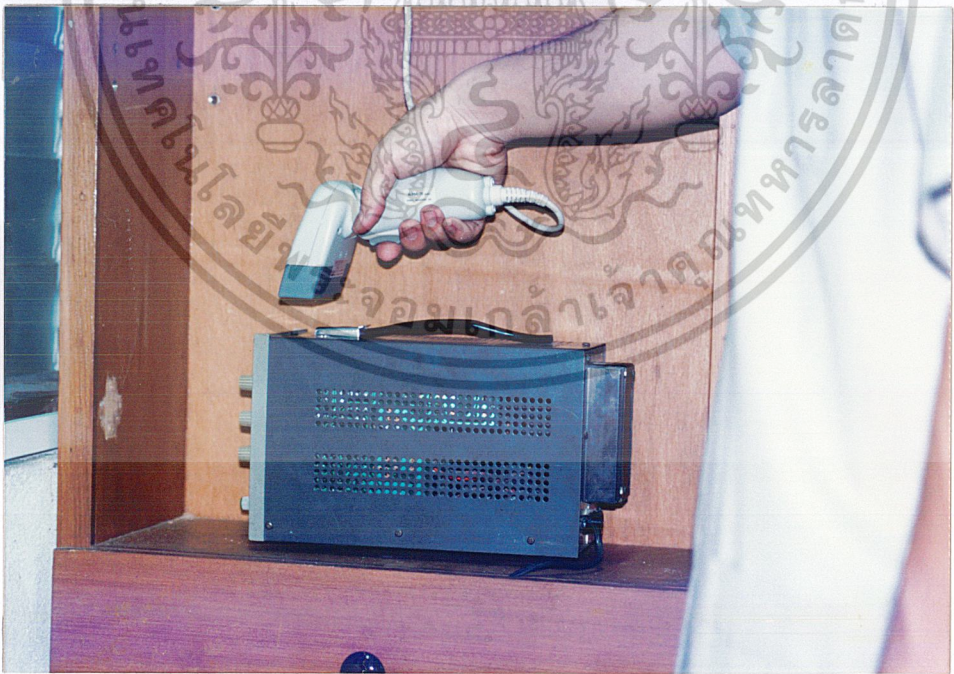


รูปที่ ๑.๗ นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

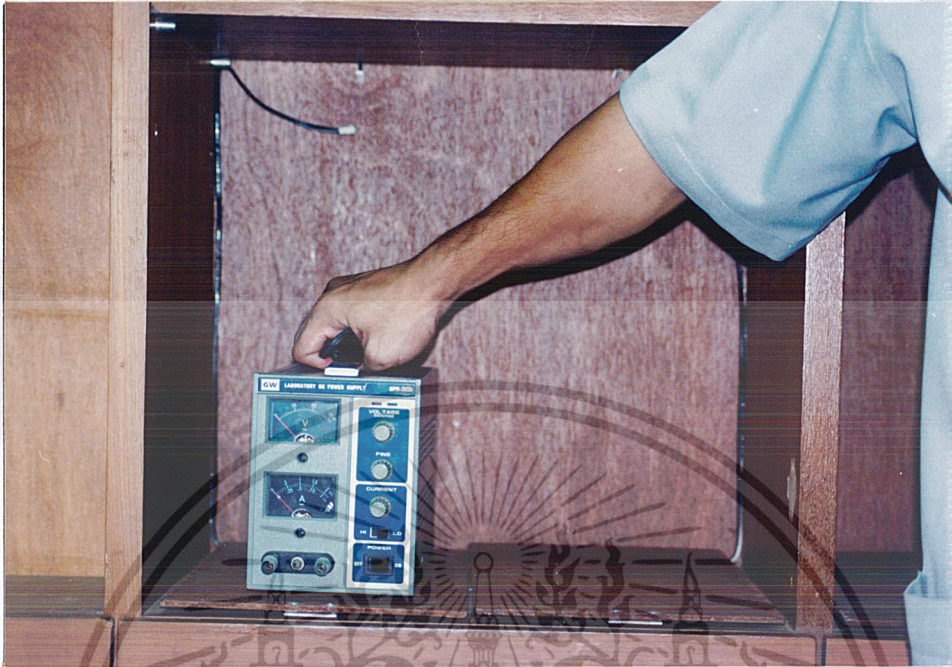


รูปที่ ๘.8 ออกจากห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติ



รูปที่ ๘.9 นำเครื่องมือไปสแกนบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.10 เก็บเครื่องมือที่ช่องเก็บเครื่องมือตามตำแหน่ง

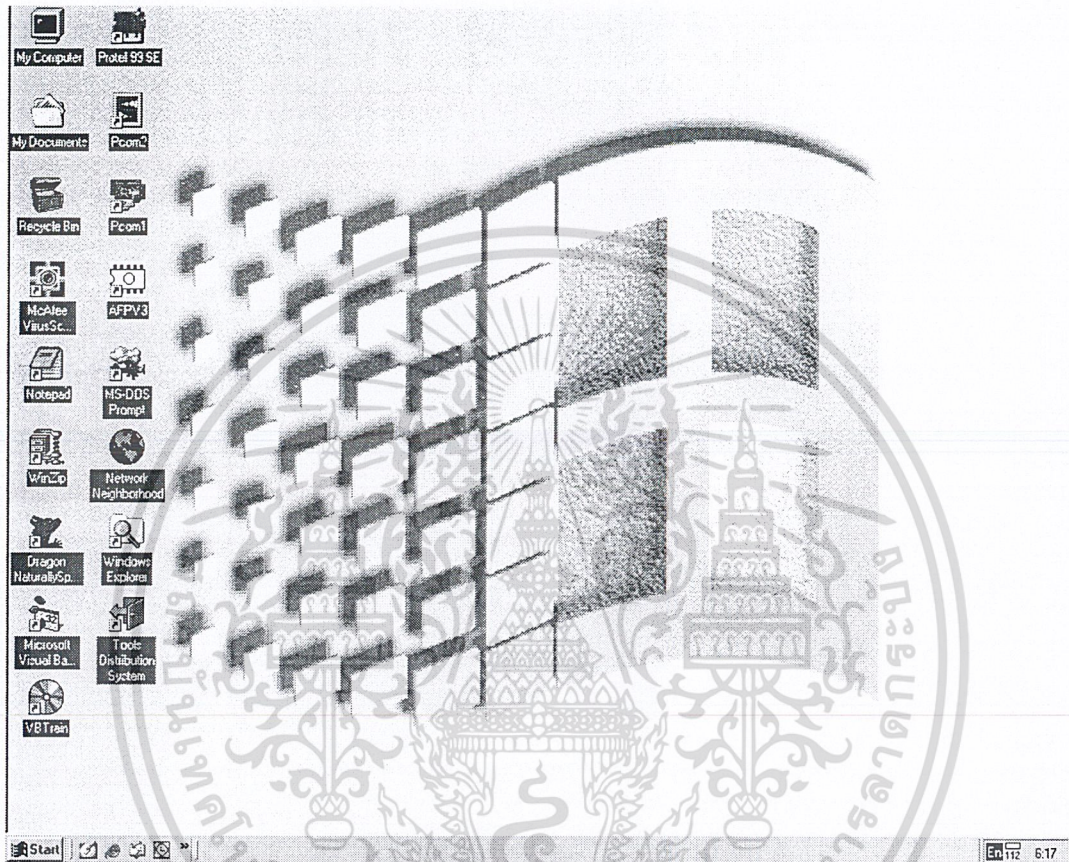


รูปที่ ๑.11 ออกจากห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์

- 1) ทำการเปิดโปรแกรมโดยคลิกที่ Desktop ชื่อ Tools Distribution System ดังรูปที่ ฉ.12



รูปที่ ฉ.12 การเข้าสู่โปรแกรม

- 2) หน้าจอการเข้าสู่โปรแกรมในส่วนของฐานข้อมูลต่างๆ โดยจะต้องทำการกรกรหัสผ่านก่อน ดังแสดงในรูปที่ ฉ.13

- 3) หน้าจอหลักของระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ ถ้าต้องการดูข้อมูลต่างๆ และต้องการแก้ไขข้อมูลให้เลือกที่โหมดต่างๆ ดังรูปที่ ฉ.14

3.1) โหมดข้อมูลเครื่องมือ เพื่อทำการแก้ไข ลบหรือเพิ่ม ดังรูปที่ ฉ.15

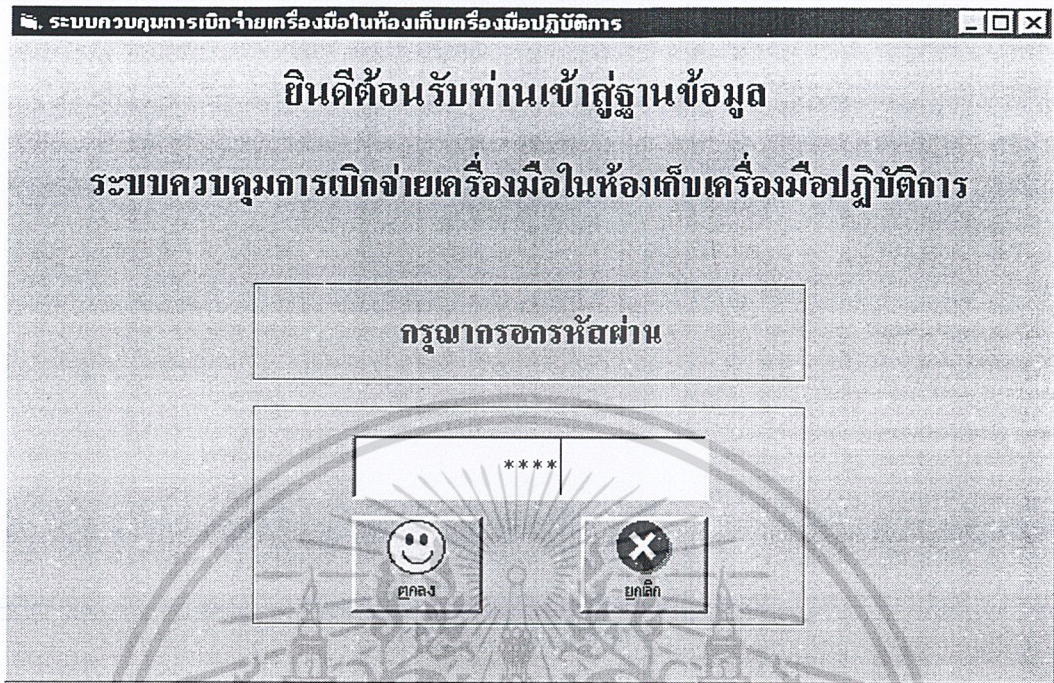
3.2) โหมดข้อมูลของผู้ใช้ เพื่อทำการแก้ไข ลบหรือเพิ่ม ดังรูปที่ ฉ.16

3.3) โหมดรายงานการยืมเครื่องมือ เพื่อดูข้อมูลของผู้ที่มายืมเครื่องมือ ดังรูปที่ ฉ.17

3.4) โหมดรายงานการคืนเครื่องมือ เพื่อดูข้อมูลของผู้ที่มาคืนเครื่องมือ ดังรูปที่ ฉ.18

3.5) โหมดการแก้ไขรหัสผ่าน ดังรูปที่ ฉ.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการรศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.13 หน้าจอการเข้าสู่โปรแกรม



รูปที่ ๑.14 หน้าจอของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

ข้อมูลเครื่องมือ

รหัสเครื่องมือ	4401001
ตำแหน่ง	1
ชื่อเครื่องมือ	Power Supply
หมายเลขครุภัณฑ์	1721078
คำอธิบาย	1 GW : GPR-3030
จำนวนที่ยืมได้	2

รูปที่ ๑.15 หน้าจอของโปรแกรมข้อมูลเครื่องมือ

ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

ข้อมูลผู้ใช้

รหัสผู้ใช้	43035253	นามสกุล	phuninlawan
ชื่อผู้ใช้	thanuwat		
รหัสผ่าน	8888		
สาขา	Telecommunication		
ห้อง	1		
สถานภาพ	นักศึกษา		

รูปที่ ๑.16 หน้าจอของโปรแกรมข้อมูลผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

รายงานการยืมเครื่องมือ

รหัสการยืม	ชื่อผู้ใช้	นามสกุล	ชื่อเครื่องมือ	รหัสบาร์โค้ด	หมายเลขทรัพย์สิน
8	Sakunrat	Sesmo	Power Supply	4401001	1721078
9	Sakunrat	Sesmo	FunctionGenerator	4402001	4651155
10	Sakunrat	Sesmo	Oscilloscop	4403001	20001

พิมพ์ รายงานการคืน เมนูหลัก

รูปที่ ๑.17 หน้าจอของโปรแกรมรายงานการยืมเครื่องมือ

ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

รายงานการคืนเครื่องมือ

รหัสการยืม	ชื่อผู้ใช้	นามสกุล	ชื่อเครื่องมือ	รหัสบาร์โค้ด	หมายเลขทรัพย์สิน
13	Sakunrat	Sesmo	Power Supply	4401001	1721078
15	Sakunrat	Sesmo	FunctionGenerator	4402001	4651155
16	Sakunrat	Sesmo	Oscilloscop	4403001	20001

พิมพ์ รายงานการยืม เมนูหลัก

รูปที่ ๑.18 หน้าจอของโปรแกรมรายงานการคืนเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.19 หน้าจอของโปรแกรมการแก้ไขรหัสผ่าน

6) การซ่อมบำรุงระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ

6.1) บทนำ

แนวทางในการซ่อมบำรุงของ ระบบควบคุมการเบิกจ่ายเครื่องมือในห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการ เป็นเพียงการซ่อมบำรุง และแก้ไขปัญหาในเบื้องต้นเท่านั้น หากมีปัญหาก็เกิดขึ้นนอกเหนือจากคู่มือประกอบการซ่อมบำรุงเล่มนี้ ให้ทำการติดต่อกับผู้ชำนาญงานในเรื่องนี้โดยเฉพาะเท่านั้น ไม่ควรทำการซ่อมบำรุง และแก้ไขเองโดยเด็ดขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2) แนวทางการซ่อมบำรุงเบื้องต้น

1) ปัญหา

- 1.1) เมื่อกดสวิตซ์ไฟฟ้าหน้าห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการแล้วระบบไม่ทำงาน
- 1.2) เมื่อจอแอลซีดีไม่แสดงผล
- 1.3) เครื่องอ่านบาร์โค้ดไม่ทำงาน
- 1.4) เมื่อคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ไม่ทำงาน
- 1.5) เมื่อชุดแสดงผลแอลอีดีไม่ทำงาน
- 1.6) เมื่อเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบมือไม่ทำงาน
- 1.7) เมื่อชุดโซลินอยด์ไม่ทำงาน

2) การแก้ไข

- 2.1) ตรวจสอบสวิตซ์ไฟฟ้าว่าอยู่ในสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งานหรือไม่ และตรวจสอบว่ามีการจ่ายไฟไปยังสวิตซ์ไฟฟ้าหรือไม่
- 2.2) ตรวจสอบสายส่วนที่เชื่อมต่อไปยังจอแอลซีดี ว่าอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานหรือไม่
- 2.3) ตรวจสอบขั้วของเครื่องอ่านบาร์โค้ด ว่าอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าขั้วต่ออยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งาน ให้ตรวจสอบไฟเลี้ยง +5 โวลต์ และกราวด์ของขั้วต่อ
- 2.4) ตรวจสอบสายแพที่เชื่อมต่อไปยังคีย์เมตริกซ์สวิตซ์ ว่าอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าขั้วต่ออยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งาน ให้ตรวจสอบว่ามีไฟเลี้ยง +5 โวลต์ ต่ออยู่หรือไม่
- 2.5) ตรวจสอบสายที่เชื่อมต่อไปยังชุดแสดงผลแอลอีดี ว่าอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าขั้วต่ออยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งาน ให้ตรวจสอบแอลอีดีว่ามีการชำรุดเสียหายหรือไม่
- 2.6) ตรวจสอบขั้วของเครื่องอ่านบาร์โค้ด ว่าอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าขั้วต่ออยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งาน ให้ตรวจสอบไฟเลี้ยง +5 โวลต์ และกราวด์ของขั้วต่อ
- 2.7) ตรวจสอบสายไฟฟ้าที่เชื่อมต่อไปยังชุดโซลินอยด์ ว่าอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าขั้วต่ออยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งาน ให้ตรวจสอบว่ามีการจ่ายไฟไปยังห้องเก็บเครื่องมือปฏิบัติการหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ฤทธิ ชีระโกเมน. รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.

กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2538

ยี่น ภู่วรรณ และไพศาล สงวนหมู่. การสื่อสารข้อมูลและไมโครคอมพิวเตอร์เน็ตเวิร์ค.

กรุงเทพฯ : หจก. เอช-เอน การพิมพ์. 2536

สมยศ จุณณะปิยะ. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51. กรุงเทพฯ : คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2539

สุวิพล สิริชิวภาค. พื้นฐานแห่งการสื่อสารข้อมูล. กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์. ม.ป.ป.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานิพนธ์	ว่าที่ ร.ต.ฐานวัฒน์ ภูนิลวาลย์
วันเดือนปีเกิด	25 กันยายน พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดมหาสารคาม
ภูมิลำเนาเดิม	529/2 ถนนนครสวรรค์ 18 ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
ที่อยู่ปัจจุบัน	529/2 ถนนนครสวรรค์ 18 ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
โทรศัพท์	0-4374-2714, 0-9833-7664
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสารคามพิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรม โทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	การศึกษาทำให้คนเก่ง และฉลาดทันคน แต่ธรรมะกล่อมเกล้าจิตใจให้เป็นคนที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานิพนธ์	นางสาวสการรัตน์ กายพันธ์
วันเดือนปีเกิด	28 สิงหาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดพัทลุง
ภูมิลำเนาเดิม	174 หมู่ 10 ตำบลป่าบอน อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง 93170
ที่อยู่ปัจจุบัน	174 หมู่ 10 ตำบลป่าบอน อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง 93170
โทรศัพท์	0-7462-5197, 0-9121-8011
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดป่าบอนบน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนป่าบอนพิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	โรงเรียนเซนต์จอห์น โปลีเทคนิค
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานិพนธ์	นายสกุรัตน์ เศษไม้
วันเดือนปีเกิด	20 กันยายน พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดมหาสารคาม
ภูมิลำเนาเดิม	72 หมู่ 17 ตำบลเชียงยืน อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม
ที่อยู่ปัจจุบัน	72 หมู่ 17 ตำบลเชียงยืน อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม
โทรศัพท์	0-4378-1693, 0-9833-3264
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านสร้างแก้ว
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเชียงยืนพิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ชีวิตคือการเดินทางและแสวงหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายอำนาจ สุขสว่าง
วันเดือนปีเกิด	29 กรกฎาคม พ.ศ 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดระยอง
ภูมิลำเนาเดิม	20/4 หมู่ 4 ตำบลนาตาขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21000
ที่อยู่ปัจจุบัน	20/4 หมู่ 4 ตำบลนาตาขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21000
โทรศัพท์	0-9939-9125
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลระยอง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนระยองวิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	ทุนกู้ยืมจากรัฐบาล
คติพจน์	คนทำงานทุกคนต้องโดนค่า คนที่ไม่เคยโดนค่า คือ คนไม่เคยทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้