สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องลงคะแนนอัตโนมัติ

VOTING MACHINE

โดย

นาย ธีรวิทย์ วชิรานุกูล

นาย ศรีพงษ์ คำทิพย์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....62021

วัน,เดือน,ปี.....25 ก.ค. 2549

b.....

i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VOTING MACHINE

BY

MR. THEERAWIT VACHIRANUGOON

MR. SRIPONG KHAMTHIP

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบเสนอปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องลงคะแนนอัตโนมัติ		
ชื่อนักศึกษา	นาย ธีรวิทย์	วชิรานุกูล	รหัสนักศึกษา 45015849
	นาย ศรีพงษ์	คำทิพย์	รหัสนักศึกษา 45015866
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ชวลิต	เบญจางคประเสริฐ	
	ผศ.นภพินทุ์	อนันตรศิริชัย	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2547		

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

.....

(รศ.ชวลิต เบญจางคประเสริฐ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

.....

(ผศ. นภพินทุ์ อนันตรศิริชัย)

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องลงคะแนนอัตโนมัติ		
นักศึกษา	นาย ธีรวิทย์	วชิรานุกูล	รหัสนักศึกษา 45015849
	นาย ศรีพงษ์	คำทิพย์	รหัสนักศึกษา 45015866
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ชวลิต	เบญจางคประเสริฐ	
	ผศ.นภพินทุ์	อนันตรศิริชัย	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2547		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านดิจิตอลและฐานข้อมูลกับเครื่องลงคะแนน โดยจะมีหน้าปัดแสดงรายชื่อ ผู้สมัคร มีปุ่มกดลงคะแนนและ ปุ่มสำหรับผู้ไม่ประสงค์ลงคะแนน โดยมีคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลและแสดงผล ผู้มาใช้สิทธิออกเสียง งดออกเสียง หมายเลข และจำนวนคะแนนของแต่ละหมายเลข เพียงแต่เข้าคูหาและเลือกปุ่มกดให้ตรงตามหมายเลขรายชื่อที่ต้องการเมื่อสิ้นสุดการเลือกตั้ง ผลคะแนนจะแสดงที่เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยระหว่างการลงคะแนนจะบันทึกข้อมูลไว้ในระบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นระบบการลงคะแนนแบบปุ่มกดที่สามารถรวมคะแนนได้โดยอัตโนมัติมีความถูกต้องและรวดเร็วในการรวมผลคะแนนเหมาะสมสำหรับใช้ในการเลือกตั้งแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Voting Machine
Student	Mr. Theerawit Vachiranugoon ID.45015849
	Mr. Sripong Khamthip ID.45015866
Advisor	Assoc. Prof. Chawalit Benjangkaprasert
	Asst. Prof. Noppin Anantrasirichai
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic year	2004

Abstract

This thesis is application used technology by digital and database with vote machine. It will show all the of candidate. It has two buttons for vote and not vote. Data base and result form computer for show point just gone to the booth and choose the number form button. The end of vote the computer will show points. While vote in it be automatic record. They are vote systems by automatic buttons. It can be correct and precise to all of vote in and can be any vote.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานและปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ทางผู้จัดทำได้รับความร่วมมือ และความช่วยเหลือ เริ่มจาก รศ. ชวลิต เบญจางคประเสริฐ และผศ.นภพินทุ์ อนันตรศิริชัย อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาให้คำปรึกษา ที่คอยช่วยเหลือ แนะนำ ตรวจแก้ไขและเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาทั้งหมดที่ทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณคณาจารย์ในภาควิศวกรรมสารสนเทศทุกท่านและรุ่นพี่ คุณ อนุสรณ์ อินทองคุ้ม ที่ให้คำปรึกษาทางด้านโปรแกรมจนโครงงานชิ้นนี้ จนสำเร็จมาได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้มีวันนี้ คือบิดามารดาอันเคารพรักยิ่ง ที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนในทุกๆด้าน จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 แนวความคิดและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	3
2.1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51	3
2.1.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	4
2.1.3 การจัดการหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์	8
2.2 การเชื่อมต่อสวิตช์เข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์	10
2.2.1 การเชื่อมต่อสวิตช์	10
2.2.2 การเชื่อมต่อกับคีย์แพด	11
2.3 การเชื่อมต่อกับหน่วยแสดงผล	11
2.3.1 การเชื่อมต่อกับไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วน	11
2.3.2 การเชื่อมต่อกับไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วนหลายๆตัว	13
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์กับพอร์ตอินพุต เอาต์พุต	14
2.4.1 พอร์ตของ MCS-51 และการใช้งาน	14
2.5 พอร์ตอนุกรมแบบ RS-232	15
2.5.1 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232	16
2.5.2 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมกับระบบบัส I^2C	19
2.6.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I^2C	20
2.6.2 หลักการของบัส I^2C	21
2.6.3 ฟังก์ชั่นโปรแกรมภาษาซีของการติดต่อบนระบบบัส I^2C	21
2.6.4 ขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C	22
2.7 บาร์โค้ด (BARCODE)	23
2.6.1 หลักการของบาร์โค้ด	24
2.6.2 การอ่านแถบรหัสบาร์โค้ด	24
2.8 การเขียนโปรแกรมสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม	26
2.8.1 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการสื่อสารข้อมูลอนุกรม	26
2.8.2 การเขียนโปรแกรมภาษา C ติดต่อกับพอร์ตอนุกรม	28
2.8.3 การเขียนโปรแกรมโดยการตรวจสอบบิตแฟลก	30
2.8.4 การเขียนโปรแกรมโดยใช้อินเตอร์รัปต์	31
2.9 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและการควบคุม	33
2.9.1 การควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	33
2.9.2 การควบคุมรีเลย์	34
2.10 โซลินอยด์	35
2.10.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์	36
2.11 แหล่งจ่ายไฟ	37
2.12 การเขียนโปรแกรมใน Visual Basic	38
2.12.1 การเขียนโปรแกรมใน Visual Basic	38
2.12.2 ADO (Active x Data Object)	42
2.13 การสร้างระบบฐานข้อมูลด้วย Visual Basic	43
2.13.1 ฐานข้อมูล	43
2.13.2 เทคโนโลยีการติดต่อกับฐานข้อมูล	44
2.13.3 เทคโนโลยีADO	44
2.13.4 ออบเจ็กต์ที่ใช้งานใน ADO	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.14 ไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ (Client-Server)	45
2.14.1 การทำงานในระบบ ไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์	46
บทที่ 3 การออกแบบและขั้นตอนการทำงาน	47
3.1 ข้อมูลเบื้องต้น	47
3.1.1 ส่วนผู้ดูแลระบบ	47
3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ	47
3.2.1 ลำดับขั้นตอนการเลือกตั้ง	48
3.2.2 ระบบเลือกตั้งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์	49
3.2.3 ระบบเครื่องลงคะแนน	50
3.3 Network Diagram	55
3.4 การรักษาความปลอดภัยในระบบเลือกตั้งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์	56
3.5 การออกแบบระบบ	56
3.5.1 การออกแบบรหัสบาร์โค้ดที่จะเก็บในฐานข้อมูล	56
3.5.2 การออกแบบฐานข้อมูล	57
3.5.3 การออกแบบวงจรควบคุม	60
3.6 การออกแบบการส่งข้อมูลโดยใช้ IPSecurity & VPN	64
3.6.1 ประโยชน์ ของ IPSec	65
3.7 การออกแบบแสดงโฟชาร์ทการทำงานของโครงงาน	66
3.8 System Specification	69
บทที่ 4 ผลการทดลอง	70
4.1 ฟังก์ชั่นสำหรับผู้ดูแลการเลือกตั้ง	70
4.1.1 ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการเข้าระบบ	70
4.1.2 ฟังก์ชั่นสำหรับตรวจสอบผู้ใช้ในระบบ	74
4.1.3 ฟังก์ชั่นการเพิ่มผู้ใช้ในระบบ	76
4.1.4 ฟังก์ชั่นการเพิ่มผู้สมัคร	77
4.1.5 ฟังก์ชั่นการแก้ไขข้อมูลผู้สมัคร	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.6 ฟังก์ชั่นการเพิ่มผู้มีสิทธิลงคะแนน	79
4.1.7 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับบัตรลงคะแนน	80
4.1.8 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับสถานที่ลงคะแนน	81
4.1.9 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับการตรวจสอบ	82
4.1.10 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับการประกาศผลการลงคะแนน	82
4.2 ฟังก์ชั่นการ Login เข้ามาของสถานที่ตรวจผู้มีสิทธิลงคะแนนลงคะแนน	84
4.3 ขั้นตอนการต่อใช้งาน IPSec	87
4.4 การทดลองส่วนของ Hard ware	89
4.4 1 การทดลองทดสอบการขับมอเตอร์	89
4.4.2 การทดลองทดสอบคีย์สวิตช์	90
4.4.3 การทดลองวงจรแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วน	90
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	92
บรรณานุกรม	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	4
รูปที่ 2.2 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	5
รูปที่ 2.3 แสดงการต่อขาของ MCS-51 ที่ใช้ต่อกับ XTAL	7
รูปที่ 2.4 การจัดโครงสร้างของหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล	9
รูปที่ 2.5 แสดงการสร้างลอจิกจากสวิตช์	10
รูปที่ 2.6 แสดงการสร้างสวิตช์เมตริกซ์	11
รูปที่ 2.7 แสดงสัญลักษณ์ของแต่ละเซกเมนต์	12
รูปที่ 2.8 แสดงการต่อมัลติเพล็กของ 7-segment	14
รูปที่ 2.9 สัญญาณรูปแบบของข้อมูลอนุกรม	15
รูปที่ 2.10 รายละเอียดเบื้องต้นของไอซี MAX 232 หรือ ICL232	17
รูปที่ 2.11 วงจรเชื่อมต่อMAX หรือ ICL232 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์	17
รูปที่ 2.12 คอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขาหรือแบบ DB-9	18
รูปที่ 2.13 แสดงรายระเอียดของการเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม RS-232	19
รูปที่ 2.14 แสดงการต่ออุปกรณ์บนระบบบัส I^2C	21
รูปที่ 2.15 แสดงส่วนประกอบต่างๆของบาร์โค้ด	23
รูปที่ 2.16 มอเตอร์กระแสตรง	33
รูปที่ 2.17 ไดอะแกรมระบบควบคุมมอเตอร์พื้นฐาน	34
รูปที่ 2.18 ไดอะแกรมการเชื่อมต่อรีเลย์	35
รูปที่ 2.19 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์	36
รูปที่ 2.20 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด	36
รูปที่ 2.21 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล	37
รูปที่ 2.22 รูปแบบของเทคโนโลยี ADO	42
รูปที่ 2.23 มุมมองของ Visual Basic กับฐานข้อมูล	43
รูปที่ 2.24 แสดงโครงสร้างออบเจ็กต์ ADO	45
รูปที่ 3.1 แสดงขอบเขตการทำงานของระบบ	48
รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการเลือกตั้ง	49
รูปที่ 3.3 แสดงกลไกเครื่องดอกบัตรลงคะแนน	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.4 แสดงรูปแบบแผงหน้าปัดของเครื่องลงคะแนน	51
รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างตัวถังด้านหน้า	52
รูปที่ 3.6 แสดงโครงสร้างตัวถังด้านข้าง	53
รูปที่ 3.7 แสดงรายละเอียดของบัตรลงคะแนน	54
รูปที่ 3.8 โครงสร้างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับการเลือกตั้ง	55
รูปที่ 3.9 แสดงรหัสบาร์โค้ด39	57
รูปที่ 3.10 แสดง E-R โมเดลที่ได้จากการออกแบบ	57
รูปที่ 3.11 แสดง E-R โมเดลที่ได้จากการออกแบบ(ต่อ)	58
รูปที่ 3.12 วงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์	60
รูปที่ 3.13 แสดงวงจรควบคุม 7 SEGMENT	61
รูปที่ 3.14 แสดงวงจรควบคุม RELAY	62
รูปที่ 3.15 วงจรหม้อแปลงจ่ายไฟฟ้า 5V 1A	63
รูปที่ 3.16 วงจรหม้อแปลง 24 V DC	63
รูปที่ 3.17 แสดงการต่อ IP Security Scenario	64
รูปที่ 3.11 แสดงโฟชาร์ทการทำงานของโครงงาน	66
รูปที่ 3.12 แสดงโฟชาร์ทการทำงานของโครงงาน(ต่อ)	67
รูปที่ 3.13 แสดงโฟชาร์ทการทำงานของโครงงาน(ต่อ)	68
รูปที่ 4.1 หน้าต่างการล็อกอินเข้าสู่ระบบ	70
รูปที่ 4.2 หน้าต่างการเข้าระบบกรณีที่ผู้ดูแลการเลือกตั้งป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง	71
รูปที่ 4.3 หน้าต่างการเข้าระบบเมื่อป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง 3 ครั้ง	72
รูปที่ 4.4 หน้าต่าง Notepad แสดงการล็อกอินเข้าระบบไม่ถูกต้อง	73
รูปที่ 4.5 หน้าต่างเริ่มต้นการใช้งานกรณีผู้ดูแลการเลือกตั้งป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง	74
รูปที่ 4.6 แสดงการเข้าหน้าต่างผู้ในใช้ระบบ	74
รูปที่ 4.7 แสดงหน้าตรวจสอบผู้ใช้ในระบบ	75
รูปที่ 4.8 หน้าต่างแสดงการลบผู้ใช้ในระบบ	76
รูปที่ 4.9 ฟังก์ชั่นเพิ่มล็อกอินผู้ใช้ให้ใช้โปรแกรมนี้ได้	76
รูปที่ 4.10 ฟังก์ชั่นการบันทึกข้อมูลผู้สมัครถูกต้อง	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.11 ฟังก์ชั่นการบันทึกข้อมูลผู้สมัครที่ไม่ถูกต้องและมีข้อความเตือน	77
รูปที่ 4.12 ฟังก์ชั่นการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลของผู้สมัคร	78
รูปที่ 4.13 ฟังก์ชั่นการบันทึกข้อมูลผู้มีสิทธิลงคะแนน	79
รูปที่ 4.14 ฟังก์ชั่นข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับบาร์โค๊ด	80
รูปที่ 4.15 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับสถานที่ลงคะแนน	81
รูปที่ 4.16 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับการตรวจสอบ	82
รูปที่ 4.17 ฟังก์ชั่นการประกาศผลการลงคะแนน	83
รูปที่ 4.18 ฟังก์ชั่นการออกจากโปรแกรม	83
รูปที่ 4.19 ฟังก์ชั่นของโปรแกรมตรวจสอบรายชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนน	84
รูปที่ 4.20 การ Ping ระบบเครือข่าย	85
รูปที่ 4.21 ฟังก์ชั่นที่เกิดจากการล็อกอินเข้าระบบไม่ได้	85
รูปที่ 4.22 ฟังก์ชั่นการตรวจสอบรายชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนน	86
รูปที่ 4.23 การติดตั้ง VPN (IP Sec) โดยใช้ Professional 2000	87
รูปที่ 4.24 การติดตั้ง VPN(IP Sec) เรียบร้อยแล้ว	88
รูปที่ 4.25 วงจรขับมอเตอร์	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆของพอร์ต 3	6
ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งขาที่จะต่อกับพอร์ต	12
ตารางที่ 2. 3 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรม ตามมาตรฐาน RS-232 แบบ DB 9	18
ตารางที่ 2.4 แสดงโหมดของรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการสื่อสารระบบบัส I^2C	22
ตารางที่ 2.5 แสดงโหมดของรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการสื่อสารข้อมูลอนุกรม	26
ตารางที่ 2.6 แสดงการกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม	27
ตารางที่ 3.1 บัตรลงคะแนน	58
ตารางที่ 3.2 เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์เลือกตั้ง	58
ตารางที่ 3.3 ผู้สมัคร	59
ตารางที่ 3.4 ผู้มีสิทธิลงคะแนน	59
ตารางที่ 3.5 แสดงตาราง System Specification	69
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรขับมอเตอร์	89
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของวงจรแสดงผล	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนวความคิดและที่มาของปัญหา

ในระบบการเลือกตั้งแบบเก่าไม่มีการใช้เทคโนโลยีมาเกี่ยวข้องทำให้เกิดปัญหาล่าช้าต่อการนับคะแนนและรวบรวมคะแนนของคะแนนแต่ละท้องที่ซึ่งกว่าจะทราบผลการเลือกตั้งก็ใช้เวลามาก ปัญหาที่พบอีกอย่างก็คือ บัตรเสียซึ่งเกิดจาก ผู้ที่มาเลือกตั้งบางคนทำผิดขั้นตอนการลงคะแนนเช่น กากบาทมากกว่า 2 หมายเลขพร้อมกัน จึงทำให้เกิดแนวความคิดในการจัดทำโครงงานนี้ เป็นระบบการลงคะแนนแบบปุ่มกด ช่วยให้เกิดความสะดวกในการลงคะแนน และลดปัญหาบัตรเสียเนื่องจากไม่สามารถกดเครื่องลงคะแนนนอกเหนือจากเครือข่ายระหว่างท้องที่หลังจากการนับผลคะแนนแล้ว เพื่อรวบรวมผลคะแนน ของแต่ละท้องที่ทำให้รู้ผลการเลือกตั้งขั้นตอนการลงคะแนนและประโยชน์อีกอย่างก็คือรู้ผลคะแนนของแต่ละท้องที่ได้รวดเร็ว มีการเชื่อมต่อรวดเร็วได้

1.2 วัตถุประสงค์

เราสามารถแบ่งวัตถุประสงค์ออกเป็นหัวข้อได้ดังนี้ คือ

1. เพื่อพัฒนาระบบการเลือกตั้งให้ดีขึ้น
2. ลดปัญหายุ่งยากในการนับผลคะแนน
3. มีความรวดเร็วในการนับผลคะแนน
4. สามารถใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน
5. สามารถตรวจสอบผลคะแนนภายหลังได้ เนื่องจากมีการตอกใบลงคะแนนเก็บไว้เป็นหลักฐาน
6. เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประยุกต์ใช้งานควบคุม
7. เพื่อศึกษาวิธีการออกแบบฐานข้อมูล
8. เพื่อศึกษารายละเอียดโครงสร้าง และวิธีการใช้งานฐานข้อมูล My SQL server 2000
9. เพื่อศึกษารายละเอียดโครงสร้าง และวิธีการใช้งาน Visual Basic 6.0 ติดต่อกับผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. มีปุ่มกดเลือกตั้งหมายเลขที่ต้องการและปุ่มกดยืนยันและข้อมูลนั้นจะถูกเก็บเป็นระบบเป็นฐานข้อมูล
2. มีปุ่มกดสำหรับลงคะแนนที่เครื่องลงคะแนน
3. มีระบบการแสดงสถานะ การทำงานของระบบแสดงหมายเลข 1-99 ที่เลือกทาง 7-segment ของเครื่องเลือกตั้ง
4. มีระบบการลงคะแนนอัตโนมัติ
5. ที่เครื่องจะมีการตอกใบลงคะแนนหลังจากกดปุ่มยืนยันการลงคะแนนเพื่อไว้เป็น หลักฐานใช้ตรวจสอบย้อนหลัง
6. มีระบบการนำบัตรเข้าไปเก็บในกล่อง โดยอาศัยการทำงานของกลไก และมอเตอร์ซึ่งเป็นส่วนที่จะพาบัตรเข้าไปเก็บในกล่อง
7. มีระบบการตรวจสอบบัตรก่อนการลงคะแนนจากดาต้าเบสด้วยบาร์โค้ด
8. มีการเชื่อมเครือข่ายระหว่างการลงคะแนน

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกได้เป็นดังนี้คือ

1. การค้นหาข้อมูลและเตรียมข้อมูล
2. การออกแบบโครงสร้างฮาร์ดแวร์
3. การออกแบบวงจรควบคุม
4. ออกแบบทางด้านซอร์ฟแวร์
   - ออกแบบ User Interface
   - Interface โปรแกรมกับ Hardware
   - ส่วนของการแสดงผล
5. การทดสอบการทำงาน
6. การตรวจสอบและแก้ไข
7. การรวบรวมและการเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในโครงงาน

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นชื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่รวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณคณิตศาสตร์ และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณเอาต์พุต หน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกันทำให้สามารถใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดจำนวนอุปกรณ์ และขนาดของระบบ ในขณะที่มีความสามารถสูงขึ้น ภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม AT89C51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในแบบแฟลช (Flash Memory) ของ ATMEL Corporation เป็นไอซีแบบ DIP มีขาทั้งหมด 40 ขา โดยขาต่างๆจะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุต,เอาต์พุต,ขาสัญญาณควบคุม,ขาตำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูล

2.1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว
2. มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 8 บิต
3. มีวงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายในไอซี
4. หน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบแฟลช ทำให้สามารถลบและเขียนใหม่ได้นับพันครั้ง
5. ใช้ในรูปแบบไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยว ไม่ต้องใช้หน่วยความจำ ภายนอก ส่งผลให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุต เอาต์พุต ของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
6. มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว (On–chip program memory) ขนาด 4กิโลไบต์
7. มีหน่วยความจำข้อมูลภายในตัว (On – chip data memory) ขนาด 128 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

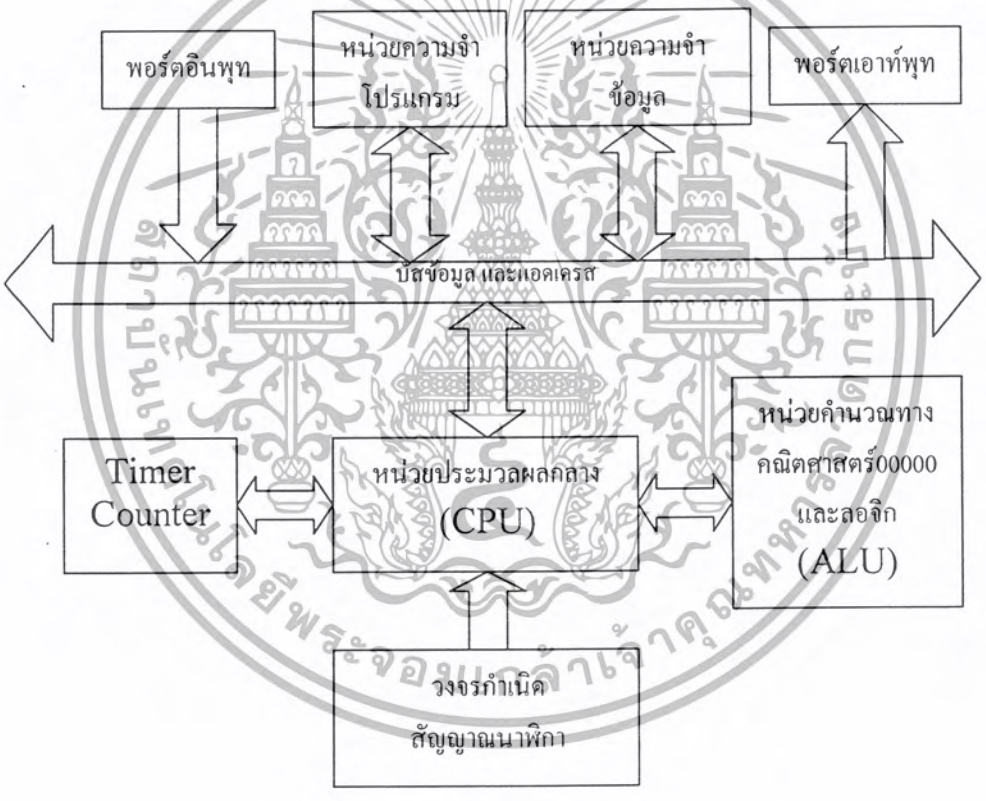
8. ขาพอร์ต 8 บิต จำนวน 4 พอร์ต เป็นแบบกึ่งสองทิศทาง (Quasibidirectional)สามารถใช้งานได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต

9. มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมภายในตัวเอง ซึ่งสามารถทำการรับ และส่งข้อมูลในลักษณะ 2 ทิศทางในเวลาเดียวกัน (Full duplex)

10. สามารถรองรับแหล่งอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท

11. ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต 2 ตัว(ไทเมอร์0,1)

12. สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์



รูปที่ 2.1 โครงสร้างการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.1.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 ทุกเบอร์มีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.2 สำหรับการใช้งานของแต่ละขามีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

2.1.2.2 ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

2.1.2.3 ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7)

มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไป ยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย(float) จึงมีอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้

รูปที่ 2.2 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.1.2.4 ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7)

มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไปถ้าต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้

อกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.5 ขาพอร์ต 2 (P2.0-P1.7)

มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไปถ้าต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1"ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อย ลอย (float) จึงมีอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้

2.1.2.6 ขาพอร์ต 3 (P2.0-P1.7)

มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1"ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ และนอกจากนี้พอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในหน้าที่พิเศษต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

บิต	ชื่อ	หน้าที่พิเศษ
P3.0	RXD	ใช้รับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม
P3.1	TXD	ใช้ส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม
P3.2	INTO	อินเทอร์รัพท์ภายนอกหมายเลข 0
P3.3	INT1	อินเตอร์รัพท์ภายนอกหมายเลข 1
P3.4	TO	ตัวจับเวลา/ ตัวนับตัวที่ 0
P3.5	T1	ตัวจับเวลา/ ตัวนับตัวที่ 1
P3.6	WR	สัญญาณเขียนข้อมูลหน่วยความจำภายนอก
P3.7	RD	สัญญาณอ่านข้อมูลหน่วยความจำภายนอก

ตารางที่ 2.1 แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆของพอร์ต 3

2.1.2.7 ขา RST (Reset)

ขา RST ได้แก่ ขา 9 จะใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 โดยจะให้ขานี้เป็นลอจิก "1" อย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล (Machine Cycles) จึงจะรีเซตระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.8 ขา ALE /PROG (Address Latch Enable/ Program pulse input)

เป็นขาที่ 30 ใช้ในการควบคุมการแลตซ์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรเลอร์

2.1.2.9 ขา PSEN (Program Store Enable)

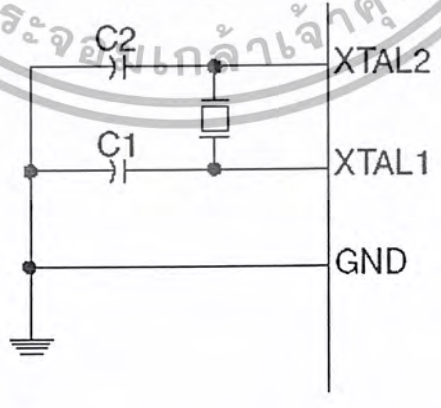
ขา PSEN เป็นขาที่ส่งสัญญาณออกคือขา 29 ขานี้จะแอคทีฟเมื่อ MCS-51 ต้องการอ่านโค้ดหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณ สโตรปจำนวน 2 ครั้งใน 1 แมชชีนไซเคิล แต่ในขณะที่ติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกจะไม่มีการส่งสัญญาณสโตรปแต่อย่างใด

2.1.2.10 ขา EA (External Access)

ขา EA ได้แก่ ขาที่ 31 ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าขานี้เป็นลอจิก "0" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรเลอร์ติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็นลอจิก "1" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรเลอร์ติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรเลอร์

2.1.2.11 XTAL1 และ XTAL2

วงจรออสซิลเลเตอร์(Oscillator)บนชิพได้แก่ ขา 18 และ 19 โดยต่อคริสตอล (Crytal) เข้ากับขานี้ โดยปรกติมักจะใช้คริสตอล ความถี่ 11 MHz กับตัวเก็บประจุหรืออาจใช้สัญญาณนาฬิกาจาก TTL Clock Source ต่อกับ XTAL1 และ XTAL ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงการต่อขาของ MCS-51 ที่ใช้ต่อกับ XTAL

ใน AT89C51 จะใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 V ต่อเข้ากับขา Vcc(40) ส่วนขา Vss(20) จะต่อลงกราวจ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การจัดการหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์

ใน MCS – 51 แบ่งชนิด และหน้าที่ของหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) และหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

2.1.3.1 หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรมสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรมภายใน และหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก หน่วยความจำภายในจะถูกเลือกใช้งานถ้าขาสัญญาณ EA มีค่าเป็น 1 โดยจะถูกใช้งานในช่วงแอดเดรส 0 – 0FFFH จะถูกใช้หน่วยความจำภายนอก หรือกล่าวได้ว่าถ้าขาดสัญญาณ EA มีค่าเป็น 0 จะเป็นการเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกทั้งหมดตลอดช่วงแอดเดรส

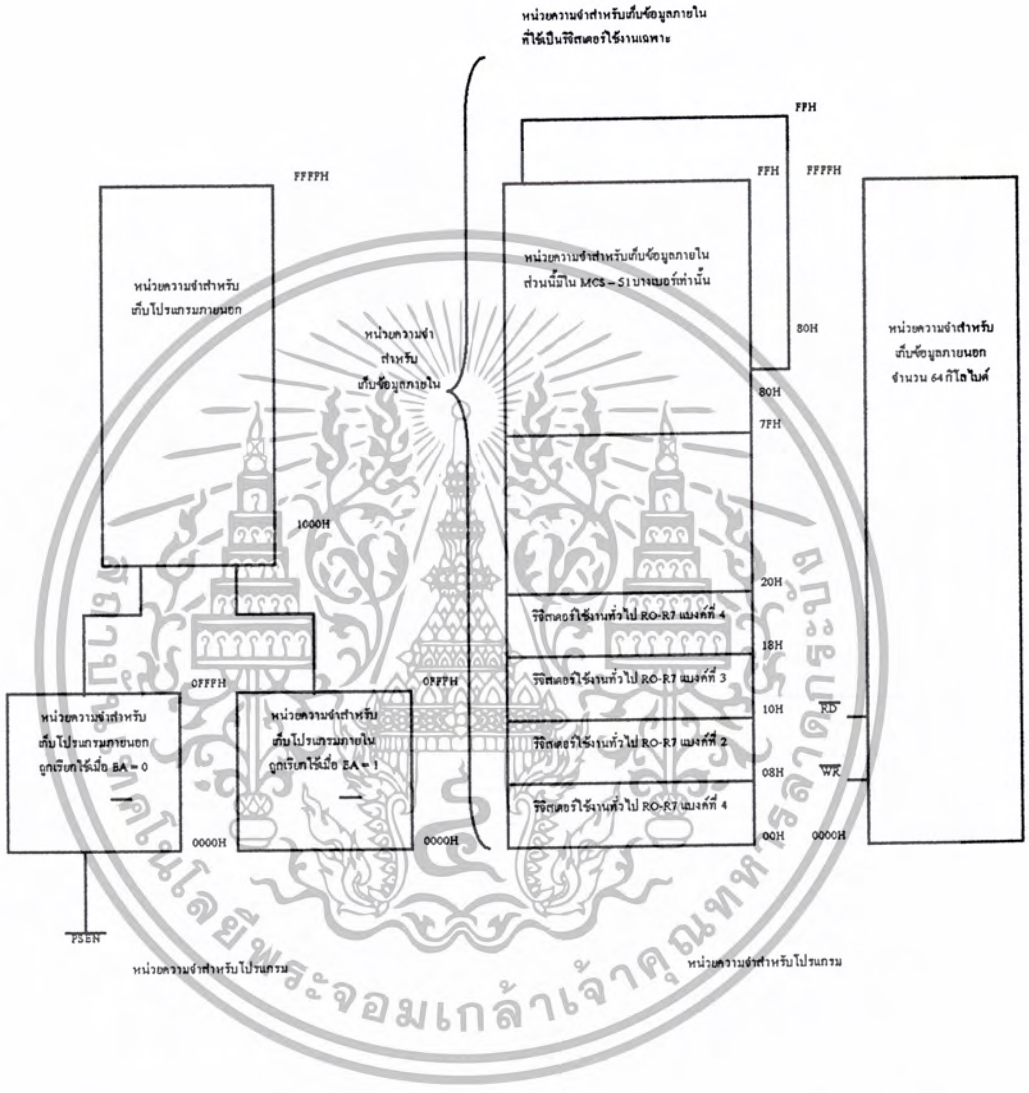
2.1.3.2 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำข้อมูลภายในและหน่วยความจำข้อมูลภายนอก สำหรับหน่วยความจำข้อมูลภายในยังแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนย่อย คือ ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไป และส่วนที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ หรือ SFR (Special Function Register) โดยส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปจะถูกใช้สำหรับเก็บข้อมูลหรือค่าตัวแปรต่าง ๆ จากการทำงานของโปรแกรม ส่วนรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษจะถูกใช้งานเป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงาน และบอกสถานะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.3.3 รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (SFR)

หน้าที่สำคัญคือควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำหน้าที่แสดงสถานการณ์ทำงานซึ่งในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษบางตัวยังสามารถเข้าถึงได้ ในระดับบิต (bit addressable) ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การจัดโครงสร้างของหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

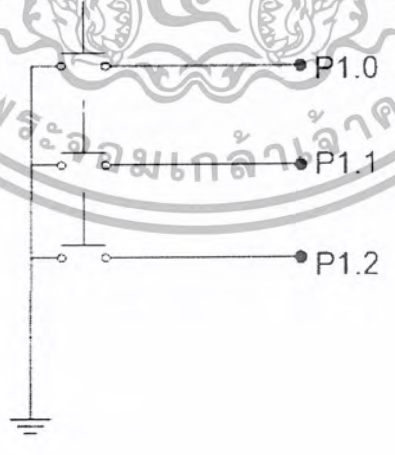
2.1.3.4 รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปมีไว้สำหรับให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำข้อมูลไปพักไว้ชั่วคราว หรือใช้งานทั่วไปได้ตามต้องการ ซึ่งรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปนี้มีอยู่ด้วยกัน 8 ตัว คือ รีจิสเตอร์ R_0-R_7 โดยรีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัวถูกจัดให้อยู่รวมกัน และมีให้เลือกใช้ถึง 4 แบงค์ (bank) นั่นคือ รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปถึง 32 ตัวให้ใช้งาน การเลือกใช้รีจิสเตอร์ แบงค์ใดแบงค์หนึ่งจะถูกกำหนดจากบิต RS_0 และ RS_1 ในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ PSW ดังนั้นการเลือกใช้จึงเลือกได้เพียงแบงค์เดียวในขณะใดขณะหนึ่ง อย่างไรก็ตามค่าข้อมูลที่เก็บไว้ในรีจิสเตอร์แบงค์ใดแบงค์หนึ่งก็ตามที่มีชื่อเดียวกัน แต่อยู่คนละแบงค์จะไม่มีผลซึ่งกัน และกันเลย

2.2 การเชื่อมต่อสวิตช์เข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.1 การเชื่อมต่อกับสวิตช์

สวิตช์เป็นอุปกรณ์อินพุตพื้นฐานที่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับข้อมูลได้ การสร้างสวิตช์ให้กับระบบไมโครคอนโทรเลอร์นั้นสามารถทำได้ดังรูปที่ 2.5 โดยการต่อเข้ากับแต่ละบิตของพอร์ตอินพุต ถ้าสวิตช์ ON จะให้ลอจิก "0" แต่ถ้าสวิตช์ OFF จะให้ลอจิก "1" ระบบนี้เป็นต่อสวิตช์โดยตรงแบบง่ายที่สุดเหมาะสำหรับระบบที่ไม่ต้องการสวิตช์มากนัก

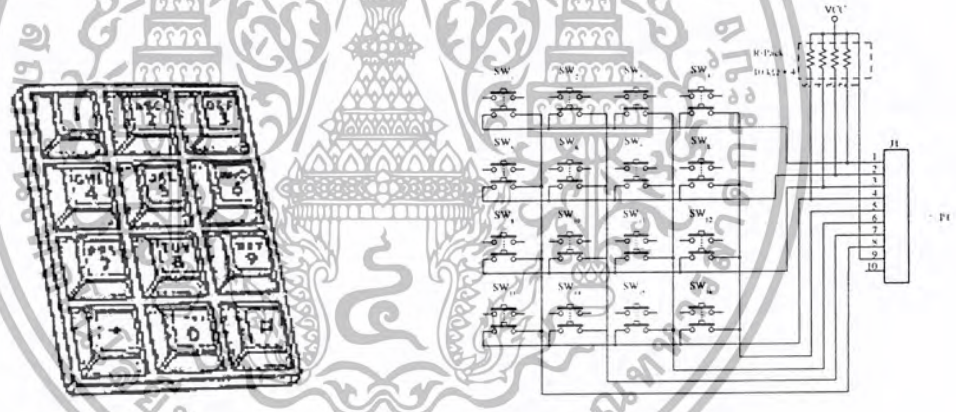


รูปที่ 2.5 แสดงการสร้างลอจิกจากสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การเชื่อมต่อกับคีย์แพด (key pad)

การเชื่อมต่อสวิตช์มีด้วยกัน 2 ลักษณะใหญ่ๆคือ ต่อเข้ากับไฟเลี้ยงหรือกราวด์โดยตรง เมื่อสวิตช์ตัวใดต่อวงจรสามารถอ่านค่าได้โดยตรงซึ่งไม่มีความซับซ้อน สามารถอ่านค่าของสวิตช์ได้ง่ายและรวดเร็ว แต่มีข้อเสียคือ ถ้าหากจำนวนของสวิตช์มีมากๆจำนวนของสายข้อมูลก็จะมีมากตามทำให้ระบบหรือวงจรโดยรวมมีขนาดใหญ่และสิ้นเปลือง วงจรสวิตช์อีกลักษณะหนึ่งคือ การต่อวงจรแบบเมตริกซ์ (Matrix Switch) ดังรูปที่ 2.6 สวิตช์จะถูกต่อกันในแนวแกนตั้งและแกนนอน จะเรียกแนวตั้งว่าหลัก (Column) ในแนวนอนจะเรียกว่า แถว (Row) ดังนั้นค่าของสวิตช์จะต้องประกอบด้วยตำแหน่งในแนวหลักและแถว กระบวนการที่จะทำให้ได้มาซึ่งค่าของสวิตช์มีขั้นตอนซับซ้อนพอสมควร แต่วงจรของสวิตช์แบบนี้มีข้อดีคือสามารถรองรับการเพิ่มของสวิตช์ได้อย่างสะดวกทำให้สวิตช์เมตริกซ์เป็นที่นิยมใช้มากในระบบควบคุมอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติที่มีจำนวนสวิตช์มากกว่า 8 ตัวในที่นี้จะยกตัวอย่างการต่อคีย์แพด ขนาด 4*4



รูปที่ 2.6 แสดงการสร้างสวิตช์เมตริกซ์

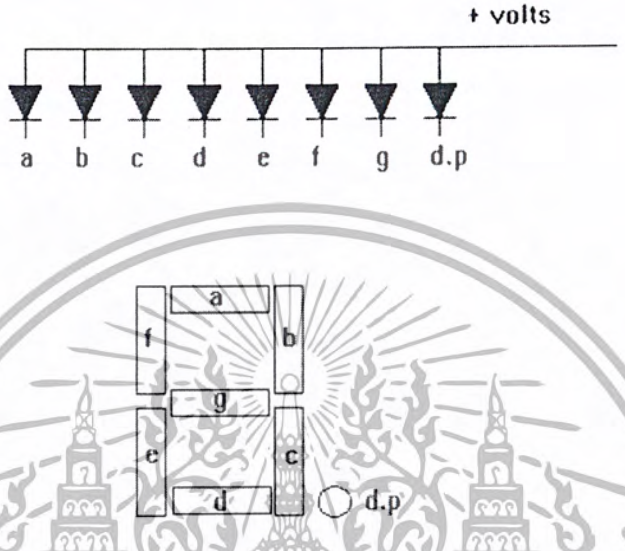
2.3 การเชื่อมต่อกับหน่วยแสดงผล

2.3.1 การเชื่อมต่อกับไดโอดเปล่งแสง(LED) 7 ส่วน

การเชื่อมต่อกับไดโอดเปล่งแสงที่แสดงผลแบบตัวเลขได้ที่เรียกว่า ไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วน(7 -Segment Display) หรือ 7 เซกเมนต์ ซึ่งมีทั้งแบบคาโทดร่วม(Common-cathode)และแบบอาโนดร่วม(Common-anode)ไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วนนี้จะเป็นการรวมไดโอดเปล่งแสง 7 หลอดประกอบกันให้สามารถแสดงเป็นตัวเลขได้ การขับให้ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบแคโทดร่วมสว่างจะต้องจ่ายไฟลบเข้าที่ขาร่วมแล้วจ่ายไฟบวกเข้าที่ขาแอโนดซึ่งก็คือขาของแต่ละเซกเมนต์นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบอาโนดร่วมสว่างจะต้องจ่ายไฟบวกเข้าที่ขาร่วม แล้วจ่ายไฟลบเข้าที่ขาแคโนดซึ่งก็คือขาของแต่ละเซกเมนต์นั่นเองดังในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงสัญญลักษณ์ของแต่ละเซกเมนต์

ถ้าเราเชื่อมต่อแต่ละขากับบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยแต่ละบิตจะต่อเขากับขา a,b,c,d,e,f,g,dp ของแต่ละหลอดไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วน ดังตารางที่ 2.2 ถ้าหากต้องการให้ไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วนแสดงตัวเลขให้ดูตามบิต

ตำแหน่งบิต	ตำแหน่งเซกเมนต์
7	dot
6	g
5	f
4	e
3	d
2	c
1	b
0	a

ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งขาที่จะต่อกับพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

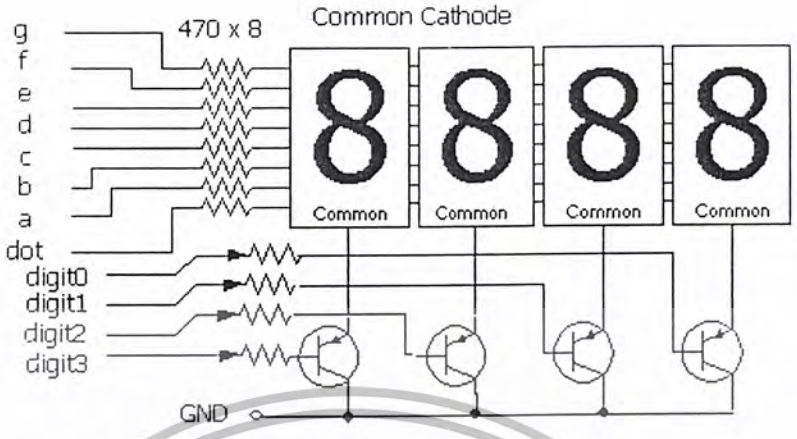
ถ้าหากต้องการต่อไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วนกับพอร์ตของ AT89C51 ไม่ควรนำมาต่อโดยตรงเนื่องจากความสามารถในการจ่ายกระแสเอาต์พุตรวมไม่สูงมากนักจึงต้องอาศัยไอซีบัฟเฟอร์มาช่วยขับ LED อาทิเช่น ไอซี 74HC541 และที่เอาต์พุตของไอซีบัฟเฟอร์ที่ต่อกับ LED ตัวเลข 7 ส่วนต้องมีตัวต้านทานจำกัดกระแสให้แก่ LED และถ้าต้องการกำหนดรูปแบบการแสดงผลของเซกเมนต์ต่างๆด้วยข้อมูลแต่ละบิตของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3.2 การเชื่อมต่อกับไดโอดเปล่งแสง(LED) 7 ส่วนหลายๆตัว

ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์หากต้องการแสดงผลเป็นตัวเลขหลายๆหลักจำเป็นต้องใช้ไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วนหลายๆตัว ไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วนหนึ่งตัวจะต้องใช้พอร์ตขนาด 8 บิตหนึ่งพอร์ต หากต้องการแสดงตัวเลข 3 หลักจะต้องใช้พอร์ตถึง 3 พอร์ตซึ่งจะเห็นว่าถ้าต้องการแสดงหลายหลักจะต้องใช้พอร์ตหลายพอร์ต มีวิธีหนึ่งที่จะแสดงผลหลายหลักได้ โดยจะประหยัดจำนวนพอร์ต และเป็นวิธีที่ใช้กันโดยทั่วๆ ไปเรียกว่า การมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) ซึ่งเป็นวิธีการขับให้ LED สว่างที่ละหลักด้วยอัตราเร็วที่มนุษย์ไม่สามารถตรวจจับทัน จึงดูเหมือนว่า LED ตัวเลข 7 ส่วนทุกหลักติดสว่างในเวลาเดียวกัน

การขับ LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบมัลติเพล็กจะทำการต่อขาของแต่ละเซกเมนต์ร่วมกันคือ เซกเมนต์ a ของทุกหลักจะต่อถึงกันไล่เรียงไปจนถึงเซกเมนต์ g ในบางงานที่ต้องใช้จุด dp ก็ต้องต่อขาของจุด dp รวมกันด้วย การใช้ MCS-51 เข้ามาควบคุมการแสดงผลจะจ่ายไฟให้แก่ขาร่วมของLED ตัวเลข 7 ส่วนทีละหลักไล่ไปตามลำดับด้วยความเร็วสูง โดยผ่านทรานซิสเตอร์ทั้งนี้การต่อทรานซิสเตอร์เพื่อขับขาคอมมอนนั้นจะช่วยให้ภาระในการจ่ายกระแสของไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงด้วย กระบวนการส่งข้อมูลไปยังเซกเมนต์ a-g และ dp โดยทำการส่งข้อมูล "0 " ไปยังทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่กับขาร่วมของ LED ตัวเลข 7 ส่วนในหลักที่ต้องการแสดงผล ยกตัวอย่างตัวเลข 15 ต้องส่งข้อมูลเลข "1" ไปก่อนแล้วจึงจึงค่อยส่งข้อมูล " 0 " ไปยังทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่กับขาร่วมของทรานซิสเตอร์ตัวที่ 2 จากนั้นจึงส่งข้อมูลเลข 5 แล้วส่งข้อมูล "0" ไปยังทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่กับขาร่วมของทรานซิสเตอร์ตัวที่ 1 ตามลำดับ ภาพที่เห็นจึงกลายเป็นว่า LED ตัวเลข 7 ส่วนทั้ง2 หลักพร้อมกัน เพราะฉนั้นการกินกระแสไฟฟ้าจึงมีค่าสูงสุดเท่ากับ LED ทุกเซกเมนต์ในหนึ่งหลักติดสว่างพร้อมกันเท่านั้น แสดงการต่อมัลติเพล็กในรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงการต่อมัลติเพล็กของ7-segment

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์กับพอร์ตอินพุต เอาต์พุต

การที่ระบบคอมพิวเตอร์จะติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ เช่นการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก (Input) หรือส่งข้อมูลให้อุปกรณ์ภายนอก (Output) จะต้องติดต่อผ่านทางพอร์ตหรืออาจกล่าวได้ว่าพอร์ต คือช่องทางในการโอนย้ายข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งวิธีรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกนั้นแบ่งได้เป็นสองลักษณะคือ การรับส่งข้อมูลด้วยจำนวนบิตของข้อมูลทั้งหมดในเวลาเดียวกัน เรียกว่าพอร์ตแบบขนาน และการรับส่งข้อมูลทีละบิตจนครบจำนวนของข้อมูลเรียกว่าพอร์ตอนุกรม

2.4.1 พอร์ตของ MCS-51 และการใช้งาน

MCS-51 จะประกอบไปด้วยพอร์ต 4 พอร์ต คือ P0,P1,P2,P3 ซึ่งพอร์ตทั้ง 4 พอร์ต สามารถใช้เป็นอินพุตพอร์ตและเอาต์พุตพอร์ต ได้แต่ส่วนใหญ่มักใช้พอร์ต P1 ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกเพราะบางขณะ P0,P2,P3 ถูกใช้ในงานด้านอื่นด้วย

พอร์ตของ MCS-51 จะสร้างจาก FET และจะเห็นว่า P1,P2,P3 จะมีตัวต้านทานเป็นตัวพลูอัพโหลดอยู่ภายในชิพซึ่งเรียกว่า Internal Pull-up แต่ P0 จะไม่มี ดังนั้นการใช้งาน P1,P2,P3 เป็นพอร์ตเอาต์พุตนั้น ถ้ามีการส่งข้อมูลเป็นลอจิก 0 ออกมาจะทำให้ FET หยุดทำงาน ดังนั้นเอาต์พุตจะเป็นศูนย์ด้วย ถ้ามีการส่งข้อมูลออกมาเป็นลอจิก 1 ตัว FET จะหยุดทำงาน ดังนั้นขาเอาต์พุตจะเป็น ลอจิก 1 ด้วยตัวต้านทานที่พูลอัพอยู่ภายใน แต่สำหรับการใช้พอร์ต 0 ถ้าใช้เป็นพอร์ตเอาต์พุตจะอยู่ในสภาวะอิมพีแดนซ์สูง ซึ่งต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพภายนอกด้วย

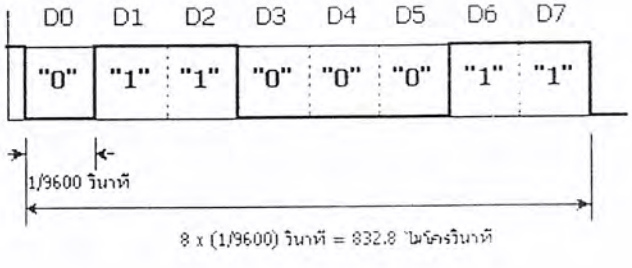
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติแล้วการใช้งานพอร์ตเอาต์พุตของคอมพิวเตอร์ จะต้องมีการควบคุมเวลาในการทำงานเพราะว่าคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ภายนอกใช้เวลาในการทำงานแตกต่างกัน อุปกรณ์ภายนอกที่มีความเร็วต่ำ เช่นอุปกรณ์ที่มีส่วนประกอบของ Mechanic อย่างเช่นเครื่องพิมพ์ เราต้องใช้โปรแกรมหน่วงเวลา (Delay) ให้คอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลช้าลง อย่างไรก็ตามการหน่วงเวลาการส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกนั้น จะใช้ได้ในกรณีที่การส่งผ่านข้อมูลนั้นไม่จำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงตามเวลามากนักถ้ารูปแบบของการส่งข้อมูลจำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงมากขึ้นจะใช้วิธีที่เรียกว่า Handshake เพื่อควบคุมการรับส่งข้อมูล

2.5 พอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

การสื่อสารแบบอนุกรมนั้นจะแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารอนุกรมแบบ อะซิงโครนัส การสื่อสารแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิการ่วมอยู่กับการรับและส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสก็คือคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายของสัญญาณนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้นการติดต่อกันแบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้นคือ สัญญาณนาฬิกา, ข้อมูลและกราวด์ รูปที่ 2.9 แสดงให้เห็นถึงไทมิ่งไดอะแกรมของการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส หากมีการส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที จะใช้เวลาในการรับส่งข้อมูลหนึ่งบิตมีค่าเท่ากับ 1/9600 หรือ 104.1 ไมโครวินาที และเวลาในการรับส่งข้อมูลทั้ง 8 บิตจะมีค่าเท่ากับ 8 x 104.1 หรือ832.8 ไมโครวินาที

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	0	0	0	1	1	0



รูปที่ 2.9 สัญญาณรูปแบบของข้อมูลอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association : EIA) ได้ว่างมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณได้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -12V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3 ถึง +12V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating : DCE) ไว้ว่า อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS-232

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DET ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

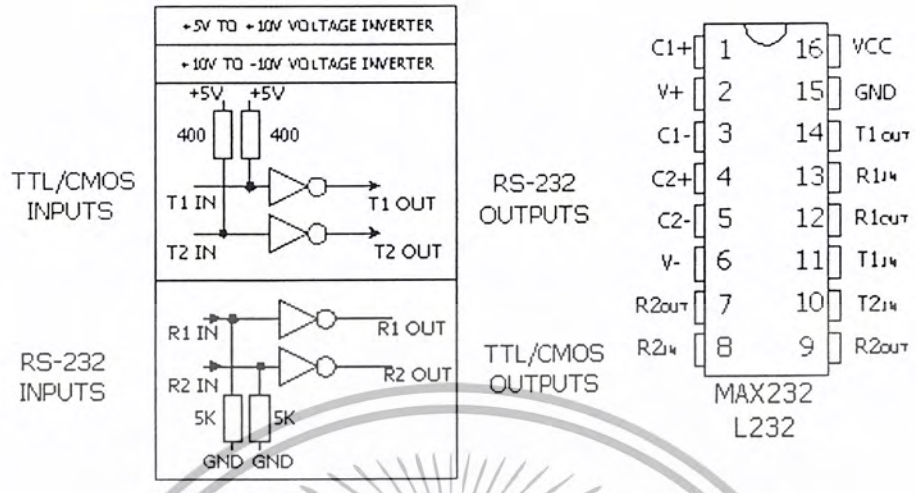
สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็มหรือเมาส์ โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

2.5.2 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

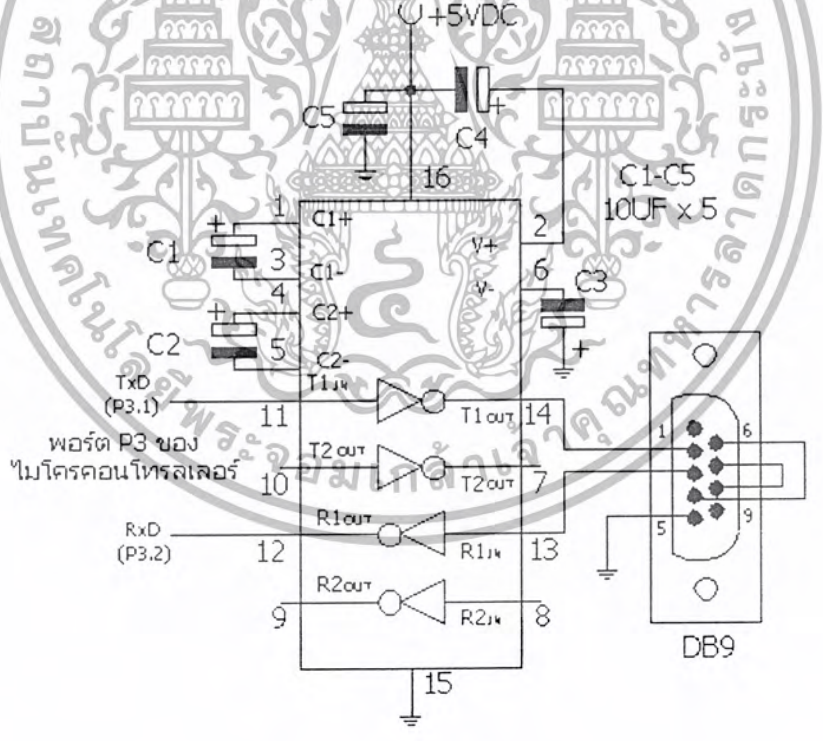
ในการใช้งานพอร์ตอนุกรมกับไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 มักนิยมใช้ในการติดต่อเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-232 เป็นส่วนใหญ่แต่เนื่องจากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีระดับตั้งแต่ +3ถึง+12V ในขณะที่ระดับสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 อยู่ในระดับทีทีแอล 0 ถึง 5V ดังนั้นจึงไม่สามารถเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง จึงต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านไอซีพิเศษ ที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณ ไอซีที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณนี้คือ ไอซีMAX 232 หรือ ICL232 โดยแสดงรูปที่ 2.10 และการต่อใช้งานรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.10 รายละเอียดเบื้องต้นของไอซี MAX 232 หรือ ICL232



รูปที่ 2.11 วงจรเชื่อมต่อMAX หรือ ICL232 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
62021

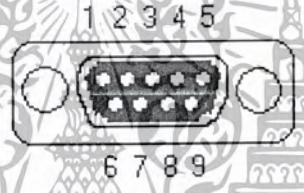
มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 ตัวผู้ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 จะมีขาใช้งาน 9 เส้น

สำหรับรายระเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีดังนี้

Data Carrier Detect : DCD หรือเรียกว่า Carrier Detect : CD ขานี้จะแอกตีฟเมื่อมีกาส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเช่น โมเด็ม สำหรับการทำงานปกติ ขานี้ไม่ได้ใช้งานมาก

Receive Data : RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์

Transmitted Data :TD หรือTxD ใช้ส่งข้อมูลออกมาจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป

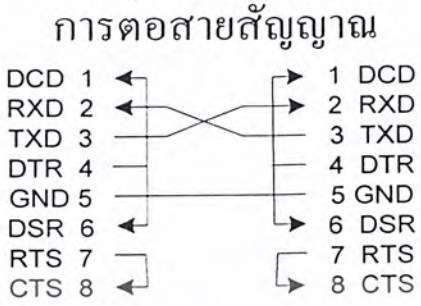


รูปที่ 2.12 คอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขาหรือแบบ DB-9

คอนเน็กเตอร์ DB-9	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	Data Carrier Detect : DCD	อินพุต
2	Receive Data : RxD	อินพุต
3	Transmitted Data : TxD	เอาต์พุต
4	Data Terminal Ready : DTR	เอาต์พุต
5	Signal Ground : GND	-
6	Data Set Ready : DSR	อินพุต
7	Request To Send : RTS	เอาต์พุต
8	Clear To Send : CTS	อินพุต
9	Ring Indicator : RI	อินพุต

ตารางที่ 2.3 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 แบบ DB-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงรายระเอียดของการเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม RS-232

Data Terminal Ready : DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่า ต้องการติดต่อด้วยโดยขา DTR นี้จะเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็น

Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์

Signal Ground : GND กราวด์ระบบ

Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทางซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR

Request To Send : RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์โดยขาที่รับสัญญาณ RST ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem 3 สายจะต้องเชื่อมต่อกับขา RST และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อจะให้การรับแClear To Send : CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไปดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

Ring Indicator : IR ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดย ทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกนำไปใช้งานจะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อโมเด็มหรือโปรแกรมมีการตรวจ สอบสัญญาณนี้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมกับระบบบัส I^2C

I^2C ย่อมาจาก Inter – IC Communication หมายถึง การติดต่อสื่อสารระหว่างไอซีโดยบัส I^2C ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยฟิลิปส์ ด้วยจุดมุ่งหมายหลักคือ ต้องการให้ไอซีหรือโมดูลสามารถติดต่อสั่งงาน และควบคุมภายใต้ สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือสายข้อมูล อีกเส้นหนึ่งคือสาย สัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงาน การต่อร่วมกันของอุปกรณ์บนบัส I^2C ทำได้โดย เพียงต่อสายข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัวขนานหรือพ่วงกันไป ส่วนการกำหนดแอดเดรสหรือตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัว จะใช้รหัสข้อมูลและการกำหนดแอดเดรส สภาวะลอจิกที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว

สายข้อมูลบนบัส I^2C มีชื่อเรียกอย่างเป็นทางการว่า สายข้อมูลอนุกรม หรือ SDA (Serial Data line) ส่วนสายสัญญาณนาฬิกามีชื่อเรียกว่า สายสัญญาณนาฬิกาอนุกรมหรือ SCL (Serial Clock line) จะเรียกสายสัญญาณทั้งสองว่า สาย SDA และ SCL

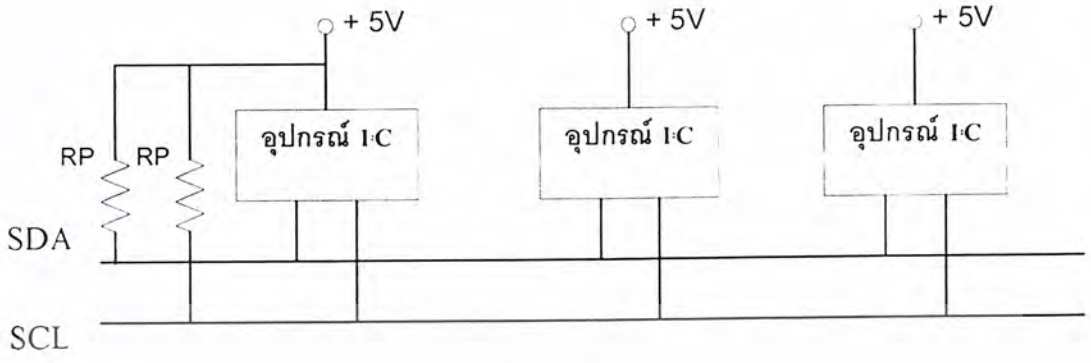
2.6.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I^2C

สาย SDA และ SCL เป็นสายสัญญาณสองทิศทาง (bi-directional line) ต้องมีการต่อตัวต้านทานพูลอัปกับแรงดัน +5V ไว้ตลอดเวลาเพื่อให้สายมีสถานะลอจิกสูงในขณะที่ไม่มีการติดต่อใช้งานทั้งยังช่วยในการป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจมีเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสอง วงจรเอาต์พุตของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I^2C ต้องมีลักษณะเป็นวงจรคอลเล็กเตอร์เปิด

อัตราการถ่ายทอดข้อมูลบนบัส I^2C สูงถึง 100 กิโลบิตต่อวินาที ในโหมดปกติและสูงถึง 400 กิโลบิตต่อวินาทีในโหมดความเร็วสูง อุปกรณ์ที่ต่อรวมอยู่บนบัส I^2C จะต้องมีค่าความจุไฟฟ้ารวมที่เกิดขึ้นระหว่างสาย SDA และ SCL ไม่เกิน 400 pF การเข้าถึงอุปกรณ์บนบัส I^2C ใช้ข้อมูลสำหรับการเข้าถึง 2 ค่าคือ 7 บิตหรือ 10 บิต

ข้อเด่นอีกประการหนึ่งของบัส I^2C คือสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ไฟเลี้ยงไม่เท่ากันให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดยอุปกรณ์บนบัส I^2C ตัวหนึ่งอาจใช้ไฟเลี้ยง +5V ในขณะอีกตัวหนึ่งใช้ไฟเลี้ยง +12 V การต่อร่วมกันบนบัส I^2C สามารถกระทำได้ในลักษณะเดียวกันกับกรณีที่อุปกรณ์ทั้งสองใช้ไฟเลี้ยนงเท่ากัน กล่าวคือให้ต่อสาย SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้าด้วยกันและต้องตัวต้านทานพูลอัป (RP) เข้ากับแรงดัน +5V ไว้ด้วยเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงการต่ออุปกรณ์บนระบบบัส I^2C

2.6.2 หลักการของบัส I^2C

บัส I^2C ประกอบด้วยสายสัญญาณสองเส้น คือ SDA และ SCL อุปกรณ์ที่ต่อพ่วงบนบัสสามารถมีได้มากมาย ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดรูปแบบของการติดต่อบนบัส เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่า ขณะนี้อุปกรณ์ใดติดต่ออยู่ และอุปกรณ์ใดเป็นตัวรับหรือตัวส่ง ต่อไปนี้จะขออธิบายลักษณะหน้าที่และนิยามของอุปกรณ์ที่ต่อบนบัส I^2C เพื่อเป็นข้อตกลงก่อนอธิบายการทำงานของบัส I^2C อุปกรณ์ที่เป็นผู้สร้างหรือส่งข้อมูลเรียกว่า ตัวส่ง (Transmitter) อุปกรณ์ที่เป็นผู้รับข้อมูลเรียกว่า ตัวรับ(Receiver) อุปกรณ์บนบัส I^2C สามารถเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง บางอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นตัวรับอย่างเดียว จะไม่มีอุปกรณ์ใดบนบัส I^2C ที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งอย่างเดียว

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการติดต่อบนบัส I^2C เรียกว่า มาสเตอร์ (master)

อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรืออุปกรณ์ที่ต่อพ่วงเข้าไปบนบัส I^2C เรียกว่า สเลฟ (slave)

ข้อกำหนด 2 ประการสำคัญของการติดต่อบนบัส I^2C คือ

1. การถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้นได้เมื่อบัสว่างเท่านั้น

2. ในระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล เมื่อไดก็ตามที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง สายข้อมูลต้องรักษาข้อมูลไว้ อย่าให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นเด็ดขาด มิฉะนั้น สัญญาณที่เกิดขึ้นจะได้รับการแปลความหมายเป็นสัญญาณควบคุมแทน

2.6.3 ฟังก์ชั่นโปรแกรมภาษา ซี ของการติดต่อบนระบบบัส I^2C

เพื่อช่วยให้การเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับการติดต่อกับอุปกรณ์ระบบบัส I^2C ได้อย่างสะดวกขึ้น จึงมีการสร้างฟังก์ชั่นสำหรับการติดต่อกับอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C ไว้ใช้งาน ซึ่งมีราย ละเอียดดังนี้

1. I^2C _Start เป็นฟังก์ชั่นสร้างสภาวะเริ่มต้นของระบบบัส I^2C

2. I^2C _stop เป็นฟังก์ชั่นสร้างสภาวะหยุดการติดต่อในระบบบัส I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. I^2C _delay เป็นฟังก์ชั่นหน่วงเวลาตามเงื่อนไขของระบบบัส I^2C

4. I^2C _clk เป็นฟังก์ชั่นส่งข้อมูล 1 บิตลงในระบบบัส I^2C

5. I^2C _wrdata เป็นฟังก์ชั่นส่งข้อมูล 1 ไบต์ลงในระบบบัส I^2C และมีการตรวจสอบสัญญาณตอบรับจากอุปกรณ์สลาฟด้วยการคืนค่าผลลัพธ์ดังนี้

ถ้าคืนค่าผลลัพธ์เป็น "0" แสดงว่ามีการตอบรับจากอุปกรณ์สลาฟ

ถ้าคืนค่าผลลัพธ์เป็น "1 แสดงว่าไม่มีการตอบรับจากอุปกรณ์สลาฟ

2.6.4 ขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C

1. ในการติดต่อกับอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C ข้อมูลไบต์แรกสุดที่ส่งคือ แอดเดรสของอุปกรณ์สเลฟ ซึ่งต้องทราบก่อนว่า แอดเดรสของอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อด้วยนั้นมีค่าเท่าใด โดยค่าแอดเดรส 4 บิตบน ถูกกำหนดมาจากผู้ผลิตซึ่งดูได้จากดาต้าชีต ส่วน 3 บิตถัดมา (บิต 1 – 3) ผู้เขียนโปรแกรมสามารถกำหนดได้เองทางฮาร์ดแวร์ผ่านทางขา A0-A2 ถ้าหากมีอุปกรณ์เพียงตัวเดียวมักจะต่อขาทั้งหมดนั้นลงกราวด์ เกิดเป็นข้อมูล 000 ส่วนบิตล่างสุด คือ บิต 0 ใช้กำหนดว่าต้องการติดต่อเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูล สามารถเขียนได้ดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต0
0	1	1	1	A2	A1	A0	R/W

ตารางที่ 2.4 แสดงโหมดของรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการสื่อสารระบบบัส I^2C

สำหรับไอซี PCF8574A มีค่าแอดเดรสดังนี้

0x70 สำหรับเขียนข้อมูลไปยัง PCF8574A

0x71 สำหรับอ่านข้อมูลจาก PCF8574A

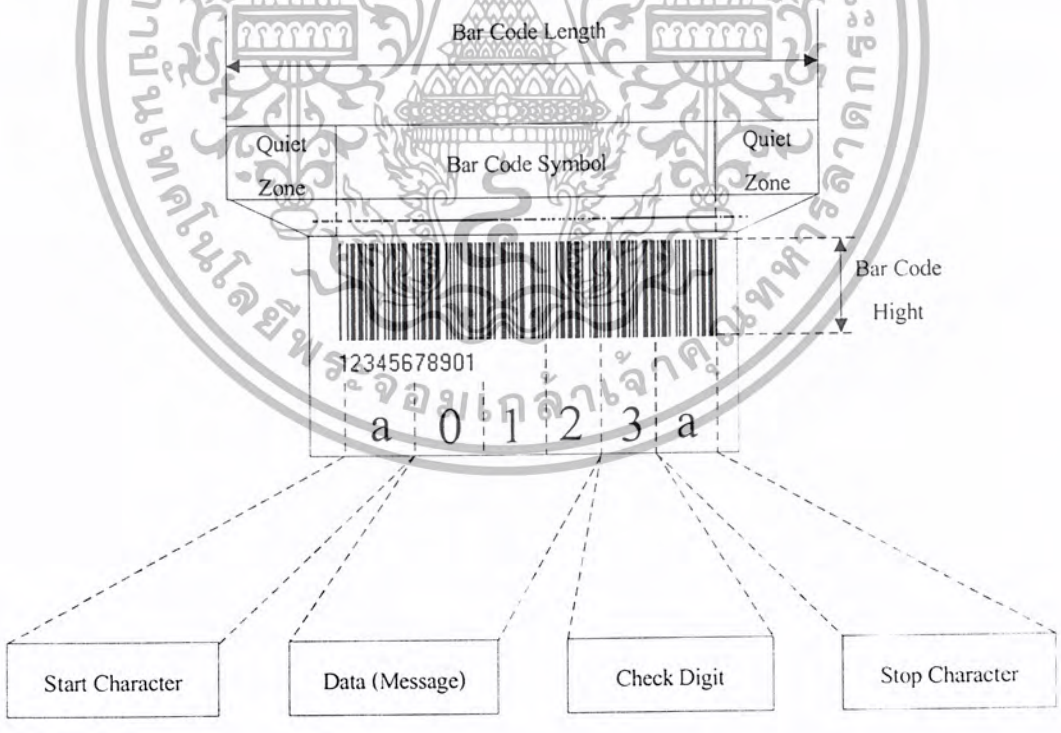
2. ส่งข้อมูลควบคุม (Control byte หรือ control word) ซึ่งอาจจะมีหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการทำงานของอุปกรณ์สเลฟ

3. เมื่อผ่านในขั้นตอนที่ 1 และ 2 แล้วก็เท่ากับว่า สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สเลฟได้อย่างสมบูรณ์ จากนี้จะส่งข้อมูลต่อไปเท่าใดก็ได้ตราบที่ผู้ใช้งานต้องการ และเมื่อต้องการเลิกติดต่อก็จะใช้คำสั่ง I^2C _stop(); เพื่อหยุดการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 บาร์โค้ด (BAR CODE)

การอ่านรหัสแถบ (bar code) และการถอดรหัสของเครื่องอ่านบาร์โค้ด (bar code reader) ผู้ที่เคยใช้งานไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อป้อนข้อมูลในลักษณะ Data Entry มักจะประสบปัญหาการเกิดข้อผิดพลาดเมื่อกดแป้นพิมพ์ผิดไป (Human error) ในบางครั้งเมื่อมีการป้อนข้อมูลจำนวนมาก ๆ และไม่มีเวลาเพียงพอในการตรวจสอบก็อาจแก้ปัญหาโดยการใช้บุคคล 2 คนทำการป้อนข้อมูล 2 ครั้ง และการใช้คอมพิวเตอร์ตรวจสอบซึ่งกันและกัน (Verification) ซึ่งแบบหลังเป็นที่นิยมมากในการทำงานเพราะมีความเชื่อถือได้ของข้อมูลอยู่ในเกณฑ์สูงเทคโนโลยีของบาร์โค้ด เกิดขึ้นโดยอาศัยหลักการสะท้อนของแสงที่เรียกว่า Optical scanning โดยคอมพิวเตอร์จะอ่านข้อมูลได้โดยตรงไม่ผ่านแป้นพิมพ์ และข้อมูลที่เป็นรหัสจะแทนในรูปแบบของแถบขาวดำ (หรือสีอื่น) แบบแถบแคบ (Narrow bar) และแถบแบบกว้าง (Wide bar) ซึ่งมีมาตรฐานสากลที่กำหนดเอาไว้ ความผิดพลาดที่ค้นพบจะมีประมาณ 1 ตัวอักษรต่อข้อมูลหลายล้านตัวอักษรเท่านั้น (ในสภาพที่เครื่องมือและอุปกรณ์มีความสมบูรณ์)



รูปที่ 2.15 แสดงส่วนประกอบต่างๆของบาร์โค้ด

Quiet Zone เป็นบริเวณที่ว่างเปล่า ไม่มีการพิมพ์อะไรทั้งสิ้น จะมีอยู่ก่อน และหลังบาร์โค้ดStart/Stop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Character เป็นบริเวณแถบแท่ง และช่องว่าง เพื่อเป็นจุด บอกการเริ่มต้นหรือจุดจบของข้อมูล

Check Digit เป็นบริเวณแถบแท่งและช่องว่างที่ไว้เก็บข้อมูลที่จะใช้ในตรวจสอบกับข้อมูลในส่วนของData เพื่อให้มั่นใจว่า Data ที่อ่านได้นั้นถูกต้อง

Barcodelength เป็นความยาวของของบาร์โค้ดจะประกอบด้วย Quiet Zones ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา การที่บาร์ โค้ดมีส่วนของQuiet Zone ก็เพื่อให้การสแกนสำหรับการอ่านนั้นมีการบอกจุดสิ้นสุด

Data(message) เป็นบริเวณแถบแท่ง และช่องว่าง ที่แทนข้อมูลต่างๆที่ต้องการใช้

สำหรับสีที่เลือกใช้ โดยทั่วไปสีดีที่สุดคือตัวบาร์โค้ดสีดำบนพื้นที่สีขาว ซึ่งทำให้อ่านง่าย เนื่องจากเครื่อง อ่านอาศัยหลักการสะท้อนแสงของเส้นทึบ และพื้นสว่าง ถ้าใช้คู่สีผิดอาจทำให้อ่านไม่ออกควรหลีกเลี่ยงการใช้สี สะท้อนแสงในการพิมพ์แท่งรหัสสินค้าและพื้นที่ว่างด้านหลังแท่งรหัส เพราะสีสะท้อนแสงจะสะท้อนแสงใส่ เครื่องอ่านทำให้อ่านยากหรืออ่านไม่ได้เลย

2.7.1 หลักการของบาร์โค้ด

บาร์โค้ดเป็นการแทนข้อมูลที่เป็นรหัสของเลขฐานสอง (Binary code) ในรูปแบบของแถบ ขาว-ดำ ที่มีความกว้างของแถบที่ต่างกันในแถบดำหรือแถบขาวที่มีความกว้างจะแทนค่าเป็น 1 และแถบที่มีความแคบ (หรือมองด้วยตาเหมือนเป็นเส้นเล็กๆ) ทั้งขาวและดำจะมีค่าเป็น 0 แถบขาว-ดำ ที่ว่านี้มีลักษณะและชื่อที่ใช้คือ

แถบสีดำที่มีความกว้างมาก เรียกว่า Wide bar
แถบสีดำที่มีความกว้างน้อย เรียกว่า Narrow bar
ช่องว่าง (แถบสีขาว) ที่มีความกว้างมาก เรียกว่า Wide space
ช่องว่าง (เส้นสีขาว) ที่มีความกว้างน้อย เรียกว่า Narrow space

2.7.2 การอ่านแถบรหัสบาร์โค้ด

สามารถกระทำได้โดยนำแถบบาร์โค้ด หรือ รหัสแท่งนี้ไป ผ่านเครื่องสแกนเนอร์ (Scanner) ซึ่งเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้ใน การอ่านแถบบาร์โค้ด เครื่องมือนี้จะเชื่อมโยงกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ซึ่งเครื่องสแกนเนอร์นี้อ่าน และรับรู้รหัสจากความ แตกต่างของ แถบดำสลับขาวที่หนาบางต่างกัน ก็จะส่งผ่านไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการประมวลผลข้อมูลที่อ่านได้จาก บาร์โค้ด โดยในการอ่านบาร์โค้ดใช้หลักการเปลี่ยนรหัสแถบให้เป็นรหัสแอสกี้ โดยอาศัยความแตกต่างกันระหว่างแถบเข้มและพื้นที่ว่าง โดยที่พื้นที่ว่าง (ปกติจะเป็นสีขาวหรือสีอ่อน) จะมีการสะท้อนกลับของแสงได้มากกว่าบริเวณที่เป็นแถบเข้ม (ซึ่งใช้สีดำหรือสีอื่นที่มีความเข้มมาก) เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Bar code reader) จะประกอบด้วยตัวกำเนิดแสงที่ส่งผ่านเลนส์ออกมาโดยถูกบังคับทิศทางให้มีจุดรวมแสงเล็กที่สุด กับตัวรับแสงที่มีความไวสูง ทั้ง 2 อย่างนี้จะบรรจุไว้ในเครื่องอ่านบาร์โค้ดอย่างเดียวกัน ที่มีหลายรูปแบบ แต่แบบที่เป็นพื้นฐานที่สุดอยู่ในรูปแบบคล้ายปากกาขนาดใหญ่ (Wand type)

เครื่องอ่านบาร์โค้ดจะสแกนผ่านรหัสแถบ ในขณะที่ตัวกำเนิดแสงจะทำให้เกิดแสงส่งผ่านเลนซ์ไปกระทบบนรหัสแถบและสะท้อนกลับจากแถบ (แถบและช่องว่าง) กลับไปยังตัวรับแสง (Photo sensor) ที่เกิดค่าความแตกต่างขึ้นตามหลักการสะท้อนกลับในแต่ละแถบ ทำให้เกิดสภาวะ “0” และ “1” ขึ้น ซึ่งเมื่อรวมสภาวะ “0” และ “1” ทั้งหมดตลอดความกว้างของทุกแถบแล้วจะตรงกับรูปแบบที่ได้กำหนดไว้แล้ว ในเครื่องอ่านรหัสแถบจะใช้ตัวกำเนิดแสงสีแดงหรือสีขาว แต่ส่วนใหญ่จะใช้แสงสีแดงเนื่องจากแสงสีขาวต้องการพลังงานและความเข้มของแสงสูงมากกว่าสีแดง แสงสีแดงสามารถอ่านรหัสที่พิมพ์ด้วยสีต่างๆ ได้ยกเว้นรหัสที่พิมพ์ด้วยสีแดง

องค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการที่จำเป็นอย่างมากในการอ่านรหัสแถบได้ถูกต้อง คือ

1. พื้นที่ภายในแถบและช่องว่าง จะต้องทำให้เกิดความแตกต่างของการสะท้อนกลับอย่างมาก (Contrast)

2. ความกว้างระหว่างแถบกว้าง หรือช่องว่างกว้างต่อแถบแคบ หรือช่องว่างแคบจะเป็นอัตราส่วน 2:0.5 , 2:1 และ 3:1

ตัวอ่านรหัสแถบแบบปากกาที่มีขายในเมืองไทย ชนิดที่นำมาต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์มี 2 แบบ ที่นิยมกันมาก คือ แบบที่ต่อเข้ากับ RS422 หรือ RS232 (COM1,COM2) ซึ่งจะมีชุดควบคุม (Controller) ที่สามารถปรับค่าต่างๆ ได้ตามความต้องการ เช่น ความเร็ว ชนิดของรหัส ฯลฯ และอีกแบบหนึ่งจะใช้ต่อแทนคีย์บอร์ด โดยใช้ keyboard emulator เป็นตัวควบคุมการทำงาน ทั้ง 2 แบบให้คุณสมบัติในการอ่านและเปลี่ยนรหัสได้ใกล้เคียงกันมาก และยังสามารถอ่านได้ทั้ง 2 ทิศทางโดยไม่ผิดพลาดนอกจากนี้ยังมีตัวอ่านที่มีประสิทธิภาพสูงประเภทเลเซอร์ (Laser bar code scanner) ซึ่งมีทั้งชนิดที่ยังต้องใช้คนและแบบสแกนอัตโนมัติทั้ง 2 แบบนี้ให้ความรวดเร็ว ความเชื่อถือได้ และลดขนาดการพิมพ์แถบให้เล็กลงได้อย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การเขียนโปรแกรมสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษาซี

ในไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถสื่อสารข้อมูลได้ทั้งรับและส่งในเวลาเดียวกัน หรือที่เรียกว่าแบบฟลูดูเพล็กซ์ (Full Duplex) โดยใช้ขา P3.0 ทำหน้าที่รับข้อมูล(RxD) และขา P3.1 ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูล (TxD) รูปแบบการสื่อสารจะต้องมีรูปแบบเดียวกันทั้งคู่ อันประกอบไปด้วย อัตราในการถ่ายทอดข้อมูลหรืออัตราบอด(Baudrate) บิตเริ่มต้น(Start Bit) บิตข้อมูล(Data Bit) บิตตรวจสอบพาริตี้(Parity bit) และบิตหยุด(Stop bit)

2.8.1 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
SM0/FE	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

ตารางที่ 2.5 แสดงโหมดของรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

2.8.1.1 SM0/FE (Serial port bit 0/Framing error bit)

ปกติจะใช้ร่วมกับบิต SM1 เพื่อกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม การเข้าถึงบิตนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการเคลียร์บิต SMOD ซึ่งก็คือบิต 6 ของรีจิสเตอร์ PCON ในกรณีที่ใช้ความสามารถในการตรวจจับความผิดพลาดของเฟรมข้อมูลบิตนี้จะใช้แจ้งความผิดพลาดที่เกิดขึ้น โดยจะเซตเป็น "1" ทันทีเมื่อพบว่า ไม่สามารถตรวจจับบิตหยุดหรือบิตปิดท้ายของข้อมูลพอร์ตอนุกรมได้ การเอ็นเอเบิล ความสามารถนี้ ทำได้โดยการเซตบิต SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON การเคลียร์บิตนี้ต้องกระทำทางซอฟแวร์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 SM1 (Serial port mode bit 1)

ใช้ร่วมกับบิต SM0 ในการกำหนดโหมดการทำงานขอพอร์ตอนุกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

SM0	SM1	โหมด	รายละเอียด	อัตราบอดเรต
0	0	0	ชิฟต์รีจิสเตอร์	ความถี่สัญญาณนาฬิกา/6
0	1	1	UART 8 บิต	ปรับค่าได้
1	0	2	UART 9 บิต	ความถี่สัญญาณนาฬิกา / 32
1	1	3	UART 9 บิต	ปรับค่าได้

ตารางที่ 2.6 แสดงการกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม

2.8.1.3 SM2 (Serial port bit 2)

ใช้ในการเอ็นเอเบิลความสามารถในการรับรู้แอดเดรสในการติดต่ออัตโนมัติเมื่อมีการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัวเข้าด้วยกันโดยความสามารถนี้จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อวงจรพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานในโหมด 2 หรือ 3 ถ้าบิต SM2 เป็น "1" บิต RI จะไม่เซตเว้นแต่ข้อมูลบิตที่ 9 ที่รับเข้ามาเป็น "1" เป็นแจ้งว่า สามารถติดต่อได้และข้อมูลที่รับเข้ามาคือ ค่าแอดเดรสที่ต้องการติดต่อด้วย ในกรณีที่พอร์ตอนุกรมทำงานในโหมด 1 ถ้าบิต SM2 เซต บิต RI จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลง จนกว่าจะได้รับข้อมูลบิตหยุดหรือบิตปิดท้าย และข้อมูลที่รับได้ จะเป็นข้อมูลแอดเดรสที่ต้องการติดต่อด้วยในกรณีที่วงจรพอร์ตอนุกรมทำงานในโหมด 0 บิต SM 2 นี้ เป็น "0"

2.8.1.4 REN (Receive enable bit)

ใช้เอ็นเอเบิลความสามารถในการรับข้อมูลของวงจรพอร์ตอนุกรม

"1" เอ็นเอเบิลการรับข้อมูล

"0" ดิสเอเบิลการรับข้อมูล

การเซตหรือเคลียร์บิตนี้ต้องกระทำด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.5 TB8 (Transmit data bit 8)

ใช้เก็บข้อมูลบิต 8 หรือ บิตที่ 9 ที่ต้องการส่งออกทางพอร์ตอนุกรม เมื่อทำงานในโหมด 2 และ 3

2.8.1.6 RB8 (Receive data bit 8)

ใช้เก็บข้อมูลบิต 8 ของข้อมูลที่รับเข้ามาของพอร์ตอนุกรม เมื่อทำงานในโหมด 2 และ 3 ในโหมด 1 ถ้าบิต SM2 = 0 ข้อมูลของบิตหยุดจะเก็บไว้ที่บิตนี้

2.8.1.7 TI (Transimit interrupt flag)

บิตแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์จากการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรม เมื่อทำงานในโหมด 0 บิตนี้จะเซตเมื่อมีการส่งข้อมูลบิต 7 หรือบิตที่ 8 ออกไป แต่ถ้าการทำงานในโหมดอื่น บิตนี้จะเซตเมื่อมีการเริ่มต้นส่งบิตหยุดหรือบิตปิดท้าย การเคลียร์บิตนี้ต้องกระทำด้วกระบวนการทางซอฟต์แวร์

2.8.1.8 RI(Receive interrupt flag)

บิตแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เนื่องจากการรับข้อมูลเข้ามาทางพอร์ตอนุกรม เมื่อทำงานในโหมด 0 บิตนี้จะเซตเมื่อรับข้อมูลบิต 7 หรือบิตที่ 8 เสร็จสมบูรณ์ แต่ถ้าการทำงานในโหมดอื่น บิตนี้จะเซตเมื่อการรับปิดท้ายดำเนินไปได้ครึ่งทางนอกจากนี้การเซตบิตนี้ยังมีเงื่อนไข ที่กำหนดโดยบิต SM2 ร่วมด้วย การเคลียร์บิตนี้ต้องการะทำด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์
โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะตั้งค่าของ SCON ดังนี้

SCON = 0x40 ; พอร์ตอนุกรมทำงานในโหมด 1 สามารถส่งข้อมูลได้อย่างเดียว
SCON = 0x50; พอร์ตอนุกรมทำงานในโหมด 1 สามารถรับและส่งข้อมูลได้

2.8.2 การเขียนโปรแกรมภาษา C ติดต่อกับพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

มีวิธีในการเขียนโปรแกรมได้หลายวิธี สามารถอธิบายได้ดังนี้

ฟังก์ชั่นสำหรับการติดต่อกับพอร์ตอนุกรมที่ใช้งานได้สะดวกมีมาเรียบร้อยแล้วซึ่งจะอยู่ในไลบรารีที่ชื่อ stdio.h เมื่อต้องการติดต่อกับพอร์ตอนุกรมโดยการใช้ฟังก์ชั่นพิเศษดังกล่าวจะต้องมีการประกาศเพิ่มเติมด้วยไดเร็กตีฟ include ดังนี้

เมื่อเรียกใช้จะมีการตั้งค่าการสื่อสารกับพอร์ตอนุกรมและเปิดใช้งานให้เรียบร้อย เพียงเซตบิต TI ด้วยคำสั่ง TI = 1 เพื่อให้ทำงานร่วมกับฟังก์ชั่นรับส่งข้อมูลตลอดเวลา นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชั่น อื่นที่สามารถเรียกใช้งานร่วมด้วยได้อีกหลายตัว ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.1 ฟังก์ชั่น printf

ใช้ในการส่งข้อมูลในรูปแบบข้อความและค่าคงที่ออกไปยังพอร์ตอนุกรม โดยข้อมูลที่ส่งนั้นจะได้รับการแปลงเป็นรหัสแอสกี้ ถ้าหากเปิดโปรแกรมประเภท เทอร์มินอล ที่สามารถตรวจจับการรับส่งข้อมูลได้ อาทิ Hyper Terminal หรือ Debug Terminal ที่มีมาพร้อมกับโปรแกรม Micro- ISP ก็จะทำให้มีข้อความที่ส่งไปปรากฏที่หน้าต่างของโปรแกรมเทอร์มินอลนั้นอาทิ

```
printf("1")                    // แปลงตัวเลข 1 เป็นรหัสแอสกี้คือ 0x31 แล้วส่งไปที่พอร์ตอนุกรม
printf("HELLO WORLD \n");      // แปลงข้อความเป็นรหัสแอสกี้ แล้วส่งไปที่พอร์ตอนุกรม
```

2.8.2.2 ฟังก์ชั่น _getKey

เป็นฟังก์ชั่นรอรับค่าจากการกดคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลนั้นเป็นรหัสแอสกี้ของค่าคีย์ที่กดเข้ามาทางพอร์ตอนุกรม โดยฟังก์ชั่นนี้คืนค่าผลลัพธ์เป็นรหัสแอสกี้ตรงกับค่าคีย์ที่กด เช่น

```
unsigned char  X;          // ใช้ตัวแปร X เป็นตัวรับข้อมูลเข้ามาทางพอร์ตอนุกรม
dat = _getkey();           // รอจนกว่ามีการกดคีย์ใดๆแล้วนำค่ารหัสแอสกี้ของคีย์นั้นไปเก็บในตัวแปร dat
```

2.8.2.3 ฟังก์ชั่น getchar

เป็นฟังก์ชั่นรอรับค่าอินพุตจากการกดคีย์บอร์ด โดยข้อมูลนั้นเป็นรหัสแอสกี้ของค่าคีย์ที่กดเข้ามาทางพอร์ตอนุกรม และมีการส่งค่ารหัสแอสกี้นี้กลับคืนมาอีกครั้งหนึ่ง ฟังก์ชั่นนี้คืนค่าผลลัพธ์เป็นรหัสแอสกี้ซึ่งตรงกับค่าคีย์ที่กด นั่นหมายความว่า หากมีการเรียกใช้คำสั่งนี้ในโปรแกรมแล้วขณะที่โปรแกรมทำงานร่วมกับโปรแกรมเทอร์มินอล ทุกครั้งที่มีการกดคีย์ หมายเลขคีย์ที่กดนั้นจะถูกนำมาแสดงที่หน้าต่างของโปรแกรมเทอร์มินอลนั้นๆด้วย ซึ่งต่างจากคำสั่ง getkey จะไม่มีการแสดงผลในส่วนนี้ การเรียกใช้เป็นดังนี้

```
unsigned char X;           // ใช้ตัวแปร X เป็นตัวรับข้อมูลที่เข้ามาทางพอร์ตอนุกรม
dat =  getchar();          // รอจนกว่ามีการกดคีย์ใดๆแล้วนำค่ารหัสแอสกี้ของคีย์นั้นๆไปเก็บ
                           // ในตัว dat พร้อมกับส่งค่าแอสกี้ของคีย์กลับออกมาทางพอร์ตอนุกรม อีกครั้งหนึ่ง
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 การเขียนโปรแกรมโดยการตรวจสอบบิตแฟลก

เป็นวิธีที่ให้โปรแกรมวนตรวจสอบบิตแฟลกที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข้อมูล

2.8.3.1 บิต RI

เป็นบิตที่ใช้ตรวจสอบการรับข้อมูลเข้ามาทางพอร์ตอนุกรม ถ้า RI = "1" หมายความว่ามีข้อมูลเข้ามาทางพอร์ตอนุกรมแล้ว และข้อมูลถูกเก็บอยู่ที่รีจิสเตอร์ SBUF ถ้าต้องการนำข้อมูลไปใช้งานต้องเคลียร์บิตแฟลก RI โดยเขียนคำสั่ง RI = 0; แล้วอ่านข้อมูลจาก SBUF มาเก็บไว้ที่ตัวแปรที่ต้องการ

ตัวอย่าง

```
unsigned char dat;          // ใช้ตัวแปร dat เป็นตัวรับข้อมูลที่เข้ามาทาง
                               พอร์ต
.....                       //อนุกรม
while(~RI);                 // รอรับข้อมูลโดยตรวจสอบว่า RI =1 หรือไม่ซึ่ง
                               ทำให้เงื่อนไข
                            // while เป็นเท็จ
RI = 0;                     // หลังจากมีการรับข้อมูลเรียบร้อยแล้วเคลียร์
                               บิตแฟลก RI
dat = SBUF;                 // นำข้อมูลไปเก็บไว้ที่ dat
```

2.8.3.2 บิต TI

เป็นบิตที่ใช้ตรวจสอบการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรม ถ้าบิต TI = "1" หมายความว่าส่งข้อมูล 1 ไบต์ออกทางพอร์ตอนุกรมเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นทำการเคลียร์บิตแฟลก TI ด้วยคำสั่ง TI = 0; เพื่อเตรียมความพร้อมในการส่งข้อมูลไบต์ต่อไป โดยในการส่งข้อมูลออกนั้นจะต้องเขียนข้อมูลให้กับรีจิสเตอร์ SBUF

ตัวอย่าง

```
unsigned char dat;          // ใช้ตัวแปร dat เก็บข้อมูลที่ต้องการส่งออก
                               ทางพอร์ตอนุกรม
.....
SBUF = dat ;                // นำข้อมูลที่อยู่ใน dat ส่งออกไปทางพอร์ต
                               อนุกรม
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(~TI);                    // รอส่งข้อมูลเสร็จสิ้นด้วยการตรวจสอบบิต TI
                               = 1ทำให้เงื่อนไข
                               // while เป็นเท็จ
TI = 0;                        // เคลียร์บิตแฟลก TI เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับ
                               การส่งข้อมูลไบต์ต่อไป
```

การเขียนโปรแกรมวิธีนี้เป็นการเขียนที่มีข้อดีที่ซับซ้อนน้อยและเหมาะกับขนาดของข้อมูลจำนวนไม่มาก

2.8.4 การเขียนโปรแกรมโดยใช้อินเตอร์รัปต์

เนื่องจากในการทำงานของพอร์ตอนุกรมสามารถสร้างสัญญาณอินเตอร์รัปได้โดยมีตำแหน่งอินเตอร์รัปเวกเตอร์อยู่ในลำดับที่ 4 (interrupt 4) แต่จะมีข้อยุ่งยากเล็กน้อยตรงที่ การเกิดอินเตอร์รัปต์ ของพอร์ตอนุกรมอาจจะเกิดจากการเซตบิตแฟลก RI เมื่อมีการรับข้อมูล หรือจากบิต TI เมื่อส่งข้อมูล 1 ไบต์เสร็จสิ้นก็ได้ ซึ่งบิตแฟลกทั้ง 2 ตัว นี้จะทำหน้าที่เป็นแฟลกของการอินเตอร์รัปต์ด้วย เมื่อมีการเซตก็จะทำให้ซีพียูกระโดดเข้าไปทำงานในฟังก์ชันบริการอินเตอร์รัปต์ในลำดับที่ 4 ทันที ในส่วนของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์นั้นจะต้องมีการตรวจสอบบิตแฟลกทั้งสองตัวเลยว่าอินเตอร์รัปเกิดขึ้นจากการเซตบิตแฟลกตัวใดจากนั้นทำการเคลียร์บิตแฟลกตัวนั้นด้วยเพื่อให้เตรียม พร้อมรับหรือส่งข้อมูลในครั้งต่อไป

ตัวอย่างในการเขียนโปรแกรม

```
#include <reg51.h>
unsigned char dat;             // ประกาศตัวแปร dat เป็นตัวรับข้อมูลที่เข้ามา
                               ทางพอร์ตอนุกรม
void sevice_serial(void) interrupt 4   // ประกาศตำแหน่งอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์ ของ
                               พอร์ทอนุกรม
{                              // เมื่อมีการอินเตอร์รัปจะกระโดดมาทำ คำสั่ง
                               ภายในบล็อกนี้
if(RI)                         // ตรวจสอบว่าการอินเตอร์รัปเกิดจากการ รับ
                               ข้อมูลหรือไม่
{
RI=0                           // เคลียร์บิตแฟลกเพื่อเตรียมพร้อมรับข้อมูล
```

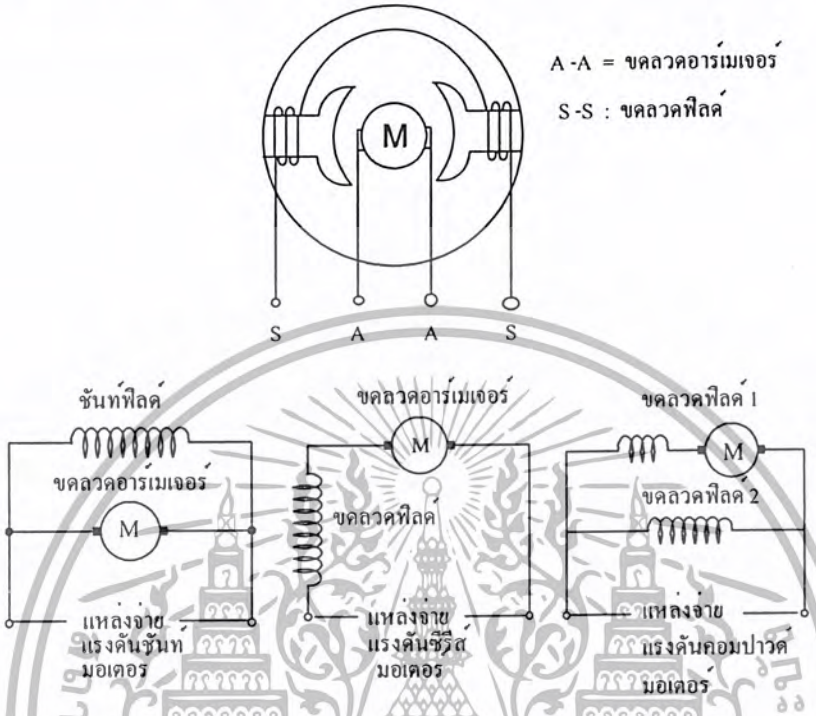
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
dat = SBUF;                    // นำข้อมูลไปเก็บไว้ที่ตัวแปร dat
}
if(TI)                         // ตรวจสอบว่าการอินเตอร์รัปต์เกิดจากการส่ง
                               ข้อมูลหรือไม่
TI=0;                          // เคลียร์บิตแฟลกเพื่อเตรียมการส่งข้อมูลครั้ง
                               ต่อไป
}
void main(void)
{
TMOD = 0x21;                   // ตั้งโหมดของไทเมอร์ 1 เป็นโหมด2 สำหรับ
                               พอร์ตอนุกรม
SCON = 0x50 ;                  // ตั้งโหมดส่วนสื่อสารข้อมูลอนุกรมให้สามารถ
                               รับและส่งข้อมูลได้
                               // ถ้าส่งอย่างเดียว SCON = 0x40;
TH1 = 0xFA;                    // กำหนดค่าของรีจิสเตอร์ TH1 เพื่อเลือกอัตรา
                               บอดเป็น 9600 บิตต่อ วินาที
TL1 = 0xFA;                    // กำหนดค่ารีจิสเตอร์ TL1 เพื่อเลือกอัตราบอด
                               เป็น 9600 บิตต่อวินาที
                               // ถ้าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์มาตราฐานค่า
                               TH1 = 0xFD;
                               // และ TL1 = 0xFD; ที่ความถี่ 11.0592 MHz
RI = 0;                        // เคลียร์แฟลกรับข้อมูล
TI = 0;                        // เคลียร์แฟลกส่งข้อมูล
EA=1;                          // เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปรวม
ES = 1;                        // เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปของพอร์ตอนุกรม
TR1=1;                         // เริ่มการสื่อสารข้อมูลอนุกรม


}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและการควบคุม



รูปที่ 2.16 แสดงโครงมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหรือที่เรียกกันว่า DC Motor เนื่องจากมอเตอร์แบบสเต็ปมอเตอร์นั้นถึงแม้จะมีการนำมาใช้มากมายเพราะมีความเที่ยงตรงสูง แต่ในบางงานแล้วอาจจะไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ความเที่ยงตรงที่มากนัก แต่ต้องการการทำงานที่กินกระแสไฟต่ำ และต้องต้องการน้ำหนักน้อยซึ่งข้อได้เปรียบทั้ง 2 ข้อนี้เป็นข้อเสียของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ แต่เป็นข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งถูกนำมาใช้งานกันมาก ไม่ว่าจะเป็นส่วนประกอบของหุ่นยนต์ เครื่องจักรเครื่องกลอัตโนมัติควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ต่างก็ใช้มอเตอร์กระแสตรงเป็นตัวขับเคลื่อน

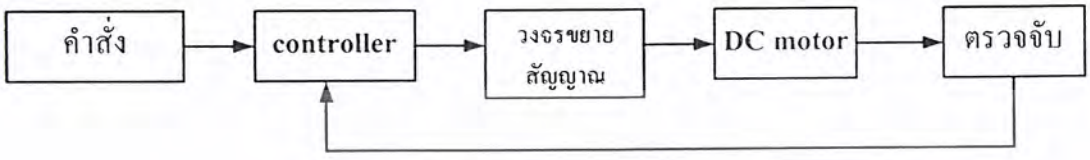
การทำของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นมีหลักการไม่ซับซ้อนเหมือนกับสเต็ปเปอร์มอเตอร์คือมีขดลวดใช้จ่ายกระแสตรงเพียงขดเดียว เมื่อจ่ายกระแสเข้าเส้นใดเส้นหนึ่งและนำอีกเส้นต่อลงกราวด์ ตัวมอเตอร์ก็จะหมุนตามแรงดันที่จ่ายเข้ามา แต่ถ้ามีการกลับขั้วการจ่ายแรงดันมอเตอร์ก็จะหมุนทวนไปในทิศทางตรงกันข้าม

2.9.1 การควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ปัจจุบันสามารถจำแนกออกมาได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับวิธีการสร้างการควบคุม สำหรับการหมุนของของมอเตอร์จ่ายจะใช้กระแสไฟตรงจ่ายให้กับขดลวดสนามไฟฟ้า(motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

armature) ภายใน สำหรับแรงบิดของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับเส้นแรงแม่เหล็ก ถ้าหากเส้นแรงแม่เหล็กมากจะทำให้แรงบิดสูง มอเตอร์กระแสตรงส่วนใหญ่ถ้าหมุนด้วยความเร็วสูงจะมีแรงบิดต่ำ ถ้าหมุนด้วยความเร็วต่ำจะมีแรงบิดสูง ระบบควบคุมมอเตอร์พื้นฐานสามารถเขียนไดอะแกรมดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ไดอะแกรมระบบควบคุมมอเตอร์พื้นฐาน

โดยทั่วไปแล้วเมื่อจ่ายจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์กระแสตรงตัวมันจะหมุนด้วยความเร็วสูงสุดที่สามารถหมุนได้ด้วยแรงดันไฟฟ้าค่านั้น การควบคุมความเร็วจะทำได้โดยควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ แต่การทำงานแบบนี้จะต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ตลอดเวลา ทำให้เกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้า (power consumptions) และเกิดความร้อนดังนั้นจึงมีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าเป็นช่วงๆ ให้กับมอเตอร์แทน การควบคุมความเร็ววิธีมีอยู่สองแบบ

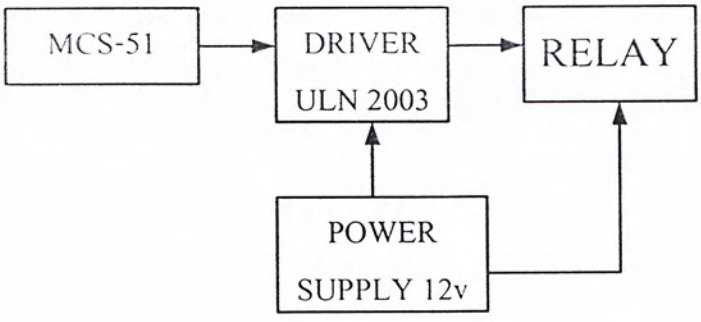
1. แบบ pulse-frequency modulation หรือ PFM การทำงานแบบนี้จะควบคุมการจ่ายแรงดันและหยุดจ่ายแรงดันเพื่อเปิดปิดมอเตอร์เป็นช่วงๆการทำงานแบบนี้จะทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่มอเตอร์ได้รับมีค่าแตกต่างกันไป ความเร็วของการหมุนของมอเตอร์จะขึ้นกับอัตราการปิดเปิดมอเตอร์

2. แบบ pulse-width modulation หรือ PWM การควบคุมมอเตอร์ในแบบ PEM ค่าความถี่ของสัญญาณควบคุมจะไม่แน่นอน แต่การควบคุมแบบ PWM นี้จะใช้ความถี่ในการควบคุมที่คงที่ แต่จะปรับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์โดยวิธีการปรับค่า ดิวตี้ไซเคิล (Duty cycle) แต่วิธีนี้จะใช้กับความถี่มากๆไม่ดี

2.9.2 การควบคุมรีเลย์

การควบคุมการทำงานของรีเลย์ (Relay) รีเลย์จัดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งซึ่งการทำงานของรีเลย์จะทำหน้าที่ในการตัดต่อวงจรหรือเป็นสวิตช์ที่ปิดเปิดโดยอาศัยกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดเกิดเป็นสนามแม่เหล็กทำให้สามารถตัดต่อวงจรได้รีเลย์ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้กำลังงานไฟฟ้าสูง เช่น มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



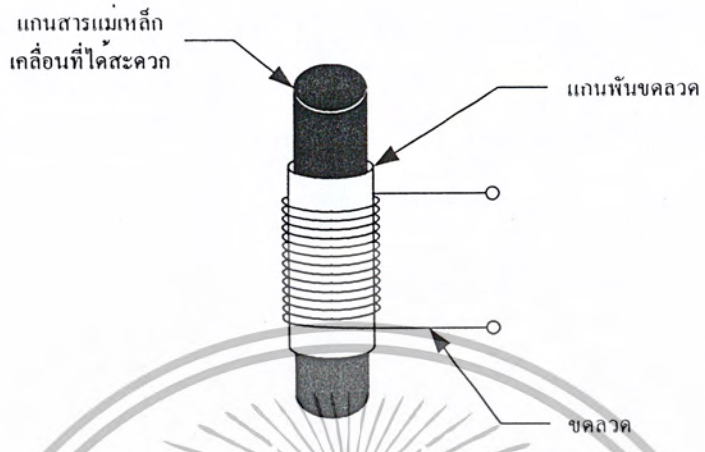
รูปที่ 2.18 ไดอะแกรมการเชื่อมต่อรีเลย์

2.10 โซลินอยด์

โซลินอยด์มีรากศัพท์มาจากคำว่า โซเลน (Solen) ซึ่งมีความหมายทางการแพทย์คล้ายๆ เฝือกหุ้มอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งก็อาจจะอยู่ในลักษณะของปลอกแขนหรือปลอกขา โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์ ก็คือขดลวดพันรอบๆ แกนสารแม่เหล็ก ลักษณะก็เป็นคล้ายๆ ทรงกระบอก ดังแสดงในรูปที่ 2.19

เราใช้โซลินอยด์มาประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการเชื่อมโยงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลโดยตรง โดยสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนให้เข้ามาทางขดลวด จะทำให้แกนสารแม่เหล็กของโซลินอยด์เกิดการเคลื่อนที่ขึ้น การเคลื่อนที่นี้เองที่นำไปใช้ประโยชน์ เช่น ขัดกลอนประตูเอาไว้ ไปถีบกระเดื่องทำให้กลไกทำงานหรือหยุดทำงาน ฯลฯ โดยโซลินอยด์ที่มีใช้กันมีทั้งชนิดที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



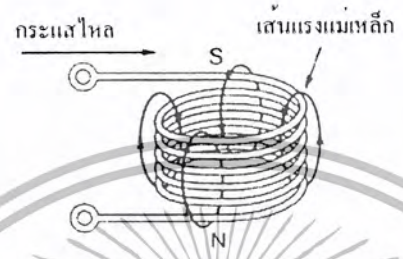
รูปที่ 2.19 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์

2.10.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์

รูปที่ 2.20 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำใดๆ ก็ตาม จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวนำนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.20 โดยเออร์สเตดยังออกกฎมือขวามาให้ดูทิศทางเส้นแรงแม่เหล็ก คือ ถ้าเอามือขวากำรอบเส้นลวด โดยให้นิ้วโป้งแทนทิศทางกระแสไหล ส่วนนิ้วที่เหลือทั้งหมด (ซึ่งมี 4 นิ้ว และจะหันไปทางเดียวกัน) จะแสดงทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วใต้ไปขั้วเหนือในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

2.11 แหล่งจ่ายไฟ

เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละตัวมีความต้องการใช้ไฟไม่เท่ากัน ดังนั้นในการออก แบบแหล่งจ่ายไฟตรงจะต้องพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

1. ต้องทราบว่าอุปกรณ์ตัวนั้นต้องการแรงดันไฟตรงขนาดเท่าใด หรือดูที่ ความต้องการไฟของโหลด

2. แหล่งจ่ายไฟที่ดีต้องสามารถปรับค่าได้เมื่อโหลดต้องการกระแสสูงสุด

3. โวลท์เตจเร็กกูเรชัน (Voltage Regulation) ของแหล่งจ่ายไฟเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟตรงทางด้านเอาต์พุต เทียบกับการเปลี่ยนแปลงกระแสของโหลดจากค่ากระแสต่ำสุด (no load) ถึงค่ากระแสสูงสุด (full load)สามารถคำนวณในรูปของเปอร์เซ็นได้ดังนี้

$$\% \text{ Regulation} = \frac{(V_{NL} - V_{FL})}{V_{FL}} \times 100$$

4. การเปลี่ยนแปลงแรงดันเอาต์พุตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการกรองกระแสที่ไม่สมบูรณ์ การเปลี่ยนแปลงแรงดันนี้มีความถี่มูลฐานสัมพันธ์กับความถี่ของไฟกระแสสลับ ซึ่งเรียกว่าแรงดันกระเพื่อม (Ripple Voltage) หรือเรียกง่ายๆว่า ริปเปิล (Ripple) สามารถคำนวณหาได้จากอัตราส่วนระหว่างค่า rms ของแรงดันกระเพื่อมต่อแรงดันไฟตรงขณะฟูลโหลด (full load dc-voltage) สามารถคำนวณในรูปของเปอร์เซ็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\% \text{ Ripple} = \frac{V_{rms}(ripple)}{V_{F.L}(Vdc)})$$

จากคุณลักษณะต่างๆของแหล่งจ่ายไฟตรงเรายังต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติข้ออื่นๆด้วย ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานของผู้ใช้

สำหรับโครงงานนี้เราใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลท์ 12 โวลท์ และ 24 โวลท์ วงจรที่ใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลท์ ได้แก่ ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์, ไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วน, คีย์สวิตช์ ส่วนวงจรที่ใช้แหล่งจ่ายไฟ 12 โวลท์ ได้แก่ ส่วนที่เป็นกลไก มอเตอร์

2.12 การเขียนโปรแกรมVisual Basic ติดต่อกับ MCS-51

2.12.1 การเขียนโปรแกรมใน Visual Basic

สำหรับการใช้งานใน Visual Basic นั้นจะมีคัสตอมคอนโทรลสำหรับการสื่อสารอนุกรมผ่านทางพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์มาให้ โดยใน Visual Basic เวอร์ชั่น 2 และเวอร์ชั่น 3 จะใช้ชื่อว่าMSCOMM.VBX ส่วนเวอร์ชั่น 4 ใช้ชื่อว่า MSCOMM16.ocx สำหรับการทำงานในระบบปฏิบัติการ 16 บิต และ MSCOMM32.OCX สำหรับการทำงานกับระบบปฏิบัติการ 32 บิต สำหรับในVisual Basic เวอร์ชั่น 5 จะมีเพียง MSCOMM32.OCX เท่านั้นเพราะถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับระบบปฏิบัติการ 32 บิต

MSComm จัดเตรียมทางเลือกเอาไว้ 2 ทางเพื่อความสะดวกในการสื่อสารข้อมูล ทางแรกคือการสื่อสารข้อมูลที่กระตุ้นด้วยเหตุการณ์ (Event-driven communications) เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพมากสำหรับการตอบสนองแบบทันทีทันใด เช่นเมื่อตัวอักษรถูกส่งมาที่พอร์ตอนุกรมหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ขา Data Carrier Detect(DCD) หรือขา Request To Send (RTS) เหตุการณ์ Oncomm ของ MSComm จะสามารถตรวจจับสัญญาณได้ทันที ส่วนทางเลือกที่สองเป็นการคอยตรวจสอบค่าเหตุการณ์และความผิดพลาดที่เกิดขึ้นด้วยการดูค่าที่เปลี่ยนแปลงภายในคุณสมบัติ ComEvent หลังจากให้โปรแกรมทำงานในฟังก์ชั่นต่างๆไปเรียบร้อยแล้ว ซึ่งวิธีนี้ใช้งานได้ดีในโปรแกรมที่มีขนาดเล็ก

คอนโทรล MSComm 1 ตัว สามารถควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมได้ 1 พอร์ต ถ้าในโปรแกรมที่ใช้งานต้องการติดต่อกับพอร์ตมากกว่า 1 พอร์ต จะต้องใช้คอนโทรล MSComm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่า 1 ตัวเพื่อควบคุมพอร์ตอนุกรมในแต่ละพอร์ตคุณสมบัติของ MSComm ที่ใช้สำหรับการส่งข้อมูลอนุกรมมีดังต่อไปนี้

CommPort ใช้ในการกำหนดและอ่านค่าพอร์ตอนุกรมที่ต่ออยู่(COM1,COM2,COM3,COM4)

รูปแบบการใช้งาน

Object.CommPort [= value]

โดยValue เป็นค่าของพอร์ตอนุกรม ชนิดของข้อมูลเป็น Integer ค่า Value สามารถกำหนดได้ในช่วง 1-16

Setting ใช้ในการกำหนดและอ่านค่าอัตราบอด พาริตี้ จำนวนของบิตข้อมูล จำนวนของบิตปิดท้าย

รูปแบบการใช้งาน

Object.Setting [= Value]

ค่า Value มีชนิดข้อมูลเป็นแบบ String มีรูปแบบเป็น " BBBB,P,D,S" โดย BBBB เป็นค่า อัตราบอด P เป็นค่าพาริตี้ D เป็นจำนวนของบิตข้อมูล และ S เป็นจำนวนของบิตปิดท้าย ปกติแล้วค่านี้ถูกกำหนดไว้เป็น "9600,N,8,1"

ตัวอย่างการใช้งาน

MSComm1.Setting = "9600,N,8,1"

PortOpen ใช้ในการกำหนดและอ่านค่าสถานะของพอร์ตอนุกรมเพื่อเปิดและปิดพอร์ต

รูปแบบการใช้งาน

Object.PortOpen [= Value]

ค่า Value มีชนิดข้อมูลเป็นแบบบูลีน คือ True กับ False โดย True หมายถึงการเปิดพอร์ตอนุกรม และ False หมายถึงการปิดพอร์ตอนุกรม ตัวอย่างการใช้คำสั่งเปิดพอร์ต เพื่อติดต่อสื่อสารกับพอร์ตอนุกรม COM1 และมีบอดเรต 9600 บิตต่อวินาที ไม่มีพาริตี้ จำนวนบิตข้อมูล 8 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต

MSComm1.Setting = "9600,n,8"

Mscomm1.CommPort = 1

Mscomm1.PortOpen = True

Input อ่านค่าและลบค่าขบวนข้อมูลจากบัฟเฟอร์ภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการใช้งาน

Object.Input

คุณสมบัติ InputLen เป็นตัวกำหนดจำนวนของตัวอักษรที่จะอ่านโดยคุณสมบัติ Input การกำหนดให้ InputLen เท่ากับ 0 เป็นการกำหนดให้คุณสมบัติ Input ทำการอ่านค่าข้อมูลในบัฟเฟอร์รับข้อมูลทั้งหมด

คุณสมบัติ InputMode เป็นตัวกำหนดชนิดของข้อมูลที่คุณสมบัติ Input รับเข้ามาถ้า InputMode ถูกกำหนดเป็น comInputMode Text คุณสมบัติ Input จะส่งค่าข้อมูลกลับมาในรูปแบบของ ข้อความชนิดข้อมูลเป็นแบบ Variant ถ้า InputMode กำหนดเป็น comInputModeBinary คุณสมบัติ Input จะส่งข้อมูลกลับมาในรูปของไบนารี่และชนิดข้อมูลเป็นแบบ Variant

ตัวอย่างโปรแกรมแสดงให้เห็นถึงวิธีในการรับข้อมูลจากบัฟเฟอร์รับข้อมูลทั้งหมด

```
Private Sub Command_Click()
Dim Instring as String
MSComm1.InputLen = 0                ' อ่านข้อมูลทั้งหมดที่เข้ามา
If MSComm1.InBufferCount  Then      'ตรวจสอบข้อมูลว่ามีอยู่ในบัฟเฟอร์หรือเปล่า
InString = MSComm1.Input            'อ่านข้อมูลและเก็บไว้ที่ ตัวแปร InString
End If
End Sub
```

InBufferCount ส่งค่าจำนวนของตัวอักษรที่อยู่ในบัฟเฟอร์ภาครับ

รูปแบบการใช้คำสั่ง

Object.InBufferCount [= Value]

คำสั่ง InBufferCount จะแสดงค่าจำนวนของตัวอักษร ซึ่งรับมาจากภายนอกและยังเก็บอยู่ในบัฟเฟอร์ภาครับ เพื่อให้ผู้ใช้งานอ่านค่าออกไป สำหรับการเคลียร์บัฟเฟอร์ภาครับทำได้โดยกำหนด

InBufferCount มีค่าเป็น 0

InputLen กำหนดค่าและค่าของจำนวนตัวอักษรที่อ่านจากบัฟเฟอร์ภาครับ

รูปแบบการใช้คำสั่ง

Object.InputLen [= Value]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเริ่มต้นของคุณสมบัติ InputLen มีค่าเท่ากับ "0" การกำหนดค่า เท่ากับ "0" จะทำให้คำสั่ง Input ของ MSComm อ่านค่าข้อมูลที่อยู่ภายในบัฟเฟอร์ภาครับทั้งหมด

ถ้าไม่มีข้อมูลอยู่ในบัฟเฟอร์มาก เท่ากับจำนวน InputLen คำสั่ง Input จะส่งค่าว่าง (" ") กลับออกมาผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลในบัฟเฟอร์ภาครับได้โดยใช้คุณสมบัติ InBufferCount โดยกำหนดให้มีข้อมูลอยู่ในบัฟเฟอร์ภาครับก่อนแล้วจึงค่อยอ่านข้อมูลจากบัฟเฟอร์ภาครับ

ตัวอย่างโปรแกรมอ่านค่าตัวอักษรออกมา 10 ตัวอักษร

```
Private Command1_Click()
Dim CommData as String
MSComm1.InputLen = 10              'กำหนดให้มีบัฟเฟอร์รับข้อมูลได้ 10 ตัวอักษร
CommData = MSComm1.Input           'อ่านข้อมูลออกมาเก็บไว้ที่ตัวแปร ComData
End Sub
```

Output ใช้ในการส่งขบวนของข้อมูลไปยังบัฟเฟอร์ส่งข้อมูล

รูปแบบการใช้งาน

```
Object.Output [ = Value ]
```

ค่า Value เป็นค่าของตัวอักษรที่เขียนไปยังบัฟเฟอร์ส่งข้อมูล คุณสมบัติ Output สามารถใช้ในการส่งข้อมูลตัวอักษรหรือข้อมูลไบนารี่ก็ได้ โดยการส่งข้อมูลเป็นรูปแบบตัวอักษรจะต้องกำหนดข้อมูลเป็นแบบ Variant และมีข้อมูลภานในเป็นแบบ String สำหรับการส่งข้อมูลไบนารี่จะต้องกำหนดชนิดของข้อมูลเป็นแบบ Variant และมีข้อมูลภายในเป็นแบบ Byte

ตัวอย่างการส่งค่าที่ป้อนจาก คีย์บอร์ดไปยังพอร์ตอนุกรม โดยใช้คุณสมบัติ OutPut

```
Private Sub  Form_KeyPress (KeyAscii As Integer)
Dim Buffer as Variant
MSComm1.CommPort = 1
MSComm1.PortOpen = True
Buffer = Ch$(KeyAscii)
MSComm1.Output = Buffer
End sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OutBufferCount คืนค่าจำนวนของข้อมูลตัวอักษรที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์ภาคส่ง และสามารถใช้คำสั่งนี้เพื่อเคลียร์บัฟเฟอร์ภาคส่งได้ด้วย

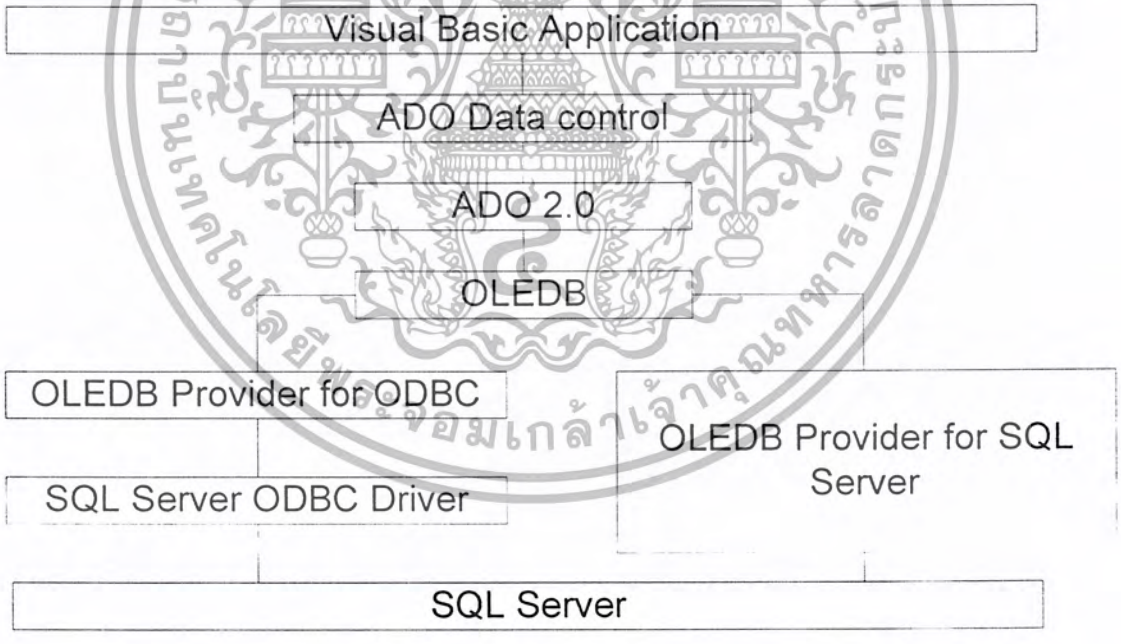
รูปแบบการใช้คำสั่ง

Object.OutBufferCount [= Value]

ผู้ใช้งานสามารถเคลียร์บัฟเฟอร์ภาคส่งได้โดยการกำหนดค่า OutBufferCount เท่ากับ "0"

2.12.2 ADO (Active x Data Object)

ADO Data Control จะทำหน้าที่เหมือนกับ Data Control คือเป็นตัวกลางที่เชื่อม Bound Control กับแหล่งข้อมูล นอกจากนี้เราสามารถใช้งาน ADO ผ่านทาง ActiveX Control อื่นๆเช่น DataGrid , DataList , DataCombo สำหรับขั้นตอนการสร้างแอพลิเคชันจาก ADO Data Control



รูปที่ 2.22 แสดงรูปแบบของเทคโนโลยี ADO

เทคโนโลยีของADOสามารถติดต่อผ่านOLEDBไปยัง SQL Server ได้หรือติดต่อผ่านไปยังSQL Server ODBC Provider for ODBC อีกทีหนึ่งเพื่อไปถึง SQL Server ก็ได้เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

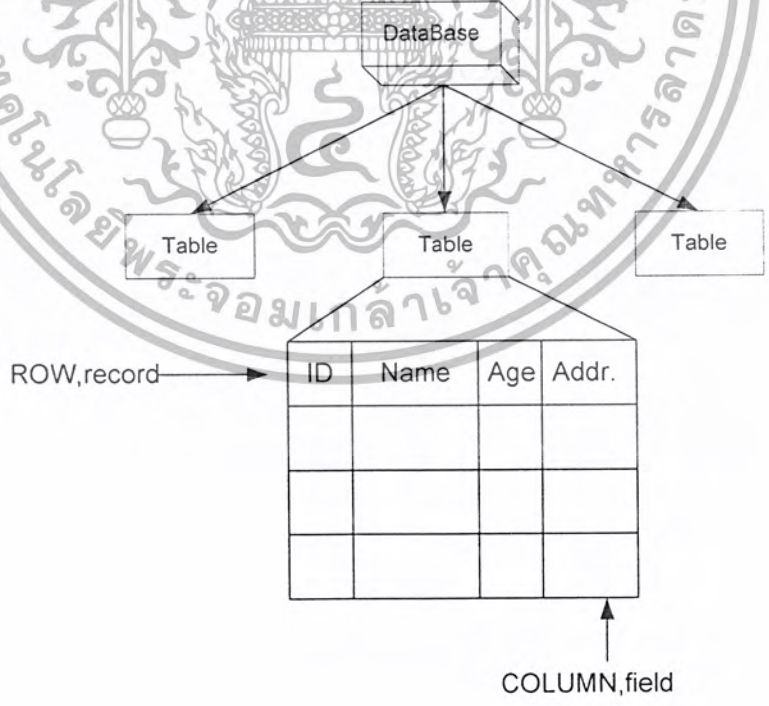
จากรูปเมื่อเริ่มต้นจากVisual Basic Application แล้วจะส่งผ่านมายังADO Datacontrol และส่งมายัง ADO 2.0 จะเห็นว่าการใช้ OLEDB จะผ่านเพียง Layer เดียว ทางด้านขวามือซึ่งจะเร็วกว่าODBC และนอกจากนั้นยังเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่กว่า ODBC ซึ่งมีการ Support ของ Pointerหลายๆอย่าง

2.13 การสร้างระบบงานฐานข้อมูลด้วย Visual Basic

แต่เดิมนั้นข้อมูลต่างๆถูกจัดเก็บในกระดาษ แต่เมื่อจำนวน และความซับซ้อนของข้อมูลมีมากขึ้น ทำให้เราจำเป็นต้องนำคอมพิวเตอร์มาจัดเก็บ เลยทำให้ฐานข้อมูล (DataBase) เกิดขึ้นเพื่อเป็นคำตอบของปัญหาข้างต้น

2.13.1 ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลหรือ (Data Base) คือวิธีการจัดเก็บข้อมูลที่สัมพันธ์กันอย่างมีระเบียบ ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน และค้นหาข้อมูล ซึ่งฐานข้อมูลที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคย คือ ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) เป็นรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลที่สัมพันธ์กัน โดยมองข้อมูลในลักษณะของตารางต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน



รูปที่ 2.23 มุมมองของ Visual Basic กับฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Visual Basic มองเห็นฐานข้อมูลหนึ่งๆประกอบไปด้วยตาราง (Table) หลายๆตารางใน แต่ละตารางจะประกอบไปด้วย คอลัมน์(Column) ต่างๆแยกข้อมูลแต่ละพวกออกจากกัน โดยทุกตารางจะแบ่งข้อมูลแต่ละชุดออกเป็นแถวๆ(Row)

สำหรับการจัดการฐานข้อมูล และใช้งานฐานข้อมูลเบื้องต้นนี้ Visual Basic ได้เตรียม ActiveX Control ที่มีชื่อว่า Data Control มาช่วย นอกจากนี้ยังสามารถใช้ ActiveX Control อื่นๆ มาช่วยในการแสดงข้อมูลภายในฐานข้อมูล

2.13.2 เทคโนโลยีการติดต่อกับฐานข้อมูล

ในการติดต่อกับฐานข้อมูล เราจะกระทำผ่านระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) โดยใช้คำสั่งของ DBMS ซึ่งที่มีการใช้งานนั้นมีมากมายหลายยี่ห้อในตลาด แต่ละตัวมีวิธีใช้งานที่แตกต่างกัน เพราะฉะนั้นเป็นเรื่องที่ไม่คุ้นเลยที่จะสร้างแอพลิเคชั่น ให้ใช้งานได้กับ DBMS เพียงยี่ห้อเดียว

เพื่อแก้ปัญหาข้างต้นจึงได้มีการกำหนดวิธีการมาตรฐานในการติดต่อ หรือสั่งงานกับ DBMS เพื่อที่จะให้แอพลิเคชั่นที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้ กับ DBMS ทุกยี่ห้อ ซึ่งวิธีการแรกที่นำมาใช้โดยปริยายคือ การใช้ภาษา SQL ซึ่งไมโครซอฟท์ก็ได้สร้างมาตรฐานการติดต่อกับฐานข้อมูลด้วยภาษา SQL ที่เรียกว่า ODBC (Open Database Connectivity)

สำหรับผลิตภัณฑ์ของไมโครซอฟท์เองก็ได้มีการแนะนำ Jet Engine ซึ่งเป็นอีกหนึ่งรูปแบบของการติดต่อฐานข้อมูลโดยใช้ Jet Engine โดย Jet Engine เป็นส่วนคั่นระหว่างเอพลิเคชั่นกับฐานข้อมูล ได้แก่ ADO

2.13.3 เทคโนโลยี ADO

ADO หรือ ActiveX Data Object เป็นเทคโนโลยีการติดต่อกับฐานข้อมูลรูปแบบใหม่ที่ Visual Basic ได้นำเสนอ ADO นั้นคล้ายกับ DAO แต่ตัดเอาออบเจ็กต์ที่ไม่จำเป็นบางอย่างออกไปแล้วไปเพิ่มความง่าย และความสามารถในการติดต่อกับฐานข้อมูลได้หลากหลายชนิดจึงถูกนำมาใช้มากในการเชื่อมต่อฐานข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ตซึ่งมีการติดต่อกับข้อมูลหลากหลายรูปแบบทั้งที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูล และไม่ได้เก็บในฐานข้อมูล

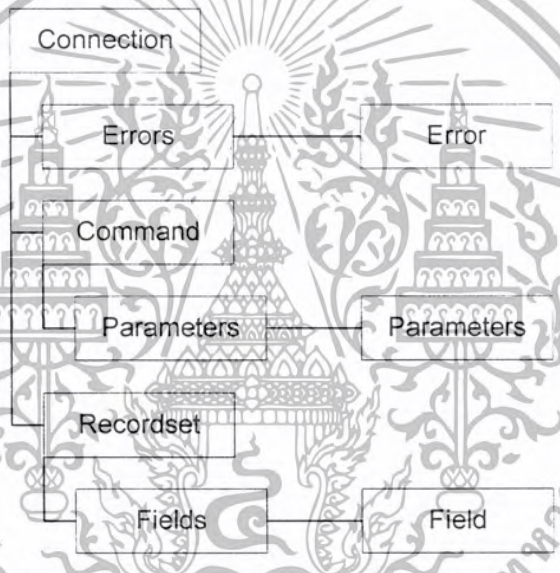
2.13.4 ออบเจ็กต์ที่ใช้งานใน ADO

ออบเจ็กต์ที่มีการใช้งานร่วมกับ ADO จะมีทั้งสิ้น 5 ตัวในการจัดการ

Connection เป็นออบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับแหล่งข้อมูล (Data Source) ที่ต้องการนำมาใช้งานนอกจากจะเชื่อมต่อกับแหล่งข้อมูลแล้ว เราอาจจะสั่งงานผ่านออบเจ็กต์ Connection ได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Command	เป็นออบเจ็กต์ที่ใช้ในการสั่งงาน(เช่นการค้นหา การสั่งงาน) โดยสั่งงานในรูปแบบภาษา SQL Store Procedure หรือภาษาอื่นใดที่ Data Source อาจจะไม่สามารถใช้งานกับออบเจ็กต์ Command ก็ได้
Parameter	เป็นออบเจ็กต์ที่จัดการกับพารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องใช้
Recordset	เป็นออบเจ็กต์ที่จัดการกับผลลัพธ์ที่ได้จากการสั่งงานผ่านออบเจ็กต์ Command
Field	เป็นออบเจ็กต์ที่จัดการคอลัมน์ของข้อมูลที่อยู่ภายในออบเจ็กต์ Recordset
Error	เป็นออบเจ็กต์ที่ใช้ในการจัดการข้อผิดพลาดในการใช้งาน Data Source



รูปที่ 2.24 แสดงโครงสร้างออบเจ็กต์ ADO

2.14 ไคลเอนต์- เซิร์ฟเวอร์ (Client –Server)

ซีพียูแต่ละตัวที่อยู่ในไมโครคอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพและความรวดเร็วสูงมาก การใช้งานพีซีเป็นเพียงเทอร์มินัลที่ต่ออยู่กับเมนเฟรม จึงดูจะไม่ค่อยได้ใช้ประสิทธิภาพของซีพียูเลย การเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบในแลนจึงเน้นที่ให้ซีพียูทุกตัวช่วยกันทำงาน ซีพียูที่ให้ บริการช่วยเหรือก็เรียกว่า Server ซีพียูตัวที่ขอใช้บริการก็เรียกว่า Client การขอใช้บริการจะแบ่งแยกเป็นฟังก์ชันต่างๆตามหน้าที่

โปรแกรมประยุกต์ในปัจจุบันต้องการแสดงผลบนหน้าจอภาพที่เป็น window แสดงในลักษณะ graphic ดังนั้น PC ของผู้ใช้จึงทำหน้าที่หลักในการจัดการแสดงผล แต่เมื่อต้องการข้อมูลก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะขอใช้บริการจาก File Server ตัวที่ให้บริการข้อมูลหลักก็เรียกว่า File Server หากมองมุมกลับเก้า เครื่องที่จัดการฐานข้อมูลมีความสามารถในการดูแล file และจัดการตัวข้อมูล ตัวนี้จะอยู่ในฟังก์ชัน Database Server แต่ Database Server ทำงานการแสดงผลไม่ดี ได้แต่ข้อมูลที่ต้องการ ดังนั้นจึงต้องไปรับบริการกับตัวลูกเพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้ ตัวลูกที่ใช้ในการแสดงผลจึงเป็นตัวให้บริการทางด้านการ แสดงผล หรือเป็นสถานีปลายทาง เราเรียกว่า Terminal Server ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการเป็น Client จะไปอยู่ที่ตัว Database Server ด้วยระบบการขอใช้บริการและการให้บริการจึงมีหลากหลายตามฟังก์ชันการใช้งาน

2.14.1 การทำงานในระบบ Client –Server

การทำงานภายใต้ระบบ Client –Server จึงประกอบด้วย ส่วนสำคัญสามส่วนคือ ส่วนของผู้ใช้บริการ หรือที่เรียกว่า Client ส่วนเครือข่ายและส่วนของผู้ให้บริการหรือ Server ด้วยเหตุนี้การพัฒนา Software สมัยใหม่ในระบบ Client-Server จึงต้องคำนึงถึงส่วนทั้งสาม และหากจะพิจารณา ให้กว้างออกไป Client ตัวหนึ่งอาจเรียกใช้บริการจาก Server หลายแห่งก็ได้ หรือจะเรียก Server ที่ทำงานแตกต่างกัน หากในระบบมี Server ที่ดูแลฐานข้อมูลหลายตัว ระบบนั้นก็จะเป็นระบบจัดการข้อมูลแบบกระจายดังนั้นระบบฐานข้อมูลแบบกระจายจึงเป็นระบบที่ต้องทำงานโดยอาศัยการทำงานตาม Model Client- Server

ในระบบเดียวกันมีการเรียกหลายฟังก์ชัน เช่น ตัวให้บริการการจัดพิมพ์ข้อมูลโดย Client หลายตัวมาขอใช้บริการได้ เราก็เรียกว่า Print Server ตัวให้บริการ Terminal ทำให้ต้องใช้ Terminal ได้มากก็เรียกว่า Terminal Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและขั้นตอนการทำงาน

3.1 ข้อมูลเบื้องต้น

โครงงานที่จัดทำนี้เก็บข้อมูลการเลือกตั้งจากเขตเลือกตั้งแล้วนำมาแสดงผลจะประกอบด้วยส่วนของผู้ดูแลระบบซึ่งสามารถจัดการฐานข้อมูลได้ดังนี้

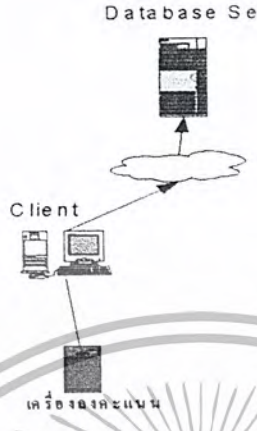
3.1.1 ส่วนผู้ดูแลระบบ

1. จะมีหน้าจอในการจัดการระบบก่อนจะเข้าไปดูข้อมูลการเลือกตั้งเพื่อแสดงผลดังนี้
   1.1 ชื่อในการล็อกอิน (usemame)
   1.2 พาสเวิร์ด (password)
2. มีหน้าที่จัดการฐานข้อมูลดังนี้
   2.1 ป้อนข้อมูลต่างๆในระบบ
   2.2 แก้ไขและลบข้อมูลของระบบ
   2.3 แสดงผลการลงคะแนน

3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

โครงงานนี้เป็นการนำเอาระบบอิเล็คทรอนิกส์และระบบฐานข้อมูลมาใช้ในระบบการเลือกตั้งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งโครงงานนี้แบ่งระบบการทำงานออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบของเครื่องลงคะแนน และระบบฐานข้อมูลของการเลือกตั้งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงขอบเขตการทำงานของระบบ

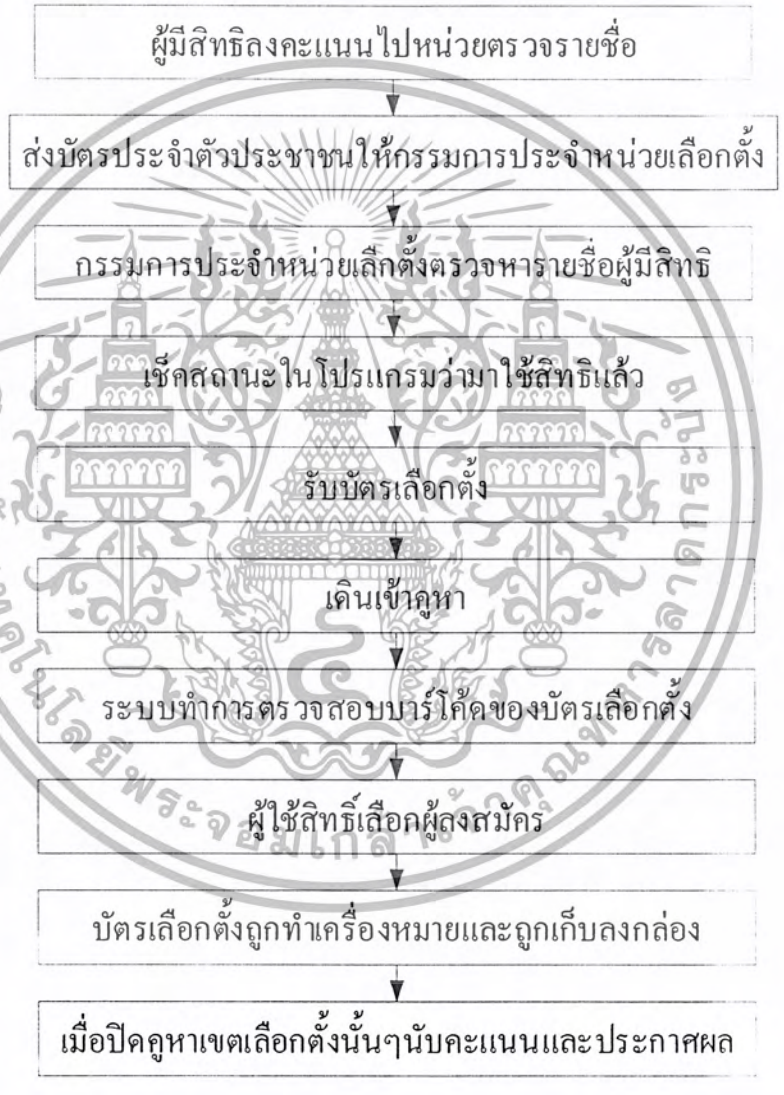
3.2.1 ลำดับขั้นตอนการเลือกตั้ง (ภายในหน่วยงาน)

1. เมื่อจะทำการลงคะแนนเลือกตั้งให้แต่งตั้งผู้ดูแลการเลือกตั้งขึ้นมา
2. ผู้สมัครยื่นใบสมัคร ณ หน่วยเลือกตั้งโดยยื่นให้กับผู้ดูแลการเลือกตั้ง
3. ผู้ดูแลการเลือกตั้งรวบรวมรายชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนน
4. ผู้ดูแลการเลือกตั้งนำรายชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนน และผู้สมัครมาป้อนลงฐานข้อมูลในโปรแกรม Voting (สำหรับผู้ดูแลการเลือกตั้ง)
5. กำหนดบัตรลงคะแนนให้เท่ากับจำนวนผู้มีสิทธิลงคะแนนพร้อมพิมพ์บัตรลงคะแนนเก็บไว้
6. กำหนดสถานที่ลงคะแนนแล้วแต่งตั้งกรรมการดูแลการลงคะแนน
7. ส่งบัตรลงคะแนน (ใส่ซองพร้อมเซ็นกำกับไว้) โปรแกรมตรวจรายชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนนพร้อมกับ CDkey ในการล็อคอินเข้าโปรแกรม และเครื่องลงคะแนนให้กับกรรมการดูแลการลงคะแนน
8. กรรมการนำโปรแกรมและเครื่องลงคะแนนที่รับมาจากผู้ดูแลการเลือกตั้งไปติดตั้งให้พร้อมใช้งานที่ หน่วยเลือกตั้ง
9. เมื่อถึงเวลาลงคะแนนให้ผู้มีสิทธิลงคะแนนมาตรวจรายชื่อและรับบัตรลงคะแนน
10. ผู้มีสิทธิลงคะแนนนำบัตรลงคะแนนไปลงคะแนนที่เครื่องลงคะแนน
11. เมื่อถึงเวลาปิดคูหาให้เจ้าหน้าที่ดูแลการลงคะแนนรวบรวมเครื่องลงคะแนนไปเก็บไว้
12. ผู้ดูแลการเลือกตั้งล็อคอินเข้าโปรแกรม Voting และทำการตรวจผลการลงคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ผู้สมัครคนใดได้คะแนน มากเป็นอันดับหนึ่งจะมีผลอย่างไม่เป็น ทางการต้อง รอตรวจสอบที่บัตรลงคะแนนว่าคะแนนที่ระบบกับบัตรตรงกันหรือไม่

3.2.2 ระบบเลือกตั้งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์



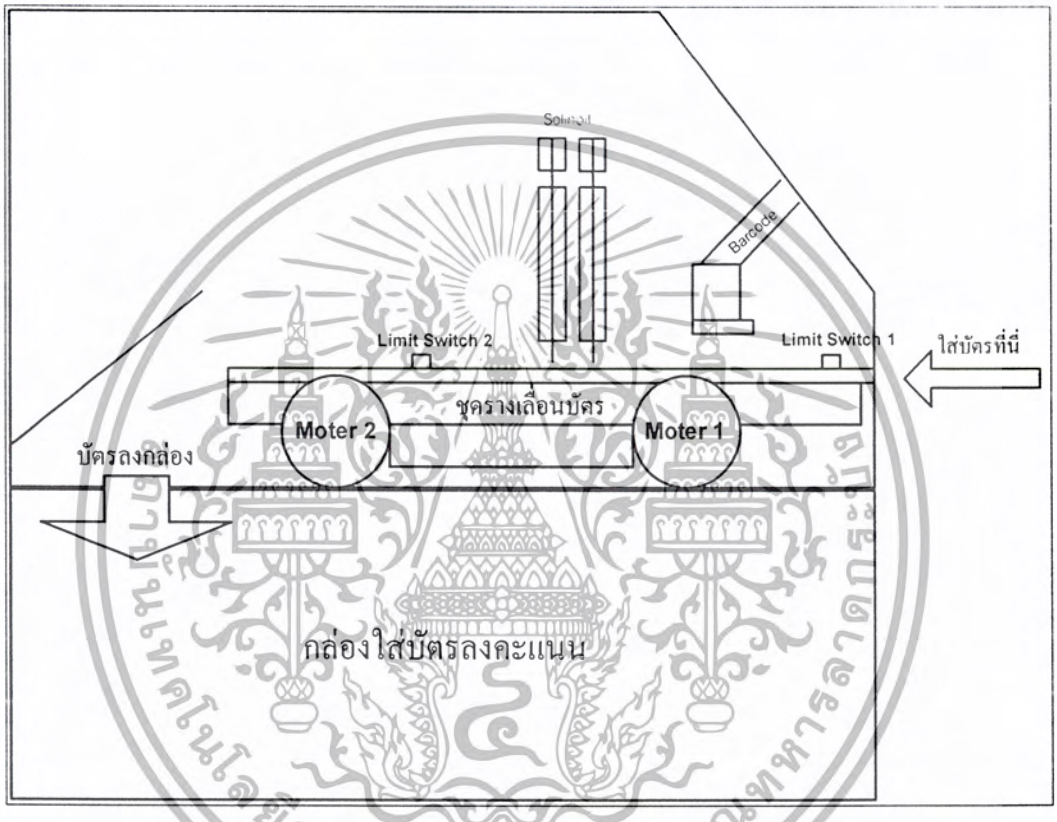
รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการเลือกตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ระบบเครื่องลงคะแนน

ระบบเครื่องลงคะแนน นี้แบ่งระบบการทำงานออกเป็น2 ชุดคือ

1. กลไกเครื่องตอกบัตรลงคะแนน



รูปที่ 3.3 แสดงกลไกเครื่องตอกบัตรลงคะแนน

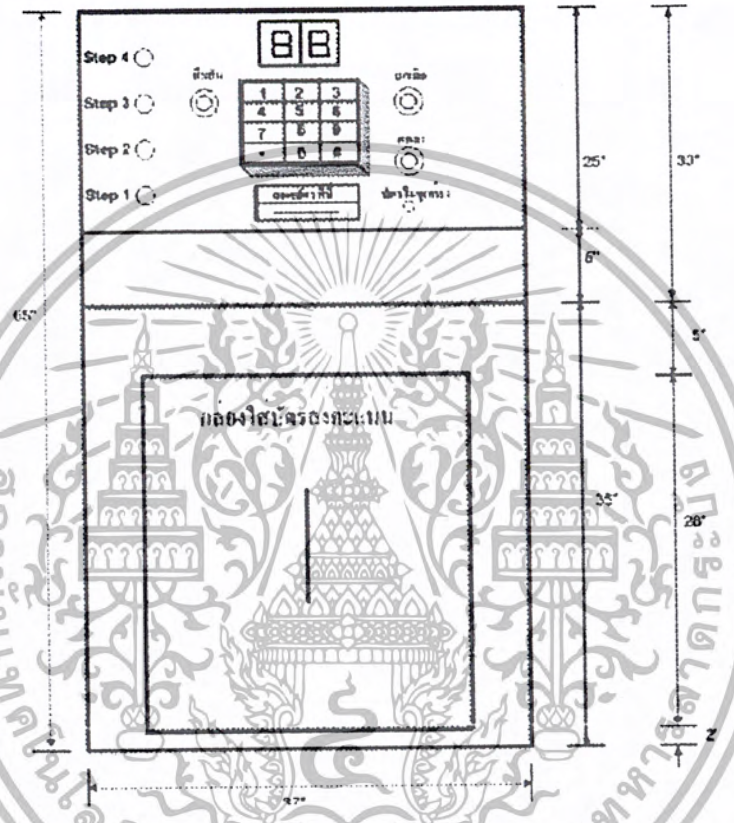
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องปุ่มกดลงคะแนน

รูปที่ 3.4 แสดงรูปแผงหน้าปัดของเครื่องลงคะแนน

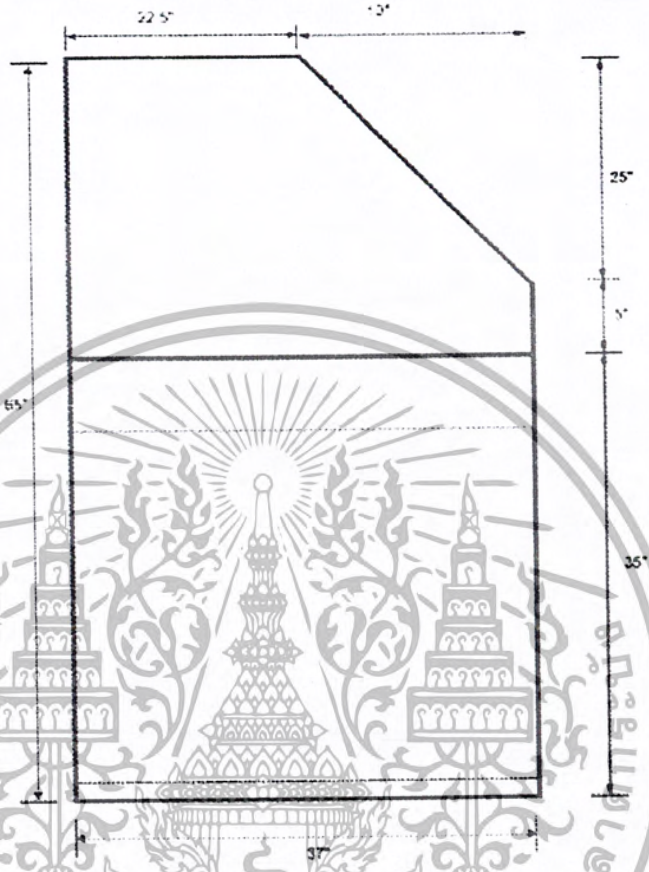
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โครงสร้างตัวถัง



รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างตัวถังด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

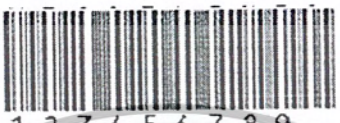


รูปที่ 3.6 แสดงโครงสร้างตัวถังด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. บัตรลงคะแนน

บัตรลงคะแนน



.....

.....

วันที่ 16 สิงหาคม 2547

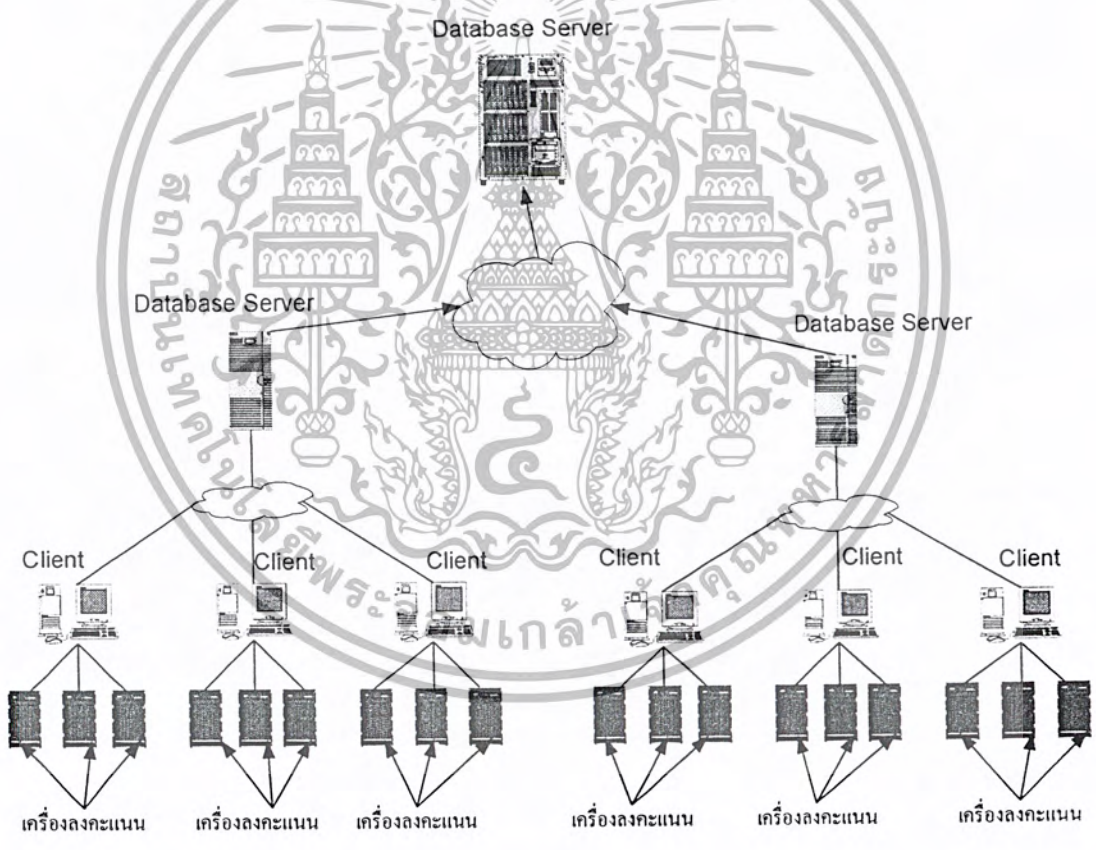
รูปที่ 3.7 แสดงรายละเอียดของบัตรลงคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 Network Diagram

อุปกรณ์ในเครือข่ายประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ Database Server ที่ทำหน้าที่เก็บฐานข้อมูลของการเลือกตั้ง

- เครื่องคอมพิวเตอร์ Client ซึ่งใช้สำหรับการเลือกตั้ง
- เครื่องลงคะแนน



รูปที่ 3.8 โครงสร้างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับการเลือกตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การรักษาความปลอดภัยในระบบเลือกตั้งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

การรักษาความปลอดภัยในระบบการเลือกตั้งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จะต้องครอบคลุมถึงเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. ระบบจะต้องสามารถตรวจสอบได้ว่าบัตรเลือกตั้งที่ได้รับจากหน่วยเลือกตั้งนั้น มาจากผู้ที่มีสิทธิเลือกตั้งตาม กฎหมาย

2. ระบบจะต้องรักษาความลับของบัตรเลือกตั้ง โดยจะต้องป้องกันไม่ให้รู้ว่าบัตรเลือกตั้งนี้ถูกเลือกโดยผู้มีสิทธิเลือกตั้งชื่ออะไร

3. ระบบจะต้องสามารถยืนยันได้ว่า จะต้องไม่มีบุคคลที่ 3 หรือซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลในบัตรเลือกตั้งได้

4. ระบบจะต้องสามารถตรวจสอบการปลอมแปลง ความผิดพลาดและความเสียหายของบัตรเลือกตั้ง ที่ได้รับได้

5. ระบบจะต้องป้องกันมิให้ผู้มีสิทธิเลือกตั้ง สามารถทำการเลือกตั้งได้หลายครั้ง โดยผู้มีสิทธิเลือกตั้งหนึ่งคน จะสามารถรับบัตรเลือกตั้งได้เพียงใบเดียว และจะต้องทำการเลือกตั้งได้เพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น

6. ระบบจะต้องป้องกันมิให้ซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ใด สามารถทำลายความเป็นส่วนตัวของ ผู้มีสิทธิเลือกตั้งได้

3.5 การออกแบบระบบ

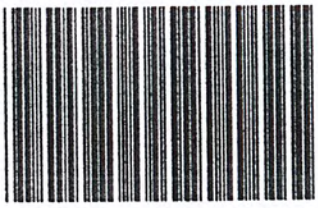
3.5.1 การออกแบบบาร์โค้ดที่จะเก็บในฐานข้อมูล

การกำหนดรหัสบาร์โค้ด จะใช้รหัส 8 หลัก (XXXXXXXX) โดยกำหนดให้

1.1 หลักที่1 ถึง 2 (XX) กำหนดเป็นรหัสหน่วยงาน

1.2 หลักที่ 3 ถึง 8 (XXXXXX) ให้หน่วยงานนั้นๆเป็นผู้กำหนดรายละเอียดการ ใช้ตามเหตุผลความจำเป็น เมื่อกำหนดแล้วทำการแปลงตัวอักษรของรหัสเหล่านี้ให้เป็นรหัสแท่งโดยใช้มาตรฐานของ code39

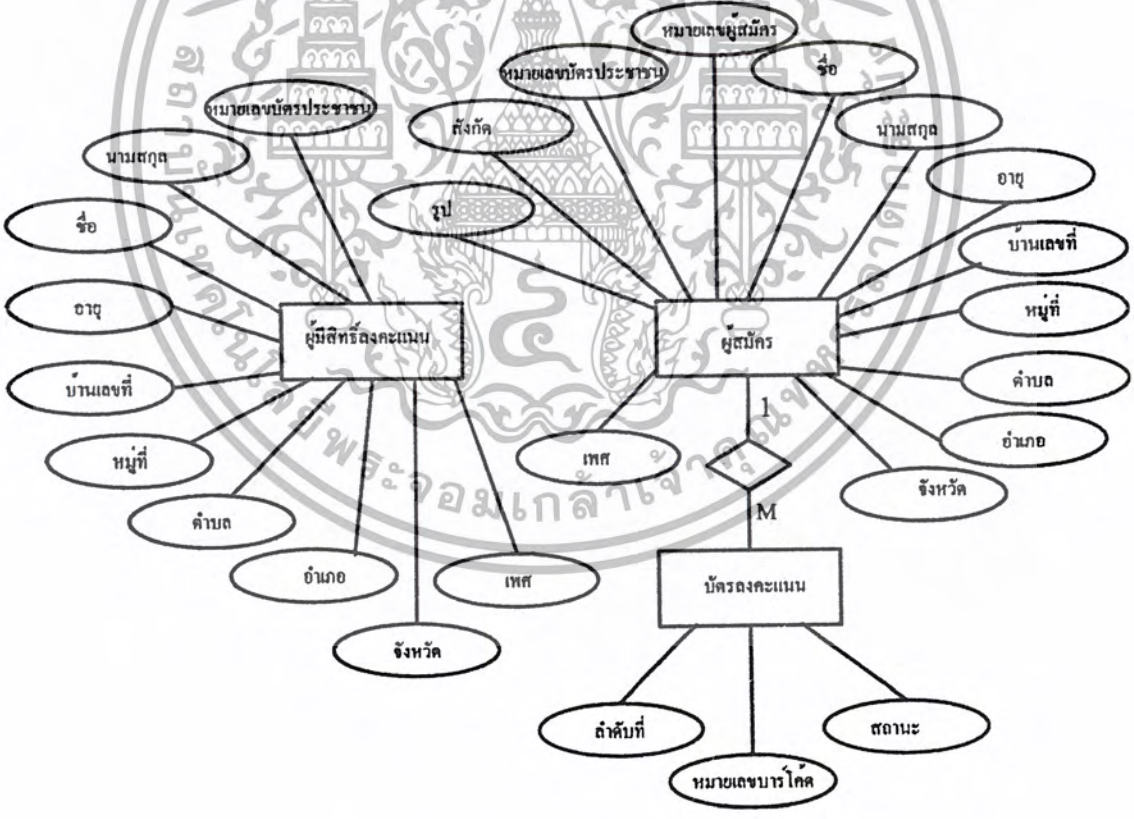
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงรหัสบาร์โค้ด39

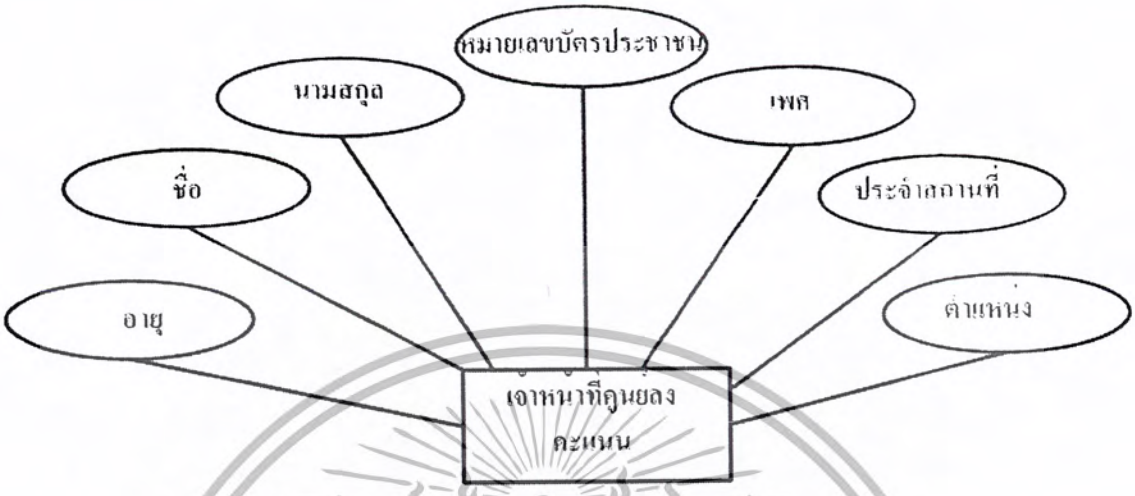
3.5.2 การออกแบบฐานข้อมูล

เป็นการออกแบบโดยใช้ E-R model ซึ่งสามารถสร้างเป็นตาราง ได้ดังนี้



รูปที่ 3.10 แสดง E-R โมเดลที่ได้จากการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดง E-R โมเดลที่ได้จากการออกแบบ (ต่อ)

ตารางที่ได้จากการออกแบบด้วย ER-M0DEL

ตารางที่ 3.1 บัตรลงคะแนน

ลำดับที่	หมายเลขบาร์โค้ด	สถานะ	หมายเลขผู้สมัคร
gid	gbarcode	gstate	ap_id

ตารางที่ 3.2 เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์เลือกตั้ง

หมายเลขบัตรประชาชน	ชื่อ	นามสกุล	อายุ	ประจำสถานที่	ตำแหน่ง
off_idcard	off_name	off_surname	off_age	off_stations	off_position

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ผู้สมัคร

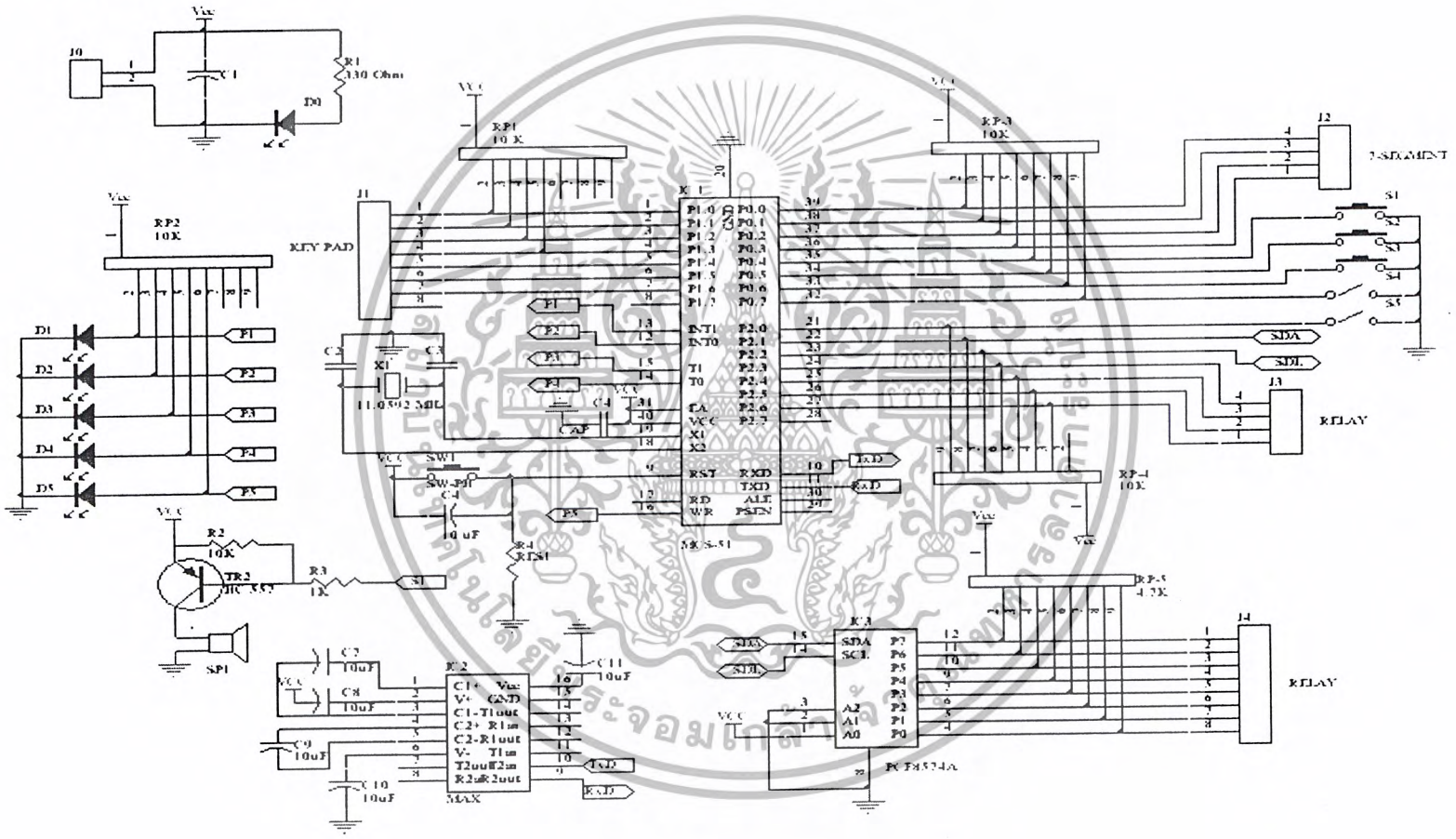
หมายเลขผู้สมัคร	หมายเลขบัตรประชาชน	ชื่อ	นามสกุล	อายุ	เพศ	บ้านเลขที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	สังกัด	รูป
ap_id	ap_idcard	ap_name	ap_surname	ap_age	ap_sex	ap_homeadd	ap_NOG	ap_locality	ap_couty	ap_province	ap_tobeunder	ap_pic

ตารางที่ 3.4 ผู้มีสิทธิลงคะแนน

หมายเลขบัตรประชาชน	ชื่อ	นามสกุล	บ้านเลขที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	เพศ	สถานะ
vot_idcard	vot_name	vot_surname	vot_homeadd	vot_NOG	vot_locality	vot_cout	vot_province	vot_sex	vot_state

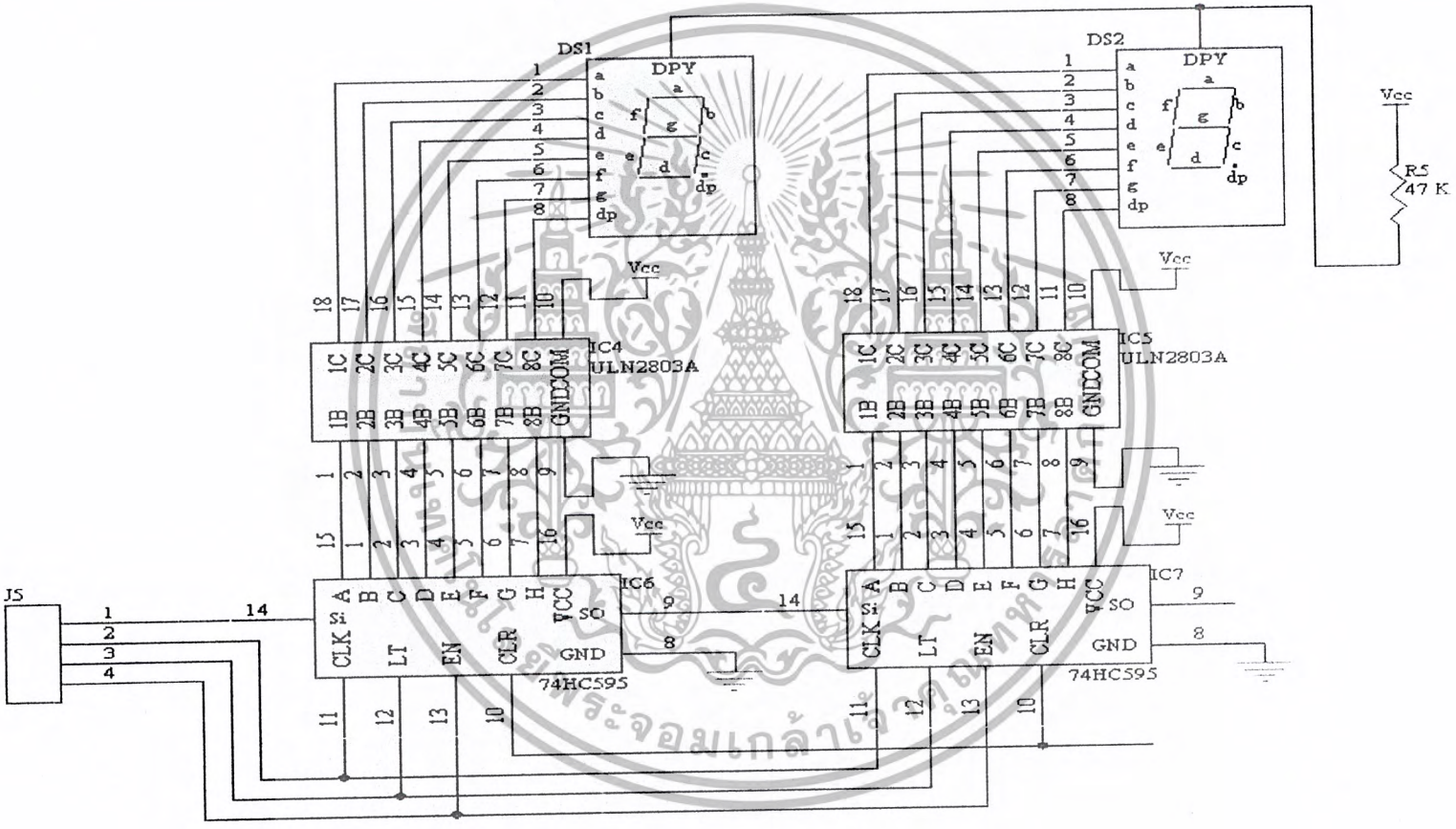
3.5.3 การออกแบบวงจรวงจรควบคุม

1.วงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์



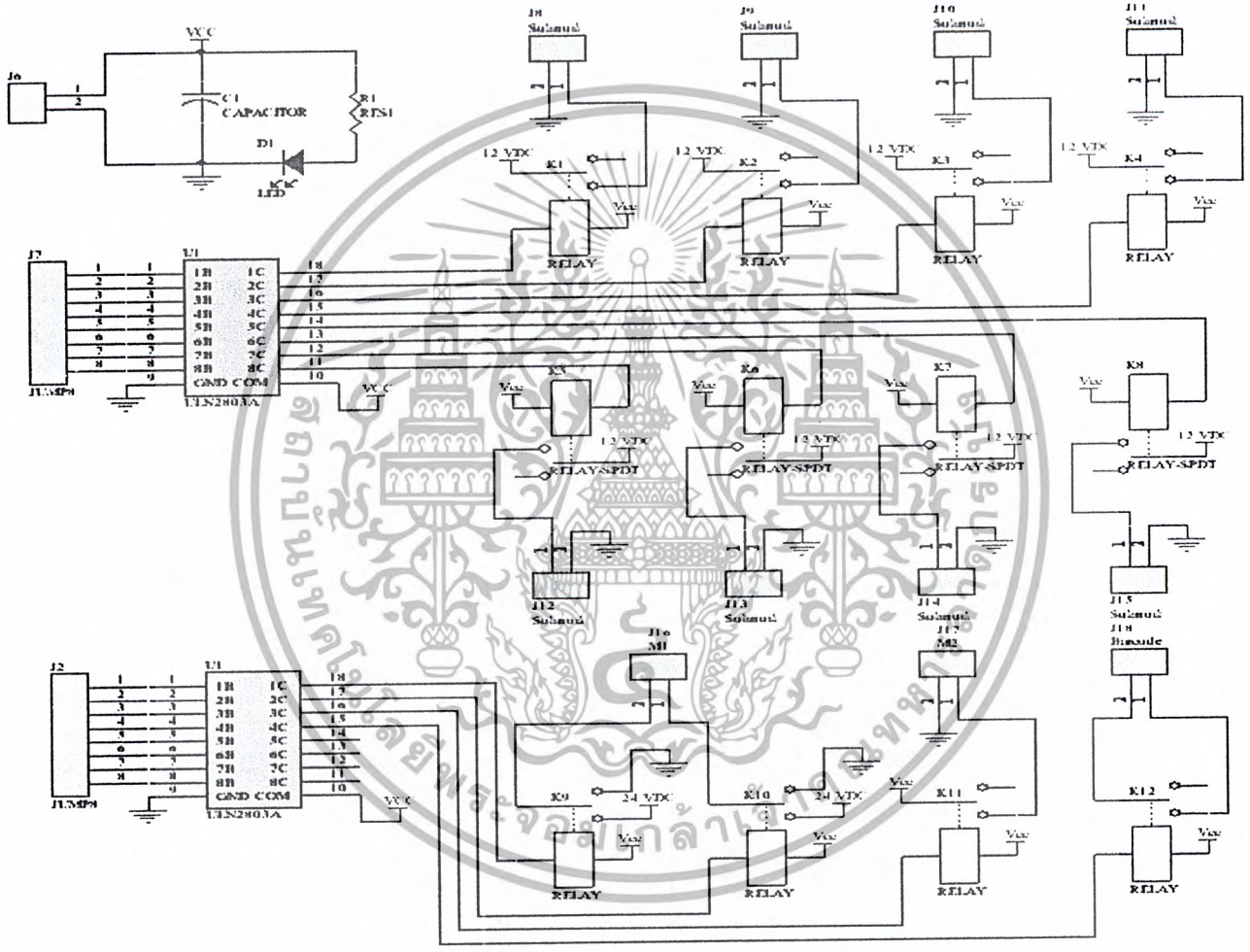
รูปที่ 3.12 วงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

2.วงจรควบคุม 7- SEGMENT



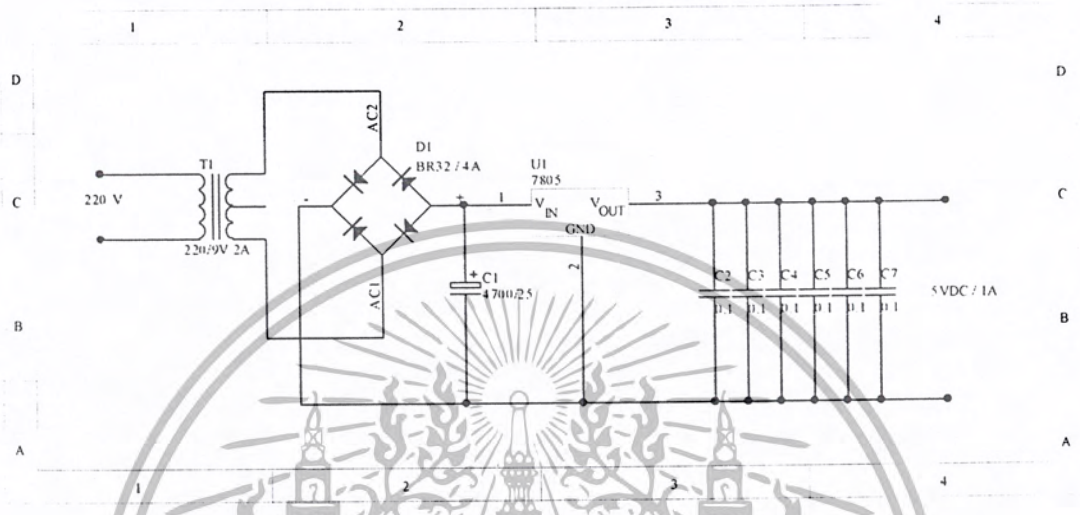
รูปที่ 3.13 แสดงวงจรวงจรควบคุม 7- SEGMENT

3.วงจรควบคุม RELAY



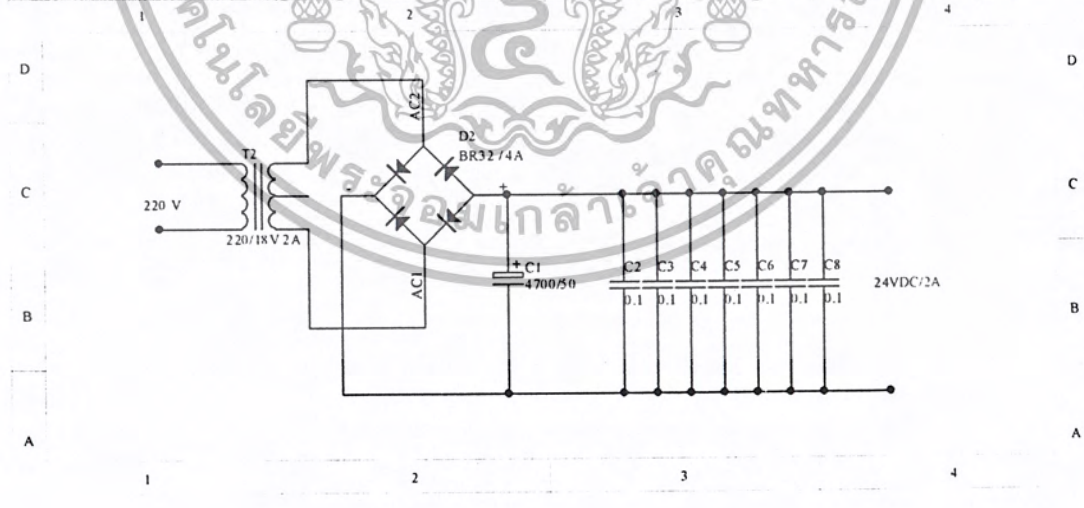
รูปที่ 3.14 แสดงวงจรวงจรควบคุม RELAY

4.วงจรหม้อแปลงจ่ายไฟ 5 V 1 A



รูปที่ 3.15 วงจรหม้อแปลงจ่ายไฟ 5 V 1 A

5.วงจรหม้อแปลง 24 VDC

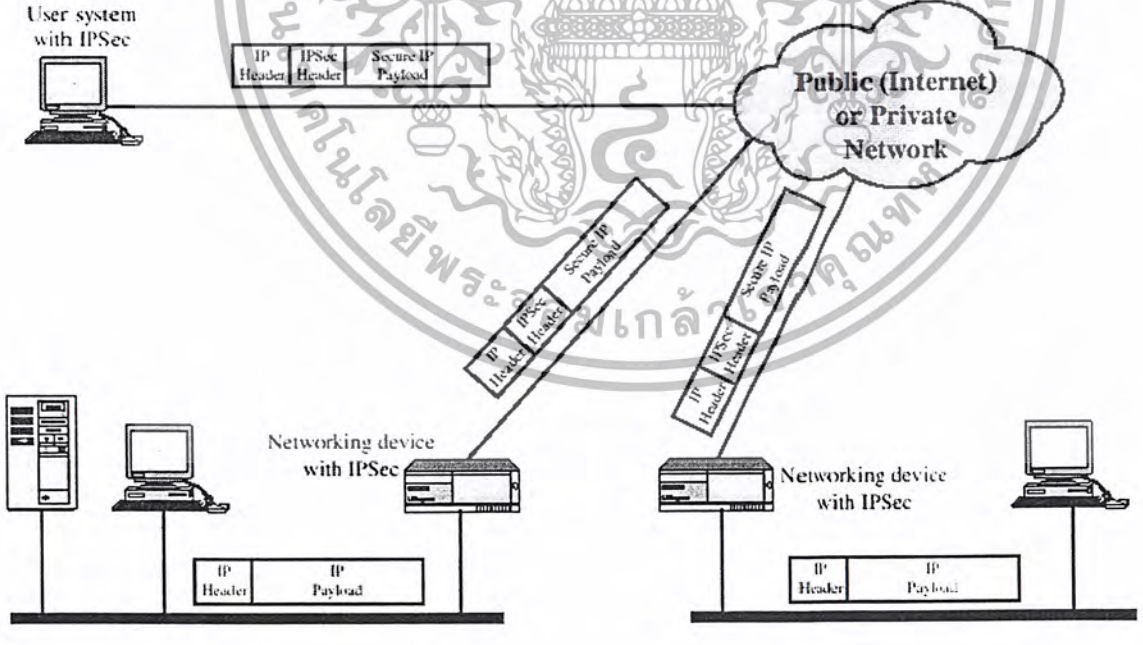


รูปที่ 3.16 วงจรหม้อแปลง 24 VDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบการส่งข้อมูลโดยใช้ IP Security & VPN

การออกแบบใช้งานIPSec นั้น เราอาจใช้ IPSec ในการเชื่อมต่อระหว่างสำนักงานสาขา (Branch Office) โดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต หรือ ใช้ในการทำเชื่อมต่อระยะไกล (Remote Access) ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต หรือ ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายแบบ Intranet และ Extranet ระหว่างองค์กร หรือใช้ในการสื่อสารแบบ Electronics Commerce ทั้งนี้เนื่องจาก IPSec นั้นสามารถทั้งด้าน Authentication และ Encryption ในทุก ๆ การสื่อสารที่มีพื้นฐานบนระดับ IP ในรูปที่ 3.10 ได้แสดงรูปแบบการใช้งานปกติของ IPSec โดยการสื่อสารภายในวง LAN แต่ละวงจะเป็นการสื่อสารตามปกติ แต่เมื่อการสื่อสารได้ก้าวข้ามออกไปภายนอก ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายแบบ Private หรือ Public ก็ตาม ก็จะมีการใช้ IPSec โดยการนำ IPSec มาใช้นี้ จะเริ่มที่ Router, Firewall หรืออุปกรณ์เครือข่ายที่ทำหน้าที่เป็นจุดออก (Gateway) ของเครือข่าย โดยจะมีการเข้ารหัสข้อมูล แล้วจึงส่งออกไป และเมื่อถึงปลายทางก็จะถอดรหัสออกมา ซึ่งการทำงานทั้งหมดนี้ จะเกิดขึ้นโดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่มีส่วนรับทราบเลย นอกจากนั้น IPSec ยังสามารถใช้งานในกรณีที่ผู้ใช้การเชื่อมต่อแบบ Dial-Up ได้อีกด้วย ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมต่อเข้ามาที่หน่วยงานนั้นๆ โดยตรงหรือเป็นการเชื่อมต่อผ่านอินเตอร์เน็ต



รูปที่ 3.17 แสดงการต่อ IP Security Scenario

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 ประโยชน์ของ IPSec

1. เมื่อมีการนำ IPSec มาใช้ที่ Firewall หรือ Router จะทำให้มีระบบความปลอดภัยที่แข็งแกร่งที่สามารถใช้ได้กับทุกการสื่อสาร โดยการสื่อสารภายในจะไม่มี Overhead ของ IPSec

2. เมื่อมีการใช้ IPSec กับ Firewall ทุกการสื่อสารจะไม่สามารถข้าม IPSec ได้ เพราะการสื่อสารกับภายนอกต้องใช้ IP ซึ่งหมายความว่าต้องใช้ IPSec ด้วย และเนื่องจาก Firewallเป็นเพียงจุดเดียวที่เชื่อมต่อกับภายนอก ดังนั้นการติดต่อระหว่างภายในและภายนอกก็จะต้องทำโดยผ่าน IPSec เท่านั้น

3. เนื่องจาก IPSec ทำงานอยู่ใต้ TCP และ UDP ดังนั้นแอปพลิเคชันที่ทำงานบน TCP และ UDP จึงต้องทำงานผ่าน IPSec ไปด้วย และไม่ต้องรับรู้ถึงการมีอยู่ของ IPSec ดังนั้นโปรแกรมต่าง ๆ ก็ไม่ต้องเขียนขึ้นมาใหม่

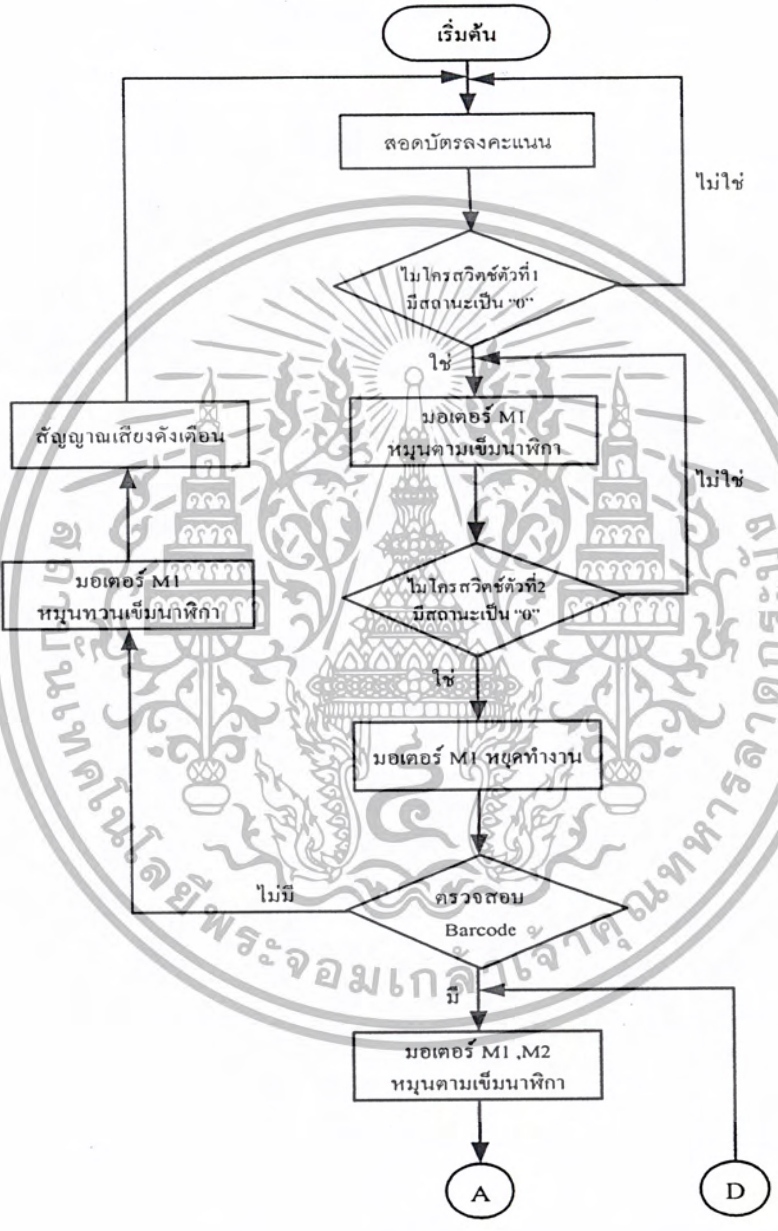
4. การทำงานของ IPSec ไม่กระทบกับผู้ใช้ โดยผู้ใช้จะไม่รับรู้ถึงการมีอยู่ของ IPSec เลย ดังนั้นจึงไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสอนผู้ใช้

5. IPSec สามารถจะสร้างความปลอดภัยในระดับผู้ใช้ได้ ซึ่งเป็นผลดีที่ทำให้สามารถจะระบุถึงผู้ใช้แต่ละคนที่เข้ามาใช้งานจากระยะไกลได้

นอกจากนั้น IPSec ยังช่วยให้การทำงานของ Routing Protocol มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น เพราะช่วยให้การทำงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น Router Advertisement, Neighbor Advertisement หรืออื่น ๆ สามารถใช้ความสามารถของ IPSec ในการเข้ารหัสข้อมูล และพิสูจน์ถึง Router จริง ๆ ได้

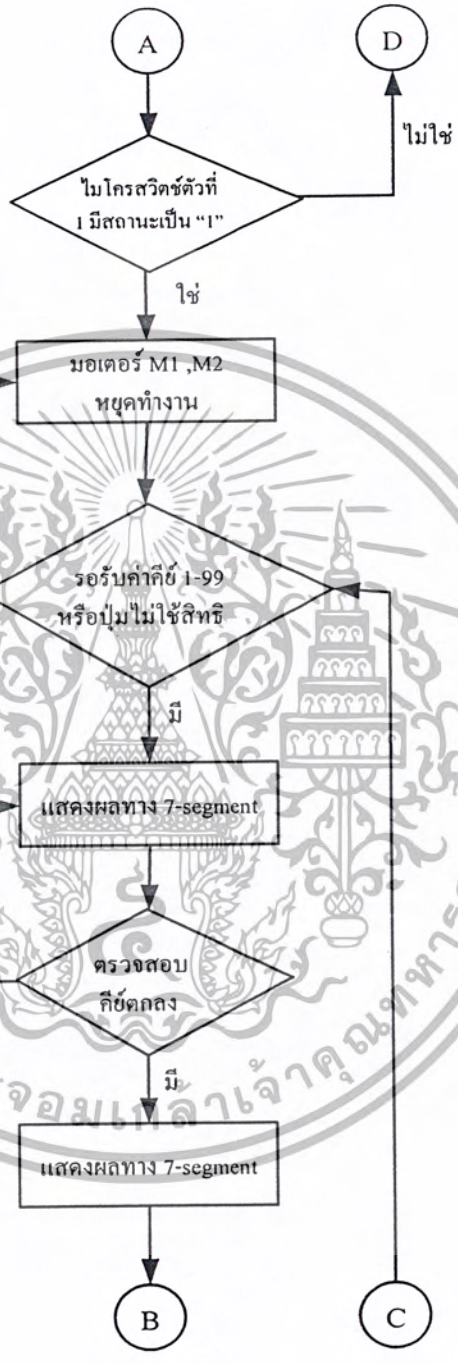
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบแสดงโฟชาร์ทการทำงานของโครงงาน



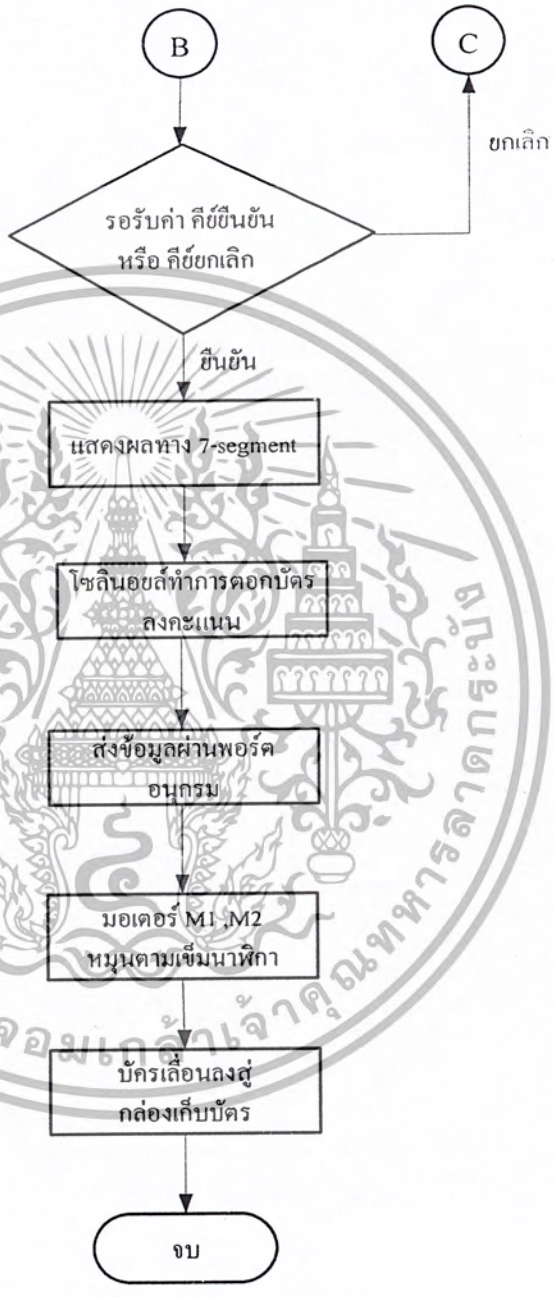
รูปที่ 3.18 แสดงโฟชาร์ทการทำงานของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แสดงโฟชาร์ทการทำงานของโครงงาน (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 แสดงโฟชาร์ทการทำงานของโครงงาน (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 System Specification

- hardware requirements

Hardware	Minimum requirements
Computer	Intel® or compatible Pentium 166 MHz or higher.
Memory (RAM)	Database Server: 128 MB minimum, 128 MB or more recommended Client: 64 MB minimum on Windows 2000, 32 MB minimum on all other operating systems
Hard disk	Database Server: 95 to 270 MB, 250 MB Client:44 MB

ตารางที่ 3.5 แสดงตาราง System Specification

- Software requirements

1. Database Server
   - ระบบปฏิบัติการ Windows 2000 Server
   - ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสำพันธ์ Microsoft SQL 2000 Server
   - โปรแกรม Visual Basic
2. ระบบClient
   - ระบบปฏิบัติการ Windows 2000 Professional
   - โปรแกรม Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองของโครงงานเครื่องลงคะแนนจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

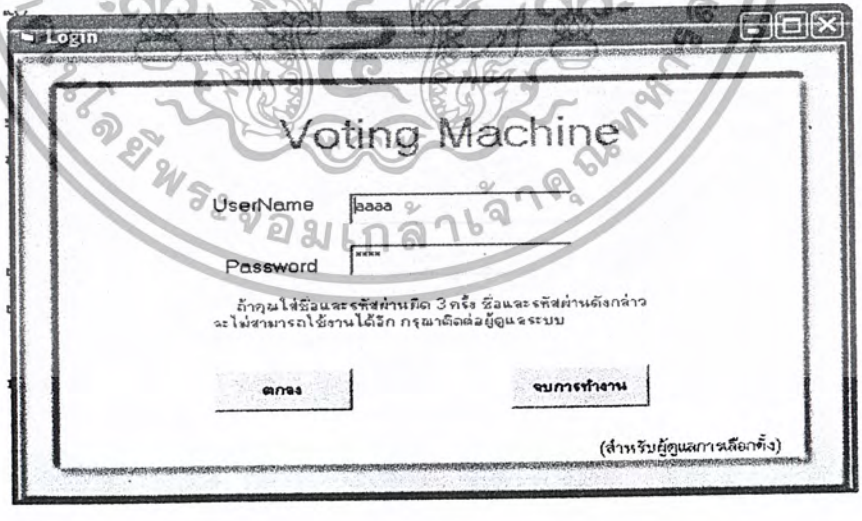
1. ส่วนของโปรแกรมซึ่งโปรแกรมนั้นจะแบ่งออกเป็น ทางด้านฐานข้อมูล และ ทางด้านอินเตอร์เฟส

2. ส่วนของ Hard ware จะเป็นการทำงานของแบบไมโครคอนโทรลเลอร์

4.1 ฟังก์ชั่นสำหรับผู้ดูแลการเลือกตั้ง (Administrator)

ฟังก์ชั่นสำหรับผู้ดูแลการเลือกตั้งจะเป็นฟังก์ชั่นเพื่อใช้ในการ ดูแลการเลือกตั้งต่างๆเช่น การเพิ่ม การแก้ไข การลบ ข้อมูลเกี่ยวกับ ผู้สมัครเลือกตั้ง ผู้มีสิทธิเลือกตั้ง บัตรเลือกตั้ง และเจ้าหน้าที่ประจำหน่วยเลือกตั้ง

4.1.1 ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการเข้าระบบ

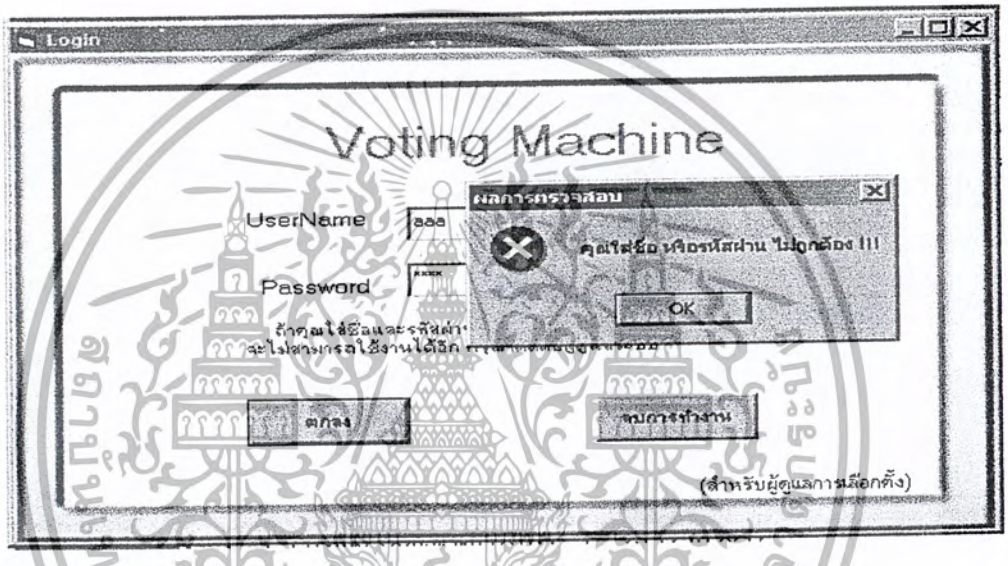


รูปที่ 4.1 หน้าต่างการล็อคอินเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ดูแลการเลือกตั้งจะต้องป้อน ชื่อ และ รหัสผ่านให้ถูกต้องจึงจะสามารถเข้าสู่ระบบได้ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี

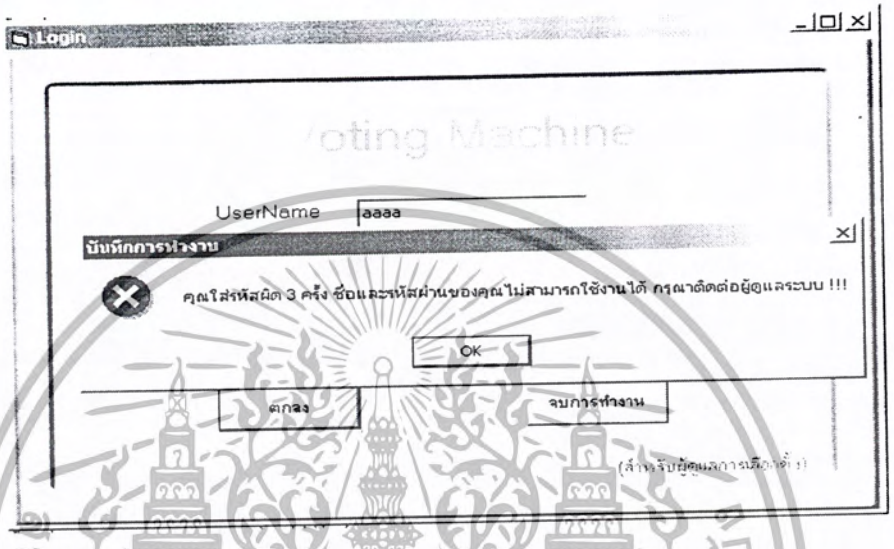
1. กรณีที่ผู้ดูแลการเลือกตั้งป้อนชื่อไม่ถูกต้อง ระบบก็จะมีข้อความเตือนแสดงขึ้น(pop up) ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 หน้าต่างการเข้าระบบกรณี ที่ผู้ดูแลการเลือกตั้งป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

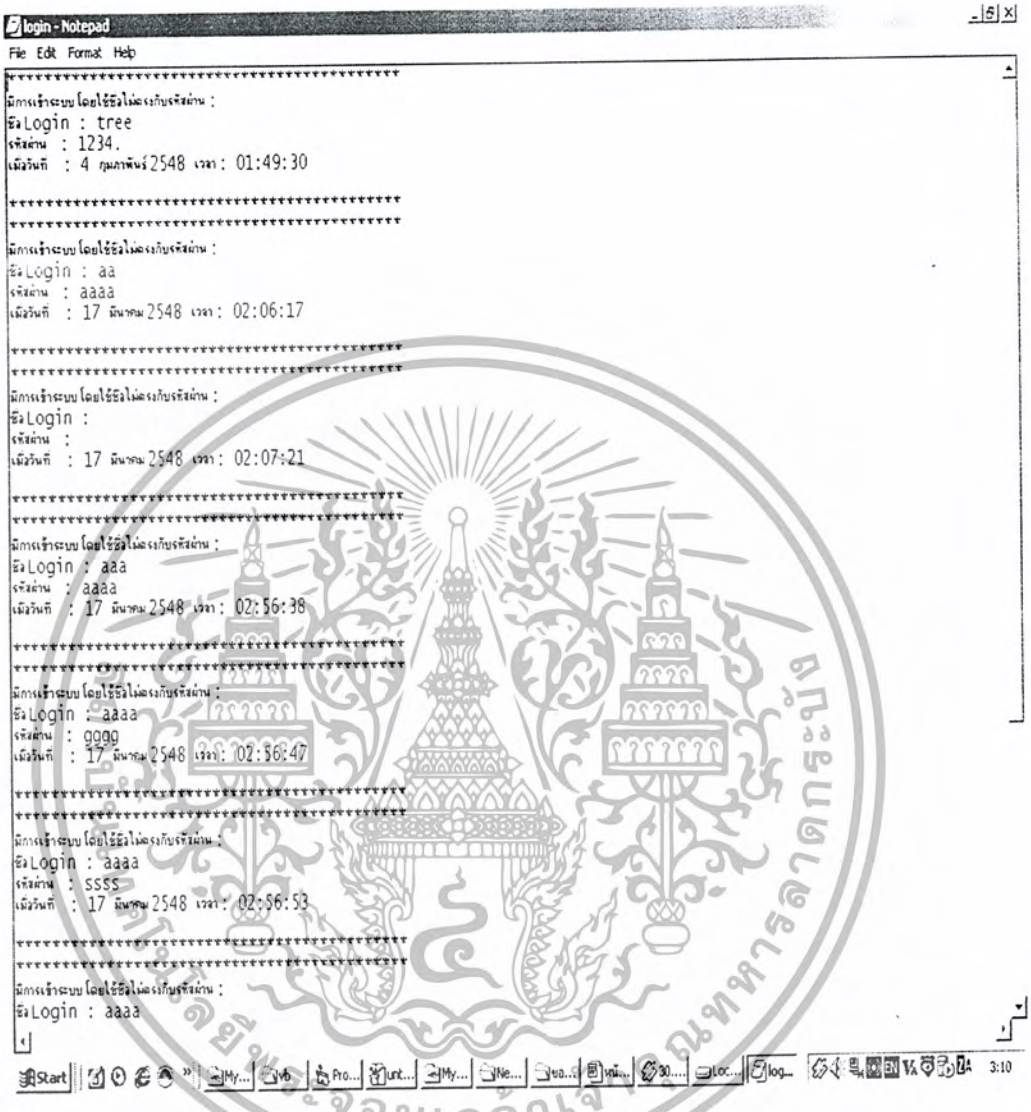
2. กรณีที่ผู้ดูแลการเลือกตั้งป้อนชื่อและรหัสผ่านเข้าสู่ระบบไม่ถูกต้องระบบจะทำการแสดงข้อความเตือนแสดงขึ้น (pop up) ว่าชื่อและรหัสผ่านไม่ถูกต้อง



รูปที่ 4.3 หน้าต่างการเข้าระบบเมื่อป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง 3 ครั้ง

กรณีผู้ดูแลการเลือกตั้ง กรอกข้อมูลไม่ถูกต้อง 3 ครั้งจะตรวจสอบผู้ใช้ที่ Login เข้ามาไม่ถูกต้องโดยเข้าไปที่ C:/login แล้วเปิดไฟล์ดูดังรูปที่ 4.4

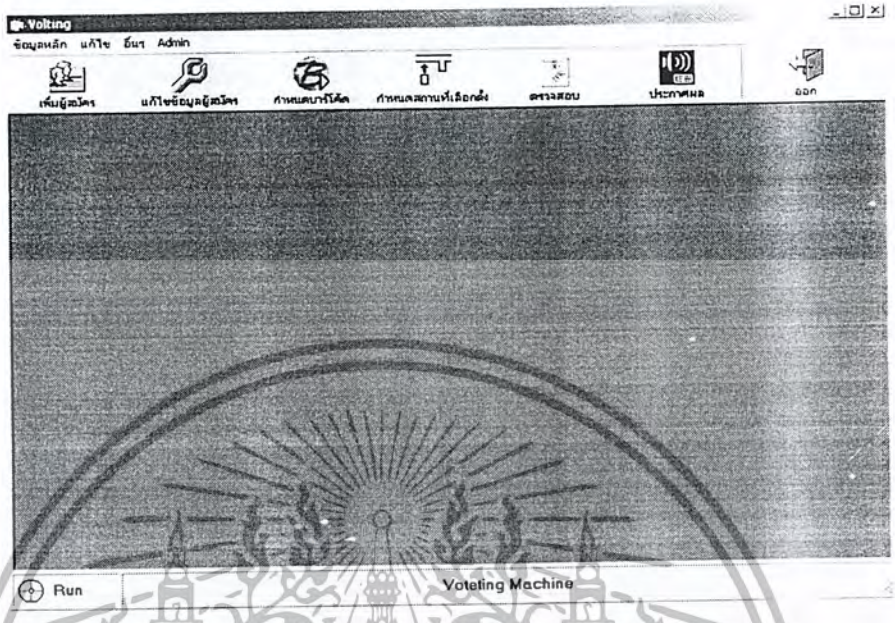
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 หน้าต่าง Notepad แสดงการ ล็อคอิน เข้าระบบไม่ถูกต้อง

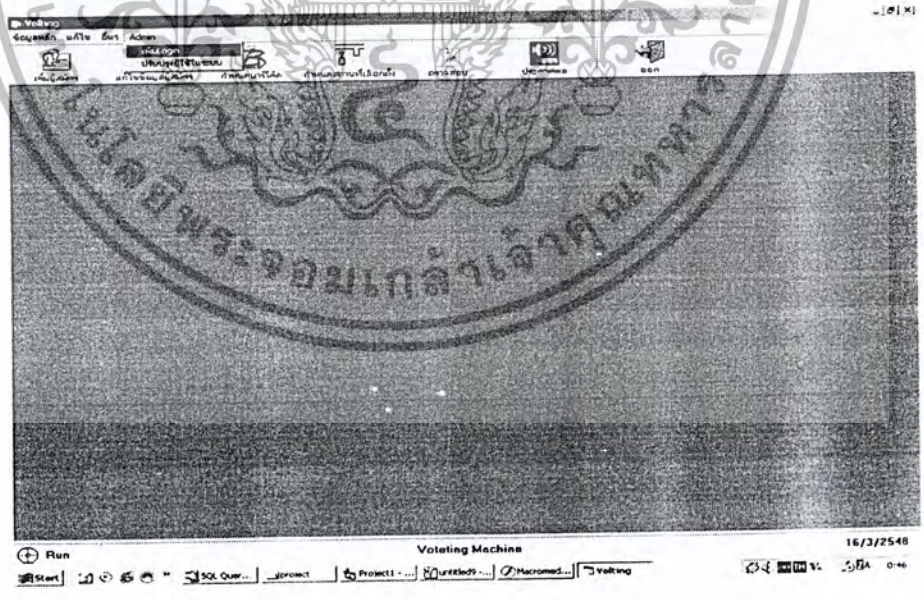
3. กรณีผู้ดูแลการเลือกตั้งป้อนข้อมูลถูกต้องจะเข้าสู่ระบบได้ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



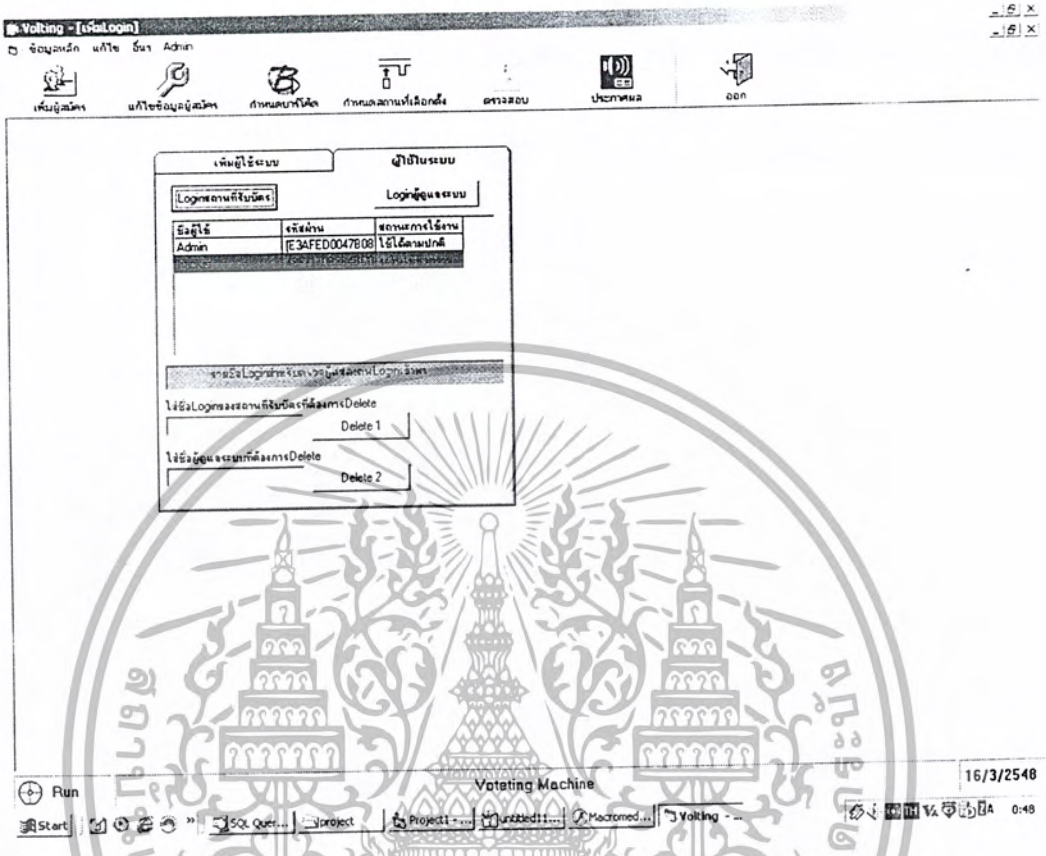
รูปที่ 4.5 หน้าต่างเริ่มต้นการใช้งานกรณีผู้ดูแลการเลือกตั้งป้อนข้อมูลถูกต้อง

4.1.2 ฟังก์ชั่นสำหรับตรวจสอบผู้ใช้ในระบบ



รูปที่ 4.6 แสดงการเข้าหน้าต่างผู้ใช้ในระบบ

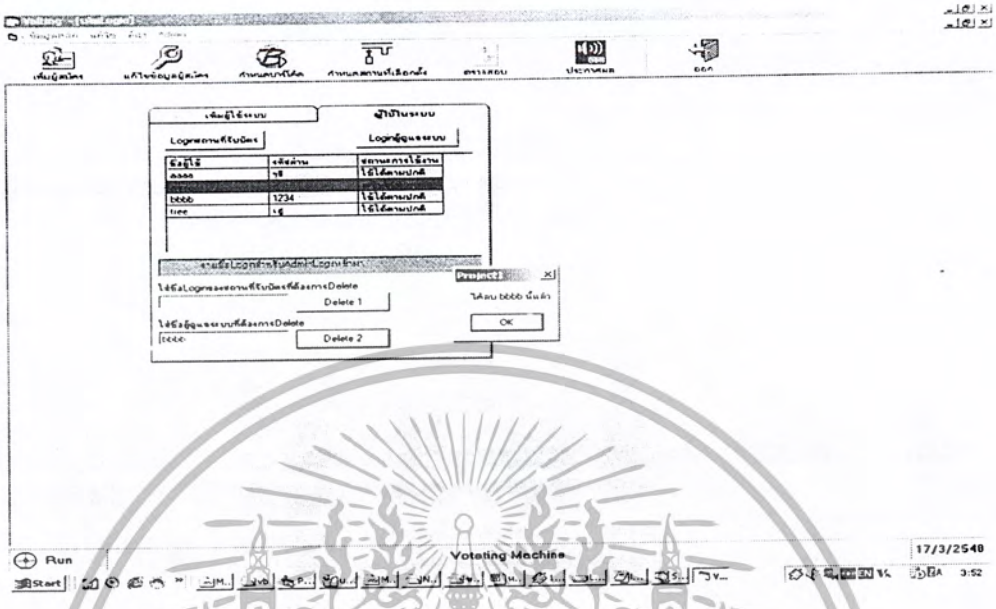
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 หน้าตรวจสอบผู้ใช้ในระบบ

จากรูปที่ 4.7 ชื่อผู้ใช้ที่เป็นสีเขียวจะใช้ได้ตามปกติ ชื่อผู้ใช้ที่เป็นสีแดงจะถูกระงับการใช้ชั่วคราว (เกิดจากมีการป้อนรหัสผิด 3 ครั้งติดต่อกัน) กรณีต้องการลบผู้ใช้คนใดให้ใส่ชื่อผู้ใช้ที่ต้องการลบ แล้วกดปุ่ม Delete

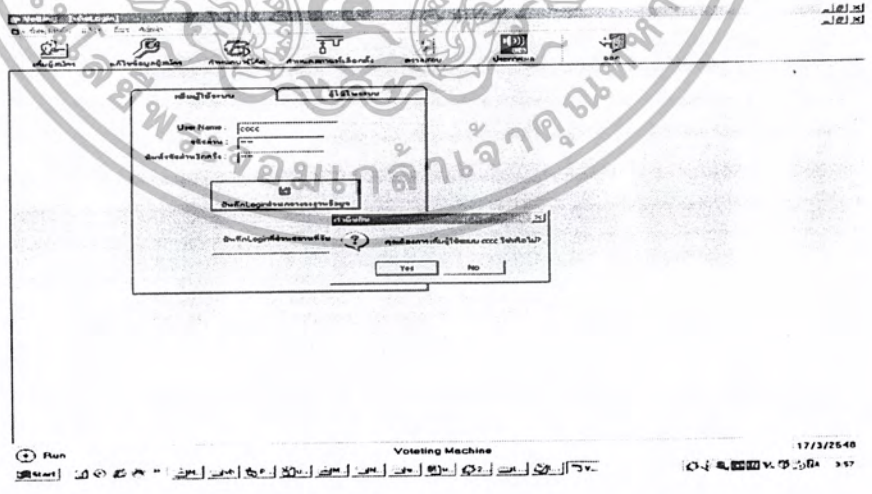
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 หน้าต่างแสดงการลบผู้ใช้ในระบบ

4.1.3 ฟังก์ชั่นการเพิ่มผู้ใช้ในระบบ

เมื่อต้องการเพิ่มผู้ใช้ในระบบให้สามารถล็อคอินโปรแกรมผู้ดูแลการเลือกตั้งได้ จะมีหน้าต่างดังรูป

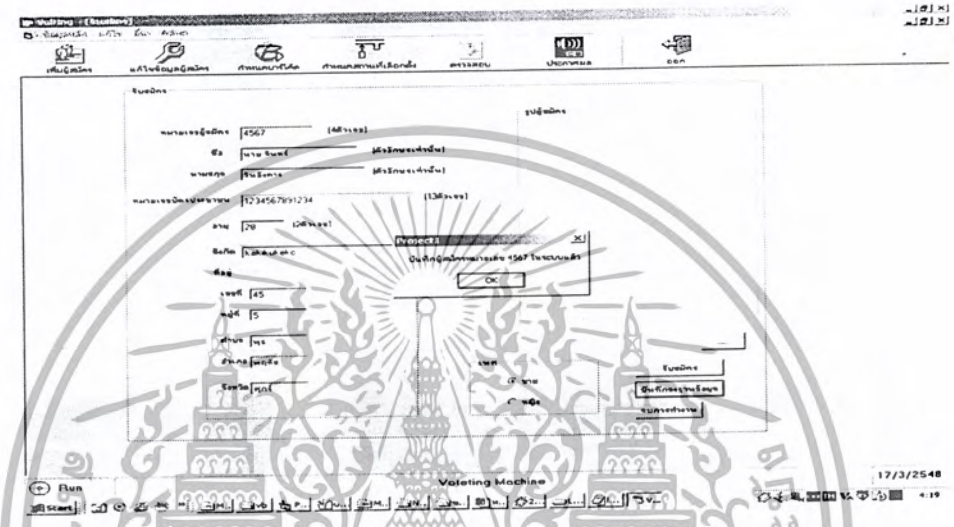


รูปที่ 4.9 ฟังก์ชั่นเพิ่มล็อคอินผู้ใช้ให้ใช้โปรแกรมนี้ได้

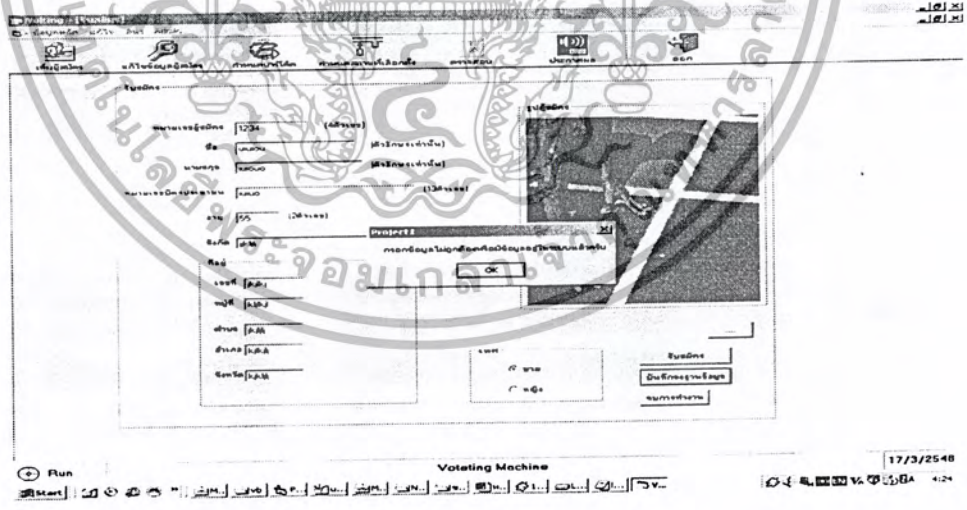
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ฟังก์ชั่นการเพิ่มผู้สมัคร

ใส่รายละเอียดเกี่ยวกับผู้สมัครทั้งหมดโดยมีเงื่อนไขต่างๆเพื่อป้องกันการใส่ข้อมูลที่ผิด เช่น หมายเลขบัตรประชาชนต้องใส่ 13 ตัวเลขเท่านั้น



รูปที่ 4.10 ฟังก์ชั่นการบันทึกข้อมูลผู้สมัครถูกต้อง

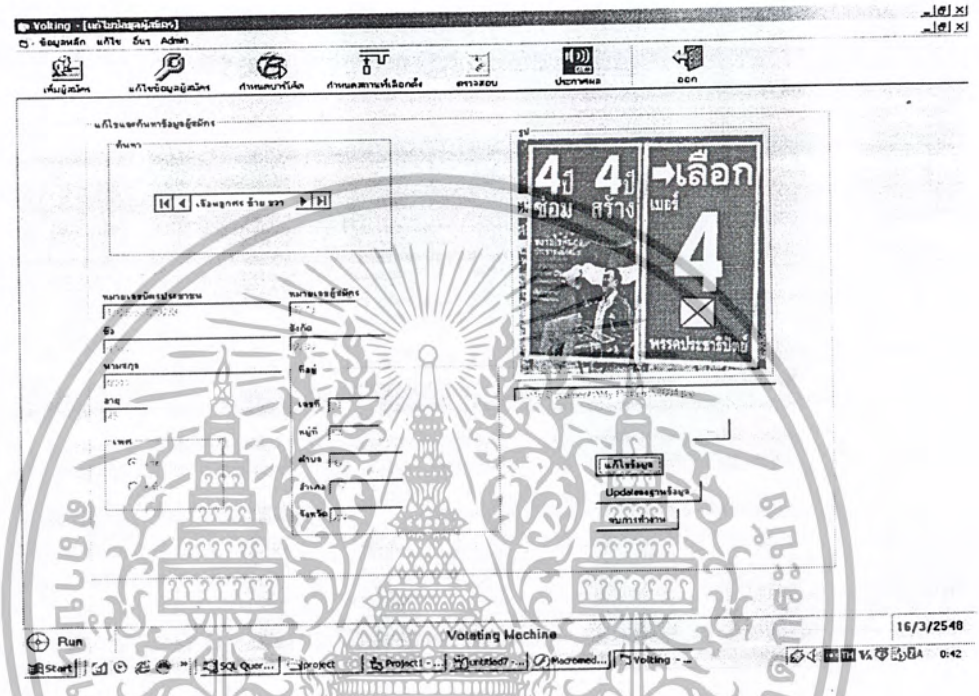


รูปที่ 4.11 ฟังก์ชั่นการบันทึกข้อมูลผู้สมัครที่ไม่ถูกต้องและมีข้อความเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ฟังก์ชั่นการแก้ไขข้อมูลผู้สมัคร

ผู้ดูแลการเลือกตั้งต้องการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลของผู้สมัคร จะมีหน้าจอดังรูปที่ 4.12

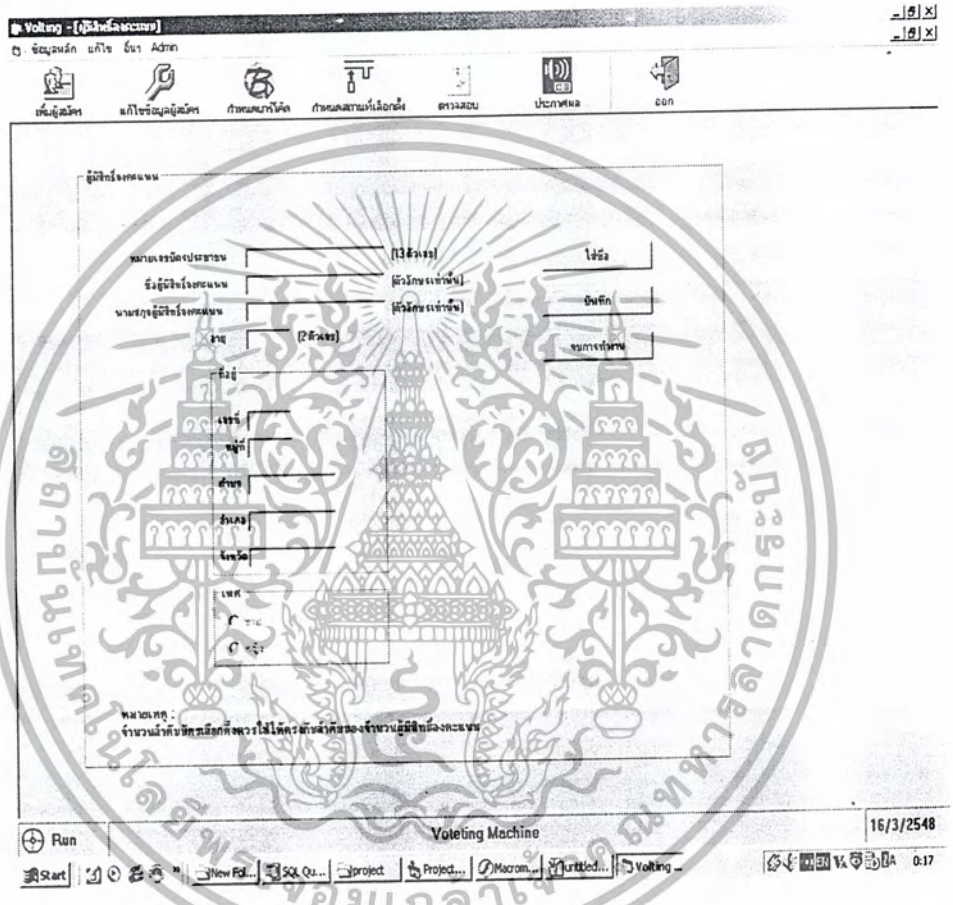


รูปที่ 4.12 ฟังก์ชั่นการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลของผู้สมัคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ฟังก์ชั่นการเพิ่มผู้มีสิทธิลงคะแนน

ใส่รายละเอียดเกี่ยวกับผู้มีสิทธิลงคะแนนทั้งหมดโดยมีเงื่อนไขต่างๆเพื่อป้องกันการใส่ข้อมูลที่ผิด เช่น หมายเลขบัตรประชาชนต้องใส่ 13 ตัวเลขเท่านั้น

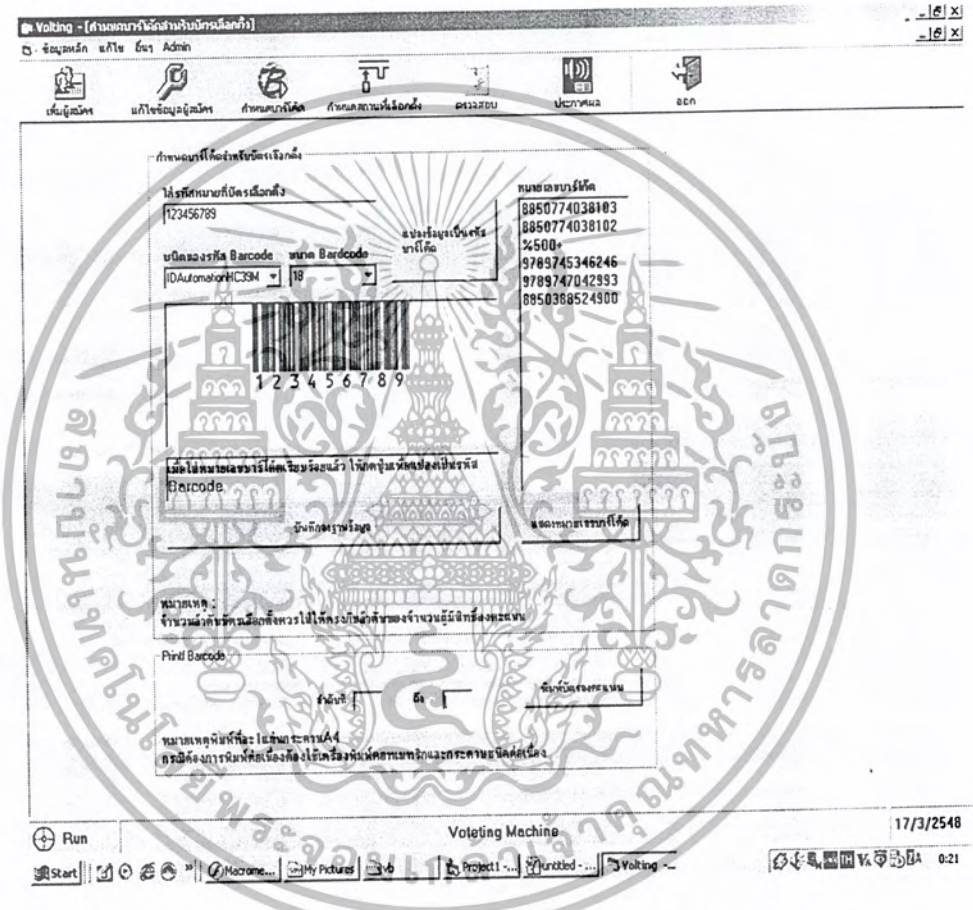


รูปที่ 4.13 ฟังก์ชั่นการบันทึกข้อมูลผู้มีสิทธิลงคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับบัตรลงคะแนน

ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับบัตรลงคะแนนจะประกอบไปด้วยการบันทึกบัตรลงคะแนนเก็บลงในฐานข้อมูล การแสดงบาร์โค้ดของบัตรลงคะแนน และการพิมพ์บัตรลงคะแนน

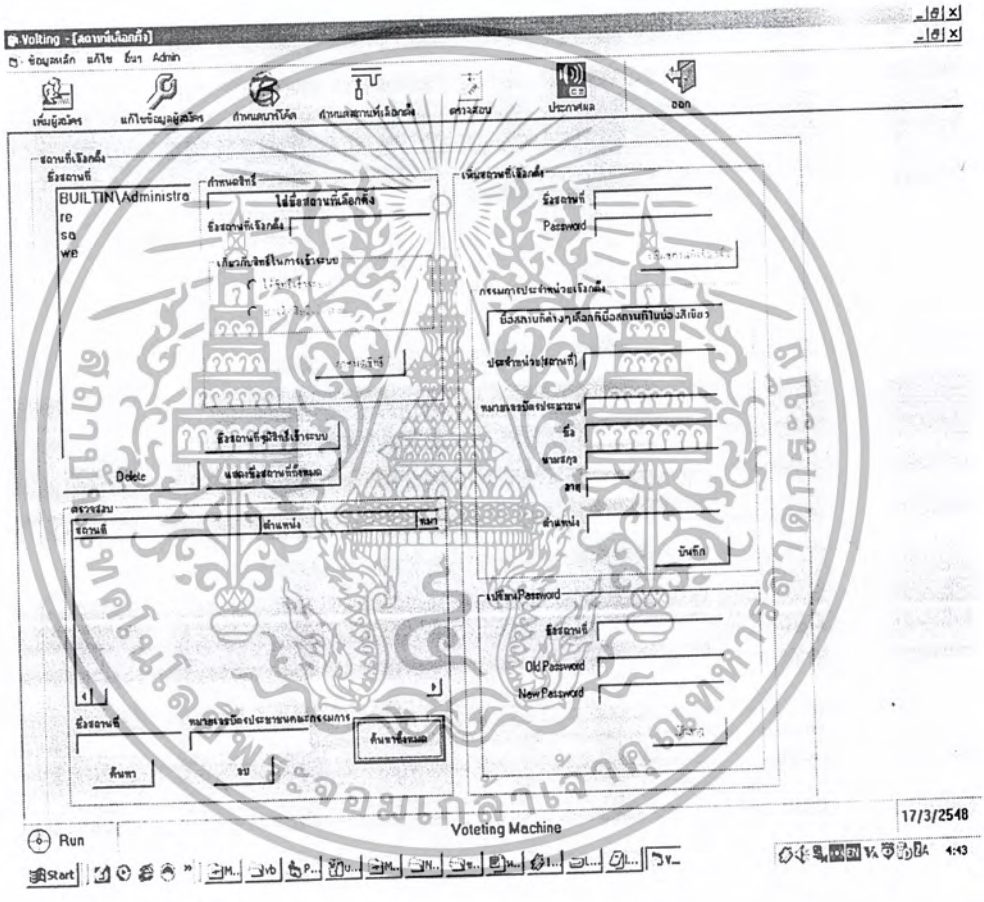


รูปที่ 4.14 ฟังก์ชั่นข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับบาร์โค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.8 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับสถานที่ลงคะแนน

ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับสถานที่ลงคะแนนจะแสดง ชื่อสถานที่ การเพิ่มสถานที่ลงคะแนน การลบสถานที่ลงคะแนน การเปลี่ยนพาร์ดเวิร์ด การให้สิทธิ การเพิ่มและลบเจ้าหน้าที่ประจำหน่วยลง คะแนน การค้นหาเจ้าหน้าที่ที่ประจำหน่วยลงคะแนนนั้นๆ

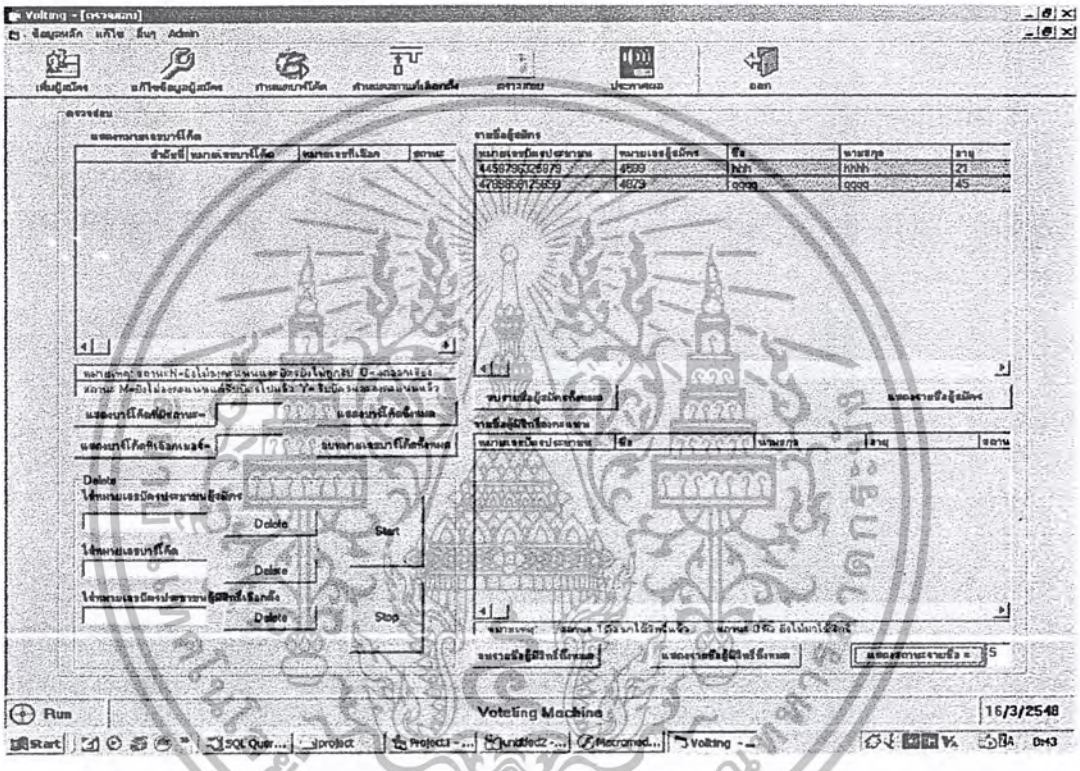


รูปที่ 4.15 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับสถานที่ลงคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.9 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับการตรวจสอบ

ประกอบไปด้วยการตรวจสอบต่างๆ การตรวจสอบจำนวนและหมายเลขบัตรลงคะแนน ตรวจสอบจำนวนผู้มีสิทธิลงคะแนน ตรวจสอบจำนวนผู้สมัคร การลบผู้สมัคร การลบผู้มีสิทธิลงคะแนน การลบบัตรลงคะแนน

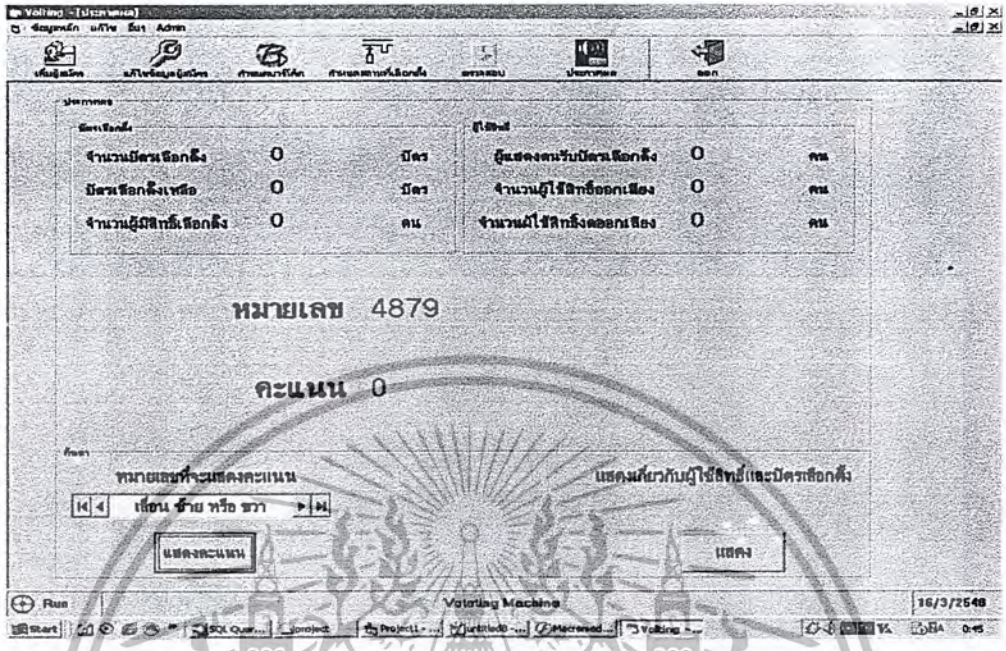


รูปที่ 4.16 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับการตรวจสอบ

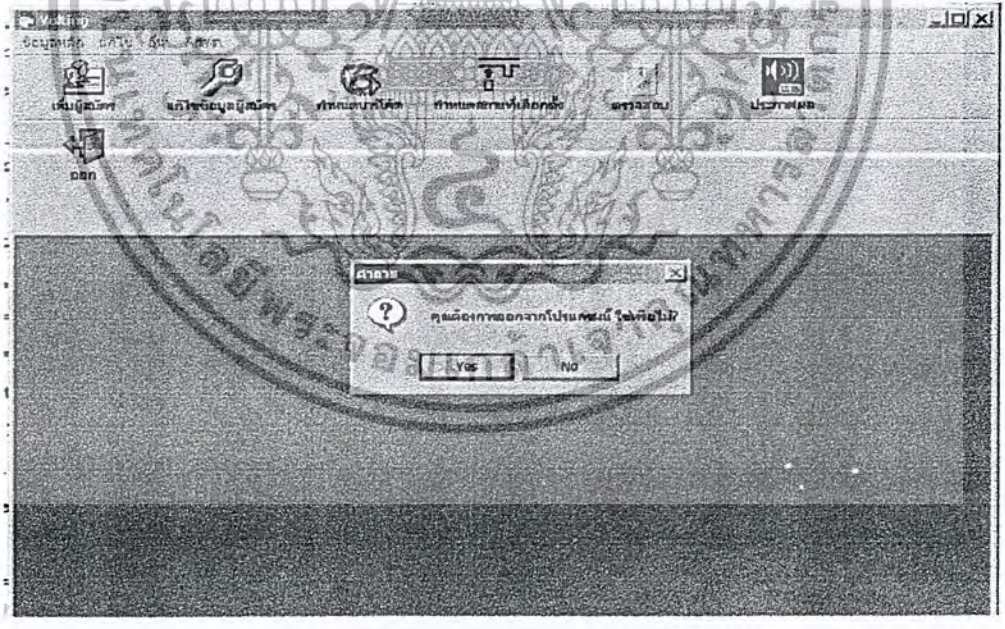
4.1.10 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับการประกาศผลการลงคะแนน

การประกาศผลการลงคะแนนจะมี จำนวนบัตรลงคะแนน บัตรลงคะแนนที่เหลือ จำนวนผู้มีสิทธิลงคะแนน จำนวนผู้มาใช้สิทธิ จำนวนผู้ใช้สิทธิออกเสียง จำนวนผู้ใช้สิทธิงดออกเสียง คะแนนของผู้สมัครหมายเลขต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ฟังก์ชั่นการประกาศผลการลงคะแนน

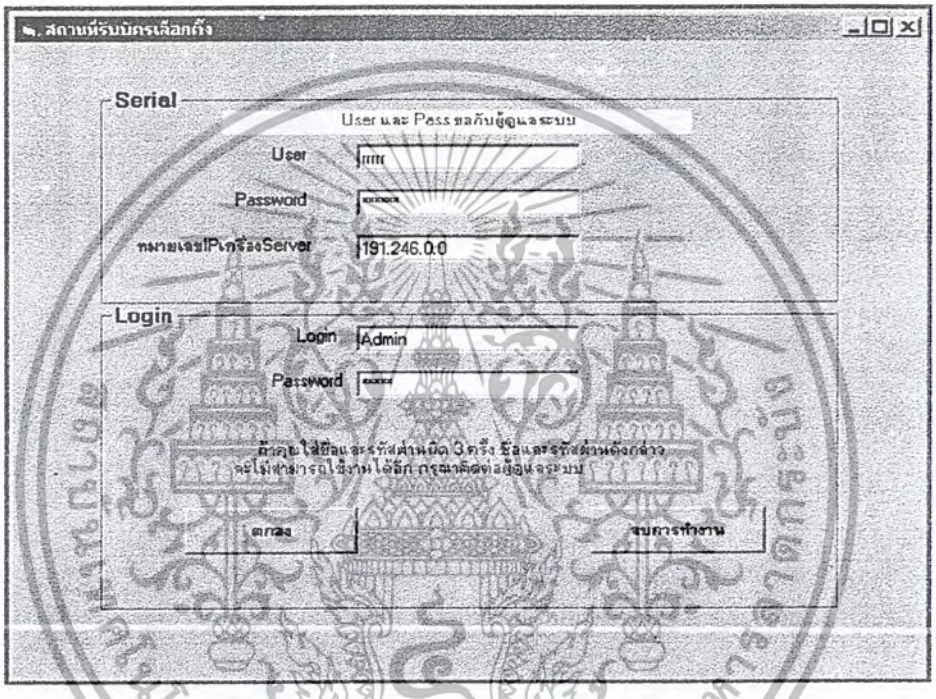


รูปที่ 4.18 ฟังก์ชั่นการออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ฟังก์ชั่นการ Login เข้ามาของสถานที่ตรวจผู้มีสิทธิลงคะแนนลงคะแนน

จะต้องติดตั้ง tool ของ SQL server 2000 แบบ client ที่เครื่องของสถานที่ๆจะตรวจชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนนเมื่อติดตั้งแล้วเปิดโปรแกรม ตรวจสอบรายชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนนขึ้นมาดังรูปที่ 4.19 โดยจะต้องใส่ค่า UserName และ Password ต่างๆที่รับมาจากผู้ดูแลการลงคะแนน

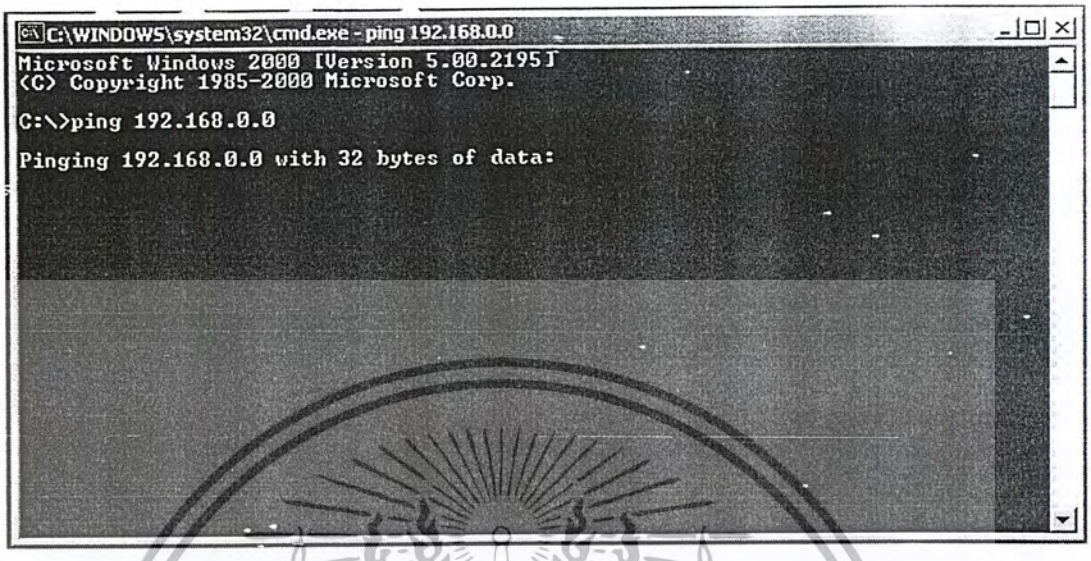


รูปที่ 4.19 ฟังก์ชั่นของโปรแกรมตรวจสอบรายชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนน

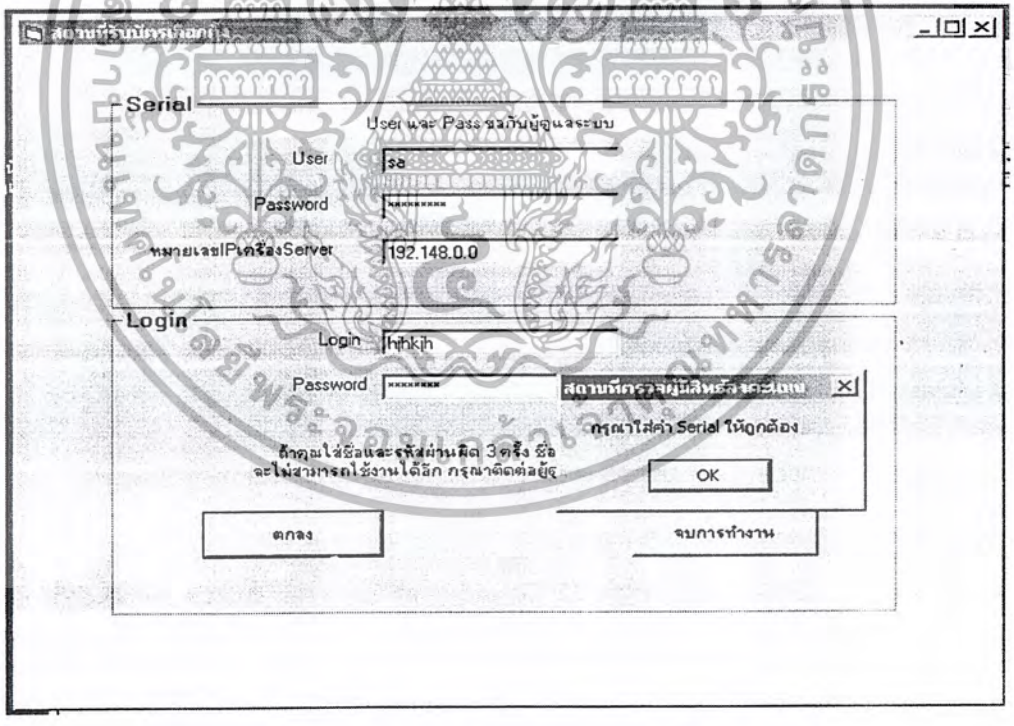
กรณีเข้าระบบไม่ได้เกิดได้ 2 กรณี ดังนี้

1. ใส่ค่า User และ Password ไม่ถูกต้อง
2. ระบบเครือข่ายไม่สามารถติดต่อถึงกันได้ กรณีนี้สามารถตรวจสอบได้โดย ใช้คำสั่ง ping IP เพื่อเช็คระบบเครือข่ายดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



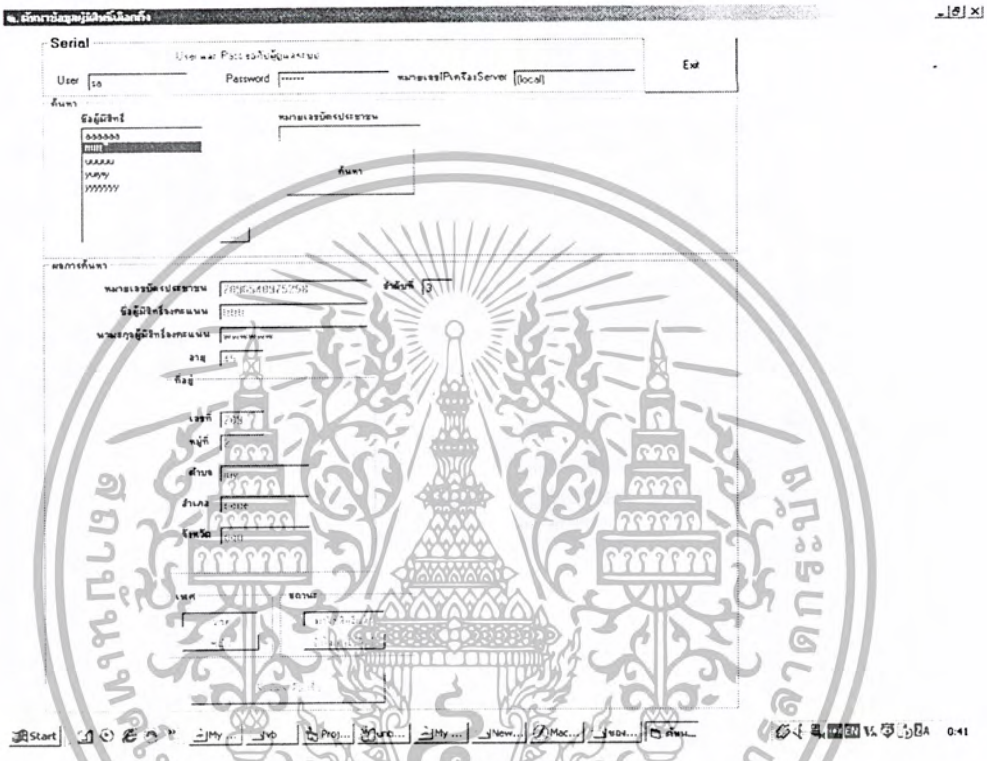
รูปที่ 4.20 การ ping ระบบเครือข่าย



รูปที่ 4.21 ฟังก์ชั่นที่เกิดจากการ Login เข้าระบบไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Login เข้าระบบได้จะแสดง ดังรูปที่ 4.22โปรแกรมตรวจสอบรายชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนน ประกอบด้วย การค้นหารายชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนน แสดงรายชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนนว่ามาใช้สิทธิหรือยังไม่มาใช้สิทธิ



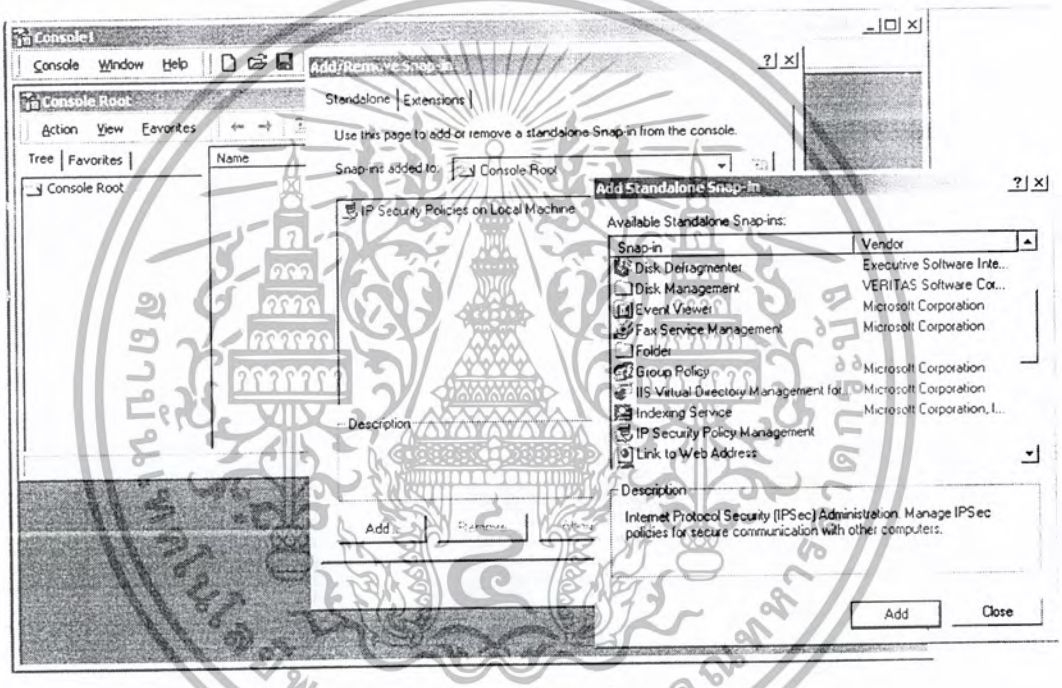
รูปที่ 4.22 ฟังก์ชั่นการตรวจสอบรายชื่อผู้มีสิทธิลงคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ขั้นตอนการต่อใช้งาน IPSec

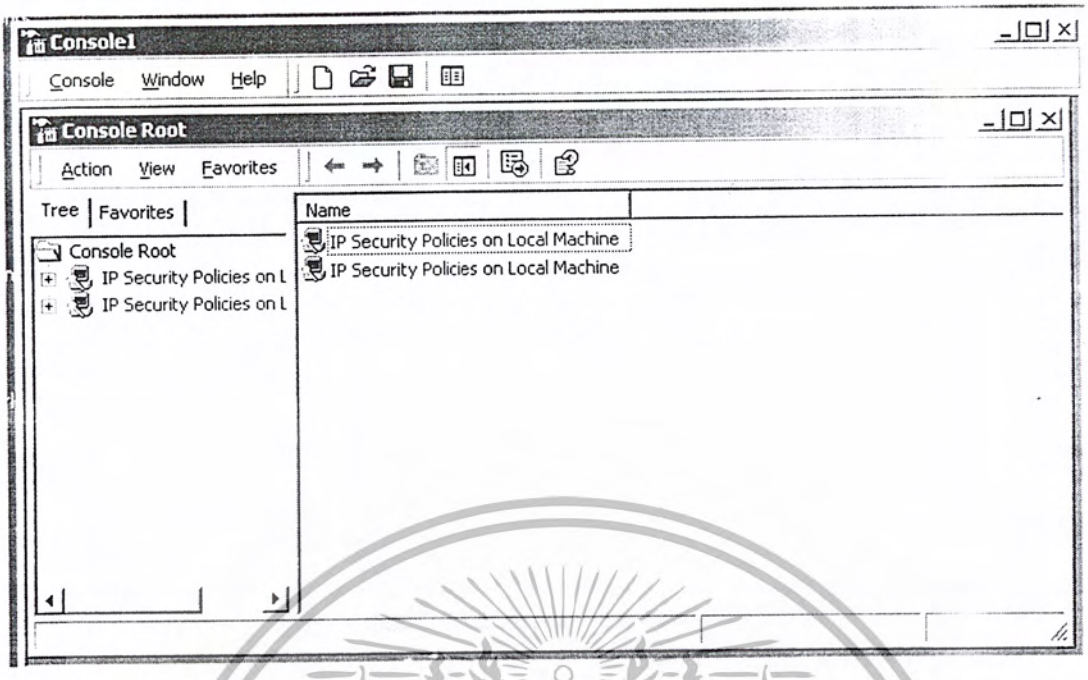
1.ใช้Windows 2000 จะเป็นรุ่น Professional หรือ Server ก็ได้

2. เรียก MMC (Start -> Run -> MMC) ไปที่ Console -> Add/Remove Snap-in กด Add แล้วเลือก IP Security Policy Management แล้วเลือก Local Computer ในขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้าง Management Console ขึ้นมาใหม่เพื่อจัดการกับ IP Security จากนั้นไปที่ Console -> Save as.. เลือกเซฟไปตำแหน่งที่ต้องการ โดยตั้งชื่อว่า IPSec



รูปที่ 4.23 การติดตั้ง VPN (ipsec)โดยใช้ Window 2000 Professional

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



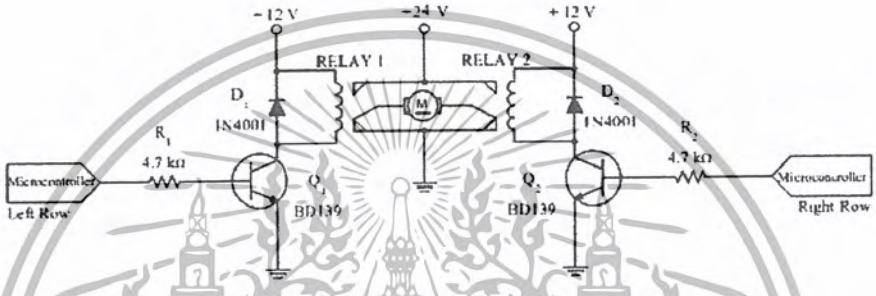
รูปที่ 4.24 การติดตั้ง VPN (IPSec) เสร็จเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองส่วนของ Hard ware

4.4.1 การทดลองทดสอบการทำงานขับมอเตอร์

การทดลองในส่วนนี้ เป็นการทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ โดยใช้แหล่งจ่ายแรงดันทำการจ่ายแรงดันให้กับวงจรขับมอเตอร์ เพื่อขับมอเตอร์ที่นำมาต่อใช้งานในการขับบัตรลงคะแนน โดยจะใช้แรงดันไฟตรง +24 โวลต์ ป้อนให้กับอินพุท Left Row และ Right Row ของวงจรขับมอเตอร์ เพื่อสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงของมอเตอร์



รูปที่ 4.25 วงจรขับมอเตอร์

1. ทดลองป้อนแหล่งจ่ายแรงดัน + 24 โวลต์เข้ากับอินพุต Left Row ของวงจรขับมอเตอร์ และบันทึกผลลงในตารางที่ 4.1

2. ทดลองป้อนแหล่งจ่ายแรงดัน +24 โวลต์เข้ากับอินพุต Right Row ของวงจร ขับมอเตอร์และบันทึกผลลงในตารางที่ 4.1

อินพุท	การเปลี่ยนแปลงของมอเตอร์
Left Row	มอเตอร์หมุนทวนนาฬิกา
Right Row	มอเตอร์หมุนตามนาฬิกา

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองของวงจรขับมอเตอร์

จากการทดลองวงจรขับมอเตอร์ที่ทำการออกแบบและสร้างขึ้นมานั้น สามารถขับบัตรเลือกตั้งและควบคุมมอเตอร์ได้ 2 ทิศทาง คือ เมื่อทำการป้อนแหล่งจ่ายแรงดัน +24 โวลต์ เข้าที่อินพุต Left Row มอเตอร์จะหมุนทวนนาฬิกาเพื่อให้บัตรออกและเมื่อทำการป้อนแหล่งจ่ายแรงดัน +24 โวลต์ เข้าที่อินพุต Right Row มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกาเพื่อให้บัตรเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การทดลองทดสอบคีย์สวิตช์

การทดสอบคีย์แพดทำได้โดยการต่อเข้ากับส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์และส่วนแสดงผลรวมกันแล้วทำการเขียนโปรแกรมรับค่าคีย์ที่เข้ามา เมื่อมีการทดสอบกดคีย์ตัวเลขต่างๆ ปรากฏว่ามีการแสดงผลตามที่กดคีย์แสดงว่าคีย์สวิตช์ใช้งานได้

4.4.3 การทดลองวงจรแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วน

1 นำวงจรแสดงผลต่อเข้ากับวงจรควบคุมที่พอร์ต P0.0-P0.4 และ นำวงจรเมตริกซ์สวิตช์ต่อเข้าที่พอร์ต P1.0-P1.6

2 ป้อนแรงดันให้กับวงจร กดรีเซตของวงจรควบคุม

3 กดคีย์เมตริกซ์สวิตช์ สังเกตผลการทดลองที่แอลอีดีเจ็ดส่วน 2 หลัก และบันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.2

ลำดับที่	7-Segment หลักที่ 1	7-Segment หลักที่ 2
-	-	-
1	-	1
2	1	2
3	2	3
4	3	4
5	4	5
6	5	6
7	6	7
8	7	8
9	8	9
10	1	0
11	1	1
12	1	2
.	.	.
99	9	9

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของวงจรแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดลองประกอบโครงงานเสร็จ เขียนโปรแกรมลงใน ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว นำไปประกอบลงในวงจร แล้วทดลองกดคีย์เมตริกซ์สวิตช์ จะพบว่าอุปกรณ์แสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน 2 หลัก ปรากฏตามที่กดคีย์เมตริกซ์สวิตช์ จากนั้นทำการกดสวิตช์ตกลงเพื่อไป ทำโปรแกรมในขั้นต่อไป นั้นก็คือคีย์รอรับค่าปุ่มยืนยัน กับปุ่มยกเลิก เมื่อทดลองกดปุ่มยกเลิกผลที่ได้โปรแกรมจะกลับมาที่ขั้นตอนที่ 2 คือรอรับค่าคีย์ใหม่ แต่ถ้ากดคีย์ตกลงปรากฏว่าโซลินอยด์มี การเปลี่ยนแปลงคือ ตอกบัตรตามหมายเลขที่เลือกเป็นค่าไบนารี่ เช่น เลือกหมายเลข 12 หลักที่ทำงานก็จะมีดังนี้ หลักที่ 3,4 และหลักที่ 8 ที่เป็นหลักเพื่อยืนยันหลังจากนั้น โปรแกรมส่งข้อมูลออกพอร์ตอนุกรม (TXD) ออกไปยังคอมพิวเตอร์และบัตรก็จะถูกมอเตอร์ทั้งสองทำการขับบัตรลงกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

โครงงานนี้เป็นการนำเอาระบบอิเล็กทรอนิกส์และระบบฐานข้อมูลมาใช้ในระบบการเลือกตั้งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งโครงงานนี้แบ่งระบบการทำงานออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบของเครื่องลงคะแนน และระบบฐานข้อมูลของการเลือกตั้งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในส่วนของระบบเครื่องลงคะแนนนั้นจะประกอบไปด้วยเครื่อง Client และเครื่องลงคะแนนโดยเครื่องลงคะแนนนั้นเป็นการประยุกต์ใช้งานทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมการทำงาน โดยสามารถส่ง และรับข้อมูลผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ Database Server เครื่องไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ Client ซึ่งใช้สำหรับการเลือกตั้ง

ส่วนผลการทดลองนั้นเครื่องสามารถทำการลงคะแนนได้ตามวัตถุประสงค์แต่ก็ยังมีปัญหาบ้างเล็กน้อยซึ่งสามารถสรุปปัญหาและแนวทางปรับปรุงแก้ไข ได้ดังต่อไปนี้

ปัญหาที่พบในการทำงานและแนวทางแก้ไข

ปัญหาเกี่ยวกับ ซอร์ฟแวร์

1. เพราะการใช้ซอร์ฟแวร์ SQL Server 2000 มีปัญหาในการถูกโจมตีจากผู้ไม่ประสงค์ดีได้เพราะฉะนั้นควรใช้เฉพาะเครือข่ายภายในเพื่อความปลอดภัย

2. ในการส่งระหว่างเครือข่ายไม่มีการเข้ารหัสที่เครื่องผู้ใช้ทำให้สามารถถูกดักข้อมูลได้ กรณีนี้จะแก้ไข โดยการใช้โปรแกรมที่ใช้เข้ารหัสข้อมูล เช่น VPN หรือ SSL เป็นต้น .

3. ล็อกอินของโปรแกรมสำหรับดูแลการลงคะแนนจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากล็อกอินนี้ถูกฝังในระบบด้วย แต่ล็อกอินของโปรแกรมสำหรับการตรวจสอบรายชื่อผู้ลงคะแนนเลือกตั้งสามารถเปลี่ยนแปลงได้

4. ปัญหาการติดต่อข้ามเครือข่ายการใช้งานไม่เสถียรใช้งานได้บางครั้งบางคราวขึ้นอยู่กับ ระบบ Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์

1. ในการหาซื้ออุปกรณ์บางตัวหาซื้อยาก

2. ราคาอุปกรณ์บางตัวมีราคาแพงต้องทำการหาอุปกรณ์บางตัวที่มีราคาถูกและสามารถทำงาน ได้เหมือนเดิม แทน เช่น LCD มีราคาแพงต้องเปลี่ยนไปใช้ไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วนแทน

3. ไฟที่จ่ายให้วงจรโซลินอยด์ไม่พอต้องแก้ไขและเพิ่มวงจร

4. ปัญหาทางด้านแมคคาทรอนิกส์ การเคลื่อนที่ของบัตรเนื่องตัว feed บัตรขับบัตรไม่ไป การแก้ปัญหาทำได้โดยการนำยางมาทาบริเวณตัว feed บัตร หรือเพิ่มขนาดบัตรให้หนาขึ้น

5. ปัญหาเรื่อง Barcode ซึ่งBarcode จะต้องมีความแม่นยำและมีความรวดเร็วในการอ่าน แต่ปัญหาคือ บัตรอ่านได้บ้างไม่ได้บ้างการแก้ปัญหาจะทำการปรับทิศทางการสะท้อนและระยะห่างให้เหมาะสมกับบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ศุภชัย สมพานิช . สร้างระบบงานฐานข้อมูลด้วย VISUAL BASIC ฉบับโปรแกรมเมอร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส. 2544
2. นคร ภักดีชาติ ,ธีรบูลย์ หล่อวิเชียรรุ่ง และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , ปฏิบัติการไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษาซี . พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส
3. ผศ. ธีรวัฒน์ ประกอบผล, การพัฒนาไมโครคอนโทรเลอร์ด้วยภาษาซี , พิมพ์ครั้งที่ 3 . สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
4. วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล ,ปฏิบัติการไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 ฉบับ Phillips P89C51RD2. พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอร์เมนต์ จำกัด
5. อภิชาติ ภู่พลับ, เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic, สำนักพิมพ์ อินโฟเพรส, 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

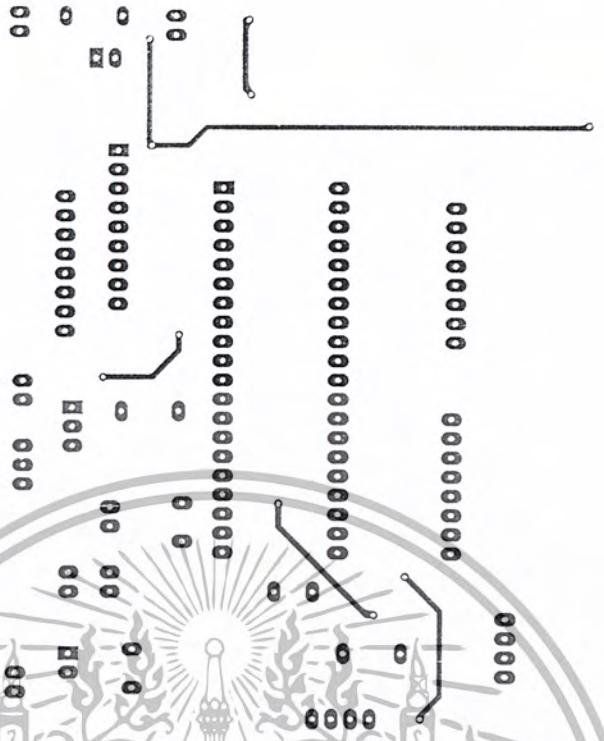
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปโครงงานเครื่องลงคะแนน

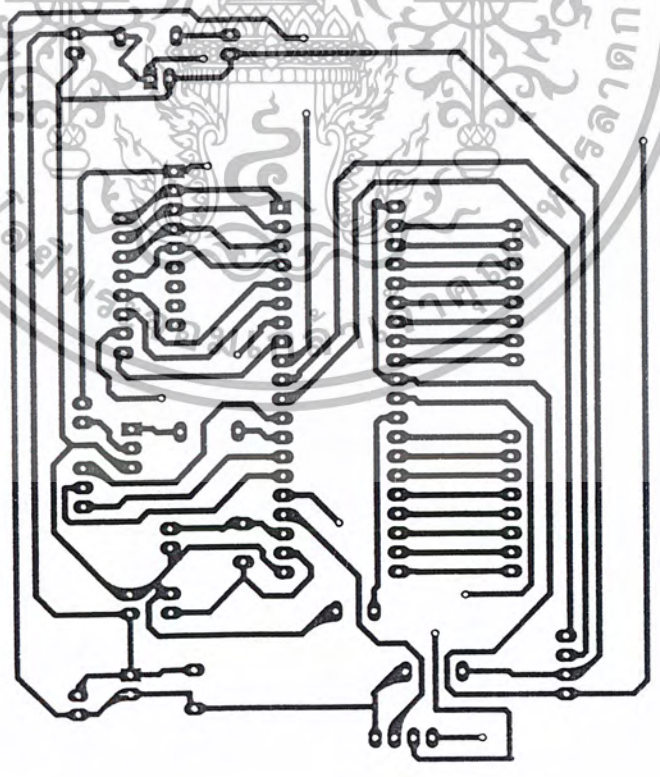
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
วงจรอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

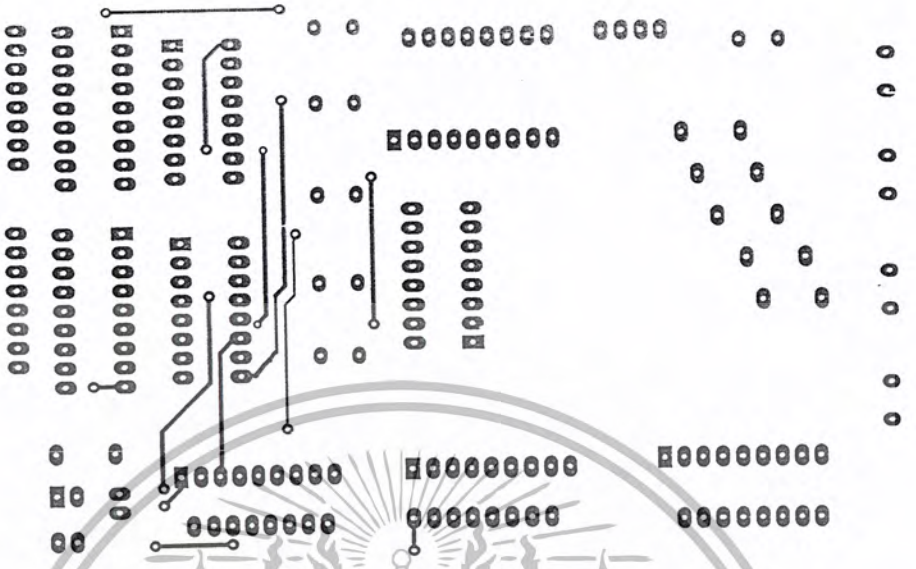


รูปที่ ค.1 วงจรไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 (รายทองแดงด้านหน้า)

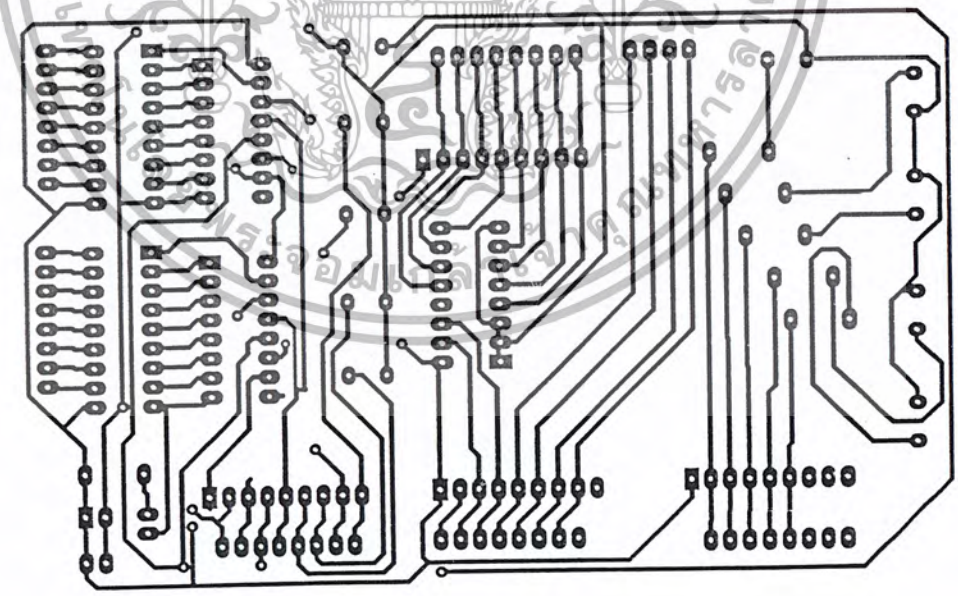


รูปที่ ค.2 วงจรไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 (รายทองแดงด้านหลัง)

อกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

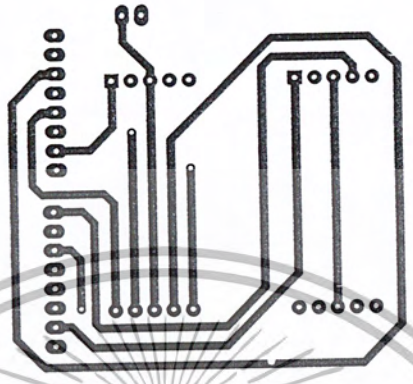


รูปที่ ค.3 วงจร I^2C (รายทองแดงด้านหน้า)

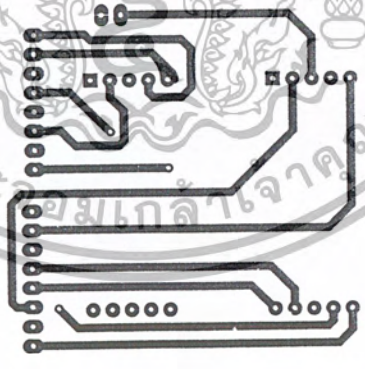


รูปที่ ค.4 วงจร I^2C (รายทองแดงด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

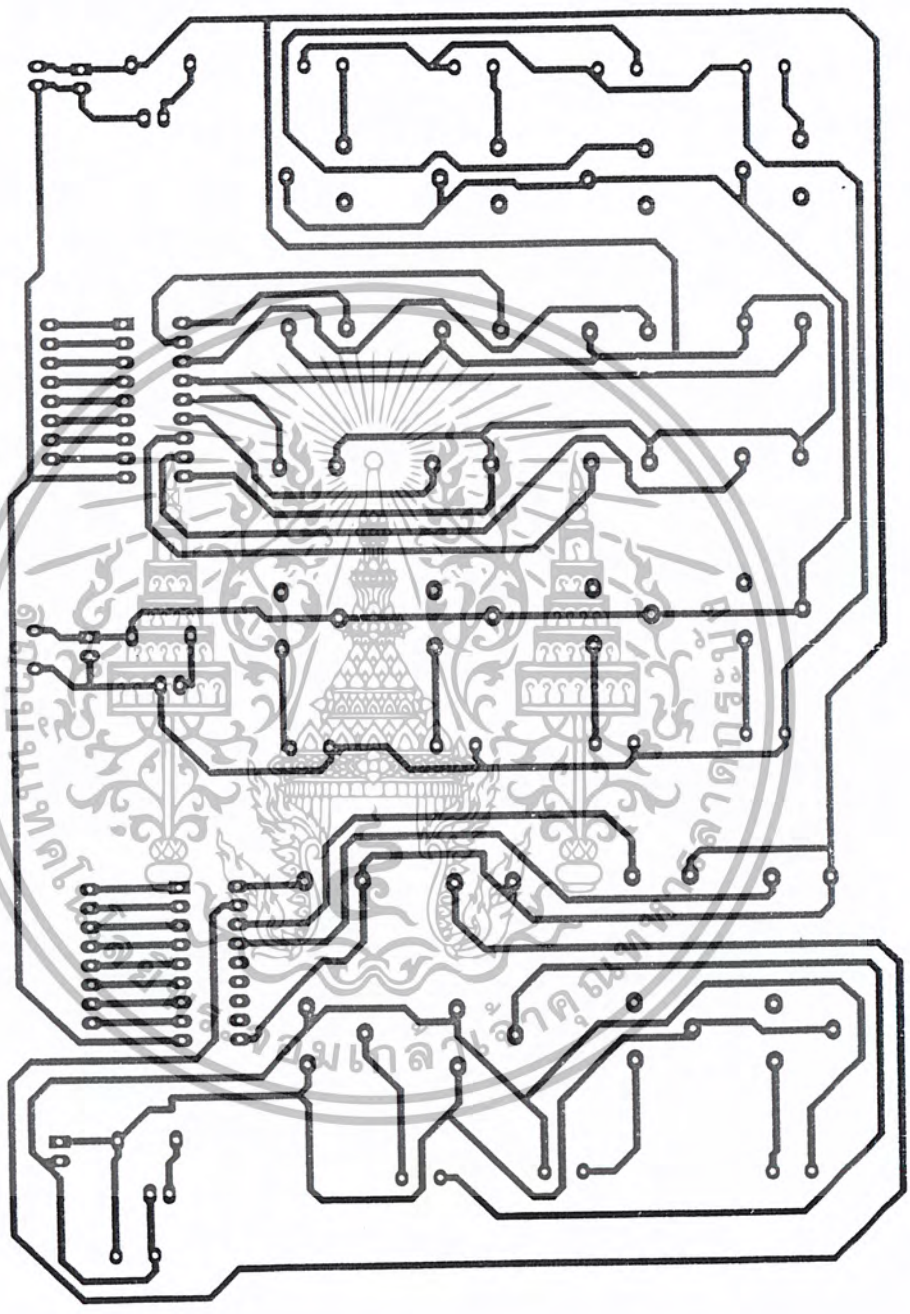


รูปที่ ค.5 วงจร 7-SEGMENT (รายทองแดงด้านหน้า)



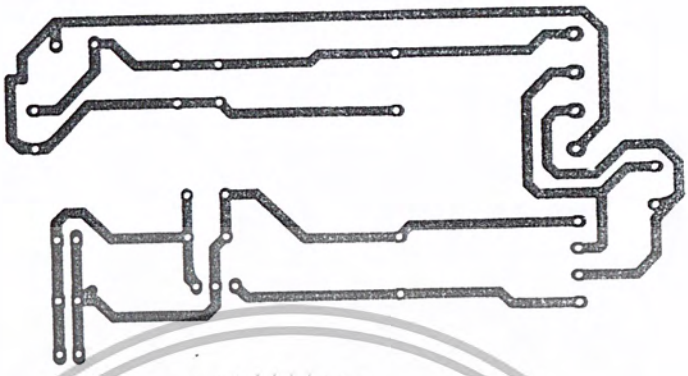
รูปที่ ค.6 วงจร 7-SEGMENT (รายทองแดงด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

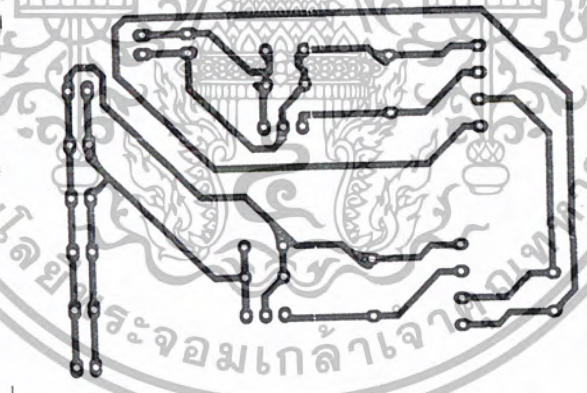


รูปที่ ค.7 วงจรรีเลย์ (รายทองแดงด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.8 วงจรแหล่งจ่ายไฟ 5 V ,12 V (ร้อยทองแดงด้านหลัง)



รูปที่ ค.7 วงจรแหล่งจ่ายไฟ 5 V ,24 V (ร้อยทองแดงด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

Data sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

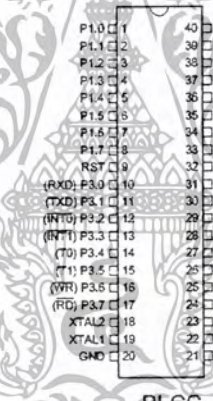
- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt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

Description

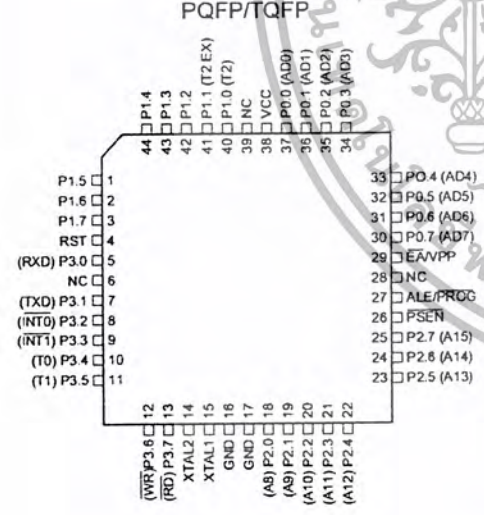
The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and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

Pin Configurations

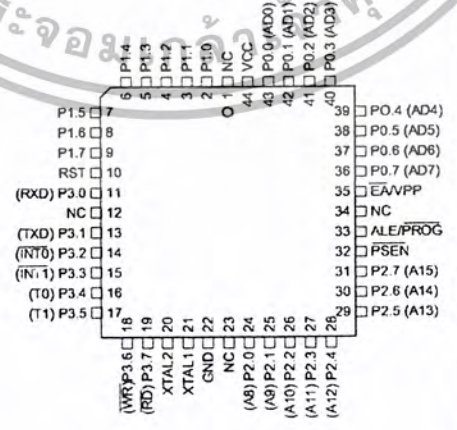
PDIP



PQFP/TQFP



PLCC



8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

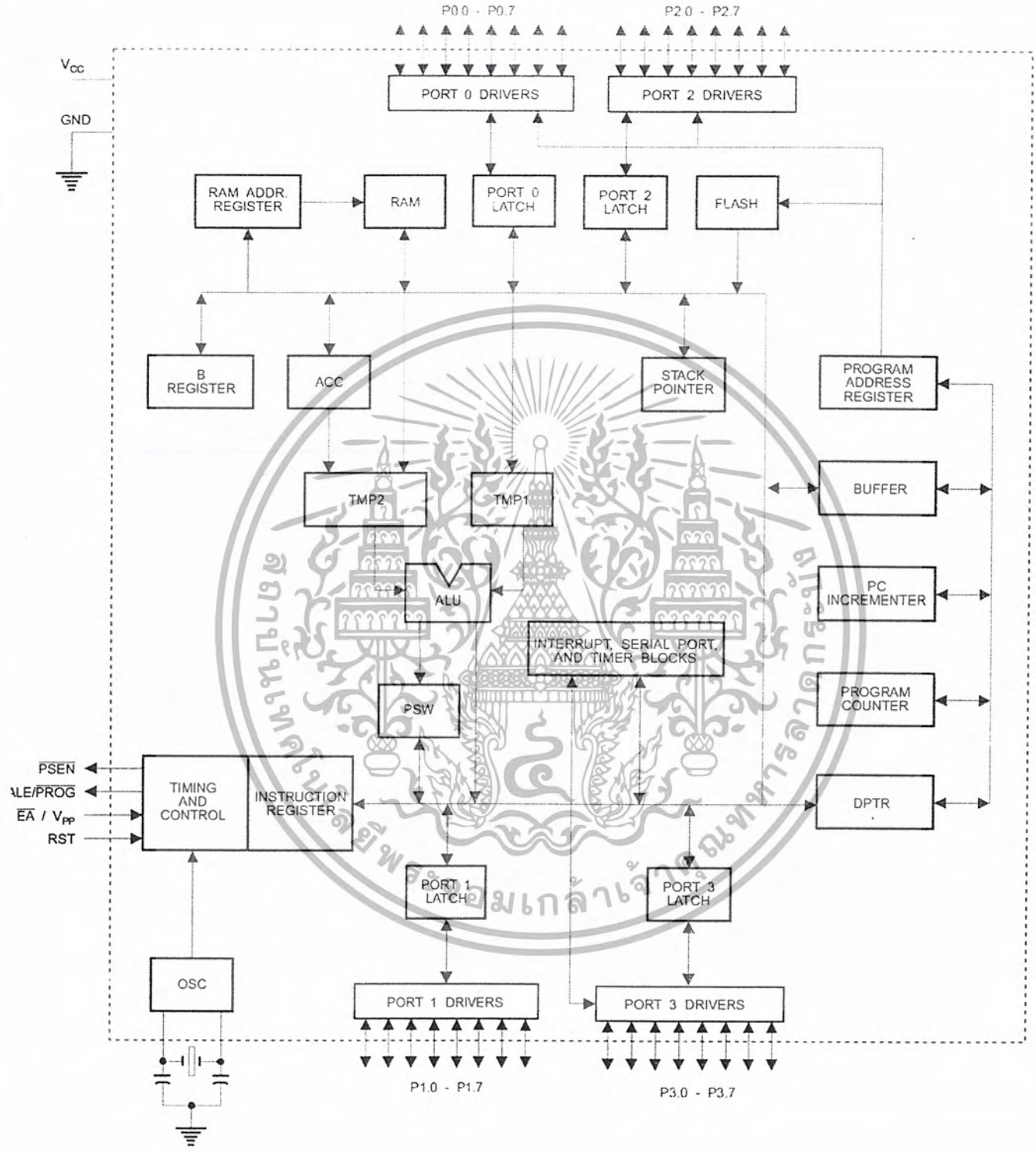
AT89C51

Not Recommended for New Designs. Use AT89S51.

Rev. 0265G–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open-drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/$\overline{PROG}$

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

$\overline{\text{PSEN}}$

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

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

$\overline{\text{EA}}$/VPP

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 12-volt V_{PP}.

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

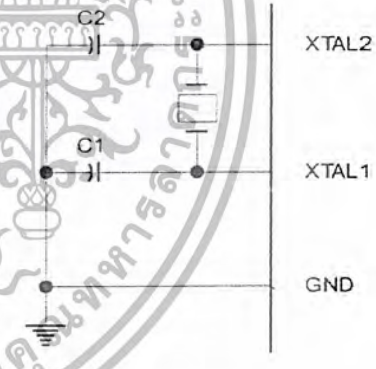
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hard ware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Figure 1. Oscillator Connections



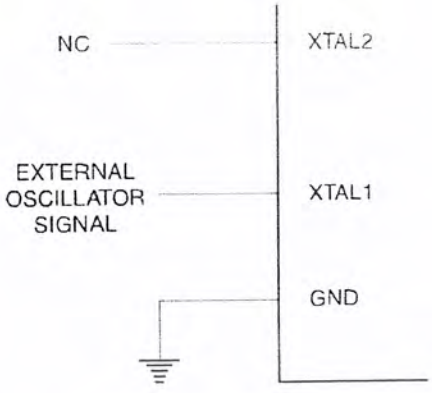
Note: C1, C2 = 30 pF ±10 pF for Crystals
= 40 pF ±10 pF for Ceramic Resonators

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Power-down Mode

In the power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power-down mode is terminated. The only exit from power-down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below.

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the $\overline{EA}$ pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value, and holds that value until reset is activated. It is necessary that the latched value of $\overline{EA}$ be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				
	LB1	LB2	LB3	Protection Type
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, $\overline{EA}$ is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, also external execution is disabled

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (V_{CC}) program enable signal. The low-voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective top-side marking and device signature codes are listed in the following table.

	V_{PP} = 12V	V_{PP} = 5V
Top-side Mark	AT89C51 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) =F FH	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = 05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. *To program any non-blank byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.*

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figure 3 and Figure 4. To program the AT89C51, take the following steps.

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise $\overline{EA}/V_{PP}$ to 12V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse ALE/$\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

$\overline{Data}$ Polling: The AT89C51 features $\overline{Data}$ Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{Data}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/$\overline{Busy}$: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/$\overline{BSY}$ output signal. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding ALE/$\overline{PROG}$ low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H, 031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(031H) = 51H indicates 89C51
(032H) = FFH indicates 12V programming
(032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming Modes

Mode		RST	$\overline{PSEN}$	ALE/$\overline{PROG}$	$\overline{EA}$/V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data		H	L		H/12V	L	H	H	H
Read Code Data		H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H	H
	Bit - 2	H	L		H/12V	H	H	L	L
	Bit - 3	H	L		H/12V	H	L	H	L
Chip Erase		H	L	(1)	H/12V	H	L	L	L
Read Signature Byte		H	L	H	H	L	L	L	L

Note: 1. Chip Erase requires a 10 ms $\overline{PROG}$ pulse.

Figure 3. Programming the Flash

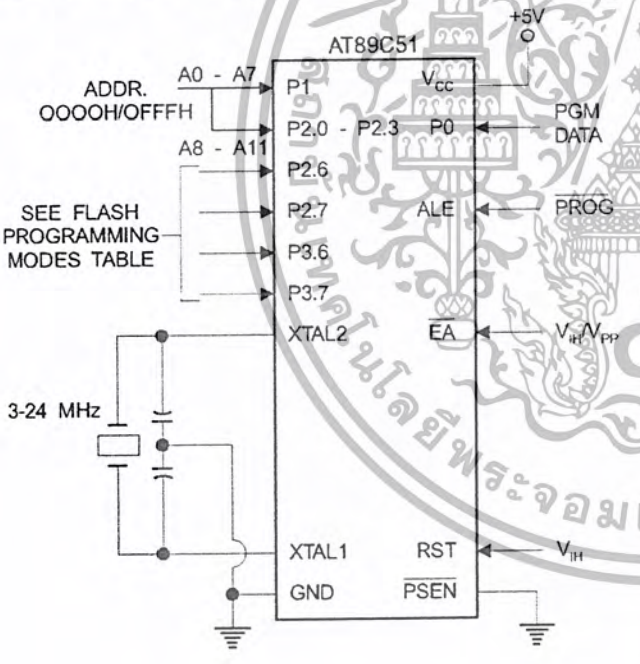
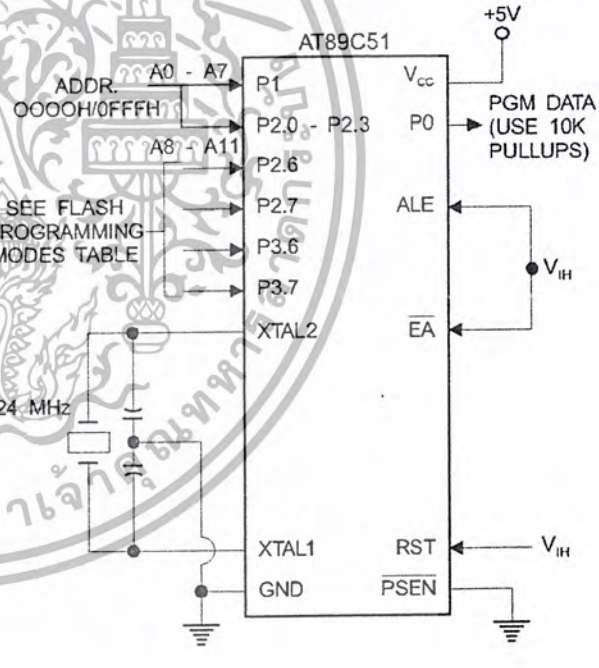
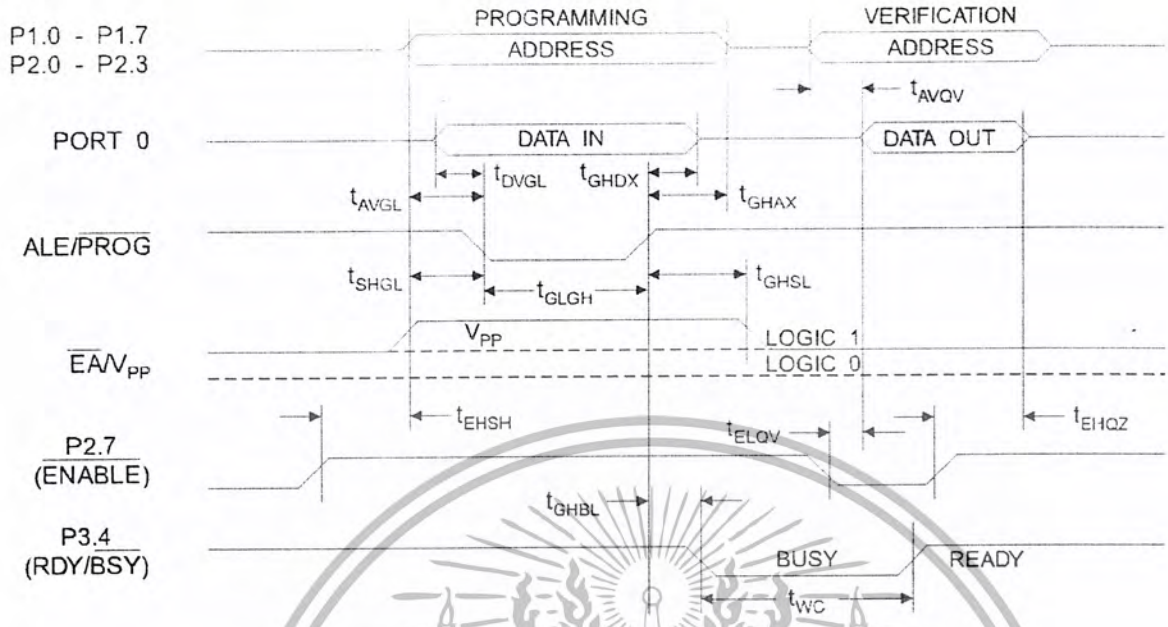


Figure 4. Verifying the Flash

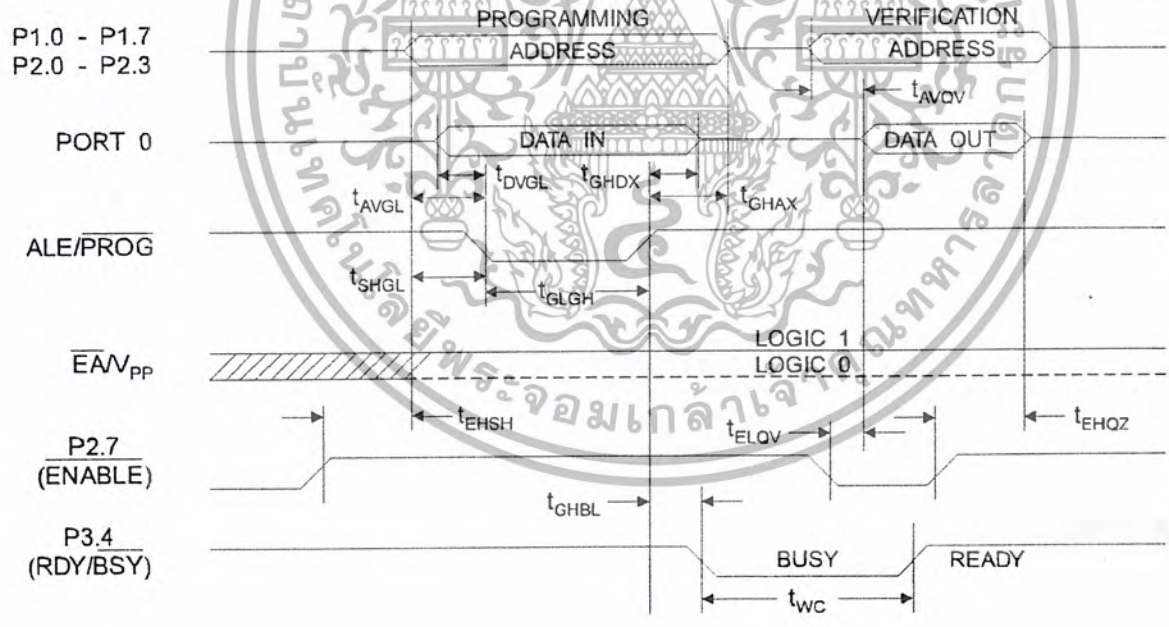


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Waveforms - High-voltage Mode (V_{PP} = 12V)



Flash Programming and Verification Waveforms - Low-voltage Mode (V_{PP} = 5V)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Characteristics

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}[1]	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}[1]	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold after $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold after $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSH}	P2.7 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}[1]	V_{PP} Hold after $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float after $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current	15.0 mA

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

DC Characteristics

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 5.0V ±20% (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low-voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC} - 0.1	V
V_{IL1}	Input Low-voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC} - 0.3	V
V_{IH}	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC} + 0.9	V_{CC} + 0.5	V
V_{IH1}	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC} + 0.5	V
V_{OL}	Output Low-voltage[1] (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V_{OL1}	Output Low-voltage[1] (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 µA	0.9 V_{CC}		V
V_{OH1}	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2V, VCC = 5V ± 10%		-650	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power-down Mode[2]	V_{CC} = 6V		100	µA
		V_{CC} = 3V		40	µA

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Characteristics

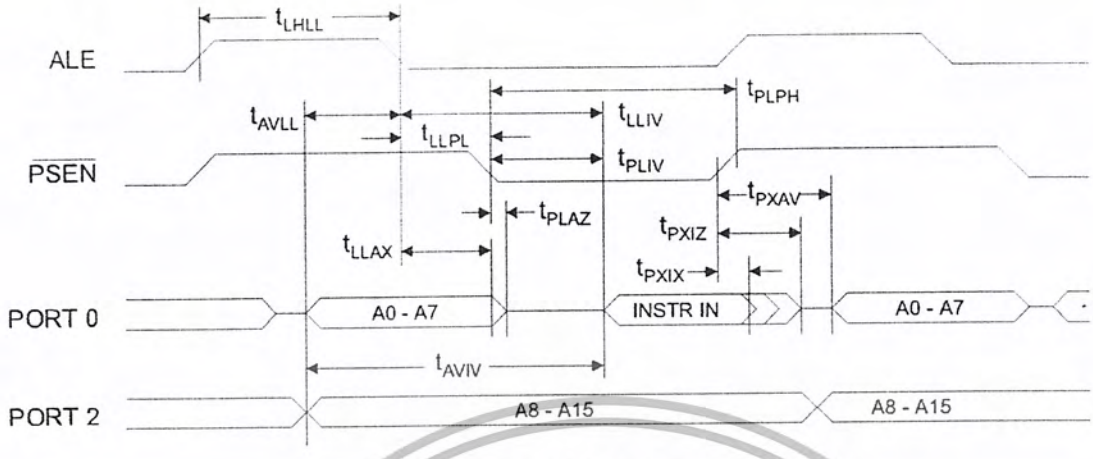
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/$\overline{PROG}$, and $\overline{PSEN}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

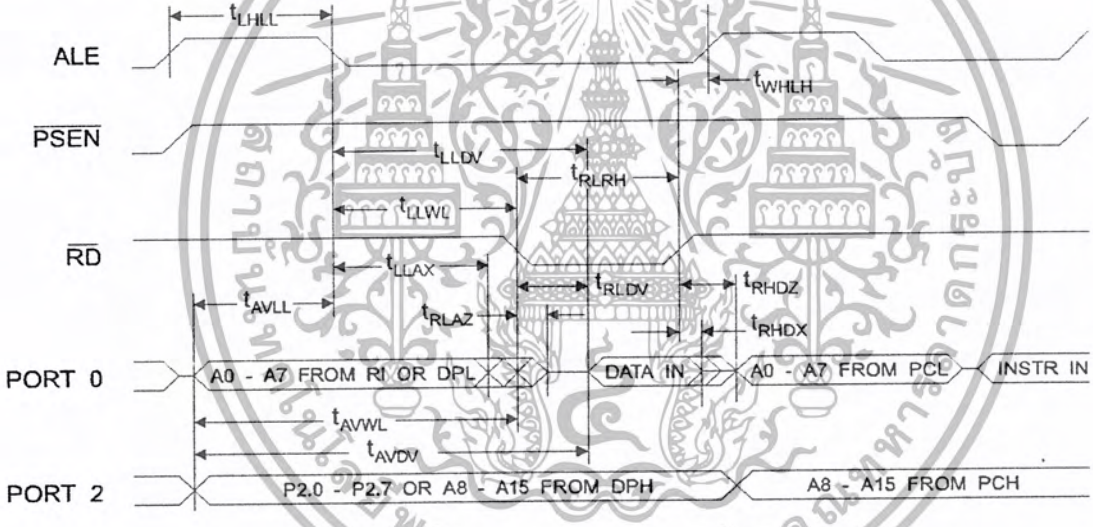
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}$-40		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{LLAX}	Address Hold after ALE Low	48		t_{CLCL}-20		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}$-65	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{PSEN}$ Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{PLPH}	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	205		$3t_{CLCL}$-20		ns
t_{PLIV}	$\overline{PSEN}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}$-45	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold after $\overline{PSEN}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float after $\overline{PSEN}$		59		t_{CLCL}-10	ns
t_{PXAV}	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	75		t_{CLCL}-8		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}$-55	ns
t_{PLAZ}	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{RD}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{WLWH}	$\overline{WR}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{RLDV}	$\overline{RD}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}$-90	ns
t_{RHDX}	Data Hold after $\overline{RD}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float after $\overline{RD}$		97		$2t_{CLCL}$-28	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}$-150	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}$-165	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	200	300	$3t_{CLCL}$-50	$3t_{CLCL}$+50	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	203		$4t_{CLCL}$-75		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	23		t_{CLCL}-20		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{WR}$ High	433		$7t_{CLCL}$-120		ns
t_{WHQX}	Data Hold after $\overline{WR}$	33		t_{CLCL}-20		ns
t_{RLAZ}	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	43	123	t_{CLCL}-20	t_{CLCL}+25	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Program Memory Read Cycle

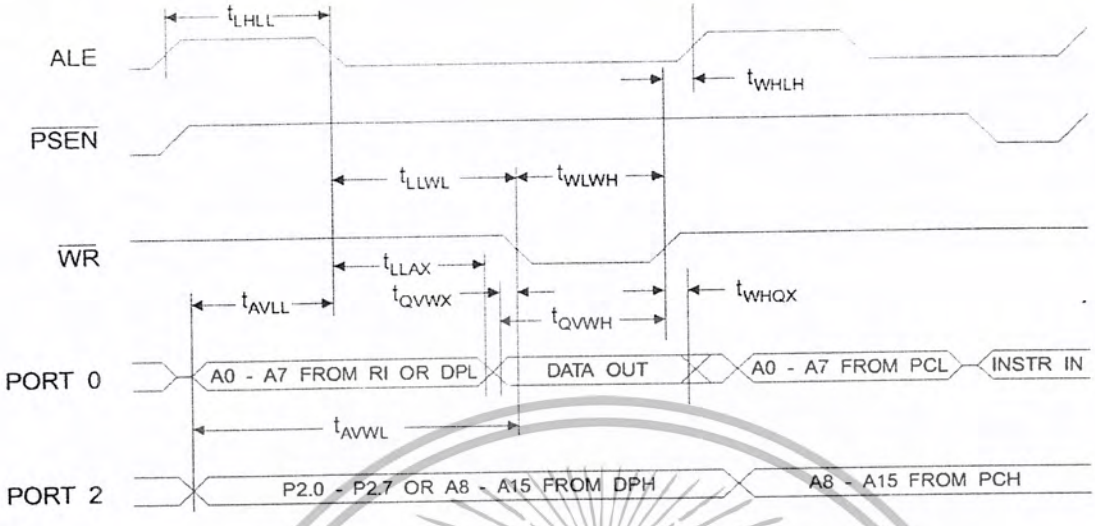


External Data Memory Read Cycle

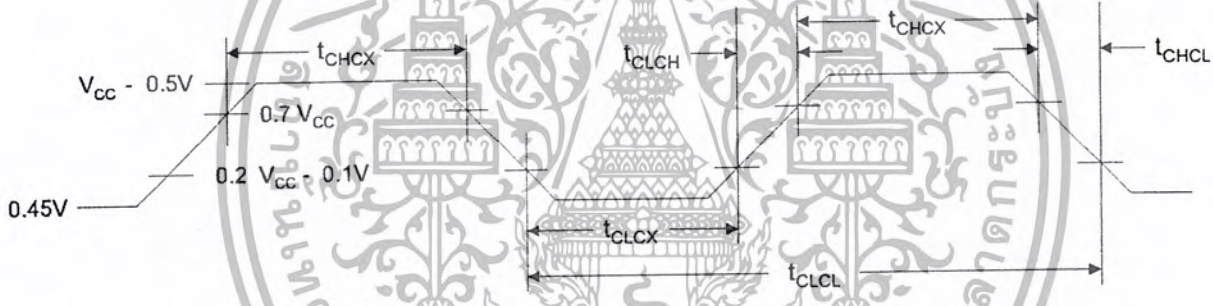


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	15		ns
t_{CLCX}	Low Time	15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20	ns

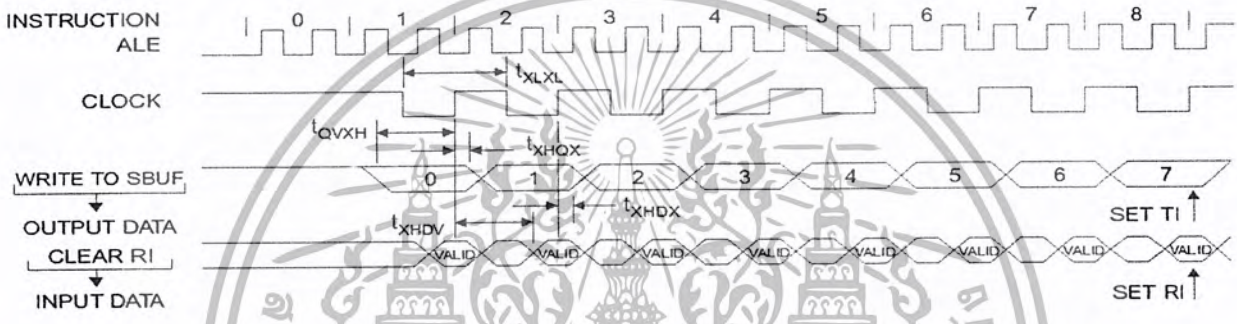
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

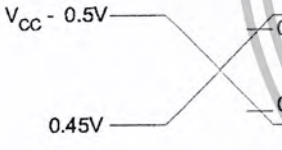
(V_{CC} = 5.0 V ±20%; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold after Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-117		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold after Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}$-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

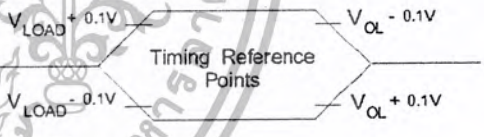


AC Testing Input/Output Waveforms[1]



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms[1]



Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

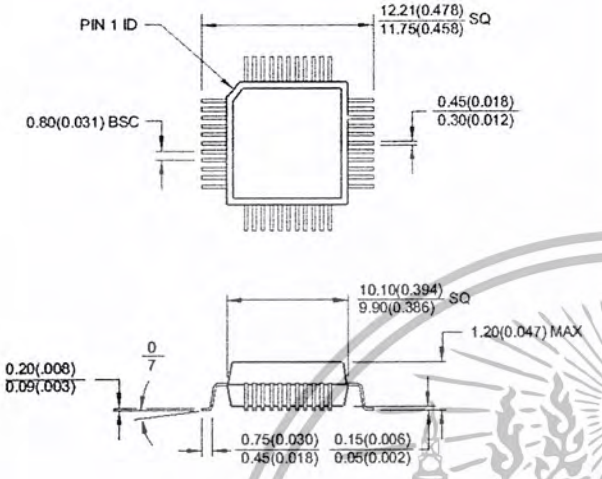
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5V ±20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-12JC	44J	
		AT89C51-12PC	40P6	
		AT89C51-12QC	44Q	
		AT89C51-12AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-12JI	44J	
		AT89C51-12PI	40P6	
		AT89C51-12QI	44Q	
16	5V ±20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-16JC	44J	
		AT89C51-16PC	40P6	
		AT89C51-16QC	44Q	
		AT89C51-16AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-16JI	44J	
		AT89C51-16PI	40P6	
		AT89C51-16QI	44Q	
20	5V ±20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-20JC	44J	
		AT89C51-20PC	40P6	
		AT89C51-20QC	44Q	
		AT89C51-20AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-20JI	44J	
		AT89C51-20PI	40P6	
		AT89C51-20QI	44Q	
24	5V ±20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-24JC	44J	
		AT89C51-24PC	40P6	
		AT89C51-24QC	44Q	
		AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-24JI	44J	
		AT89C51-24PI	40P6	
		AT89C51-24QI	44Q	

Package Type	
44A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44Q	44-lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

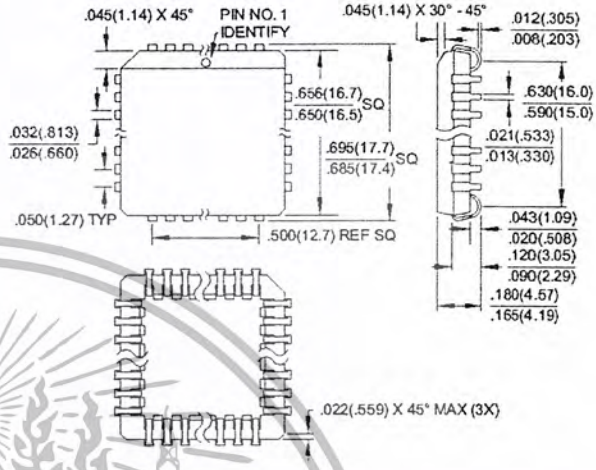
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-026 ACB

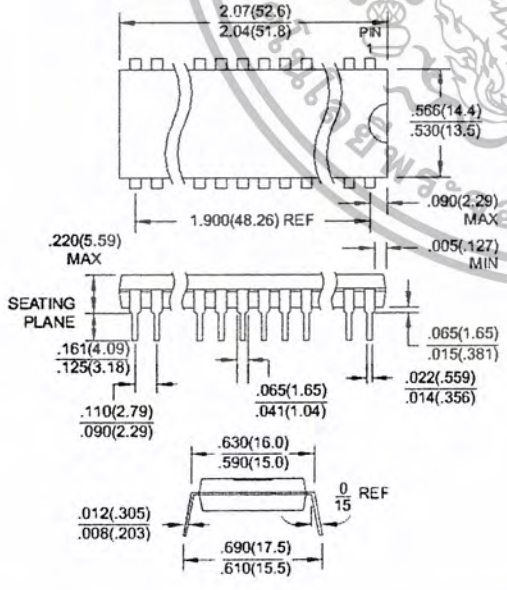


44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-018 AC

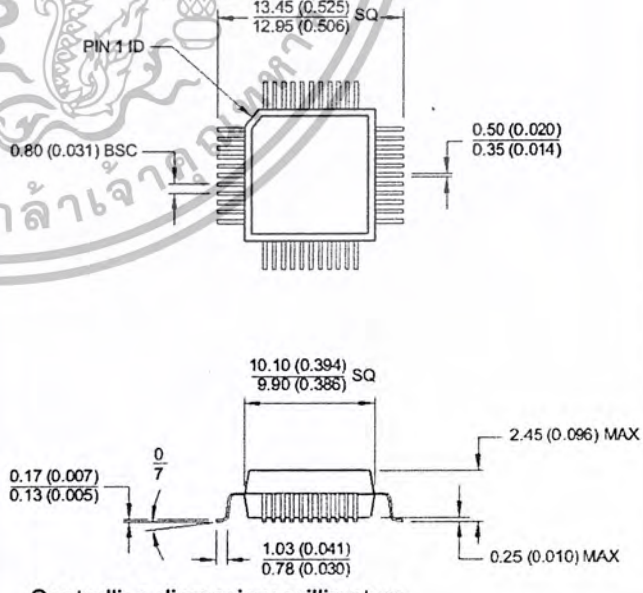


Controlling dimension: millimeters

40P6, 40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
Dimensions in Inches and (Millimeters)



44Q, 44-lead, Plastic Quad Flat Package (PQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-022 AB



Controlling dimension: millimeters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Atmel Headquarters

Corporate Headquarters
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

Europe
Atmel U.K., Ltd.
Coliseum Business Centre
Riverside Way
Camberley, Surrey GU15 3YL
England
TEL (44) 1276-686-677
FAX (44) 1276-686-697

Asia
Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimhatsui
East Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-9778
FAX (852) 2722-1369

Japan
Atmel Japan K.K.
9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
TEL (81) 3-3523-3551
FAX (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Atmel Colorado Springs
1150 E. Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906
TEL (719) 576-3300
FAX (719) 540-1759

Atmel Rousset
Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-4253-6000
FAX (33) 4-4253-6001

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Fax-on-Demand
North America:
1-(800) 292-8635
International:
1-(408) 441-0732

e-mail
literature@atmel.com

Web Site
http://www.atmel.com

BBS
1-(408) 436-4309

© Atmel Corporation 2000.
Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems.

Marks bearing ® and/or ™ are registered trademarks and trademarks of Atmel Corporation.

Terms and product names in this document may be trademarks of others.

Printed on recycled paper.

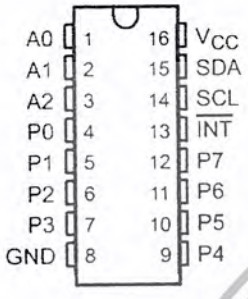
0265G–02/00/xM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

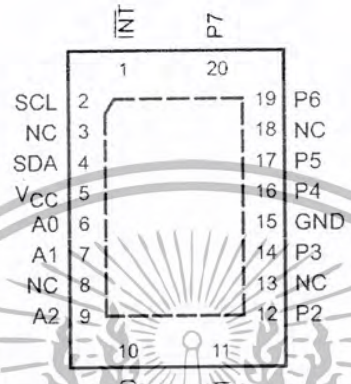
SCPS069C – JULY 2001 – REVISED MAY 2004

- Low Standby-Current Consumption of 10 μA Maximum
- I²C to Parallel-Port Expander
- Open-Drain Interrupt Output
- Compatible With Most Microcontrollers
- Latched Outputs With High-Current Drive Capability for Directly Driving LEDs
- Latch-Up Performance Exceeds 100 mA Per JESD 78, Class II

DW OR N PACKAGE
(TOP VIEW)

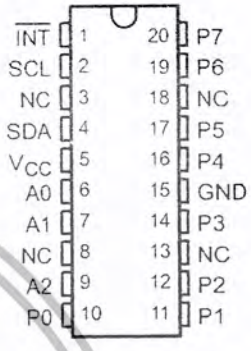


RGY PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

DGV OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

description/ordering information

This 8-bit input/output (I/O) expander for the two-line bidirectional bus (I²C) is designed for 2.5-V to 6-V V_{CC} operation.

The PCF8574A provides general-purpose remote I/O expansion for most microcontroller families via the I²C interface [serial clock (SCL), serial data (SDA)].

The device features an 8-bit quasi-bidirectional I/O port (P0–P7), including latched outputs with high-current drive capability for directly driving LEDs. Each quasi-bidirectional I/O can be used as an input or output without the use of a data-direction control signal. At power on, the I/Os are high. In this mode, only a current source to V_{CC} is active. An additional strong pullup to V_{CC} allows fast rising edges into heavily loaded outputs. This device turns on when an output is written high and is switched off by the negative edge of SCL. The I/Os should be high before being used as inputs.

ORDERING INFORMATION

T_A	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
−40°C to 85°C	QFN – RGY	Tape and reel	PCF8574ARGYR	PF574A
	PDIP – N	Tube	PCF8574AN	PCF8574AN
	SOIC – DW	Tube	PCF8574ADW	PCF8574A
		Tape and reel	PCF8574ADWR	
	TSSOP – PW	Tape and reel	PCF8574APWR	PF574A
	TVSOP – DGV	Tape and reel	PCF8574ADGVR	PF574A

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 2004, Texas Instruments Incorporated

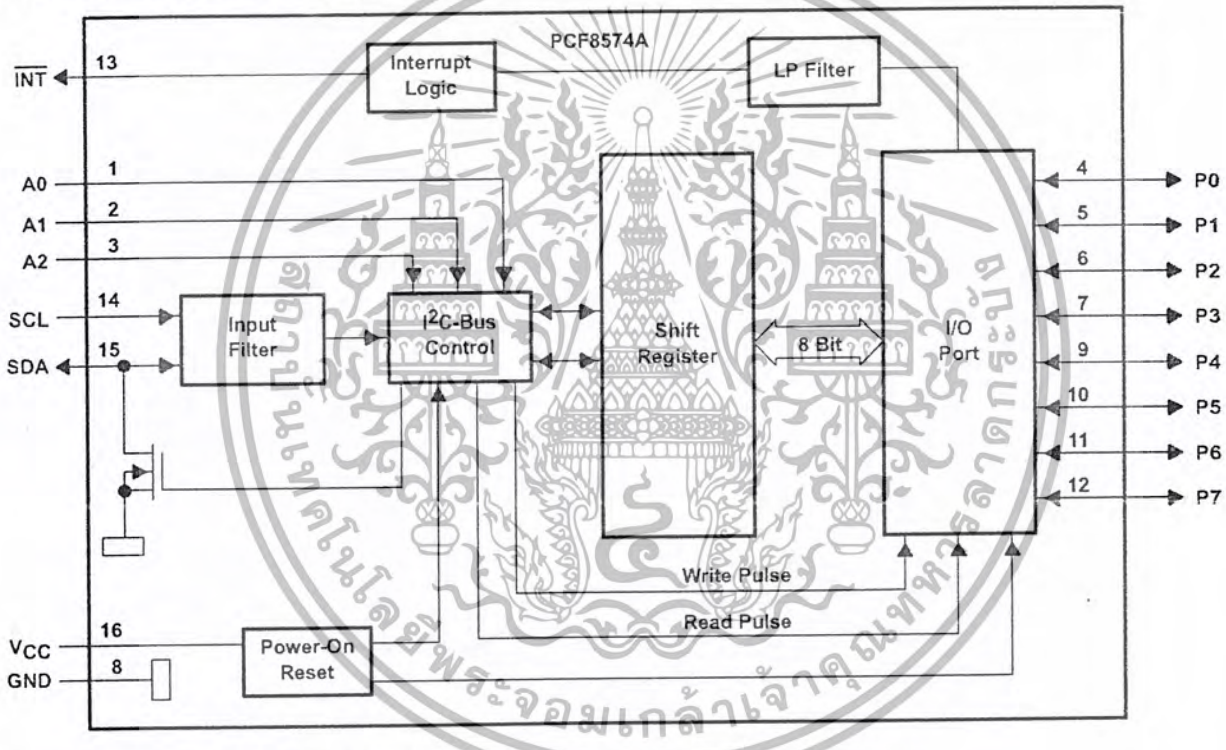
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

description/ordering information (continued)

The PCF8574A provides an open-drain output ($\overline{INT}$), which can be connected to the interrupt input of a microcontroller. An interrupt is generated by any rising or falling edge of the port inputs in the input mode. After time t_{iv}, the signal $\overline{INT}$ is valid. Resetting and reactivating the interrupt circuit is achieved when data on the port is changed to the original setting or data is read from or written to the port that generated the interrupt. Resetting occurs in the read mode at the acknowledge bit after the rising edge of the SCL signal or in the write mode at the acknowledge bit after the high-to-low transition of the SCL signal. Interrupts that occur during the acknowledge clock pulse can be lost (or be very short) due to the resetting of the interrupt during this pulse. Each change of the I/Os after resetting is detected and, after the next rising clock edge, is transmitted as $\overline{INT}$. Reading from or writing to another device does not affect the interrupt circuit.

By sending an interrupt signal on this line, the remote I/O can inform the microcontroller if there is incoming data on its ports without having to communicate via the I²C bus. Thus, the PCF8574A can remain a simple slave device.

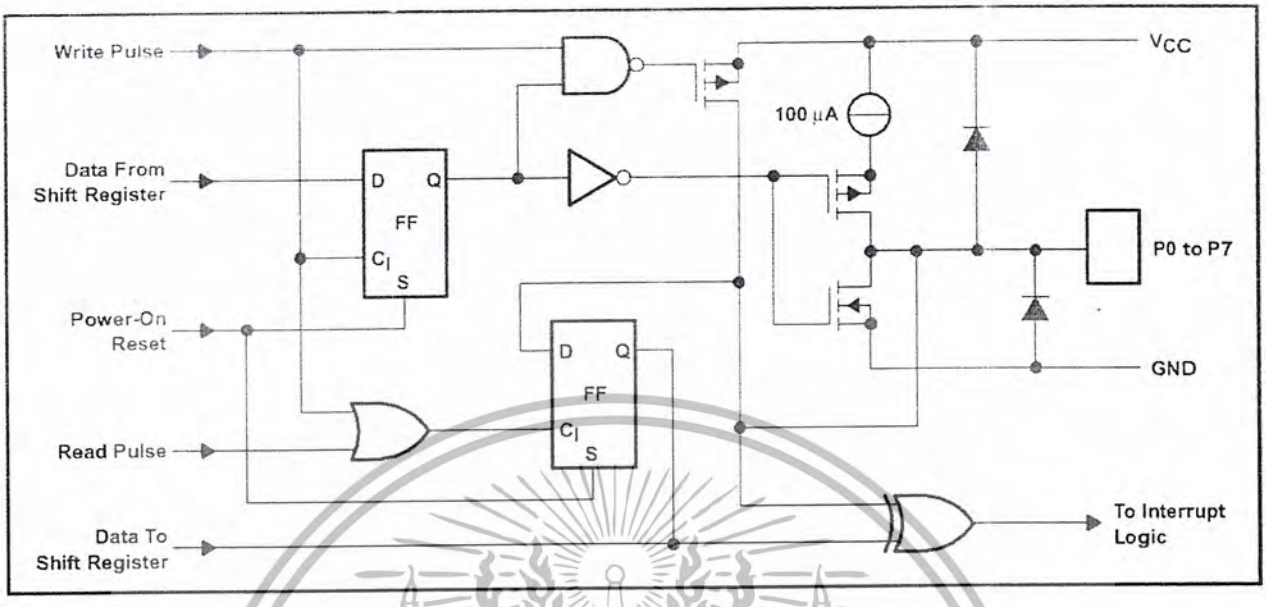
logic diagram (positive logic)



Pin numbers shown are for the DW and N packages.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

simplified schematic diagram of each P-port input/output



I²C interface

I²C communication with this device is initiated by a master sending a start condition, a high-to-low transition on the serial data (SDA) input/output while the serial clock (SCL) input is high. After the start condition, the device address byte is sent, MSB first, including the data direction bit ($R/\overline{W}$). This device does not respond to the general call address. After receiving the valid address byte, this device responds with an acknowledge, a low on the SDA input/output during the high of the acknowledge-related clock pulse. The address inputs (A0–A2) of the slave device must not be changed between the start and the stop conditions.

The data byte follows the address acknowledge. If the $R/\overline{W}$ bit is high, the data from this device are the values read from the P port. If the $R/\overline{W}$ bit is low, the data are from the master, to be output to the P port. The data byte is followed by an acknowledge sent from this device. If other data bytes are sent from the master, following the acknowledge, they are ignored by this device. Data are output only if complete bytes are received and acknowledged. The output data will be valid at time t_{pv} after the low-to-high transition of SCL, during the clock cycle for the acknowledge.

A stop condition, a low-to-high transition on the SDA input/output while the SCL input is high, is sent by the master.

INTERFACE DEFINITION TABLE

BYTE	BIT							
	7 (MSB)	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
I²C slave address	L	H	H	H	A2	A1	AO	$R/\overline{W}$
I/O data bus	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS REFERENCE TABLE

INPUTS			I²C-BUS SLAVE ADDRESS
A2	A1	A0	
L	L	L	56 (decimal), 38 (hexadecimal)
L	L	H	57 (decimal), 39 (hexadecimal)
L	H	L	58 (decimal), 3A (hexadecimal)
L	H	H	59 (decimal), 3B (hexadecimal)
H	L	L	60 (decimal), 3C (hexadecimal)
H	L	H	61 (decimal), 3D (hexadecimal)
H	H	L	62 (decimal), 3E (hexadecimal)
H	H	H	63 (decimal), 3F (hexadecimal)

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Supply voltage range, V_{CC} . . . . . −0.5 V to 7 V
Input voltage range, V_I (see Note 1) . . . . . −0.5 V to V_{CC} + 0.5 V
Output voltage range, V_O (see Note 1) . . . . . −0.5 V to V_{CC} + 0.5 V
Input clamp current, I_{IK} (V_I < 0) . . . . . −20 mA
Output clamp current, I_{OK} (V_O < 0) . . . . . −20 mA
Input/Output clamp current, I_{OK} (V_O < 0 or V_O > V_{CC}) . . . . . ±400 µA
Continuous output low current, I_{OL} (V_O = 0 to V_{CC}) . . . . . 50 mA
Continuous output high current, I_{OH} (V_O = 0 to V_{CC}) . . . . . −4 mA
Continuous current through V_{CC} or GND . . . . . ±100 mA
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): DGV package . . . . . 92°C/W
(see Note 2): DW package . . . . . 57°C/W
(see Note 2): N package . . . . . 67°C/W
(see Note 2): PW package . . . . . 83°C/W
(see Note 3): RGY package . . . . . 37°C/W
Storage temperature range, T_{stg} . . . . . −65°C to 150°C

† 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 under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTES: 1. The input negative-voltage and output voltage ratings may be exceeded if the input and output current ratings are observed.
2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.
3. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-5.

recommended operating conditions

		MIN	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	2.5	6	V
V_{IH}	High-level input voltage	0.7 × V_{CC}	V_{CC} + 0.5	V
V_{IL}	Low-level input voltage	−0.5	0.3 × V_{CC}	V
I_{OH}	High-level output current		−1	mA
I_{OL}	Low-level output current		25	mA
T_A	Operating free-air temperature	−40	85	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	V_{CC}	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V_{IK}	Input diode clamp voltage	I_I = −18 mA	2.5 V to 6 V	−1.2			V
V_{POR}	Power-on reset voltage‡	$V_I = V_{CC}$ or GND, I_O = 0	6 V		1.3	2.4	V
I_{OH}	P port	V_O = GND	2.5 V to 6 V	30		300	µA
I_{OHT}	P-port transient pullup current	High during acknowledge V_{OH} = GND	2.5 V		−1		mA
I_{OL}	SDA	V_O = 0.4 V	2.5 V to 6 V	3			mA
	P port	V_O = 1 V	5 V	10	25		
	$\overline{INT}$	V_O = 0.4 V	2.5 V to 6 V	1.6			
I_I	SCL, SDA	$V_I = V_{CC}$ or GND	2.5 V to 6 V			±5	µA
	$\overline{INT}$					±5	
	A0, A1, A2					±5	
I_{IHL}	P port	$V_I \geq V_{CC}$ or $V_I \leq$ GND	2.5 V to 6 V			±400	µA
I_{CC}	Operating mode	$V_I = V_{CC}$ or GND, I_O = 0, f_{SCL} = 100 kHz	6 V		40	100	µA
	Standby mode	$V_I = V_{CC}$ or GND, I_O = 0			2.5	10	
C_i	SCL	$V_I = V_{CC}$ or GND	2.5 V to 6 V		1.5	7	pF
C_{io}	SDA	$V_{IO} = V_{CC}$ or GND	2.5 V to 6 V		3	7	pF
	P port				4	10	

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
‡ The power-on reset circuit resets the I²C-bus logic with $V_{CC} < V_{POR}$ and sets all I/Os to logic high (with current source to V_{CC}).

I²C interface timing requirements over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted) (see Figure 1)

			MIN	MAX	UNIT
f_{scl}	I²C clock frequency			100	kHz
t_{sch}	I²C clock high time		4		µs
t_{scl}	I²C clock low time		4.7		µs
t_{sp}	I²C spike time			100	ns
t_{sds}	I²C serial-data setup time		250		ns
t_{sdh}	I²C serial-data hold time		0	900	ns
t_{icr}	I²C input rise time			1	µs
t_{icf}	I²C input fall time			0.3	µs
t_{ocf}	I²C output fall time (10-pF to 400-pF bus)			300	ns
t_{buf}	I²C-bus free time between stop and start		4.7		µs
t_{sts}	I²C start or repeated start condition setup		4.7		µs
t_{sth}	I²C start or repeated start condition hold		4		µs
t_{sps}	I²C stop-condition setup		4		µs
t_{vd}	Valid-data time	SCL low to SDA output valid		3.4	µs
C_b	I²C-bus capacitive load			400	pF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

switching characteristics over recommended operating free-air temperature range, $C_L \leq 100$ pF (unless otherwise noted) (see Figure 2)

PARAMETER		FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	MIN	MAX	UNIT
t_{pv}	Output data valid	SCL	P port		4	µs
t_{su}	Input data setup time	P port	SCL	0		µs
t_h	Input data hold time	P port	SCL	4		µs
t_{iv}	Interrupt valid time	P port	$\overline{INT}$		4	µs
t_{ir}	Interrupt reset delay time	SCL	$\overline{INT}$		4	µs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET

74HC595; 74HCT595
8-bit serial-in, serial or parallel-out shift register with output latches; 3-state

Product specification
Supersedes data of 1998 Jun 04

2003 Jun 25

Philips Semiconductors

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8-bit serial-in, serial or parallel-out shift register with output latches; 3-state

74HC595; 74HCT595

FEATURES

- 8-bit serial input
- 8-bit serial or parallel output
- Storage register with 3-state outputs
- Shift register with direct clear
- 100 MHz (typical) shift out frequency
- ESD protection:
  HBM EIA/JESD22-A114-A exceeds 2000 V
  MM EIA/JESD22-A115-A exceeds 200 V.

APPLICATIONS

- Serial-to-parallel data conversion
- Remote control holding register.

DESCRIPTION

The 74HC/HCT595 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC/HCT595 is an 8-stage serial shift register with a storage register and 3-state outputs. The shift register and storage register have separate clocks.

Data is shifted on the positive-going transitions of the SH_CP input. The data in each register is transferred to the storage register on a positive-going transition of the ST_CP input. If both clocks are connected together, the shift register will always be one clock pulse ahead of the storage register.

The shift register has a serial input (DS) and a serial standard output (Q7') for cascading. It is also provided with asynchronous reset (active LOW) for all 8 shift register stages. The storage register has 8 parallel 3-state bus driver outputs. Data in the storage register appears at the output whenever the output enable input (OE) is LOW.

QUICK REFERENCE DATA

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			74HC	74HCT	
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay	C_L = 50 pF; V_{CC} = 4.5 V			
	SH_CP to Q7'		19	25	ns
	SH_CP to Qn		20	24	ns
	$\overline{MR}$ to Q7'		100	52	ns
f_{max}	maximum clock frequency SH_CP and ST_CP		100	57	MHz
C_I	input capacitance		3.5	3.5	pF
C_{PD}	power dissipation capacitance per package	notes 1 and 2	115	130	pF

Notes

1. C_{PD} is used to determine the dynamic power dissipation (P_D in µW).
   $P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i \times N + \Sigma(C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ where:
   f_i = input frequency in MHz;
   f_o = output frequency in MHz;
   C_L = output load capacitance in pF;
   V_{CC} = supply voltage in Volts;
   N = total load switching outputs;
   $\Sigma(C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ = sum of the outputs.
2. For 74HC595 the condition is V_I = GND to V_{CC}.
   For 74HCT595 the condition is V_I = GND to V_{CC} – 1.5 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTION TABLE

See note 1.

INPUT					OUTPUT		FUNCTION
SH_CP	ST_CP	$\overline{OE}$	$\overline{MR}$	DS	Q7'	Qn	
X	X	L	L	X	L	n.c.	a LOW level on $\overline{MR}$ only affects the shift registers
X	↑	L	L	X	L	L	empty shift register loaded into storage register
X	X	H	L	X	L	Z	shift register clear; parallel outputs in high-impedance OFF-state
↑	X	L	H	H	Q6'	n.c.	logic high level shifted into shift register stage 0; contents of all shift register stages shifted through, e.g. previous state of stage 6 (internal Q6') appears on the serial output (Q7')
X	↑	L	H	X	n.c.	Qn'	contents of shift register stages (internal Qn') are transferred to the storage register and parallel output stages
↑	↑	L	H	X	Q6'	Qn'	contents of shift register shifted through; previous contents of the shift register is transferred to the storage register and the parallel output stages

Note

1. H = HIGH voltage level;
   L = LOW voltage level;
   ↑ = LOW-to-HIGH transition;
   ↓ = HIGH-to-LOW transition;
   Z = high-impedance OFF-state;
   n.c. = no change;
   X = don't care.

ORDERING INFORMATION

TYPE NUMBER	PACKAGE				
	TEMPERATURE RANGE	PINS	PACKAGE	MATERIAL	CODE
74HC595N	–40 to +125 °C	16	DIP16	plastic	SOT38-4
74HCT595N	–40 to +125 °C	16	DIP16	plastic	SOT38-4
74HC595D	–40 to +125 °C	16	SO16	plastic	SOT109-1
74HCT595D	–40 to +125 °C	16	SO16	plastic	SOT109-1
74HC595DB	–40 to +125 °C	16	SSOP16	plastic	SOT338-1
74HCT595DB	–40 to +125 °C	16	SSOP16	plastic	SOT338-1
74HC595PW	–40 to +125 °C	16	TSSOP16	plastic	SOT403-1
74HCT595PW	–40 to +125 °C	16	TSSOP16	plastic	SOT403-1
74HC595BQ	–40 to +125 °C	16	DHVQFN16	plastic	SOT763-1
74HCT595BQ	–40 to +125 °C	16	DHVQFN16	plastic	SOT763-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PINNING

PIN	SYMBOL	DESCRIPTION
1	Q1	parallel data output
2	Q2	parallel data output
3	Q3	parallel data output
4	Q4	parallel data output
5	Q5	parallel data output
6	Q6	parallel data output
7	Q7	parallel data output
8	GND	ground (0 V)
9	Q7'	serial data output
10	$\overline{MR}$	master reset (active LOW)
11	SH_CP	shift register clock input
12	ST_CP	storage register clock input
13	$\overline{OE}$	output enable (active LOW)
14	DS	serial data input
15	Q0	parallel data output
16	V_{CC}	positive supply voltage

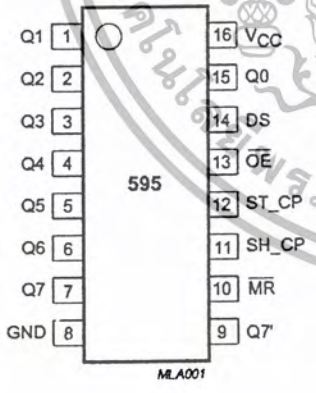
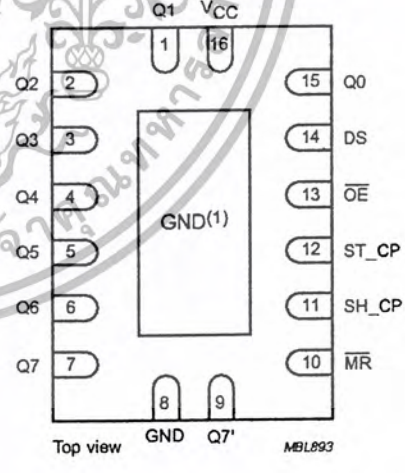


Fig.1 Pin configuration DIP16, SO16 and (T)SSOP16.



(1) The die substrate is attached to this pad using conductive die attach material. It can not be used as a supply pin or input.

Fig.2 Pin configuration DHVQFN16.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

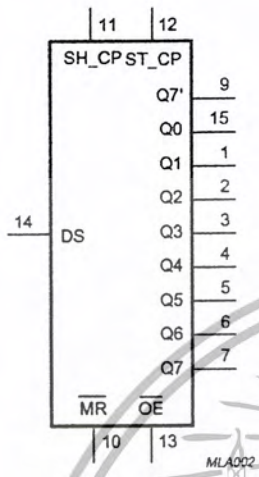


Fig.3 Logic symbol.

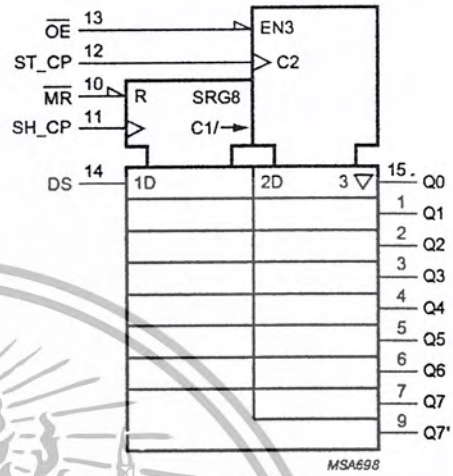


Fig.4 IEC logic symbol.

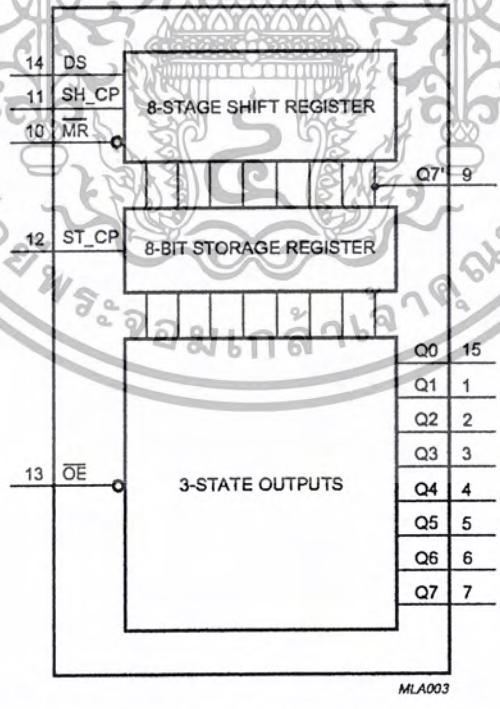


Fig.5 Functional diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

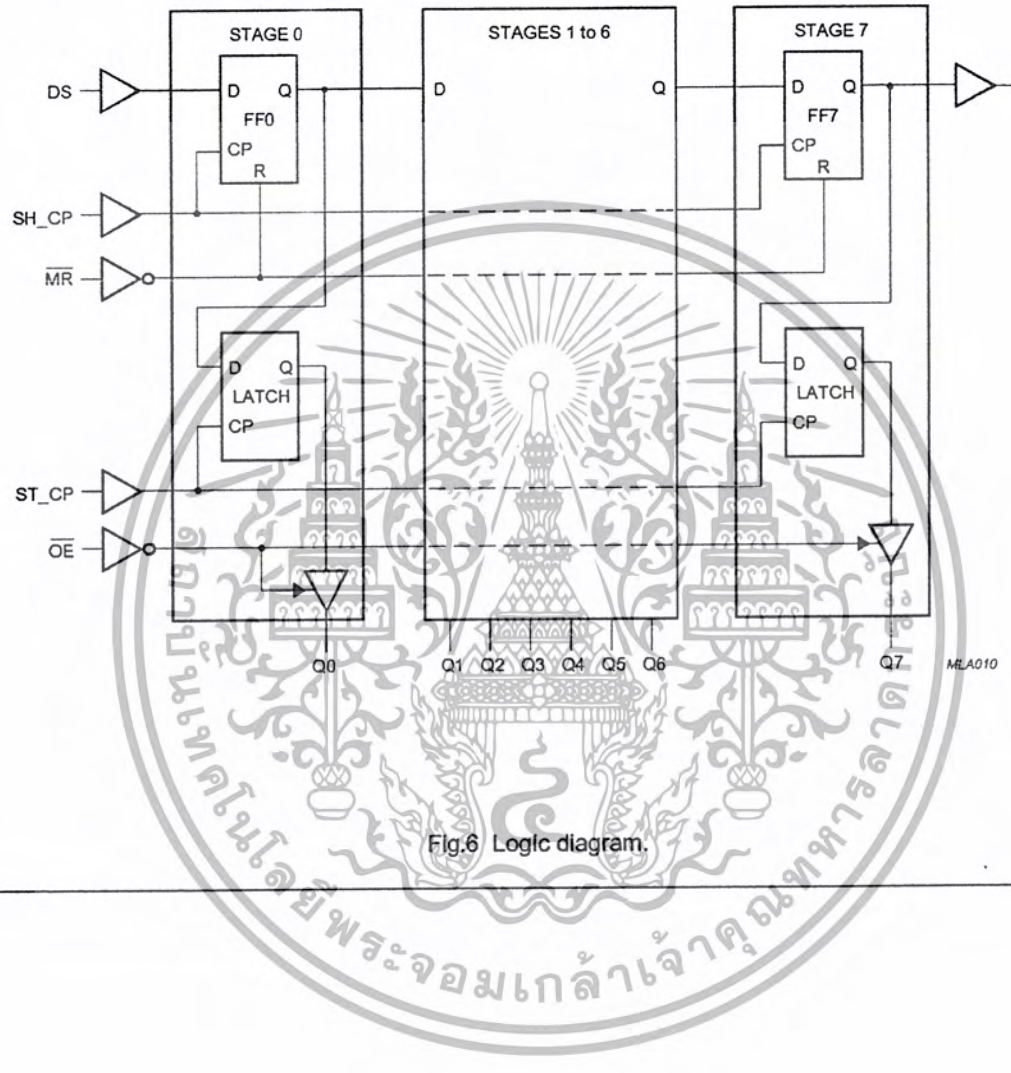


Fig.6 Logic diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

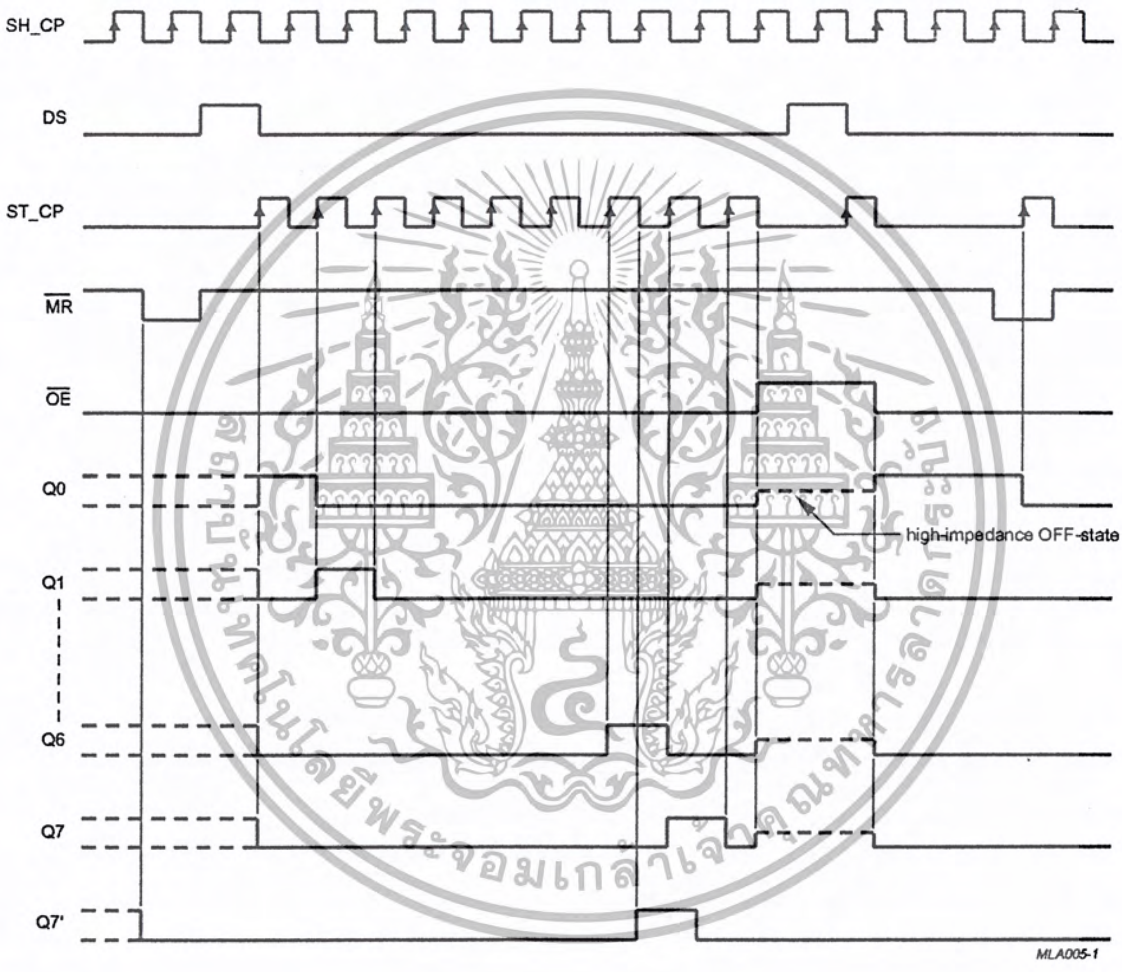


Fig.6 Timing diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	74HC			74HCT			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.	
V_{CC}	supply voltage		2.0	5.0	6.0	4.5	5.0	5.5	V
V_I	input voltage		0	–	V_{CC}	0	–	V_{CC}	V
V_O	output voltage		0	–	V_{CC}	0	–	V_{CC}	V
T_{amb}	ambient temperature		–40	–	+125	–40	–	+125	°C
t_r, t_f	input rise and fall time	V_{CC} = 2.0 V	–	–	1000	–	–	–	ns
		V_{CC} = 4.5 V	–	6.0	500	–	6.0	500	ns
		V_{CC} = 6.0 V	–	–	400	–	–	–	ns

LIMITED VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134); voltages are referenced to GND (ground = 0 V).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CC}	supply voltage		–0.5	+7.0	V
I_{IK}	input diode current	V_I < –0.5 V to V_I > V_{CC} + 0.5 V	–	±20	mA
I_{OK}	output diode current	V_O < –0.5 V to V_O > V_{CC} + 0.5 V	–	±20	mA
I_O	output source or sink current	V_O = –0.5 V to V_{CC} + 0.5 V			
		Q7' standard output	–	±25	mA
		Qn bus driver outputs	–	±35	mA
I_{CC}, I_{GND}	V_{CC} or GND current		–	±70	mA
T_{stg}	storage temperature		–65	+150	°C
P_{tot}	power dissipation	T_{amb} = –40 to +125 °C; note 1	–	500	mW

Note

1. For DIP16 packages: above 70 °C derate linearly with 12 mW/K.
   For SO16 packages: above 70 °C derate linearly with 8 mW/K.
   For SSOP16 packages: above 60 °C derate linearly with 5.5 mW/K.
   For TSSOP16 packages: above 60 °C derate linearly with 5.5 mW/K.
   For DHVQFN16 packages: above 60 °C derate linearly with 4.5 mW/K.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS

Type 74HC

At recommended operating conditions; voltages are referenced to GND (ground = 0 V).

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		OTHER	V_{CC} (V)				
T_{amb} = −40 to +85 °C; note 1							
V_{IH}	HIGH-level input voltage		2.0	1.5	1.2	–	V
			4.5	3.15	2.4	–	V
			6.0	4.2	3.2	–	V
V_{IL}	LOW-level input voltage		2.0	–	0.8	0.5	V
			4.5	–	2.1	1.35	V
			6.0	–	2.8	1.8	V
V_{OH}	HIGH-level output voltage	V_I = V_{IH} or V_{IL}					
		all outputs					
		I_O = −20 μA	2.0	1.9	2.0	–	V
			4.5	4.4	4.5	–	V
			6.0	5.9	6.0	–	V
		Q7' standard output					
		I_O = −4.0 mA	4.5	3.84	4.32	–	V
		I_O = −5.2 mA	6.0	5.34	5.81	–	V
		Qn bus driver outputs					
		I_O = −6.0 mA	4.5	3.84	4.32	–	V
		I_O = −7.8 mA	6.0	5.34	5.81	–	V
V_{OL}	LOW-level output voltage	V_I = V_{IH} or V_{IL}					
		all outputs					
		I_O = 20 μA	2.0	–	0	0.1	V
			4.5	–	0	0.1	V
			6.0	–	0	0.1	V
		Q7' standard output					
		I_O = 4.0 mA	4.5	–	0.15	0.33	V
		I_O = 5.2 mA	6.0	–	0.16	0.33	V
		Qn bus driver outputs					
		I_O = 6.0 mA	4.5	–	0.16	0.33	V
		I_O = 7.8 mA	6.0	–	0.16	0.33	V
I_{LI}	input leakage current	V_I = V_{CC} or GND	6.0	–	–	±1.0	μA
I_{OZ}	3-state output OFF-state current	V_I = V_{IH} or V_{IL}; V_O = V_{CC} or GND	6.0	–	–	±5.0	μA
I_{CC}	quiescent supply current	V_I = V_{CC} or GND; I_O = 0	6.0	–	–	80	μA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		OTHER	V_{CC} (V)				
T_{amb} = −40 to +125 °C							
V_{IH}	HIGH-level input voltage		2.0	1.5	–	–	V
			4.5	3.15	–	–	V
			6.0	4.2	–	–	V
V_{IL}	LOW-level input voltage		2.0	–	–	0.5	V
			4.5	–	–	1.35	V
			6.0	–	–	1.8	V
V_{OH}	HIGH-level output voltage	V_I = V_{IH} or V_{IL}					
		all outputs					
		I_O = −20 μA	2.0	1.9	–	–	V
			4.5	4.4	–	–	V
			6.0	5.9	–	–	V
		Q7' standard output					
		I_O = −4.0 mA	4.5	3.7	–	–	V
		I_O = −5.2 mA	6.0	5.2	–	–	V
		Qn bus driver outputs					
		I_O = −6.0 mA	4.5	3.7	–	–	V
		I_O = −7.8 mA	6.0	5.2	–	–	V
V_{OL}	LOW-level output voltage	V_I = V_{IH} or V_{IL}					
		all outputs					
		I_O = 20 μA	4.5	–	–	0.1	V
		Q7' standard output					
		I_O = 4.0 mA	4.5	–	–	0.4	V
		Qn bus driver outputs					
		I_O = 6.0 mA	4.5	–	–	0.4	V
I_{LI}	input leakage current	V_I = V_{CC} or GND	5.5	–	–	±1.0	μA
I_{OZ}	3-state output OFF-state current	V_I = V_{IH} or V_{IL}; V_O = V_{CC} or GND	5.5	–	–	±10.0	μA
I_{CC}	quiescent supply current	V_I = V_{CC} or GND; I_O = 0	5.5	–	–	160	μA

Note

1. All typical values are measured at T_{amb} = 25 °C.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Type 74HCT

At recommended operating conditions; voltages are referenced to GND (ground = 0 V); $t_r = t_f = 6$ ns; $C_L = 50$ pF.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		OTHER	V_{CC} (V)				
T_{amb} = −40 to +85 °C; note 1							
V_{IH}	HIGH-level input voltage		4.5 to 5.5	2.0	1.6	–	V
V_{IL}	LOW-level input voltage		4.5 to 5.5	–	1.2	0.8	V
V_{OH}	HIGH-level output voltage	$V_I = V_{IH}$ or V_{IL}					
		all outputs I_O = −20 μA	4.5	4.4	4.5	–	V
		Q7' standard output I_O = −4.0 mA	4.5	3.84	4.32	–	V
		Qn bus driver outputs I_O = −6.0 mA	4.5	3.7	4.32	–	V
V_{OL}	LOW-level output voltage	$V_I = V_{IH}$ or V_{IL}					
		all outputs I_O = 20 μA	4.5	–	0	0.33	V
		Q7' standard output I_O = 4.0 mA	4.5	–	0.15	0.33	V
		Qn bus driver outputs I_O = 6.0 mA	4.5	–	0.16	0.33	V
I_{LI}	input leakage current	$V_I = V_{CC}$ or GND	5.5	–	–	±1.0	μA
I_{OZ}	3-state output OFF-state current	$V_I = V_{IH}$ or V_{IL}; $V_O = V_{CC}$ or GND	5.5	–	–	±5.0	μA
I_{CC}	quiescent supply current	$V_I = V_{CC}$ or GND; I_O = 0	5.5	–	–	80	μA
ΔI_{CC}	additional supply current per input	$V_I = V_{CC}$ − 2.1 V; I_O = 0; note 2	4.5 to 5.5	–	100	450	μA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		OTHER	V_{CC} (V)				
T_{amb} = −40 to +125 °C							
V_{IH}	HIGH-level input voltage		4.5 to 5.5	2.0	–	–	V
V_{IL}	LOW-level input voltage		4.5 to 5.5	–	–	0.8	V
V_{OH}	HIGH-level output voltage	V_I = V_{IH} or V_{IL}					
		all outputs I_O = −20 μA	4.5	4.4	–	–	V
		Q7' standard output I_O = −4.0 mA	4.5	3.7	–	–	V
		Qn bus driver outputs I_O = −6.0 mA	4.5	3.7	–	–	V
V_{OL}	LOW-level output voltage	V_I = V_{IH} or V_{IL}					
		all outputs I_O = 20 μA	4.5	–	–	0.1	V
		Q7' standard output I_O = 4.0 mA	4.5	–	–	0.4	V
		Qn bus driver outputs I_O = 6.0 mA	4.5	–	–	0.4	V
I_{LI}	input leakage current	V_I = V_{CC} or GND	5.5	–	–	±1.0	μA
I_{OZ}	3-state output OFF-state current	V_I = V_{IH} or V_{IL}; V_O = V_{CC} or GND	5.5	–	–	±10.0	μA
I_{CC}	quiescent supply current	V_I = V_{CC} or GND; I_O = 0	5.5	–	–	160	μA
ΔI_{CC}	additional supply current per input	V_I = V_{CC} − 2.1 V; I_O = 0; note 2	4.5 to 5.5	–	–	490	μA

Notes

1. All typical values are measured at T_{amb} = 25 °C.
2. The value of additional quiescent supply current (ΔI_{CC}) for a unit load of 1 is given here. To determine ΔI_{CC} per input, multiply this value by the unit load coefficient per input pin:
   a. pin DS: 0.25
   b. pins $\overline{MR}$, SH_CP, ST_CP and $\overline{OE}$: 1.50.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC CHARACTERISTICS

Family 74HC

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

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		WAVEFORMS	V_{CC} (V)				
T_{amb} = 25 °C							
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay SH_CP to Q7'	see Fig.7	2.0	–	52	160	ns
			4.5	–	19	32	ns
			6.0	–	15	27	ns
	propagation delay ST_CP to Qn	see Fig.8	2.0	–	55	175	ns
			4.5	–	20	35	ns
			6.0	–	16	30	ns
t_{PHL}	propagation delay $\overline{MR}$ to Q7'	see Fig.10	2.0	–	47	175	ns
			4.5	–	17	35	ns
			6.0	–	14	30	ns
t_{PZH}/t_{PZL}	3-state output enable time $\overline{OE}$ to Qn	see Fig.11	2.0	–	47	150	ns
			4.5	–	17	30	ns
			6.0	–	14	26	ns
t_{PHZ}/t_{PLZ}	3-state output disable time $\overline{OE}$ to Qn	see Fig.11	2.0	–	41	150	ns
			4.5	–	15	30	ns
			6.0	–	12	26	ns
t_W	shift clock pulse width HIGH or LOW	see Fig.7	2.0	75	17	–	ns
			4.5	15	6	–	ns
			6.0	13	5	–	ns
	storage clock pulse width HIGH or LOW	see Fig.8	2.0	75	11	–	ns
			4.5	15	4	–	ns
			6.0	13	3	–	ns
	master reset pulse width LOW	see Fig.10	2.0	75	17	–	ns
			4.5	15	6.0	–	ns
			6.0	13	5.0	–	ns
t_{su}	set-up time DS to SH_CP	see Fig.9	2.0	50	11	–	ns
			4.5	10	4.0	–	ns
			6.0	9.0	3.0	–	ns
	set-up time SH_CP to ST_CP	see Fig.8	2.0	75	22	–	ns
			4.5	15	8	–	ns
			6.0	13	7	–	ns
t_h	hold time DS to SH_CP	see Fig.9	2.0	+3	–6	–	ns
			4.5	+3	–2	–	ns
			6.0	+3	–2	–	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		WAVEFORMS	V_{CC} (V)				
t_{rem}	removal time $\overline{MR}$ to SH_CP	see Fig.10	2.0	+50	–19	–	ns
			4.5	+10	–7	–	ns
			6.0	+9	–6	–	ns
f_{max}	maximum clock pulse frequency SH_CP or ST_CP	see Figs 7 and 8	2.0	9	30	–	MHz
			4.5	30	91	–	MHz
			6.0	35	108	–	MHz
T_{amb} = –40 to +85 °C							
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay SH_CP to Q7'	see Fig.7	2.0	–	–	200	ns
			4.5	–	–	40	ns
			6.0	–	–	34	ns
	propagation delay ST_CP to An	see Fig.8	2.0	–	–	220	ns
			4.5	–	–	44	ns
			6.0	–	–	37	ns
t_{PHL}	propagation delay $\overline{MR}$ to Q7'	see Fig.10	2.0	–	–	220	ns
			4.5	–	–	44	ns
			6.0	–	–	37	ns
t_{PZH}/t_{PZL}	3-state output enable time $\overline{OE}$ to Qn	see Fig.11	2.0	–	–	190	ns
			4.5	–	–	38	ns
			6.0	–	–	33	ns
t_{PHZ}/t_{PLZ}	3-state output disable time $\overline{OE}$ to Qn	see Fig.11	2.0	–	–	190	ns
			4.5	–	–	38	ns
			6.0	–	–	33	ns
t_W	shift clock pulse width HIGH or LOW	see Fig.7	2.0	95	–	–	ns
			4.5	19	–	–	ns
			6.0	16	–	–	ns
	storage clock pulse width HIGH or LOW	see Fig.8	2.0	95	–	–	ns
			4.5	19	–	–	ns
			6.0	16	–	–	ns
	master reset pulse width LOW	see Fig.10	2.0	95	–	–	ns
			4.5	19	–	–	ns
			6.0	16	–	–	ns
t_{su}	set-up time DS to SH_CP	see Fig.9	2.0	65	–	–	ns
			4.5	13	–	–	ns
			6.0	11	–	–	ns
	set-up time SH_CP to ST_CP	see Fig.8	2.0	95	–	–	ns
			4.5	19	–	–	ns
			6.0	16	–	–	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		WAVEFORMS	V_{CC} (V)				
t_h	hold time DS to SH_CP	see Fig.9	2.0	3	–	–	ns
			4.5	3	–	–	ns
			6.0	3	–	–	ns
t_{rem}	removal time $\overline{MR}$ to SH_CP	see Fig.10	2.0	65	–	–	ns
			4.5	13	–	–	ns
			6.0	11	–	–	ns
f_{max}	maximum clock pulse frequency SH_CP or ST_CP	see Figs 7 and 8	2.0	4.8	–	–	MHz
			4.5	24	–	–	MHz
			6.0	28	–	–	MHz
T_{amb} = −40 to +125 °C							
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay SH_CP to Q7'	see Fig.7	2.0	–	–	240	ns
			4.5	–	–	48	ns
			6.0	–	–	41	ns
	propagation delay ST_CP to Qn	see Fig.8	2.0	–	–	265	ns
			4.5	–	–	53	ns
			6.0	–	–	45	ns
t_{PHL}	propagation delay $\overline{MR}$ to Q7'	see Fig.10	2.0	–	–	265	ns
			4.5	–	–	53	ns
			6.0	–	–	45	ns
t_{PZH}/t_{PZL}	3-state output enable time $\overline{OE}$ to Qn	see Fig.11	2.0	–	–	225	ns
			4.5	–	–	45	ns
			6.0	–	–	38	ns
t_{PHZ}/t_{PLZ}	3-state output disable time $\overline{OE}$ to Qn	see Fig.11	2.0	–	–	225	ns
			4.5	–	–	45	ns
			6.0	–	–	38	ns
t_W	shift clock pulse width HIGH or LOW	see Fig.7	2.0	110	–	–	ns
			4.5	22	–	–	ns
			6.0	19	–	–	ns
	storage clock pulse width HIGH or LOW	see Fig.8	2.0	110	–	–	ns
			4.5	22	–	–	ns
			6.0	19	–	–	ns
	master reset pulse width LOW	see Fig.10	2.0	110	–	–	ns
			4.5	22	–	–	ns
			6.0	19	–	–	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
		WAVEFORMS	V_{CC} (V)				
t_{su}	set-up time DS to SH_CP	see Fig.9	2.0	75	–	–	ns
			4.5	15	–	–	ns
			6.0	13	–	–	ns
	set-up time SH_CP to ST_CP	see Fig.8	2.0	110	–	–	ns
			4.5	22	–	–	ns
			6.0	19	–	–	ns
t_h	hold time DS to SH_CP	see Fig.9	2.0	3	–	–	ns
			4.5	3	–	–	ns
			6.0	3	–	–	ns
t_{rem}	removal time $\overline{MR}$ to SH_CP	see Fig.10	2.0	75	–	–	ns
			4.5	15	–	–	ns
			6.0	13	–	–	ns
f_{max}	maximum clock pulse frequency SH_CP or ST_CP	see Figs 7 and 8	2.0	4	–	–	MHz
			4.5	20	–	–	MHz
			6.0	24	–	–	MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้